

AWS

美国国家标准

AWS D1.6/D1.6M:2007

钢结构焊接规范 — 不锈钢

Structural Welding Code — Stainless Steel

版权为美国焊接学会所有
经 AWS 许可由 IHS 提供
未经 IHS 许可不得复制或进行网络传播

美国国家标准

美国国家标准

钢结构焊接规范 — 不锈钢

Structural Welding Code— Stainless Steel

翻译单位 上海晨辉公司

翻译 潘志刚

校对 王允金

编辑 陈君

2015 年 3 月

中文版

钢结构焊接规范 — 不锈钢

美国焊接协会 (AWS) 的所有标准（典范、规范、建议操作规程、方法、分类和指南），是按照美国国家标准学会 (ANSI) 规则编制的、自愿采用的、代表多数人意见的标准。如果联邦或州法律和法规或其他政府机构法规涉及的文件中采纳或包含 AWS 美国国家标准，则其条款具有完全的法律法令效力。在此类情况下，在 AWS 标准成为所述法律和法规的一部分之前，对其进行的任何变更必须由具有法定权限的政府机构批准。在所有情况下，这些标准在采用 AWS 标准的合同或其他文件中具有完全的法律效力。如果存在该契约关系，则对 AWS 标准要求的更改或偏离必须由合同各方达成协议。

AWS 美国国家标准是通过多数人同意的标准制定程序制定的，结合了代表不同观点和不同利益的志愿者们，以达成共识。AWS 管理该过程并建立规则以推进共识制定的公平性，它不独立对其标准中所含任何信息的准确性或任何判断的合理性进行试验、评价或验证。

AWS 拒绝承担任何因本标准发行、使用或信赖而产生的特殊、间接、因果关系或者直接或间接有偿性的人身或财产伤害或其他自然损害的责任。AWS 也不对本文件公布的任何信息的正确性或完整性作任何保证或担保。

在发行和使用本标准期间，AWS 没有承诺为了任何个人或实体的利益提供专业的或其他的服務，也没有承诺为任何个人或实体执行任何义务。任何使用这些文件的人应当依赖于他或她的独立判断，或者适当地寻求有能力的专业人员对确定任何特定情况下的实施和合理的注意事项以忠告。

本标准可能为新版的发行所取代。用户应确保其拥有最新版本。

本标准的发行不意味着可以违犯任何专利或商标权。本标准的使用者要承担违反任何专利和商标权事务的任何或全部责任。美国焊接协会拒绝因使用本标准而违反任何专利或产品商标权的责任。

最后，美国焊接协会不能监视、管辖和强迫对于本标准的符合性，它也没有权力这样做。

标准的正文、表格或图形印刷偶尔会有错误，构成勘误表。一经发现，我们会在美国焊接协会的网页 (www.aws.org) 上发布这一勘误表。

仅通过向适当的技术委员会递交书面请求，才可获得本标准任何技术要求的正式解释。此类请求应当寄给美国焊接协会技术服务部主任，抬头应注明：Managing Director, Technical Services Division, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126 （见附录 K）。有关对于美国焊接协会标准的技术质询和口头意见也可呈递。此类意见仅用于向本标准使用者提供方便，而不构成专业的建议。此类意见仅代表特定个体对标准的个人意见。此类个人并不代表美国

焊接协会，此类口头意见也不构成美国焊接协会的正式或非正式意见或解释。此外，口头意见是非正式的，不应视为代替正式解释。

本标准在任何时候都可能被 **AWS D1** 结构焊接委员会修订。它每 5 年必须被评审一次，如果没有修改，则必须或者是再确认，或者是撤销。需要可用于完善本标准的注释（建议、增补或删除）和任何相关数据，并应将其寄送至 **AWS** 总部。这些注释将会受到 **ASW D1** 结构焊接委员会的仔细考虑，注释的作者也会得到委员会对于注释反馈的通知。**AWS D1** 结构焊接委员会的所有会议也会要求客人出席以便口头上表述他们的注释。关于对所有这些注释作相反决议的诉求程序提供在技术活动委员会运行规则中 (**Rules of Operation of the Technical Activities Committee**)。本规则的副本可以从美国焊接协会得到，地址为 **550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126**。



美国焊接学会

550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126

人员

AWS D1 结构焊接委员会

D. D. Rager, 主席	<i>Rager Consulting, Incorporated</i>
D. K. Miller, 第一副主席	<i>The Lincoln Electric Company</i>
A. W. Sindel, 第二副主席	<i>Sindel and Associates</i>
J. L. Gayler, 秘书	<i>American Welding Society</i>
N. J. Altebrando	<i>STV, Incorporated</i>
F. G. Armao	<i>The Lincoln Electric Company</i>
E. L. Bickford	<i>Acute Technological Services</i>
F. C. Breismeister	<i>Strocal, Incorporated</i>
B. M. Butler	<i>Walt Disney World Company</i>
H. H. Campbell, III	<i>Pazuzu Engineering</i>
L. E. Collins	<i>Team Industries, Incorporated</i>
R. B. Corbit	<i>Exelon Nuclear Corporation</i>
M. V. Davis	<i>Consultant</i>
R. A. Dennis	<i>Consultant</i>
M. A. Grieco	<i>Massachusetts Highway Department</i>
C. R. Hess	<i>High Steel Structures, Incorporated</i>
C. W. Holmes	<i>Modjeski and Masters, Incorporated</i>
J. H. Kiefer	<i>ConocoPhillips</i>
V. Kuruvilla	<i>Genesis Quality Systems</i>
J. Lawmon	<i>American Engineering & Manufacturing, Incorporated</i>
D. R. Lawrence, II	<i>Butler Manufacturing Company</i>
D. R. Luciani	<i>Canadian Welding Bureau</i>
S. L. Luckowski	<i>Department of the Army</i>
P. W. Marshall	<i>MHP Systems Engineering</i>
M. J. Mayes	<i>Mayes Testing Engineers, Incorporated</i>
D. L. McQuaid	<i>D L McQuaid and Associates, Incorporated</i>
R. D. Medlock	<i>High Steel Structures, Incorporated</i>
J. Merrill	<i>MACTEC, Incorporated</i>
T. L. Niemann	<i>Minnesota Department of Transportation</i>
D. C. Phillips	<i>Hobart Brothers Company</i>
J. W. Post	<i>J. W. Post and Associates, Incorporated</i>
T. Schlafly	<i>American Institute of Steel Construction</i>
D. R. Scott	<i>PSI</i>
D. A. Shapira	<i>Washington Group International</i>
R. E. Shaw, Jr.	<i>Steel Structures Technology Center, Incorporated</i>
R. W. Stieve	<i>Greenman-Pederson, Incorporated</i>
P. J. Sullivan	<i>Massachusetts Highway Department (Retired)</i>
M. M. Tayarani	<i>Massachusetts Turnpike Authority</i>
K. K. Verma	<i>Federal Highway Administration</i>
B. D. Wright	<i>Advantage Aviation Technologies</i>

D1 结构焊接委员会顾问名单

W. G. Alexander	<i>WGAPE</i>
E. M. Beck	<i>MACTEC, Incorporated</i>
O. W. Blodgett	<i>The Lincoln Electric Company</i>

D1 结构焊接委员会顾问名单（续）

G. L. Fox	<i>Consultant</i>
A. R. Fronduti	<i>Rex Fronduti and Associates</i>
G. J. Hill	<i>G. J. Hill and Associates, Incorporated</i>
M. L. Hoitomt	<i>Hoitomt Consulting Services</i>
W. A. Milek, Jr.	<i>Consultant</i>
J. E. Myers	<i>Consultant</i>
D. L. Sprow	<i>Consultant</i>

D1K 不锈钢焊接下属委员会

B. M. Butler, 联合主席	<i>Walt Disney World Company</i>
D. A. Shapira, 联合主席	<i>Washington Group International</i>
W. Jaxa-Rozen, 副主席	<i>Bombardier Transportation</i>
U. W. Aschemeier	<i>H C Nutting</i>
R. E. Avery	<i>Nickel Institute</i>
D. K. Baird	<i>Bechtel National Incorporated</i>
F. C. Breismeister	<i>Strocal Incorporated</i>
H. Chambers	<i>Nelson Stud Welding</i>
R. B. Corbit	<i>Exelon Nuclear Corporation</i>
J. Grewe	<i>Omaha Public Power District</i>
M. J. Harker	<i>Idaho National Laboratory</i>
G. J. Hill	<i>G J Hill & Associates</i>
D. J. Kotecki	<i>The Lincoln Electric Company</i>
D. R. Luciani	<i>Canadian Welding Bureau</i>
J. B. Pearson, Jr.	<i>LTK Engineering Services</i>
A. W. Sindel	<i>Sindel & Associates</i>
B. D. Wright	<i>Advantage Aviation Technologies</i>
O. Zollinger	<i>Copeland Corporation</i>

D1K 不锈钢焊接下属委员会顾问名单

J. D. Duncan	<i>Bechtel Corporation</i>
M. L. Hoitomt	<i>Consultant</i>
E. R. Holby	<i>IFR Engineering</i>
J. Merrill	<i>MACTEC, Incorporated</i>

前言

本前言不属于标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《结构焊接规范 — 不锈钢》的组成部分，仅供参考。

本标准为 AWS D1.6 《结构焊接规范 — 不锈钢》第二版；第一版出版于 1999 年。该规范由多数专家达成共识，符合美国国家标准学会要求。

除压力容器或压力管道外，本规范涵盖了焊接不锈钢组件要求。多年以来，涉及不锈钢焊接的制造采用了 AWS D1.1/D1.1M 《结构焊接规范 — 不锈钢》，以便提供优质结构要求。然而，AWS D1.1 文件的编制适用于结构制造中常遇的碳钢和低合金钢，因此，并未明确说明不锈钢的独特要求。因而，AWS 结构焊接委员会认可了设计用于不锈钢锻造和铸造的型材和板材焊接的 AWS D1.1 类似文件的工业需求。

D1.6 最显著的特征是允许奥预评定的氏体不锈钢焊接工艺规程 (WPS)。免除鉴定试验依据了最广泛使用的不锈钢经验。

子条款、表格或附图中有下划线的正文表明对 1999 版做了编辑或技术上的更改。附图旁页边空白处的竖线表明对 1999 版作了修订。由于条款 2 的实质性重组很难识别技术变更，因此，本章未标明条款 2 的变更。

以下内容概括了包含在 D1.6/D1.6M:2007 中最重要的技术修订：

条款 1 经过重组，添加了 AWS D1.1/D1.1M 中的要素。

1.3 中添加了本规范特定条款，以便进行澄清。

1.4 中澄清了结构焊接中涉及的各方责任。

条款 2 经过重新编写，使其设计要求更符合 AWS D1.1/D1.1M。

条款 2 中的疲劳条款经过了修订。

表 2.1 和 2.2 添加了角焊以及塞焊和槽焊规定。

条款 2 中的孔和槽中角焊以及塞焊和槽焊规定经过了修订。

各类不锈钢和其他含铁母材组合的综合性建议填充金属图表作为附录添加。

增添了条款 2 的新注释。

欢迎提供改进本标准的注释和建议。应将其发送至 AWS D1 结构焊接委员会秘书，美国焊接协会，550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126。

目录

页码

人员	4
前言	6
表格列表	7
图表列表	8
1. 总则	11
1.1 范围	11
1.2 母材	11
1.3 术语和定义	12
1.4 责任	13
1.5 认证	13
1.6 焊接符号	14
1.7 安全注意事项	14
1.8 标准计量单位	14
1.9 参考文件	14
2. 焊接连接设计	14
A 部分 一般要求	14
2.0 概述	14
2.1 合同方案和规范	14
2.2 连接离心率	16
2.3 许用应力	16
B 部分 焊缝长度和面积	17
2.4 有效面积	17
2.5 塞焊缝和槽焊缝	18
C 部分 其他结构详情	18
2.6 概述	18
2.7 填充板	19
2.8 搭接接头	19
2.9 非管状连接中的对接接头过渡	19
2.10 管状连接中的过渡	19
2.11 连接或拼接	20
2.12 静态载荷结构中的组装部件	20
2.13 非连续梁	20
2.14 周期载荷结构的具体要求	20
2.15 不同种类焊缝组合	21
2.16 斜 T 形接头（参见附录 B，图 B.1）	21
3. 预评定	26
3.0 范围	26

A 部分 一般要求	26
3.1 预评定 WPS 变量限制	26
3.2 WPS 组合	26
B 部分 预评定的工艺	26
3.3 概述	27
3.4 焊接工艺	27
3.5 其他焊接工艺	27
C 部分 母材	27
3.6 预评定的 WPS 母材	27
3.7 辅助组分母材	27
3.8 引弧板和衬垫母材	27
D 部分 预评定的填充金属、焊剂和气体	27
3.9 填充金属	27
3.10 SMAW 焊条	28
3.11 SAW 焊条和焊剂	28
3.12 GMAW、GTAW 和 FCAW 耗材	29
E 部分 预评定接头焊缝尺寸	29
3.13 概述	29
3.14 预评定的角焊缝	29
3.15 非管状连接中预评定的接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝	29
3.16 管状连接中预评定的接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝	30
3.17 预评定的斜喇叭坡口焊缝尺寸	30
3.18 预评定的斜接头	30
3.19 预评定的塞焊缝和槽焊缝尺寸	30
3.20 非管状连接中预评定的接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝	30
3.21 管状连接中预评定的接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝	30
F 部分 预评定的非管状接头详情	30
3.22 概述	30
3.23 接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝	31
3.24 接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝	31
3.25 塞焊缝和槽焊缝	31
3.26 斜喇叭坡口焊缝	32
G 部分 预评定管状接头详情	32
3.27 概述	32
3.28 预评定的接头	32
H 部分 预评定的 WPS 要求	32
3.29 概述	32
3.30 塞焊缝和槽焊缝	33
4. 评定	81
A 部分 WPS 评定	81
4.1 概述	81

4.2	WPS 评定的基本变量	82
4.3	WPS 评定要求	82
4.4	角焊缝	83
4.5	坡口焊缝和角焊缝要求的试验	83
4.6	WPS 评定试验的类型、目的和验收标准	83
B 部分	焊工和焊接操作工资格评定的要求	85
4.7	概述	85
4.8	焊工资格评定的变量范围	86
4.9	焊接操作工资格评定的变量限制	87
4.10	焊工和焊接操作工试验和检查的类型和验收标准	87
4.11	堆层要求	89
5.	制造	124
5.0	概述	124
5.1	责任	124
5.2	基底金属的备制	125
5.3	装配	126
5.4	装配容差	126
5.5	部件变形	127
5.6	坡口焊缝衬垫	127
5.7	定位焊和临时性焊缝	127
5.8	锤击	128
5.9	焊接结束	128
5.10	焊缝清洁	128
5.11	焊缝外形	128
5.12	焊接金属的拆除和修复	129
5.13	通过焊接进行母材修复	129
5.14	位置不当的孔	129
5.15	不可接受焊缝的不可接近性	130
5.16	焊后热处理和建议	130
6.	检查	133
A 部分	一般要求	133
6.1	概述	133
6.2	检验人员资质	133
6.3	材料的检查和校验	134
6.4	焊接工艺评定报告 (PQR)、焊接程序规定 (WPS) 和绩效验证的检验	134
6.5	工作和记录的检验	134
6.6	承包商的职责	135
6.7	无损检验	135
6.8	检测范围	136
B 部分	对接接头内坡口焊缝放射线检验	136
6.9	概述	136
6.10	射线照相检测工艺	136

6.11	焊缝的可验收性	139
6.12	射线照相检验、报告和处置	139
C 部分	坡口焊缝超声波试验 (UT)	139
6.13	概述	139
6.14	超声波试验操作员要求	139
6.15	超声波试验设备	139
6.16	UT 工艺	142
6.17	参考标准	143
6.18	校准方法	143
6.19	扫查方式和方法	144
6.20	焊缝不连续性特征的鉴别方法	145
6.21	确定焊缝不连续性尺寸与位置的方法	145
6.22	不连续性引起的问题	146
6.23	焊缝等级及幅度水平	147
6.24	验收/拒收标准	147
6.25	报告的编制和处理	147
D 部分	其它检验方法	148
6.26	概述	148
6.27	包括实时图像在内的辐射图像系统	148
E 部分	焊接质量	149
6.28	焊接质量 — 静态加载	149
6.29	焊接质量 — 周期性加载	151
7.	螺柱焊接	170
7.1	范围	170
7.2	一般要求	170
7.3	机械要求	171
7.4	工艺	171
7.5	技术	172
7.6	螺柱应用评定要求	172
7.7	生产控制	173
7.8	制作和验证检验要求	174
附录 A (规范性附录)	有效焊缝厚度	180
附录 B (规范性附录)	斜 T 形接头角焊缝的有效焊缝厚度	181
附录 C	184	
附录 D (规范性附录)	制造商的螺柱基座评定要求	185
附录 E (规范性附录)	不连续处验收标准	188
附录 F (资料性附录)	各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属	201
附录 G (资料性附录)	参考文件清单	231
附录 H (资料性附录)	推荐检查规程	234
附录 I (资料性附录)	非初步鉴定的不锈钢 — 焊接工艺规程鉴定和使用指导	237

附录 J (资料性附录) 安全规程	243
附录 K (资料性附录) 技术问询准备指南.....	246
附录 L (资料性附录) 条款和定义.....	248
附录 M (资料性附录) 焊接表格样本	251
附录 N (资料性附录) 腐蚀剂溶液	255
附录 O (资料性附录) 超声波装置证书	257
不锈钢结构焊接规范注解	265
前言	266
索引	269
AWS 结构焊接文件列表	300

表格列表

表格	页码
表 2.1 许用应力 (参见 2.3-2)	22
表 3.1 WPS ^a 中规定的预评定变量 (参见 3.1)	34
表 3.2 通过预评定的奥氏体不锈钢 (参见 3.6.1)	35
表 3.3 预评定的填充金属分类 ^a (参见 3.9.1)	39
表 3.4 喇叭坡口焊缝的有效焊缝尺寸 (参见 3.17)	40
表 3.5 预评定的 WPS 要求 (参见 3.29)	41
表 4.1 WPS 评定变量 (参见 4-2.1)	90
表 4.1 S (表 4.1 的补充) 所有工艺堆层基本变量 (参见 4.6.11.1)	91
表 4.2 试样的 PQR 类型和数量以及合格的厚度范围 (参见 4.3.2.1)	92
表 4.3 资格试验 — 厚度限制和试样 (参见 4-7-4)	93
表 4.4 资格评定 — 位置和直径限制 (参见 4.7.4)	94
表 4.5 F 号 — 评定用焊条和焊棒分组 (参见 4.9.1)	95
表 4.6 A 号 — WPS 用不锈钢焊接金属分析分类 (参见表 4.1)	95
表 4.7 堆焊 WPS 和焊接操作工资格评定的厚度限制 (参见 4.6.11.3)	95
表 5.1 建议衬垫厚度 (参见 5.6.2)	130
表 6.1 孔型像质计 (IQI) 的要求 (参见 6.10.7)	153
表 6.2 线型像质计 (IQI) 的要求 (参见 6.10.7)	153
表 6.3 像质计的选择和放置	154
表 6.4 UT 验收 — 拒收标准 (参见 6.24.1)	154
表 7.1 柱的机械性能要求 (见 7.3.1)	176
表 7.2 小直径螺柱的最小角焊缝尺寸 (见 7.5.5.4)	176
表 7.3 螺柱扭矩值 ^a (UNC) (见 7.8.4)	176
表 7.4 螺柱扭矩值 ^a (UNC) (见 7.8.4)	176
表 B.1 斜 T 形接头的同等角焊缝焊脚尺寸因数 (参见附录 B)	183
表 F.1 各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属	204
表 F.2 不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分	225
表 H.1 焊缝分类 (参见 H2)	236
表 H.2 无损试验 / 检查方法 ^a (参见 H2)	236
表 H.3 推荐的咬边标准 (参见 H6.2.3)	236

图表列表

图表	页码
图 2.1 — 周期载荷结构共用接触平面相对侧上的角焊缝 (参见 2.4.4.3)	23
图 2.2 — 管状连接中角焊搭接接头 (参见 2.8.1)	23
图 2.3 — 双角焊搭接接头 (参见 2.8.2)	23
图 2.4 — 具有不同厚度的非管状连接对接接头过渡 (参见 2.9.1)	24
图 2.5 — 具有不同厚度的管状连接对接接头过渡 (参见 2.10.2)	25
图 3.1 — 焊接金属 Δ 铁素体含量 (参见 3.12.2)	43
图 3.2 — 预评定角焊缝详图 (参见 3.14.1)	44
图 3.3 — 角焊预评定接头 (参见 3.28.3)	44
图 3.4 — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)	46
图 3.5 — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)	58
图 3.6 — PJP 坡口焊缝预评定接头详图 — 管状 (参见 3.28.2)	80
图 3.7 — 焊道宽度/深度限制 [参见 3.29(11)]	81
图 4.1 — 坡口焊缝位置 (参见 4.1.6)	96
图 4.2 — 角焊缝位置 (参见 4.1.6)	97
图 4.3 — 焊缝的试验位置 (参见 4.1.9)	98
图 4.4 — PQR 板材或管材上的试样位置 (参见 4.3.1)	102
图 4.5 — PQR 角焊缝试样 (参见 4.4.1)	105
图 4.6 底部顶出式导向弯曲试验装置	107
图 4.7 — 底部导向弯曲试验装置 (参见 4.6.3.1)	108
图 4.8 — 替代缠绕式导向弯曲试验装置 (参见 4.6.3.1)	109
图 4.9 最小弯曲半径选择用列线图 (参见 4.6.3.1)	110
图 4.10 横向矩形拉伸试样 (参见 4.6.6.1)	111
图 4.11 拉伸试样 (纵向) (参见 4.6.6.1)	112
图 4.12 管材尺寸大于 2 in. [50 mm] 标称直径的试样 (参见 4.6.6.1)	113
图 4.13(A) 拉伸试样 — 缩减部分 — 转动试样 (参见 4.6.6.1)	114
图 4.13(B) 拉伸试样 — 全剖面 — 小型直径管材 (参见 4.6.6.1)	115
图 4.14 资格评定用 6 in. [150 mm] 或 8 in. [200 mm] 管材组件 — 2G 和 5G 位置[参见 4.7.10.1]	116
图 4.15 板材 — 纵向资格评定[参见 4.7.10.1]	117
图 4.16 横向侧弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)	118
图 4.17 横向面弯试样和根弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)	119
图 4.18 横向面弯试样和根弯试样 — 管材 (参见 4.10.2.3)	120
图 4.19 纵向面弯试样和根弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)	121
图 4.20 角焊缝根弯试样 (参见 4.10.2.3)	122
图 4.21 堆焊 WPS 和资格评定 (参见 4.11.2)	123
图 4.22 化学分析试验[参见 4.6.11.5(3)]	123
图 4.23 资格评定试样位置[参见 4.7.10.1]	124
图 5.1 — 典型焊孔几何结构 (参见 5.2.4.1)	131
图 5.2 — 典型焊缝外形 (参见 5.11)	132
图 6.1 — 接头厚度大致相等而长度等于大于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标识和孔型	

或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)	155
图 6.2 — 接头厚度大致相等而长度小于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标识和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)	155
图 6.3 — 过渡接头长度等于大于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标记和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)	156
图 6.4 — 过渡接头长度小于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标记和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)	156
图 6.5 — 孔型像质计 (IQI) 的设计 (参见 6.10.1)	157
图 6.6 — 线型像质计 (参见 6.10.1)	158
图 6.7 — 射线照相边块 (参见 6.10.13)	159
图 6.8 — 传感器晶体 (参见 6.15.8.1)	159
图 6.9 — 标准的参考反射器 (参见 6.17)	160
图 6.10 — 校准试块 (参见 6.17)	160
图 6.11 — 典型交替反射器 (参见 6.17) (位于焊接实体模型和制品焊接中)	161
图 6.12 — 传输修正 (参见 6.18.1)	161
图 6.13 — 压缩波深度 (水平扫描校准) (参见 6.18.2.1)	162
图 6.14 — 压缩波敏感度校准 (参见 6.18.2.2)	162
图 6.15 — 剪切波距离和敏感度校准 (参见 6.18.3.1)	163
图 6.16 — UT 扫描模式平面图 (6.19)	164
图 6.17 — 扫描方法 (参见 6.19)	165
图 6.18 — 球形不连续性特性 (参见 6.20.2.1)	166
图 6.19 — 圆柱形不连续性特性 (参见 6.20.2.2)	166
图 6.20 — 平面不连续性特性 (参见 6.20.2.3)	167
图 6.21 — 不连续性高度的尺寸 (参见 6.21.2.1)	167
图 6.22 — 不连续性长度的尺寸 (参见 6.21.3.1、6.21.3.2、6.21.3.3、6.21.3.4)	168
图 6.23 — 屏幕标记 (参见 6.23.2)	168
图 6.24 — 超声波检验报告 (参见 6.25)	169
图 7.1 — 标准型抗剪连接件的尺寸和公差 (参见 7.2.1)	177
图 7.2 — 用于螺柱焊缝的典型拉伸试验夹具 (参见 7.3.2)	177
图 7.3 — 试验螺柱焊缝的位置 (参见 7.6.3)	178
图 7.4 — 螺柱焊缝扭转试验安排 (参见 7.6.6.2)	179
图 7.5 — 螺柱焊缝弯曲夹具 (参见 7.7.4.4)	179
图 B.1 — 斜 T 形接头 ^{1,2,3} 的详情 (参见 2.17)	183
图 D.1 — 弯曲试验设备 (参见 D7.2)	187
图 D.2 — 小型螺柱评定试验的建议设备类型 (参见 D7.2)	187
图 E.1 — 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊接质量要求【参见 6.28.2.2(1)】	189
图 E.2 — 最大可接受的射线图像 (参见 6.28.2.3)	194
图 E.3 — 1-1/8 in. [30 mm] 接头放射线照相术和任意可接受不连续处的较大典型示例 (参见 6.28.2.3)	195
图 E.4 — 对拉伸焊缝不连续处的焊缝质量要求 (对孔和熔融特征的限制) (参见 6.29.2.1)	196
图 E.5 — 对压缩焊缝不连续处的焊缝质量要求 (对孔或熔融特征的限制) (参见 6.29.2.2)	197

图 E.6 — R 级指示 (参见表 6.4)	198
图 E.7 — X 级指示 (参见表 6.4)	200
图 I.1 — 使用 ER309LSi 填充金属进行 304 不锈钢至 A 36 钢根部焊道焊接的 WRC-1992 图.....	242
图 O.1 — 换能器位置 (典型的) [参见 6.15.11 (1)]	264
图 O.2 — 鉴定试块 [参见 6.15.11 (1)].....	264

1. 总则

1.1 范围

本规范包含了受设计应力的不锈钢结构和焊件适用焊接要求。本文件应当与不锈钢结构和焊件设计或构造的任何补充标准或规范结合使用。合同文件中对本规范进行规定时，则要求符合规范所有规定，工程师（参见 1.4.1）或合同文件特别修改或免除的规定除外。本规范未计划用于压力容器或压力管道。

1.2 母材

1.2.1 本规范项下待焊接的母材应为具有以下化学组分限制的不锈钢：

- (1) 碳 (C) 含量等于或低于 0.5%
- (2) 铬 (Cr) 含量等于或高于 10.5%
- (3) 铁 (Fe) 含量超过任何其他单一元素的含量

(4) 1.2.2节不锈钢类型的任何组合或与可焊接碳钢或低合金钢的任何组合。快削钢以及刻意添加硫 (S)、硒 (Se) 或铅 (Pb) 的钢不得进行焊接。

1.2.2 不锈钢母材可包括以下任何类型：

- (1) 奥氏体
- (2) 铁素体
- (3) 马氏体
- (4) 淀积硬化（奥氏体、半奥氏体和马氏体）
- (5) 复核

1.2.3 母材可用于部分由以下材料构成的组件中：

- (1) 相同牌号的不锈钢，
- (2) 不同牌号的不锈钢（属于上述同类），
- (3) 不同类型的不锈钢，

(4) 1.2.2节不锈钢类型的任何组合或与可焊接碳钢或低合金钢的任何组合。参见附录 F，了解建议用于不锈钢和其他含铁母材各类组合填充金属。

1.2.4 不锈钢母材可能为以下任意形式：

- (1) 板材 — 冷轧
- (2) 板材，薄板 — 热轧
- (3) 型材
- (4) 管材
- (5) 覆层材料
- (6) 铸件
- (7) 锻件

1.2.5 针对产品形式、化学组分和机械特性，不锈钢通常由《美国钢铁协会 (AISI) 编号》、《统一编号系统 (UNS)》以及《美国材料与试验学会 (ASTM) 规范》定义。新型专利钢可包含在标准内，应通过化学组分或明确定义钢的其他适当方式识别。

1.2.6 规定的母材。合同文件应指明使用的母材规范和牌号。该规范条款未计划用于厚度不足 1/16 英寸 [1.5 mm] 或 16 分度的焊接母材。

1.2.7 应用温度限制。合同文件应规定焊件的应用温度限制。

1.2.8 母材预评定。填充金属通常产生少量铁素体（参见表 3.2，了解预评定限值）的奥氏体不锈钢应视为通过预评定，前提是此类不锈钢依据表 3.3 以及符合本规范所有适用要求的 WPS 进行焊接。所有其他不锈钢或组合以及未通过预评定 WPS 应依照本规范进行鉴定。建议用于焊接大量不锈钢的填充金属如附录 F 所示。

1.2.9 未列出母材的使用。如果建议将表 3.2 未列出的不锈钢用于本规范项下的焊接构造，则应根据条款 4 的要求，通过鉴定制定 WPS，除非满足 1.2.9.1 节的要求。承包商应负责通过鉴定制定 WPS。

1.2.9.1 可利用通过预评定或鉴定的列出钢 WPS，对具有与列出的钢具有相同化学组分和强度的未列出母材。

1.2.9.2 工程师可规定未列出钢的其他可焊接性焊接。规定表 3.2 中未列出材料（除非满足 1.2.9.1 节的要求）或建议使用表 3.2 中未列出适当材料的一方负责确定可焊接性。

1.3 术语和定义

本规范中使用的焊接术语须根据 AWS A3.0:2001《标准焊接术语和定义》（作为本规范的附录 L 进行补充）中给出的定义解释。以下定义也应适用：

1.3.1 有管辖权的管理局。管理并强制实施本标准的组织、执政分部、办事处或个人。

1.3.2 图纸。方案、设计和详图以及安装方案。

1.3.3 工程师。代表并以业主名义处理本规范范围内所有事宜的正式指定人员。

1.3.4 承包商。任何公司，或代表一个公司的个人，按照本规范的条款对制造、安装、生产或焊接负责。

1.3.5 检验员

1.3.5.1 承包商检验员。代表承包商就指定的合同文件和规范范围内所有检验和质量方面事务履行职责的正式指定人员。

1.3.5.2 监理检验员。在工程师规定的所有检验和质量事务上代理和代表业主或工程师的经正式指定的人员。

1.3.5.3 检验员。当使用“检验员”这一术语而没有按上述特定的检验员类别进一步限时，它等同于其责任在 6.1.2 中所述范围内的承包商检验员和监理检验员这两类。

1.3.6 原始设备制造商 (OEM)。承担本规范指派给工程师的部分或所有责任的单一承包商。

1.3.7 业主。拥有本规范下生产的产品或结构组件法律所有权的个人或公司。

1.3.8 规范术语“应该”、“应当”和“可以”。“应该”、“应当”和“可以”具有如下意义：

1.3.8.1 应该。除非工程师在合同文件中特别修正，否则使用“应该”的规范条款为强制性条款。

1.3.8.2 应当。“应当”一词用于认为有利而推荐实施的情况，但并非要求。

1.3.8.3 可以。条款中的“可以”一词即允许使用可选工艺或实践，这些工艺或实践能够用作本规范要求的替代或补充。那些要求工程师批准的可选工艺必须在合同文件中规定，或者有工程师的书面批准。当规范未规定必须经工程师批准时，承包商可以作任何选择而不用工程师批准。

1.4 责任

1.4.1 工程师责任。工程师应负责合同文件的开发，该合同文件在本规范下对生产的产品或结构组件进行管理。工程师可以增加、删除或修改本规范的要求，以符合特定结构的特殊要求。如果承包商等其他方提议其他要求，则业主可根据提供的文件进行审批。其他要求应基于利用过去经验、实验证据或考虑材料类型、运行负载影响和环境因素而进行的工程分析之运行适用性评估。对本规范进行修改的所有要求都应纳入到合同文件中。工程师应确定焊接装配中所用全部接头详细要求的适用性。

必要且适当时，工程师应在合同文件中规定如下内容：

- (1) 仅由工程师规定的适用可选要求。
- (2) 规范中未具体论述的所有附加 NDT。
- (3) 工程师所要求的监理检验。
- (4) 除条款 6 规定以外的焊缝验收标准。
- (5) 焊接金属、母材和/或 HAZ 的 CVN 粗糙度标准。
- (6) 腐蚀、碳化物致敏性和蠕变试验等。试验方法和验收规范标准应在合同文件中予以规定。
- (7) 结构为静态载荷还是周期载荷。
- (8) 在规范中未具体论述的所有附加要求。
- (9) 对于 OEM 应用，涉及各方的责任。

1.4.2 承包商责任。承包商应负责 WPS、焊接人员的资格评定、承包商检验以及按照本规范和合同要求履行工作。承包商可向业主提交请求，以便修订本规范的要求，使其适用于具体结构可行性和质量相关特定条件。

1.4.3 检验员责任。

1.4.3.1 承包商检验。承包商检验应由承包商负责，并且必须充分实施以确保材料和工艺符合合同要求。

1.4.3.2 监理检验。工程师应决定监理检验是否必须进行。必须在工程师和监理检验员之间确定监理检验的责任。

1.5 认证

审批需求所有参考应理解为由建造专员或工程师批准。

1.6 焊接符号

焊接符号如AWS A2.4-98 焊接、铜焊和无损检测用标准符号最新版本中所示。特殊情况应另加附注或详图给以充分说明。

1.7 安全注意事项

技术文件未说明说有焊接和健康危害。然而，以下文件中可发现专利信息：

1. ANSI Z49.1:2005, 焊接、切割和相关工艺中的安全
2. 关于材料和设备的制造商的安全文件
3. 其他适当专利文件。

必要时，应参考并遵循此类文件（同样参见附录 J 安全规程）。

注：本规范涉及的材料、操作和设备可能具有危险性。此规范并非旨在处理所有与其使用相关的安全性问题。用户有责任建立适当的安全和健康规范。用户应在使用前确定规章限制条件的适用性。

1.8 标准计量单位

本标准采用美国惯用单位和国际单位制 (SI)。这两个单位制可能不精确等值，因此每一单位制必须独立使用而不以任何方法与另一单位制结合。本标准表示为 D1.6:2007 时采用美国惯用单位制。标示为 D1.1M:2007 采用国际单位制。国际单位制显示在方括号 [] 中或表格和图的适当行里。

1.9 参考文件

附录 G 为本规范所有参考文献的一览表。

2. 焊接连接设计

A 部分 一般要求

2.0 概述

不锈钢焊接连接应设计满足负载要求。然而，为确保产生的设计适用于既定目的，工程师还应考虑其他因素（同样参见 1.4.1）：

- (1) **腐蚀。**应进行必要设计调整，如适当选择母材和填充金属以及密封焊的应用。
- (2) **高温。**对于较高应用温度，短时间降温以及降低母材和填充金属蠕变强度应予以考虑。
- (3) **热处理。**必要时，应规定热处理。
- (4) **不同连接。**工程师不得将奥氏体不锈钢构件焊接连接设计为铁素体不锈钢、马氏体不锈钢或碳钢/低合金钢构件，同时未根据冶金标准合理选择填料。
- (5) 本文未提及的可能对焊接连接产生负面影响的其他因素应予以考虑。

2.1 合同方案和规范

2.1.1 方案和图纸信息。有关母材规范名称、位置、类型、尺寸和所有焊缝范围的完整信息应明确显示在合同方案和规范（下文简称为合同文件）中。如果工程师需要在现场进行

特殊焊接，则其应依照合同文件中的规定。制造和安装图纸（下文简称为车间图纸）应明确区别车间和现场焊缝。

2.1.2 缺口韧性要求。如果需要焊接接头缺口韧性，则工程师应规定所用填充金属类别的最低吸收能量以及相应的试验温度，或者工程师应规定 WPS 将通过 CVN 试验鉴定。如果需要通过 CVN 试验鉴定 WPS，则工程师应规定最低吸收能量、试验温度以及所需 CVN 试验性能存在于焊接金属还是焊接金属和 HAZ 中。

2.1.3 具体焊接要求。工程师（在合同文件中）与承包商（在车间图纸中）应注明其需要特定装配顺序、焊接顺序、焊接技术或其他特殊注意事项的接头或接头组。

2.1.4 焊件尺寸和长度。合同设计图纸应规定 PJP 坡口焊缝的有效焊缝长度以及所需焊缝尺寸“(E)”。对于角焊缝和斜 T 形接头，合同文件上应提供以下信息：

(1) 对于表面角度介于 80° 至 100° 范围内部分之间的角焊缝，合同文件应规定角焊缝焊脚尺寸。

(2) 对于表面角度不足 80° 或超过 100° 部分之间的焊缝，合同文件应规定有效厚度。

如果设计需要，则应在合同文件上注明角焊缝的端部折回和止挡。

2.1.5 车间图纸要求。车间图纸应通过焊接符号或草图明确注明坡口焊接头详图以及形成坡口焊接头所需母材的准备工作。钢衬垫的宽度和厚度应详细说明。

2.1.5.1 PJP 坡口焊缝。车间图纸应所需的注明焊接坡口深度“S”，以便获得所用焊接工艺和焊接位置所需的焊缝尺寸“(E)”。

2.1.5.2 角焊缝和斜 T 形接头中的焊缝。

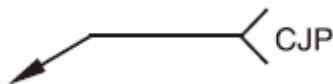
车间图纸中应提供以下内容：

(1) 对于表面角度介于 80° 至 100° 范围内部分之间的角焊缝，车间图纸应显示角焊缝焊脚尺寸。

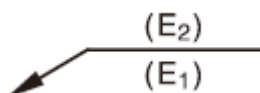
(2) 对于表面角度小于 80° 或大于 100° 部分之间的焊缝，车间图纸应显示焊缝具体布置和设计接头几何形状效果和（如若适当）所用工艺和角度 Z 折减所需的焊脚尺寸。

(3) 端部折回和止挡。

2.1.5.3 符号。合同文件应显示接头完全熔透 (CJP) 或接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝要求。合同文件无需显示坡口类型或坡口尺寸。未带有尺寸或在尾部带有“CJP”的焊接符号表明如下 CJP 焊缝：



未带有尺寸或在尾部未带有“CJP”的焊接符号表明将使邻近母材形成拉伸强度和剪切强度的焊缝。如下所示，PJP 坡口焊缝焊接符号应显示“(E1)”下方和/或“(E2)”参考行上方括号内的尺寸，以便分别指示焊缝接头箭头侧和另一侧的坡口焊缝规格：



2.1.5.4 预评定的具体尺寸。条款 3 中所述的接头详情再次证明了其足以提供将良好的

焊接金属涂覆并熔融成母材所需的条件和间隙。然而，此类详情的使用不得理解为暗示考虑熔融边界以外母材的焊接工艺或接头详情适用于给定应用。

2.1.5.5 特殊详情。需要特殊坡口详情时，应在合同文件中详细注明。

2.1.5.6 特定检验要求。任何特定检验要求均应在合同文件上注明。

2.2 连接离心率

2.2.1 相交部件。应尽量避免相交部件和构件直线出现离心率。

2.2.2 弯曲应力。应针对因偏离焊缝位置和类型而产生的弯曲应力制定充足的规定。绕接头平行轴弯曲的角接接头和 T 形接头应确保其焊缝布置不会造成拉伸应力集中在任何焊缝根部。

2.2.3 对称性。对于具有对称横截面的部件，连接焊缝应在部件轴两侧对称布置，或为应力对称分布提供适当容差。

2.2.4 重心。对于轴向荷载角，连接焊缝的重心应位于角横截面重心线和相连焊脚中心线之间。如果连接焊缝重心位于该区域外侧，则总应力（包括因偏离角重心而产生的应力）不得超过合同规范的允许值。

2.3 许用应力

2.3.1 许用母材应力。母材的许用应力应符合适用合同规范中的规定。

2.3.2 焊缝中的许用应力

2.3.2.1 坡口焊缝。对于坡口焊缝中的许用应力，参见表 2.1。

2.3.2.2 角焊缝和斜 T 形接头中的焊缝。角焊缝和斜接头焊缝有效面积上的应力应视为剪切应力（不考虑施加方向）。

2.3.2.3 断续角焊缝。断续角焊缝可用来承载计算所得的静应力。

2.3.2.4 塞焊缝和槽焊缝。使用时，塞焊缝和槽焊缝应仅传递剪切，防止反作用或搭接部分分离。

2.3.2.5 弯曲应力。因弯曲产生的纤维应力不得超过抗张应力和压缩应力的规定值。

2.3.2.6 增加的许用应力。如果适用设计规范许可，则可增大 2.3 中规定的需用应力。

2.3.2.7 试验产生的许用应力。接头机械特性和许用应力可通过试验制定。工程师和承包商应当对此类试验达成一致（参见表 2.1 中的注释以及附录 I 条款 I2.2）。

2.3.3 疲劳规定。循环载荷结构疲劳应力规定可由工程师确定，包含在合同规范中。

合同疲劳条款应由工程师根据以下内容制定：

(1) 适用研究数据。

(2) 结构将承受的流体、温度和大气压等环境条件。

(3) 薄壁结构特定条件、不锈钢典型条件，如载荷引起的变形和局部应力集中。可考虑采用热点应力法，以便适应此类条件。

(4) 焊缝应力增强效果的考量。

(5) 适用类型和牌号的不锈钢疲劳性能。

B 部分 焊缝长度和面积

2.4 有效面积

2.4.1 坡口焊缝

2.4.1.1 有效面积。坡口焊缝有效面积应为有效长度乘以有效焊缝尺寸。

2.4.1.2 有效焊缝尺寸

(1) 在 CJP 焊缝中，有效焊缝尺寸应为对接的较薄部分厚度。不允许增加焊缝尺寸以进行焊缝补强。

(2) 在 PJP 焊缝中，斜边接头有效焊缝尺寸应符合 3.15 中的规定，斜喇叭焊缝有效焊缝尺寸应符合 3.17 中的规定。可通过程序鉴定，规定较大的焊缝尺寸。不允许增大焊缝尺寸以熔透焊根或进行焊缝补强。

3. 对于带加强角焊缝的 PJP 焊缝，参见 2.4.2.2(2)。

2.4.1.3 有效长度。任何坡口焊缝最大有效长度（不考虑方向）应为对接部分宽度，垂直于拉伸或压缩应力方向。对于传递剪切的坡口焊缝，有效长度为规定的长度。

2.4.2 角焊缝、带补强角焊缝的 PJP 焊缝以及斜接头中的焊缝

2.4.2.1 有效面积。有效面积应为有效焊缝长度乘以有效厚度[同样参见 2.4.2.3(2)]。

2.4.2.2 有效厚度

(1) 在角焊缝中，有效深度应为从接头焊根到图解焊缝表面的最短距离。

(2) 按照附录 A 的规定，在带补强角焊缝的 PJP 焊缝中，有效深度应为从接头焊根到图解焊缝表面的最短距离。3.15、3.17 和 2.4.1.2(2) 节的焊根熔透规定也应适用。

(3) 按照附录 B 的规定，在夹角为 60° 或更大的斜接头中，焊缝有效厚度应为从接头焊根到图解焊缝表面的最短距离。对于小于 60° 的角，2.16 节的规定应适用。

2.4.2.3 角焊缝有效长度

(1) *直焊缝。*角焊缝有效长度应为焊缝整体长度，包括环焊。不得缩短焊缝开始或结束部分的有效规定长度。

(2) *曲线焊缝。*曲线角焊缝的有效长度应沿着有效焊缝厚度的中心线测量。如果孔或槽中的角焊缝有效面积（通过该长度计算所得）大于根据 2.5.4 计算所得的面积，则后者应用作角焊缝的有效面积。

(3) *最小长度。*角焊缝最小有效长度应至少为标称尺寸的四倍，或焊缝有效尺寸应视为不超过其有效长度的 25%。

除非批准的设计图纸中明确指出，否则断续角焊缝部分的最小长度应为 1-1/2 英寸 [40 mm]。

2.4.3 纵向角焊缝长度和间隔。如果纵向角焊缝仅用于搭接接头端部连接，则各角焊缝长度不得低于焊缝之间的垂直距离。端部连接中使用的纵向角焊缝横向间隔不得超过 8 英寸 [200 mm]，除非采用端部横向焊缝或中间塞焊缝或槽焊缝。纵向角焊缝可位于部件边缘或槽内。

2.4.4 角焊缝焊接终端

2.4.4.1 除非本规范或其他合同文件中规定，否则角焊缝连接附件到接头端部的距离不得低于焊缝尺寸。

2.4.4.2 环焊。受不平行于接合面的力作用的角焊缝不得在部分或部件转角处终止，除非满足 2.4.4.3 的要求，但应绕转角不间断回转（全尺寸），回转长度等于焊缝尺寸的两倍（前提是此类回转可在同一平面内进行）。需要时，设计图纸和详图上应注明环焊。

2.4.4.3 共用平面相对侧。对于周期载荷结构，两部分之间共用接触平面相对侧上的角焊缝应在焊缝共用转角处中断（参见图 2.1）。

2.4.5 孔或槽中的角焊缝

2.4.5.1 搭接部分中孔或槽中的角焊缝可以用于传递剪切力或避免搭接接头部件翘曲或分离。孔或槽中的角焊缝不能被视为塞焊缝或槽焊缝。

2.4.5.2 内部有角焊缝的孔和槽的尺寸应足以确保角焊缝不会搭接且角焊缝焊趾处的母材可见。

如果孔或槽内的角焊缝搭接，则此类焊缝应视为部分填充的塞焊缝或槽焊缝（参见 2.5）。

2.4.5.3 槽端部。除延伸到部件边缘的端部外，内部有角焊缝的槽端部应为半圆形，或应具有半径不小于其构成部分厚度的转角。

2.5 塞焊缝和槽焊缝

2.5.1 塞焊缝间距。塞焊缝的中心到中心最小间隙应为洞孔直径的四倍。

2.5.2 槽焊缝间距。槽焊缝长度的横向最小间距应是槽宽度的四倍。槽焊缝长度的纵向中心到中心最小间距应是槽长度的两倍。

2.5.3 塞焊缝尺寸。内部有塞焊缝的孔的最小直径应为其构成部分的厚度加上 5/16 英寸 [8 mm]。孔的最大直径应为最小直径加上 1/8 英寸 [3 mm] 或该部分厚度的 2-1/4 倍，以较大者为准。

2.5.4 槽焊缝尺寸和形状。内部有槽焊缝的槽的最小宽度应为其构成部分的厚度加上 5/16 英寸 [8 mm] 或该部件厚度的 2-1/2 倍，以较小者为准。槽的最大宽度应为最小宽度加上 1/8 英寸 [3 mm] 或该部分厚度的 2-1/4 倍，以较大者为准。槽端部应为半圆形。

2.5.5 塞焊缝和槽焊缝有效面积。有效面积应当是接合面的平面上孔或槽的标称面积。

2.5.6 塞焊缝和槽焊缝填充深度。对于厚度为 5/8 英寸 [16 mm] 或更小的金属，塞焊缝或槽焊缝的填充深度应等于材料厚度。对于厚度超过 5/8 英寸 [16 mm] 的金属，填充深度应至少为材料厚度的一半，但不得小于 5/8 英寸 [16 mm]。工程师可规定填充深度的备选限值。

C 部分 其他结构详情

2.6 概述

此类条款规定了典型焊接结构详情的要求、限制和禁止事项，如填充板、搭接接头、过渡、连接或拼接、加固件、静态载荷结构组装部件/型材、塞和槽尺寸、周期载荷结构特定要求以及焊缝组合。详情应促进塑性性能，最大程度减少约束，避免焊接不适当集中，提供充足的通道以熔敷焊接金属。

2.7 填充板

2.7.1 填充板用途。填充板可用于：

- (1) 不同厚度的拼接部分
- (2) 因现有几何对齐状况而必须适应偏移以允许简单构架的连接。

2.7.2 小于 1/4 英寸 [6 mm] 的填充板。厚度小于 1/4 英寸 [6 mm] 的填充板不得用于应力传递，但应与应力承载部件的焊接边缘平齐。沿此边缘的焊缝尺寸应为所要求尺寸加上填充板的厚度。

2.7.3 1/4 英寸 [6 mm] 或以上的填充板。厚度为 1/4 英寸 [6 mm] 或以上的填充板应能传递应力，应延伸至拼接板或连接材料边缘以外。该填充板应焊接至装配部件，接头强度应足以传递作为偏心负载施加在填充板表面的拼接板或连接材料应力。将拼接板或连接材料与填充板相连的焊缝应足以传递拼接板或连接材料应力，其长度应足以避免填充板沿着焊趾应力过大。

2.7.4 用于不同厚度连接的填充板。对于组件，厚度不足 1/4 英寸 [6 mm] 的组件，工程师应按照 2.7.2 和 2.7.3 的要求，规定填充板厚度不足 1/4 英寸 [6 mm] 的限值。然而，在任何情况下，根据 2.7.3 使用的填充板厚度均不得低于较薄相连部分的厚度。

2.8 搭接接头

2.8.1 最小重叠部分。应力承载搭接接头的最小搭接部分应为较薄接头部件厚度的五倍，但不得小于 1 英寸 [25 mm]（参见图 2.2 和 2.3）。

2.8.2 双角焊。轴向应力承载部件中的搭接接头应为双角焊接头（参见图 2.3），除非接头偏转收到充足的限制，防止在其荷载情况下出现断裂。

2.8.3 双塞或槽焊缝。除非避免部件横向偏转，否则此类部件将通过至少两条横向塞或槽焊缝或者两条或更多纵向槽焊缝连接。

2.9 非管状连接中的对接接头过渡

如果轴向对齐部件厚度和/或宽度不同，且受到的拉伸应力大于许用设计拉伸应力的三分之一或受到疲劳负载，则此类部件之间的对接接头应具有适当的过渡部分，该部分厚度符合 2.9.1 的要求，宽度符合 2.9.2 的要求。

2.9.1 厚度过渡。厚度过渡与另一部分表面的斜率不得超过 1:2-1/2（参见图 2.4）。过渡应通过斜切较厚部分和/或使焊接金属倾斜来实现。

2.9.2 宽度过渡。宽度不同的部分应在偏移边缘（偏移边缘与另一部分边缘的斜率不超过 1:2-1/2）之间的具有平滑过渡，或应利用 2 英尺 [600 mm] 最小半径（与对接接头中心较窄部分成切线）形成过渡。

2.10 管状连接中的过渡

2.10.1 尺寸过渡。应检查下方并未排除的扩头连接和管道尺寸过渡，查看是否出现由过渡方向改变（角 (Ψ) ）产生的局部应力。例外： D/t 小于 30 的圆形导管、 a/t 小于 20 的箱形截面以及圆形导管和箱形截面过渡斜率小于 1:4 的情况。

2.10.2 厚度过渡。不同材料厚度或尺寸的轴对齐主要构件的抗拉对接接头应确保通过过渡区域的斜率不大于 1:2-1/2。这种过渡必须通过斜切较厚部件、使焊缝倾斜或两种方法结合来实现（参见图 2.5）。

2.11 连接或拼接

2.11.1 抗张或压缩部件。通过坡口焊缝形成的抗张或压缩部件的连接或拼接应具有 CJP 焊缝，除非满足 2.11.2 中的规定。利用角焊缝或塞焊缝形成的连接或拼接（除 2.11.2 中注明的情况）应设计适用于构件平均计算应力和强度，但不低于构件强度的 75%；或如果重复施加负载，则此类连接或拼接中的最大应力或应力范围不得超过适用合同规范允许的疲劳应力。

2.11.2 带碾磨接头的压缩部件。如果对仅受到压缩应力的构件进行拼接且提供全磨轴承，则除非适用一般规范另有规定，否则应当对拼接材料及其焊接进行布置，以便使所有部件对齐，同时，应使拼接材料及其焊接分摊 50% 的构件计算应力。如果此类构件位于基板的全磨轴承中，则应进行充分焊接，以便使所有部件固定在位。

2.11.3 大梁和横梁中的拼接

2.11.3.1 轧制横梁断面之间或者两组装大梁断面之间的拼接必须最好在单一的横向平面内进行。在组装大梁中的腹板和翼缘板相互连接之前，先进行腹板和翼缘板的工厂拼接，拼接可以在一横向平面内或多个横向平面内定位，但必须遵守合同规范的疲劳应力条款。

2.11.3.2 大梁（组装 I 截面）应首选由各翼缘板中的一块板材构成，即无盖板。翼缘板非支撑投影值不得超过适用合同规范许可值。翼缘板厚度和宽度可能由于对接接头焊接部分厚度和宽度不同（带符合 2.9 要求的过渡）而改变。

2.12 静态载荷结构中的组装部件

2.12.1 最低要求的焊接。如用两块或多块钢板或轧制型材组装部件，必须有足够的焊接（角焊缝、塞焊缝或槽焊缝类型）使这些部件协调作用，并严禁少于在两连接部件之间传递计算应力所需。

2.12.1.1 断续焊缝的最大纵向间隔。连接两块或多块轧制型材或一块型材和一块板材（与另一块接触）的断续焊缝最大纵向间隔不得超过 24 英寸 [600 mm]。

2.12.1.2 组装抗张和压缩部件中的纵向间隔。在组装抗张和压缩部件中，连接一块板材组件与另一板材组件或相互连接两块板材组件的断续焊缝纵向间距不得超过 12 英寸 [300 mm] 或较薄板材厚度的 24 倍。

2.12.2 断续或非全长坡口焊缝。除非满足 2.12.3 中的规定，否则不允许出现断续或非全长坡口焊缝。

2.12.3 通过角焊缝相连元件中的坡口焊缝。由角焊缝相连元件构成的部件在局部负载施加点应具有长度受限的坡口焊缝，以便帮助传递局部负载。坡口焊缝应以均衡的尺寸至少延伸至传递负载所需的长度。在该长度范围外，坡口焊缝深度应在不低于深度四倍的距离范围内过渡为零。在施加角焊缝之前，坡口焊缝应经过熔敷填平。

2.13 非连续梁

非连续梁末端处的连接应设计具有挠性，从而避免因弯曲造成的过渡二次应力。建议采用带有挠性或导向装置的固定连接，以防端部扭接。

2.14 周期载荷结构的具体要求

2.14.1 组装部件的组件连接。当一个部件由两块或多块工件构成时，此类工件应通过充足的连续焊缝沿其纵向接头相连，从而使工件行动一致。

2.14.2 当接头任意一侧表面之间的偏移超过相连的较薄部分厚度时，应按照 2.9.1 的要求，形成受剪切或压缩应力的厚度过渡（参见图 2.4）。当偏移等于或小于相连的较薄部分厚度时，焊缝表面应从较薄部分表面开始经过斜切（斜率不超过 1:2-1/2），或者在需要较小斜率时，应斜切至较厚部分表面，但存在以下例外情况：构架部件接头以及横梁和大梁翼缘板接头应通过 2.9.1 规定的光滑过渡类型形成。

2.14.3 禁止的接头和焊缝种类

2.14.3.1 在对接接头中，禁止 PJP 焊缝受到与其纵轴垂直的拉伸。在其他接头中，禁止出现横向载荷的 PJP 焊缝，除非疲劳设计标准允许其应用。

2.14.3.2 如果焊缝满足以下条件，则禁止仅从一侧形成的 SMAW 和 SAW CJP 坡口焊缝：

- (1) 不带任何衬垫；或
- (2) 带有不满足条款 4 要求的衬垫（不锈钢除外）。

此类禁止事项不适用于：

- (1) 次级或非承力部件和底板或其他非承力附件，或者
- (2) 与计算应力方向平行的角接接头（位于设计主要承载轴向应力的组装部件组件之间）。

2.14.3.3 禁止出现断续坡口焊缝。

2.14.3.4 禁止出现断续角焊缝。

2.14.3.5 主要受拉部件上禁止出现塞焊缝和槽焊缝。

2.15 不同种类焊缝组合

如果不同类型的两条或多条焊缝（坡口焊缝、角焊缝、塞焊缝、槽焊缝）组合以分摊单一连接中的负载，则连接能力应予以计算，作为相对于施加负载方向确定的各焊缝能力总和。该添加焊缝性能的方法不适用于角焊缝补强 PJP 坡口焊缝（参见附录 A）。

2.16 斜 T 形接头（参见附录 B，图 B.1）

构件之间角度小于 60° 的斜 T 形接头应根据条款 4 鉴定，以便确定有效焊缝尺寸。此类接头中的焊缝应考虑 PJP 坡口焊缝。不锈钢 Z 折减值尚未确定，因此，需要满足 2.16 的要求，以便找到在给定的一系列程序条件下可实现的焊缝尺寸。

表 2.1 许用应力（参见 2.3-2）

焊缝内的应力	许用应力 ^{a,b,c,d}
<i>CJP 坡口焊缝</i>	
垂直于有效面积的拉伸应力	母材或填充金属应力值较小者。
垂直于有效面积的压缩应力	母材或填充金属应力值较小者。
平行于焊缝轴线的拉伸或压缩应力	与母材相同。
有效面积上的剪切应力	0.30 x 填充金属标称拉伸强度，母材上的剪切应力严禁超过 0.40 x 母材屈服强度者除外
<i>PJP 坡口焊缝</i>	
垂直于有效面积的拉伸应力	0.30 x 填充金属标称拉伸强度，母材上的拉伸应力严禁超过 0.60 x 母材屈服强度者除外
垂直于有效面积的压缩应力	0.5 x 焊接金属标称拉伸强度，邻近母材上的压缩应力严禁超过 0.60 x 母材屈服强度者除外
设计受力的接头	母材或填充金属应力值较小者
平行于焊缝轴线的拉伸或压缩应力	与母材相同
平行于焊缝轴的剪切应力	0.30 x 填充金属标称拉伸强度，母材上的剪切应力严禁超过 0.40 x 母材屈服强度者除外
<i>角焊缝</i>	
在焊缝有效面积上的剪切应力	0.30 x 填充金属标称拉伸强度，母材上的剪切应力严禁超过 0.40 x 母材屈服强度者除外
平行于焊缝轴线的拉伸或压缩应力	与母材相同
<i>塞焊缝和槽焊缝</i>	
平行于有效面积上的贴合面的剪切应力	0.30 x 填充金属标称拉伸强度，母材上的剪切应力严禁超过 0.40 x 母材屈服强度者除外

^a 表 3.2 所示各类不锈钢强度在温度超过 200°F [95°C] 时开始降低。工程师应参考指明应用温度超过 200°F [95°C] 时许用应力的强度数据，如 ASME 第二节 D 部分。

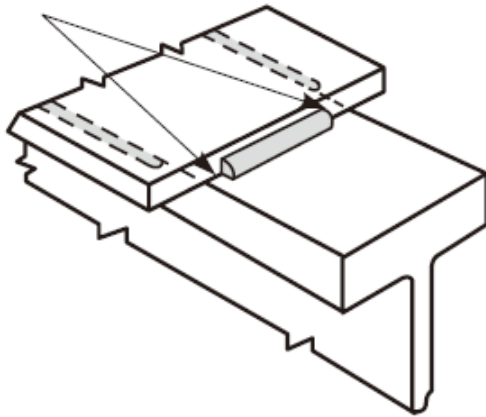
^b 与碳钢相反，在不锈钢焊接中，如果根据强度选定填充金属，则填充金属的选择主要依据了冶金标准。这可能导致屈服和/或拉伸强度过盛或欠匹配情况，工程师应考虑到该情况。

^c 不锈钢填充金属标称拉伸强度应满足如下规定：

- (1) 对于敷料焊条，标称拉伸强度应为 AWS A5.9/A5.9M:2006 中的要求值。
- (2) 对于药芯填充金属，标称拉伸强度应为 AWS A5.22-95R 中的要求值。
- (3) 对于实心金属芯填充金属，标称拉伸强度应为 AWS A5.4/A5.4M:2006 中要求的相应组分焊接金属敷料焊条的拉伸强度。
- (4) 对于 AWS A5.4/A5.4M:2006、AWS A5.9/A5.9M:2006 或 A5.22-95R 中未涉及的填充金属，标称拉伸强度应由工程师评定。

^d 不锈钢填充金属屈服强度未在相关 AWS A5 规范中予以规定。为根据屈服标准进行设计，工程师应评估选定填充金属的屈服应力值。

此处焊缝不相连



此处焊缝不相连

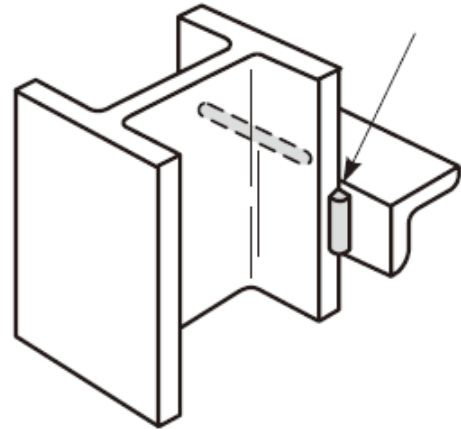
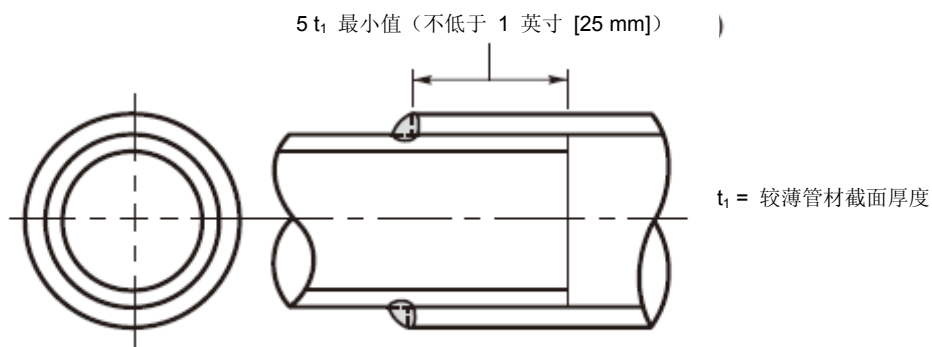


图 2.1 — 周期载荷结构共用接触平面相对侧上的角焊缝（参见 2.4.4.3）



注：L = 要求的尺寸。

图 2.2 — 管状连接中角焊搭接接头（参见 2.8.1）

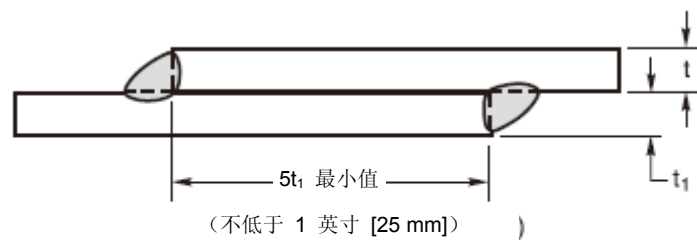
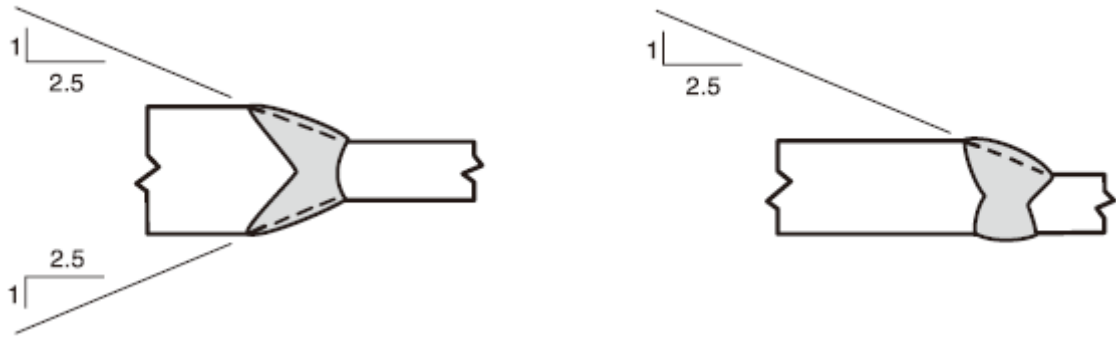
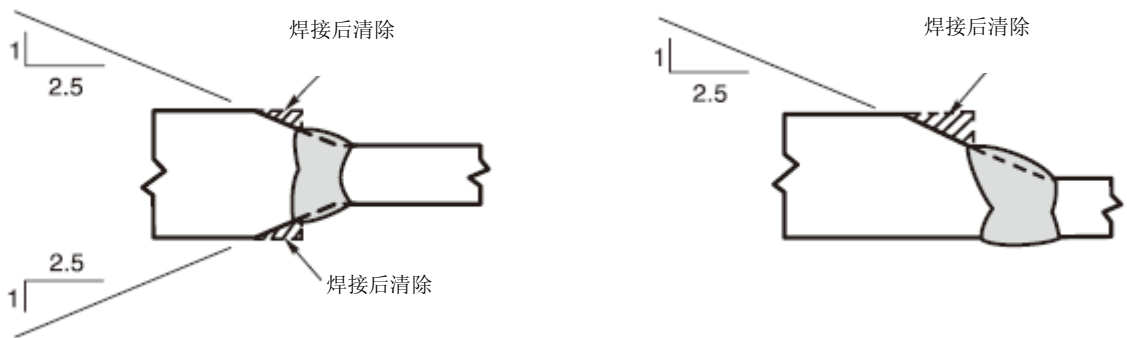
注：t = 较厚部件，t₁ = 较薄部件

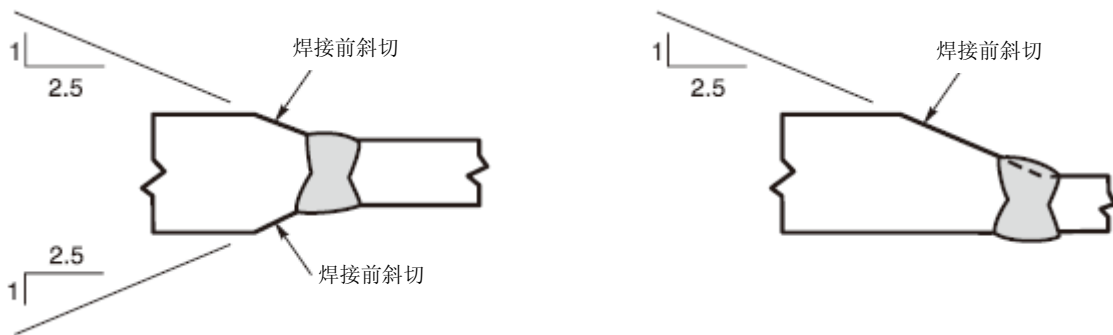
图 2.3 — 双角焊搭接接头（参见 2.8.2）



A) 通过使焊缝表面倾斜形成的过渡



(B) 通过使焊缝表面倾斜并斜切形成的过渡



(C) 通过斜切较厚部分形成的过渡

图 2.4 — 具有不同厚度的非管状连接对接接头过渡 (参见 2.9.1)

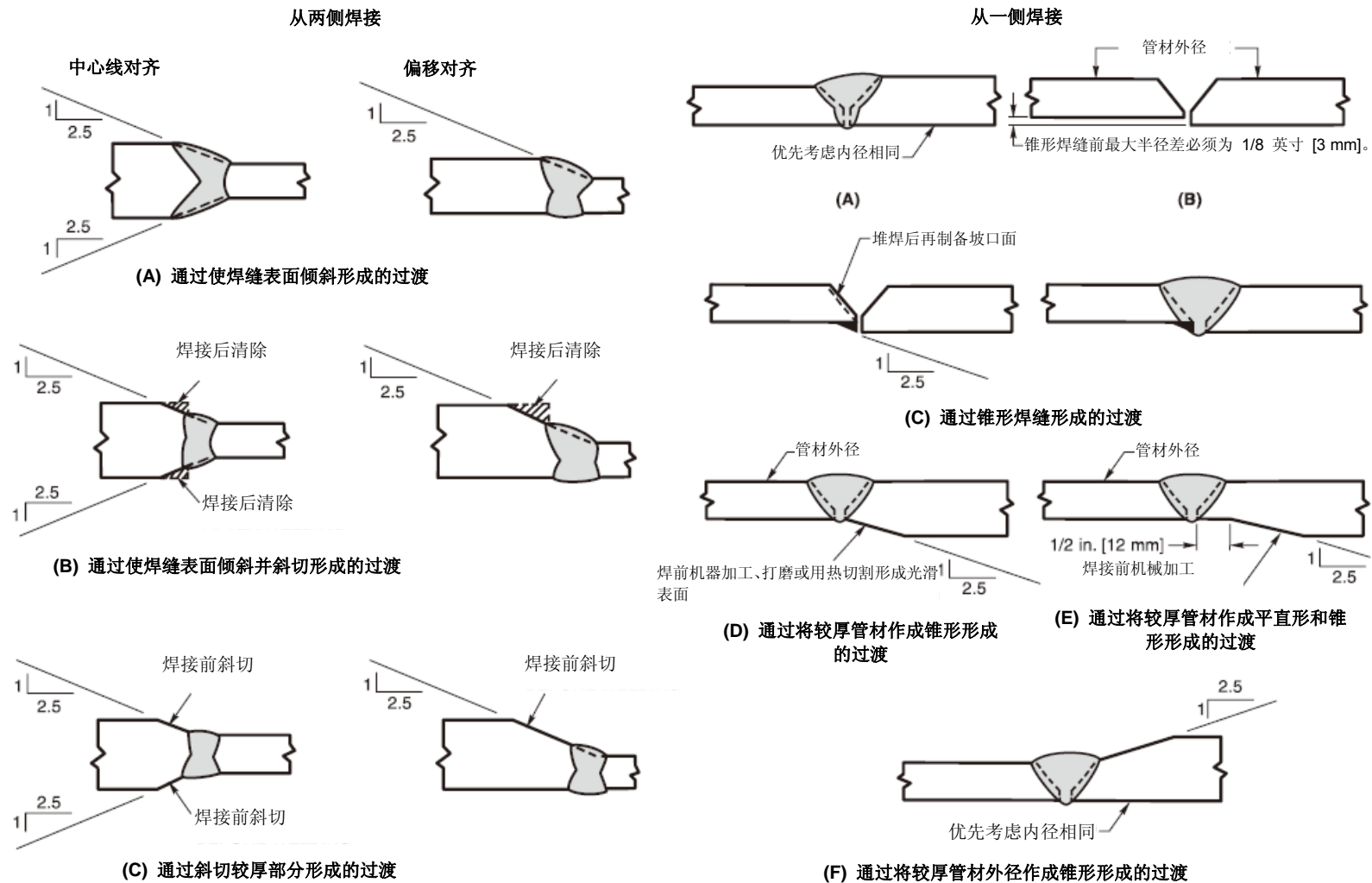


图 2.5 — 具有不同厚度的管状连接对接接头过渡 (参见 2.10.2)

3. 预评定

3.0 范围

本条款规定涵盖了预评定 WPS 使用要求。符合本条款的 WPS 或 AWS B2.1:2005《焊接工艺和性能验证标准》标准 WPS 应无需接受鉴定。预评定涉及厚度为 1/16 英寸 [2 mm] 或 16 分度及以上的焊件，此类焊件设计用于在正常大气腐蚀条件或温度范围为 -100°F 至 $+800^{\circ}\text{F}$ [-75°C 至 $+430^{\circ}\text{C}$] 的相对严苛条件下支撑机械载荷。本条款仅适用于标准奥氏体不锈钢母材和填充金属，此类材料的焊接熔融区域通常含有少量 Δ 铁素体（参见 3.29）。用于预评定 WPS 的填充金属应等于或超过相应的最小母材强度，能抵抗正常大气腐蚀。在暴露在大气的環境中，无需使用不锈钢；然而，部分工业和海岸环境可能需要本节或本规范中未规定的额外腐蚀缓解措施。对于明显比正常大气腐蚀缓解严苛的腐蚀条件，工程师应规定适当的母材和填充金属。

如果选择的材料在表 3.2 和 3.3 中列出并经过 1.2.3.1 许可，则预评定可能仍然适用。任何其他材料应根据条款 4 的要求接受鉴定。

注：预评定接头或预评定 WPS 的使用不计划替代工程师对焊接组件或连接适用性的判定。

A 部分 一般要求

3.1 预评定 WPS 变量限制

所有须使用的预评定 WPS 应由制造商、生产商或承包商编制、批准和控制，作为书面预评定 WPS，应当提供给被授权使用或检验此类 WPS 的人员。书面 WPS 应规定各工艺的焊接变量。本子条款 (1) 至 (7) 中规定的焊接变量应在书面 WPS 中予以规定，同时不超过表 3.1 中规定的各适用工艺的变量限值。有关 WPS 的示例，请参见附录 M。超出书面 WPS 规定内容的此类变量变更应视为关键变更，应需要新的或修订的预评定书面 WPS 或可能的 WPS 鉴定。

- (1) 电流（送丝速度）
- (2) 电压
- (3) 行走速度
- (4) 保护气体组分和流量
- (5) 焊接位置
- (6) SAW 熔剂商标名称
- (7) 焊接填充金属分类和尺寸。

3.2 WPS 组合

经过鉴定和预评定的 WPS 组合可以使用，无需进行新鉴定，前提是遵守各工艺适用的关键变量限值。

B 部分 预评定的工艺

3.3 概述

以下制造工艺已经过预评定，无需进行试验以证明适用性。

然而，使用不符合条款 3 要求工艺的 WPS 应根据条款 4 接受鉴定。参见附录 B，了解非预评定不锈钢鉴定指南。

3.4 焊接工艺

3.4.1 预评定焊接工艺。符合条款 3 中 C、D、E、F、G 和 H 规定的保护气体金属电弧焊 (SMAW)、气体金属电弧焊 (GMAW)、气体钨极电弧焊 (GTAW) (包括自动 GTAW) 以及药芯焊丝弧焊 (FCAW) WPS 可用于预评定 WPS，因此，批准使用且无需 WPS 鉴定试验 (参见表 3.5 限值)。

3.4.2 埋弧焊 (SAW)。不锈钢 SAW 用焊剂目前未经过 AWS 分类。因此，无法通过其分类对焊剂进行预评定。然而，具有特定商标名称焊剂和特别焊丝分类的 SAW 应视为经过预评定，适用于下列条件下的焊接预评定母材 (参见 3.6)：

(1) 试验焊缝在生产条件下产生，或为实际生产焊缝，以及

(2) 试验焊缝在填充金属分类和特定商标名称焊剂条件下产生，以及

(3) 试验焊缝沿焊珠顶部中心线显示出至少 4.0 铁氧体号 (FN) 且强度 (参见表 3.3) 不低于相应的母材。应利用根据最新版 AWS A4.2M:2006 《奥氏体和双奥氏体-铁素体不锈钢焊接金属中 δ 铁素体含量用磁仪器的标准校准程序》标定的仪表测量 FN。

或者，具有特定填充金属和焊剂的 SAW 应按照条款 4 规定进行鉴定并经过工程师批准。

3.5 其他焊接工艺

可使用其他焊接工艺，前提是此类工艺通过条款 4 中规定的适用试验鉴定并经过工程师批准。

C 部分 母材

3.6 预评定的 WPS 母材

3.6.1 未列出的母材。表 3.2 中列出的母材可用于预评定的 WPS 中；然而，使用不符合条款 3 要求母材的 WPS 应根据条款 4 通过试验鉴定。

3.7 辅助组分母材

工程师可能批准未列出的材料用于辅助附件或组件，此类未列出材料的化学组分范围不超过根据预评定 WPS 焊接的列出材料组分范围。填充金属应根据其等于或超过最小抗张强度的情况属于相应的填充金属组 (表 3.3)。

3.8 引弧板和衬垫母材

引弧板不得由表 3.2 中任何母材组构成。在经过工程师批准的情况下，可使用衬垫。除非经过批准，否则衬垫钢应与母材拥有相同的母材组 (表 3.2)。

D 部分 预评定的填充金属、焊剂和气体

3.9 填充金属

3.9.1 预评定的 WPS 填充金属。表 3.3 根据强度列出了经过预评定适用于相应预评定

表 3.2 母材组的填充金属组。如果母材由表 3.2 中两类不同木材组结合而成, 则与表 3.2 中两组较低强度母材组对应的表 3.3 填充金属组中的填充金属应视为通过预评定。

3.9.2 焊条或焊条焊剂组合。焊条（包括 SAW 用焊条）应符合表 3.3 中的规定。SAW 焊条焊剂组合可根据 3.4.2 中的规定经过预评定。其他 SAW 焊条焊剂组合应根据条款 4 经过鉴定。

3.9.3 从包装中移除填充金属。在填充金属从其原包装中移除后, 应对其进行保护或储存, 从而确保其特性或焊接属性不会受到负面影响。不同类别的填充金属不得混合在一个容器内。

3.10 SMAW 焊条

3.10.1 采购要求。SMAW 焊条应符合最新版 AWS A5.4/A5.4M:2006《屏蔽金属电弧焊不锈钢焊条规范》的要求。

3.10.2 焊条储存和干燥条件。装在密封容器内提供的焊条可保留在容器内, 一旦开启, 确保立即再次关闭容器。或者, 一旦开启容器, 焊条应储存在 250°F 至 300°F [120°C 至 150°C] 的熔炉内。装在非密封容器内提供的焊条（无论由于设计或损坏而未密封）应根据制造商说明进行再次干燥, 然后进行储存, 直到在 250°F 至 300°F [120°C 至 150°C] 的熔炉内使用。

3.10.3 制造商认证。工程师要求时, 承包商或生产商应提供焊条制造商认证, 证明焊条满足分类要求, 同时在利用根据 AWS A4.2M:2006 标定的仪表进行试验时, 在未掺杂的焊接金属中提供至少 3.0 铁素体号。

3.11 SAW 焊条和焊剂

3.11.1 采购要求。不锈钢 SAW 用裸焊条（实心或复合材料）应符合最新版 AWS A5.9/A5.9M:2006《裸露不锈钢焊条和焊棒规范》的要求。

3.11.2 制造商认证。当工程师要求时, 承包商或生产商应提供证明焊条符合分类或等级要求的焊条制造商认证以及证明组分、铁素体号和机械特性（利用特定焊剂配方和同类焊条获得）符合要求的焊剂制造商认证（参见 3.9.2）。

3.11.3 储存条件。用于 SAW 的焊剂必须干燥且未受污物、轧制氧化皮或其他外来物的污染。所有焊剂均应按包采购, 可在正常条件下储存至少六个月且不会影响其焊接性能或焊接特性。破损包装内的焊剂须弃用或在使用前在最低 500°F [260°C] 温度条件下干燥一小时。包装打开或从熔炉抽出后, 应立即将焊剂置于分配系统中; 或者, 如果使用已打开包装的焊剂, 则顶部 1 英寸 [25 mm] 厚的焊剂应弃用或按如上方法干燥。已受潮的焊剂不得使用。

3.11.4 焊剂回收

3.11.4.1 未熔化焊剂。焊接过程中未熔化的埋弧焊焊剂可以用真空装置、收集盘、扫集或其他方法回收再使用。焊接制造商必须有收集未熔化焊剂、加入新焊剂、并用这两种焊剂混合物进行焊接的系统, 以使焊弧处的焊剂成分和粒度大小的分布相对不变。

3.11.4.2 熔化焊剂（破碎焊渣）。破碎焊渣不得视为通过预评定。来自堆焊的熔化焊剂或焊渣可能破碎或再次用作 SAW 焊剂。然而, 必须了解到, 该破碎焊渣的化学和物理性质可能与未熔化的原焊剂不同。因此, 应根据 3.4.2 的要求, 对特定干燥混合或批量破碎焊渣进行单独验证试验。

破碎方（非原始焊剂制造商）应视为破碎焊渣制成的焊剂制造商或破碎焊渣和原焊剂混合物制成的焊剂制造商。破碎方应根据 3.11.2 提供认证。

3.12 GMAW、GTAW 和 FCAW 耗材

3.12.1 采购要求。GMAW、GTAW 或 FCAW 填充金属应符合最新版 AWS A5.9/A5.9M:2006《裸露不锈钢焊条和焊棒规范》、AWS A5.22-95R《药芯焊丝弧焊用不锈钢焊条和钨极惰性气体保护焊用不锈钢药芯焊丝焊棒规范》或 AWS A5.30-97《熔化填充丝规范》（如适用）的要求。

3.12.2 焊条制造商认证。工程师要求时，承包商或生产商须提供焊条制造商认证，证明焊条满足分类或等级要求。此外，如果工程师需要 GMAW 焊条以及 GTAW 焊接焊棒或熔化填充丝，则认证应包括所有焊接金属的典型机械特性。对于根据 AWS A5.22-95R 分类的焊条和焊棒，认证应注明当利用根据 AWS A4.2M:2006 标定的仪表进行试验时，所有焊接金属试验试样将含有至少 3.0 铁素体号。对于根据 AWS A5.9/A5.9M:2006 或 A5.30-97 分类的填充金属，认证应利用填充金属组分和图 3.1 注明计算得到的至少 3.0 FN 铁素体号。

3.12.3 GMAW、GTAW 和 FCAW 保护气体。用于在 GMAW、GTAW 或 FCAW 中起保护作用的气体或气体混合物应具有焊接等级，露点为 -40°F [-40°C] 或更低。工程师要求时，承包商或生产商应提供气体制造商认证，证明气体或气体混合物组分和露点满足适用要求。

E 部分 预评定接头焊缝尺寸

3.13 概述

为确定根据预评定 WPS 制成的焊缝尺寸和焊缝有效厚度，应遵守 E 部分规定。应根据本规范条款 4 的要求及其与条款 5 适用规定的一致性，对与本条款所述详情不同的接头详情进行鉴定。

注：E 部分规定以外的焊缝尺寸或有效厚度的使用应通过使用条款 4 鉴定中的鉴定试验来确定。

3.14 预评定的角焊缝

本子条款规定应适用于接头工件之间最小角度为 60° 且最大角度为 135° 的接头。

3.14.1 最大焊脚尺寸。沿材料边缘的最大角焊缝尺寸（参见图 3.2）应为：

(1) 对于厚度小于 1/4 英寸 [6 mm] 的金属，为母材厚度。

(2) 对于厚度为 1/4 英寸 [6 mm] 或以上的金属，为小于母材厚度 1/16 英寸 [2 mm]，除非该焊缝在图纸上标出以获得焊缝总厚度。在焊接条件下，母材边缘和焊趾之间的距离可小于 1/16 英寸 [2 mm]，前提是焊缝尺寸可明确证实。

3.14.2 有效厚度。斜 T 形焊缝有效厚度（参见附录 B）取决于接头部件之间的最小角度和焊根开口幅度。焊接构件夹角小于 60° 的接头未通过预评定。依据 WPS、最小接头角度和最小焊根表面或构件间距，此类接头应根据条款 4 进行鉴定（参见图 3.3）。

3.15 非管状连接中预评定的接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝

如果坡口焊缝通过 SMAW 或 GTAW 在任意位置制成、通过 SAW 平焊制成或通过 GMAW 或 FCAW 立焊或架空焊接制成，则在坡口根部，对于坡口角小于 60° 但不小于 45° 的坡口，PJP 坡口焊缝的焊缝尺寸应为小于 1/8 英寸 [3 mm] 的斜面深度。对角度如下详

述的坡口，PJP 坡口焊缝的焊缝尺寸为坡口面的深度不需要缩减：

(1) 如通过以下任意焊接工艺制成，坡口根部处的坡口角度为 60° 或以上：SMAW、SAW、GMAW、GTAW 或 FCAW。

(2) 在平焊或横焊位置通过 GMAW 或 FCAW 制成，坡口根部处的坡口角度不小于 45° 。

对于拟定用于焊接制造的特定焊接工艺、接头名称、坡口角度以及焊接位置，预评定 PJP 坡口焊缝的设计焊缝尺寸不得超过图 3.4 和 3.6 中所示尺寸。

3.15.1 组合焊缝。PJP 焊缝和角焊缝组合的有效厚度应为从接头根部到图解焊缝焊接表面的最短距离（参见附录 A）。

3.16 管状连接中预评定的接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝

管状连接焊缝尺寸应根据图 3.6 确定。

3.17 预评定的斜喇叭坡口焊缝尺寸

熔敷填平至圆钢棒表面、型材中呈 90° 弯曲表面或矩形管材表面时，喇叭坡口焊缝的有效焊缝尺寸应如表 3.4 所示。

3.18 预评定的斜接头

斜接头的有效焊缝尺寸取决于接头部件之间的最小角度和焊根开口幅度（参见附录 B）。

3.18.1 例外情况。焊接构件夹角小于 60° 的接头未经过预评定。

3.18.1.1 鉴定。角度小于 60° 且超过 30° 的接头应通过 4.3.2 中规定的宏观腐蚀检查进行鉴定。焊缝尺寸验收标准应由工程师制定。

3.19 预评定的塞焊缝和槽焊缝尺寸

3.19.1 塞焊缝。最小孔径应为包含其的构件厚度加上 $5/16$ 英寸 [8 mm]。最大孔径应为最小直径加上 $1/8$ 英寸 [3 mm] 或该构件厚度的 $2-1/4$ 倍，以较大者为准。

3.19.2 槽焊缝。最小槽宽应为包含其的构件厚度加上 $5/16$ 英寸 [8 mm] 或构件厚度的 $2-1/2$ 倍，以较小者为准。最大槽宽应为最小宽度加上 $1/8$ 英寸 [3 mm] 或该构件厚度的 $2-1/4$ 倍，以较大者为准。槽端部应为半圆形。

3.20 非管状连接中预评定的接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝

图 3.5 中所示的 CJP 坡口焊缝接头可在未进行条款 4 规定试验的情况下焊接形成，前提是维持许用接头配置。

3.21 管状连接中预评定的接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝

CJP 坡口焊缝的焊缝尺寸是接头中较薄部件的厚度。不允许为焊缝补强增大该尺寸（参见图 3.5）。

F 部分 预评定的非管状接头详情

3.22 概述

本子条款规定涉及非管状连接中带角焊缝、PJP 焊缝、CJP 焊缝、塞焊缝、槽焊缝或喇叭坡口焊缝的接头预评定状态要求。

3.22.1 最低接头要求。满足下列要求的接头规定为通过预评定：

(1) 符合表 3.4 和图 3.2、3.4 及 3.5 中详情。

(2) 根据条款 3 的要求采用以下任一焊接工艺：SMAW、SAW、GMAW、GTAW 或 FCAW。

3.22.1.1 满足此类条件的接头可在未进行条款 4 规定的 WPS 鉴定试验的情况下使用。

3.22.1.2 未满足此类要求的所有接头 WPS 应通过条款 4 中规定的试验鉴定。

3.23 接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝

3.23.1 预评定的 PJP 坡口焊缝。PJP 坡口焊缝如图 3.4 详示。

3.23.1.1 定义。除非满足图 3.5 的要求，否则不带钢衬垫且从一侧焊接的坡口焊缝和不带背面清根但从两侧焊接的坡口焊缝均视为 PJP 坡口焊缝，以便进行预评定。

3.23.2 坡口焊缝尺寸。3.23.1 中规定的坡口焊缝尺寸可能在设计或详细图纸上有所不同，但必须在图 3.4 中“零件图用”一栏中的公差范围内。5.4 的装配用公差可适用于详细图纸上给出的尺寸。J 形和 U 形坡口可在装配前后制备。

3.23.3 坡口准备工作。用于预评定 SMAW 和 SAW 的坡口准备工作可用于预评定 GMAW、GTAW 或 FCAW。

3.23.4 角接接头准备工作。角接接头外侧坡口，如不改变坡口基本形状，则可在一块板上加工，也可在两块板上加工，且留有足够边缘距离，以保持焊接操作而不过分熔化。

3.24 接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝

3.24.1 预评定的 CJP 坡口焊缝。CJP 坡口焊缝如图 3.5 详示且受 3.24.2 规定的限制约束。

3.24.2 坡口焊缝尺寸。3.24.1 中规定的坡口焊缝尺寸可能在设计或详细图纸上有所不同，但必须在图 3.5 中“零件图用”一栏中的公差范围内。5.4 的装配用公差可适用于详细图纸上给出的尺寸。J 形和 U 形坡口以及另一侧的部分焊接双 V 形和双喇叭坡口可在装配前后制备。在背面清根后，另一侧的部分焊接双 V 形或双喇叭接头应类似接头根部的预评定 U 形或 J 形接头配置。

3.24.3 坡口准备工作。用于预评定 SMAW 和 SAW 接头的坡口准备工作可用于预评定 GMAW、GTAW 或 FCAW。

3.24.4 接头焊根间隙。接头焊根间隙可能如图 3.5 所示发生变化。然而，对于利用 FCAW、GMAW、GTAW 和 SAW 工艺进行的自动或机械焊接，最大焊根间隙变量（装配的最小至最大间隙）不得超过 1/8 英寸 [3 mm]。超过 1/8 英寸 [3 mm] 的变量应在自动或机械焊接前经过局部校正。

3.24.5 角接接头准备工作。角接接头外侧坡口，如不改变坡口基本形状，则可在一块板上加工，也可在两块板上加工，且留有足够边缘距离，以保持焊接操作而不过分熔化。

3.25 塞焊缝和槽焊缝

通过 SMAW、GMAW、GTAW 或 FCAW 焊接工艺制成的塞焊缝和槽焊缝详情在 2.5、2.13 和 3.19 中列出，可在未进行条款 4 规定的 WPS 鉴定的情况下使用，前提是满足 3.30 的技术规定。

3.26 斜喇叭坡口焊缝

3.17 图 3.6 和表 3.4 中给出了预评定喇叭坡口焊缝接头详情要求。

G 部分 预评定管状接头详情

3.27 概述

本子条款规定涉及管状连接中带角焊缝、PJP 焊缝、CJP 焊缝、塞焊缝、槽焊缝或喇叭坡口焊缝的接头预评定状态要求。3.28 节的规定应适用于管状接头的预评定。

3.28 预评定的接头

任何无法根据预评定 WPS 进行焊接的产品接头均应根据条款 4 通过试验鉴定。

3.28.1 CJP 管状坡口焊缝

(1) 从带衬垫一侧或带背部清根两侧焊接形成的产品接头预评定 WPS 应采用图 3.5 详情并符合条款 3。然而，根据条款 4，小于 12 英寸 [300 mm] 且利用 SAW 焊接的标称管道直径应需要 WPS 鉴定。

(2) 从不带衬垫一侧焊接形成的管状 CJP 对接接头预评定 WPS 应采用图 3.5 的详图 B-L6 或 B-L2b（如若适用）并符合条款 3。

(3) 本规范未说明焊接 T 形、Y 形或 K 形连接。

3.28.2 PJP 管状坡口焊缝。管状或箱形截面 PJP 对接接头预评定 WPS 应采用适当的图 3.6 详情并符合条款 3。

3.28.3 角焊管状连接。角焊管状连接的预评定 WPS 应采用适当的图 3.3 详情并符合条款 3。

H 部分 预评定的 WPS 要求

3.29 概述

以下规定涉及到预评定的奥氏体不锈钢焊缝性能中采用的技术要求。预评定的焊接仅适用于表 3.2 中列出的通过填充金属焊接的标称奥氏体不锈钢（等同于 ASME《锅炉和压力容器规范》第 IX 节 P8 以及 AWS B2.1:2005 M8），根据最新版 AWS A4.2M:2006 的规定，其焊接尽速预计含有至少 3.0 FN 的 Δ 铁素体。对于所有工艺：

- (1) 母材应经过清洁且不含水分。
- (2) 填充金属应洁净且干燥。
- (3) 最低预热应足以清除工件中的水分，除非采取措施清除焊接溶池区域中的水分。
- (4) 最高层间温度应为 350°F [175°C]。
- (5) 如果可能，则应当在平焊位置进行焊接。

(6) 焊条类别和规格、电弧长度、电压以及电流必须适合于所焊材料的厚度、坡口类型、焊接位置和伴随作业所出现的其他情况。焊接电流、电弧电压、气体流量和行走速度应使得各焊道与周围母材和焊缝金属完全熔合，且没有焊瘤或过多气孔或咬边。

(7) 根部焊道的最小焊缝尺寸应足以防止裂纹形成。

(8) 立焊位置焊接的所有焊道的方向都应为向上，除采用最大厚度为 3/16 英寸 [5 mm]

母材的 GTAW、GMAW-S 和 FCAW-G 经过预评定可垂直向下。仅有接头面的咬边可通过 3.4.1 中列出的预评定焊接工艺垂直向下进行修补，不受基础厚度限制，但处于 5.11.1 的限值范围内。

(9) 对于没有衬垫的 CJP 坡口焊缝，在自另一侧开始焊接之前应将焊缝根部凿成完好的金属，除非满足图 3.5 接头 B-L1-S 和 B-L2-b 的要求。

(10) 有坡口焊缝或角焊缝的根部可用铜、焊剂、玻璃纤维带或预评定不锈钢制衬垫条作衬垫以防熔穿（参见 3.8）。铜不得进行熔融。铜衬垫应予以拆除，并对焊根进行目视检查。还可通过其他电弧焊工艺堆积的根部焊道对焊根进行密封。

(11) 各焊道熔敷的焊缝金属的断面的深度或最大宽度都不得超过焊道的表面的宽度（见图 3.7）。只有当按照工程师要求对 WPS 进行了试验，证明此类焊缝不会生成裂纹，且相同的 WPS 和填充金属分类已在结构中使用，才可以放弃本要求。

(12) 对于采用外部气体保护的焊接工艺，不应在气流或风中进行焊接，除非有焊接护罩保护。这种保护罩应由适合于降低风速的材料和形状制造，使焊接处附近最大风速降低为 5 mph [8 km/h]，或者（代替风速要求）确保焊道无气孔。

(13) 在喷涂模式下的预评定 GMAW 限制为平坦位置中的焊缝和水平位置中的角焊缝。

表 3.5 中列出了其他要求。

3.30 塞焊缝和槽焊缝

当使用 SMAW、GMAW、GTAW 或 FCAW 时，用来制造塞焊缝的技术应如下：

3.30.1 平焊位置技术。对于平焊位置的塞焊，每一焊道必须环绕接头根部熔敷，然后沿螺旋形途径向孔的中心熔敷，就这样在接头根部和底部熔化并熔敷一层焊缝金属。然后，将电弧提至孔的内壁周边并重复上述过程，熔化与熔敷后续各层，以充填该孔直到所需深度。覆盖于焊缝的熔渣应保持熔融状态直至焊缝完成。如发生断弧或焊渣冷却，则必须将焊渣完全清除后再焊。

3.30.2 立焊位置技术。对于立焊位置的塞焊，在所开孔的底边处接头根部引弧，并由此向上焊接，使内层板的面与开孔板的边熔合。在所开孔的顶部停弧，清除焊渣，然后在孔的对边重复上述过程。清除焊渣后，应该类似地熔敷其他焊层，以充填该孔直径所需的深度。

3.30.3 仰焊位置技术。对于仰焊位置的塞焊，其过程与平焊位置相同，但在熔敷每一连续焊道后应让焊渣冷却并应完全清除，直至充填该孔达所需深度。

3.30.4 槽焊缝。必须使用类似于规定的塞焊技术进行槽焊，例外情况是：如果槽孔长度超过其宽度的 3 倍，或者槽孔扩展到部件边缘，则应采用角焊缝技术要求。

表 3.1
WPS^a 中规定的预评定变量 (参见 3.1)

焊接变量范围限值					
焊接方法	电流或送丝速度	电压	行走速度	保护气体流量	气体组分或熔剂商标名称
SMAW	MR	DCEP, 未限制	未限制	—	—
SAW	平均 $\pm 10\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 7\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 15\%$, 适用于各直径	—	熔剂商标名称
FCAW	平均 $\pm 10\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 7\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 25\%$, 适用于各直径	流量 $+25\%$, -10%	标称气体组分, 如使用
GMAW	平均 $\pm 10\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 7\%$, 适用于各直径	平均 $\pm 25\%$, 适用于各直径	流量 $+25\%$, -10%	标称气体组分
GTAW	平均 $\pm 25\%$	平均 $\pm 25\%$	未限制	流量 $+50\%$, -25%	标称气体组分

^a 应规定所有 WPS 的位置。“MR” = 焊条制造商建议范围。

表 3.2
通过预评定的奥氏体不锈钢（参见 3.6.1）

最小拉伸强度 ksi (MPa)	最小屈服强度 ksi (MPa)	母材组 ^a	合金名称 ^a	UNS 编号	ASTM 规范				
					板材、薄板、 钢带	导管	板材、薄板、 钢带	导管	棒材、型材
70 (490)	25 (170)	A	304L	S30403	A167	A213	A240	A249	A276
70 (490)	25 (170)	A	316L	S31603	A167		A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	301	S30100	A167				
75 (520)	30 (200)	B	302	S30200	A167		A240		A276
75 (520)	30 (200)	B	304	S30400	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	304H	S30409		A213	A240	A249	
75 (520)	30 (200)	B	308	S30880	A167				A276
75 (520)	30 (200)	B	309	S30900	A167				A276
75 (520)	30 (200)	B	309Cb	S30940	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	309H	S30909			A240	A249	
75 (520)	30 (200)	B	309HCb	S30941		A213		A249	
75 (520)	30 (200)	B	309HCb	S30949			A240		
75 (520)	30 (200)	B	309S	S30908	A167	A213	A240		A276
75 (520)	30 (200)	B	316	S31600	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	316Cb	S31640	A167		A240		A276
75 (520)	30 (200)	B	316H	S31609		A213	A240	A249	
75 (520)	30 (200)	B	316Ti	S31635	A167		A240		A276
75 (520)	30 (200)	B	317	S31700	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	317L	S31703	A167	A213	A240	A249	
75 (520)	30 (200)	B	321	S32100	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	321H	S32109	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	347	S34700	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	347H	S34709		A213	A240	A249	
75 (520)	30 (200)	B	348	S34800	A167	A213	A240	A249	A276
75 (520)	30 (200)	B	348H	S34809		A213	A240	A249	
75 (520)	40 (280)	B	202	S20200					A276
75 (520)	40 (280)	B	201	S20100					A276
90 (620)	38 (260)	D	202	S20200			A240	A249	
90 (620)	45 (310)	D	202	S20200		A213			
90 (620)	50 (345)	D	XM-11	S21904					A276
90 (620)	50 (345)	D	XM-10	S21900					A276
95 (660)	35 (245)	E	201	S20100				A249	
95 (660)	38 (260)	E	201	S20100		A213			
95 (660)	38 (260)	E	201-1	S20100			A240		
95 (660)	45 (310)	E	201-2	S20100			A240		
100 (690)	55 (380)	E	XM-29	S24000			A240	A249	A276
100 (690)	55 (380)	E	XM-28	S24100					A276
100 (690)	55 (380)	E	XM-19	S20910			A240	A249	A276
100 (690)	60 (415)	E	205	S20500					A276

^a 多种合金名称出现在母材组 A 和组 B 中。给定母材的正确母材组根据了采购依照的 ASTM 规范。

注：表 3.3 相应的填充金属组中给出了各母材组通过预评定的填充金属。

表 3.2 (续)
通过预评定的奥氏体不锈钢 (参见 3.6.1)

最小拉伸强度 ksi (MPa)	最小屈服强度 ksi (MPa)	母材组 ^a	合金名称 ^a	UNS 编号	ASTM 规范					
					管材	铸件	管材	配件	管材	管材
70 (490)	25 (170)	A	304L	S30403	A 312			A 403	A 409	
70 (490)	25 (170)	A	316L	S31603	A 312			A 403	A 409	
70 (490)	30 (200)	A	16 8-2H							A 430
70 (490)	30 (200)	A	304							A 430
70 (490)	30 (200)	A	304H							A 430
70 (490)	30 (200)	A	316							A 430
70 (490)	30 (200)	A	316H							A 430
70 (490)	30 (200)	A	321							A 430
70 (490)	30 (200)	A	321H							A 430
70 (490)	30 (200)	A	347							A 430
70 (490)	30 (200)	A	347H							A 430
70 (490)	30 (200)	A	CF-10			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CF-10M			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CF-3			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CF-3M			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CF-8			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CF-8C			A 351				
70 (490)	30 (200)	A	CH-20			A 351				
75 (520)	30 (200)	B	16 8-2H				A 376			
75 (520)	30 (200)	B	304	S30400	A 312		A 376	A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	304H	S30409	A 312		A 376	A 403		
75 (520)	30 (200)	B	309	S30900				A 403		
75 (520)	30 (200)	B	309Cb	S30940	A 312				A 409	
75 (520)	30 (200)	B	309H	S30909	A 312					
75 (520)	30 (200)	B	309HCB	S30941	A 312					
75 (520)	30 (200)	B	309S	S30908	A 312				A 409	
75 (520)	30 (200)	B	316	S31600	A 312		A 376	A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	316H	S31609	A 312		A 376	A 403		
75 (520)	30 (200)	B	317	S31700	A 312			A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	317L	S31703	A 312			A 403		
75 (520)	30 (200)	B	321	S32100	A 312		A 376	A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	321H	S32109	A 312		A 376	A 403		
75 (520)	30 (200)	B	347	S34700	A 312		A 376	A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	347H	S34709	A 312		A 376	A 403		
75 (520)	30 (200)	B	348	S34800	A 312		A 376	A 403	A 409	
75 (520)	30 (200)	B	348H	S34809	A 312			A 403		
75 (520)	35 (200)	B	CG-8M			A 351				
77 (530)	35 (245)	C	CF-3A			A 351				
77 (530)	35 (245)	C	CF-8A			A 351				
80 (550)	37 (255)	C	CF-3MA			A 351				
90 (620)	50 (345)	D	XM-11	S21903	A 312					
90 (620)	50 (345)	D	XM-10	S21900	A 312					
100 (690)	55 (380)	E	XM-29	S24000	A 312					
100 (690)	55 (380)	E	XM-19	S20910	A 312			A 403		

^a 多种合金名称出现在母材组 A 和组 B 中。给定母材的正确母材组根据了采购依照的 ASTM 规范。

注: 表 3.3 相应的填充金属组中给出了各母材组通过预评定的填充金属。

表 3.2 (续)
通过预评定的奥氏体不锈钢 (参见 3.6.1)

ASTM 规范												
最小拉伸 强度 ksi (MPa)	最小屈服 强度 ksi (MPa)	母材组 ^a	合金名称 ^a	UNS 编 号	铸造管 材	管材	锻件	棒材、型 材	导管	导管	板材、薄 板、棒 材、钢带	铸件
65 (450)	25 (170)	A	304L	S30403			A 473					
65 (450)	25 (170)	A	316L	S31603			A 473					
65 (450)	28 (195)	A	CPH8		A 451							
70 (490)	25 (170)	A	304L	S30403				A 479			A 666	
70 (490)	25 (170)	A	316L	S31603				A 479			A 666	
70 (490)	28 (195)	A	CG-12									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-20									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-3									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-3M									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-8									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-8C									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CF-8M									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CH-20									A 743
70 (490)	30 (200)	A	CPF3		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPF3M		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPF8		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPF8C		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPF8M		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPH10		A 451							
70 (490)	30 (200)	A	CPH20		A 451							
75 (520)	30 (200)	B	201	S20100			A 473					
75 (520)	30 (200)	B	301	S30100						A 554	A 666	
75 (520)	30 (200)	B	302	S30200			A 473	A 479	A 511	A 554	A 666	
75 (520)	30 (200)	B	304	S30400			A 473	A 479	A 511	A 554	A 666	
75 (520)	30 (200)	B	304H	S30409		A 452		A 479				
75 (520)	30 (200)	B	304L						A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	308	S30880			A 473	A 479				
75 (520)	30 (200)	B	309	S30900			A 473					
75 (520)	30 (200)	B	309Cb	S30940				A 479				
75 (520)	30 (200)	B	309H	S30909				A 479				
75 (520)	30 (200)	B	309S	S30908			A 473	A 479	A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	309S-Cb							A 554		
75 (520)	30 (200)	B	316	S31600				A 479	A 511	A 554	A 666	
75 (520)	30 (200)	B	316Cb	S31640				A 479				
75 (520)	30 (200)	B	316H	S31609		A 452		A 479				
75 (520)	30 (200)	B	316L						A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	316Ti	S31635				A 479				
75 (520)	30 (200)	B	317	S31700			A 473		A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	321	S32100			A 473	A 479	A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	321H	S32109				A 479				
75 (520)	30 (200)	B	347	S34700			A 473	A 479	A 511	A 554		
75 (520)	30 (200)	B	347H	S34709		A 452		A 479				
75 (520)	30 (200)	B	348	S34800			A 473	A 479				
75 (520)	30 (200)	B	348H	S34809				A 479				
75 (520)	35 (245)	B	CG-8M									A 743
77 (530)	35 (245)	C	CF-3A		A 451							
90 (620)	38 (260)	D	202	S20200							A 666	

^a 多种合金名称出现在母材组 A 和组 B 中。给定母材的正确母材组根据了采购依照的 ASTM 规范。

注: 表 3.3 相应的填充金属组中给出了各母材组通过预评定的填充金属。

表 3.2 (续)
通过预评定的奥氏体不锈钢 (参见 3.6.1)

ASTM 规范													
最小拉伸 强度	最小屈服 强度	母材组 ^a	合金名称 ^a	UNS 编 号	铸造管	管材	锻件	棒材、型	导管	导管	板材、薄	板、棒材、 钢带	铸件
ksi (MPa)	ksi (MPa)												
90 (620)	45 (310)	D	202	S20200			A 473						
90 (620)	50 (345)	D	205	S20500			A 473						
90 (620)	50 (345)	D	XM-11	S21904			A 473	A 479				A 666	
90 (620)	50 (345)	D	XM-10	S21900			A 473						
90 (620)	50 (345)	D	XM-17	S21600				A 479					
90 (620)	50 (345)	D	XM-18	S21603				A 479					
95 (660)	38 (260)	E	201-1	S20100								A 666	
95 (660)	45 (310)	E	201-2	S20100								A 666	
100 (690)	55 (380)	E	XM-29	S24000				A 479					
100 (690)	55 (380)	E	XM-19	S20910				A 479					

^a 多种合金名称出现在母材组 A 和组 B 中。给定母材的正确母材组根据了采购依照的 ASTM 规范。

注：表 3.3 相应的填充金属组中给出了各母材组通过预评定的填充金属。

表 3.2 (续)
通过预评定的奥氏体不锈钢 (参见 3.6.1)

最小拉伸强 度 ksi (MPa)	最小屈服强 度 ksi (MPa)	母材组 ^a	合金名称 ^a	UNS 编号	ASTM 规范							棒材、钢 坯、锻件	导管
					铸件	配件	导管	管材	管材	管材	管材		
70 (490)	25 (170)	A	304L	S30403		A 774	A 778	A 813	A 814				A 851
70 (490)	25 (170)	A	316L	S31603		A 774	A 778	A 813	A 814				
70 (490)	30 (200)	A	CF-3		A 744								
70 (490)	30 (200)	A	CF-3M		A 744								
70 (490)	30 (200)	A	CF-8		A 744								
70 (490)	30 (200)	A	CF-8C		A 744								
70 (490)	30 (200)	A	CF-8M		A 744								
75 (520)	30 (200)	B	304	S30400				A 813	A 814				A 851
75 (520)	30 (200)	B	304H	S30409				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	309Cb	S30940				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	309S	S30908				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	316	S31600				A 813	A 814	A 831			
75 (520)	30 (200)	B	316H	S31609				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	317	S31700				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	317L	S31703		A 774	A 778	A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	321	S32100		A 774	A 778	A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	321H	S32109				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	347	S34700		A 774	A 778	A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	347H	S34709				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	348	S34800				A 813	A 814				
75 (520)	30 (200)	B	348H	S34809				A 813	A 814				
75 (520)	35 (245)	B	CG 8M		A 744								
90 (620)	50 (345)	D	XM-11	S21903				A 813	A 814				
90 (620)	50 (345)	D	XM-10	S21900				A 813	A 814				
100 (690)	55 (380)	E	XM-29	S24000				A 813	A 814				
100 (690)	55 (380)	E	XM-19	S20910				A 813	A 814				

^a 多种合金名称出现在母材组 A 和组 B 中。给定母材的正确母材组根据了采购依照的 ASTM 规范。

注：表 3.3 相应的填充金属组中给出了各母材组通过预评定的填充金属。

表 3.3
预评定的填充金属分类^a (参见 3.9.1)

AWS A5.4/A5.4M:2006	AWS A5.9/A5.9M:2006	AWS A5.22-95R	AWS A5.30-97
填充金属组 A—70 ksi [490 MPa] 最小抗拉强度			
E316L-XX	ER316L ER316LSi EC316L	E316LTX-X R316LT1-5	IN316L
组 B、C、D 和 E 的填充金属也经过预评定, 适用于 A 组母材			
填充金属组 B—75 ksi [520 MPa] 最小抗拉强度			
E308L-XX E308MoL-XX E309L-XX E309MoL-XX E316-XX E316H-XX E317L-XX E347-XX	ER308L ER308MoL ER309L ER309MoL ER316 ER316H ER317L ER347	E308LTX-X E308LMoTX-X E309LTX-X E309LMoTX-X E309LCbTX-X E316TX-X E317LTX-X E347TX-X R308LT1-5 R309LT1-5 R347T1-5	IN308L IN316
组 C、D 和 E 的填充金属也经过预评定, 适用于 B 组母材			
填充金属组 C—30 ksi [550 MPa] 最小抗拉强度			
E307-XX E308-XX E303H-XX E308Mo-XX E309-XX E309Cb-XX E309Mo-XX E317-XX E318-XX E16-8-2-XX	ER307 ER308 ER308H ER308Mo ER309 ER309Mo ER317 ER318 ER16-8-2	E307TX-X E308TX-X E308MoTX-X E309TX-X E309MoTX-X	IN308
组 D 和 E 的填充金属也经过预评定, 适用于 C 组母材			
填充金属组 D—90 ksi [620 MPa] 最小抗拉强度			
E219-XX	ER219		
E 组填充金属也经过预评定, 适用于 D 组母材			
填充金属组 E—100 ksi [690 MPa] 最小抗拉强度			
E209-XX E240-XX	ER209 ER240		

^a 硅含量变化较大 (通过在分类名称中带有 "Si" 来表示) 的焊条分类与相应的较低硅含量版本一起进行预评定。因此, ER308Si 分类按照 ER308 分类相同母材进行预评定, 以此类推。仅对于 GMAW 和 SAW 工艺, 由 "C" 代替 "R" 表示的金属芯焊条与相应的实芯分类一起进行预评定。因此, EC308L 分类按照 ER308L 分类相同母材进行 GMAW 和 SAW 预评定, 以此类推。

表 3.4
喇叭坡口焊缝的有效焊缝尺寸（参见 3.17）

斜喇叭坡口焊缝	V 形喇叭坡口焊缝
5/16 R	1/2 R ^a

注：R = 外侧表面半径。

^a 对于 GMAW，使用 3/8 英寸 [10 mm]。对于 GMAW 短路过渡工艺，有效尺寸应经过鉴定。

表 3.5
预评定的 WPS 要求 (参见 3.29)

变量	位置	焊缝类型	SMAW	SAW ^b	GMAW ^{c, d}	FCAW ^{c, e}	GTAW ^{c, g, h}
最大焊条直径 英寸 [mm]	平焊	角焊缝	1/4 [6.4]	5/16 [8.0]	1/16 [1.6]	3/32 [2.4]	5/32 [4.0]
		坡口焊缝	1/4 [6.4]	5/16 [8.0]			
		根部焊道	1/4 [6.4] ^a	5/16 [8.0]			
	横焊	角焊缝	1/4 [6.4]	5/16 [8.0]			
		坡口焊缝	3/16 [4.8]	5/16 [8.0]			
	立焊	全部	5/32 [4.0]	无			
仰焊							
最大电流 (A)	全部	角焊缝	在填充金属制造商推荐的操作范围内	600 (H) 800 (F)	在填充金属制造商推荐的操作范围内	在填充金属制造商推荐的操作范围内	参见注 g
	全部	坡口焊缝 有间隙的根部焊道		600			
		坡口焊缝 无间隙的根部焊道					
		坡口焊缝 填充焊道					
		坡口焊缝 盖面焊道		800			
最大根部焊道厚度 英寸 [mm] ^f	平焊	全部	1/4 [6]	1/2 [12]	3/16 [5]	1/4 [6]	3/16 [5]
	横焊		1/4 [6]	3/8 [10]	3/16 [5]	1/4 [6]	
	立焊		1/4 [6]	无	3/16 [5]	1/4 [6]	
	仰焊		1/4 [6]		3/16 [5]	1/4 [6]	
最大填充焊道厚度 英寸 [mm]	平焊	全部	1/8 [3]	1/4 [6]	1/4 [6]	1/4 [6]	1/8 [3]
	横焊		3/16 [5]	5/16 [8]			
	立焊		3/16 [5]	无			
	仰焊		3/16 [5]				
最大单道角焊缝尺寸 英寸 [mm]	平焊	角焊缝	3/8 [10]	1/2 [12]	1/2 [12]	1/2 [12]	1/4 [6]
	横焊		5/16 [8]	5/16 [8]	5/16 [8]	5/16 [8]	3/16 [5]
	立焊		1/2 [12]	无	1/2 [12]	1/2 [12]	3/16 [5]
	仰焊		5/16 [8]		1/4 [6]	5/16 [8]	3/16 [5]
最大单道焊焊层宽度 英寸 [mm] ⁱ	全部（适用于 SMAW、GMAW、FCAW、GTAW）F & H（适用于SAW）	宽度 w 的任何焊层	1/2 [12]	5/8 [16]	1/2 [12]	1/2 [12]	1/2 [12]

(续)

表 3.5 (续)
预评定的 WPS 要求 (参见 3.29)

- ^a 对于带衬垫和根部间隙 (1/4 英寸 [6 mm] 或以上) 的角焊缝和坡口焊缝, 1/4 英寸 [6 mm]。
- ^b 单一焊条。
- ^c 参见 3.29(8)。
- ^d 脉冲 GMAW 在除垂直向下外的所有位置上均经过预评定。短路过渡 GMAW 的预评定限制为氦基保护气体混合物 (He 的体积百分比至少为 85%), 延伸到所有位置, 但受 3/16 英寸 [5 mm] 最大母材厚度的限制。所有 GMAW 预评定保护气体为氩和/或氦基气体 (体积浓度限制为至少 0.5%, 但总量不超过 6%), 含有氧气和二氧化碳 (包括不超过 3% 的二氧化碳)。
- ^e 气体保护 FCAW 在除垂直向下外的所有位置均经过预评定, 预评定受到 3/16 英寸 [5 mm] 最大母材厚度的限制。自保护 FCAW 仅在平焊和横焊位置经过预评定。通过气体保护分类的焊条用预评定保护气体限制为焊接级二氧化碳以及氩气 (体积百分比不低于 20%) 和二氧化碳混合物。自保护焊条仅在无外部保护气体的情况下接受预评定。
- ^f 参见图 3.7, 了解宽度-深度限制。
- ^g 仅在 DCEN 条件下, GTAW 和脉冲 GTAW 在所有焊接位置均经过预评定。预评定保护气体限制为焊接级 (或较高纯度) 氩气、氦气以及氩气-氦气混合物。预评定电流范围取决于如下钨焊条直径 (尺寸):

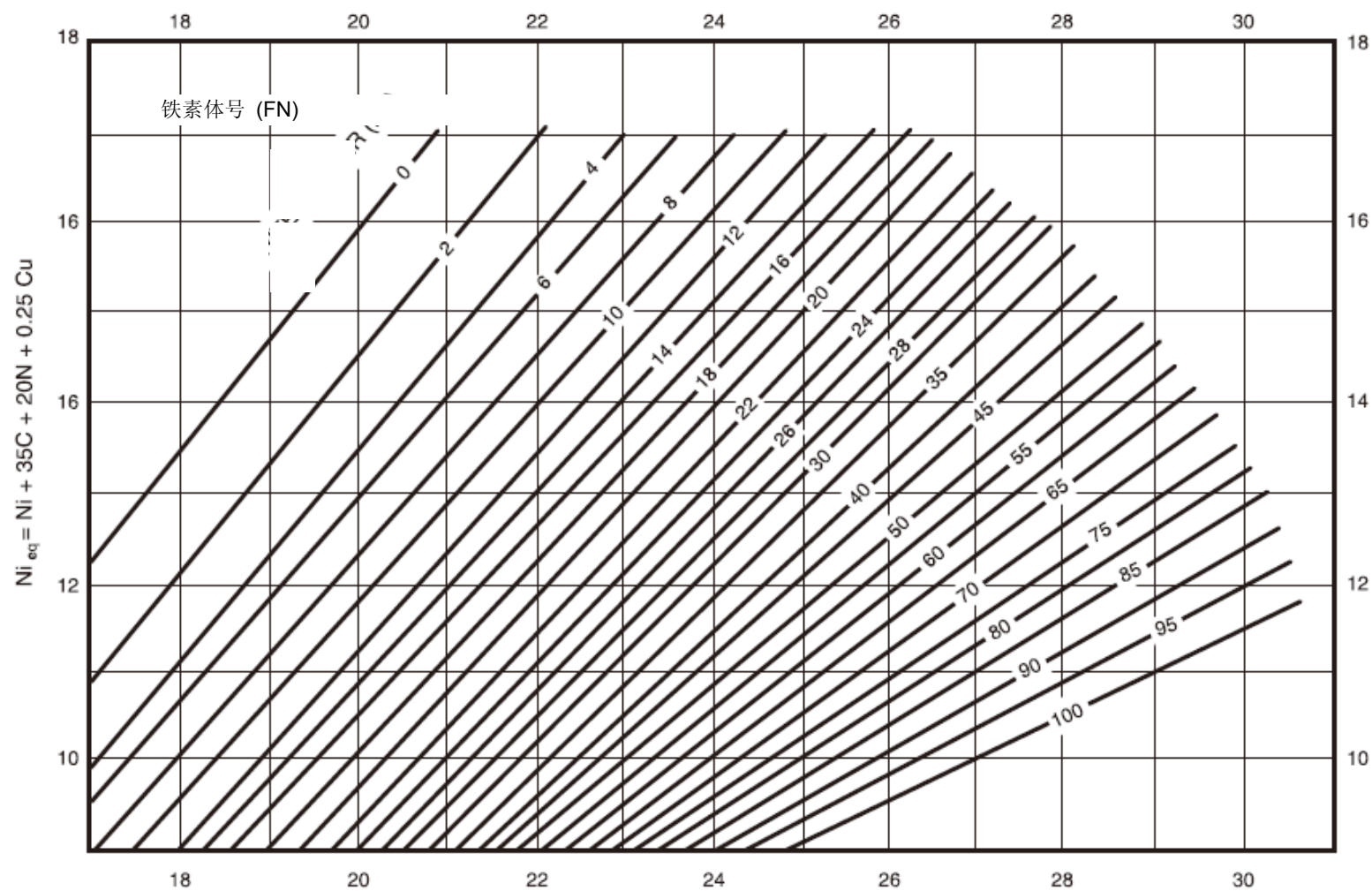
焊条直径		电流范围, DCEN
英寸	mm	
0.060 (1/16)	1.60	40-150
0.093 (3/32)	2.40	60-250
	2.50	70-250
	3.00	90-350
0.125 (1/8)	3.20	100-400
0.156 (5/32)	4.00	150-500

^h 对于 GTAW, 焊条符合 AWS A5.12/A5.12M-98 《弧焊和切割用钨与钨合金焊条规范》。

ⁱ 当超过最大单道焊层宽度时, 会出现错层。

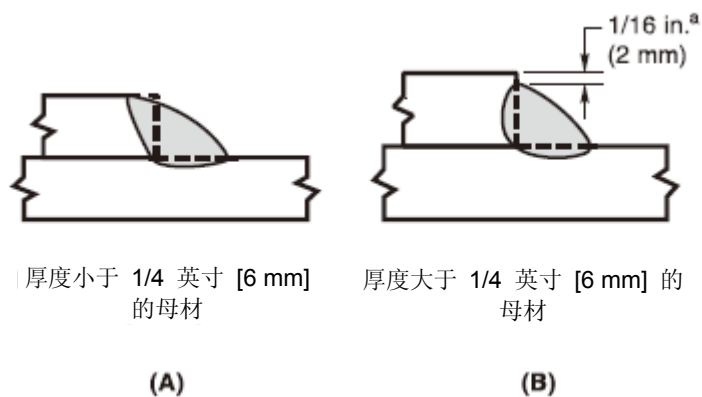
H = 横焊

F = 平焊



注：本图与 WRC-I 992 图相同，为便于使用而删除的固化模式线除外。

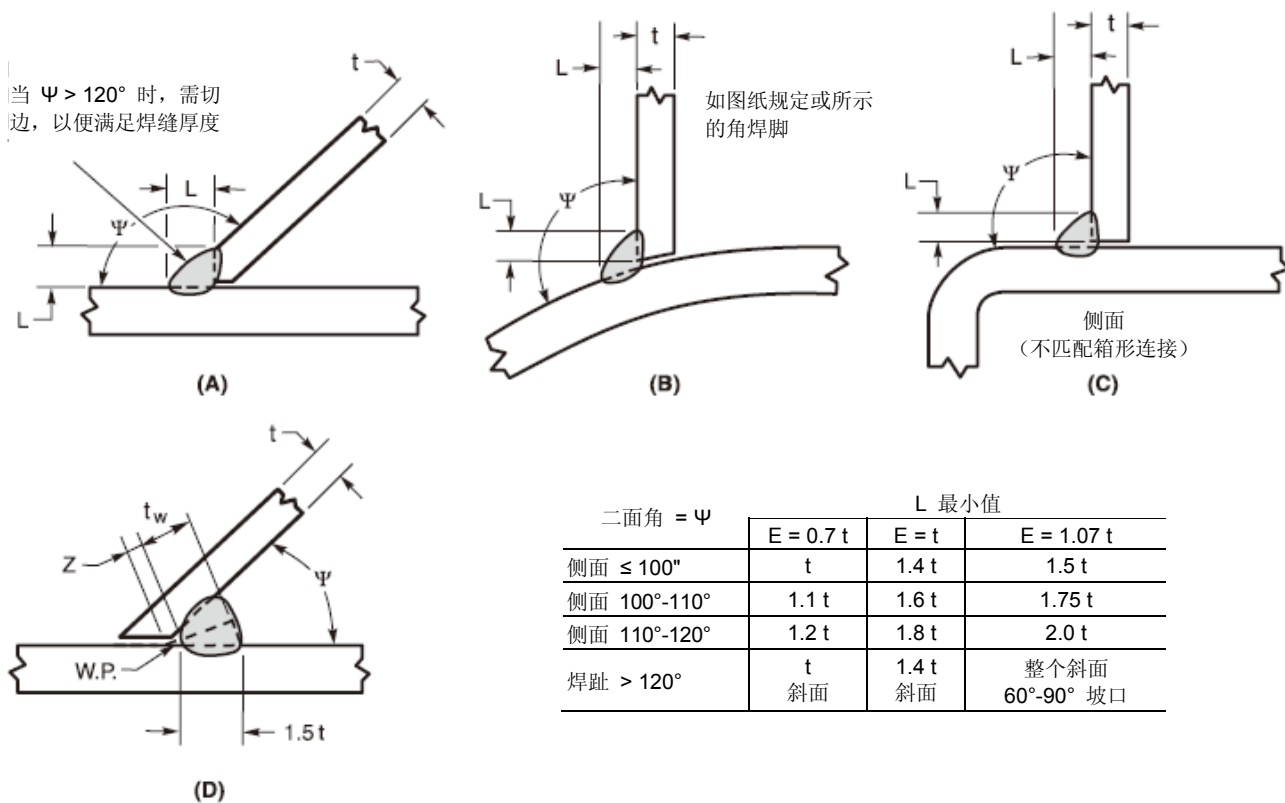
图 3.1 — 焊接金属△铁素体含量（参见 3.12.2）



沿边角焊缝最大具体尺寸

a 在可确定有效焊缝尺寸的情况下，无需维持 1/16 英寸 [2 mm] 距离。

图 3.2 — 预评定角焊缝详图（参见 3.14.1）



注：

1. t = 较薄件厚度。
2. L = 最小尺寸。
3. 根部间隙 0 至 3/16 英寸 [5 mm] (见 5.4)。
4. 当 $\Psi < 60^\circ$ 时，不得通过预评定。
5. Z — 参见 2.16。

图 3.3 — 角焊预评定接头（参见 3.28.3）

图 3.4 和 3.5 的符号说明

接头类型符号

- B — 对接接头
 C — 角接接头
 T — T 形接头
 BC — 对接或角接接头
 TC — T 形或角接接头
 BTC — 对接、T 形或角接接头

母材厚度和熔深符号

- L — 受限厚度 — 接头完全熔透
 U — 未受限厚度 — 接头部分熔透
 P — 接头部分熔透

焊缝类型符号

- | | |
|--------------|--------------|
| 1 — 方形坡口 | 6 — 单面 U 形坡口 |
| 2 — 单面 V 形坡口 | 7 — 双面 U 形坡口 |
| 3 — 双面 V 形坡口 | 8 — 单面 J 形坡口 |
| 4 — 单斜面坡口 | 9 — 双面 J 形坡口 |
| 5 — 双斜面坡口 | 10 — 喇叭斜面坡口 |

焊接工艺符号（如无保护金属电弧）

- S — 埋弧焊
 G — 气体保护熔化极电弧焊
 F — 药芯焊丝电弧焊

焊接工艺

- SMAW — 焊条电弧焊
 GMAW — 气体保护电弧焊
 GTAW — 钨极气体保护电弧焊
 FCAW — 药芯焊丝电弧焊
 SAW — 埋弧焊

焊接位置

- F — 平焊
 H — 横焊
 V — 立焊
 OH — 仰焊

尺寸

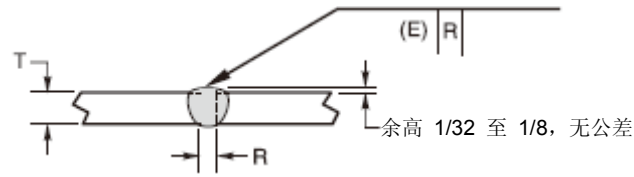
- R = 根部间隙
 α 、 β = 坡口角度
 f = 钝边
 r = J 形或 U 形坡口半径
 S、S₁、S₂ = PJP 坡口焊缝坡口深度
 E、E₁、E₂ = 分别对应于 S、S₁、S₂ 的 PJP 坡口焊缝尺寸

接头标号

小写字母，例如 a、b、c 等，用来区分在其他地方有相同标号的接头。

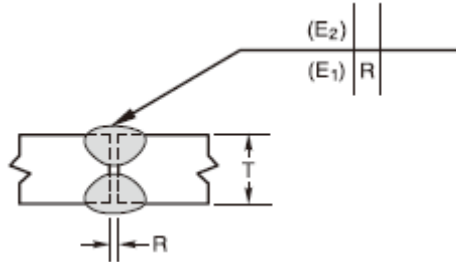
见 70 页注

方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)



焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
			根部间隙	公差				
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW FCAW GMAW	B-P1a	16 ga 至 1/8	R = 0 至 T/2	+T/2, -0	±T/2	全部	3T/4	a, b, o
	B-P1c	1/8 至 1/4 最大值	R = T/2 最小值	+1/16, -0	±1/16	全部	T/2	a, b, o

方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)

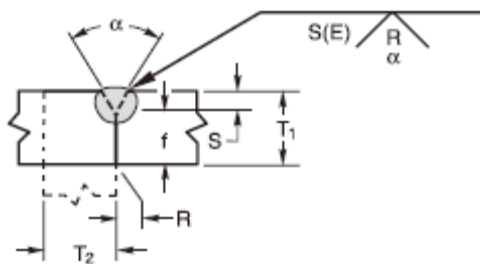


$E_1 + E_2$ 不得超过 $3T/4$

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
			根部间隙	公差				
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW FCAW GMAW	B-P1b	1/4 最大值	R = T/2	+T/4, -0	±T/4	全部	T/4	a, o

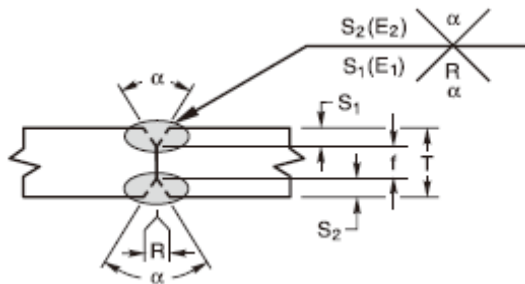
图 3.4 — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

单面 V 形坡口焊缝 (2)
 对接接头 (B)
 角接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
				根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BC-P2	1/8 最小值	U	R = 0 f = 1/32 最小值 α = 60°	0, +1/16 +U, -0 +10°, -0°	+T ₁ /2, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	f, l, o
FCAW GMAW GTAW	BC-P2-GF	1/4 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 α = 60°	0, +1/16 +U, -0 +10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	a, f, l, o
GMAW SAW	BC-P2-a	7/16 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	S	a, l

双面 V 形坡口焊缝 (3)
 对接接头 (B)

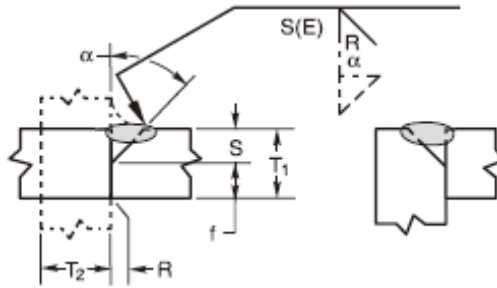


焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
GTAW SMAW	B-P3	3/16 最小值	R = 0 f = 1/16 最小值 α = 60°	+1/16, -0 +U, -0 +10°, -0°	+T/2, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	f, j, l, o
FCAW GMAW GTAW	B-P3-GF	3/16 最小值	R = 0 f = 1/8 最小值 α = 60°	+1/16, -0 +U, -0 +10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, f, j, l, o
GMAW SAW	B-P3-a	3/4 最小值	R = 0 f = 1/4 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, j, l

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

见 70 页注

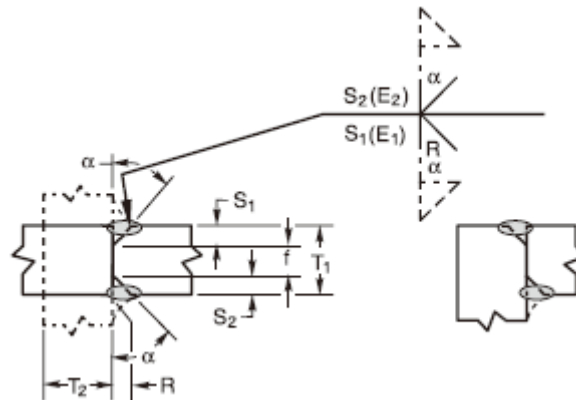
单面削斜坡口焊缝 (4)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	焊缝尺寸 (E)	注
				根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P4	3/16 最小值	U	R = 0 f = 1/16 最小值 α = 45°	+1/16, -0 无限制 ^a +10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S -1/8	f, g, l, n, o
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	3/8 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 α = 45°	+1/16, -0 无限制 ^a +10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	F, H	S	a, g, l, n
							n, OH	S -1/8	
GMAW SAW	TC-P4-S	7/16 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+1/16, -0±1/16 +10°, -5°	F	S	a, g, l, n

^a 对于平焊和横焊位置: f = +U, -0.

双面削斜坡口焊缝 (5)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)

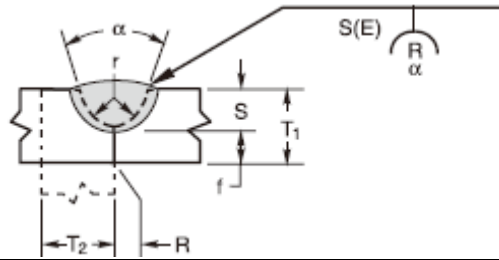


焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	焊缝总尺 寸 (E ₁ + E ₂)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P5	5/16 最小值	U	R = 0 f = 1/16 最小值 α = 45°	+1/16, -0 无限制 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	(S ₁ + S ₂) -1/4	f, g, h, j, l, n, o
GMAW	BTC-P5-G	3/8 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 α = 45°	+1/16, -0 无限制 +10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 +10°, -5°	F, H	S ₁ + S ₂	a, g, h, j, l, n
FCAW	BTC-P5-F	5/8 最小值					n, OH	(S ₁ + S ₂) -1/4	
GMAW SAW	TC-P5	3/4 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+1/16, -0±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, h, j, l, n

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

见 70 页注

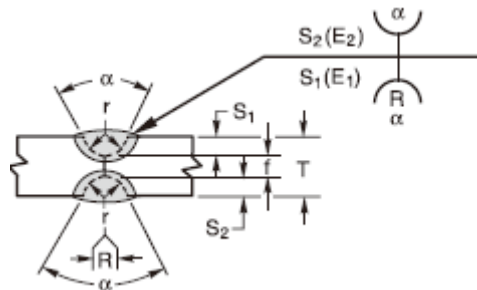
单面 U 形坡口焊缝 (6)
 对接接头 (B)
 角接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW GMAW	BC-P6	1/8 最小值	U	R = 0 f = 1/32 最小值 r = T/2 a α = 45°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	a, l, o
FCAW	BC-P6-F	1/4 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 r = T/2 a α = 20°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	l, o
GMAW SAW	BC-P6-a	7/16 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = T/2 α = 20°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S	a, l

a 未超过 1/4 英寸

双面 U 形坡口焊缝 (7)
 对接接头 (B)

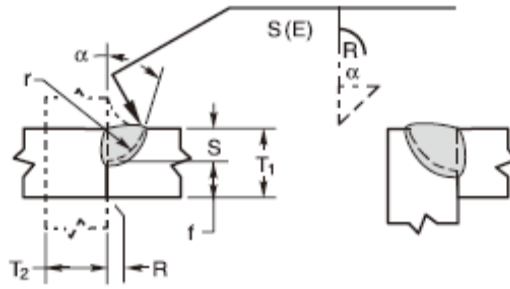


焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
			根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW GMAW	B-P7	1/4 最小值	R = 0 f = 1/16 最小值 r = T/2 ^a α = 45°	+1/16, -0 +U, -0 +T/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, j, l, o
FCAW	B-P7-F	3/8 最小值	R = 0 f = 1/8 最小值 r = T/2 ^a α = 20°	+1/16, -0 +U, -0 +T/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	j, l, o
GMAW SAW	B-P7-a	5/8 最小值	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/4 α = 20°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, j, l

a 未超过 1/4 英寸

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

单面 J 形坡口焊缝 (8)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	焊缝尺寸 (E)	注
				根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	TC-P8 ^a	3/16 最小值	U	R = 0 f = 1/16 最小值 r = T/2 最小值 ^c α = 45°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	f, g, l, o
SMAW GTAW	BC-P8 ^b	3/16 最小值	U	R = 0 f = 1/16 最小值 r = T/2 ^c α = 30°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	f, g, l, n, o
FCAW	TC-P8-F ^a	1/4 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 r = T/2 ^c α = 45°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	g, l, o
FCAW	BC-P8-F ^b	1/4 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 r = T/2 ^c α = 30°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S	g, l, n, o
GMAW SAW	TC-P8-a	7/16 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/2 α = 45°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S	a, g, l
GMAW SAW	C-P8	7/16 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/2 α = 20°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S	a, g, l, n

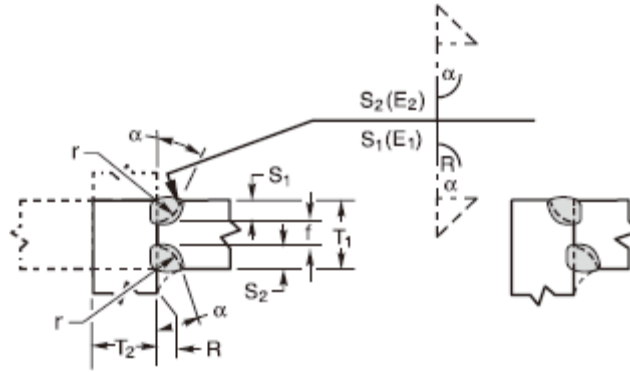
^a 应用于内侧角接头。

^b 应用于外侧角接头。

^c 不得超过 1/2 英寸

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

双面 J 形坡口焊缝 (9)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P9	1/4 最小值	U	R = 0 f = 1/16 最小值 r = T/2 ^b α = 45°	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	f, g, j, l, n, o
FCAW GMAW	BTC-P9-GF ^b	1/2 最小值	U	R = 0 f = 1/8 最小值 r = T/2 ^c α = 30° ^b α = 45° ^a	+1/16, -0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/8, -1/16 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n, o
FCAW GMAW	BTC-P9a-GF ^b	3/4 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/2 α = 45°	±0 +U, -0 +1/4, -0 + 10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n
SAW	C-P9-S ^a								
GMAW FCAW SAW	C-P9-S ^b	3/4 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/2 α = 20°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n
SAW	T-P9-S	3/4 最小值	U	R = 0 f = 1/4 最小值 r = 1/2 α = 45°	±0 +U, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 ±1/16 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	g, j, l

^a 应用于内侧角接头。

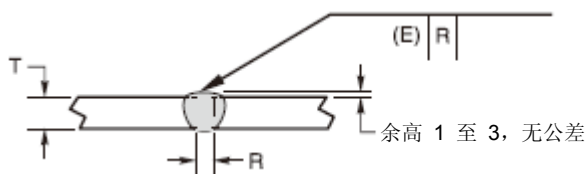
^b 应用于外侧角接头。

^c 不得超过 1/2 英寸

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)

见 70 页注

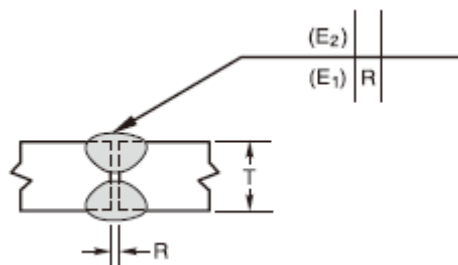
方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备		允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
			根部间隙	公差			
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW FCAW GMAW	B-P1a	16 ga 至 3	$R = 0 \text{ 至 } T/2$	$+T/2, -0$	$\pm T/2$	全部	$3T/4$ a, b, o
	B-P1c	3 至 6 最大值	$R = T/2 \text{ 最小值}$	$+2, -0$	± 2	全部	$T/2$ a, b, o

方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)

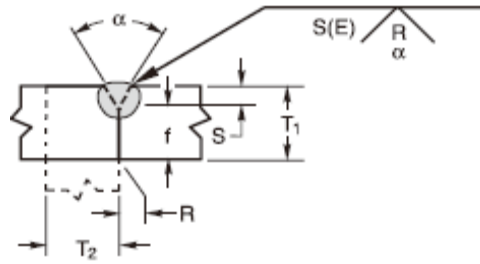


$E1 + E2$ 不得超过 $3T/4$
所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备		允许的焊接位置	焊缝总尺寸 ($E_1 + E_2$)	注
			根部间隙	公差			
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW FCAW GMAW	B-P1b	6 最大值	$R = T/2$	$+T/4, -0$	$\pm T/4$	全部	$T/4$ a, o

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)
(单位为毫米)

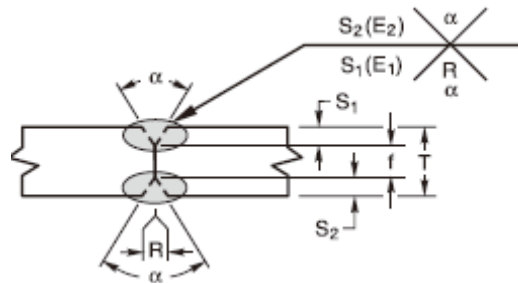
单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)
角接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BC-P2	3 最小值	U	R = 0 f = 1 最小值 α = 60°	0, +2 +U, -0 +10°, -0°	+T1 /2, -2 ±2 +10°, -5°	全部	S	f, l, o
FCAW GMAW GTAW	BC-P2-GF	6 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 α = 60°	0, +2 +U, -0 +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	全部	S	a, f, l, o
GMAW SAW	BC-P2-a	11 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	S	a, l

双面 V 形坡口焊缝 (3)
对接接头 (B)

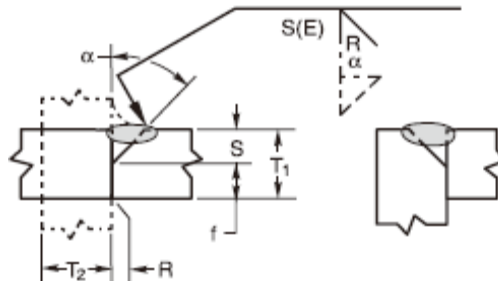


所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
		T			零件图用 (参见 3.23.2)				装配用 (参见 5.4)
GTAW SMAW	B-P3	5 最小值	R = 0 f = 2 最小值 α = 60°	+2, -0 +U, -0 +10°, -0°	+T/2, -2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	f, j, l, o
FCAW GMAW GTAW	B-P3-GF	5 最小值	R = 0 f = 3 最小值 α = 60°	+2, -0 +U, -0 +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, f, j, l, o
GMAW SAW	B-P3-a	20 最小值	R = 0 f = 6 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, j, l

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)
(单位为毫米)

单面削斜坡口焊缝 (4)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)

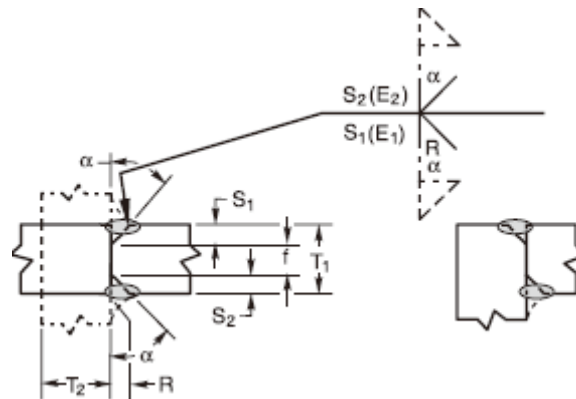


所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	焊缝尺寸 (E)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P4	5 最小值	U	R = 0 f = 2 最小值 α = 45°	+2, -0 无限制 ^a +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	全部	S -3	f, g, l, n, o
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	10 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 α = 45°	+2, -0 无限制 ^a +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	F, H	S	a, g, l, n
							n, OH	S -3	
GMAW SAW	TC-P4-S	11 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	S	a, g, l, n

^a 对于平焊和横焊位置: f = +U, -0.

双面削斜坡口焊缝 (5)
 对接接头 (B)
 T 形接头 (T)
 角接头 (C)



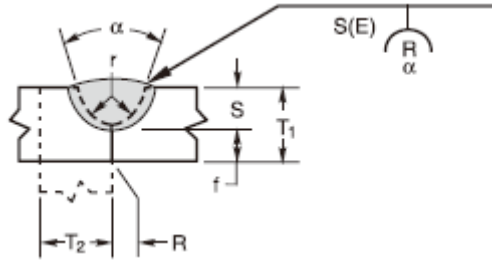
所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P5	8 最小值	U	R = 0 f = 2 最小值 α = 45°	+2, -0 无限制 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	全部	(S ₁ + S ₂) -6	f, g, h, j, l, n, o
GMAW	BTC-P5-G	10 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 α = 45°	+2, -0 无限制 +10°, -0°	+3, -2 ±2 +10°, -5°	F, H	S ₁ + S ₂	a, g, h, j, l, n
FCAW	BTC-P5-F	16 最小值					n, OH	(S ₁ + S ₂) -6	
GMAW SAW	TC-P5	20 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 α = 60°	±0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, h, j, l, n

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1) (单位为毫米)

见 70 页注

单面 U 形坡口焊缝 (6)
对接接头 (B)
角接头 (C)

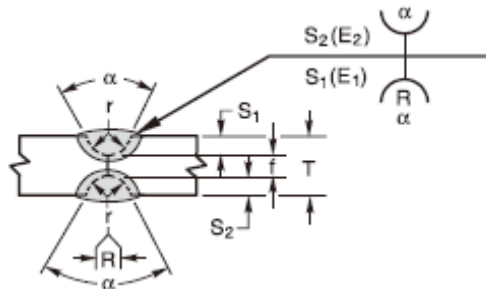


所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW GMAW	BC-P6	3 最小值	U	R = 0 f = 1 最小值 r = T/2 ^a α = 45°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	a, l, o
FCAW	BC-P6-F	6 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 r = T/2 ^a α = 20°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	l, o
GMAW SAW	BC-P6-a	11 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = T/2 ^a α = 20°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S	a, l

^a 未超过 6 mm

双面 U 形坡口焊缝 (7)
对接接头 (B)



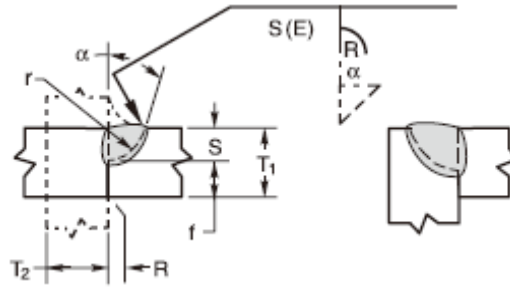
所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
			根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
		T		零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW GMAW	B-P7	6 最小值	R = 0 f = 2 最小值 r = T/2 ^a α = 45°	+2, -0 +U, -0 +T/4, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, j, l, o
FCAW	B-P7-F	10 最小值	R = 0 f = 3 最小值 r = T/2 ^a α = 20°	+2, -0 +U, -0 +T/4, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	j, l, o
GMAW SAW	B-P7-a	16 最小值	R = 0 f = 6 最小值 r = 6 α = 20°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, j, l

^a 未超过 6 mm

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1) (单位为毫米)

单面 J 形坡口焊缝 (8)
对接接头 (B)
T 形接头 (T)
角接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝尺寸 (E)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	TC-P8 a	5 最小值	U	R = 0 f = 2 最小值 r = T/2 最小值 ^c α = 45°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	f, g, l, o
SMAW GTAW	BC-P8 b	5 最小值	U	R = 0 f = 2 最小值 r = T/2 ^c α = 30°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	f, g, l, n, o
FCAW	TC-P8-Fa	6 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 r = T/2 ^c α = 45°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	g, l, o
FCAW	BC-P8-F b	6 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 r = T/2 ^c α = 30°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S	g, l, n, o
GMAW SAW	TC-P8-a	11 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = 12 α = 45°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S	a, g, l
GMAW SAW	C-P8	11 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = 12 α = 20°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S	a, g, l, n

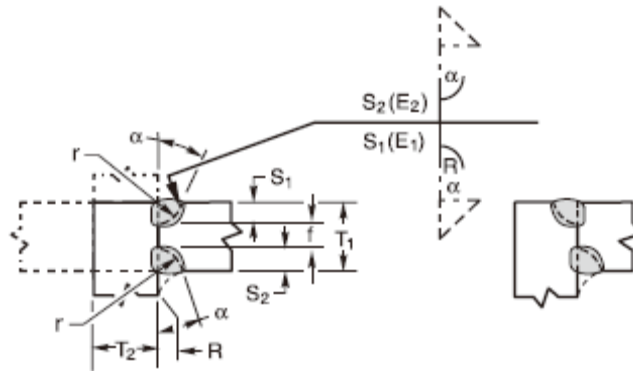
^a 应用于内侧角接头。

^b 应用于外侧角接头。

^c 不得超过 12 mm

图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)
(单位为毫米)

双面 J 形坡口焊缝 (9)
对接接头 (B)
T 形接头 (T)
角接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	焊缝总尺寸 (E ₁ + E ₂)	注
		T ₁	T ₂	根部间隙 钝边 坡口半径 坡口角度	公差				
					零件图用 (参见 3.23.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	BTC-P9	6 最小值	U	R = 0 f = 2 最小值 r = T/2 ^b α = 45°	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	f, g, j, l, n, o
FCAW GMAW	BTC-P9-GF b	12 最小值	U	R = 0 f = 3 最小值 r = T/2 ^c α = 30° ^b α = 45° ^a	+2, -0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+3, -2 ±2 ±2 +10°, -5°	全部	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n, o
FCAW GMAW	BTC-P9a-GF b	20 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = 12 α = 45°	±0 +U, -0 +6, -0 + 10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n
SAW	C-P9-S a								
GMAW FCAW SAW	C-P9-S b	20 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = 12 α = 20°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	a, g, j, l, n
SAW	T-P9-S	20 最小值	U	R = 0 f = 6 最小值 r = 12 α = 45°	±0 +U, -0 +6, -0 +10°, -0°	+2, -0 ±2 ±2 +10°, -5°	F	S ₁ + S ₂	g, j, l

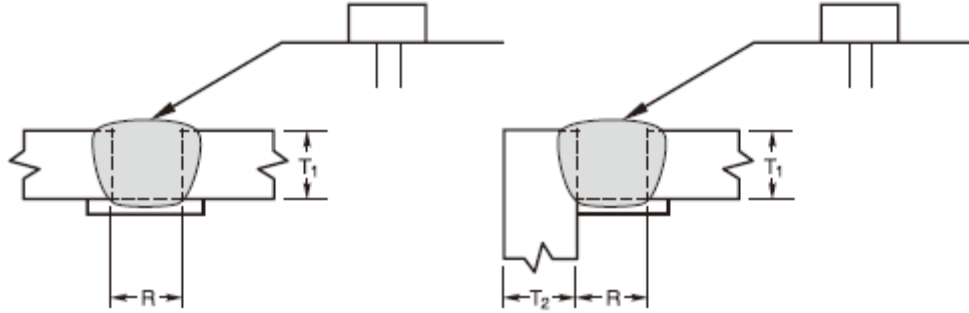
^a 应用于内侧角接头。

^b 应用于外侧角接头。

^c 不得超过 12 mm

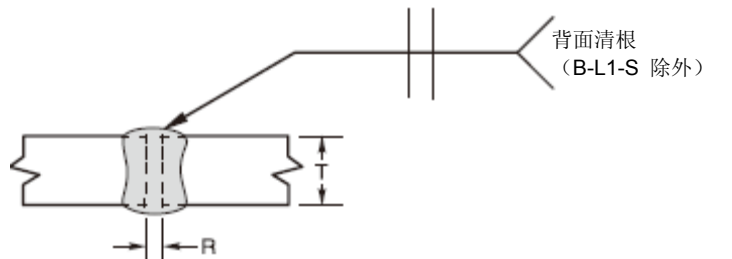
图 3.4 (续) — 预评定 PJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.23.1)
(单位为毫米)

方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)
角接接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	注
				根部间隙	公差			
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GMAW	B-L1a C-L1a	1/4 最大值	—	R = T ₁	+T/4 ≤ 1/16, -0	+T/4 ≤ 1/4, -T/4 ≤ 1/16	全部	a, k, o
GTAW		1/4 最大值	U	R = T ₁	+T/4 ≤ 1/16, -0	+T/4 ≤ 1/4, -T/4 ≤ 1/16	全部	k, o
FCAW	B-L1a-F	3/8 最大值	—	R = T ₁	+1/16, -0	+T/4 ≤ 1/4, -T/4 ≤ 1/16	全部	k, o
SAW	B-L1-S	3/8 最大值	—	R = T ₁	+1/16, -0	+T/4 ≤ 1/4, -T/4 ≤ 1/16	F	k

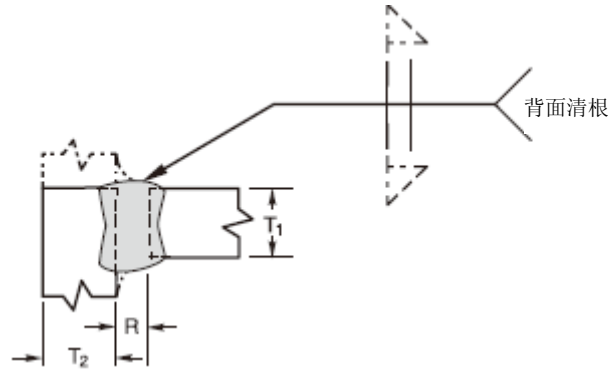
方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)



焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW	B-L1b	1/4 最大值	R = T/2	+T/4 ≤ 1/16, −0	+1/16, −T/2 ≤ 1/8	全部	d, k, o
FCAW	B-L1b-F	3/8 最大值	R = 0 至 1/8	+1/16, −0	+1/16, −T/2 ≤ 1/8	全部	d, k, o
GMAW	B-L1b-G	3/8 最大值	R = 0 至 1/8	+1/16, −0	+1/16, −T/2 ≤ 1/8	全部	a, d, k
SAW	B-L1-S	3/8 最大值	R = 0	±0	+1/16, −0	F	k
SAW	B-L1a-S	5/8 最大值	R = 0	±0	+1/16, −0	F	d, k

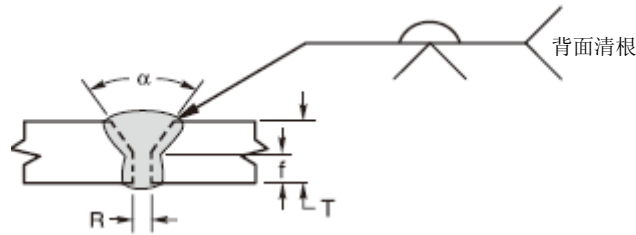
图 3.5 — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

方形坡口焊缝 (1)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	公差			
					零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW	TC-L1b	1/4 最大值	U	R = T ₁ / 2	+T/4 ≤ 1/16, -0	+1/16, -T/2 ≤ 1/8	全部	d, g, o
GMAW FCAW	TC-L1-GF	3/8 最大值	U	R = 0 至 1/8	+1/16, -0	+1/16, -T/2 ≤ 1/8	GMAW — F	a, d, g
							FCAW — 全部	a, d, g, o
SAW	TC-L1-S	3/8 最大值	U	R = 0	±0	+1/16, -0	F	d, g

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)



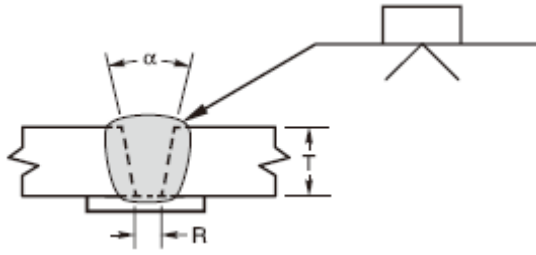
焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW	B-U2	U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 60°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 + 10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, k, o
	B-L2	2 最大值					
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 + 10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, k, o
SAW	B-L2c-S	1/2 以上至 1	R = 0 f = 1/4 最大值 α = 60°	R = ±0 f = +0, -1/16 α = +10°, -0°	+1/16, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	d, k
		1 以上至 1-1/2	R = 0 f = 1/2 最大值 α = 60°				
		1-1/2 以上至 2	R = 0 f = 5/8 最大值 α = 60°				

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

见 70 页注

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)

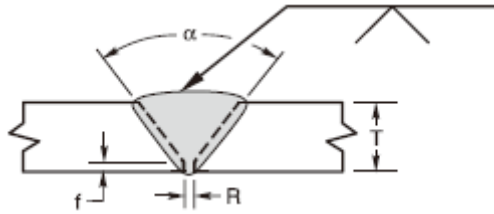


公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +1/16, -0$	$+1/4, -1/16$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备		允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度		
SMAW	B-U2a	U	$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	k, o
GTAW	B-L2a	1 最大值	$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	k, o
			$R = 1/2$	$\alpha = 20^\circ$	全部	k, o
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	$R = 3/16$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, k, o
			$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, k, o
			$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, k, o
SAW	B-L2a-S	2 最大值	$R = 1/4$	$\alpha = 30^\circ$	F	N
SAW	B-U2-S	U	$R = 5/8$	$\alpha = 20^\circ$	F	N

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)

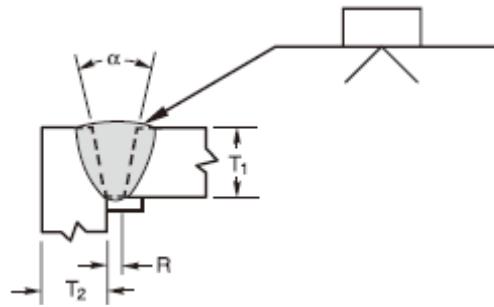


焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值	坡口准备			允许的焊接 位置	注
		根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
			零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)			
GTAW	B-L2b	T 1/16 最小值至 1	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/16 α = 75°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/32, -0 0°, -10°	+1/16, -T/2 ≤ 1/32 +0, -T/2 ≤ 1/32 ±5%	全部	e, o, p, q

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

见 70 页注

单面 V 形坡口焊缝 (2)
角接头 (C)



公差

零件图用

(参见 3.24.2)

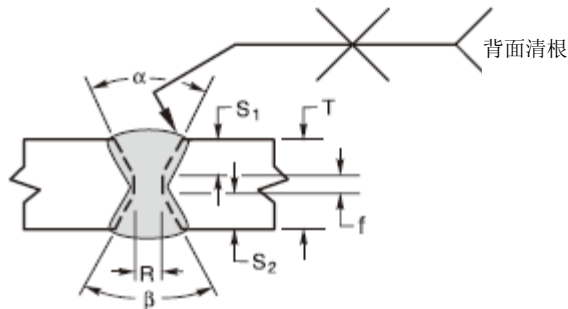
装配用

(参见 5.4)

 $R = +1/16, -0$ $+1/4, -1/16$ $\alpha = +10^\circ, -0^\circ$ $+10^\circ, -5^\circ$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度		
SMAW	C-U2a	U	U	$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	l, o
GTAW	C-L2a	1 最大值		$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	l, o
				$R = 1/2$	$\alpha = 20^\circ$	全部	l, o
GMAW FCAW	C-U2a-GF	U	U	$R = 3/16$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, o
				$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, l, o
				$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, l, o
SAW	C-L2a-S	2 最大值	U	$R = 1/4$	$\alpha = 30^\circ$	F	l
SAW	C-U2-S	U	U	$R = 5/8$	$\alpha = 20^\circ$	F	l

双面 V 形坡口焊缝 (3)
对接接头 (B)



仅对于 B-U3c-S

T

S₁

最小值

最大值

2

2-1/2

2-1/2

3

3

3-5/8

3-5/8

4

4

4-3/4

4-3/4

5-1/2

5-1/2

6-1/4

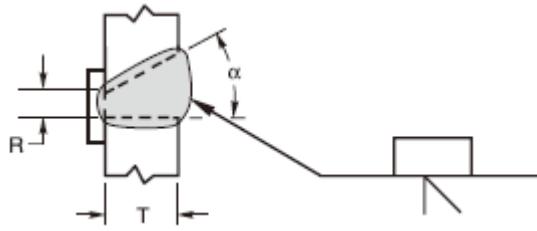
对于 $T > 6-1/4$ 或 $T \leq 2$
 $S_1 = 2/3 (T - 1/4)$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	B-U3b	U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = β = 60°	+T/2 ≤ 1/16, -0	+1/16, -T/2 ≤ 1/8	全部	d, i, k, o
GTAW	B-L3b	2		+T/2 ≤ 1/16, -0	无限制 ^a	全部	a, d, i, k, o
GMAW FCAW	B-U3-GF	U		+10°, -0°	+10°, -5°		
SAW	B-U3c-S	1/2 最小值至 U —	R = 0 f = 1/4 最小值 α = β = 60°	+1/16, -0 +1/4, -0 +10°, -5°	+1/16, -0 +1/4, -0 +10°, -0°	F	d, i, k
			S1 见上表: S2 = T - (S1 + f)				

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

单面削斜坡口焊缝 (4)
对接接头 (B)

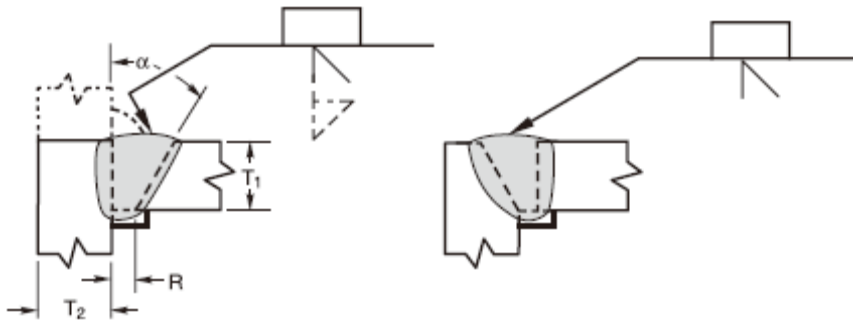


公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +1/16, -0$	$+1/4, -1/16$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊接位置	注
		T		根部间隙	坡口角度		
SMAW	B-U4a	1/4 最小值至 U		$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	c, k, o
GTAW	B-L4a	1/4 最小值至 1		$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	c, k, o
GMAW FCAW	B-U4a-GF	1/4 最小值至 U		$R = 3/16$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, c, k, o
				$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, c, k, o
				$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	F	c, k
SAW	B-U4a-S	1/4 最小值至 U		$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	F	c, k
				$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$		

单面削斜坡口焊缝 (4)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



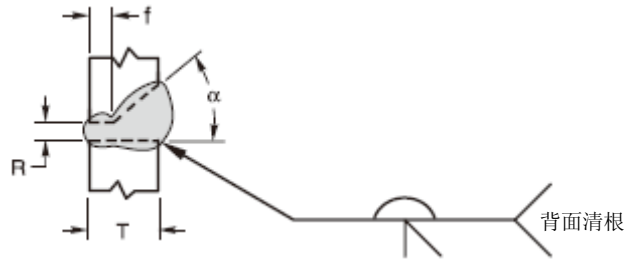
公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +1/16, -0$	$+1/4, -1/16$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度		
SMAW	TC-U4a	1/4 最小值至 U	1/4 最小值至 U	$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	全部	g, l, n, o
GTAW	TC-L4a	1/4 最小值至 1	1/4 最小值至 U	$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	g, l, n, o
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	3/16 最小值至 U	3/16 最小值至 U	$R = 3/16$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, g, l, n, o
				$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$	F	a, g, l, n
				$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, g, l, n, o
SAW	TC-U4a-S	3/8 最小值至 U	3/8 最小值至 U	$R = 3/8$	$\alpha = 30^\circ$	F	g, l, n
				$R = 1/4$	$\alpha = 45^\circ$		

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

单面斜坡口焊缝 (4)
对接接头 (B)



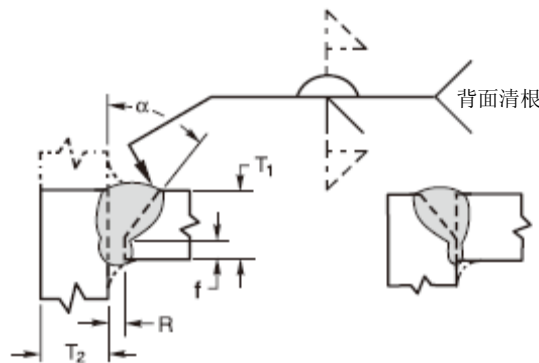
焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接 位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	B-U4b	1/16 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0	+1/16, -T/2 ≤ 1/8	全部	c, d, k, o
GTAW	B-L4b	1/16 最小值至 1		+T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	无限制 ^a 10°, -5°		
GMAW FCAW	B-U4b-GF	1/8 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a 10°, -5°	全部	a, c, d, k, o
SAW	B-U4b-S	3/8 最小值至 U	R = 0 f = 1/4 最大值 α = 60°	±0 +0, -1/8 +10°, -0°	+1/4, -0 ±1/16 10°, -5°	F	c, d

^a 受最小坡口深度限制。

单面斜坡口焊缝 (4)

T 形接头 (T)

角接头 (C)

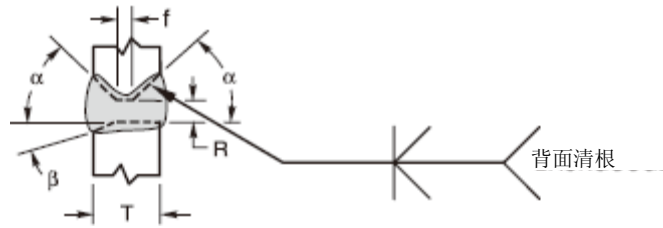


焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊 接位置	注
				根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	TC-U4b	1/16 最小值至 U	1/16 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, g, m, n, o
GTAW	TC-L4b	1/16 最小值至 1	1/16 最小值至 1					
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	1/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, g, m, n, o
SAW	TC-U4b-S	3/8 最小值至 U	3/8 最小值至 U	R = 0 f = 1/4 最大值 α = 60°	±0 +0, -1/8 +10°, -0°	+1/4, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	d, g, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

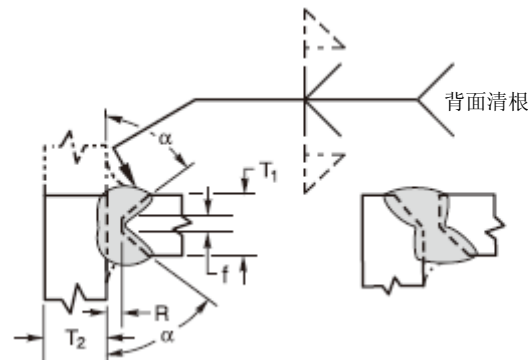
双面斜坡口焊缝 (5)
对接接头 (B)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊 接位置	注
		根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
			零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GMAW	B-U5a	1/8 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45° β = 0° 至 15°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 α + β = +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a α + β = +10°, -5°	全部	a, c, d, i, k, o
GTAW	B-L5a	1/8 最小值至 2					
FCAW	B-U5-F	3/16 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45° β = 0° 至 15°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 α + β = +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 α + β = +10°, -5°	全部	c, d, i, k, o

^a 受最小坡口深度限制。

双面斜坡口焊缝 (5)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊 接位置	注	
				根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.24.2)			装配用 (参见 5.4)
SMAW GMAW	TC-U5b	1/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, g,i, m, n, o
GTAW	TC-L5b	1/8 最小值至 2	1/8 最小值至 2					
FCAW	TC-U5-F	1/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 1/8 f = 0 至 T/2 ≤ 1/8 α = 45°	+T/4 ≤ 1/16, -0 +T/4 ≤ 1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -T/2 ≤ 1/8 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, g, i, m, n, o
SAW	TC-U5-S	3/8 最小值至 U	3/8 最小值至 U	R = 0 f = 1/4 最大值 α = 60°	±0 +0, -1/8 +10°, -0°	+1/4, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	d, g, i, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

见 70 页注

单面 U 形坡口焊缝 (6) 对接接头 (B)							公差	
							零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
							$R = \pm T/4 \leq 1/16$	$+1/16, -T/2 \leq 1/32$
							$\alpha = \pm 5^\circ$	$\pm 5^\circ$
							$f = \pm T/4 \leq 1/16$	$+0, -T/2 \leq 1/32$
							$r = +T/2 \leq 1/8, -0$	$+1/16, -1/32$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
GTAW	B-L6	1/16 最小值至 1	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	e, o, p, q

单面 U 形坡口焊缝 (6) 对接接头 (B) 角接头 (C)							公差	
							零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
							$R = +T/4 \leq 1/16, -0$	$+1/16, -T/2 \leq 1/8$
							$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
							$f = \pm T/4 \leq 1/16$	无限制 ^a
							$r = +T/2 \leq 1/8, -0$	$+1/8, -0$

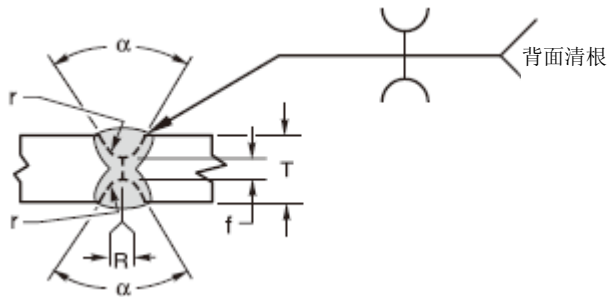
焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW GTAW	B-U6	3/32 最小值至 U	3/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	d, f, k, o
				$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	F, OH	d, f, k
	C-U6	3/32 最小值至 U	3/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	d, f, g, m, o
				$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	F, OH	d, f, g, m
GMAW FCAW	B-U6-GF	1/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	a, d, k, o
	C-U6-GF	1/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	a, d, g, m, o
SAW	BC-U6-S	1/2 最小值至 U	1/2 最小值至 U	$R = 0$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 1/4$ 最小值	$r = 1/4$ 最小值	F	d, g, m

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

见 70 页注

双面 U 形坡口焊缝 (7)
对接接头 (B)



公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
---------------------	-----------------

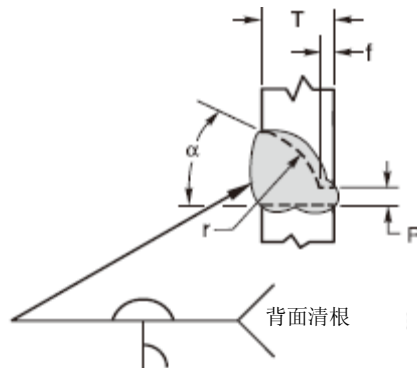
对于 B-U7 和 B-U7-GF

$R = +T/4 \leq 1/16, -0$	$+1/16, -1/8$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +T/4 \leq 1/16, -0$	无限制 ^a
$R = +T/2 \leq 1/4, -0$	$\pm 1/16$
对于 B-U7-S	
$R = +0$	$+1/16, -0$
$f = +0, -1/4$	$\pm 1/16$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW GTAW	B-U7	5/32 最小值 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	全部	d, f, i, k, o
			$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = T/2 \leq 1/4$	F, OH	d, f, i, k
GMAW FCAW	B-U7-GF	3/8 最小值 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 1/8$	$r = 1/4$ 最小值	全部	a, d, k, i, o
SAW	BC-U7-S	1/2 最小值 U	$R = 0$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 1/4$ 最大值	$r = 1/4$ 最小值	F	d, i, k

^a 受最小坡口深度限制。

单面 J 形坡口焊缝 (8)
对接接头 (B)



公差

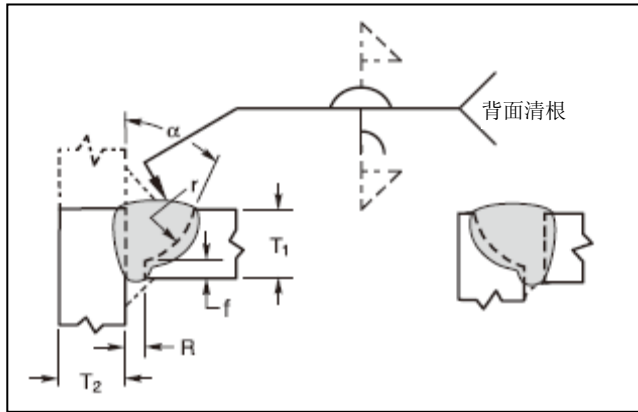
零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +T/4 \leq 1/16, -0$	$+1/16, -0$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +T/4 \leq 1/16, -0$	无限制 ^a
$r = +T/2 \leq 1/8, -0$	$\pm 1/16$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	B-U8	3/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	c, d, k, o
GTAW	B-L8	3/32 最小值至 1						
GMAW FCAW	B-U8-GF	1/8 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	a, c, d, k, o
SAW	B-U8-S	3/8 最小值至 U	$R = 0$	$\alpha = 45^\circ$	$f = 1/4$ 最大值	$r = 3/8$	F	c, d, k

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

单面 J 形坡口焊缝 (8)
T 形接头 (T)
角接头 (C)



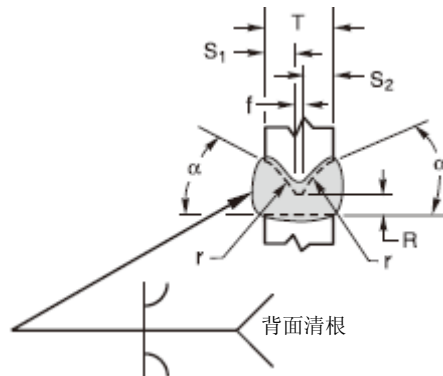
公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +T/4 \leq 1/16$	$+1/16, -0$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +1/16, -0$	无限制 ^a
$r = +1/4, -0$	$\pm 1/16$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	TC-U8a	3/32 最小值至 U	3/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	d, g, m, n, o
GTAW	TC-L8a	3/32 最小值至 U	3/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	F, OH	d, g, m, n
GMAW FCAW	TC-U8a-GF	3/8 最小值至 U	1/8 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	a, d, g, m, n, o
SAW	TC-U8a-S	3/8 最小值至 U	—	$R = 0$	$\alpha = 45^\circ$	$f = 1/4$ 最大值	$r = 3/8$	F	d, g, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

双面 J 形坡口焊缝 (9)
对接接头 (B)



公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +T/4 \leq 1/16, -0$	$+1/16, -0$
$\alpha = +10^\circ -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +T/4 \leq 1/16, -0$	无限制 ^a
$r = +T/2 \leq 1/8, -0$	$\pm 1/16$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	B-U9	5/32 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	c, d, i, k, o
GTAW	B-L9	5/32 最小值至 2						
GMAW FCAW	B-U9-GF	3/8 最小值至 U —	$R = 0$ 至 $1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = 1/8$ 最小值	$r = 3/8$ 最小值	全部	a, c, d, i, k, o

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

见 70 页注

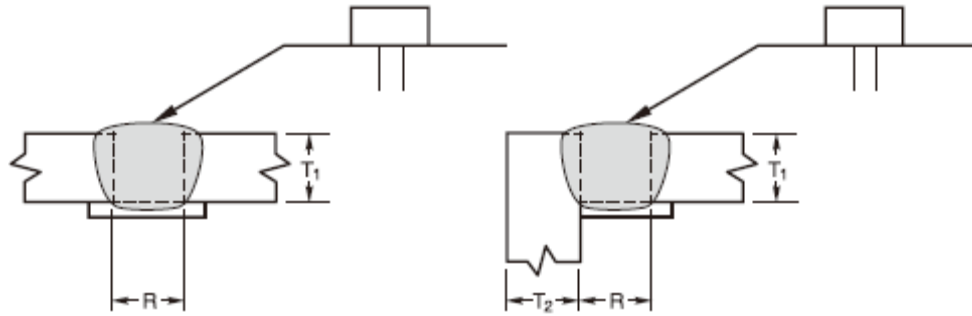
双面 J 形坡口焊缝 (9) T 形接头 (T) 角接头 (C)		公差	
		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
		$R = +T/4 \leq 1/16, -0$	$+1/16, -0$
		$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
		$f = +T/4 \leq 1/16, -0$	无限制 ^a
		$r = +T/2 \leq 1/8, -0$	$\pm 1/16$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	TC-U9a	5/32 最小值至 U	U	$R = 0 \text{ 至 } T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	全部	d, g, i, m, n, o
GTAW	TC-L9a	5/32 最小值至 2		$R = 0 \text{ 至 } T/2 \leq 1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 1/8$	$r = 3T/4 \leq 3/8$	F, OH	d, g, i, m, n
GMAW FCAW	TC-U9a-GF	3/8 最小值至 U	U	$R = 0 \text{ 至 } 1/8$	$\alpha = 30^\circ$	$f = 1/8 \text{ 最小值}$	$r = 3/8 \text{ 最小值}$	全部	a, d, g, i, m, n, o

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)

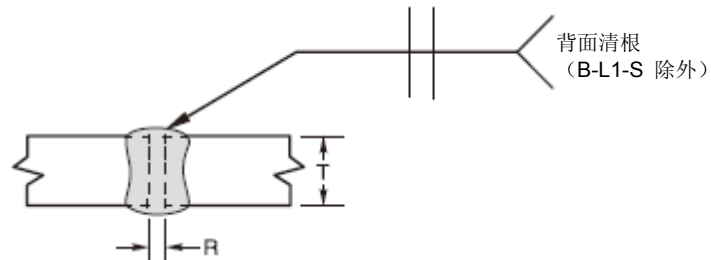
方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)
角接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接 位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	公差			
					零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GMAW	B-L1a C-L1a	6 最大值	—	R = T ₁	+T/4 ≤ 2, -0	+T/4 ≤ 6, -T/4 ≤ 2	全部	a, k, o
GTAW		6 最大值	U	R = T ₁	+T/4 ≤ 2, -0	+T/4 ≤ 6, -T/4 ≤ 2	全部	k, o
FCAW	B-L1a-F	10 最大值	—	R = T ₁	+2, -0	+T/4 ≤ 6, -T/4 ≤ 2	全部	k, o
SAW	B-L1-S	10 最大值	—	R = T ₁	+2, -0	+T/4 ≤ 6, -T/4 ≤ 2	F	k

方形坡口焊缝 (1)
对接接头 (B)



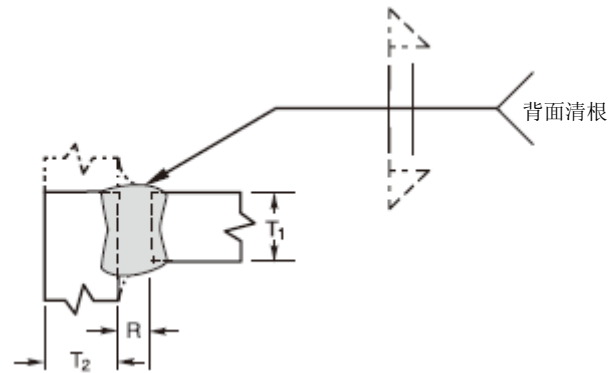
所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW	B-L1b	6 最大值	R = T/2	+T/4 ≤ 2, -0	+2, -T/2 ≤ 3	全部	d, k, o
FCAW	B-L1b-F	10 最大值	R = 0 至 3	+2, -0	+2, -T/2 ≤ 3	全部	d, k, o
GMAW	B-L1b-G	10 最大值	R = 0 至 3	+2, -0	+2, -T/2 ≤ 3	全部	a, d, k
SAW	B-L1-S	10 最大值	R = 0	±0	+2, -0	F	k
SAW	B-L1a-S	16 最大值	R = 0	±0	+2, -0	F	d, k

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

见 70 页注

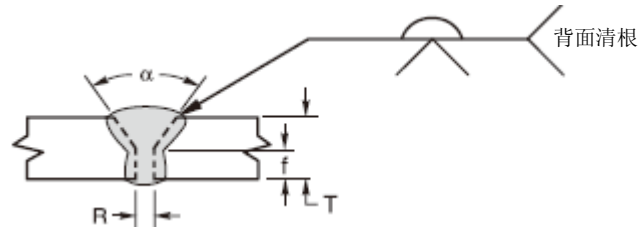
方形坡口焊缝 (1)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	公差			
					零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GTAW	TC-L1b	6 最大值	U	R = T ₁ / 2	+T/4 ≤ 2, -0	+2, -T/2 ≤ 3	全部	d, g, o
GMAW FCAW	TC-L1-GF	10 最大值	U	R = 0 至 3	+2, -0	+2, -T/2 ≤ 3	GMAW — F	a, d, g
							FCAW — 全部	a, d, g, o
SAW	TC-L1-S	10 最大值	U	R = 0	±0	+2, -0	F	d, g

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)



所有尺寸单位: mm

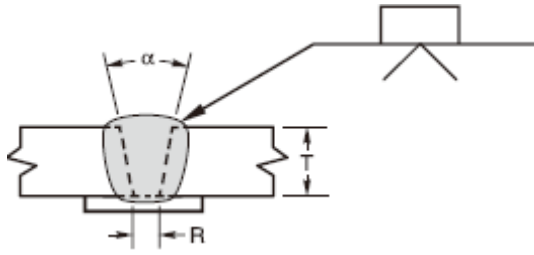
焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接位置	注
		根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
			零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)			
SMAW GTAW	B-U2	U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 60°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 + 10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, k, o
	B-L2	50 最大值					
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 + 10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, k, o
SAW	B-L2c-S	12 以上至 25	R = 0 f = 6 最大值 α = 60°	R = ±0 f = +0, -2 α = +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	d, k
		25 以上至 40	R = 0 f = 12 最大值 α = 60°				
		40 以上至 50	R = 0 f = 16 最大值 α = 60°				

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1) (单位为毫米)

见 70 页注

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)

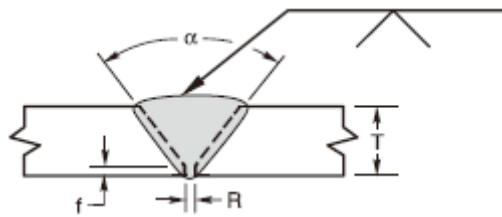


公差	
零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +2, -0$	$+6, -2$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备		允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度		
SMAW	B-U2a	U	$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	全部	k, o
GTAW	B-L2a	25 最大值	$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	全部	k, o
			$R = 12$	$\alpha = 20^\circ$	全部	k, o
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	$R = 5$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, k, o
			$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, k, o
			$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, k, o
SAW	B-L2a-S	50 最大值	$R = 6$	$\alpha = 30^\circ$	F	k
SAW	B-U2-S	U	$R = 16$	$\alpha = 20^\circ$	F	k

单面 V 形坡口焊缝 (2)
对接接头 (B)



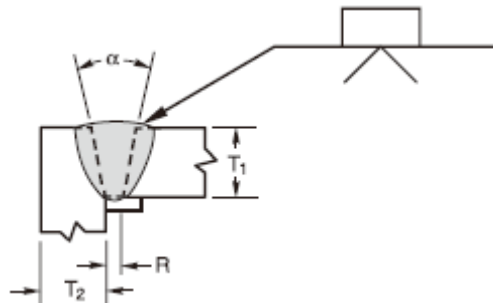
所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值	坡口准备			允许的焊接 位置	注
		根部间隙 钝边 坡口角度	公差				
			零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)			
GTAW	B-L2b	2 最小值至 25	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 2 α = 75°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 1, -0 0°, -10°	+2, -T/2 ≤ 1 +0, -T/2 ≤ 1 ±5%	全部	e, o, p, q

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

见 70 页注

单面 V 形坡口焊缝 (2)
角接头 (C)

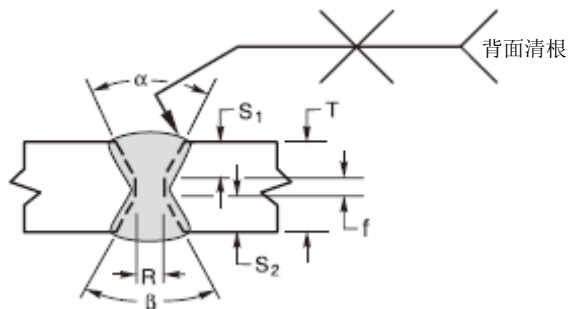


所有尺寸单位: mm

公差	
零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +2, -0$	$+6, -2$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度		
SMAW	C-U2a	U	U	R = 6	$\alpha = 45^\circ$	全部	I, o
GTAW	C-L2a	25 最大值		R = 10	$\alpha = 30^\circ$	全部	I, o
				R = 12	$\alpha = 20^\circ$	全部	I, o
GMAW FCAW	C-U2a-GF	U	U	R = 5	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, o
				R = 10	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, I, o
				R = 6	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, I, o
SAW	C-L2a-S	50 最大值	U	R = 6	$\alpha = 30^\circ$	F	I
SAW	C-U2-S	U	U	R = 16	$\alpha = 20^\circ$	F	I

双面 V 形坡口焊缝 (3)
对接接头 (B)



所有尺寸单位: mm

仅对于 B-U3c-S

T		S ₁
最小值	最大值	
50	60	35
60	80	45
80	90	55
90	100	60
100	120	70
120	140	80
140	160	90
对于 T > 160 或 T ≤ 50 S ₁ = 2/3 (T - 6)		

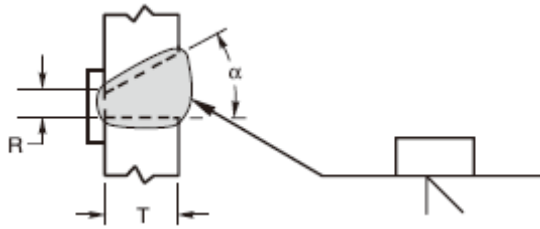
焊接工艺	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	B-U3b	U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = β = 60°	+T/2 ≤ 2, -0 +T/2 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, i, k, o
GTAW	B-L3b	50				全部	a, d, i, k, o
GMAW FCAW	B-U3-GF	U					
SAW	B-U3c-S	12 最小值至 U	R = 0 f = 6 最小值 α = β = 60°	+2, -0 +6, -0 +10°, -5°	+2, -0 +6, -0 +10°, -0°	F	d, i, k
			S1 见上表: S2 = T - (S1 + f)				

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

见 70 页注

单面削斜坡口焊缝 (4)
对接接头 (B)



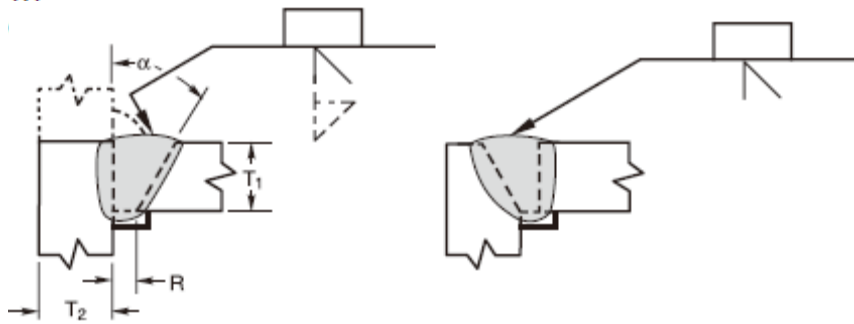
公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +2, -0$	$+6, -2$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

所有尺寸单位: mm

焊接工艺	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备		允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度		
SMAW	B-U4a	6 最小值至 U	$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	全部	c, k, o
GTAW	B-L4a	6 最小值至 25	$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	全部	c, k, o
GMAW FCAW	B-U4a-GF	6 最小值至 U	$R = 5$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, c, k, o
			$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	全部	a, c, k, o
			$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	F	c, k
SAW	B-U4a-S	6 最小值至 U	$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	F	c, k
			$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$		

单面削斜坡口焊缝 (4)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



公差

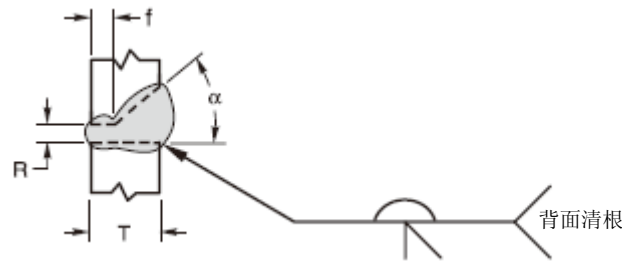
零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +2, -0$	$+6, -2$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$

所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备		允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度		
SMAW	TC-U4a	6 最小值至 U	6 最小值至 U	$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	全部	g, l, n, o
GTAW	TC-L4a	6 最小值至 25		$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	全部	g, l, n, o
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	5 最小值至 U	5 最小值至 U	$R = 5$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, g, l, n, o
				$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$	F	a, g, l, n
				$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	全部	a, g, l, n, o
SAW	TC-U4a-S	10 最小值至 U	10 最小值至 U	$R = 10$	$\alpha = 30^\circ$	F	g, l, n
				$R = 6$	$\alpha = 45^\circ$		

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

单面斜坡口焊缝 (4)
对接接头 (B)

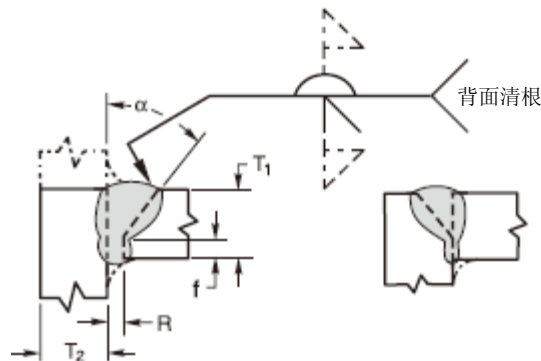


所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接 位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	B-U4b	2 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a 10°, -5°	全部	c, d, k, o
GTAW	B-L4b	2 最小值至 1					
GMAW FCAW	B-U4b-GF	3 最小值至 U —	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a 10°, -5°	全部	a, c, d, k, o
SAW	B-U4b-S	10 最小值至 U —	R = 0 f = 6 最大值 α = 60°	±0 +0, -3 +10°, -0°	+6, -0 ±2 10°, -5°	F	c, d

^a 受最小坡口深度限制。

单面斜坡口焊缝 (4)
T 形接头 (T)
角接接头 (C)



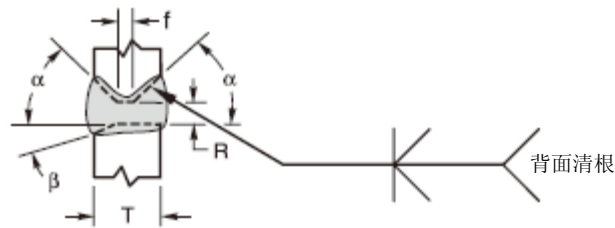
所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)		根部间隙 钝边 坡口角度	坡口准备		允许的焊 接位置	注
		T ₁	T ₂		公差			
					零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW	TC-U4b	2 最小值至 U	2 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, g, m, n, o
GTAW	TC-L4b	2 最小值至 25	2 最小值至 25					
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	3 最小值至 U	3 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, g, m, n, o
SAW	TC-U4b-S	10 最小值至 U	10 最小值至 U	R = 0 f = 6 最大值 α = 60°	±0 +0, -3 +10°, -0°	+6, -0 ±2 +10°, -5°	F	d, g, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

双面斜坡口焊缝 (5)
对接接头 (B)

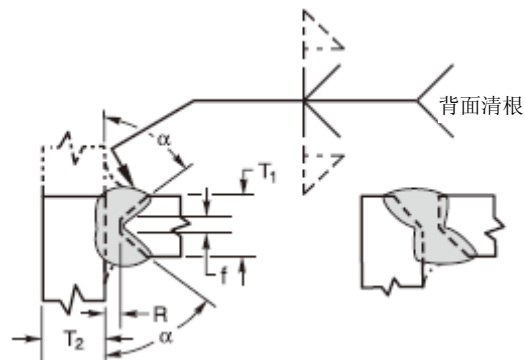


所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备			允许的焊接位置	注
			根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GMAW	B-U5a	3 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45° β = 0° 至 15°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 α + β = +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a α + β = +10°, -5°	全部	a, c, d, i, k, o
GTAW	B-L5a	3 最小值至 50		α + β = +10°, -0°	α + β = +10°, -5°		
FCAW	B-U5-F	5 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45° β = 0° 至 15°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 α + β = +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 α + β = +10°, -5°	全部	c, d, i, k, o

^a 受最小坡口深度限制。

双面斜坡口焊缝 (5)
T 形接头 (T)
角接头 (C)



所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)		坡口准备			允许的焊接位置	注
				根部间隙 钝边 坡口角度	公差			
		T ₁	T ₂		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)		
SMAW GMAW	TC-U5b	3 最小值至 U	3 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	a, d, g, i, m, n, o
GTAW	TC-L5b	3 最小值至 50	3 最小值至 50					
FCAW	TC-U5-F	3 最小值至 U	3 最小值至 U	R = 0 至 T/2 ≤ 3 f = 0 至 T/2 ≤ 3 α = 45°	+T/4 ≤ 2, -0 +T/4 ≤ 2, -0 +10°, -0°	+2, -T/2 ≤ 3 无限制 ^a +10°, -5°	全部	d, g, i, m, n, o
SAW	TC-U5-S	10 最小值至 U	10 最小值至 U	R = 0 f = 6 最大值 α = 60°	±0 +0, -3 +10°, -0°	+6, -0 ±2 +10°, -5°	F	d, g, i, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

见 70 页注

单面 U 形坡口焊缝 (6) 对接接头 (B)		公差					
		零件图用 (参见 3.24.2)			装配用 (参见 5.4)		
		$R = \pm T/4 \leq 2$			$+2, -T/2 \leq 1$		
		$\alpha = \pm 5^\circ$			$\pm 5^\circ$		
		$f = \pm T/4 \leq 2$			$+0, -T/2 \leq 1$		
		$r = +T/2 \leq 3, -0$			$+2, -1$		

所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
GTAW	B-L6	2 最小值至 25	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	e, o, p, q

单面 U 形坡口焊缝 (6) 对接接头 (B) 角接头 (C)		公差					
		零件图用 (参见 3.24.2)			装配用 (参见 5.4)		
		$R = +T/4 \leq 2, -0$			$+2, -T/2 \leq 3$		
		$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$			$+10^\circ, -5^\circ$		
		$f = \pm T/4 \leq 2$			无限制 ^a		
		$r = +T/2 \leq 3, -0$			$+3, -0$		

所有尺寸单位: mm

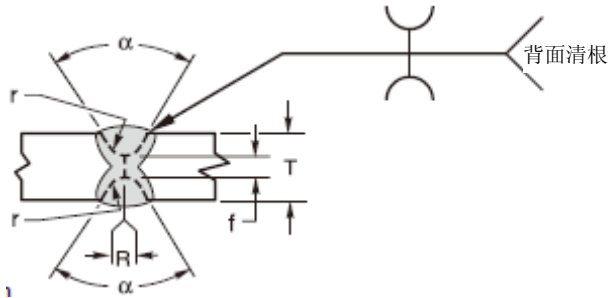
焊接方法	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW GTAW	B-U6	2.5 最小值至 U	2.5 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	d, f, k, o
				$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	F, OH	d, f, k
	C-U6	2.5 最小值至 U	2.5 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	d, f, g, m, o
				$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	F, OH	d, f, g, m
GMAW FCAW	B-U6-GF	3 最小值至 U	3 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	a, d, k, o
	C-U6-GF	3 最小值至 U	3 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	a, d, g, m, o
SAW	BC-U6-S	12 最小值至 U	12 最小值至 U	$R = 0$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 6$ 最小值	$r = 6$ 最小值	F	d, g, m

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

见 70 页注

双面 U 形坡口焊缝 (7)
对接接头 (B)



所有尺寸单位: mm

公差

零件图用

(参见 3.24.2)

装配用

(参见 5.4)

对于 B-U7 和 B-U7-GF

 $R = +T/4 \leq 2, -0$ $+2, -3$ $\alpha = +10^\circ, -0^\circ$ $+10^\circ, -5^\circ$ $f = +T/4 \leq 2, -0$ 无限制^a $R = +T/2 \leq 6, -0$ ± 2

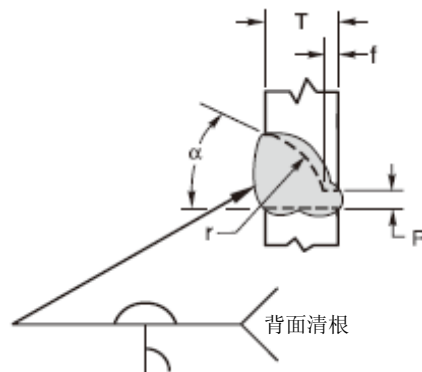
对于 B-U7-S

 $R = +0$ $+2, -0$ $f = +0, -6$ ± 2

焊接方法	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW GTAW	B-U7	4 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	全部	d, f, i, k, o
			$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = T/2 \leq 6$	F, OH	d, f, i, k
GMAW FCAW	B-U7-GF	10 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 3$	$r = 6$ 最小值	全部	a, d, k, i, o
SAW	BC-U7-S	12 最小值至 U	$R = 0$	$\alpha = 20^\circ$	$f = 6$ 最大值	$r = 6$ 最小值	F	d, i, k

^a 受最小坡口深度限制。

单面 J 形坡口焊缝 (8)
对接接头 (B)



所有尺寸单位: mm

公差

零件图用

(参见 3.24.2)

装配用

(参见 5.4)

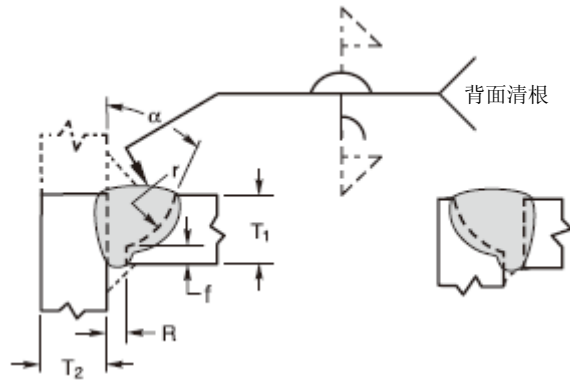
 $R = +T/4 \leq 2, -0$ $+2, -0$ $\alpha = +10^\circ, -0^\circ$ $+10^\circ, -5^\circ$ $f = +T/4 \leq 2, -0$ 无限制^a $r = +T/2 \leq 3, -0$ ± 2

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	B-U8	2.5 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	c, d, k, o
GTAW	B-L8	2.5 最小值至 25						
GMAW FCAW	B-U8-GF	3 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	a, c, d, k, o
SAW	B-U8-S	10 最小值至 U	$R = 0$	$\alpha = 45^\circ$	$f = 6$ 最大值	$r = 10$	F	c, d, k

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

单面 J 形坡口焊缝 (8)
T 形接头 (T)
角接头 (C)



公差

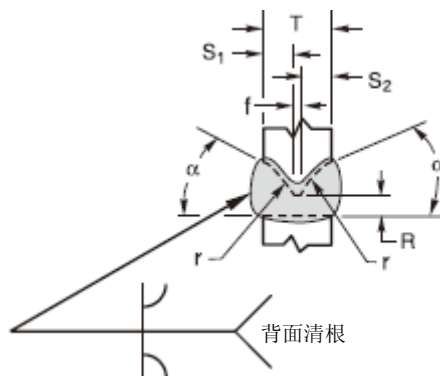
零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +T/4 \leq 2$	$+2, -0$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +2, -0$	无限制 ^a
$r = +6, -0$	± 2

所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	TC-U8a	2.5 最小值 至 U	2.5 最小值 至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	d, g, m, n, o
GTAW	TC-L8a	2.5 最小值 至 U	2.5 最小值 至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	F, OH	d, g, m, n
GMAW FCAW	TC-U8a-GF	10 最小值 至 U	3 最小值 至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	a, d, g, m, n, o
SAW	TC-U8a-S	10 最小值 至 U	—	$R = 0$	$\alpha = 45^\circ$	$f = 6$ 最大值	$r = 10$	F	d, g, m, n

^a 受最小坡口深度限制。

双面 J 形坡口焊缝 (9)
对接接头 (B)



公差

零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
$R = +T/4 \leq 2, -0$	$+2, -0$
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
$f = +T/4 \leq 2, -0$	无限制 ^a
$r = +T/2 \leq 3, -0$	± 2

所有尺寸单位: mm

焊接方法	接头标号	母材厚度 最大值 (U = 无限制)	坡口准备				允许的焊接位置	注
		T	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	B-U9	4 最小值至 U	$R = 0$ 至 $T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	c, d, i, k, o
GTAW	B-L9	4 最小值至 50						
GMAW FCAW	B-U9-GF	10 最小值至 U	$R = 0$ 至 3	$\alpha = 30^\circ$	$f = 3$ 最小值	$r = 10$ 最小值	全部	a, c, d, i, k, o

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

双面 J 形坡口焊缝 (9) T 形接头 (T) 角接头 (C)		公差	
		零件图用 (参见 3.24.2)	装配用 (参见 5.4)
		$R = +T/4 \leq 2, -0$	$+2, -0$
		$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	$+10^\circ, -5^\circ$
		$f = +T/4 \leq 2, -0$	无限制 ^a
		$r = +T/2 \leq 3, -0$	± 2

所有尺寸单位: mm

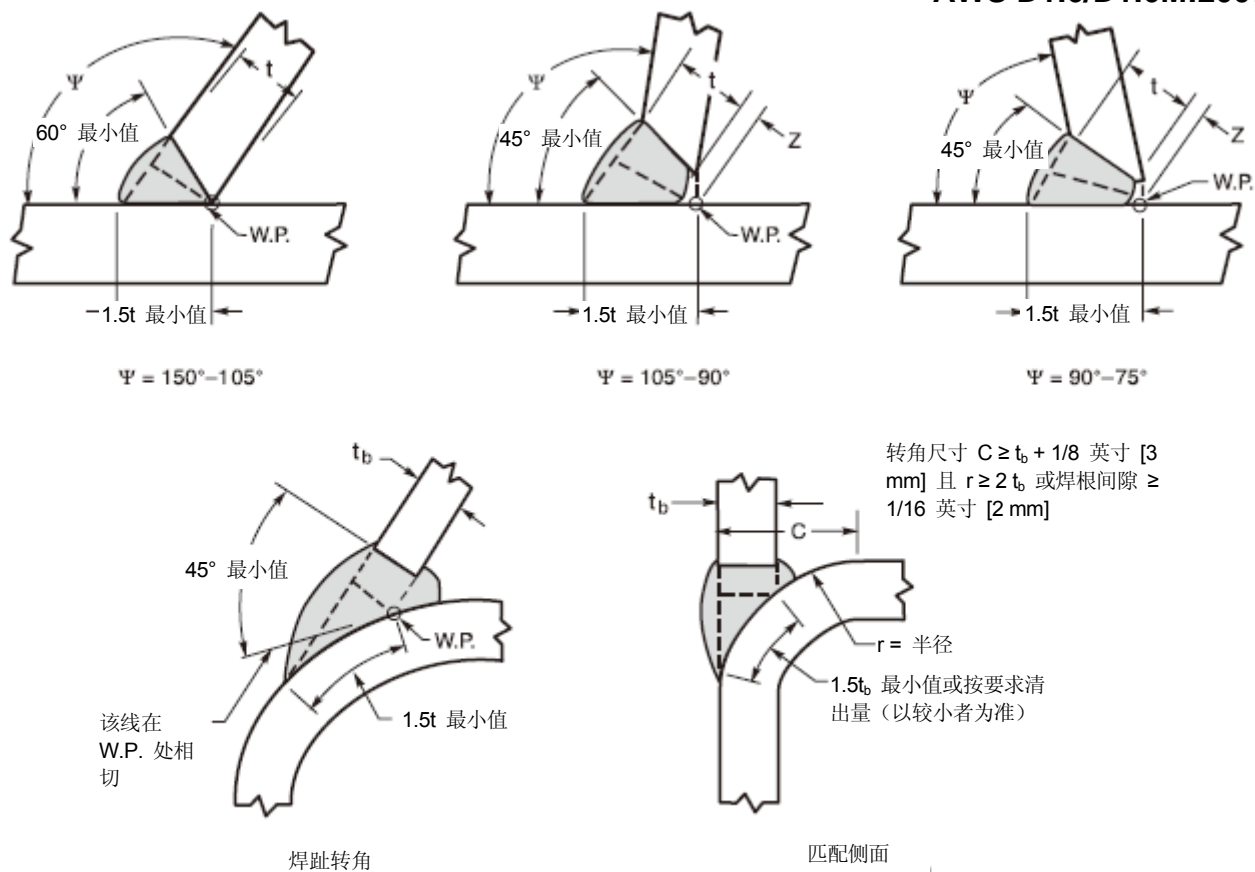
焊接方法	接头标号	母材厚度 (U = 无限制)		坡口准备				允许的焊接位置	注
		T ₁	T ₂	根部间隙	坡口角度	钝边	坡口半径		
SMAW	TC-U9a	4 最小值至 U	U	$R = 0 \text{ 至 } T/2 \leq 3$	$\alpha = 45^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	全部	d, g, i, m, n, o
GTAW	TC-L9a	4 最小值至 2		$R = 0 \text{ 至 } T/2 \leq 3$	$\alpha = 30^\circ$	$f = T/2 \leq 3$	$r = 3T/4 \leq 10$	F, OH	d, g, i, m, n
GMAW FCAW	TC-U9a-GF	10 最小值至 U	U	$R = 0 \text{ 至 } 3$	$\alpha = 30^\circ$	f = 3 最小值	r = 10 最小值	全部	a, d, g, i, m, n, o

^a 受最小坡口深度限制。

图 3.5 (续) — 预评定 CJP 坡口焊接接头 — 非管状 (参见 3.24.1)
(单位为毫米)

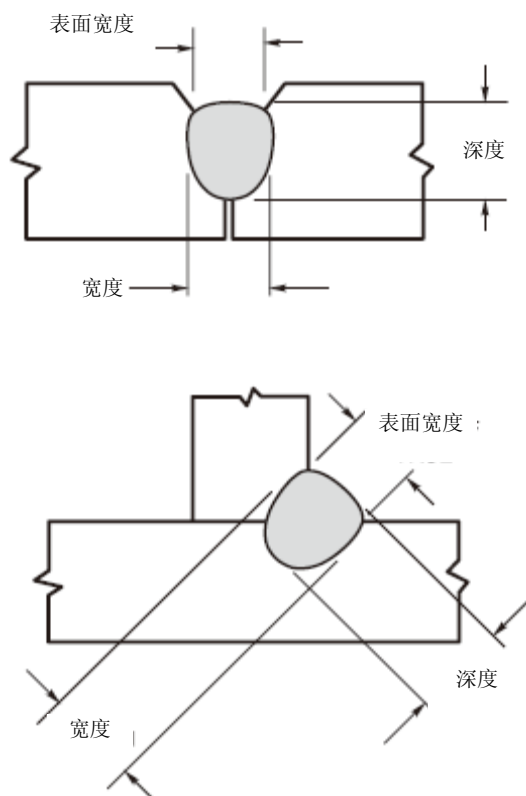
图 3.4 和 3.5 的注解

- a 当 $T > 3/16$ 英寸 [5 mm] 时, 使用短路过渡的气体保护电弧焊未经过预评定 (参见 3.29 和表 3.5 注 d)。
- b 接头必须仅从一侧施焊。
- c 周期载荷施加限制此类接头为横焊。
- d 焊接背面焊缝前清根至完好金属。
- e 焊根从一侧施焊。如果使用了充足的气体吹扫, 则无需清根。
- f 对于 GTAW, S 最大限制为 1 英寸 [25 mm]。
- g 角焊缝可用于补强角接头和 T 形接头。
- h 对接接头和 T 形接头未通过周期载荷结构预评定。
- i 双面坡口焊缝可有不等坡口深度, 但较浅坡口深度严禁小于连接的较薄件厚度的四分之一。
- j 双面坡口焊缝可具有不同深度的坡口。
- k 如果基本接头配置 (坡口角度、钝边、根部间隙) 保持相同且设计焊缝尺寸不变, 则接头上两个部件的方向可在 135° 至 180° 范围内。
- l 如果坡口尺寸符合规定, 则部件方向可变化。
- m 如果基本接头配置 (坡口角度、钝边、根部间隙) 保持相同且设计焊缝尺寸不变, 则角接头上两个部件的方向可在 135° 至 45° 范围内, T 形接头上两个部件的方向可在 45° 至 90° 范围内。
- n 角接头外侧坡口, 如不改变坡口基本形状, 则可在一块板上加工, 也可在两块板上加工, 且留有足够边缘距离, 以保持焊接操作而不过分熔化边缘。
- o 所有位置均具有适当电流或散热片。
- p 对于导管焊接, 导管直径最小应为 $1/2$ 英寸 [12 mm]。
- q 可使用可熔性填充丝。



注: 有效焊缝尺寸 = t_b
W.R = 工作点

图 3.6 — PJP 坡口焊缝预评定接头详图 — 管状 (参见 3.28.2)



注：焊道宽度或深度不得超过焊缝表面。

图 3.7 — 焊道宽度/深度限制 [参见 3.29(11)]

4. 评定

A 部分 WPS 评定

4.1 概述

4.1.1 WPS 评定。该条款确立了表 4.1 中所列的有关各焊接工艺和工艺评定报告 (PQR) 中所列出的所有实际焊接变量文件的 WPS 评定要求。WPS 评定的破坏性试验或无损试验要求用于确定焊缝接头的机械性能和完整性。

4.1.2 WPS 评定的责任。除非条款 3 中已免除 WPS (预先通过评定)，否则应在工程师顺利使用前对根据该规范将在执行合约工作时采用的 WPS 进行评定，且应通过该条款中规定的试验进行评定。各制造商或承包商均应执行本规范中所规定的试验，以对 WPS 进行评定 (如有例外，参见 4.1.3)。但是，假设制造商或承包商承担工程的全部责任，容许对焊接试验材料准备相关的任何或所有工作以及从已完成焊件中准备试样以进行无损试验和机械试验相关的后续工作进行分包。

4.1.3 以前的评定记录。根据工程师的决定，可接受将采用的 WPS 以前的评定证明。工程师还负责根据特定结构和使用情况，接受符合其他标准的评定。AWS B2.1:2005，焊接工艺和性能验证标准中的条款可用于 WPS 和人员的评定。但是，如果 AWS B2.1:2005 与 AWS D1.6/ D1.6M:2007 中的条款存在冲突，应优先以 AWS D1.6/D1.6M:2007 为准。

4.1.4 WPS 变更。一份合格的书面 WPS 确立了基础变更的可容许范围。WPS 用于对

焊工和焊接操作工进行评定，并为焊工和焊接操作工提供成品焊件相关的用法说明。

4.1.5 工艺评定记录 (PQR)。PQR 记录了试样焊接所使用的实际变更。该记录中还包含了破坏性试验和无损试验以及认证机构。

4.1.6 焊缝位置。实际施工中产生的所有焊缝应根据焊接部位分类为平焊、横焊、立焊和仰焊（参见图 4.1 和 4.2，如适用）。

4.1.7 接头完全熔透焊缝评定限制。4.1.9 中列出的任何位置的 CJP 坡口焊缝评定同样适用于所有位置。管材的 CJP 坡口焊缝评定应同样适用于板材，并且反之亦然。CJP 坡口焊缝评定还适用于所有 PJP 坡口焊缝、塞焊缝、槽焊缝和角焊缝。宏观腐蚀试验用于验证 PJP 和角焊缝的设计焊缝尺寸和渗透率（参见 4.3.2 和 4.4）。如果使用保护气，则保护气应与母材和焊接金属相兼容。

4.1.8 局部渗透坡口焊缝评定限制。4.1.9 中列出的任何位置的 PJP 坡口焊缝的 WPS 评定同样适用于所有位置。管材的 PJP 坡口焊缝 WPS 评定应同样适用于板材，并且反之亦然。PJP 坡口焊缝评定还适用于所有 PJP 坡口焊缝、塞焊缝、槽焊缝和角焊缝。

4.1.9 试验位置。有关板材或管材坡口焊缝和角焊缝的试验位置，参见图 4.3。

4.1.10 焊缝的机械试验。试验应按照 AWS B4.0-98 (B4.0M:2000)，*焊缝机械试验的标准方法*执行。但是，如果 AWS B4.0-98 (B4.0M:2000) 与 AWS D1.6/ D1.6M:2007 中的条款存在冲突，应优先以 AWS D1.6/D1.6M:2007 为准。

4.2 WPS 评定的基本变量

4.2.1 基本变量的变更。表 4.1 中变量的任何更改应视为基本变更，且应要求对新型 WPS 进行评定。如果使用焊接工艺组合，则应采用适用于各工艺的变量。

4.3 WPS 评定要求

4.3.1 CJP 坡口焊缝。表 4.2 给出了评定 WPS 是否合格而必须进行试验的试样的类型和数量，还有在施工过程中所使用试件的厚度范围。厚度范围取决于评定时使用的试验板材或管材的厚度。试件的位置如图 4.4 所示。

4.3.2 PJP 坡口焊缝

4.3.2.1 评定 WPS 时必须进行试验的试样类型和数量如表 4.2 （如适用）所示。必须采用结构中所用的坡口设计型式制作焊接试板，但坡口深度不需超过 1 in [25 mm]。对于以下要求的宏观腐蚀试验，1.2 中所列出的任何类型的钢可用于对该类型的任何钢材或组合钢材上焊缝尺寸进行评定。

4.3.2.2 除了表 4.2 （如适用）要求的试验类型和数量外，PJP 坡口焊缝应采用三个宏观腐蚀截面试件，以证明是否满足所规定的焊缝尺寸（从 WPS 或设计规范（如适用）要求中所得）。

4.3.2.3 如 WPS 不涉及 4.3.2.2 的要求，或者焊接条件不符合免除评定的状态，或者这些情况尚未在对接接头中 CJP 焊缝上使用和试验，那么必须制备一接头试样准备作为宏观腐蚀试样，以确定接头的焊缝尺寸。焊接后，机加工除去接头底部的多余材料而至焊缝尺寸的厚度。必须按 CJP 坡口焊缝的要求，制备拉伸和弯曲试样，并进行试验（见 4.5.1）。

4.3.2.4 当 CJP 坡口焊缝的 WPS 已评定合格且用于 PJP 坡口焊缝的焊接条件时，需要 3 个宏观腐蚀横断面试样。作为选项，为了提供至少两个宏观腐蚀试件，可在首次制品焊接中增加额外长度。

4.4 角焊缝

4.4.1 表 4.2(B) 和图 4.5 给出了评定角焊缝 WPS 而必须进行试验的试样的类型和数量。

4.4.1.1 图 4.5 所示板材或管材（如适用）的角焊缝焊接的 T 形接头应为将在结构中所用的各 WPS 制备。每个焊件必须根据图 4.5（如适用）所示部位垂直于焊接方向进行切割。代表每一块一个面的这些试样必须有一个宏观腐蚀试样，且必须按 4.5 进行试验且应满足 4.6.9 中的要求。作为选项，为了提供至少两个宏观腐蚀试件，可在首次制品焊接中增加额外长度。

4.5 坡口焊缝和角焊缝要求的试验

4.5.1 坡口焊缝（CJP 和 PJP）。（参见表 4.2。）

- (1) 目视检验
- (2) 缩减断面拉伸试验
- (3) 横向导向弯曲试验
- (4) 纵向根部和表面导向弯曲试验（可选，参见 4.6.5）。

4.5.2 角焊缝和 PJP 坡口焊缝

- (1) 目视检验
- (2) 宏观腐蚀试验

4.6 WPS 评定试验的类型、目的和验收标准

4.6.1 目视检查。目视检查用于确定最终焊接表面是否满足所规定的质量条件。（除规定为“丢弃”的区域外，所有 WPS 评定试样应进行目视检查）。

4.6.2 验收标准（目视检查）

- (1) 焊缝应无裂纹。
- (2) 所有弧坑必须填满至焊缝的整个横截面。
- (3) 咬边不得超过 $1/32$ in [1 mm]。焊缝的余高不得超过 $1/8$ in.[3 mm]。
- (4) 对于无钢衬垫的 CJP，应对焊缝根部进行检验，且不应存在明显的裂纹、不完全熔合或不充分熔透。如果总焊缝厚度等于或大于母材，则允许凹型根部表面。
- (5) 最大熔塌不得超过 $1/8$ in.[3 mm]。

4.6.3 横向导向弯曲试验（根弯和面弯或侧弯）。该试验用于确定 CJP 和 PJP 焊缝完整性和延展性的程度。（CJP 和 PJP WPS 评定试验应进行导向弯曲试验）。

4.6.3.1 假设不超过最大弯曲半径，则每一试样必须置于弯曲试验夹具中进行弯曲，夹具需符合图 4.6 至 4.9（如适用或实际上符合该图要求）所示的要求。应根据图 4.16 至 4.18、图 4.20 和 4.21 制备试样。

4.6.4 纵向弯曲试验（表面和根部导向弯曲）。当结合的材料在力学弯曲性能上明显不同，例如两种母材之间或母材与焊缝金属之间存在这种明显差异时，可用纵向弯曲试验（面弯和根弯）代替横向的面弯和根弯试验。应根据图 4.4(B) 和 4.19 切割、移除和制备试样。

4.6.5 验收标准（根部、表面、侧面和纵向弯曲）

4.6.5.1 应对弯曲试样的凸面进行目检，检查其不连续性（缺陷）。如果凸面没有超过以下尺寸的不连续性（缺陷），可认为通过评定：

- (1) 1/8 英寸 [3 mm]，从表面任何方向上测量。
- (2) 3/8 英寸 [10 mm] — 所有超过 1/32 英寸 [1 mm] 但不大于 1/8 英寸 [3 mm] 的不连续性（缺陷）的最大尺寸之和。
- (3) 1/4 英寸 [6 mm] — 最大的角裂纹，除了当角裂纹是由看得见的焊渣或其他熔化性质的不连续性（缺陷）造成的时，应为 1/8 英寸 [3 mm]。角裂纹超过 1/4 in [6 mm] 而并无夹渣或其他熔化型缺陷的试样必须摒弃，并必须从原焊件上另取试样重作弯曲试验。

4.6.6 断面拉伸试验。该试验用于确定坡口焊缝接头的极限强度。

4.6.6.1 试验前，必须测量试样缩减断面处的最小宽度和相应厚度。试样必须在拉伸载荷下破断，并必须测定最大荷载。拉伸强度必须为最大荷载除以横截面积所得之商（参见图 4.10 至 4.13）。

4.6.7 验收标准（拉伸试验）

4.6.7.1 除非 4.6.7.2 中另有说明，否则拉伸强度严禁小于所用母材的规定拉伸强度范围的最低值。除非 4.6.7.2 中另有规定，否则如果使用最小拉伸强度不同的两块母材，则所规定的最小拉伸强度应小于两块母材的拉伸强度。

4.6.7.2 如果允许焊接金属的强度小于母材的强度，则拉伸强度的范围应不低于角焊金属所规定拉伸强度范围的最小值。

4.6.8 宏观腐蚀试验。焊缝试样应有一个适合进行宏观腐蚀检查的光面，从而可确定熔焊和不可验收不连续性（缺陷）的程度，并证明是否达到所规定的焊接尺寸。

4.6.9 验收标准（宏观腐蚀试验）

4.6.9.1 经目视检查的宏观腐蚀试验应满足下列要求：

- (1) PJP 坡口焊缝应具有所规定的焊缝尺寸。
- (2) 角焊缝应熔合至接头根部，但不必超过根部。
- (3) 最小的焊脚尺寸必须符合规定的角焊缝尺寸。
- (4) PJP 坡口焊缝和角焊缝必须做到：
 - (a) 无裂纹。
 - (b) 相邻焊层之间以及焊缝金属与母材之间完全熔合。
 - (c) 焊缝外形与预期的情况一致，且没有条款 5 禁止的变量。
 - (d) 咬边不得超过 1/32 in [1 mm]。

4.6.10 重新试验。如果任何试样不符合试验要求，则需从相同的 WPS 评定材料上切取两个该试验项目的试样进行重新试验。这两个试样的试验结果都应符合要求。对于厚度超过 1-1/2 in [40 mm] 的材料，一个试样不合格，则必须从试验材料的另外两个部位制取试样，进行项目全部试样的试验。

4.6.11 堆层要求

4.6.11.1 表 4.1S 中规定了所有焊接工艺的基本变量。

4.6.11.2 有关堆层试验焊件，参见图 4.21。

4.6.11.3 有关评定厚度限制，参见表 4.7。

4.6.11.4 堆层 WPS 评定试验应进行下列试验：

- (1) 导向弯曲试验
- (2) 渗透检验
- (3) 化学分析

4.6.11.5 验收标准

- (1) **导向弯曲试验** — 堆层中应不允许在凸面的任何方向上检测出超过 1/8 in. [3 mm] 的开口不连续性（缺陷），且弯曲后焊接接头应不允许检测出超过 1/8 in. [3 mm] 的开口不连续性。
- (2) **渗透检验** — 试验焊件的整个表面应进行渗透检验。一系列中不应出现间隔至少为 1/16 in. [2 mm] 主要尺寸大于 1/16 in. [2 mm] 的线性指示。一系列中不应出现三个间隔至少为 1/16 in. [2 mm] 主要尺寸大于 1/16 in. [2 mm] 的圆形指示。
- (3) **化学分析** — 所要求的化学分析结果应在 WPS 中规定的分析（参见图 4.22）范围内。

B 部分 焊工和焊接操作工资格评定的要求

4.7 概述

4.7.1 资格评定。使用表 4.1 中焊接工艺的焊工和焊接操作工应通过本条款所规定的可适用试验进行评定。所规定的评定试验是专门用于确定焊工或焊接操作工通过特定焊接工艺完成质量良好的焊接工作的能力的试验。

4.7.2 资格评定的责任。制造商或承包商应执行本规范中所规定用于评定焊工和焊接操作工的试验。但是，假设制造商或承包商承担工程的全部责任，容许对焊接试验材料准备相关的任何或所有工作以及从已完成焊件中准备试样以进行无损试验和机械试验相关的后续工作进行分包。该要求旨在确保制造商或承包商已确定使用其 WPS 的焊工和焊接操作工有能力制定为可验收焊件规定的最低要求。

4.7.3 以前的评定记录。根据工程师的决定，如果满足 4.7.9 中的要求，则可接受适当记录的先前焊工和焊接操作工的评定证明。经 AWS B2.1:2005, 焊接工艺和性能验证标准中标准试验评定的焊工和焊接操作工可以该方式从事本规范中的使用。

4.7.4 用 WPS 评定进行评定。对 WPS 评定试样进行焊接的焊工或焊接操作工在表 4.3 和 4.4 中所规定资格评定变量限制范围内同样合格。

4.7.5 母材。所使用的母材应符合 1.2。通过评定的任何一种母材应视为具有该规范许可的任何一种母材焊接的资格。对于所有类型的焊接接头，焊缝长度和母材尺寸应为该规范所要求的试样提供足够材料。根据工程师的批准，资格评定试样可适用于 AWS D1.1, I 或 II 组中所列出的任何钢材。通过评定的任何一种母材应视为具有该规范许可的任何一种母材焊接的资格。

4.7.6 接头细节。板材或管材的资格评定试验应符合 WPS 中所规定的接头细节。

4.7.7 记录。试验结果的记录必须由制造商或承包商保存，并必须具备授权机构的检查使用。

4.7.8 资格评定的责任。如果焊接操作工没有达到一个或多个试验焊缝的要求，可以按照下述条件重新进行试验。

4.7.8.1 立即重新试验。焊工或焊接操作工资格评定不及格的每一种类型或位置都可以焊接 2 个试样立即重新试验。所有重新试样均应满足规定的要求。

4.7.8.2 经过进一步培训或实习后重新试验。如果证实某焊工或焊接操作工已经进一步培训或实习，可重新进行资格评定试验。不合格的类型和位置应进行完全的重新试验。

4.7.9 有效期。按本规范规定对焊工和焊接操作工所进行的评定应视为无限期有效，但有下列情况之一则失效：

- (1) 焊工或焊接操作工 6 个月以上期限内没有通过获得资格的焊接工艺从事焊接工作，则应终止其对该工艺的资格，或；
- (2) 存在质疑焊工能力的特殊原因。

4.7.9.1 在 4.7.9 (1) 的情况下，应对管材或板材的任何位置、任何厚度或直径重新进行评定。

4.7.9.2 在 4.7.9(2) 的情况下，应采用 4.7.8.2 中的要求。

4.7.10 焊工和焊接操作工评定的试件

4.7.10.1 焊工或焊接操作工评定试验应符合表 4.3 和 4.4 中的厚度、直径和位置限制。有关试件的移除，参见图 4.14, 4.15 和 4.23。

4.7.11 坡口焊缝 (G) 和角焊缝 (F) 的试验位置。有关经试验位置评定的制品焊接位置，参见表 4.4。

4.7.12 定位焊接。必须注意，该规范未确定定位焊接的定位焊工；该规范中的定位焊接应仅由经 ANSI/AWS D1.6 中要求评定的焊工或焊接操作工来进行。

4.8 焊工资格评定的变量范围

4.8.1 工艺。焊工应就所采用的各程序进行资格评定。GMAW-S（短路过渡）应要求单独的 GMAW（粗滴过渡或喷射过渡）资格。

4.8.2 焊条。具有使用表 4.5 中 F 号所认可的焊条进行焊接评定的焊工应视为具有通过相同工艺使用 F 号任何其他焊条而焊接的资质。

4.8.3 焊条和保护介质。具有使用经批准焊条和保护介质组合资格的焊工应视为具备使用表 4.5 中归类为 F 号的相同焊条，并通过评定试验中所用焊接工艺中所采用的保护介质组合的资格。

4.8.4 位置。焊接位置更改为焊工未经鉴定的其他位置时，该焊工必须进行重新鉴定（参见表 4.4）。

4.8.5 直径限制。表 4.4 中所示的直径组之间的变更应要求重新进行评定。

4.8.6 焊缝走向。如果焊缝走向呈垂直，则焊接方向的改变应要求重新进行评定。

4.8.7 保护气。如果从一侧焊接的 CJP 焊缝中的保护气或背面保护气发生遗漏，则应要求重新进行评定。

4.8.8 堆焊。如果表 4.3 中所规定合格工艺的堆焊厚度发生改变，则应要求重新进行评定。

4.8.9 如果 CJP、单侧、开口根部焊缝接头中的可熔性填充物增加或减少，则应要求重新进行评定。

4.9 焊接操作工资格评定的变量限制

4.9.1 焊条和保护介质。具有使用经批准焊条和保护介质组合资格的焊接操作工应视为具备使用表 4.5 中归类为 F 号的相同焊条，并通过评定试验中所用焊接工艺中所采用的保护介质组合的资格。

4.9.2 使用多焊条评定范围。有资格采用多焊条焊接的焊接操作工应有资格用单焊条进行焊接，但是反之则不然。

4.9.3 半自动焊接的评定范围。有资格进行半自动电弧焊的焊工应视为有资格在 4.8 的限制下在相同工艺中进行单焊条机械焊接。焊接操作工应该接受培训并证明其具有能顺利进行焊接的能力。

4.9.4 位置。焊接位置更改为焊接操作工未经鉴定的其他位置时，该焊接操作工必须进行重新鉴定。

4.10 焊工和焊接操作工试验和检查的类型和验收标准

4.10.1 目视检查。目视检查用于确定最终焊接表面是否满足所规定的质量条件。所有 WPS 评定试样（除规定为“丢弃”的区域外）应进行目视检查。

4.10.1.1 验收标准（目视检查）

- (1) 焊缝应无裂纹。
- (2) 焊缝的余高不得超过 1/8 in.[3mm]。
- (3) 如果可行，应对焊缝根部进行检验，且不应存在明显的裂纹、不完全熔合或不充分熔透。如果总焊缝厚度等于或大于母材，则允许凹型根部表面。
- (4) 咬边不得超过 1/32 in [1 mm]。

4.10.2 导向弯曲试验。该试验用于确定坡口焊缝接头完整性和延展性的程度。（坡口焊缝资格评定试验应进行导向弯曲试验。）

4.10.2.1 导向弯曲试验的类型和数量。表 4.3 给出了以导向弯曲试验评定焊工或焊接操作工是否合格而必须进行试验的试样的类型和数量，还有在进行评定时使用的试验板材或管材的厚度范围。

4.10.2.2 用射线探伤 (RT) 代替导向弯曲试验。除通过 GMAW-S（必须进行弯曲试验）焊接的接头外，根据承包商的选择，试验焊缝的射线照相试验可代替机械试验。

4.10.2.3 导向弯曲试样。对于机械试验，导向弯曲试样应通过对图 4.4 所示的试样（取决于所适用试样）进行切割来制备，形成横截面大致为矩形的试样。试验的试样应根据图 4.16 至 4.20 进行制备。

4.10.2.4 导向弯曲试验的验收标准。应对弯曲试样的凸面进行目检，检查其不连续性（缺陷）。如果凸面没有超过以下尺寸的不连续性（缺陷），可认为通过评定：

- (1) 1/8 英寸 [3 mm]，从表面任何方向上测量。

- (2) 3/8 英寸 [10 mm] — 所有超过 1/32 英寸 [1 mm] 但不大于 1/8 英寸 [3 mm] 的不连续性（缺陷）的最大尺寸之和。
- (3) 1/4 英寸 [6 mm] — 最大的角裂纹，除了当角裂纹是由看得见的焊渣或其他熔化性质的不连续性（缺陷）造成的时，应为 1/8 英寸 [3 mm]。角裂纹超过 1/4 in [6 mm] 而并无夹渣或其他熔化型缺陷的试样必须摒弃，并必须从原焊件上另取试样重作弯曲试验。如果该试样出现故障，应要求重新进行评定。

4.10.3 射线照相试验。该试验用于获得对试样的立体评估。

4.10.3.1 如果用射线照相检测代替规定的弯曲试验，不必为了检查而将焊缝余高打磨光滑，除非它的表面不规则或与母材的结合点会导致焊缝不连续性（缺陷）在射线照片中模糊不清（参见 4.10.5）。如果衬垫因射线照射试验而拆除，应将根部打磨至与母材平齐。

4.10.3.2 射线照相试验工艺和技术应符合条款 6 的要求。板材试验中，将焊缝两端各一 (1) 英寸 [25 mm] 长的部分排除在试验评估之外。

4.10.3.3 验收标准。经射线照相试验显示，评定的焊缝应与 6.28.2 的要求一致。

4.10.4 宏观腐蚀试验。该试验用于确定完全熔焊和不可验收不连续性（缺陷）。（角焊缝应为资格评定进行宏观腐蚀试验。）

4.10.4.1 试样应有一个光面适合进行宏观腐蚀检查。使用适当的溶液侵蚀，使焊缝面轮廓清晰（参见附件 G）。

4.10.4.2 验收标准（宏观腐蚀试验）。评定合格的宏观腐蚀试样应符合以下要求：

- (1) 焊缝的目视检查应显示出
 - (a) 完全熔焊。
 - (b) 角焊缝应熔合至接头根部，但不必超过根部。
 - (c) 无裂纹。
- (2) 实际焊缝尺寸必须等于或大于规定的焊缝尺寸。
- (3) 焊缝不得出现任何大于 1/16 in. [2 mm] 的凹处或凸处。

4.10.5 角焊缝破断试验。必须对角焊缝的全长作目检，然后对 6 in [150 mm] 长的试样（见图 4.5）或管材角焊缝组装件的 1/4 段加载，加载必须使焊缝的根部处于受拉状态。必须至少 1 个焊接引弧处和停弧处位于试样内。必须增加荷载或反复加载，直至试样破裂或发生弯曲而试样变成扁平状。

4.10.5.1 角焊缝破断试验的验收标准。至于破断试验之前目检合格，焊缝必须外观匀称，严禁有焊瘤、裂纹、以及超过 6.28.1 所允许的咬边。焊缝表面不得有看得见的气孔。

破断试样符合以下情况则必须认为试验合格：

- (1) 试样发生弯曲而成扁平状，或
- (2) 如角焊缝破裂，则破裂面呈现直至接头根部完全熔合，并无最大尺寸超过 3/32 in [2.5 mm] 的夹渣或气孔，且
- (3) 在 6 英寸 [150 mm] 的试样上，所有杂质和气孔的最大尺寸之和不得超过 3/8 英寸 [10 mm]。

4.11 堆层要求

4.11.1 4.8 和 4.9 中的变量限制应分别适用于焊工和焊接操作工，除了焊工或焊接操作工应经过无限制最大堆焊厚度的评定。

4.11.2 有关堆层试验焊件，参见图 4.21。

4.11.3 有关评定厚度限制，参见表 4.7。

4.11.4 堆层资格评定试验应进行下列试验：

- (1) 目视检查
- (2) 导向弯曲试验
- (3) 渗透检验。

4.11.5 验收标准

- (1) *目视检查*。应无裂纹、夹渣、可见气孔或不完全熔焊。焊缝的外观应满足达到焊工熟练使用试验所规定工艺和程序完成的焊缝。
- (2) 导向弯曲试验[参见 4.6.11.4(1)]。
- (3) 渗透检查[参见 4.6.11.4(2)]。

表 4.1 WPS 评定变量 (参见 4-2.1)

	SMAW	GTAW	GMAW	FCAW	SAW	PAW
1.0 母材						
1.1 表 3.2 中所示母材组变更或母材类型变更 (若表 3.2 中未列出)	X	X	X	X	X	X
1.2 表 4.2 中经评定母材厚度的变更	X	X	X	X	X	X
2.0 填充金属						
2.1 从一个 F 号变更为另一 F 号或变更为表 4.5 中未列出的任何填充金属	X	X	X	X	X	X
2.2 从一个 A 号变更为任何其他 A 号或变更为未能归类为表 4.6 中 A 号的化学过程	X	X	X	X	X	X
2.3 熔剂商标中的变更					X	
2.4 从一个熔剂商标 — 焊条组合变更为任何其他熔剂商标 — 焊条组合					X	
2.5 使用合金熔剂时焊条直径发生的变更					X	X
2.6 所使用焊条数量的变更		X	X	X	X	X
2.7 另加或取消补充的粉状或粒状的填充金属					X	X
2.8 从实芯或金属芯变更为药芯或相反		X	X	X	X	
2.9 添加或取消填充金属		X				X
2.10 变更为管状药芯或粉末状金属或相反					X	X
3.0 电气						
3.1 焊接电流 (交流或直流) 类型或极性变更	X	X	X	X	X	X
3.2 金属过渡方式从粗滴过渡、喷射过渡和脉冲喷射过渡变更为短路过渡, 或反之亦然			X			
4.0 位置						
4.1 在垂直焊接时, 正在焊接的任何焊道从向上更改为向下, 或从向下更改为向上	X	X	X	X		X
5.0 坡口焊缝						
5.1 另加或取消非金属护圈或非易熔金属护圈	X	X	X	X	X	X
6.0 焊后热处理/预热						
6.1 另加或取消焊后热处理	X	X	X	X	X	X
6.2 经焊后热处理的试样超出了上转变温度, 制品焊缝最大评定厚度是试样厚度的 1.1 倍。	X	X	X	X	X	X
6.3 已评定的预热温度降低了 100°F [55°C] 以上。WPS 中应规定焊接的最低温度	X	X	X	X	X	X
7.0 保护气体						
7.1 从一种单一保护气体变更为另一种单一保护气体或混合保护气体, 或改变混合气体组成百分比, 或取消保护气体		X	X	X		X
7.2 另加或取消保护气体				X		

表 4.1 S (表 4.1 的补充) 所有工艺堆层基本变量 (参见 4.6.11.1)

	SMAW	GTAW	GMAW	FCAW	SAW	PAW
1.0 母材						
1.1 表 3.2 中所示母材组变更或母材类型变更 (若表 3.2 中未列出)	X	X	X	X	X	X
1.2 表 4.2 中经评定母材厚度的变更	X	X	X	X	X	X
2.0 填充金属						
2.1 从一个 F 号变更为另一 F 号或变更为表 4.5 中未列出的任何填充金属	X	X	X	X	X	X
2.2 从一个 A 号变更为任何其他 A 号或变更为未能归类为表 4.6 中 A 号的化学过程	X	X	X	X	X	X
2.3 熔剂商标中的变更					X	
2.4 从一个熔剂商标 — 焊条组合变更为任何其他熔剂商标 — 焊条组合					X	
2.5 使用合金熔剂时焊条直径发生的变更					X	
2.6 所使用焊条数量的变更		X	X	X	X	X
2.7 另加或取消补充的粉状或粒状的填充金属					X	X
2.8 从实芯或金属芯变更为药芯或相反		X	X	X	X	
2.9 变更为管状药芯或粉末状金属或相反					X	X
2.10 从多层变为单层, 或堆层数量减少	X	X	X	X	X	X
3.0 电气						
3.1 焊接电流 (交流或直流) 类型或极性变更	X	X	X	X	X	X
3.2 金属过渡方式从粗滴过渡、喷射过渡和脉冲喷射过渡变更为短路过渡, 或反之亦然			X			
3.3 焊接电流增加了 10% 以上, 超出所规定范围	X	X	X	X	X	X
4.0 位置						
4.1 在垂直焊接时, 正在焊接的任何焊道从向上更改为向下, 或从向下更改为向上	X	X	X	X		X
5.0 焊后热处理/预热						
5.1 另加或取消焊后热处理	X	X	X	X	X	X
5.2 经焊后热处理的试样超出了上转变温度, 制品焊缝最大评定厚度是试样厚度的 1.1 倍。	X	X	X	X	X	X
5.3 已评定的预热温度降低了 100°F [55°C] 以上。WPS 中应规定焊接的最低温度	X	X	X	X	X	X
6.0 保护气体						
6.1 从一种单一保护气体变更为另一种单一保护气体或混合保护气体, 或改变混合气体组成百分比, 或取消保护气体		X	X	X		X
6.2 另加或取消保护气体				X		

表 4.2 试样的 PQR 类型和数量以及合格的厚度范围（参见 4.3.2.1）

(A) 坡口焊缝							
试验板材或管材壁厚 T, in. (mm)	合格厚度范围, in. [mm]		检查焊缝尺寸 (E) ^a 的宏观腐 蚀	所要求试验的类型与数量			
	最小值	最大值		拉力	侧弯	面弯	根弯
1/16 至 3/8 [2 至 10], (含)	1/16 [2]	2T	3	2		2	2
3/8 至 3/4 以上[10 至 20 以上]	3/16 [5]	2T	3	2	4 ^b	2 ^b	2 ^b
3/4 及以上[20 及以上]	3/16 [5]	无限制	3	2	4		

^a 仅接头部分熔透坡口焊缝。
^b 四 (4) 侧弯曲或两个表面弯曲和两个根部弯曲。

(B) 角焊缝（参见 4.4）						
试样 ^d	角焊缝尺寸	按 WPS 要求的焊缝数量	所要求宏观腐蚀试样 (4.6.8,4.6.9)	合格尺寸		角焊缝尺寸
				板材/管材厚 度 ^c		
板材 T 试 验 (图 4.5)	单道焊, 结构中所用的最 大尺寸	每一位置用一条焊缝	3 个面	无限制		等于或小于所试的 最大单道焊道的尺 寸
	多道焊, 结构中所用的最 小尺寸	每一位置用一条焊缝	3 个面	无限制		等于或小于所试的 最小多道焊道的尺 寸
管材 T 试 验 ^e (图 4.5)	单道焊, 结构中所用的最 大尺寸	每一位置用一条焊缝 (见表 4.1)	3 个面 (除 4F 和 5F 以及所要求的 4 个 面外)	无限制		等于或小于所试的 最大单道焊道的尺 寸
	多道焊, 结构中所用的最 小尺寸	每一位置用一条焊缝 (见表 4.1)	3 个面 (除 4F 和 5F 以及所要求的 4 个 面外)	无限制		等于或大于所试的 最小多道焊道的尺 寸

^c 经评定的最小厚度为 1/8 in [3 mm]。^d 所有焊成的试管和试板必须按 4.6.2 要求目检。^e 有关小型管材直径的角焊缝试验, 参见表 4.3。

表 4.3 资格试验 — 厚度限制和试样 (参见 4-7-4)

接头类型 ^d	试样厚度 (t), in. [mm]	经评定堆焊焊缝厚度 (t)		所要求试验的类型与数量 (导向弯曲试验) ^{a,c}		
		最小值 ^b , in. [mm]	最大值, in.	侧弯	面弯	根弯
坡口焊	≤3/8 [10] (含)	1/16 [2]	2t	—	1	1
坡口焊	高于 3/8 [10] 但是低于 3/4 [20]	1/8 [3]	2t	—	1	1
坡口焊	3/4 [20] 及以上	1/8 [3]	将焊接的最大值	2	—	—

^a 根据情况, 对 5G 和 6G 位置、两个根弯试样和两个面弯试样或四个侧弯试样进行评定。

^b 受最小 WPS 限制所约束的焊工评定。

^c 有关试样位置, 参见图 4.14, 4.15 和 4.23。

^d 表 4.3 和 4.4 限制范围内的坡口焊缝试验评定角焊缝。

注: 厚度不同且直径不同的两个或更多试样可用于确定经评定焊接金属的厚度, 且该厚度可应用于评定焊工用且具有最小管材直径的制品焊缝。

小型管材直径角焊缝试验		
试样外径, in. (mm)	经评定最大外径, in [mm]	经评定厚度 ^f
小于 1 (25)	焊接尺寸	全部
1 (25) 至 <2-7/8 (73) ^e	1 [25] 及以上	全部
2-7/8 (73) 及以上	2-7/8 (73) 及以上	全部

^e 2-7/8 (73) O.D. 等同于 NPS 2-1/2 (65)。

^f 受最小 WPS 限制所约束的焊工评定。

表 4.4 资格评定 — 位置和直径限制 (参见 4.7.4)

焊缝	位置 ^a	O.D. 高于 24 in [600 mm] 的板 材和管材	O.D. ≤ 4 in [600 mm] 的管材	板材和管材角焊缝
板材 — 坡口焊	1G	F	F ^b	F
	2G	F,H	F,H ^b	F,H
	3G	F,V	F ^b	F,H,V
	4G	F,O	Fb	F,H,O
	3G 和 4G	F,V,O	F ^b	全部
板材 — 角焊	2G, 3G, 和 4G	全部	F,H ^b	全部
	1F	—	—	F ^b
	2F	—	—	F,H ^b
	3F	—	—	F, H, V ^b
	4F	—	—	F, H, O ^b
管材 — 坡口焊	3F 和 4F	—	—	全部 ^b
	1G	F	F ^c	F,H
	2G	F,H	F,H ^c	F,H
	5G	F,V,O	F, V, O ^c	全部
	6G	全部	全部 ^c	全部
管材 — 角焊	2G 和 5G	全部	全部 ^c	全部
	1F	—	—	F
	2F	—	—	F,H
	2FR	—	—	F,H
	4F	—	—	F,H,O
	5F	—	—	全部

^a 焊接位置

F = 平焊

H = 横焊

V = 立焊

O = 仰焊

^b 管材 2-7/8 in. [73 mm] NPS 及以上。^c 注 c:

试验焊件管材直径, in. [mm]	经评定外径, in [mm]	
	坡口焊	角焊
小于 1 [25] O.D.	焊接尺寸及以上	全部
1 [25] 至 2-7/8 [73] O.D.	1 [25] 及以上	全部
大于 2-7/8 [73]	2-7/8 [73] 及以上	全部

表 4.5 F 号 — 评定用焊条和焊棒分组 (参见 4.9.1)

不锈钢 (铁素体、马氏体、奥氏体、成对物)	
F 号	AWS 规格号
4	A5.1, A5.5
4	A5.4 (非奥氏体和成对物)
5	A5.4 (奥氏体和成对物)
6	A5.9, A5.18, A5.28
6	A5.22
43	A5.11, A5.14

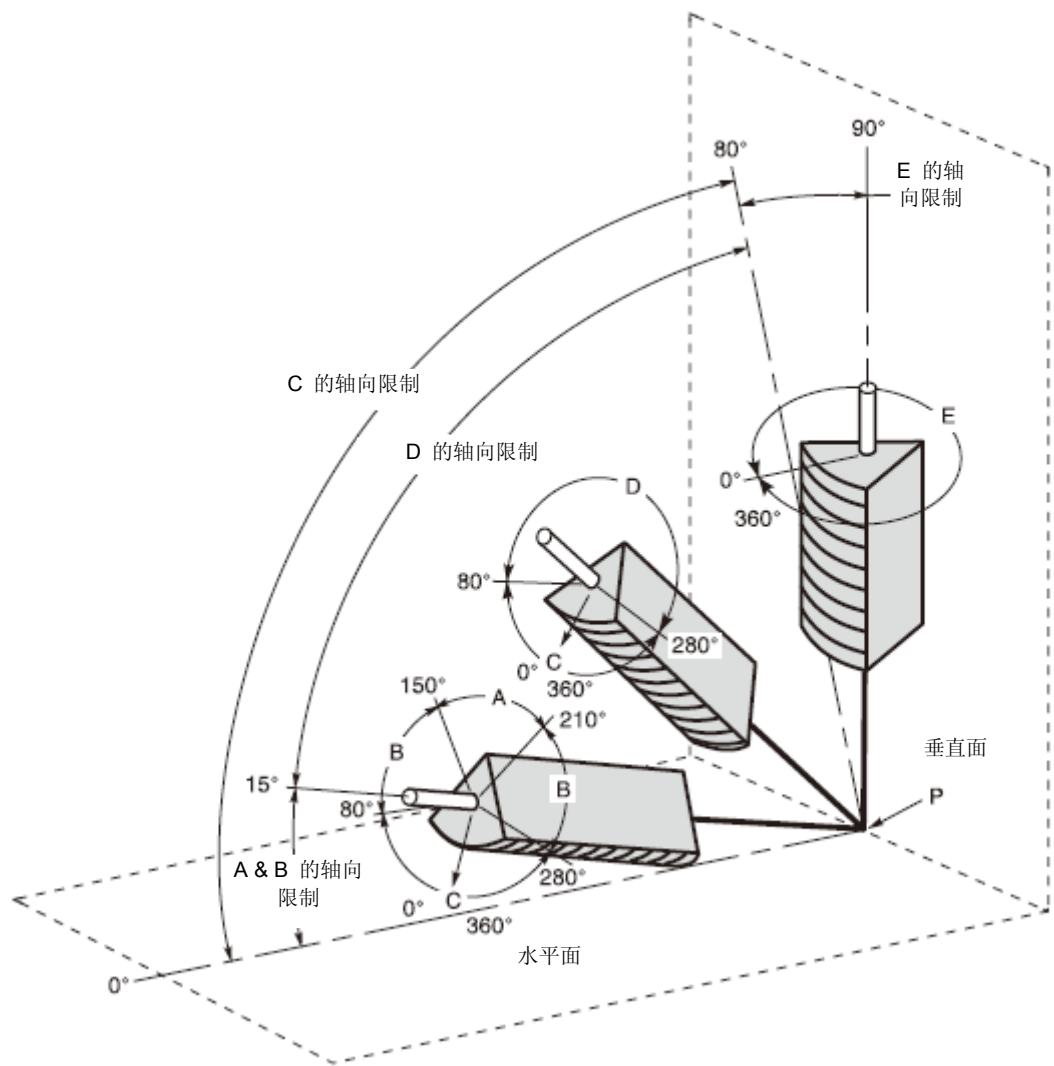
表 4.6 A 号 — WPS 用不锈钢焊接金属分析分类 (参见表 4.1)

A 号	堆焊类型	C%	Cr%	Mo%	Ni%	Mn%	Si%
1,3,4,5, or 6	铬 — 马氏体	0.15	11.00-15.00	0.70	—	2.00	1.00
7	铬 — 铁素体	0.15	11.00-30.00	1.00	—	1.00	3.00
8	铬 — 镍	0.15	14.50-30.00	4.00	7.50-15.00	2.50	1.00
9	铬 — 镍	0.30	25.00-30.00	4.00	15.00-37.00	2.50	1.00

a 为代替 A 号名称, WPS 和 PQR 中应注明堆焊的标称化学成分。

表 4.7 堆焊 WPS 和焊接操作工资格评定的厚度限制 (参见 4.6.11.3)

A. 堆层 WPS				
试验焊件母材厚度 (T), in. [mm]	经评定母材厚度, in. [mm]			
	最小值		最大值	
	T		无限制	
	1 [25] 及以上		无限制	
B. 堆层焊接操作工资格				
试验焊件母材厚度 (T), in. [mm]	等式			
	母材厚度, in. (mm)		焊接金属厚度	
	最小值	最大值	最小值	最大值
	1/16[2]<T<1 [25]	T	无限制	与 WPS 相同	无限制
1 [25] 及以上	1 [25]	无限制	经评定最小值	无限制



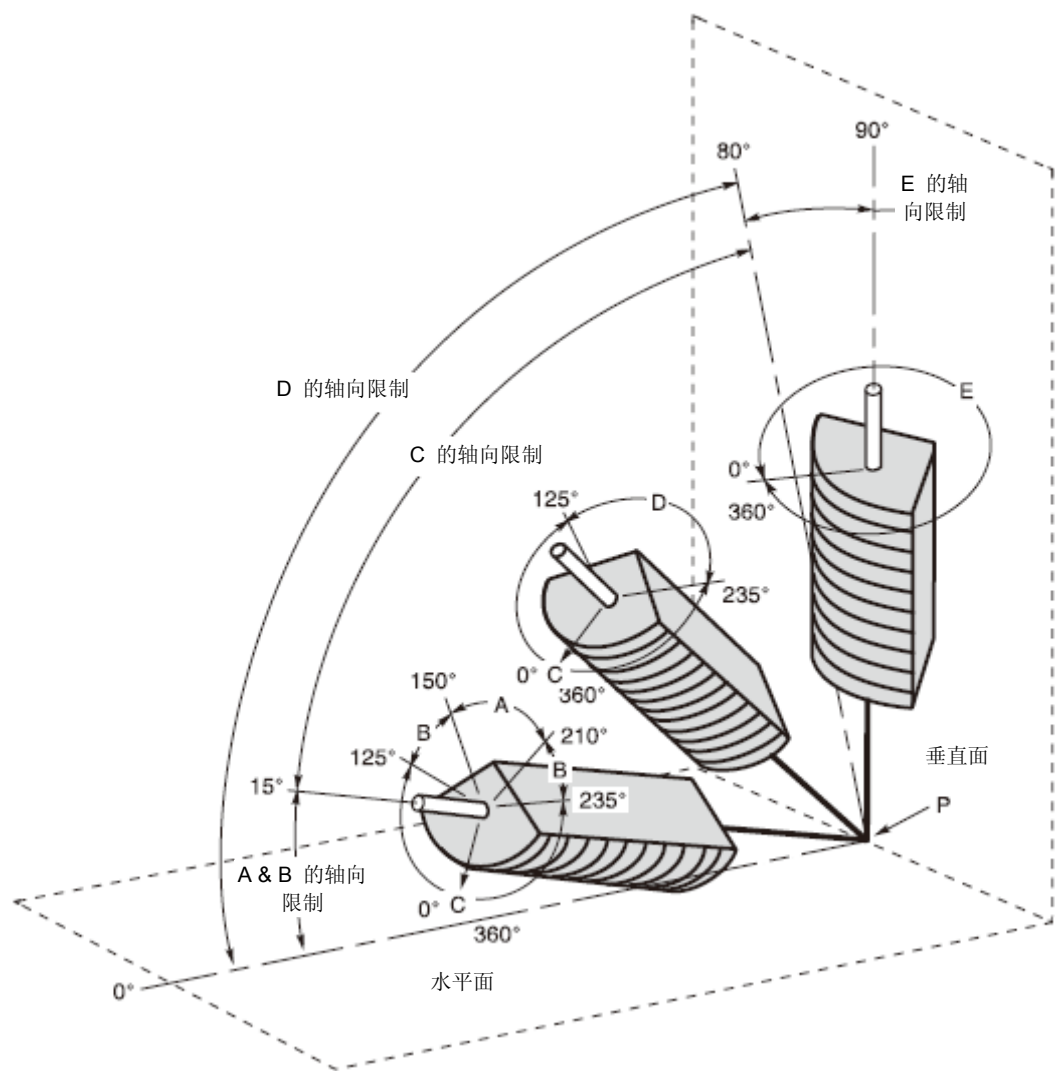
坡口焊缝位置表

位置	参考图	轴倾角	表面转动
平焊	A	0° 至 15°	150° 至 210°
横焊	B	0° 至 15°	80° 至 150° 210° 至 280°
仰焊	C	0° 至 80°	0° 至 80° 280° 至 360°
立焊	D	15° 至 80°	80° 至 280°
	E	80° 至 90°	0° 至 360°

注：

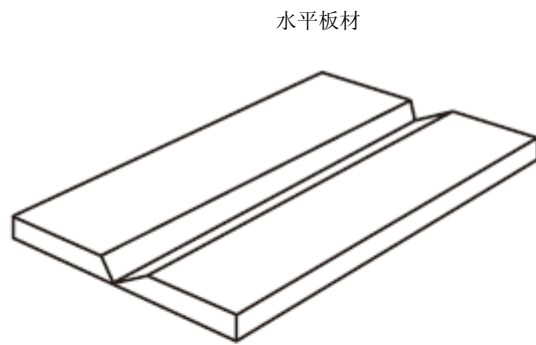
1. 始终在焊缝下取水平参考面。
2. 轴倾角从水平参考面向垂直参考面进行测量。
3. 表面的转动角由垂直于通过纵轴焊缝的理论表面进行确定。表面转动的参考位置 (0°) 始终指向与使纵轴角增加相反的方向。当看向 P 点十，焊缝表面的转动角是从参考点 (0°) 顺时针方向进行测量。

图 4.1 — 坡口焊缝位置（参见 4.1.6）

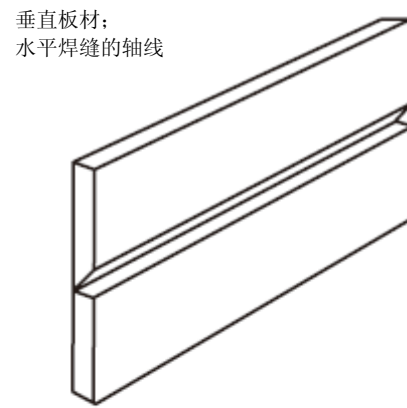


角焊缝位置表			
位置	参考图	轴倾角	表面转动
平焊	A	0° 至 15°	150° 至 210°
横焊	B	0° 至 15°	125° 至 150° 210° 至 235°
仰焊	C	0° 至 80°	0° 至 125° 235° 至 360°
立焊	D	15° 至 80°	125° 至 235°
	E	80° 至 90°	0° 至 360°

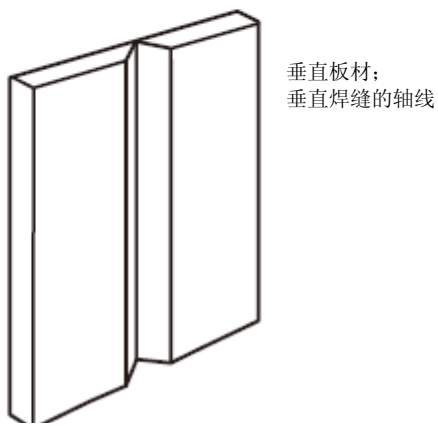
图 4.2 — 角焊缝位置（参见 4.1.6）



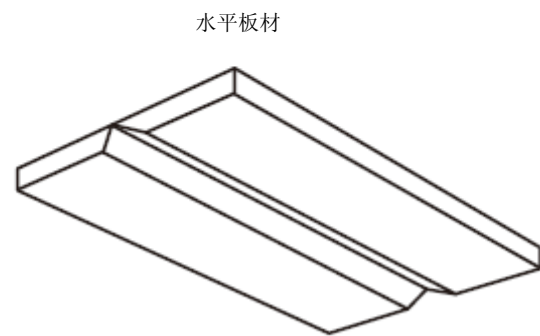
(A) 试验位置 1G



(B) 试验位置 2G



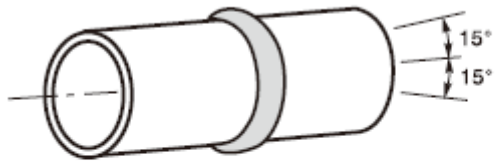
(C) 试验位置 3G



(D) 试验位置 4G

(A) 板材上的坡口焊缝 — 试验位置

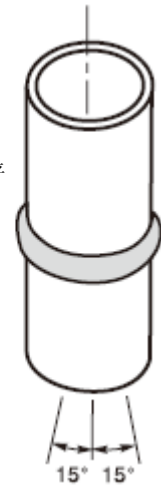
图 4.3 — 焊缝的试验位置（参见 4.1.9）



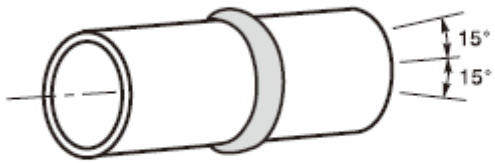
水平管材，并经转动。平焊焊缝 ($\pm 15^\circ$)。顶部或顶部附近的堆焊角焊金属。

(A) 经转动试验位置 1G

垂直管材，在焊接过程中未转动。水平焊缝 ($\pm 15^\circ$)。

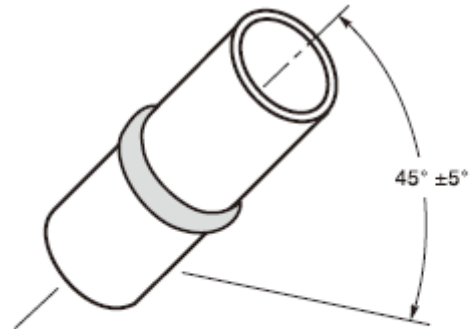


(B) 试验位置 2G



水平固定管材 ($\pm 15^\circ$)，在焊接过程中未转动。平焊、立焊、仰焊。

(C) 试验位置 5G

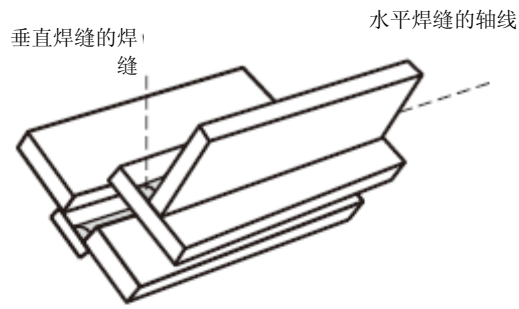


以倾角 ($45^\circ \pm 5^\circ$) 固定管材，在焊接过程中未转动。

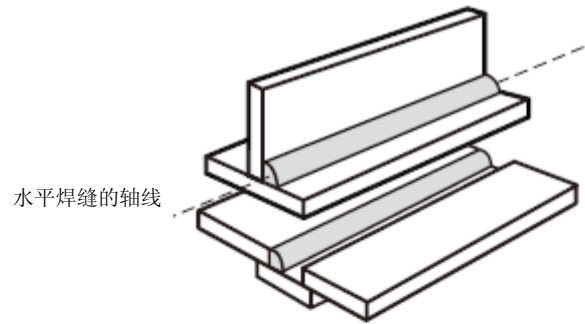
(D) 试验位置 6G

(B) 管材上的坡口焊缝 — 试验位置

图 4.3 (续) — 焊缝的试验位置 (参见 4.1.9)

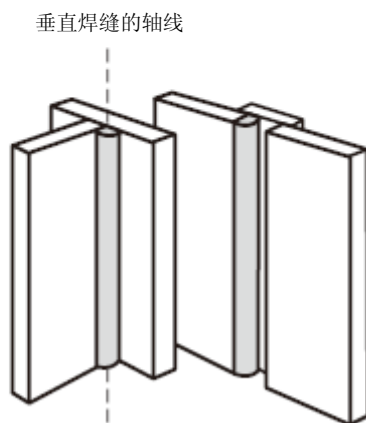


(A) 平焊位置 1F

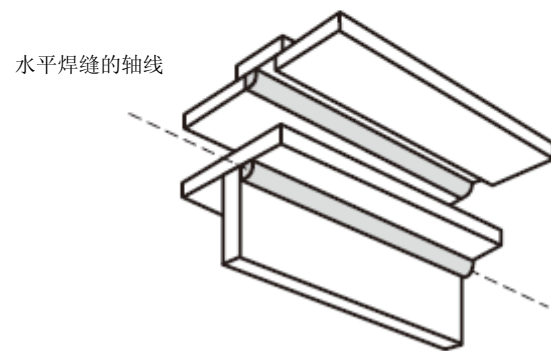


注：一块板材必须呈水平

(B) 水平位置 2F



(C) 垂直位置 3F

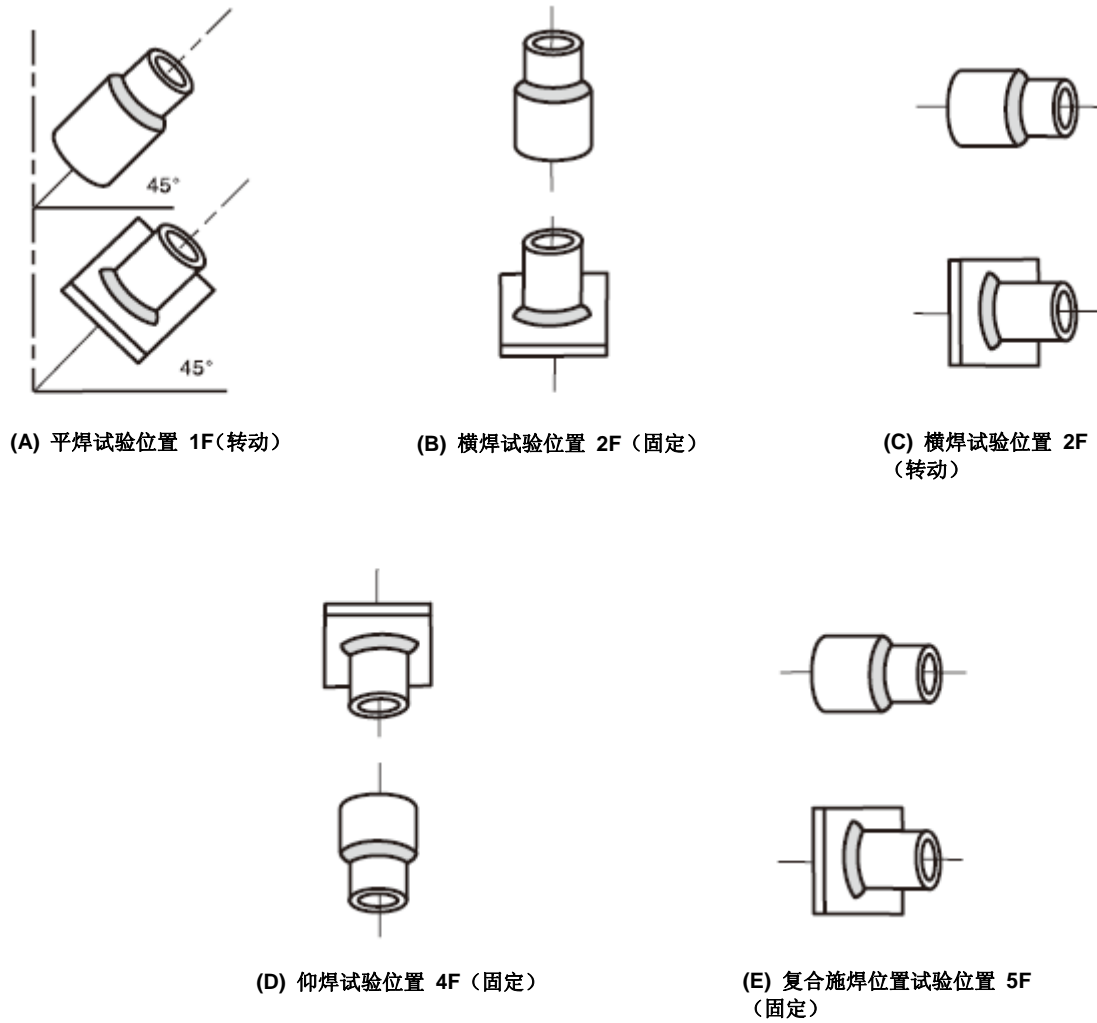


注：一块板材必须呈水平

(D) 仰焊位置 4F

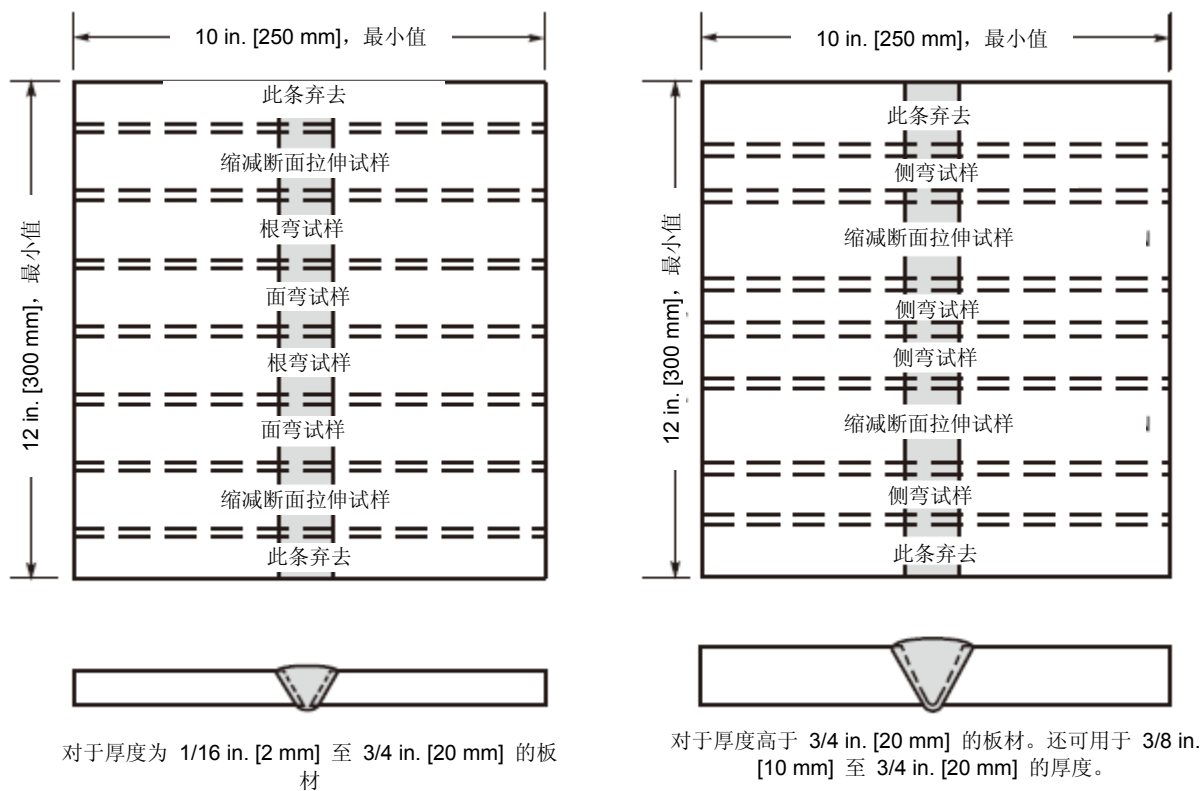
(C) 板材上的角焊缝 — 试验位置

图 4.3 (续) — 焊缝的试验位置 (参见 4.1.9)



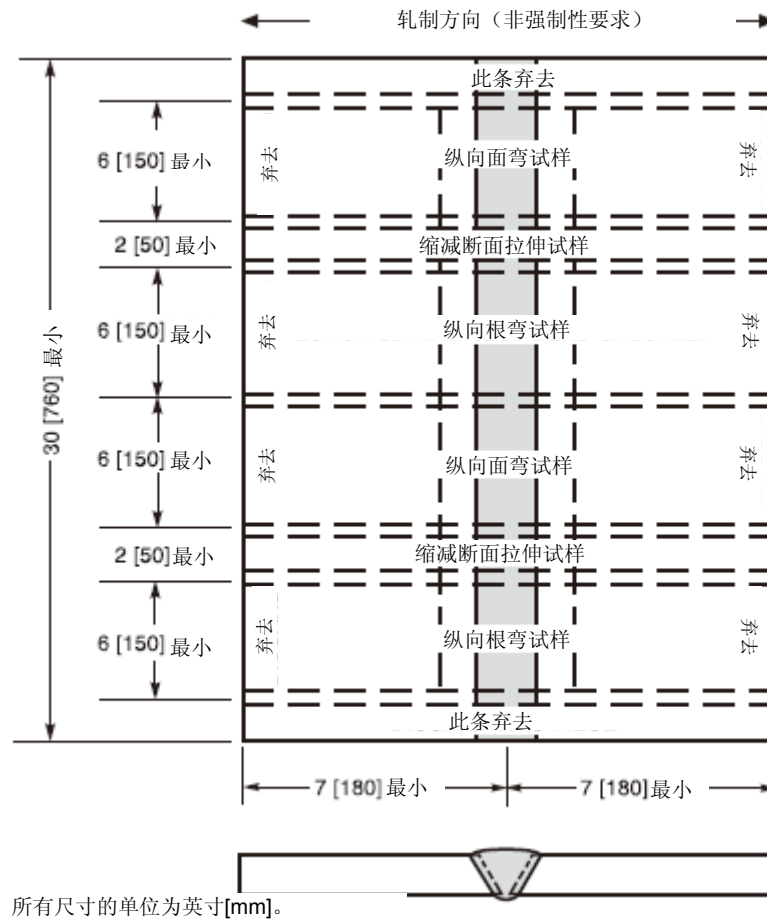
(D) 管材上的角焊缝 — 试验位置

图 4.3 (续) — 焊缝的试验位置 (参见 4.1.9)



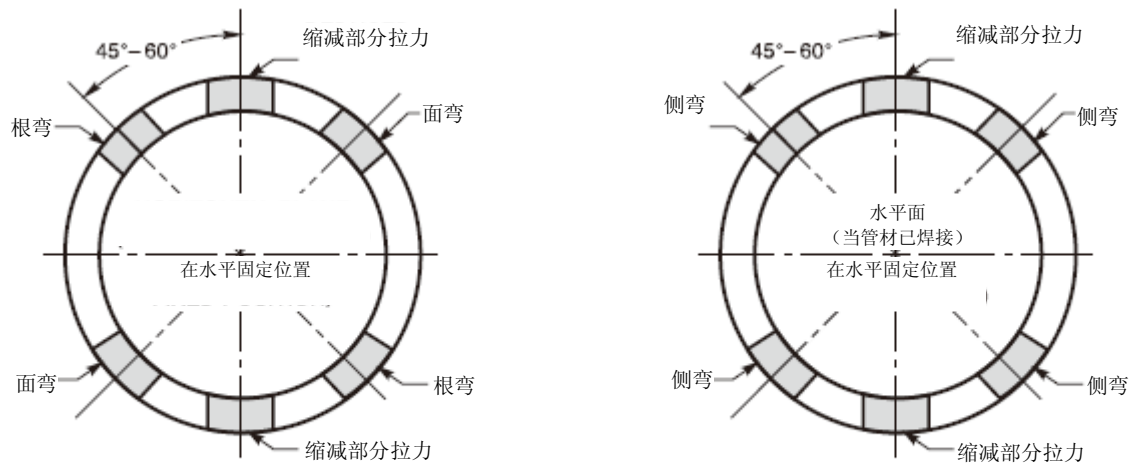
(A) PQR 横向试样 — 板材

图 4.4 — PQR 板材或管材上的试样位置 (参见 4.3.1)



(B) PQR 纵向板材试样 — 纵向弯曲试验中试样从焊接试验板材上移除的顺序

图 4.4 (续) — PQR 板材或管材上的试样位置 (参见 4.3.1)

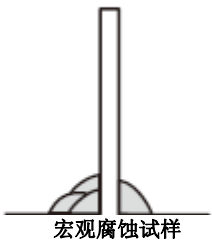
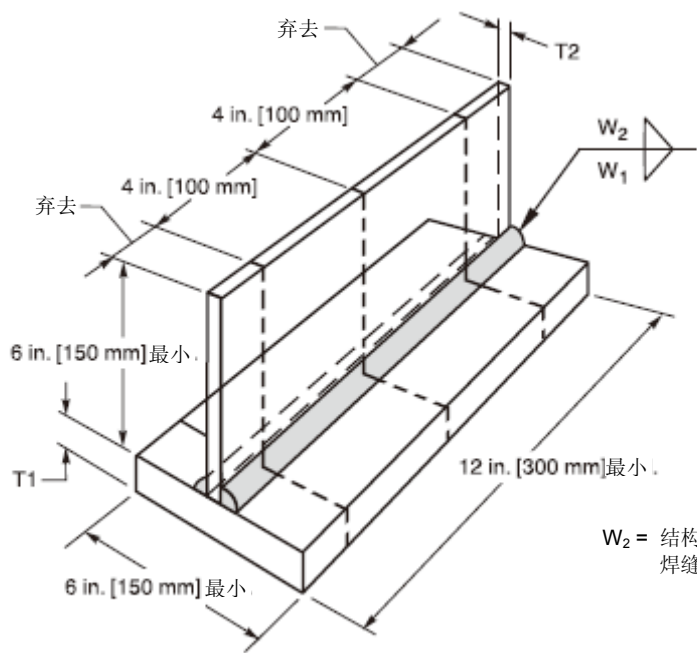


对于壁厚为 1/16 in. [2 mm] 至 3/4 in. [20 mm] 的管材。

对于壁厚高于 3/4 in. [20 mm] 的管材。还可用于 3/8 in. [10 mm] 至 3/4 in. [20 mm] 的厚度。

(C) PQR 管材试样

图 4.4 (续) — PQR 板材或管材上的试样位置 (参见 4.3.1)



W₂ = 结构中所用的最小多道角焊缝
W₁ = 结构中所用的最大单道角焊缝

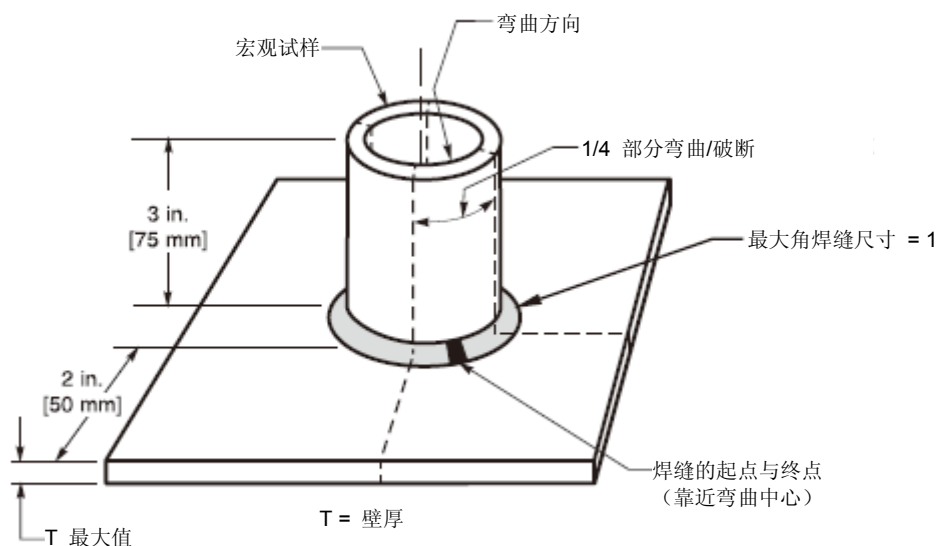
详图 A — 板材与板材组件

英寸		
焊缝尺寸	T1 最小值 ^a	T2 最小值 ^a
3/16	1/2	3/16
1/4	3/4	1/4
5/16	1	5/16
3/8	1	3/8
1/2	1	1/2
5/8	1	5/8
3/4	1	3/4
> 3/4	1	1

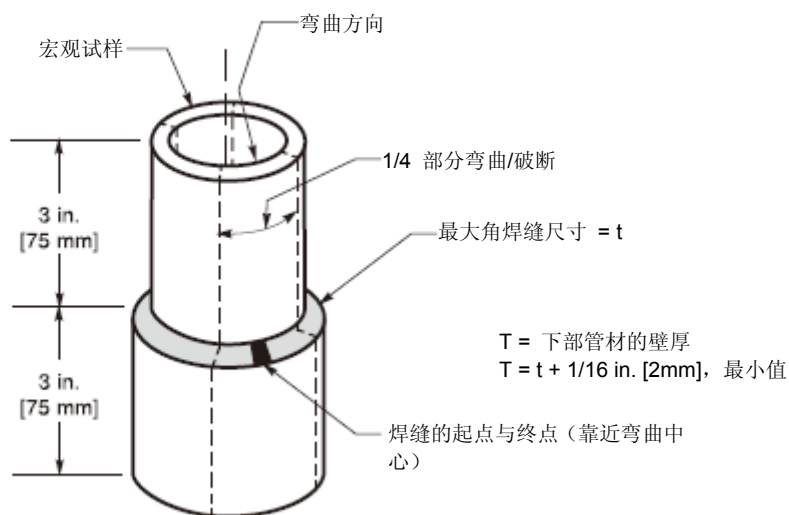
毫米		
焊缝尺寸	T1 最小值 ^a	T2 最小值 ^a
5	12	5
6	20	6
8	25	8
10	25	10
12	25	12
16	25	16
20	25	20
> 20	25	25

^a 如生产中所用的最大板材厚度小于表中所示值，可用生产中的最厚的板替代 T1 和 T2。

图 4.5 — PQR 角焊缝试样（参见 4.4.1）



详图 B — 管材与板材组件

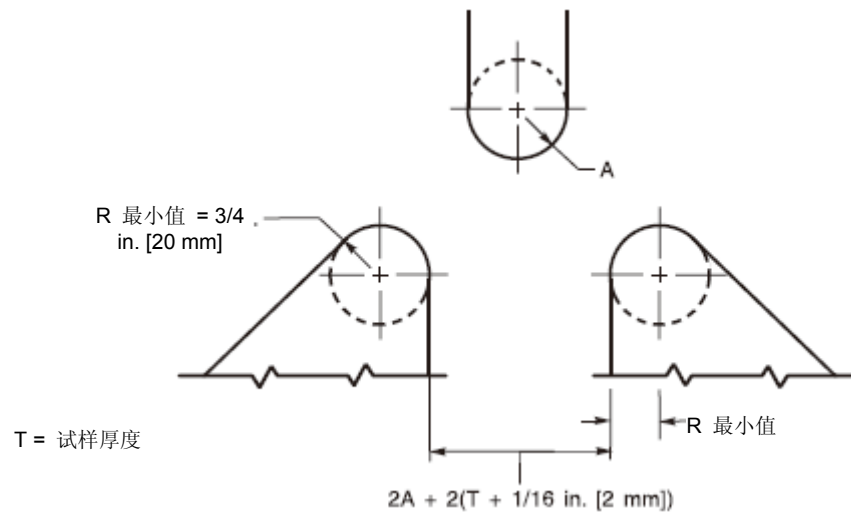


详图 C — 管材与管材组件

注:

1. 如下所示, 可使用板至板或管至管焊接。
2. 所有尺寸的单位为英寸[mm]。

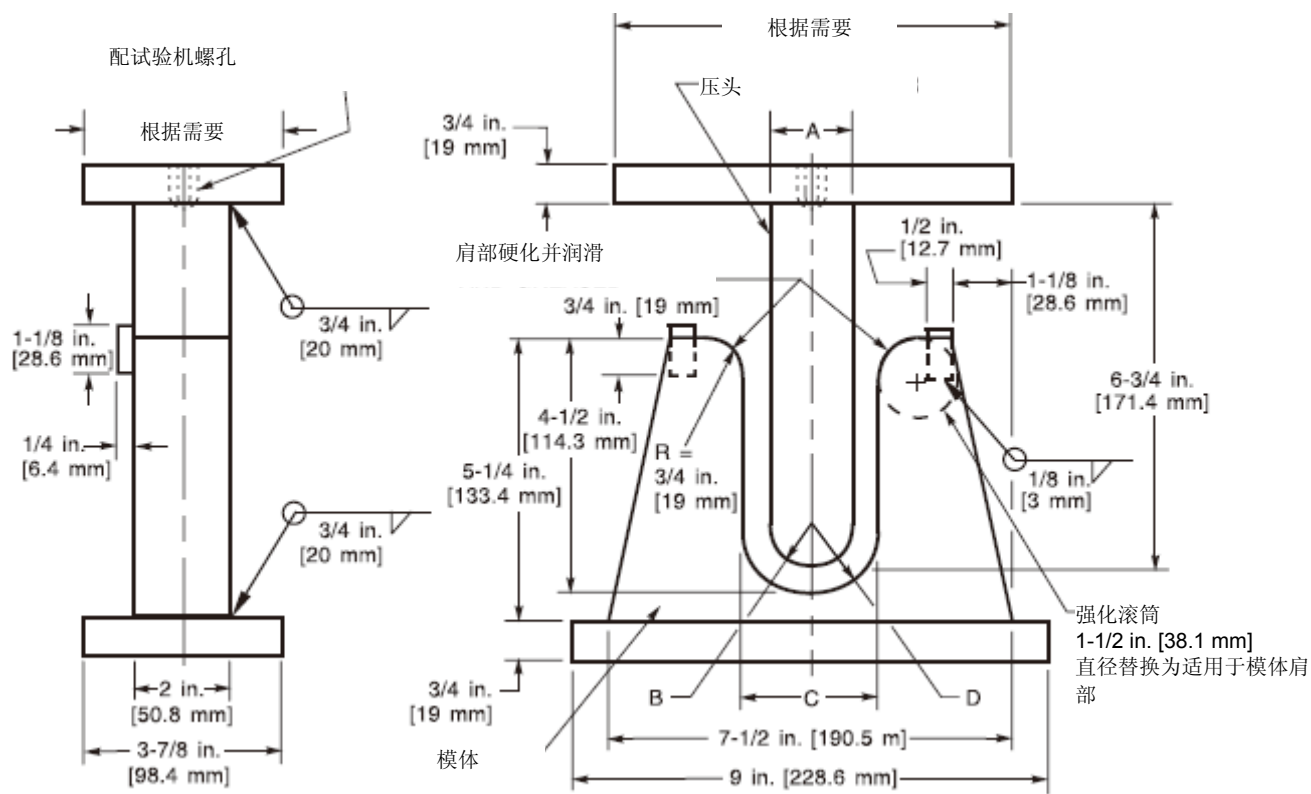
图 4.5 (续) PQR 角焊缝试样



注:

1. 可以采用硬化并润滑的肩部，或是可自由转动的硬化滚筒。
2. 肩部或滚筒应有最小 2 英寸 [50 mm] 的支承面供安放试样用。
3. 滚筒与装置根部相比应足够高，这样当压头在低位时，试样与滚筒脱离。
4. 柱塞应装配有合适的母材以及粘附至试验机械的条件，并且设计应具有最小偏转或方向偏离。
5. 可使轴肩或滚筒支架在水平方向上可调，这样具有不同厚度的试样可在同一装置上进行试验。
6. 轴肩或滚筒支架应安装至与柱塞相关的用于维持中间和对齐的轴肩或滚筒的母材上，且应尽量降低偏转或方向偏离。
7. 柱塞半径 A 应根据图 4.9 中的列线图来确定。

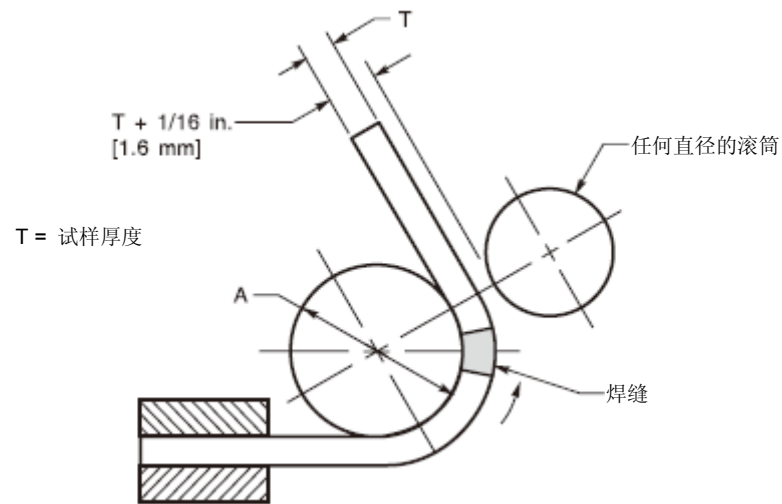
图 4.6 底部顶出式导向弯曲试验装置



20% 伸长率的夹具尺寸					
试样厚度, T		柱塞半径, B		圆角半径, D	
in.	mm	in.	mm	in.	mm
3/8	9.5	3/4	19.0	1-3/16	30.2
T		2T		B + T + 1/16	
				B + T + 1.6	

注：对于不是 20% 的伸长率，应根据图 4.9 中的列线图调整试样厚度 T_1 和柱塞半径 B。

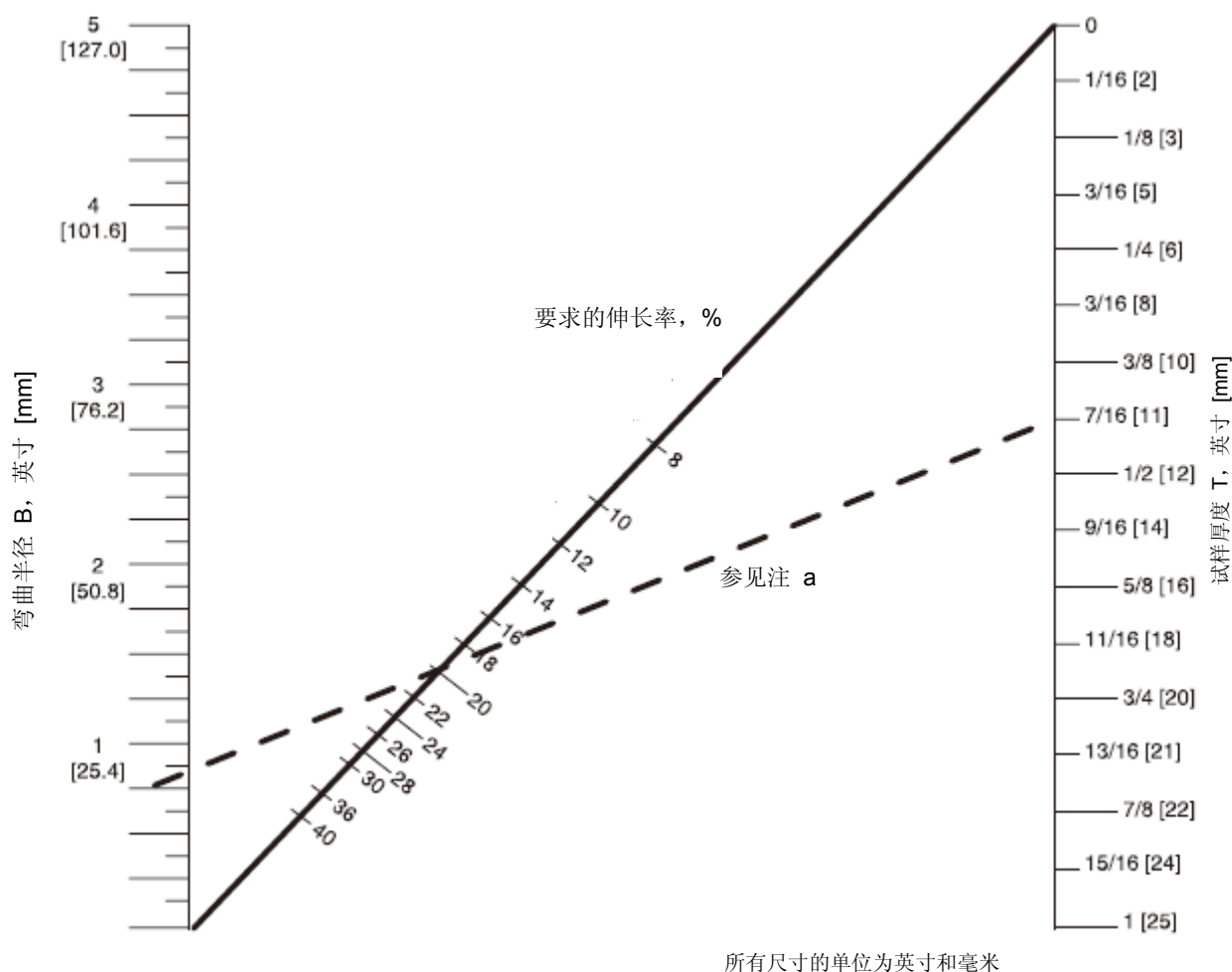
图 4.7 — 底部导向弯曲试验装置（参见 4.6.3.1）



注:

1. 半径 A 应根据图 4.9 中的列线图进行规定或进行确定。除非部件的最小宽度为 2 in. [50 mm], 否则未显示的尺寸可由设计人员选择。
2. 很重要的是, 应具有充分的刚性, 这样夹具在试验期间将不会偏转。应将试样的一端牢牢夹住, 防止它在弯曲过程中滑动。
3. 必须在外滚筒从起点移动 180° 后才能从夹具中取出试样。

图 4.8 — 替代缠绕式导向弯曲试验装置 (参见 4.6.3.1)

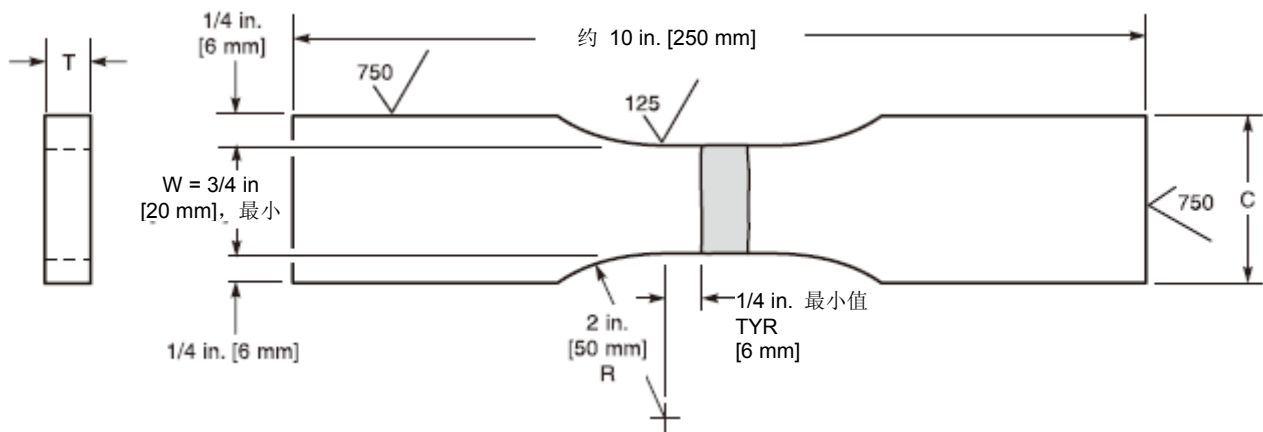


^a 示例：标准夹具要求最小延伸率为 20%。如果试样的厚度为 7/16 in. [11 mm]，应在这两个点之间画一条线，且为确定合适的弯曲半径（将为 7/8 in. [22 mm]）应将这条线进行延长。

注：

1. 一般建议弯曲试验的试样约为 3/8 in. [10 mm]。但是，试样厚度可为上述材料厚度、可得设备或使用规范所规定范围内的任何数值。
2. 测量数值要求的准确率如下所示：
 - (1) 试样厚度：±1/64 in. [0.4 mm].
 - (2) 伸长率：±1%.
 - (3) 弯管半径：±1/16 in. [1.6 mm].
3. 当应用列线图数据时，将提供 20% 伸长率的夹具可用于伸长率高于 20% 的任何金属。

图 4.9 最小弯曲半径选择用列线图（参见 4.6.3.1）

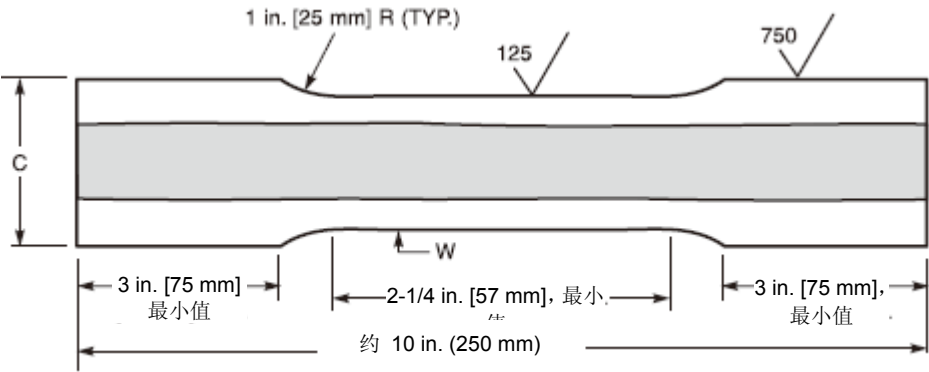


T = 试验焊件 (t) 的试样厚度或厚度, 根据注 3。

注:

1. 将进行试验的薄金属板将在轴肩附近进行撕裂和破断。在该情况下，尺寸 C 应不高于 1-1/3 倍 W。
2. 焊缝余高和保护气（如有）应进行机械移除，使与试样表面平齐。
3. 如果试验焊件厚度 T 将不会提供在可得试验设备容量范围内的试样，则试样应通过其厚度分成所要求的许多试样。
4. 缩减部分的长度应等于各侧焊缝最宽部分加上 1/4 in. [6 mm] 的宽度。

图 4.10 横向矩形拉伸试样 (参见 4.6.6.1)

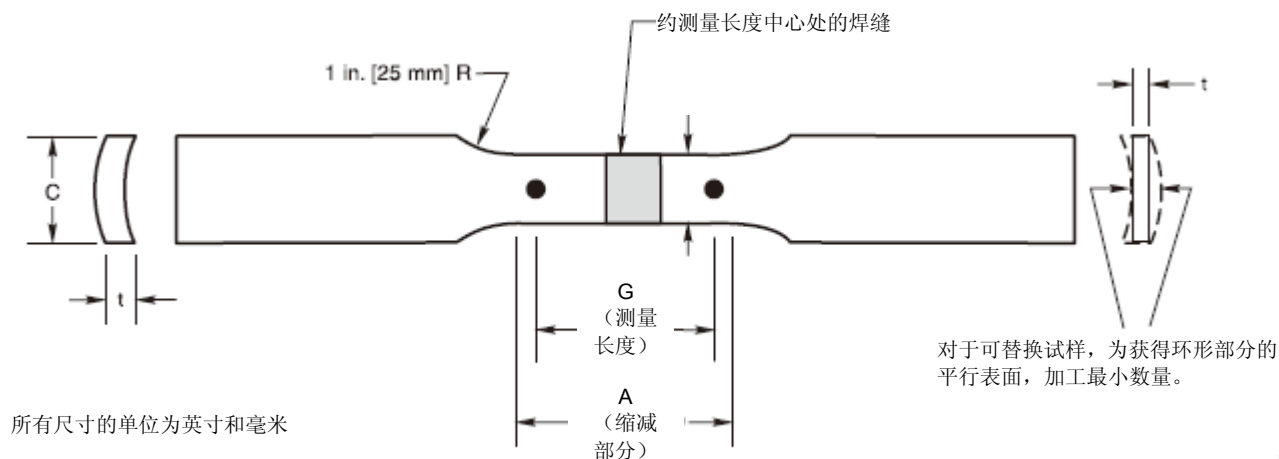


t = 可适用规范板材部分的厚度。
T = 可适用规范中拉伸试样的厚度。

尺寸				
	试样 1		试样 2	
	in.	mm	in.	mm
W = 宽度	1 ± 0.05	25 ± 1	1.50 ± 0.125	40 ± 3
B = 焊缝宽度	0.50 approx.	12 approx.	0.75 approx.	20 approx.
C = 分段的标称宽度	1.5	40	2.0	50

- 注：
- 1. 应除去焊缝余高和保护气体（如有）。
 - 2. 焊缝的宽度 B可通过选择选择焊缝内的合适试样厚度 T 及其位置变更为 $W/2$ 左右。
 - 3. 宽度 W 可进行合理变更，这样当不满足注 2 中的要求时，可调整为 $B = W/2$ 左右。
 - 4. 试样的夹持段应为对称型，缩减段的中心线在 1/8 in. [3 mm] 内。

图 4.11 拉伸试样（纵向）（参见 4.6.6.1）

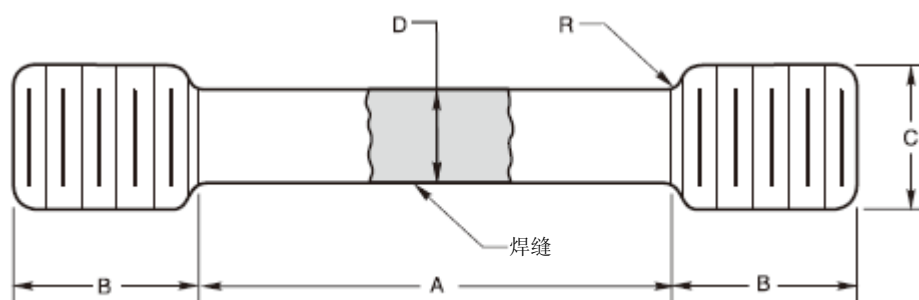


样品编号	W, in. [mm]	C, in. [mm]	G, in. [mm]	A (min.), in. [mm]
1	$1/2 \pm 1/64$ [12 ± 0.4]	约 1-1/16 [27]	2± [50±]	2-1/4 [57]
2	$3/4 \pm 1/32$ [20 ± 1]	约 1 [25]	2± [50±] 4± [100±]	2-1/4 [57] 4-1/2 [115]
3	$1 \pm 1/16$ [25 ± 2]	约 1-1/2 [40]	2± [50±] 4± [100±]	2-1/4 [57] 4-1/2 [115]
4	$1-1/2 \pm 1/8$ [40 ± 3]	约 2 [50]	2± [50±] 4± [100±] 8± [200±]	2-1/4 [57] 4-1/2 [115] 9 [230]

注:

1. 焊缝余高和保护气(如有)应进行机械移除, 使与试样表面平齐。
2. 可替换试样不得用于低于 $3/8$ in. [10 mm] 的标称壁厚。
3. 仅试样的夹持部分可变平。
4. 在完全壁厚试样的情况下, 可通过将 W 乘以 t ($t = T$) 算得横街面积。
5. T 为可适用规范中所规定试样的厚度。
6. 缩减分段应在 0.010 in. [0.25 mm] 内平行, 且可以由两端向中间呈平缓的斜坡, 两端直径大于中间部位直径不超过 0.010 in. [0.25 mm]。
7. 试样的夹持段应为对称型, 缩减段的中心线在 1/8 in. [3 mm] 内。

图 4.12 管材尺寸大于 2 in. [50 mm] 标称直径的试样 (参见 4.6.6.1)



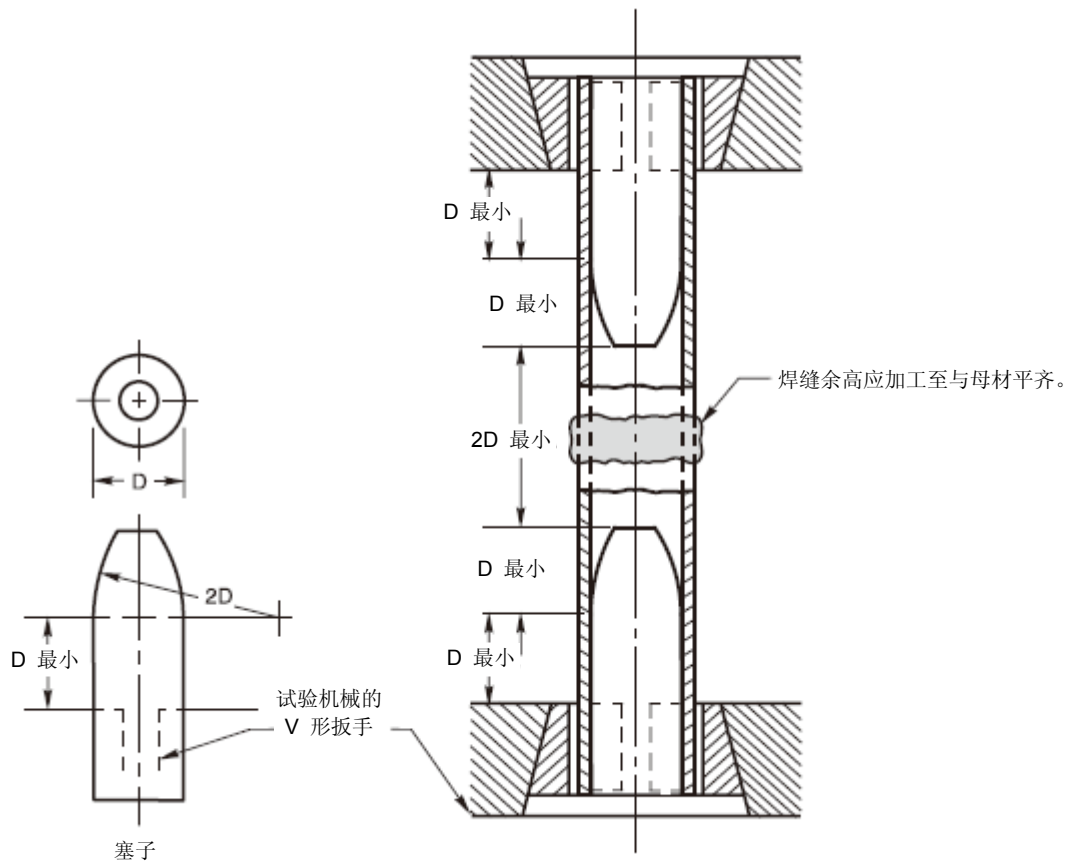
标准尺寸 (in.)				
	(a) 0.505 试样	(b) 0.353 试样	(c) 0.252 试样	(d) 0.188 试样
A — 缩减断面的长度	见注 4	见注 4	见注 4	见注 4
D — 直径	0.500 ± 0.010	0.350 ± 0.007	0.250 ± 0.005	0.188 ± 0.003
R — 角焊缝半径	3/8, 最小值	1/4, 最小值	3/16, 最小值	1/8, 最小值
B — 末端部分长度	约 1-3/8	约 1-1/8	约 7/8	约 1/2
C — 末端部分直径	3/4	1/2	3/8	1/4

标准尺寸, mm				
	(a) 12.83 试样	(b) 8.97 试样	(c) 6.4 试样	(d) 4.78 试样
A — 缩减断面的长度	见注 4	见注 4	见注 4	见注 4
D — 直径	12.7 ± 0.25	8.9 ± 0.18	6.4 ± 0.13	4.78 ± 0.08
R — 角焊缝半径	9.5, 最小值	6.4, 最小值	4.8, 最小值	3.2, 最小值
B — 末端部分长度	约 35	约 28.6	约 22.2	约 12.7
C — 末端部分直径	19.0	12.7	9.5	6.4

注:

1. 使用可从分段上切割的最大直径试样 (a), (b), (c) 或 (d)。
2. 焊缝应位于缩减部分的中间部分。
3. 如果仅要求单一试样, 试样中心应该处于表面之间的中间部分。
4. 缩减部分 "A" 不应小于焊缝的宽度加上 "D." 的两倍。
5. 为适合试验机械的夹具, 使得负载可轴向放置, 两端可为具有任何形状。

图 4.13(A) 拉伸试样 — 缩减部分 — 转动试样 (参见 4.6.6.1)



注：对于 2 in [50 mm] 以下的标称直径。

图 4.13(B) 拉伸试样 — 全剖面 — 小型直径管材 (参见 4.6.6.1)

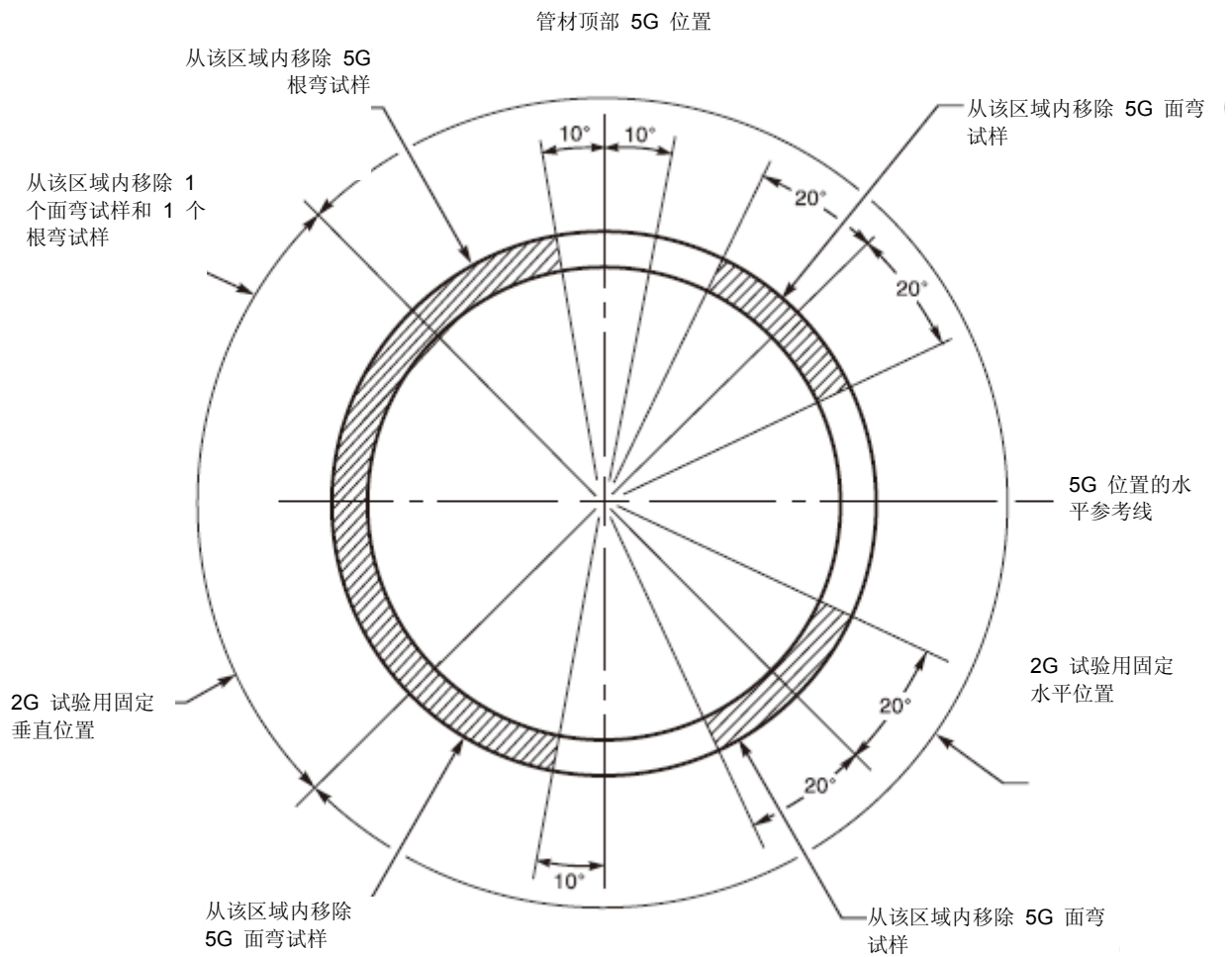
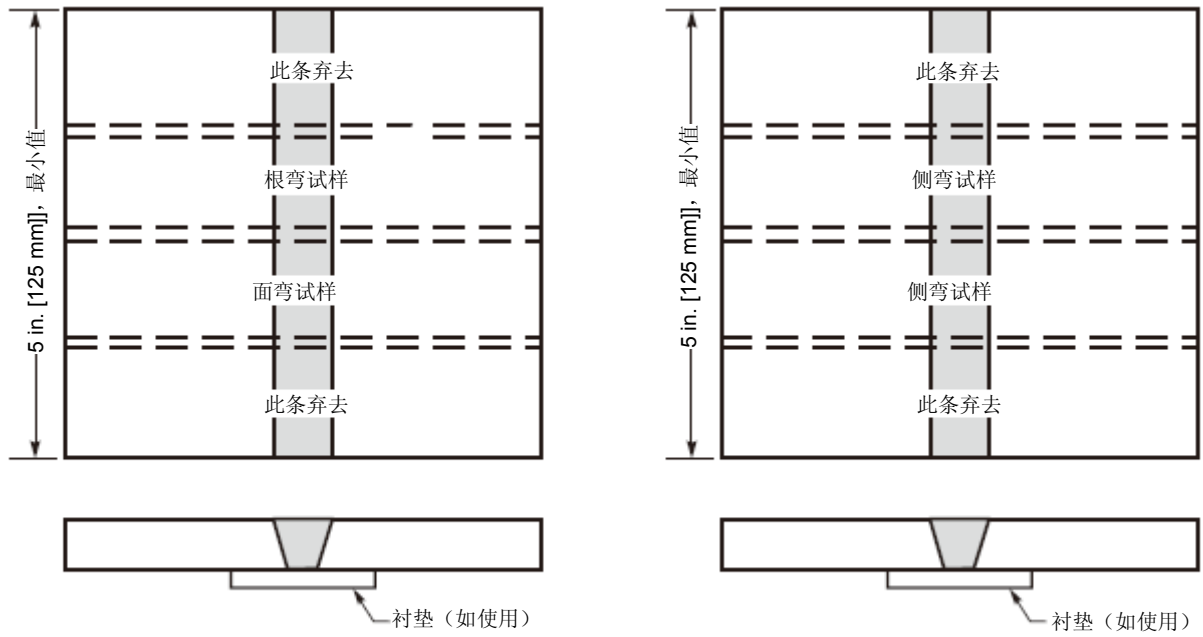
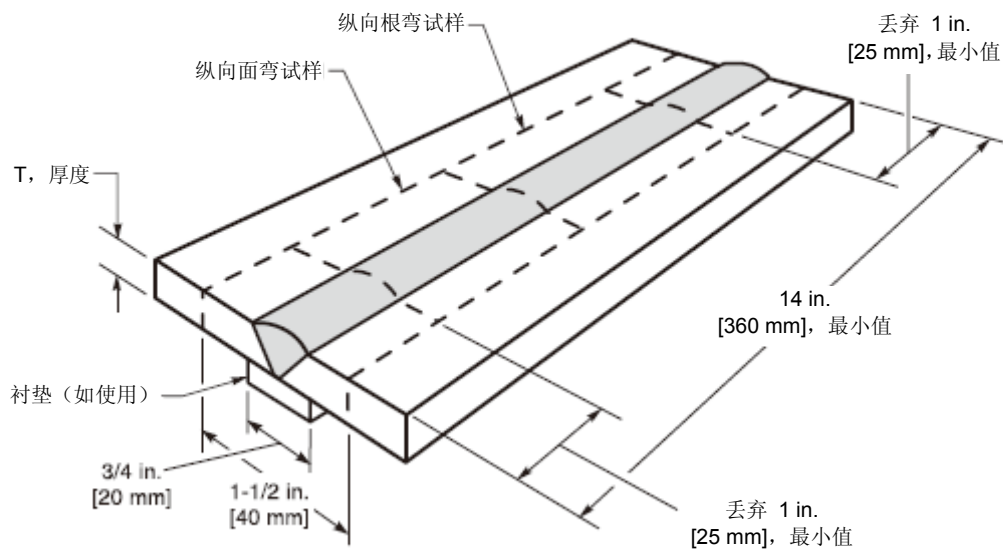


图 4.14 资格评定用 6 in. [150 mm] 或 8 in. [200 mm] 管材组件 — 2G 和 5G 位置[参见 4.7.10.1]



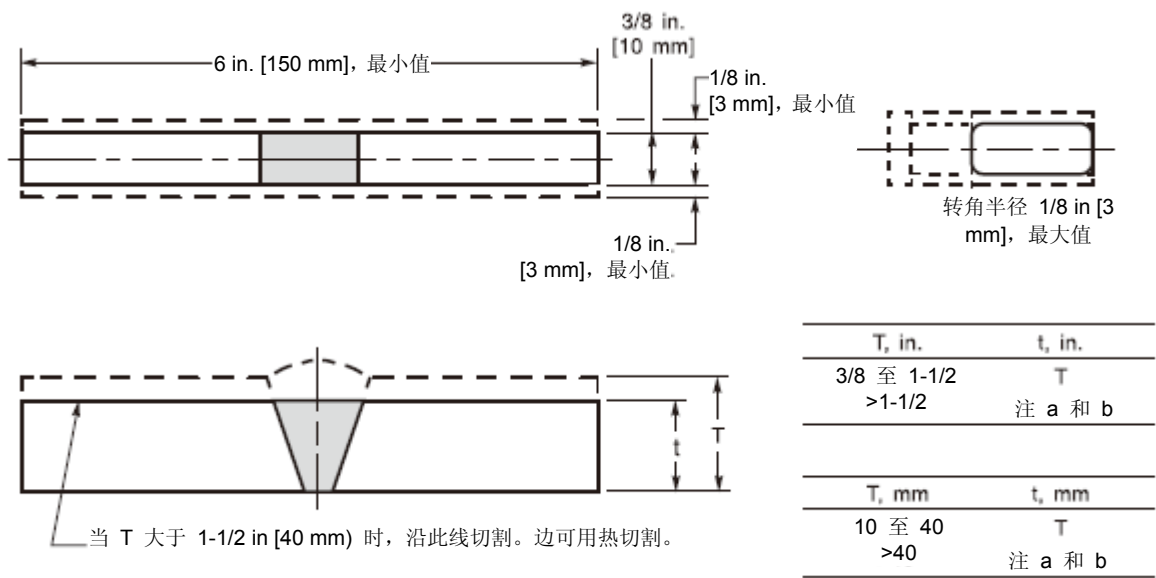
(A) 板材 — 1/16 至 3/4 in. [2 mm 至 20 mm] 资格评定

(B) 板材 — 3/4 in. [20 mm] 以上及可替换 3/8 至 3/4 in. [10 mm 至 20 mm] 的资格评定



(C) 板材 — 纵向资格评定

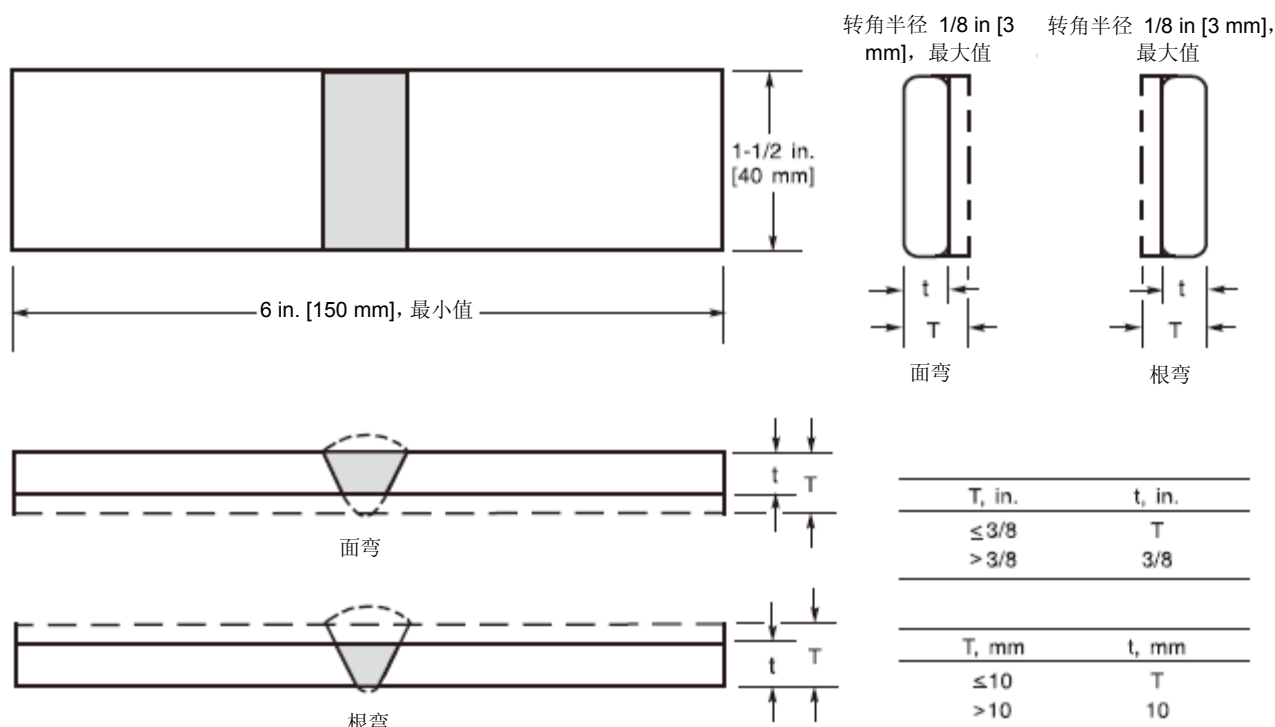
图 4.15 板材 — 纵向资格评定[参见 4.7.10.1]



- ^a 如果单面坡口焊缝接头的厚度 T 超过 1-1/2 in. [40 mm], 则试样可切割成宽度在 3/4 in. [20 mm] 与 1-1/2 in. [40 mm] 之间大致相等的条状。各试样条应弯曲成图 4.9 中列线图所确定的半径, 从而进行试验。
- ^b 如果双面坡口焊缝接头的板材厚度 T 超过 1-1/2 in. [40 mm], 则试样可切割成多条, 从而焊缝的根部可位于试样条的中心。这些试样条应弯曲成图 4.9 中所规定的半径。

- 注:
1. 试样可进行热切割, 在这种情况下, 至少 1/8 in. [3 mm] 的材料应从热切割表面进行机械移除。
 2. 焊缝余高和保护气 (如有) 应进行机械移除, 使与试样表面平齐。
 3. 试验柱塞的直径应等于或高于焊缝宽度。如果不能满足该要求, 应根据图 4.9 中的列线图选择更大的厚度 T 。
 4. 所有纵向表面的粗糙度应不高于 125 宏观腐蚀 [3 μ m] RMS。建议规定的表面粗糙度纹路方向不与试样的纵轴平行。

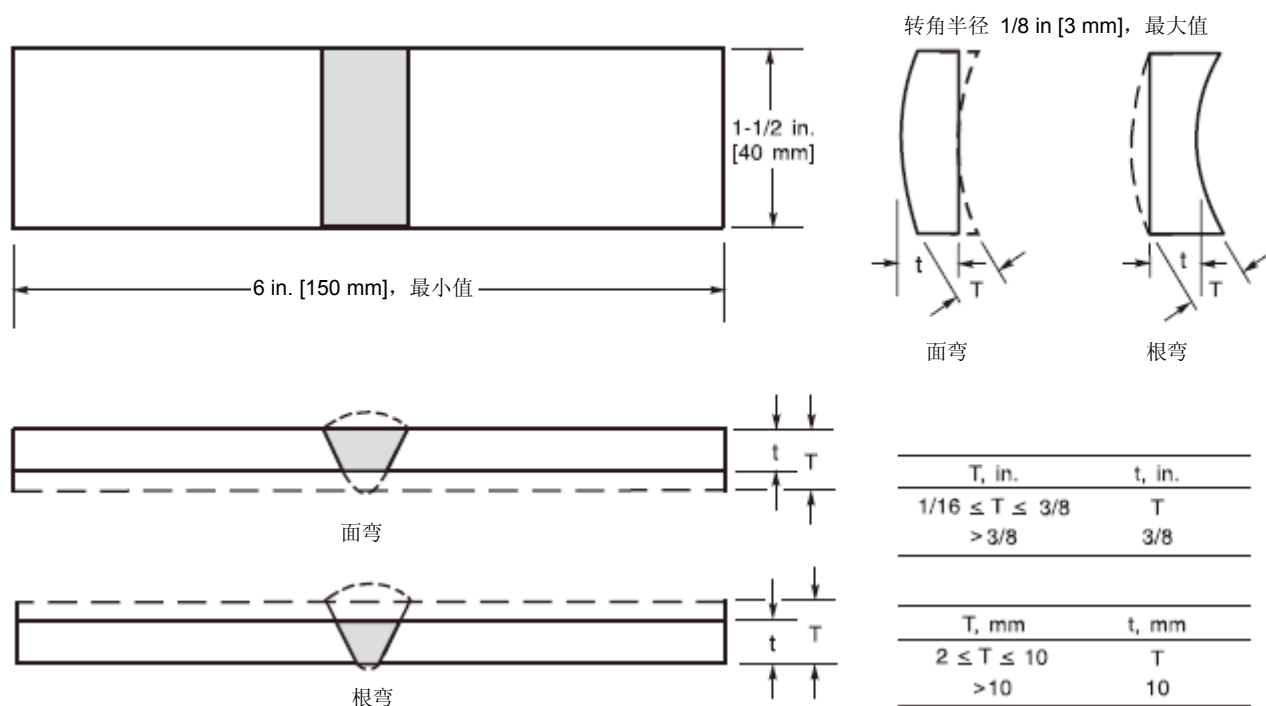
图 4.16 横向侧弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)



注:

1. 试样可进行热切割, 在这种情况下, 至少 $1/8$ in. [3 mm] 的材料应从热切割表面进行机械移除。
2. 对于伸长率要求至少为 25% 的复合金属, 试样厚度 t 可在弯曲半径试验夹具时进行减少。试样厚度应符合图 4.9 中的列线图。
3. 如果焊缝接头母材具有不同厚度, 则试样应该减小至基于较薄母材的一致厚度。
4. 焊缝余高和保护气(如有)应进行机械移除, 使与试样表面平齐。
5. 试验柱塞的直径应等于或高于焊缝宽度。如果不能满足该要求, 应根据图 4.9 中的列线图选择更大的厚度 T 。
6. 所有纵向表面的粗糙度应不高于 125 宏观腐蚀 [3 μ m] RMS。建议规定的表面粗糙度纹路方向不与试样的纵轴平行。

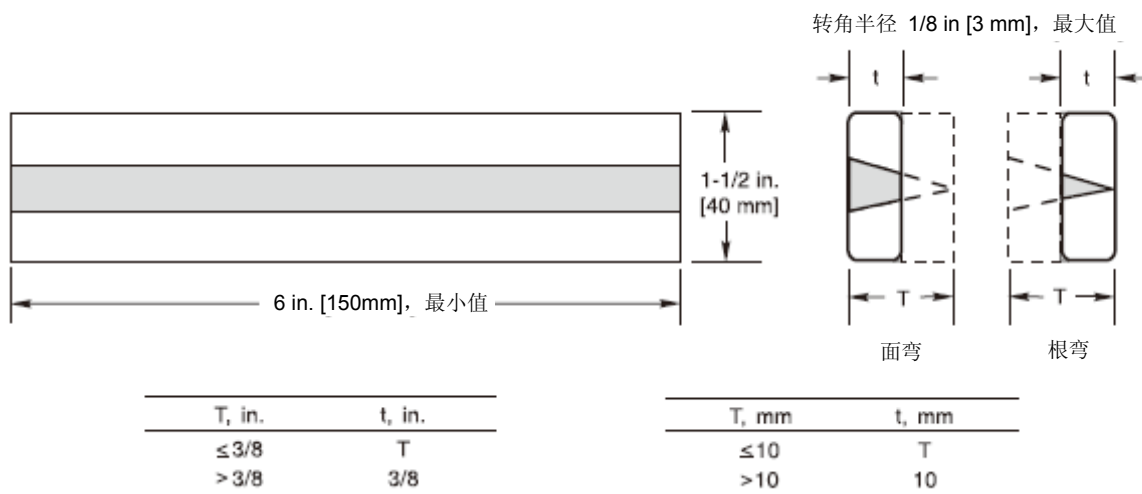
图 4.17 横向面弯试样和根弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)



注:

1. 试样可进行热切割, 在这种情况下, 至少 1/8 in. [3 mm] 的材料应从热切割表面进行机械移除。
2. 如果焊缝接头母材具有不同厚度, 则试样应该减小至基于较薄母材的一致厚度。如果接头背面凹进去, 则试样的该表面可加工为使其深度不超过凹面。
3. 除非试样宽度不得超过 ID/3 (其中 ID 为管材的内径), 否则试样宽度应为 4t。
4. 焊缝余高和保护气 (如有) 应进行机械移除, 使与试样表面平齐。
5. 试验柱塞的直径应等于或高于焊缝宽度。如果不能满足该要求, 应根据图 4.9 中的列线图选择更大的厚度 T。
6. 所有纵向表面的粗糙度应不高于 125 宏观腐蚀 [3 μm] RMS。建议规定的表面粗糙度纹路方向不与试样的纵轴平行。

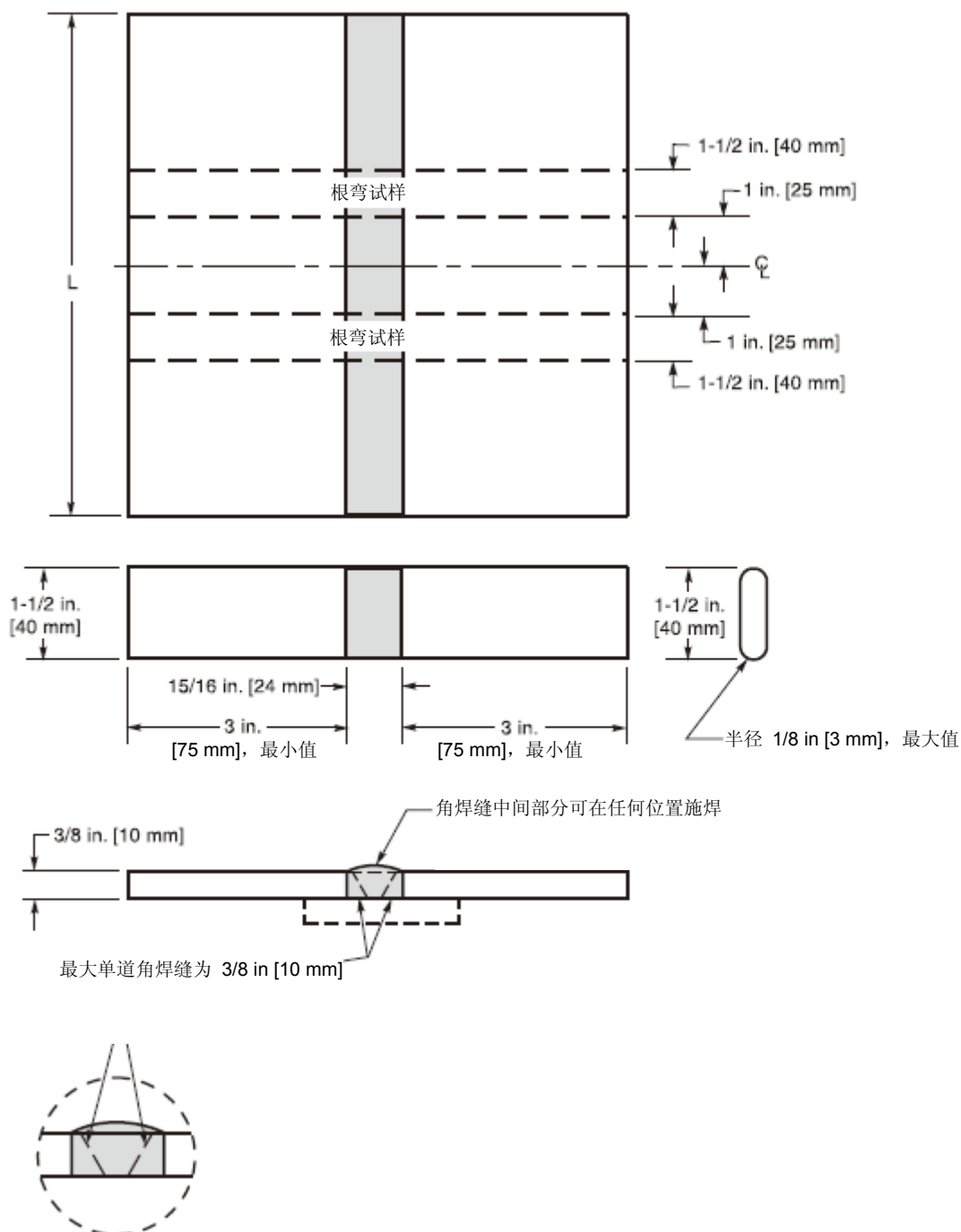
图 4.18 横向面弯试样和根弯试样 — 管材 (参见 4.10.2.3)



注:

1. 试样可进行热切割, 在这种情况下, 至少 1/8 in. [3 mm] 的材料应从热切割表面进行机械移除。
2. 如果焊缝接头母材具有不同厚度, 则试样应该减小至基于较薄母材的一致厚度。
3. 焊缝余高和保护气 (如有) 应进行机械移除, 使与试样表面平齐。
4. 所有纵向表面的粗糙度应不高于 125 宏观腐蚀 [3 μ m] RMS。建议规定的表面粗糙度纹路方向不与试样的纵轴平行。

图 4.19 纵向面弯试样和根弯试样 — 板材 (参见 4.10.2.3)



注:

1. 除非试验焊缝将进行射线照相检测, 否则衬垫板条最小值应为 3/8 in. / 2 in. [10 mm / 50 mm], 其中衬垫板条最小值应为 3/8 in. / 3 in. [10 mm / 75 mm]。衬垫板条应与母材紧密接触。
2. 试验板材长度 L 应足够长, 以满足试样所规定长度的要求。试样应从试验板材上进行机械移除。
3. 焊缝余高和保护气应进行机械移除, 使与母材平齐。
4. 所有纵向表面的粗糙度应不高于 125 宏观腐蚀 [3 μ m] RMS。建议规定的表面粗糙度纹路方向不与试样的纵轴平行。

图 4.20 角焊缝根弯试样 (参见 4.10.2.3)

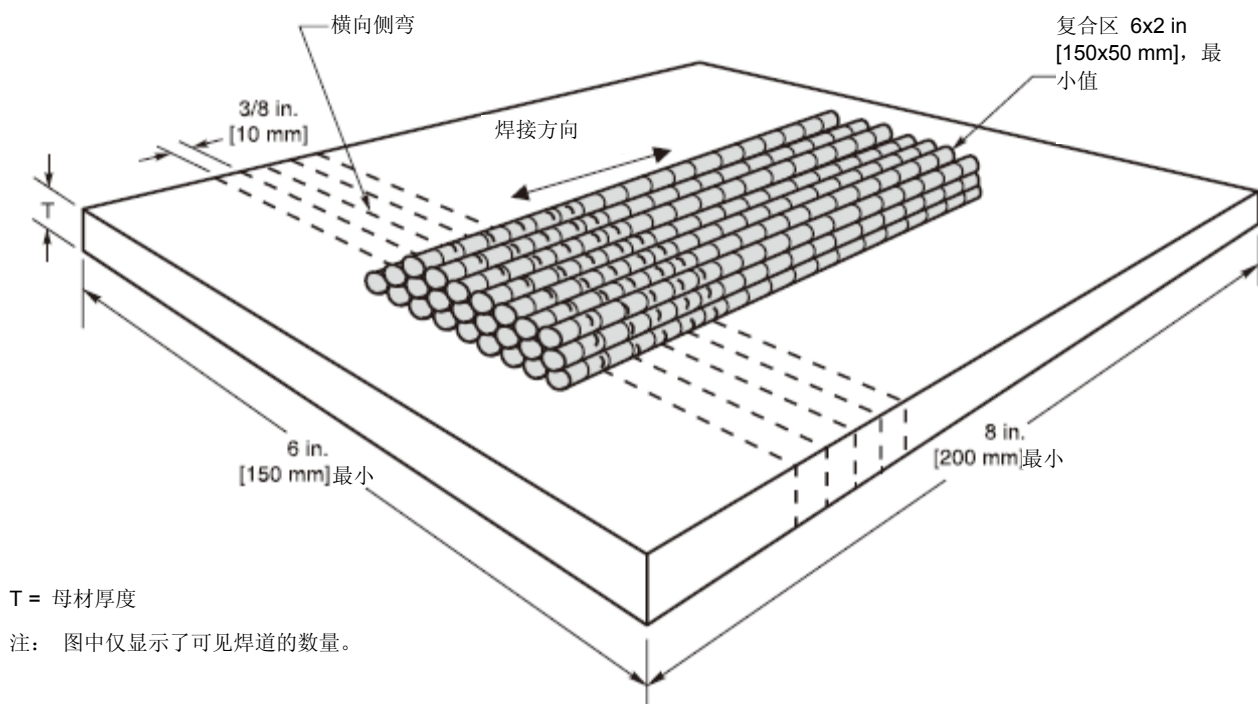
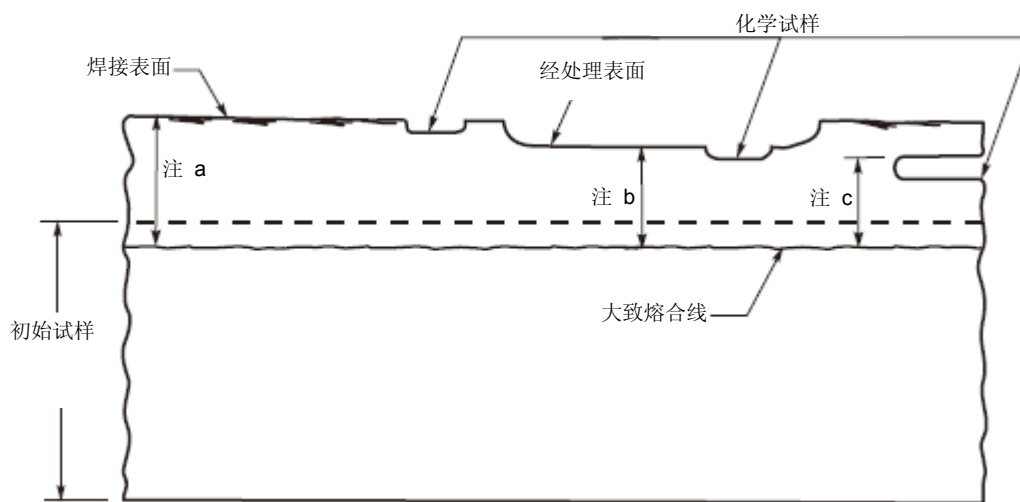


图 4.21 堆焊 WPS 和资格评定 (参见 4.11.2)



- ^a 当在焊接表面进行化学分析时，则从大致熔合线至最终焊接表面的距离应为最小经评定堆层厚度。化学分析可直接在焊接表面上或对焊接表面中所取的碎屑进行。
- ^b 当在焊接表面进行化学分析时，则从大致熔合线至最终焊接表面的距离应为最小经评定堆层厚度。化学分析可直接在经处理表面上或对预处理表面上所取碎屑进行。
- ^c 当对水平钻孔试样中所取的材料进行化学分析试验，则大致熔合线与钻孔最高侧之间的距离应成为最小经评定堆层厚度。化学分析应对钻孔中所取的材料碎屑进行。

图 4.22 化学分析试验[参见 4.6.11.5(3)]

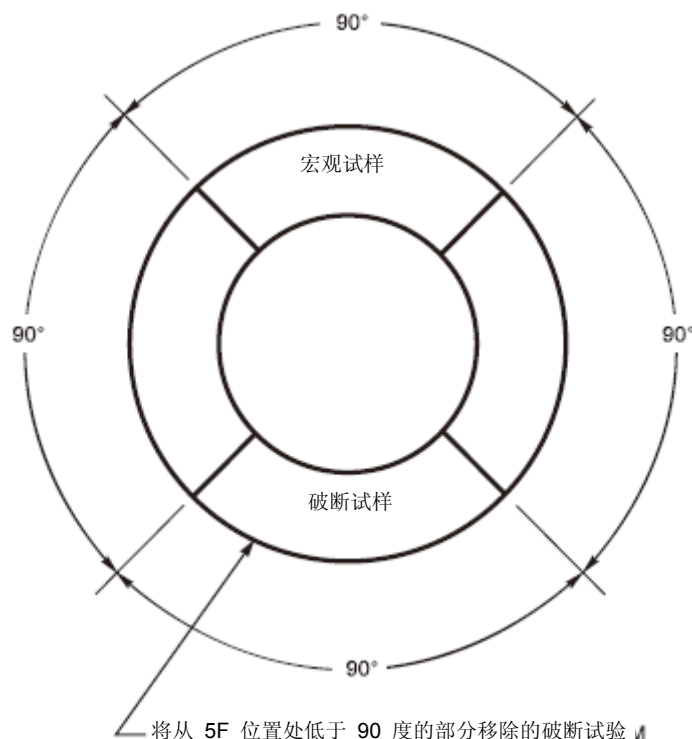


图 4.23 资格评定试样位置[参见 4.7.10.1)]

5. 制造

5.0 概述

本条适用于本规范范围内不锈钢产品制造、装配、构造或安装的一般要求。制造商、承包商或安装人员（下文统称为承包商）应注意本规范不是设计手册；这不会消除对设计方进行合格工程评判的需求。

5.1 责任

承包商采用的承包商和个人（根据本规范工作）负责其工作以及其生产产品的质量。进行后续程序或制造/安装检查前，其应评估其工作质量。制造/安装检查应符合本规范第6条，如合同或工程规范所述。

5.1.1 工艺和 WPS。应根据合格或事先通过鉴定的 WPS 进行焊接，在适用时应满足本规范第 3 或第 4 条的要求。

5.1.2 环境条件。不得在湿表面上进行焊接，或在会对采用的焊接程序的屏蔽特性造成负面影响的风速条件下进行焊接。

5.1.2.1 预热温度应至少足以清除接头处的水份。特殊预热和层间温度很大程度上取决于材料类型和焊接厚度。预热和层间温度应符合认可的 WPS，除非另有规定或经工程师批准。

5.1.3 母材。使用的材料应符合良好制造和检验实践。另请参见本规范第 1 条。

5.1.3.1 超出材料规范的母材间断或缺陷将不被接受，除非修理程序经工程师批准。如果

修理经批准，则其应满足 5.2.2、5.2.3 或 5.13 的要求（如适用）。

5.1.4 填充材料和熔剂。应根据第 3 条 D 部分的规定控制填充材料和熔剂的认证、储存和处理。应保护从接收填充材料时采用的原包装中移除的填充材料，并根据制造商建议进行储存。

5.2 基底金属的制备

实际制造前，应考虑到材料防腐特性以及制造所处的应用条件。焊接前，可能需要清除基底金属上的表面氧化物。可使用机械方法、化学清理或经工程师批准的其他方法清除表面氧化物。应避免采用含铅、锌或铅、锌质复合物，因为可能会发现热裂。当预测会出现点状腐蚀、缝隙腐蚀、不规则腐蚀或应力腐蚀裂缝时，应在合同文件中规定特殊的制造注意事项。

5.2.1 表面处理。材料或接缝制备或修理的可接收方法包括机械加工、热切割、熔刮、修琢或研磨。表面条件应在 5.2.2 限制范围内。不得将碳钢上使用的磨盘、锯片、文件或其他切割工具再次用于不锈钢。应使用无铁磨轮进行研磨。

5.2.1.1 焊接金属储存表面（包括邻接面）应干净，无有机污染物或表面氧化物。表面应无材料间断，包括影响焊件强度或质量的鳍片、撕裂、层压和裂缝（参见 5.2.2.1）。

5.2.1.2 热切割、熔刮或研磨产生的凹槽应具有与以上 5.2.1.1 之规定相同的表面。除非其他容差经工程师批准，否则应保持 WPS 上规定的凹槽轮廓尺寸。适用时，应提供适当底部区域接近空间。

5.2.2 切割要求。可对切割设备进行调整，以确保平滑切割。除非工程师或合同规范另有规定，否则对于小于 5/8 英寸 [16 mm] 的材料，切割表面（边缘）上不超过 1/16 英寸 [2 mm] 的凹口或弧口无需修理，对于 5/8 英寸 [16 mm] 或更大材料，尺寸为材料厚度 (T) 10% 的凹口或弧口无需修理也无需进行任何修复。对于超出上述限值的凹口或弧口，应根据以下规定进行修复。

5.2.2.1 可通过研磨或机器加工修复凹口、弧口或其他材料间断，但前提是凹口或弧口的深度不超过 1/8 英寸 [3 mm] 或材料厚度的 20%，以较小值为准。应将修理材料平滑扳入周围表面，坡度不得超过 1/4 英寸 [25 mm/100 mm]。

5.2.2.2 除非工程师另有规定，否则应根据 5.13 条进行挖掘和焊接，以修复超过 5.2.2.1 规定限值的凹口或弧口。完成修复后，应清洁经修复的表面，以确保金属明亮。

5.2.2.3 如果在切割操作中发现除凹口或弧口以外的间断缺血，则应按要求检测并修复此类缺陷。在无工程师批准的情况下，缺陷区域的挖掘应限于 T/3 深度。

5.2.2.4 仅在获得事先批准和工程师指示的情况下，才可对超出 T/3 的缺陷进行挖掘或修复。应按照工程师规定的方法检查深度预测会超出 T/3 深度的缺陷挖掘或修复操作，以在超出 T/3 深度的之前测定缺陷的程度。应根据 5.13 进行焊接修复。

5.2.3 研磨导致的间断缺陷。应根据适用材料或合同规范，对材料平面（不是切边）上检查到的研磨导致的间断缺陷进行评估、检查或修复。

5.2.3.1 应根据本规范第 6 条内的规定或工程师或合同规范的指示采用超声波检查对研磨导致的间断缺陷进行评估。

5.2.3.2 可通过研磨、熔刮或机械加工清除不可接受的表面缺陷，前提是该段的剩余厚度在材料规范范围内，且清除缺陷后，将凹陷部分统一弯曲至周围表面。工程师应规定适当的

NDT 法，以确保完全清除缺陷。

5.2.3.3 应根据 5.13 在要求或有相关规定时完成基底金属的焊接修复。除修复外，承包商还可更换存在问题的材料。

5.2.4 梁架和焊接孔。所有梁架和焊接空应无凹口或尖锐的凹角。在相邻表面相切点位置处，梁架半径处和焊接孔应平滑过渡。

5.2.4.1 适当时，对于进行焊接的所有焊接孔，其距离焊接准备边缘或衬垫边缘（如适用）的长度应为钻孔材料厚度的 1.5 倍。焊接孔的尺寸和形状应足以拆除状态良好的焊接金属并为引弧板提供间隙（参见图 5.1）。

5.2.4.2 切割材料应形成内隅角，以在适用时提供半径为 1 英寸 [25 mm] 的过渡段。如有必要，可在研磨后通过机械或热切割形成内隅角，以满足 5.2.2 中的表面要求。

5.3 装配

5.3.1 工程师和承包商应参考设计图、合同规范和本规范第 2 条，作为详细图纸的基础。应按照此方法制造所有接头，以确保符合本规范和合同规范要求。

5.3.2 应采用能够最小化扭曲和收缩的程序和顺序进行对制造件或安装组件进行的装配和部件连接以及将加强件紧固至组件的焊接操作。在适用时，应按照能够在焊接过程中平衡焊接施加热量的顺序进行所有焊接（参见第 2 条）。对于接头或接头组，必须小心控制焊接顺序和技术，以最小化收缩应力，且应在适用图纸上明确表明扭曲情况。

5.3.3 承包商负责编制 WPS，并采用能够生成满足本规范质量要求的焊缝的制造方法。所有焊工应根据第 4 条进行认证。如果预期收缩或扭曲会影响制造品的最终使用，则承包商应编制焊接顺序和扭曲控制计划，并在开始焊接前由工程师进行评估。

5.3.4 在装配过程中，在焊接预期会发生轻微收缩的接头前，应先焊接会发生严重收缩的接头。应在约束力尽可能小的情况对其进行焊接。

5.3.5 在存在严重外部收缩限制的条件下，应持续焊接马氏体材料，直至完成焊接，或至确保将接头降温至最低规定预热和层间前不会出现裂化的时间点。

5.3.6 应正确对准将进行焊接的组件，并使用螺栓、夹子、楔子、绷索、支撑物和其他适当装置或点焊将其固定在适当位置，直至完成焊接。在适当时建议使用夹具和紧固件。应为弯曲和收缩预备适当容差。

5.3.7 将组件焊接至其他组件部分前，应完成贴板梁或安装组件的部件内所有工厂拼接件的制造。制造配件拼接件时（无论是在工厂或现场），应合理平衡腹板和法兰焊缝以及组件的长轴和短轴。

5.3.8 应将装配梁边缘和梁腹切割至所述弧度，并预留适当容差，以防切割和焊接导致出现收缩。

5.3.9 为满足弧度容差而采取的纠正措施应符合经工程师批准的程序。

5.4 装配容差

5.4.1 应对准通过角焊进行连接的部件。可接受 1/16 英寸 [2 mm] 装配分隔尺寸，前提是将角焊尺寸增加至于分隔相同的尺寸。在无工程师事先批准和证明已实现要求的有效焊缝厚度前，不可接受大于 3/16 英寸 [5 mm] 的装配分隔尺寸。

5.4.1.1 搭接接头接合面、插头和槽焊以及衬垫上对接接头间的分隔尺寸不得超过 1/16

英寸 [2 mm]。

5.4.1.2 如果轧制钢材的尺寸不允许在规定限制（矫直后）内进行对准，则纠正性措施应经过工程师批准。除非图纸由规定或经工程师批准，否则禁止使用填隙板。批准时，应根据 2.7 使用填隙板。

5.4.2 应对准通过坡口焊接连接的部件。部件间的根部间隙应符合图 3.4、3.5 或 3.6，或经批准的 WPS（如适用）。轴承接头间的容差应符合适用合同规范。

5.4.3 应小心对准对接接头处连接的部件。如果对部件进行有效限制，防止其由于对准时的偏心而弯曲，允许存在小于较薄连接部件厚度 10% 或 1/8 英寸 [3 mm]（取较小值）的偏移，将其视为与理论对准的偏差。为对失准情况进行纠正，不得将部件安装至大于 1/2 英寸 [12 mm] / 12 英寸 [300 mm] 的坡道内。除非图纸另有说明，否则偏差的测量应基于部件的中心线。对于管道产品，偏差的测量应基于内表面的失准情况。

5.4.4 可在通过焊接连接部件前，将大于图 3.4、3.5 或 3.6，或经 WPS 批准的数值但小于较薄部件厚度的两倍或 1/2 英寸 [12 mm]（取较小值）的根部间隙焊接至可接受尺寸，从而进行纠正。

5.4.5 仅可在经工程师批准的情况下，通过焊接纠正大于 5.4.4 允许值的根部间隙。

5.4.6 除非经过工程师批准，否则不允许进行加热以形成部件或改善对准情况。

5.5 部件变形

可使用经工程师规定和批准的机械矫正方法对因焊接而变形的部件进行矫正。本规范的该条款不禁止但未规定使用不锈钢热矫正，但以下情况除外：如果使用了热矫正，则工程师应负责测定加热对具有防腐性材料和制造件外部应力的影响。对于铁素体、马氏体或双相钢，热矫正温度不得超过 600°F [315°C]；对于奥氏体不锈钢，其不得超过 800°F [430°C] 以及沉淀硬化不锈钢的老化温度。

5.6 坡口焊缝衬垫

5.6.1 如使用，熔融的金属衬垫应为焊接接头的全长。金属衬垫材料应采用 WPS 认证且列出的相同母材类型。除非详细图纸、规范或工程师允许将衬垫保留在原位，否则应拆除所有衬垫。

5.6.2 使用金属衬垫制成的坡口焊缝应具有与衬垫完全熔融的焊接金属，且焊接方式应符合本规范的质量要求。建议的衬垫板条的标称厚度（防止熔化）如表 5.1 内所示。

5.6.3 除非工程师另有规定，否则在完成焊接时，应完全拆除非金属或未熔融的金属衬垫（如使用）。应通过研磨或其他适当方式适当准备焊缝的背面，以进行目视或规定的无损检验 (NDT)。5.11 焊缝外形要求应适用于此类接头的背面。

5.7 定位焊和临时性焊缝

5.7.1 完工焊缝的质量要求同样适用于定位焊。

5.7.2 将与完工焊缝相结合的定位焊应采用满足完工焊缝要求的焊料进行，并使用不锈钢毛刷或无铁磨轮对其进行充分清理。

5.7.3 除非工程师另有规定，否则应清除不与完工焊缝结合的定位焊缝。

5.7.4 完工焊缝的 WPS 要求同样适用于临时性焊缝。除非工程师另有规定，否则应清除临时性焊缝。

5.7.5 清除临时性焊缝后，该组件应与永久性材料以及使用工程师或合同文件规定的方法进行检查的表面齐平。至少应进行目视检查，以确保永久性材料无擦伤、刻痕或受损。

5.8 锤击

5.8.1 允许使用手动除渣锤、凿子和轻型振动工具清除渣子和飞溅物，但不将此类操作视为锤击。

5.8.2 如经工程师批准，可在中间焊层进行锤击，以通过机械方法降低和控制焊接导致的残余应力和变形。应非常小心，以防止焊缝或母材重叠或破裂。除非经工程师批准，否则禁止在根部或焊缝表面焊道上进行锤击。

5.8.3 为防止出现明显痕迹，应使用半径最小为 1/8 英寸 [3 mm]（除非另有规定）的适当工具在中间焊道或焊层表面进行机械敲击来进行锤击（批准时）。

5.8.4 工程师应在锤击前规定要求的预热（如有）和层间温度。

5.9 焊接结束

5.9.1 应在接头端部位置结束焊接，并确保良好焊缝，焊接方法应符合本规范条款 2。引弧板的对准方式应能够延长焊接接头。

5.9.2 除非设计或合同文件另有明确规定，否则衬垫或引弧板应为母材型并与焊接材料兼容。

5.9.3 除非详细图纸、合同规范或工程师另有规定，否则无需拆除所有引弧板。

5.10 焊缝清洁

如使用毛刷，使用的刷用钢丝应由不锈钢材料制成。应使用无铁磨轮进行研磨（如要求）。

5.10.1 在之前堆焊金属上进行焊接前，应将所有熔渣或其他异物从焊缝和相邻母材上清除。该要求不仅适用于连续焊珠，同样适用于焊接中断后恢复的弧坑区域。

5.10.2 应将熔渣从所有完工焊缝上完全清除。应在焊接完成后，通过擦拭或其他适当方式清理所有焊缝和相邻母材。清洁后，应清除对成品有害的残留飞溅物。

5.10.3 应通过研磨或其他适当方法清除弧伤。应将弧光放电导致的裂纹或污点研磨成平滑轮廓形，并进行目视检查以确保完全清除。工程师或合同文件中还可能规定了其他无损测试 (NDT) 方法。

5.11 焊缝外形

5.11.1 焊缝的尺寸、长度和位置应如设计要求和详细图纸所规定。除非合同或设计要求另有规定，否则焊缝长度容差应在 -0 、 $+25\%$ 或 6 英寸 [150 mm]，（取较小值），前提是超长焊接不会对其他组件造成干扰。所有焊缝应无裂纹、重叠和图 5.2 内禁止的其他不可接受缺陷。底切不得超出 6.28 和 6.29 的要求。

5.11.2 角焊缝。角焊缝外形应为轻微凸形、平面或轻微凹形。无需测量多个焊道角焊缝上的单独焊道凸面，前提是完工的焊缝无任何粗糙波纹、突然凸起和凹口，且角焊趾的凹角不小于 90° 。

5.11.3 图 5.2(A) 和 (B) 显示了角焊外形的典型示例。图 5.2(C) 显示了典型的不可接受的角焊外形。应通过凸形焊缝的焊脚尺寸以及凹形焊缝的理论焊喉尺寸测定角焊尺寸。

5.11.4 根据设计或详细图纸，角焊焊脚尺寸可能相等或不相等。除非另又能规定或导致

配对组件出现干扰，否则不焊接符号指示相同脚焊时，可接收不相同的角焊焊脚。

5.11.5 坡口焊缝。除非另有规定，否则应使用最小焊接加强件进行坡口焊。加强件高度不得超出 1/8 英寸 [3 mm]，并平滑过渡至母材表面平面。多个道焊上的单个焊道应过渡至之前焊道中，并确保避免粗糙波纹、突然凸起和凹口。图 5.2(D) 显示了典型的坡口焊缝外形。图 5.2(E) 显示了典型的不可接受的焊缝外形。

5.11.6 厚度为 1/8 英寸 [3 mm] 或更大且完工后轮廓减小的材料内坡口焊缝的修整不得使材料减小 1/32 英寸 [1 mm] 或 10%（取较小值）。对于厚度小于 1/8 英寸 [3 mm] 的材料，不得使材料减小超过 10%。

5.11.7 焊缝加工和结构要求应如合同或详细图纸中的规定。

5.12 焊接金属的拆除和修复

5.12.1 焊缝的拆除和修复。可通过机械加工、研磨、修琢、等离子或气流保护碳弧熔刮清除母材可拒收的焊接金属或母材部分。应控制用于进行清理的程序，以确保相邻焊接金属或母材无刻痕、凿口，或无需大面积拆除母材。不允许进行氧气熔刮。

5.12.2 应彻底清洁材料受影响表面，以在重新焊接前通过机械方法使金属明亮。还允许使用化学清洁方法清除残余表面氧化物。如果采用化学清洁，则工程师应评估化学特性，确保其安全、腐蚀和焊接性。

5.12.3 应使用经认证或预先鉴定的 WPS 修复或更换焊缝。除非工程师另有规定，否则应使用相同方法和质量验收标准重新检查经修复或更换的焊缝。

5.12.4 焊接操作期间，承包商应可选择通过清除缺陷区域或更换整个焊缝修复不可接受的焊缝。焊接完成后，如通过 NDE 方法找到可拒收的焊缝，则应按 5.12.3 所述进行修复。

5.13 通过焊接进行母材修复

5.13.1 修复基础材料缺陷前，应测定缺陷程度。通过研磨、熔刮或其他适当方式准备存在缺陷的区域，以进行焊接。进行修复焊接前，表面条件应满足 5.2.1、5.2.1.1 或 5.2.1.2 的要求（如适用）。

5.13.2 应彻底清除母材缺陷，以确保金属质量。进行焊接修复前，应按照工程师的规定检查焊接清除区域。接头几何形状（包括适用容差）应严格符合经批准可用于修复的 WPS。

5.13.3 应按照 5.12.2 内的规定彻底清洁待修复的区域。

5.13.4 用于进行修复的 WPS 应满足本规范第 3 条或第 4 条的要求。

5.13.5 完成焊接修复后，应检查修复的区域是否存在熔接和基础材料损坏情况（如底切）。如果可对经修复的区域进行目视检查，则应将其压弯，齐平并统一压入周围表面内。可通过研磨或机械加工进行弯曲处理。如要求，工程师应规定化学清洁方法。

5.13.6 应通过适当的 NDT 方法或按照工程师的规定，对经修复的区域进行检查。焊接修复部分的验收标准应符合适用材料规定、合同要求以及本规范第 6 条。

5.14 位置不当的孔

可保留基础材料中由于冲压或钻孔而产生的位置不当的孔，或在工程师批准的情况下使用不锈钢螺栓填充。当由于结构或其他原因，需要通过焊接进行复位时，应根据 5.13 适用子条款进行焊接。

5.15 不可接受焊缝的不可接近性

如果工程进展到生成不可接受且难接近的焊缝或产生新条件，使得对不可接受焊缝的纠正很危险或无效的阶段，则应通过拆除焊缝或组件对焊缝进行修理，直至可接近不可接受的焊缝，以进行修复。在上述情况下，可通过进行工程师批准的附加工作补偿不可接受的焊缝。

5.16 焊后热处理和建议

在选择适当应力释放或固溶退火处理时，应考虑使用的特殊材料、涉及的制造程序以及制造和装配的设计和预期功能。

5.16.1 应在焊后热处理 (PWHT) 之前，彻底清洁进行焊后热处理的母材的所有焊缝和相邻表面。

5.16.2 除非另有规定，否则至少应在热处理后，清理和目视检查进行 PWHT 的材料。

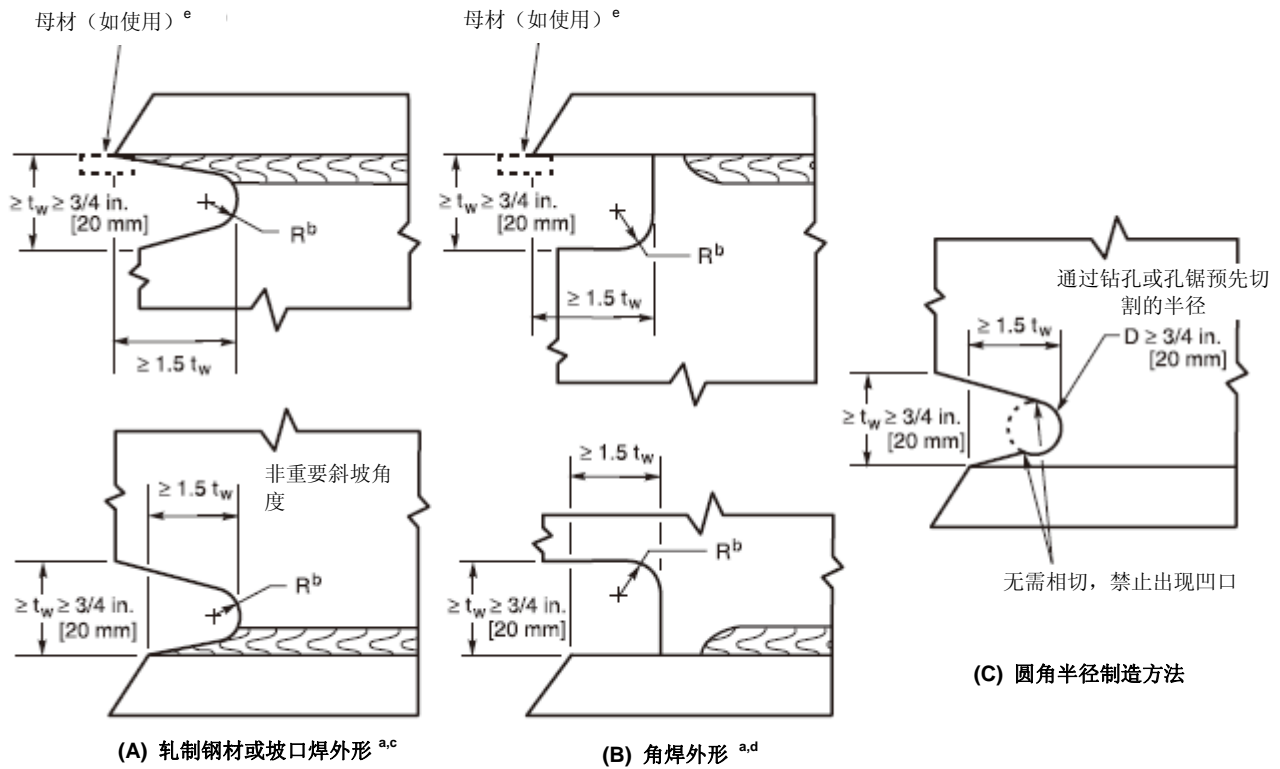
5.16.3 需要进行 200 和 300 系列的焊后热处理，以溶解出现应力腐蚀裂痕的条件下析出碳化物或应力释放组件。关于铁素体、马氏体、双工和淀积硬化不锈钢非预先鉴定的焊后热处理的详细信息，详见附件 B。有关更多信息，请参考本附件。

5.16.4 应根据 WPS 进行 PWHT，如 PWHT 温度范围、维持时间、加热和冷却率。

表 5.1 建议衬垫厚度 (参见 5.6.2)

焊接方法	建议衬垫厚度
GTAW	1/8 英寸 [3 nun]
PAW	1/8 英寸 [3 mm]
SMAW	3/16 英寸 [5 nun]
GMAW	3/16 英寸 [5 nun]
FCAW	1/4 英寸 [6 nun]
SAW	1/4 英寸 [6 nun]

注：可就管材和导管使用市场上可购得的不锈钢衬垫。



^a 对于马氏体钢，进行腹板和法兰接头坡口焊接前，研磨并检查焊孔的热切边。工程师应规定检查方法。

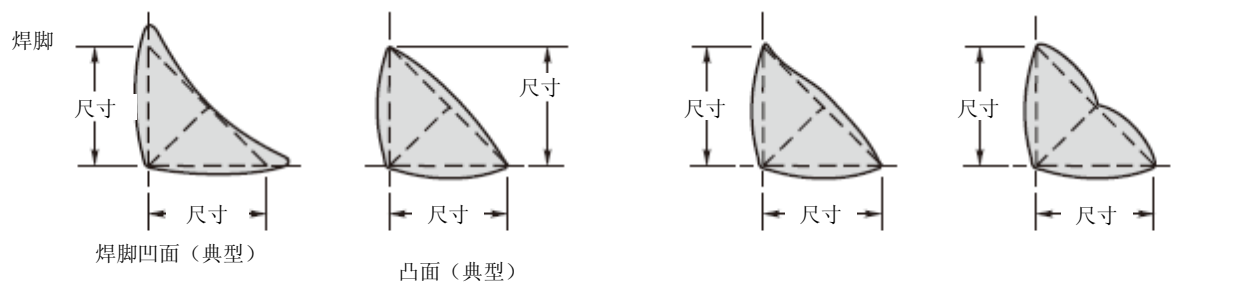
^b 半径应确保平滑无凹口过渡。

^c 将腹板焊接至法兰后打出的焊孔。

^d 将腹板焊接至法兰前打出的焊孔。焊缝不通过焊孔返回。

^e 这是在熔融金属衬垫对侧焊接的接头的典型详图。还应考虑其他接头详图。

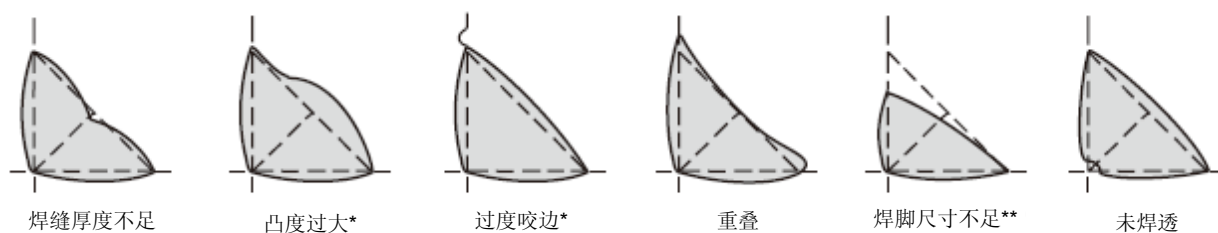
图 5.1 — 典型焊孔几何结构（参见 5.2.4.1）



(A) 理想角焊外形

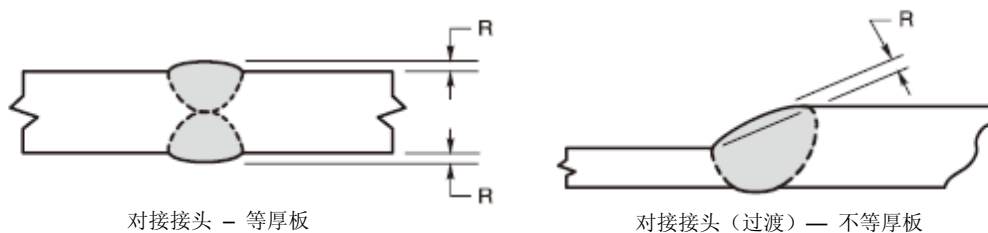
(B) 典型可接收的角焊外形

注：除了角接头内的外侧焊缝，焊趾或相邻焊柱的焊面处的母材与焊面见的内角不得小于 90° (另请参见 5.11.2)。



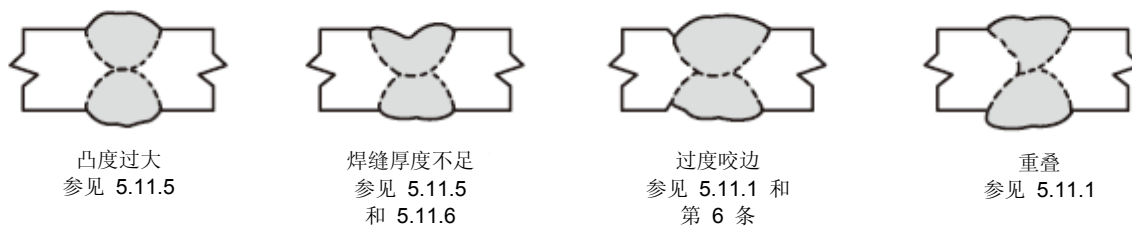
(C) 典型不可接受的角焊外形

* 参见 5.11.2 和上述注释。如果规定了不同等焊脚，则这可能不是缺陷。



(D) 典型可接收的坡口焊外形

注：加强件 (R) 不得超出 1/8 英寸 [3 mm] (参见 5.11.5)



(E) 对接接头内典型不可接受的坡口焊外形

图 5.2— 典型焊缝外形 (参见 5.11)

6. 检查

A 部分 一般要求

6.1 概述

6.1.1 对于本规范，质量控制和质量保证属于独立检查工作。

6.1.1.1 制造/安装由承包商负责。承包商至少应按照本条规定的程度进行检验和测试，并进行附加测试，以确保符合合同文件的要求。

6.1.1.2 业主有权进行检验。业主可进行必要的检验和测试，以确保根据合同文件提供可接受的产品。应合理安装检验和测试，以尽可能最小化对生产造成的干扰。

6.1.2 检验员 — 定义

6.1.2.1 制造/安装检验员是承包商的代理人，在合同文件范围内进行检验、测试和质量方面的事务。

6.1.2.2 监造检验员是工程师和业主的代理人，在合同文件和业主授权限制范围内负责所有事务。

6.1.2.3 当在无任何附加解释的情况下使用检验员一词时，其强制性地表示制造/安装检验员，也可以表示检查检验员，如 6.1.2.1 和 6.1.2.2 中的定义。

6.2 检验人员资质

6.2.1 负责材料和工艺验收或拒收的所有制造/安装检验员的资质应如下所示：

(1) 检验员应为 AWS 认证焊接检验员，根据 AWS 焊接检验员认证标准 AWS QC1 之规定通过 (CWI) 认证，或

(2) 检验员应经过加拿大焊接局 (CWB) 认证，符合加拿大标准协会 (CSA) 标准 W178.2 焊接检验员认证的要求，或

(3) 检验员应为工程师或技术员，基于其在金属制造方面的培训和经验，可被工程师接受。

6.2.2 对于在之前根据 AWS QC1 或 CSA 标准 W178.2 之规定经过认证的焊接检验员 (II 或 III 级)，可由其担任本工程的检验员，但前提是存在可接受的文件证明在最近一次认证后，该检验员仍积极进行焊接制造检验活动，且无理由怀疑该检验员的能力。

6.2.3 助理检验员可辅助检验员，其可在检验员的监督下进行特定的检验工作。应通过培训和经验确保辅助检验员的资质，使其能够进行为其分配的特定工作。检验员应定期（一般是每天）监督辅助检验员进行的工作。

6.2.4 检验员、助理检验员和进行无损测试 (NDT) 的人员应在不带矫正镜的情况下通过视力测试，以证明其 Snellen English 或类似 Jaeger 近视力不小于 12 英寸 [300 mm]，(2) 远视力为 20/40 或更佳。如需要，每三年或更短时间进行一次视力测试，以证明其能力。

6.2.5 应向检验员提供全套的详细图纸，标明要焊接的焊缝尺寸、长度、类型和位置。该检验员还应向检验员提供相关合同文件，说明要制作或安装的产品材料和质量要求。此外，不熟悉不锈钢焊接的检验员应审核本规范、合同特殊规定以及其监督员特殊说明（如适

用)。

6.2.6 应在需要检验和监造的制造/安装操作开始之前通知检验员。

6.2.7 NDT 人员资质。应根据 SNT- TC-1A 号美国无损检测学会 (ASNT) 建议规程或类似规定对进行无损测试的人员进行认证。I 和 II 级人员应由 III 级人员进行认证, III 级人员应 (1) 通过 ASNT 认证, 或 (2) 具有相关教育、培训和经验, 并通过 ASNT SNT-TC-1A 所述的笔试。仅鉴定为 NDT II 或 I 级的个人才可进行无损测试, 且应在 NDT II 级人员的直接监督下进行。进行 UT 的人员可能需要特殊培训, 以满足本规范 6.14 的附加要求。

6.2.7.1 工程师应有权通过重新试验或其他方法检验制造/安装检验员和 NDT 人员的资质是否达到规定水平。

6.2.7.2 无需根据 6.2.1 的规定对根据 6.2.7 之规定进行无损检验的人员进行鉴定, 但应根据 6.2.4 的要求进行足够审核并满足 6.2.7 的要求。

6.3 材料的检查和校验

检验员必须证实只有合同文件要求的材料才可以使用。这包括审核工厂试验报告(如要求)和目视检查。

6.4 焊接工艺评定报告 (PQR)、焊接程序规定 (WPS) 和绩效验证的检验

6.4.1 检验员应确保根据第 3 条对所有 WPS 进行预审或根据本规定第 4 条进行鉴定。检验员应确保已写好各 WPS, 且焊工和检查可参考该材料。

6.4.2 检验员仅可允许根据第 4 条进行认证的焊工和焊接操作员进行焊接, 还应检验其资质, 授权使用工作指定的 WPS, 或确保各焊工或焊接操作员以在工程师可接收的监督条件下证明其资质。

6.4.3 如果焊工或焊接操作员进行的工作质量低于本规定要求, 则检验员可要求焊工或焊接操作员通过简单试验证明其能够生产良好焊缝的能力或要求根据第 4 条完成预先鉴定。

6.4.4 如果焊工或焊接操作员的资质不符合本规定的当前要求, 则检验员可要求进行预先鉴定。

6.4.5 对焊工和焊接操作员进行认证时, 检验员可自行决定是否进行技术鉴定试验。

6.5 工作和记录的检验

6.5.1 检验员应切实查明所有焊缝的最小尺寸、长度和位置均符合本规范和设计详图的要求, 决无未经工程师同意而增加的未规定的焊缝。

6.5.2 检验员应定期检查并确保仅在经认证或预先鉴定的位置使用电极, 且焊接电流类型和极性均经批准。

6.5.3 检验员必须每隔一段适当的时间就要检查接头的准备、装配的实践、焊接技术以及每个焊工和焊工操作员的操作, 以确保它们均符合本规范的适用要求。检验员应检查工作, 以确保其满足 5 和 6.28 或 6.29 的要求(如适用)。焊缝的尺寸和外形应使用合适的量具测量。经工程师认可, 允许采用其他不同于本规范规定的验收判据。

6.5.4 检验员应通过经工程师批准的明显标记或足够的文件控制标识所有经过检验员检查和批准的部件或接头。

6.5.5 检验员应保存所有焊工和焊接操作员的资格评定记录, 保存所有 WPS 评定或其他试验的记录、焊接材料和设备控制以及工程师可能需要的其他资料。

6.5.6 要求进行无损检验时，检验员应确保程序和技术符合 6.8 的要求。监造检验员可审查无损试验的执行，检查并评估试验结果，批准满足要求的焊缝或拒收不满足要求的焊缝并检验不可接受焊缝的准备和重新焊接。

6.5.7 检验员应记录检查区域的位置，所有无损试验的结果以及进行的所有修复的详细说明。已经检验和验收的各个部件和接头，检验员必须作明显的标记或其他记录方法以便识别。可以采用经双方同意的任何记录方法。未经工程师的同意，不允许在承受周期荷载的构件上打钢印标记。

6.6 承包商的职责

6.6.1 承包商应允许业主代表访问项目制造设施。承包商应与此类人员合作，允许其审核制造/安装检验记录并访问制造或安装区域（如适用）。

6.6.2 承包商应负责 6.8 内规定的目视检查 and 无损检验，并根据第 5 条和合同文件内的要求对材料和工艺内的所有缺陷进行必要纠正。

6.6.3 承包商应根据检验员的要求，按照合同文本的内容来纠正材料和工艺方面的不足之处。

6.6.4 如果焊件有缺点或为重新施焊以清除该缺点而使母材受到损伤，当工程师判定保留此类损伤与合同文件的要求不符时，承包商必须将其除去并更换受损的母材，或者必须在工程师批准的情况下对不足之处进行弥补。

6.6.5 如果原合同未规定作除目检外的无损检验，但随后业主要求这样做时，承包商必须完成任何所要求的检测或必须根据 6.7 规定完成一切检测。业主必须承担所有费用，包括搬运、表面准备，无损检测以及除 6.28.1 或 6.29.1 节所列项目以外的不连续性的返修，按适当情况办理，按业主与承包商之间的协议执行。然而，如果这种检测发现有作弊的意图或严重违反本规范规定时，则承包商必须承担修理费用。

6.6.6 承包商应适当安排无损检验，以便监造检验员参与。承包商应向监造检查员提供关于操作和无损测试计划和计划变更方面的建议。

6.7 无损检验

除非合同文件另有规定，否则无损检验不是本规范的必要组成部分。除非合同文件规定了其他要求，否则要求进行 NDT 时，本规范应提供标准要求。本规范内的无损检验程序提供了焊缝整体性的合理保证；但是，有些本规范的用户错误认为各方法均能检测所有有害缺陷。规范使用者应当熟谙每一种所用的无损检测方法的局限性，尤其是无法探测并确定具有特定危害性取向的平面缺陷。（在 AWS B1.10，*焊缝无损检测指南*的最新版中阐明了每一种方法的局限性及补充使用）。

6.7.1 当要求作目检以外的无损检测时，必须在提供给投标者的资料中作此说明。这一资料必须标明被检查焊缝的种类、每一种类检查的范围和检测的方法。

6.7.2 对于经无损检验不符合本规范的要求或不符合 1.7 的可选验收标准的焊缝，必须按 5.12 要求进行修复。

6.7.3 使用射线照相检验时，使用的程序和技术应符合本条款 B 部分。

6.7.4 当使用射线成像系统进行检验时，其工艺和技术必须符合本条款 D 部分的要求。

6.7.5 使用超声检测时，使用的程序和技术应符合本条款 C 部分的要求。

6.7.6 对于暴露在表面的间断缺陷，可采用着色渗透检验，前提是其适用于不锈钢。必须将 ASTM E165 中规定的标准方法用于着色渗透检测，验收标准应符合本规范的要求（如适用）。

6.7.7 对检测暴露在表面或表面下方的间歇缺陷，可使用轭型设备在铁素体或马氏体不锈钢上和部分（不是所有）沉淀硬化合金上进行磁粉探伤。应将 ASTM E 709 中规定的标准方法用于磁粉探伤检测，验收标准应符合本规范的要求（如适用）。

6.8 检测范围

提供给投标者的资料必须清晰地规定待查焊缝的无损检测范围（类型、范围或部位）。关于非强制性建议检验程序，详见附件 A（如适用）。

6.8.1 除规定作局部检测或抽检外，按照合同技术规定要求检测的焊缝接头必须全长度检测。

6.8.2 当规定作局部检测时，应在合同文件中清晰地标明待检测的焊缝部位和长度，或者待检测焊缝的类别。

6.8.3 当规定作抽检时，必须在提供给投标者的资料中包括下述要求：在焊缝的规定长度内或者标明的一段焊缝上，每一标明范围的待检测焊接接头上确定检测部位数目。每一抽检应至少包括 4 英寸 [100 mm] 长的焊缝。当抽检显示有需作返修的不合格不连续性时，必须仔细检查这些不连续性的范围。还必须在离开原抽检不合格的部位的不同焊段上另外增加 2 个抽检部位。增加的抽检位置必须由承包商和监造检验员共同商定。

如果增加的两抽检部位中有一个显示有需要返修的缺陷，则必须对原抽检部位所代表的整个焊段进行检测（如工程师的规定）。如焊缝包括一个以上的焊段，则必须对每一焊段增加二个抽检部位进行检测，其位置亦由承包商与监造检验员商定，并按上述说明处理。

6.8.4 在作检测前，必须向无损检验人员提供、或使他们有途径得到有关焊缝接头的几何形状、材料厚度和用以制作该焊件的焊接工艺和焊缝修复相关资料。

B 部分 对接接头内坡口焊缝放射线检验

6.9 概述

6.9.1 如果按照 6.7 提出的合同文件要求作焊缝的射线照相检测，则必须使用 B 部分所述工艺和标准指导进行这种检测。此处所列的要求专门用于 X 射线源或 Y 射线源对板材、型材和棒材对接接头坡口焊缝的检测。检测方法应符合 ASTM E94，射线照相试验指南，ASTM E 142，射线照相试验质量控制方法，ASTM E747，射线检测用线型像质计 (IQI) 的设计、制造和材料分类规程和 ASTM E1032，焊件射线照相试验的标准方法的规定。

6.9.2 检测工艺、设备和验收标准中的变更可由承包商和业主商定。这些变更包括下述内容（但不仅限于此）：角焊缝、T 形和角拉接焊缝的射线照相检测：射线源到底片距离的改变；使用非通用的底片；非通用孔型像质计和线型像质计 (IQI) 的应用（包括底片侧孔型 IQI）；射线照相检测 6 英寸 [150mm] 以上厚度用的底片类型、黑度，以及曝光、显影及读片技术的变更。

6.10 射线照相检测工艺

6.10.1 射线照相必须用单一 X 或 Y 射线源拍摄。射线照相灵敏度的识别必须以孔型像质计或线型像质计 (IQI) 的成像为基础。射线照相技术和设备必须有足够的灵敏度，以达到如 6.10.7 表 6.1 和表 6.2 图 6.5 和图 6.6 所述，清晰地显示出所要求的孔型像质计和主

孔轮廓、或者线型像质计的线。标记的字母和数字必须清晰地显示在射线照相底片上。

6.10.2 应根据适用安全要求进行射线照相。

6.10.3 当合同文件要求拆除焊缝加强件时，应按照 5.11.6 所述通过研磨准备焊缝。其它焊缝表面是不必为了射线照相检测（射线照相上的间歇缺陷模糊不清）而打磨或使它具有光滑表面的。

6.10.3.1 除非工程师同意，否则引弧板必须在射线照相检测前除去。

6.10.3.2 合同文件的条款有要求时，则必须除去使用的钢衬垫，表面必须在射线照相前打磨齐平。打磨必须符合 5.11.6 所述要求。

6.10.3.3 当焊缝加强件、衬垫或两者都不除去时，或线型像质计不以另外的方式放置，则必须在孔型像质计或线型像质计下放置钢质补偿垫片，使得孔型像质计与底片之间的钢质补偿垫片的总厚度大致等于包括余高和衬垫板厚度在内的焊缝的平均厚度，补偿垫片至少要比所用孔型像质计或线型像质计的三个边超出 1/8 英寸 [3mm]。

6.10.4 射线照相胶片必须符合 ASTM E94 所述要求。必须按 ASTM E94 所述使用铅箔增感屏，严禁用萤光增感屏。

6.10.5 必须使用单一放射源进行射线照相，射线源要按实际情况尽量靠近对准焊缝待检验部位的长度和宽度的中心。

6.10.5.1 Y 射线源（不论其尺寸如何）必须符合 ASME 锅炉和压力容器规范 第 V 卷中条款 2 的几何不清晰度的规定。

6.10.5.2 放射源至工件的距离严禁小于在单平面上曝光的底片总长度。本规定不适用于 6.9.2 规定的管件全景曝光。

6.10.5.3 放射源至工件的距离严禁小于焊缝厚度加上余高和衬垫板（如果用衬垫板）的 7 倍，且穿透被检验焊缝的射线与焊缝表面的垂线所成角度严禁大于 $26-1/2^\circ$ 。

6.10.6 如有足够的穿透能力，则最大峰值电压为 600 kvp 的 X 射线机、钴 60 和铱 192 可用作所有射线照相检测的射线源。其他射线源应得到工程师的批准。

6.10.7 IQI 的选用和放置。必须按表 6.3 所示选用 IQI 并将其置于待作射线照相的焊缝上。

6.10.8 必须使用能在受检接头规定界限内提供完全而连续检验的方法进行焊接接头射线照相及为胶片作记号。接头界线必须清晰地显示在射线照相上。短胶片、短增感屏、由于散乱射线而造成的过分缺边、或者任何其他使焊缝总长度的一部分模糊不清的处置，都必定使射线照片不合格。

6.10.8.1 底片应具有足够长度，且放置位置应确保在暴露在焊缝中止的自由边界的直接光源辐射条件下，能够至少产生 1/2 英寸 [12 mm] 的底片。

6.10.8.2 对于长度超过 14 英寸 [350mm] 的焊缝的射线照相，可以将底片暗盒搭接起来作一次曝光，或用单个底片暗盒分别曝光。6.10.5 的规定应适用。

6.10.8.3 为检验背散射，必须将一个高 1/2 英寸 [12.7 mm] 厚 1/16 英寸 [1.6 mm] 的铅字“B”放在每一底片暗盒的背面。如在射线底片上出现“B”的图像，则必须判定该射线底片不合格。

6.10.9 底片必须有足够宽度，以拍摄包括热影响区在内的焊接接头的所有部分，且必须另外有足够的地方放置所需的孔型像质计或线型像质计及底片记号，而不至侵犯射线照相需

要关注的范围。

6.10.10 射线照相的质量。所有射线照相必须没有机械、化学或其他损伤，以免掩盖或混淆了射线照相上需要关注部位的不连续性。这样的损伤包括（但不限于）以下方面：

- (1) 产生灰雾
- (2) 诸如条纹、水迹或化学污染等处理过程的缺陷
- (3) 划痕、指印、皱纹、污迹、静电击痕、斑痕或撕裂
- (4) 因增感屏与底片不够密贴而导致的不清晰
- (5) 因增感屏不良或内在毛病而造成虚假显示

6.10.11 黑度限定。对于单一胶片检视，光线透射过胶片上所置像质计和检验部位图像时，如采用的是 X 射线源，则最小黑度必须为 1.8，如采用的是 Y 射线源，最小黑度必须为 2.0。对于双底片曝光的复合检视，最小黑度必须为 2.6。复合组的每一射线照相底片的最小黑度必须为 1.3。不论是单底片检视还是复合检视，最大黑度都必须为 4.0。

6.10.11.1 测得的黑度应为 H&D 黑度。H&D（射线照相底片的黑度）黑度是对胶片变黑程度的量度，表达为：

$$D = \log I_0/I$$

其中：

D = H&D（射线照相底片的）黑度

I_0 = 入射底片的光强度，以及

I = 透射过底片的光强度

6.10.11.2 当对焊缝厚度过渡区位置进行射线照相且较厚件厚度与较薄件厚度之比等于或大于 3 时，曝光的射线照相的胶片，在单底片上较薄截面处的黑度应为 3.0~4.0。当做到这一点时，则必须放弃 6.10.11 的最小黑度要求，除非合同文件内另有规定。

6.10.12 在每一次进行射线照相部位的钢材上必须放置一个射线照相识别记号和二个部位识别记号。一个相应的射线照相识别记号和两个部位识别记号，都必须显示在射线照相底片上，这必须使用铅制号码、或字母或两者，使之与不锈钢上的每一个识别记号和部位记号相同，以保证射线照相与受检焊缝相互一一对应。另外的识别信息可预先印在距焊缝边缘不小于 3/4 英寸 [20mm] 处，或必须在不锈钢上放置铅字使得其被拍摄到底片上。

若可能，底片上显示的信息必须包括业主合同标识、射线检测公司的开头字母、制造厂的开头字母、车间加工订单号、底片识别标记、日期和焊缝返修号。

6.10.13 边块。当对厚度大于 1/2 英寸 [12mm] 的对接焊缝进行射线检测时，必须使用边块。边块必须有足够长度，其每一端超出焊缝中心线的最小距离等于焊缝厚度，但不得小于 2 英寸 [50mm]，且其厚度必须等于或大于焊缝厚度。边块的最小宽度必须等于焊缝厚度的一半，但不得小于 1 英寸 [25mm]。边块必须与待作射线照相的钢板的焊缝中心对齐，边块在规定的最小长度范围内与钢板间的间隔不得大于 1/16 英寸 [2mm]。根据 ANSI/ASME B46.1-2002 表面材质（表面粗糙度、波纹度和表层），边块应由射线照相中保持清洁的不锈钢制成，且表面应涂覆 125 μin . [3 μm 或更薄] 的涂层（关于应用，参见图 6.7）。

6.11 焊缝的可验收性

对于经射线照相检验不符合本规范的要求或不符合 1.7 的可选验收标准的焊缝，必须按 5.12 要求进行修复。

6.12 射线照相检验、报告和处置

6.12.1 承包商应提供强度不同的适当照明装置（取景器），便于对光斑或隐蔽性光斑进行检查。取景器应提供一种方法，对检查过程中的光斑大小进行调节。取景器的 H&D 密度为 4.0，足以为射线照相提供适当照明。应在柔和的光线下查看胶片。

6.12.2 承包商负责为业主开展射线照相检验，对其焊缝进行验收之前，包括维修前任何不合格品在内的所有射线照片及其报告均应提交至监造检验员。

6.12.3 承包商为业主所做的焊缝射线照相检测的整套射线照片，包括返修前不合格焊缝的任何射线照相，完工时必须提交给业主。当发生下列情况时，承包商将停止履行保存射线照片的义务：(1) 已将整套射线照相底片提交给业主，(2) 承包商完成工作满一年，并已事先书面通知业主。

C 部分 坡口焊缝超声波试验 (UT)

6.13 概述

6.13.1 C 部分规定的工艺和标准用于对奥氏体不锈钢中坡口焊缝和热影响区进行超声波试验，当此规范 6.7 章节要求进行此类测试时。C 部分中讲述的超声波基本工艺、仪表和操作员要求对于保证不连续性评估和尺寸精确性极为必要。为了更好地控制不连续性尺寸，应注重：书面形式的合格超声波测试程序、超声波测试人员特殊要求、超声波测试仪表及校准要求。AWS 将识别不连续性和尺寸超声波检验的固有限制与不一致。超声波测试人员须通过适当的程序和设备证明测试精确度。工艺评定结果应提交至工程师。AWS 对使用此处所述方法得到的精确度未作要求。

6.13.2 第 6 条 C 部分未涉及检测工艺、设备及验收标准的变更，可以在工程师同意后使用。此类变更包括其他类型的不锈钢、其他厚度、焊缝几何形状、换能器尺寸、频率、耦合剂、涂漆表面、检测技术等。经批准后，此类变更应记录在合同文件中。

6.13.3 母材。这些工艺不得用于母材采购的试验。但是，与焊接有关的、在邻近（焊缝的）母材中出现的、按本规范条款为不合格的不连续性（开裂、层状撕裂、分层等），应报告工程师处理。

6.14 超声波试验操作员要求

6.14.1 为了满足 6.2.7 的要求，超声波试验人员的评定应包括一次专门的操作考试，内容应以本规范要求为基础。这一考试应要求超声波试验人员证明其具有应用本规范规定准确探测和处理缺陷的能力。

6.14.2 在检测之前，应向超声波检测人员提供、或使他们有途径得到有关母材类型、焊缝接头的几何形状、材料厚度和用以制作该焊件的焊接方法等相关资料。应向超声波操作员通报焊缝返修的后续情况。

6.15 超声波试验设备

6.15.1 超声仪器应为脉冲反射式检测仪，配用振荡频率为 1~6MHz 的换能器。显示器应为整流视频扫描的 A 型显示或经工程师或业主检验员批准的其他显示器。

6.15.2 依据 6.15.9.1 和 6.15.10 规定, 试验设备的水平线性应在测试所用完整声程距离上符合要求。

6.15.3 试验设备应带有内部稳压装置, 使得当供应电压变化 15% 或者在蓄电池的整个工作寿命中, 预热后响应变化均不会大于 ± 1 dB。应安装一个报警器或仪表, 以便在电池耗尽而导致仪器切断之前, 发出电池电压下降的信号。

6.15.4 检测仪器应配备校准增益(衰减)控制器, 通过至少 60 dB 范围内每档 1 或 2 dB 间断进行调节。增益控制装置的精确度应为 ± 1 dB 范围内。评定程序应与 6.15.9.1 和 6.15.9.2 中所述相同。

6.15.5 仪器显示的动态范围应做到 1dB 幅度的变化容易察觉并显示。

6.15.6 换能器的最佳尺寸和频率应由超声波测试人员依据书面程序进行选择。换能器尺寸可能小至 1/4 英寸 [6.4 mm], 频率可为 6 MHz。应依据合同规定的焊件设计、材料类型、不连续性尺寸拒绝/验收要求进行选择。

6.15.7 直射波束(纵波)探头换能器应为圆形或方形。

6.15.8 斜射波束探头应由换能器和一个斜射楔块组成。它可由两个单独元件组成, 也可以是一个组合体。

6.15.8.1 换能器晶体应为圆形、正方形或长方形。如果换能器晶体为长方形, 则最大宽度与高度比应为 1.2:1.0, 最小宽度与高度比应为 1.0:1.0 (参见图 6.8)。

6.15.8.2 探头应在检测材料内产生一个声束, 其角度应为书面程序所需角度 $\pm 2^\circ$ 。

6.15.8.3 每个探头应清晰标明换能器频率、额定折射角和入射点。

6.15.8.4 探头尺寸应确保从探头前沿至入射点的距离不超过 1 英寸 [25 mm]。

6.15.9 设备评定

6.15.9.1 当试验仪器在距离范围内运行 40 小时后, 应对仪器的水平线性进行二次评定。评定程序应符合 6.15.10 的要求。

6.15.9.2 仪器增益(衰减)控制器应符合 6.15.4 的要求, 并依据 6.15.11 之规定每隔两个月对仪器的校准精度进行检查。此外, 还可使用与 6.15.11 类似的备选方法对校准增益(衰减)控制器进行评定。

6.15.9.3 每工作 8 小时后, 应使用合格的校准块对斜射波束探头进行检查, 以确保接触面为平面, 声音入口点准确无误且光束角处于允许值 $\pm 2^\circ$ 的公差范围内。应对不满足上述要求的探头进行校准或更换。

6.15.10 水平线性鉴定程序

注: 由于本评定程序用直射波束探头进行, 其产生的纵波声速几乎是切变波(横波)声速的 2 倍, 因此, 在使用这一程序时, 量程必须约为所用横波距离量程的 2 倍。

示例: 切变波的屏幕校准为 10 英寸 [250 mm], 而采用本评定程序时, 需要约为 20 英寸 [500 mm] 的屏幕校准。仪器评定应遵循下列程序:

(1) 依据 6.15.6 的规定, 应将直射波束探头耦合于 IIW 或 DS 试块上 G、T 或 U 位置(参见附录 H 图 H-1), 必须在进行鉴定的量程内得到 5 个底面回波。五个底面回波的最后一个应位于屏幕宽度的 80% 至 100% 范围内。

(2) 通过距离校准和零位延迟, 将第一个和第五个底面回波调整至适当位置。

(3) 通过增益或衰减控制将每一回波指示调到基准线，检验水平位置。

(4) 每一个居中脉冲峰迹偏移位置必须准确，偏差在屏幕宽度的 2% 以内。

6.15.11 dB 精确度检验程序

注：为了在读取指示高度时达到精确度要求 ($\pm 1\%$)，显示屏的垂直刻度间隔应为水平中等屏幕的 2%。这些刻度应位于显示器屏幕高度 60% 至 100%。通过使用有刻度的透明纸可能实现上述目标。如果将这一透明纸用作超声波装置的固定组成部分，则务必避免因之使正规性检测显示变得模糊不清。

(1) 必须按 6.15.6 的要求将直射波束探头耦合于 DS 试块（如附录 O 图 O.2 所示）T 位置（如附录 O 图 O.1 所示）。

(2) 必须调节距离校准，使第一个 2 英寸 [50 mm] 底面回波指示（以下简称为“指示”）位于水平方向的屏幕中间。

(3) 必须调节校准增益或衰减控制，使指示正好位于或略高于屏高的 40%。

(4) 必须将探头向 U 位置移动，参见附录 O 图 O.1，使指示正好达到屏高的 40%。

(5) 必须通过校准增益或衰减控制将波幅增加 6 dB。从理论上说，指示水平应正好位于屏高的 80%。

(6) dB 读数和第 (5) 步中的实际屏幕高度应分别记入验证报告“a”栏和“b”栏中（参见附录 O 表格 O-1，第 1 行）。

(7) 必须将探头向 U 位置进一步移动，参见附录 O 图 O.1，直至指示正好达到屏高的 40%。

(8) 重复第 5 步的操作。

(9) 重复第 6 步的操作，但数据应记入附录 O 表格 O-1 的下一行中。

(10) 依次重复第 7、8 和 9 步的操作，直至达到增益控制（衰减器）的全部量程（最小值为 60 dB）。

(11) 必须将“a”栏和“b”栏的数据代入 6.15.11.1 所示公式或 6.15.11.2 所述的诺模图，以计算修正的 dB 值。

(12) 必须将第 11 步中的 dB 修正值记入“c”栏中。

(13) 用“a”项数值减去“c”项数值，然后将差值记入“d”栏，用作 dB 误差。

注：这些数值可以是正值，也可以是负值，须按照正负记入表格。例如，表格 O-1、O-2 和 O-3 应用参见附录 O。

(14) 必须将包括显示于表格 O-1 的最小等量值在内的数据填入表格，并按照该表说明对装置做出评价。

(15) 表格 O-2 提供了一种相对简便的方法，以评价项目 (14) 中所包含的数据。评价说明在 (16) 至 (18) 中给出。

(16) 必须将“e”列（表格 O-1）中的 dB 数据用作垂直方向的 X 坐标，将“a”列（表格 O-1）中的 dB 读数用作水平方向的 Y 坐标，以便绘制表格 O-2 中的 dB 曲线。

(17) 由 dB 读数差代表的最大横坐标长度，其内接于一高度示值为 2dB 的矩形中的那

部分，就是设备符合本规范要求的 dB 量程范围。最小容许量程为 60 dB。

(18) 可以使用不符合最小量程要求的仪器，前提条件是计算出校正系数，用作在仪器合格线性量程以外的缺陷评定，或者在设备合格的垂直线性量程以内进行焊缝检测和缺陷评定。

注：dB 误差值（“d” 列）可用作校正系数值。

6.15.11.1 下列公式可用于计算分贝值：

$$dB_2 - dB_1 = 20 \times \text{Log} \left(\frac{\%_2}{\%_1} \right)$$

或

$$dB_2 = 20 \times \text{Log} \left(\frac{\%_2}{\%_1} \right) + dB_1$$

对于附录 O 表格 O-1：

dB₁ = a 栏

dB₂ = c 栏

%₁ = b 栏

%₂ = 如格式 O-1 定义

6.15.11.2 下列注释可用于附录 O 表格 O-3 中的诺模图：

(1) a、b、c、d 和 e 栏参见附录 O 表格 O-1 中的认证表。

(2) A、B 和 C 刻度尺参见附录 O 表格 O-3 中的诺模图。

(3) 刻度尺 C 上的零点必须预先设定为所需数值，此数值应与仪器设定值对应，即：0、10、20、30 等。

6.15.11.3 内部反射检验程序

(1) 按照 6.18 的规定校准设备。

(2) 从校准试块上移除探头，而不对设备作任何调节。

(3) 增加校准增益或衰减值，使之高出基准水平 20 Db。

(4) 在屏幕上超过 1/2 英寸 [12 mm] 声程和基准高度以上的区域，必须无任何指示。

6.16 UT 工艺

一切超声波检测必须按书面规定的方法进行，规定中至少应当包括下列超声波检测方法及相关检查技术的相关资料：

(1) 受检焊缝接头形状的类型

(2) 各种受检焊缝接头的验收条件

(3) 超声波设备类型（制造商、型号和出厂编号）

(4) 换能器类型，包括频率、尺寸、形状、角度及楔块类型

(5) 表面扫查准备及对耦合剂的要求

(6) 带有合适参考反射体的校准试块的型号

(7) 校准方法及校准的时间间隔

(8) 焊缝评估前用于检查钢材分层的方法

(9) 焊缝根部指示标记及其他预作焊缝标记的方法

(10) 扫查方式及灵敏度要求

(11) 确定不连续性位置、高度、长度和幅度值的方法

(12) 用于表面粗糙、表面涂层及局部屈曲的传输修正方法（如适用）

(13) 核实整个检测精确度的方法。此方法可由其他人重新作超声波检测（仔细检查）、采用其他无损检查方法、宏观腐蚀试样、表面刨槽或其他经工程师同意的目视检查方法进行。

(14) 关于检验（包括任何已执行的校核）要求的记录。

(15) 文档保存要求

(16) 为工艺精确度提供支持的试验数据

(17) 工程师/等级 III 批准日期

采用相同的焊接工艺对模型焊缝进行测试，以此评定书面工艺。其中，模型焊缝具备相同材料、接口形状和材料厚度，是即将接受检测的生产焊缝。应将模型焊缝（参见图 6.11）剖成界面，进行细致检验并将所得数据记录下来，从而证实该工艺确认达到令人满意的效果。所有工艺方法及鉴定数据均应获得一位专业人士的批准，此人须按照 ASNT SNT-TC-1A 获得超声探伤 III 级认证，并在此基础上通过了有关待检焊缝接头类型的指定考查。

6.17 参考标准

校准块应与生产材料采用相同的母材类型（参见 1.2）和热处理条件。标准反射体应为直径 1.6 mm 的侧面钻孔或类似物。用户可从校准块、焊缝模型或实际产品部件中选择反射体。反射体的放置方向与公差如图 6.9 所示。钻孔时须小心，确保钻孔锋利，并由机器操作，而非手动完成。推荐的校准块如图 6.10 所示。关于反射体的其他可能性用途，如图 6.11 所示。将反射体放置于焊缝实体模型和成品焊件剖面上时，应确保其位置难以扫描到声束且区域具备最大的预期金属颗粒，从而在所有区域内均能检测到不连续性。

6.18 校准方法

此处所述的校准方法被认为是可以接受的，可用来实现这些超声波检测工艺。本规范承认，个别用户有可能更倾向于使用其他校准方法。如采用其他校准方法，须保证该方法至少应与此处推荐方法相似。6.17 中介绍的标准反射体应被视为标准反射体，应用于此处推荐或其他可能采用的方法。

6.18.1 标准灵敏度。标准灵敏度应等于下列数值的总和：

(1) 基本灵敏度。标准反射体的最大读数，加上

(2) 距离幅度修正。由代表最小、中等和最大受检深度的多个标准反射体的读数值来确定，加上

(3) 传输修正。因材料型号、形状及扫描表面状况的调整分析如下：

为了使灵敏度精度更加标准化，应进行传输修正。这样，在进行标准灵敏度校准时能够

利用校准标准和校准块在声学属性、扫描表面和部件形状等方面的差异。在检查之前，首先应确定传输修正值。当材料型号、形状、厚度和扫描表面发生变化时，预计因此产生的差值将超过原始值的 $\pm 25\%$ 。依据图 6.12 确定传输修正值。

6.18.1.1 扫查灵敏度。扫查灵敏度应等于标准灵敏度加上 6~12 dB，或者根据需要以表面发射读数来核实透声性。读数值评定应以标准灵敏度为参考，除非较高或较低灵敏度更适合于确定不连续性的最大尺寸（高度和长度），而不要求采用标准灵敏度。

6.18.2 压缩波

6.18.2.1 深度（水平扫描）。如图 6.13 所示，应使用多次发射所得的指示值。这些反射来自校准标准的厚度，或来自模型或产品焊件上的一个标准尺寸区域。检验母材的夹层（不连续性）时，校准精度应处于其实际厚度的 $\pm 5\%$ 范围内；而确定不连续性尺寸（高度）和位置时，校准精度应处于其实际厚度的 $\pm 2\%$ 范围内。

6.18.2.2 灵敏度校准（标准）。将探头放置于三个标准反射体中深度最小的一个反射体上方，以确保包括图 6.14 所示的整个受检厚度。记录下各反射体的最大读数 dB 值。绘制一条深度-幅度曲线 (DAC)，或采用电子学方法识别显示器上的读数位置。它们代表在不同受检厚度处的标准反射体。

6.18.3 剪切波

6.18.3.1 深度（水平扫描）。应采用已选择标准发射体的读数值，以便依据图 6.15 进行检验时能达到最大深度。精确度应处于 $\pm 1\%$ 的范围内，以便最精确地测量不连续性高度。如果受检的不连续性深度大于 1.5 英寸 [40 mm]，应采用延迟技术，从而尽可能地获得最精确的不连续性深度（和高度）读数。

6.18.3.2 标准灵敏度。如图 6.15 所示，采用位于受检表面之下的最小、中间及最大深度的标准反射体。读数值应为最大，并以绘制 DAC 曲线或电子学方法来确定显示读数的位置，它们代表了标准反射体在所选择的不同深度处。依据传输修正结果对 DAC 曲线进行调整。此处所述的灵敏度校准方法并不是获取不连续性尺寸（高度与长度）的必要条件。在这种情况下，唯一要求就是检测时必须保持整个受检部位的灵敏度，从而发现所有的不连续性并进行适当评估。

6.18.4 重新校准。当检测人员变换，或最多每隔 30 分钟，或仪器电路出现下述任何一种形式的干扰时，都必须重新校准：

- (1) 更换换能器；
- (2) 更换电池；
- (3) 更换电输出端；
- (4) 更换同轴电缆；
- (5) 电源中断（故障）。

6.19 扫查方式和方法

关于扫查方式和方法，分别参见于图 6.16 和 6.17。

6.19.1 纵向不连续性

6.19.1.1 扫查动作 A。转动角度 $\alpha = 10^\circ$

6.19.1.2 扫查动作 B。扫查距离 b 必须覆盖要检测的该段焊缝长度

6.19.1.3 扫查动作 C。步进距离 C 必须大致为换能器宽度的一半。

6.19.2 横向不连续性

6.19.2.1 当焊缝打磨齐平时用扫查方式 D。

6.19.2.2 当焊缝余高未打磨齐平时，用扫查方式 E。最大扫查角度 $e = 15^\circ$ 。

注：扫查方式应确保能覆盖全部焊缝截面。

6.20 焊缝不连续性特征的鉴别方法

6.20.1 应对焊缝不连续性的特征说明如下：

- (1) 球状（单个细孔、分布较广的多孔结构、非条状的夹渣）
- (2) 柱状（条状夹渣、排成行的多孔结构、空心焊道）
- (3) 平面状（未熔合、未熔透、裂缝）

6.20.2 应采用下列方法确定不连续性的基本特征：

6.20.2.1 球状。声音均匀地分散到各个方向。当探头如图 6.18 所示绕球形不连续性移动时，指示读数基本上保持不变。

6.20.2.2 柱状。声波在一个方向上反射后保持不变，但在其他方向上将发生变化。当探头在一个方向移动，指示数基本上保持不变，但在其他方向上移动时，指数读数将发生剧烈变动，见图 6.19。

6.20.2.3 平面状。当声波在一个平面上反射时，仅在一个入射角上才能达到最大发射声波。指示读数随着探头移动角度变化而发生变化，如图 6.20 所示。通常，由于不连续性常涉及多个小平面，裂缝处的指示读数具有多个峰值。

6.21 确定焊缝不连续性尺寸与位置的方法

6.21.1 校准。按照 6.18 的规定，校准深度应从表面开始计算。采用本章节所述的方法确定不连续性尺寸时，有可能达到最高精确度。但同时必须注意，像其他所有无损检测方法一样，超声波检测只能检测出相对的不连续性尺寸。由于不连续性的方向和形状与无损检测方法的局限性相关，导致相对尺寸与实际尺寸之间存在较大偏差。

6.21.2 高度。应采用下列方法来确定不连续性的高度（深度尺寸）：

6.21.2.1 如图 6.21(A) 所示，将探头在不连续性处来回移动，可使指示高度达到最大值。将指示高度调整至一个已知值（例如，显示屏全高 (FSH) 的 80%）。

6.21.2.2 将探头朝向不连续性移动，直至指示高度持续快速地向底线下降。记录图 6.21(B) 中上升（前）沿在显示器水平基线标度尺上的位置。应采用 0.10 英寸 [2.54 mm] 标度尺或公制尺。

6.21.2.3 将探头从不连续性处移开，直至指示高度持续快速地向底线下降。记录图 6.21(C) 中上升沿在显示器水平基线标度尺上的位置。

6.21.2.4 获得 B 与 C 的差值，以确定不连续性的高度。

6.21.3 长度。应采用下列方法来确定不连续性的长度：

6.21.3.1 按照图 6.22(A) 所示，通过操作探头确定最强指示值的平面和方向，从而判断不连续性的取向。

6.21.3.2 将探头移向不连续性一端时，应能通过显示器始终看见部分指示，直至指示值完全下降至底线为止。将探头重新移回至不连续性，直至指示高度在图 6.22(B) 所示的端部附近达到原始最大高度的 50%。应在扫查面或焊缝上的不连续性端部做标记，使之与探头最大指示标记在一条直线上。使用细线标记方法仔细地做标记。

6.21.3.3 如图 6.22(C) 所示，重复上述步骤确定不连续性的另一端位置，并仔细地做出标记。

6.21.3.4 如图 6.22 所示，测量两个标记之间的距离，从而获得不连续性的长度。

6.21.4 扫查表面下方的深度位置。

当采用上述方法确定不连续性高度时，不连续性的深度位置可直接从显示器的水平基线标尺上读出。除另有规定外，报告位置应为所确定的最深点，便于执行移除操作。

6.21.5 沿焊缝的长度位置。距离已知参考点的不连续性位置，可由测量此参考点到不连续性长度标记的距离来确定。除另有规定外，应从不连续性的开端开始测量。

6.22 不连续性引起的问题

使用超声波检测焊缝的用户应注意下列因不连续性特征可能引起的问题：

6.22.1 不连续性类型。超声波灵敏度随着不连续性的类型不同而变化。相对灵敏度如下表所示，评估灵敏度时应予以考虑。超声波检测人员可通过改变超声波仪器设置、探头频率和尺寸、包括扫查方式与耦合在内的扫查方法等，来改变针对所有不连续性类型的灵敏度。

<u>不连续性的类型</u>	<u>超声波检测的相对灵敏度</u>
(1) 未熔合	最大
(2) 裂纹（表面）	.
(3) 未熔透	.
(4) 裂纹（表面下方）	.
(5) 夹渣（连续）	.
(6) 夹渣（分散）	.
(7) 气孔（管状）	.
(8) 气孔（密集）	.
(9) 气孔（分散）	最小

6.22.2 不连续性的一般分类

<u>不连续性的一般分类</u>	<u>超声波检测的相对灵敏度</u>
(1) 平面状	最大
(2) 线状	.
(3) 球状	最小

注：上表假设的取向对检测及评估最有利。

6.22.3 尺寸。不连续性尺寸将对正确阐释产生影响。指示高度较大或较小的平面状不连续性比中等高度的不连续性阐释精度小。当声波束移动扫过小体积球状孔隙时反射面迅速发生变化，因此，难以确定它的尺寸。

6.22.4 取向。当声波直接反射到探头时灵敏度最大，因此，不连续性的取向将会对超声波检测的灵敏度产生影响。与取向及不连续性类型相关的相对灵敏度同上表所述相对灵敏度

相反。超声波检测人员可通过选择一个更近于垂直不连续性平面和反射表面的声波束角度，来提高对不连续性取向的灵敏度。如果所选择的声波束与焊缝坡口角相匹配，将提高对于平面状及线状不连续性的灵敏度，而这些不连续性很可能沿着该平面出现。

6.22.5 位置。位于焊缝及其两侧母材中的不连续性会影响到探测能力及正确评估。通常，靠近表面的不连续性易于探测，但可能难以确定其尺寸大小。

6.22.6 焊缝接头类型及坡口设计。焊缝接头及坡口设计是影响超声波检测不连续性能力的重要因素。下列因素可能会引起问题，应考虑可能造成的影响：

- (1) 衬垫；
- (2) 坡口面角；
- (3) 接头构件的交角；
- (4) 部分焊透的焊缝；
- (5) T 形焊缝；
- (6) 管材构件；
- (7) 焊缝的表面粗糙度及外形。

6.23 焊缝等级及幅度水平

6.23.1 焊缝等级。焊缝被分为以下四类：

- (1) 静荷载
- (2) 周期荷载
- (3) 管件等级 R — 静态载荷
- (4) 管件等级 X — 周期载荷

6.23.2 不连续性幅度水平。下列不连续性幅度水平应用于合格性评估：

水平	说明
1	等于或大于 SSL（参见图 6.23）
2	在 SSL 与 DRL 之间（参见图 6.23）
3	等于或小于 DRL（参见图 6.23）

SSL = 标准灵敏度水平，参见第 6.18.1 节

DRL = 忽略不计水平，比 SSL 小 6 dB

6.24 验收/拒收标准

6.24.1 幅度。当幅度与长度成为主要因素但最大不连续性高度尚未知晓或未作规定时，应采用表 6.4 中的验收/拒收标准。

6.24.2 尺寸。当不连续性尺寸（高度及长度）的最大容许值已知并由工程师进行规定时，则应确定实际尺寸大小（高度及长度）与位置（深度及沿焊缝方向距离）并提出报告。最终评估和验收/拒收应由工程师或其指定人员决定。

6.25 报告的编制和处理

超声波检测员必须在检验时填写一份报告表格，明确标明检验工作的内容与部位。报告

至少应包括报告样本（图 6.24）中列出的内容。超声波不连续性鉴别及随后进行的分类与报告仅限于球状、柱状和平面状三类。

当按规定不连续性接近于不合格尺寸时，尤其在评估时存在一些疑问，也应写入报告中。

由承包商为业主进行超声波检测的焊缝被认定合格之前，所有与焊缝有关的报告表格，包括列有返修前不合格质量的内容，须在工程结束时提交给业主。当承包商 (1) 向业主提交了一份完整报告，或 (2) 承包商完成工作满一年，并有业主事先书面通知时，承包商将不再对超声波检测报告负保存责任。

D 部分 其它检验方法

6.26 概述

6.26.1 这部分包括无损试验 (NDT) 方法，而该方法并不包括本标准条款 6 中的 B、C 部分。为 D 部分设定的无损试验方法需要书面的程序、合格证明和工程师以书面形式作出的特定批准。

6.27 包括实时图像在内的辐射图像系统

6.27.1 概述。当工程师批准后，焊接检验可采取使用电离性辐射的方法，而不是射线照相法，如电子图像，其中包括实时图像系统。在监控设备（用于验收和拒收）和记录工具上看到的焊接检验的敏感度应不低于射线照相法所要求的敏感度。

6.27.2 程序。书面程序应包含下列必要的变量：

- (1) 具体的设备标识包括制造商、样式、模型和序列号。
- (2) 在此确定的每个变量间组合的特定辐射和图像设定控制。
- (3) 焊缝厚度范围
- (4) 焊接接头类型
- (5) 扫描速度
- (6) 辐射源到焊缝距离
- (7) 焊接距离的图像转换屏幕
- (8) 通过焊接测定的 X 射线角度（正常情况下）
- (9) IQI 位置（辐射源侧或者侧屏）
- (10) 记录工具的类型（录像、摄影静止胶片）
- (11) 计算机增强作用（如果使用的话）
- (12) 辐射束的宽度

6.27.3 程序认证。应通过试验辐射、图像和记录系统来限制程序以确定并记录所有必需的变量和条件。认证试验应由能证明必要变量或变量范围的每个组合能提供所需最小敏感度的内容组成。试验结果应被记录在用于生产检验的工具上。程序应由具备 ASNT SNT-TC-1A, III 级（参见 6.27.4）的个人和工程师批准。

6.27.4 人员认证。除 6.2 中的人员认证外，下列认证应适用于：

(1) III 级 — 应在使用相同或相似设备和程序检验焊接结构或不锈钢管道方面至少有六个月的经验。

(2) I 和 II 级 — 应由 III 级以上人员保证，并在使用相同或相似设备和程序检验焊接结构或不锈钢管道方面至少有三个月的经验。认证条件应由书面和实际的检验组成，以证明用于生产检验的特定设备和程序的性能。

6.27.5 像质计。应使用在 B 部分中说明的线型像质计 (IQI)。像质计的位置应按照 B 部分内容中的规定以便进行静态检验。在运转检验中，像质计的位置如下所示：

(1) 两个像质计位于相关区域的一端，并追踪运行方向。

(2) 一个像质计位于运行方向的每一端，并在运行期间安放在任何两个像质计之间不大于 10 英尺 [3 m] 的距离内。

6.27.6 图像的增强作用。假设已保存了所需的最小敏感度，那么图像的计算机增强作用则可完善图像并获取额外的信息。记录的增强图像应明确标记此增强作用已使用并提供相应的增强程序。

6.27.7 记录。辐射图像检验（用于焊接的验收或拒收）应被记录在可接受的工具内。被记录的图像应为动态或静态图像，无论哪种图像都可用于验收或拒收焊接。一份书面的记录数据应包括记录的图像，并至少提供以下信息。

(1) 被检验焊接的标识和说明

(2) 运用的程序

(3) 使用的设备

(4) 记录工具内部的焊接位置

(5) 结果，包括不合格焊接和修理工作一览表以及记录工具内部的焊接、修理位置

E 部分 焊接质量

6.28 焊接质量 — 静态加载

该子目的焊接质量验收/拒收标准仅适用于奥氏体不锈钢。在检查其他类型的不锈钢或不锈铁的其它品味时，应由工程师规定验收/拒收的标准。对于根据本标准批准的材料，除了奥氏体类型/品味之外，可查看非强制性附录 H 了解更多信息。

6.28.1 目视检查。如果下列条件满足，那么所有的焊接应接受目视检查并应是合格的。

6.28.1.1 焊接不应出现裂纹。

6.28.1.2 焊接的相邻焊层之间及焊接金属与母材之间必须完全熔焊。

6.28.1.3 除了超出角焊缝有效长度的端部外，所有弧坑必须填满焊接的横截面。

6.28.1.4 焊接型面必须满足条款 5.11 中的要求。

6.28.1.5 咬边不应超出下列尺寸：

(1) 小于 3/16 英寸 [5 mm] 的材料上的咬边尺寸不超过 0.01 英寸 [0.25 mm]

(2) 等于或大于 3/16 英寸 [5 mm] 并小于 1 英寸 [25 mm] 的材料上的咬边尺寸不超过 1/32 英寸 [1 mm]

(3) 大于 1/2 英寸 [12 mm] 的材料, 咬边尺寸不超过 1/16 英寸 [2 mm], 且在任意 12 英寸 [300 mm] 范围内累计长度不得超过 2 英寸 [50 mm]

(4) 等于或大于 1 英寸 [25 mm] 的材料上的咬边尺寸不超过 1/16 英寸 [2 mm]

6.28.1.6 在角焊缝中, 直径大于或等于 1/32 英寸 [1 mm] 的可见管状孔隙的总和, 在任意焊接上的线性英寸不得超过 3/8 英寸 [10 mm], 并且焊接在任意 12 英寸 [300 mm] 长度范围内, 其可见管状孔隙的总和不得超过 3/4 英寸 [20 mm]。注: 出于腐蚀或外观方面的考虑或对防漏焊接的需求, 可能对可见管状孔隙不予以接受。

6.28.1.7 如果焊接尺寸不足部分不超过焊接长度的 10%, 那么任一单条连续焊接中的角焊缝长度可以小于或等于规定的角焊缝尺寸 1/16 英寸 [2 mm], 且无需进行修正。对于位于纵梁上的卷边焊接, 在长度等于两倍凸缘宽度的范围内, 角焊缝尺寸不得低于规定的尺寸要求。

6.28.1.8 在完全熔透坡口焊接处 (该焊接位于与计算拉伸应力成横向关系的对接接头处), 严禁出现可见管状孔隙。在所有其它坡口焊接中, 直径大于或等于 1/32 英寸 [1 mm] 的可见管状孔隙的总和, 在任意焊接上的线性英寸不得超过 3/8 英寸 [10 mm], 并且焊接在任意 12 英寸 [300 mm] 长度范围内, 其可见管状孔隙的总和不得超过 3/4 英寸 [20 mm]。

6.28.1.9 当竣工焊缝冷却至环境温度后, 便可以立即开始对各种钢材的焊接进行目视检查。

6.28.2 射线照相试验

6.28.2.1 除了目视检查之外, 当进行射线照相试验时, 焊接不应出现裂纹。其他不连续性应按条状或块状进行评价。无论不连续性是何类型, 条状不连续性的长度应超过其宽度三倍。块状不连续性的长度不大于其宽度的三倍, 其形状可能是圆形, 或呈不规则形状, 还可能存在拖尾。

6.28.2.2 射线照相中所显示的不连续性若超出下列限值将被视为不合格 (E= 焊接尺寸)。

(1) 条状不连续性超出附录 E 图 E.1 中规定的最大尺寸。

(2) 不连续性之间的距离小于附录 E 图 E.1 中容许的最小间距。

(3) 块状不连续性大于 E/3 的最大尺寸, 但不超过 1/4 英寸 [6 mm]。然而, 当厚度大于 2 英寸 [50 mm] 时, 块状的最大指示尺寸可为 3/8 英寸 [10 mm]。大于或等于 3/32 英寸 [2.5 mm] 的此类型不连续性, 其距离合格条状或块状不连续性、或距离相交焊接的边缘或端部的最小距离, 必须为所考虑的较大不连续性最大尺寸的三倍。

(4) 独立不连续性, 例如一簇块状指示不连续性, 其最大尺寸总和超过附录 E 图 E.1 中允许的单个不连续性最大尺寸。其距离另外一簇、或另一条状或块状不连续性或相交焊接的边缘或端部的距离, 必须为所考虑的不连续性中较大者最大尺寸的三倍。

(5) 在任何 1 英寸 [25 mm] 长的线性焊接内, 小于 3/32 英寸 [2.5 mm] 的不连续性中, 每一较大尺寸的单个不连续性的总长不得超过 2E/3 或 3/8 英寸 [10 mm] (取其小值)。此项要求不受上述 (1)、(2) 和 (3) 要求的约束。

(6) 在任何 6E 长度范围内, 成行不连续性最大尺寸的总长应超过 E。当受检焊接的长度小于 6E 时, 容许的最大尺寸总和必须按比例减小。

6.28.2.3 附录 E 图 E.2 和附录 E 图 E.3 说明了条款 6.28.2.2 中要求的适用范围。

6.28.3 超声波试验。除目视检查外，需要进行超声波试验的焊接，若其满足表 6.4 中的要求，则判定该焊接合格。

6.28.4 液体渗透试验。除目视检查外，需要进行液体渗透试验的焊接，需要在目视检查要求的基础上进行评估。应根据条款 6.7.6 进行该试验。

当焊接需要进行无损试验时，应在竣工焊缝冷却至环境温度后立即开始进行该试验。

6.29 焊接质量 — 周期性加载

该子目的焊接质量验收/拒收标准仅适用于奥氏体不锈钢。在检查其他类型的不锈钢或不锈铁的其它品味时，应由工程师规定验收/拒收的标准。对于根据本标准批准的材料，除了奥氏体类型/品味之外，可参见非强制性附录 H 以了解更多的信息。

6.29.1 目视检查。如果下列条件满足，那么所有的焊接应接受目视检查并应是合格的。

6.29.1.1 焊接不应出现裂纹。

6.29.1.2 焊接的相邻焊层之间及焊接金属与母材之间必须完全熔焊。

6.29.1.3 除了超出断续角焊缝有效长度的端部外，所有弧坑必须填满焊接的横截面。

6.29.1.4 焊接型面必须满足条款 5.11 中的要求。

6.29.1.5 在主构件中，如合同文件规定，当焊接在任何设计负载条件下与拉伸应力成横向关系时，咬边深度不得超过 0.01 英寸 [0.25 mm]，如图所示。在其他所有情况下，咬边深度不得超过 1/32 英寸 [1 mm]。

6.29.1.6 角焊缝中管状孔隙的出现频率不得超过每 4 英寸 [100 mm] 焊接长度上的出现频率，而且最大直径不得超过 3/32 英寸 [2.5 mm]。除外事项：对于加强板角焊缝，管状孔隙的直径总和，在任意焊接上的线性英寸不得超过 3/8 英寸 [10 mm]，并且焊接在任意 12 英寸 [300 mm] 长度范围内，其管状孔隙的直径总和不得超过 3/4 英寸 [20 mm]。

6.29.1.7 如果焊接尺寸不足部分不超过焊接长度的 10%，那么任一单条连续焊接中的角焊缝长度可以小于标称焊缝尺寸 1/16 英寸 [2 mm]，且无需进行修正。对于位于纵梁上的卷边焊接，在长度等于两倍凸缘宽度的范围内，不允许潜流位于端部。

6.29.1.8 在完全熔透坡口焊接处（该焊接位于与计算拉伸应力成横向关系的对接接头处），严禁出现可见管状孔隙。对于所有其他坡口焊接，管状孔隙的出现频率不得超过 4 英寸 [100 mm] 焊接长度上的出现频率，而且最大直径不得超过 3/32 英寸 [2.5 mm]。

6.29.1.9 当竣工焊缝冷却至环境温度后，便可以立即开始对各种钢材的焊接进行目视检查。

6.29.2 射线照相试验。除目视检查外，需经射线照相试验的焊接应严禁出现裂纹，且经射线照相试验后，如果存在所列的任何一种类型的不连续性，则将判定该焊接不合格。

6.29.2.1 在任何负载条件下，对于承受拉伸应力的焊接而言，任何大于或等于 1/16 英寸 [2mm] 的熔焊型不连续性孔隙最大尺寸不得超过附录 E 图 E.4 中所示的尺寸 B。就检验范围内不连续性的尺寸而言，上述任何孔隙或熔焊型不连续性距此类不连续的距离，或到交叉卷边焊接的边缘、前部或根部的距离不得低于附录 E 图 E.4 中显示的最小间距 C。

6.29.2.2 对于只承受压缩应力并在设计图纸上明确作此说明的焊接，就检验范围内不连续性的尺寸而言，如附录 E 图 E.5 所示，等于或大于 1/8 英寸 [3 mm] 的孔隙或熔焊型不连续性的最大尺寸不得超过尺寸 B，并且相邻两个不连续性之间的间距也不得小于最小容许

间距 C。

6.29.2.3 对于最大尺寸小于 1/16 英寸 [2 mm] 的不连续性而言，如果在任何焊接线性英寸范围内，不连续性最大尺寸的总长超过 3/8 英寸 [10 mm]，则不管条款 6.29.2.1 和 6.29.2.2 中作何要求，必须判定最大尺寸小于 1/16 英寸 [2 mm] 的不连续性为不合格。

6.29.2.4 附录 E 图 E.4 和 E.5 给出的 1-1/2 英寸 [40 mm] 焊接尺寸的限制规定应适用于厚度大于 1-1/2 英寸 [40 mm] 的所有焊接尺寸。

6.29.2.5 附录 E 说明了条款 6.29.2.1 中要求的适用范围。

6.29.3 超声波试验。

6.29.3.1 除目视检查外，需要进行超声波试验的焊接，如果其满足表 6.4 中的要求，那么则判定该焊接合格。

6.29.4 液体渗透试验。除目视检查外，需要进行液体渗透试验的焊接，需要在目视检查要求的基础上进行评估。

6.29.5 当焊接需要进行无损试验时，根据条款 6.29.2、6.29.3 和 6.29.4，应在竣工焊缝冷却至环境温度后，立即开始进行该试验。

表 6.1 孔型像质计 (IQI) 的要求 (参见 6.10.7)

标称材料厚度 ^a 范围, in	标称材料厚度 ^a 范围, mm	辐射源侧		胶片侧 ^a	
		名称	基础空穴	名称	基础空穴
小于等于 0.25	小于等于 6	10	4T	7	4T
大于 0.25, 小于等于0.375	大于 6, 小于等于 10	12	4T	10	4T
大于 0.375, 小于等于0.50	大于 10, 小于等于 12	15	4T	12	4T
大于 0.50, 小于等于0.625	大于 12, 小于等于 16	15	4T	12	4T
大于 0.625, 小于等于0.75	大于 16, 小于等于 20	17	4T	15	4T
大于 0.75, 小于等于0.875	大于 20, 小于等于 22	20	4T	17	4T
大于 0.875, 小于等于1.00	大于 22, 小于等于 25	20	4T	17	4T
大于 1.00, 小于等于1.25	大于 25, 小于等于 32	25	4T	20	4T
大于 1.25, 小于等于1.50	大于 32, 小于等于 38	30	2T	25	2T
大于 1.50, 小于等于2.00	大于 38, 小于等于 50	35	2T	30	2T
大于 2.00, 小于等于2.50	大于 50, 小于等于 65	40	2T	35	2T
大于 2.50, 小于等于3.00	大于 65, 小于等于 75	45	2T	40	2T
大于 3.00, 小于等于4.00	大于 75, 小于等于 100	50	2T	45	2T
大于 4.00, 小于等于6.00	大于 100, 小于等于 150	60	2T	50	2T
大于 6.00, 小于等于8.00	大于 150, 小于等于 200	80	2T	60	2T

^a 单壁射线照相的厚度 (管件)。^b 仅适用于管件结构。

表 6.2 线型像质计 (IQI) 的要求 (参见 6.10.7)

标称材料厚度 ^a 范围, in	标称材料厚度 ^a 范围, mm	辐射源侧		胶片侧 ^b	
		电线直径的最大值		电线直径的最大值	
		英寸	mm	英寸	mm
小于等于 0.25	小于等于 6	0.010	0.25	0.008	0.20
大于 0.25, 小于等于0.375	大于 6, 小于等于10	0.013	0.33	0.010	0.25
大于 0.375, 小于等于 0.625	大于 10, 小于等于 16	0.016	0.41	0.013	0.33
大于 0.625, 小于等于 0.75	大于 16, 小于等于 20	0.020	0.51	0.016	0.41
大于 0.75, 小于等于 1.50	大于 20, 小于等于 38	0.025	0.63	0.020	0.51
大于 1.50, 小于等于 2.00	大于 38, 小于等于 50	0.032	0.81	0.025	0.63
大于 2.00, 小于等于 2.50	大于 50, 小于等于 65	0.040	1.02	0.032	0.81
大于 2.50, 小于等于 4.00	大于 65, 小于等于 100	0.050	1.27	0.040	1.02
大于 4.00, 小于等于 6.00	大于 100, 小于等于 150	0.063	1.60	0.050	1.27
大于 6.00, 小于等于 8.00	大于 150, 小于等于 200	0.100	2.54	0.063	1.60

^a 单壁射线照相的厚度 (管件)。^b 仅适用于管件结构。

表 6.3 像质计的选择和放置

像质计的类型	合格 ≥ 10 英寸 [250 mm] L		合格 $T < 10$ 英寸 [250 mm] L		不合格 ≥ 10 in [250 mm] L		不合格 $T < 10$ 英寸 [250 mm] L	
	孔	焊丝	孔	焊丝	孔	焊丝	孔	焊丝
像质计的数量								
非管件	2	2	1	1	3	2	2	1
管道环缝（注释 c、d）	3	3	3	3	3	3	3	3
ASTM 标准选择	E 1025	E 747	E 1025	E 747	E 1025	E 747	E 1025	E 747
表格	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	6.2	6.1	6.2
图表	6.1		6.2		6.3		6.4	

T = 母材的标称厚度（图中的 T1 和 T2）（见下列注释 a 和 b）。L = 每一射线照片中相关区域的焊接长度。

^a 在像质计的选择中，不应将钢衬垫视为焊接或焊接加强结构的一部分。

^b 根据条款 6.10.3，如果孔型像质计下方使用了垫片，那么可以增加 T 以留出一定厚度进行焊接补强。

^c 当采用一次照射对完整的环形管道焊接进行射线照相，并且辐射源位于曲率中心时，应至少使用三个平均分布的孔型像质计。

^d 当像质计降低一个值时，可使用最佳胶片侧位置。

表 6.4 UT 验收 — 拒收标准（参见 6.24.1）

所得的最大不连续性振幅级	根据焊接级别划分不连续性的最大长度			
	静态加载	周期性加载	管件等级 R — 静态加载	管件等级 X — 周期性加载
1级 — 大于等于 SSL（参见 6.18.1 和 图6.24）	大于 5 dB 和 SSL， SSL = 无允许值 大于 SSL = 3/4 英寸 [20 mm]，大于等于 0dB，小于等于 5dB	大于 5 dB 和 SSL， SSL = 无允许值 大于 SSL = 1/2 英寸 [12 mm]，大于等于 0dB，小于等于 5dB	参见附录 E 图 E.6	参见附录 E 图 E.7（利用高度）
2级 — 处于 SSL 与 DRL 之间（参见 图6.24）	2 英寸 [50 mm]	焊接的 1/2 = 2 英寸 [50 mm] 焊接顶部和底部的 1/4 = 3/4 英寸 [20 mm]	参见附录 E 图 E.6	参见附录 E 图 E.7（利用高度）
3级 — 小于等于 DRL（参见图 6.24）	不考虑（但由工程师指定时，应进行记录以供信息查询）			

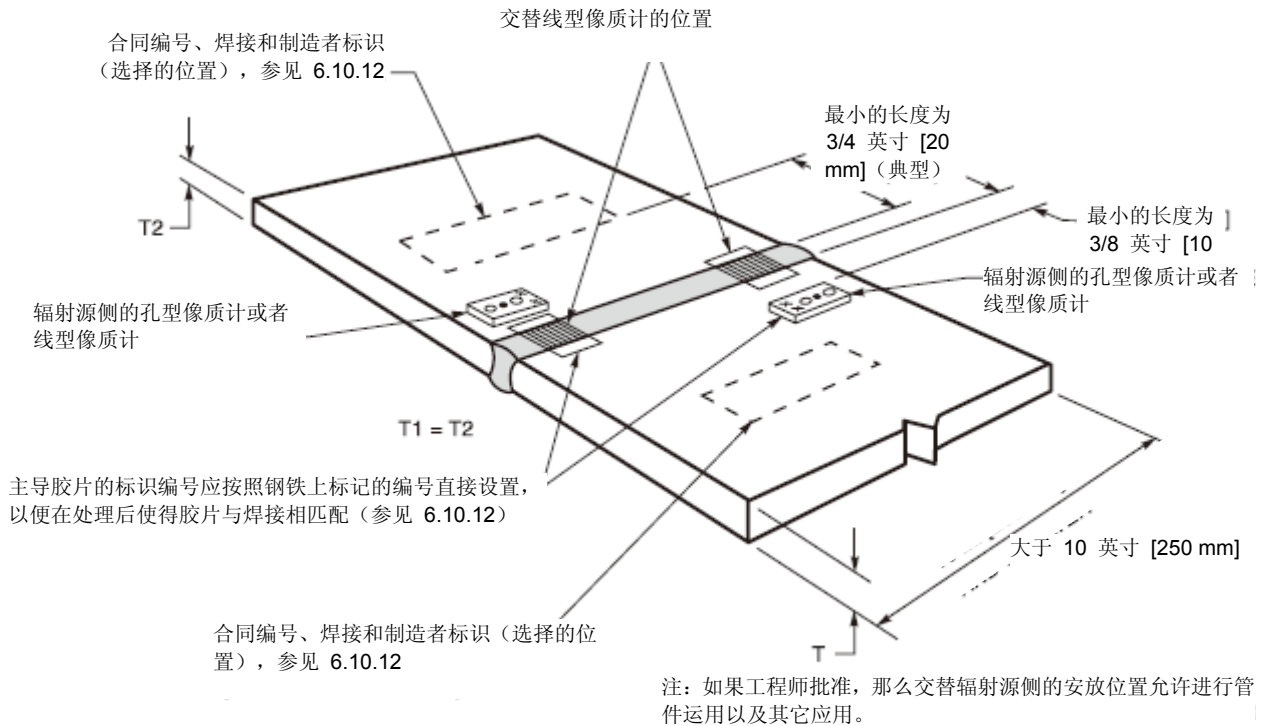


图 6.1 — 接头厚度大致相等而长度等于大于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标识和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)

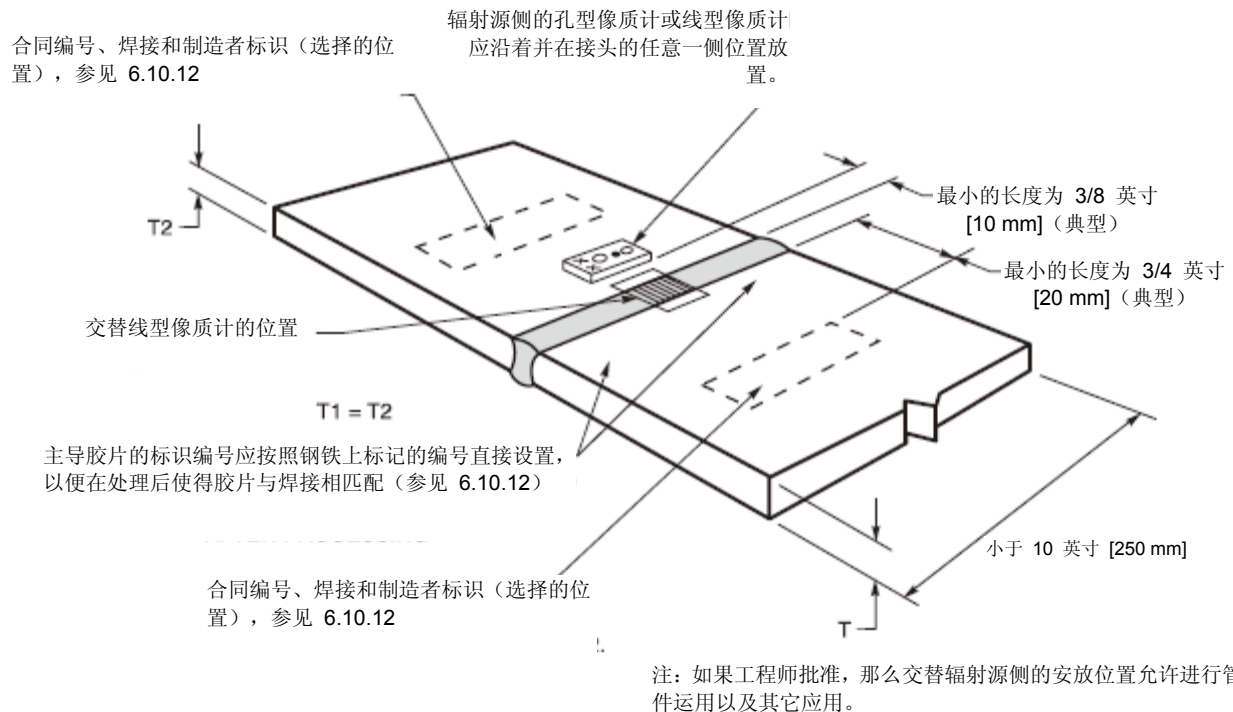


图 6.2 — 接头厚度大致相等而长度小于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标识和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)

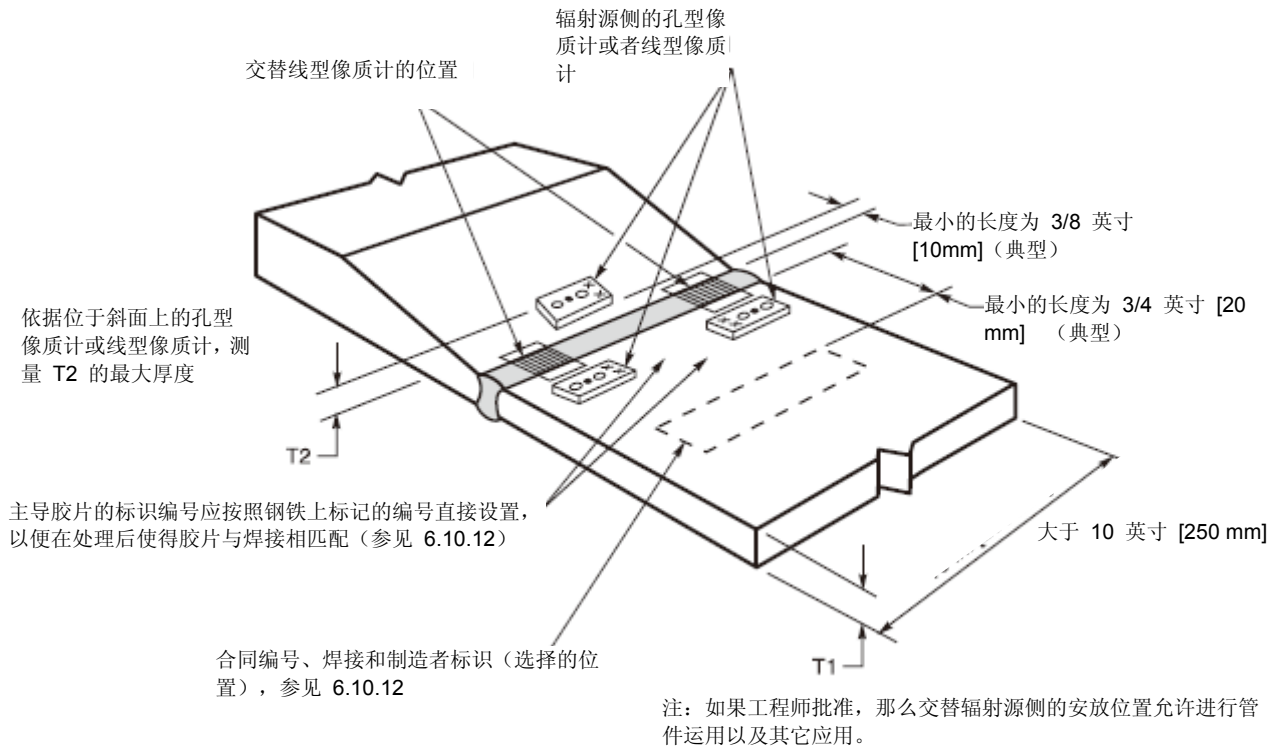


图 6.3 — 过渡接头长度等于大于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标记和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)

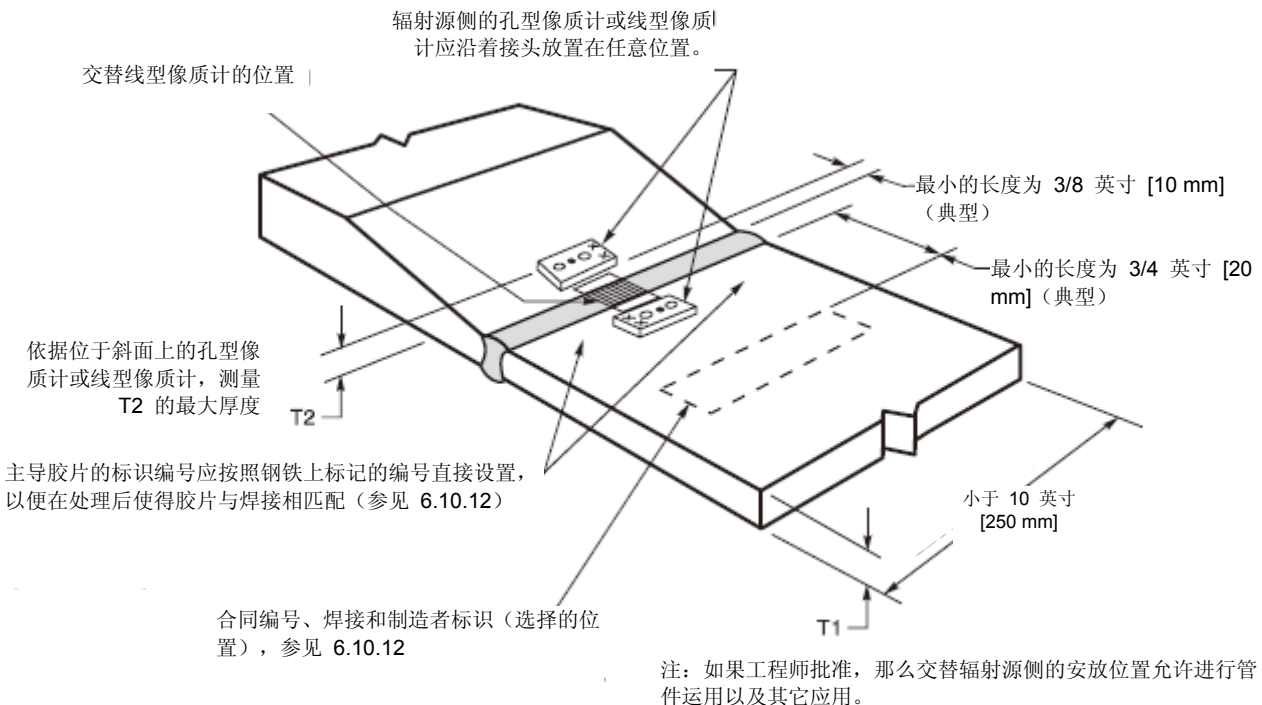
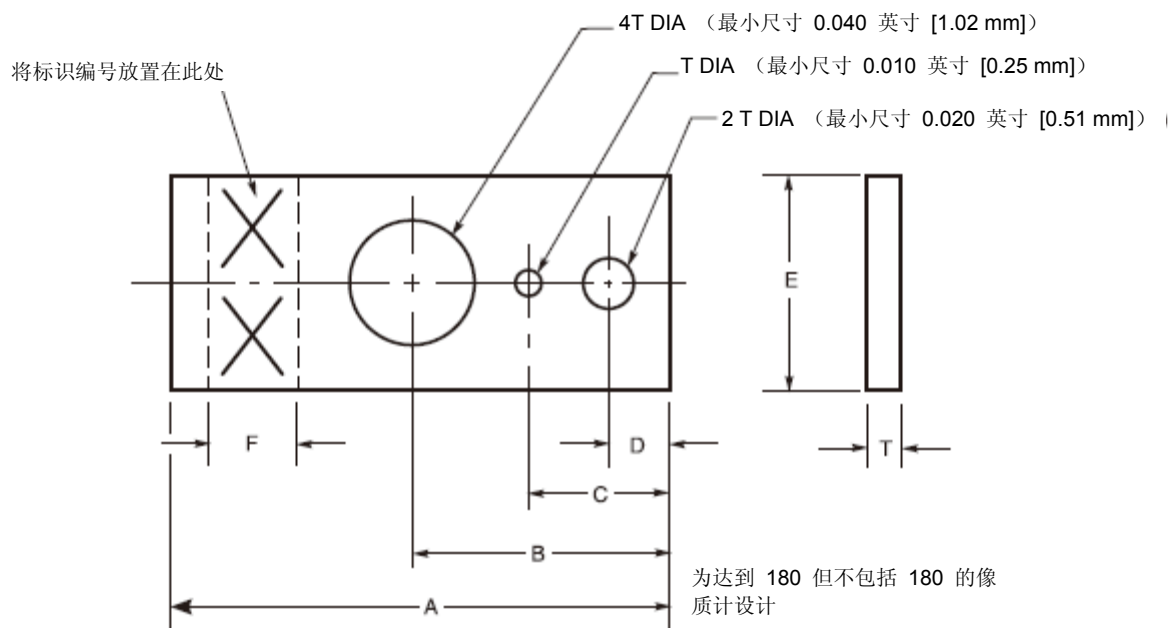


图 6.4 — 过渡接头长度小于 10 英寸 [250 mm] 时, 射线照相标记和孔型或线型像质计的放置位置 (参见 6.10.7)

像质计尺寸表
(英寸)

编号	A	B	C	D	E	F	像质计的厚度和 空穴直径公差
5-20	1.500 ±0.015	0.750 ±0.015	0.438 ±0.015	0.250 ±0.015	0.500 ±0.015	0.250 ±0.030	±0.0005
21-59	1.500 ±0.015	0.750 ±0.015	0.438 ±0.015	0.250 ±0.015	0.500 ±0.015	0.250 ±0.030	±0.0025
60-179	2.250 ±0.030	1.375 ±0.030	0.750 ±0.030	0.375 ±0.030	1.000 ±0.030	0.375 ±0.030	±0.005

像质计尺寸表
(mm)

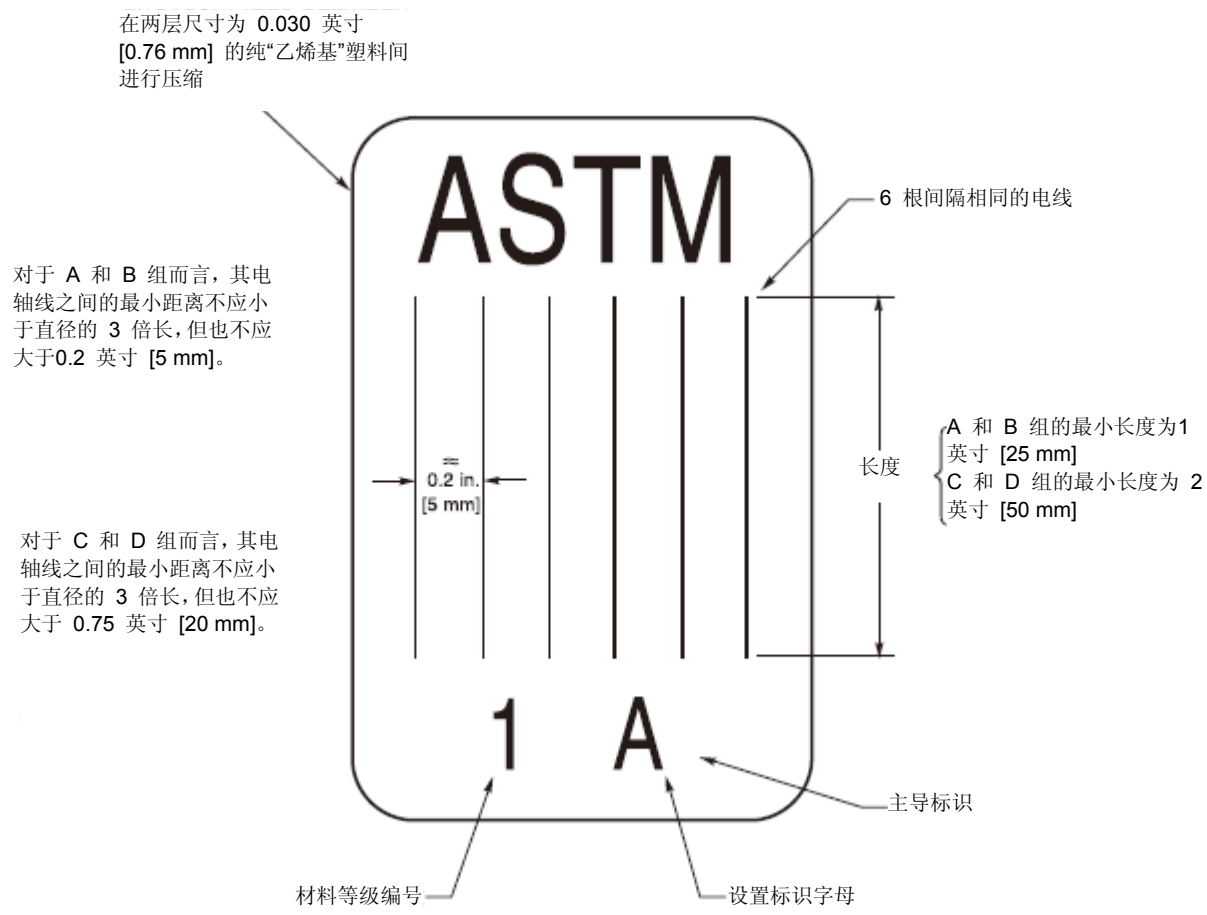
编号	A	B	C	D	E	F	像质计的厚度和 空穴直径公差
5-20	38.10 ±0.38	19.05 ±0.38	11.13 ±0.38	6.35 ±0.38	12.70 ±0.38	6.35 ±0.80	±0.013
21-59	38.10 ±0.38	19.05 ±0.38	11.13 ±0.38	6.35 ±0.38	12.70 ±0.38	6.35 ±0.80	±0.06
60-179	57.15 ±0.80	34.92 ±0.80	19.05 ±0.80	9.52 ±0.80	25.40 ±0.80	9.52 ±0.80	±0.13

注:

1. 编号 5 至 9 的像质计不是 1T、2T 和 4T。
2. 空穴必须准确，且垂直于像质计表面。请勿倾斜。

图 6.5 — 孔型像质计 (IQI) 的设计 (参见 6.10.1)

(再版获得美国试验和材料学会的批准，版权。)



像质计尺寸

线径, 英寸 [mm]			
A 组	B 组	C 组	D 组
0.0032 [0.08]	0.010 [0.25]	0.032 [0.81]	0.10 [2.5]
0.004 [0.1]	0.013 [0.33]	0.040 [1.02]	0.125 [3.2]
0.005 [0.13]	0.016 [0.4]	0.050 [1.27]	0.160 [4.06]
0.0063 [0.16]	0.020 [0.51]	0.063 [1.6]	0.20 [5.1]
0.008 [0.2]	0.025 [0.64]	0.080 [2.03]	0.25 [6.4]
0.010 [0.25]	0.032 [0.81]	0.100 [2.5]	0.32 [8]

图 6.6 — 线型像质计（参见 6.10.1）

（再版获得美国试验和材料学会的批准，版权。）

T = 接头处焊接的最大厚度

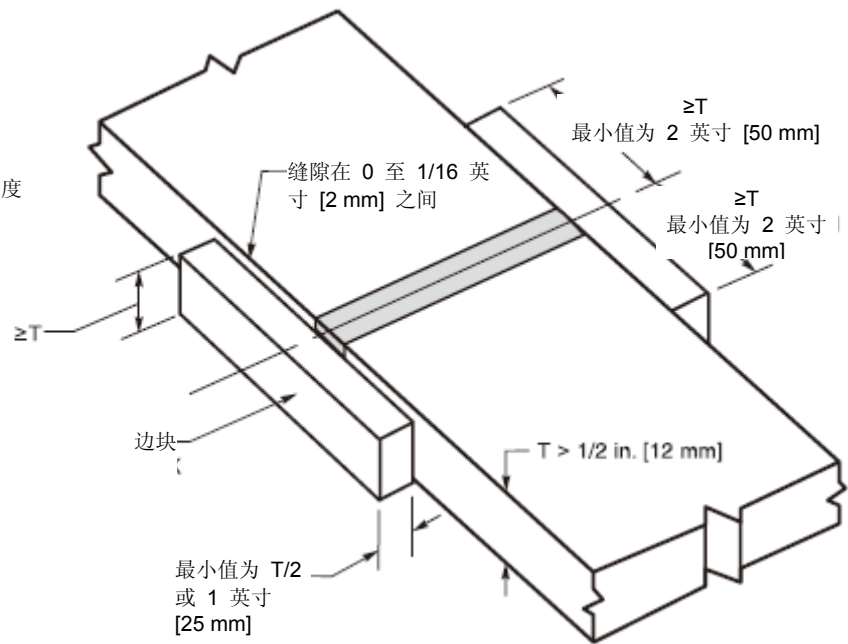


图 6.7 — 射线照相边块 (参见 6.10.13)

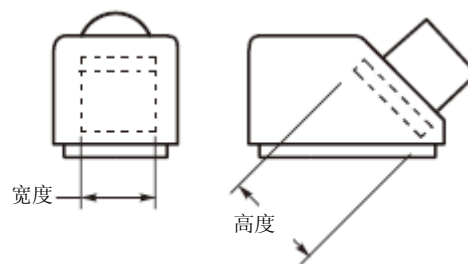
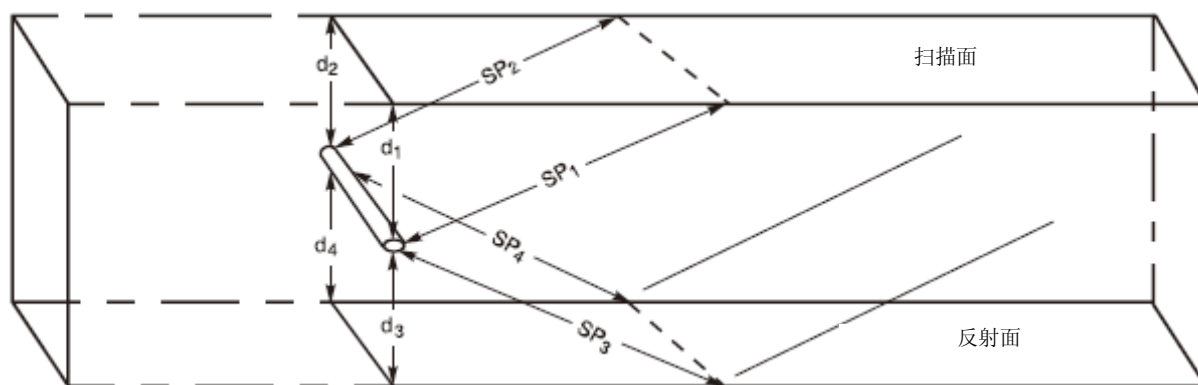


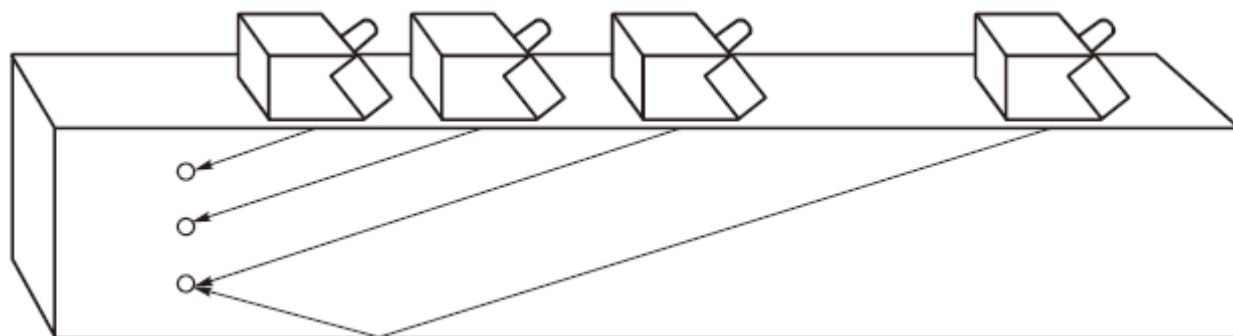
图 6.8 — 传感器晶体 (参见 6.15.8.1)



注:

1. $d_1 = d_2 \pm 0.5 \text{ mm}$ $d_3 = d_4 = \pm 0.5 \text{ mm}$
 $SP_1 = SP_2 \pm 1 \text{ mm}$ $SP_3 = SP_4 \pm 1 \text{ mm}$
2. 上述容差应被视为合理的。无论在何种情况下，反射器的放置都需要确保对 UT 信号进行最大程度的反射。

图 6.9 — 标准的参考反射器（参见 6.17）



注：应留有一定的尺寸来放置探测声音路径距离的探测装置。

图 6.10 — 校准试块（参见 6.17）

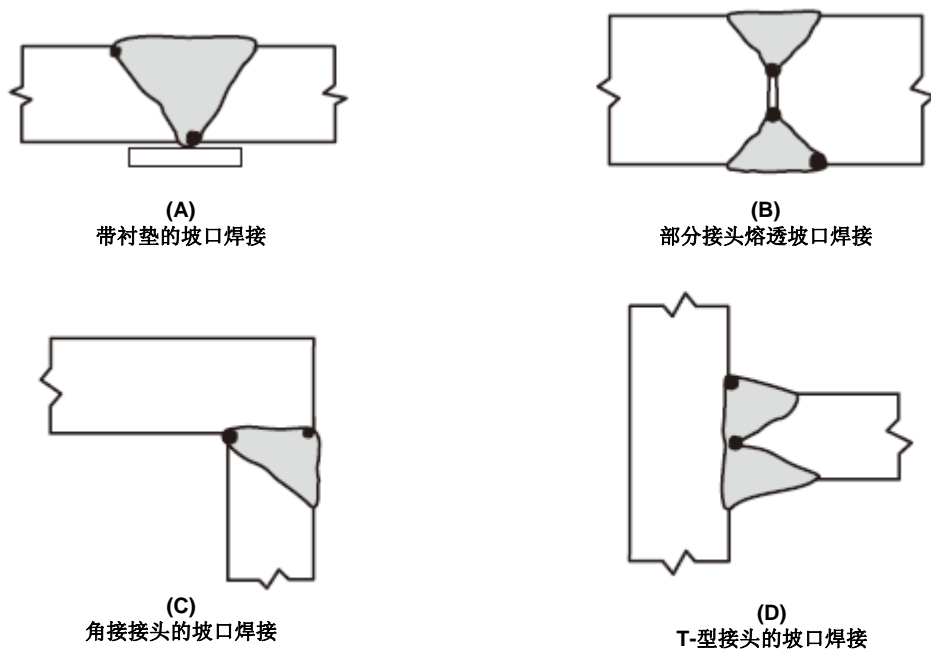
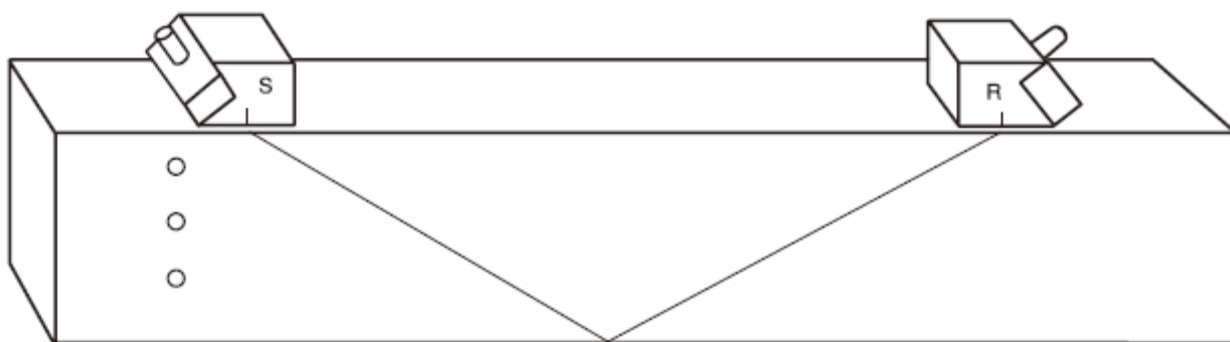


图 6.11 — 典型交替反射器（参见 6.17）（位于焊接实体模型和制品焊接中）



步骤：在上述位置中使用的校准试块或实体模型上放置两个相似的斜射束探测装置。使用透射传输方法，最大化所获得的指示，并获取指示的 dB 值。将两个相同的探测装置传输至待检测部分，并将其置于同一方向，在其中进行扫描，并至少在三个位置上获得如上所述的指示 dB 值。应记录校准试块或实体模型 dB 值与检测部分获得的平均值之间的差异，并用其调整标准灵敏度。

图 6.12 — 传输修正（参见 6.18.1）

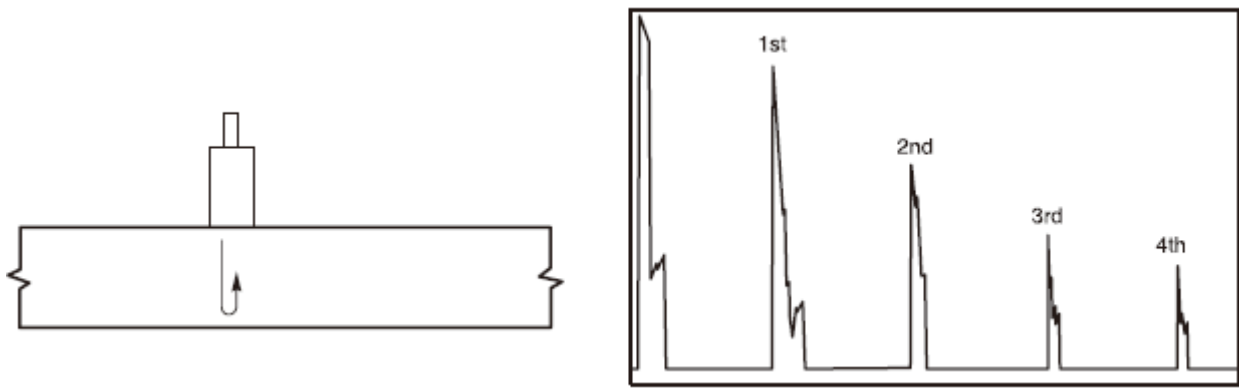


图 6.13 — 压缩波深度（水平扫描校准）（参见 6.18.2.1）

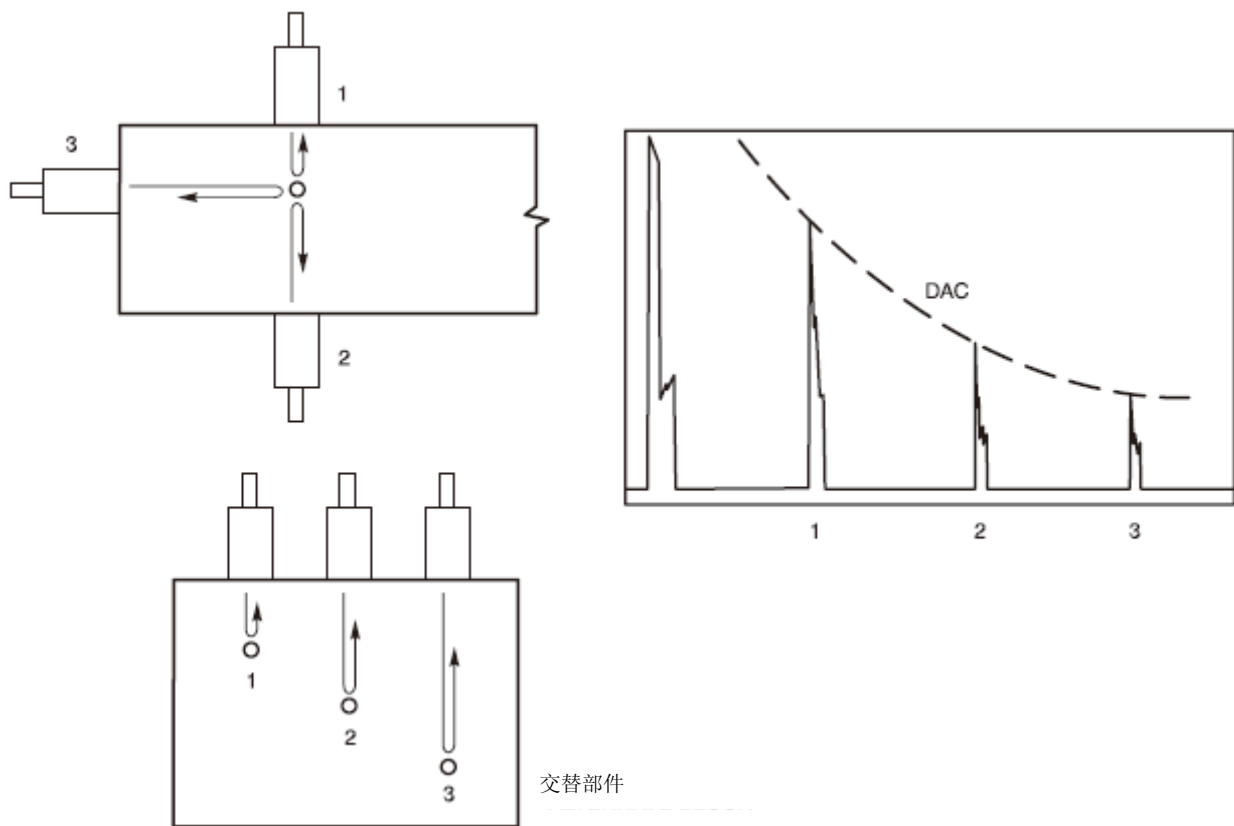


图 6.14 — 压缩波敏感度校准（参见 6.18.2.2）

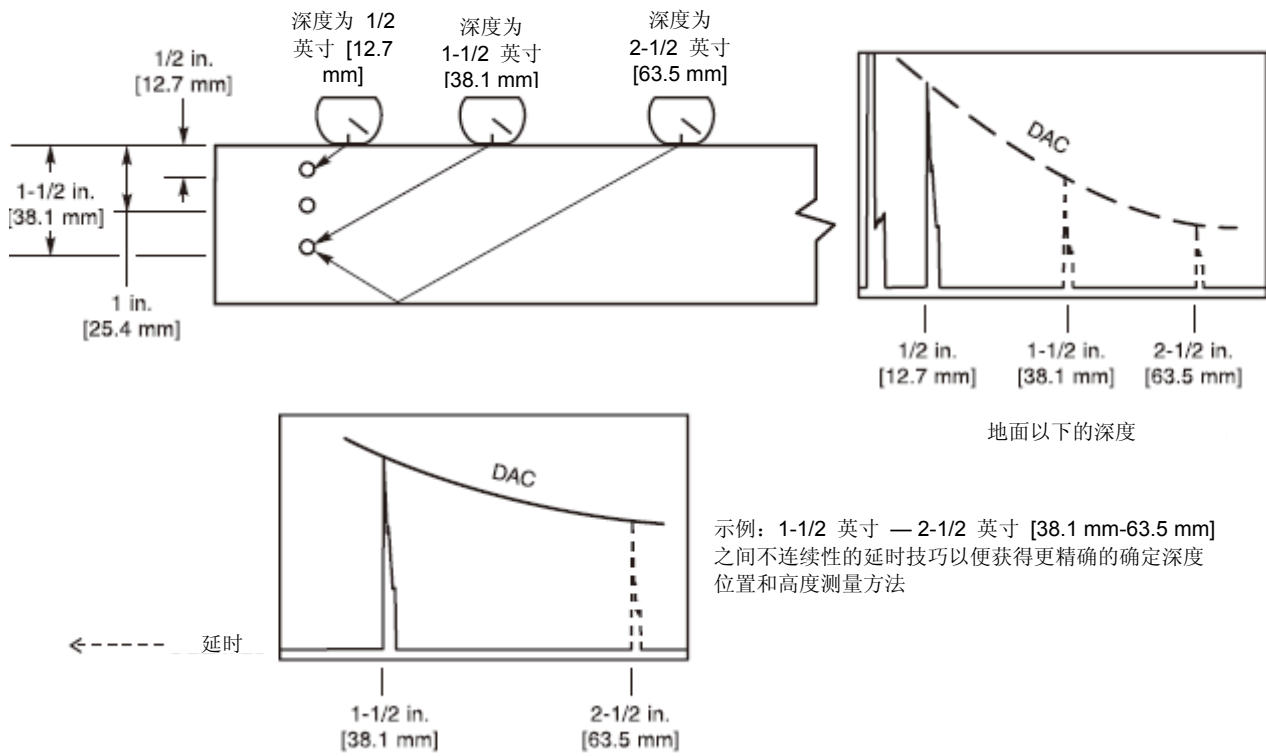
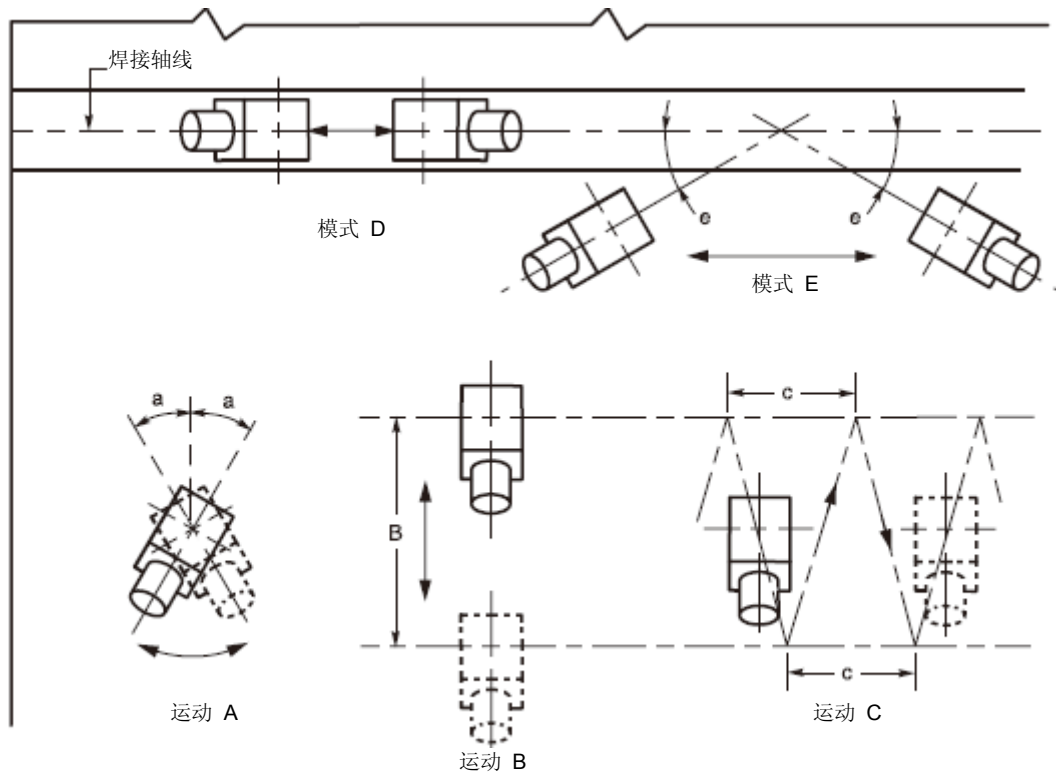


图 6.15 — 剪切波距离和敏感度校准 (参见 6.18.3.1)

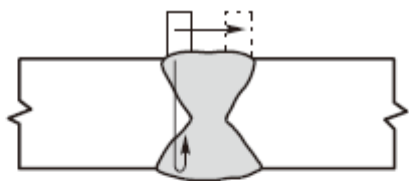


注:

1. 试验模式以焊接轴线呈对称式分布, 模式 D 除外, 模式 D 将直接在焊接轴线上进行。
2. 不论是否存在机械可行性, 都将从焊接轴线两侧进行试验。

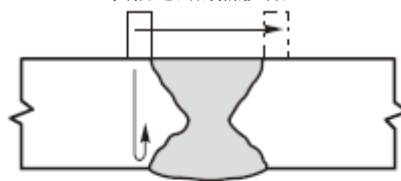
图 6.16 — UT 扫描模式平面图 (6.19)

压缩波

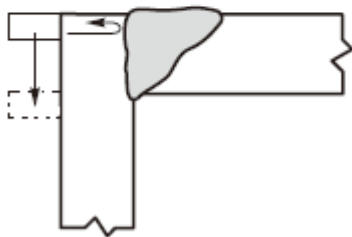


焊接的地面平面

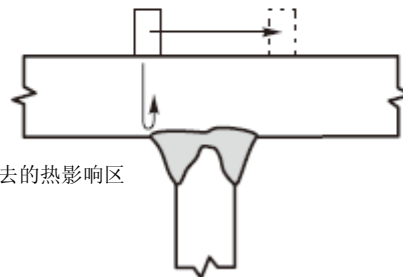
扫描过去的热影响区



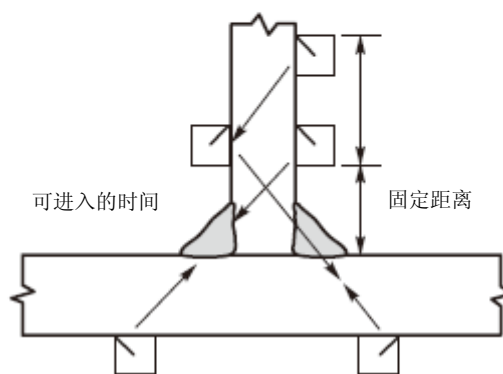
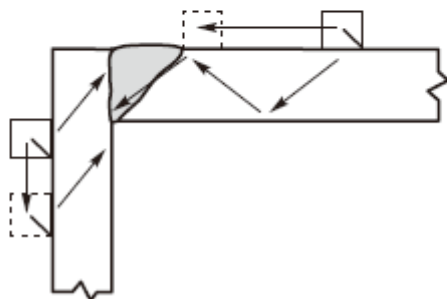
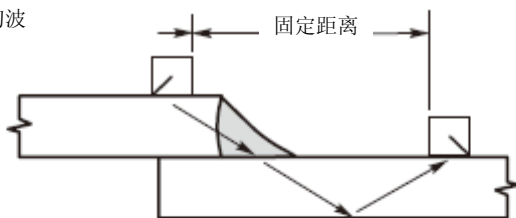
焊接地面齐平（首选）



扫描过去的热影响区



剪切波



注:


1.  指示扫描，否则在扫描焊接的同时，探测装置应位于距离焊接的固定距离处。
2. 已展示出横截面图 假设沿着焊接长度并预留 25% 的重叠区域进行彻底的扫描，以便确保 100% 的覆盖范围 所示的所有扫描位置不要求全部覆盖，但应提供所有的备用位置以防不可接近性阻碍使用某些区域。

图 6.17 — 扫描方法（参见 6.19）

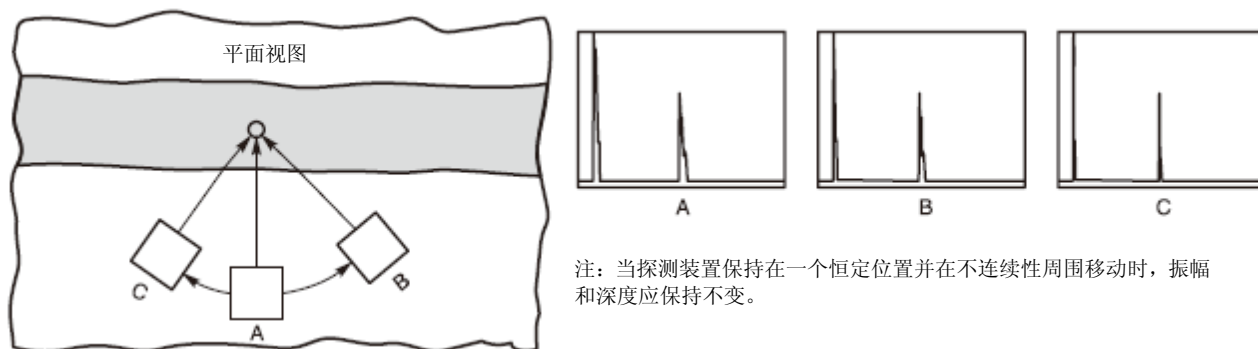
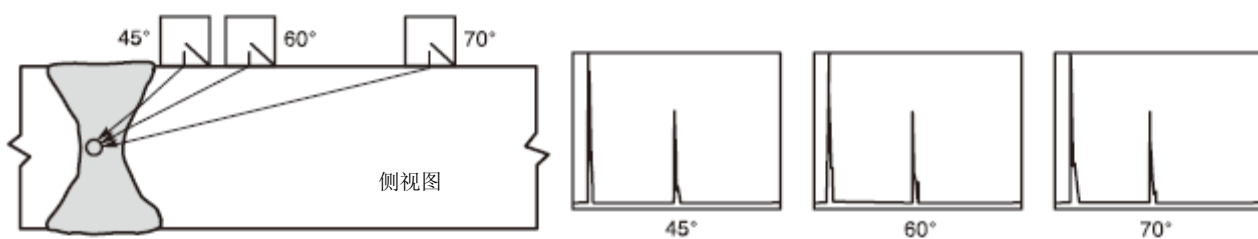
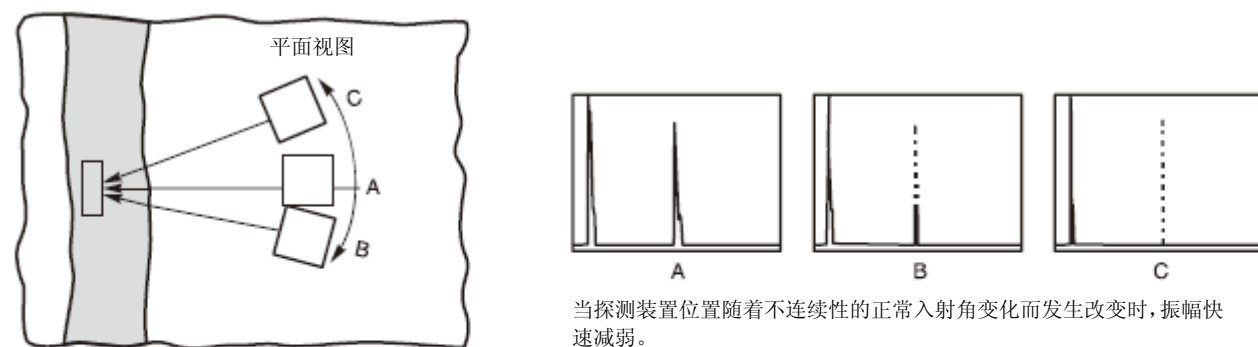


图 6.18 — 球形不连续性特性（参见 6.20.2.1）



当声音在不连续性周围移动时，振幅保持不变（假设相等的敏感度校准和调整衰减），距离随着角度变化而变化（除非校准到同样的角度）。

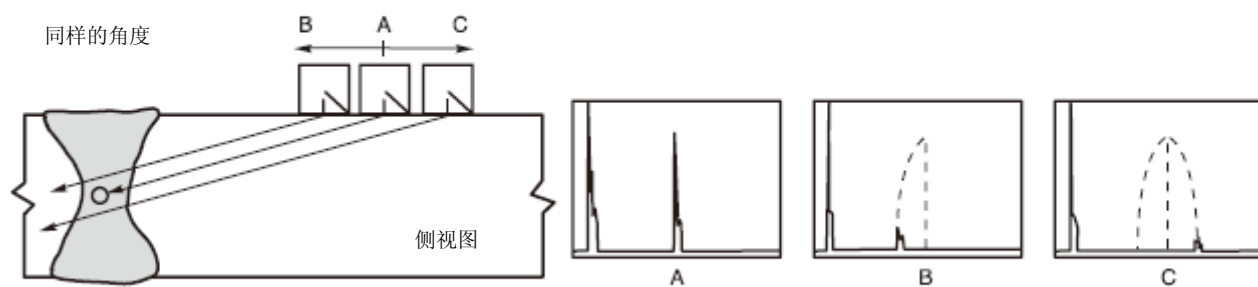


图 6.19 — 圆柱形不连续性特性（参见 6.20.2.2）

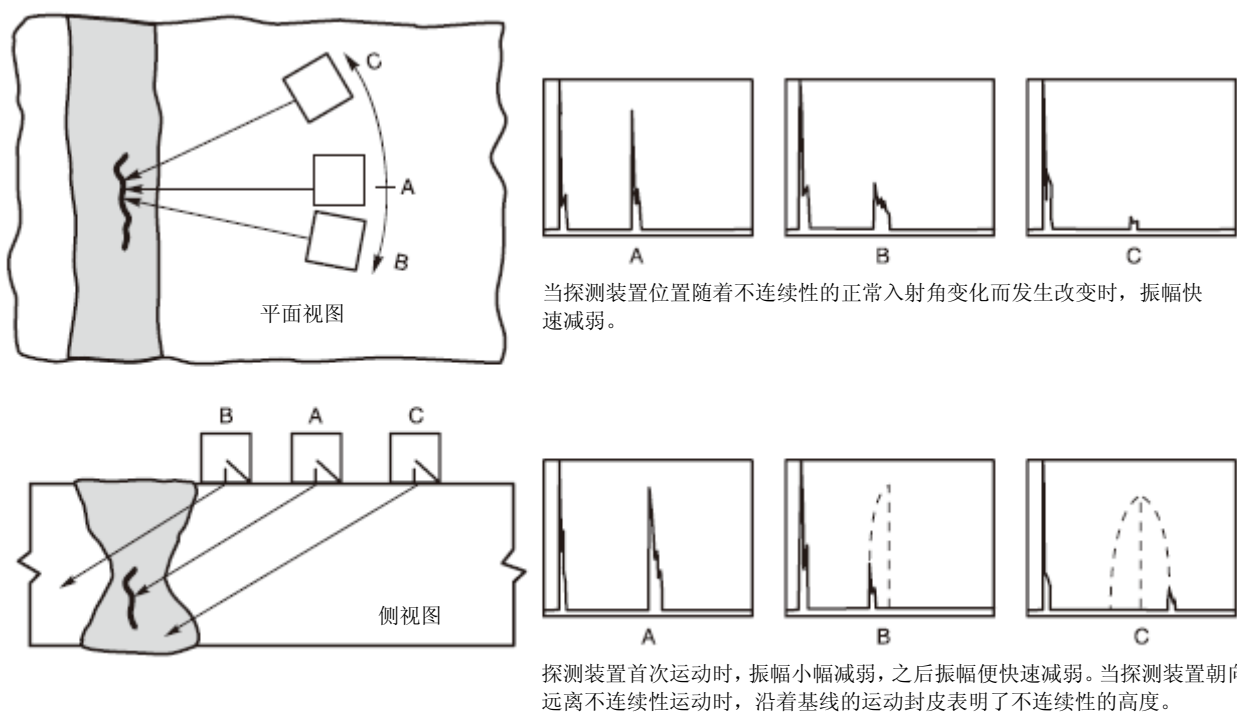


图 6.20 — 平面不连续性特性（参见 6.20.2.3）

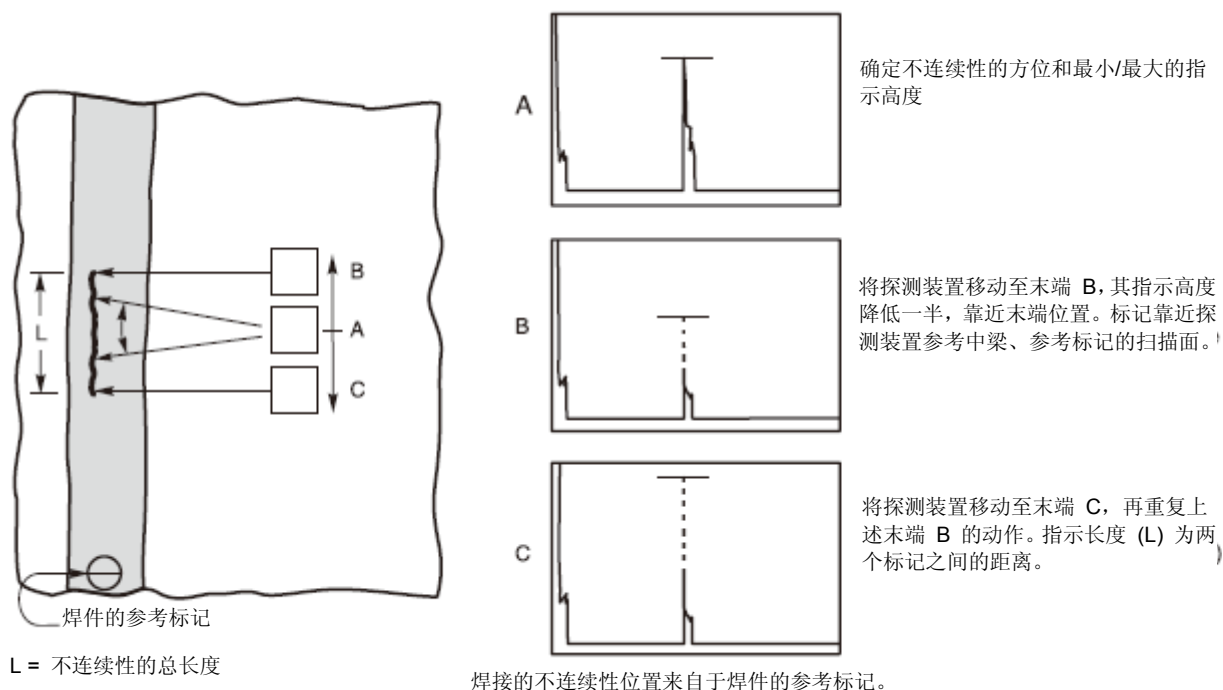


图 6.21 — 不连续性高度的尺寸（参见 6.21.2.1）

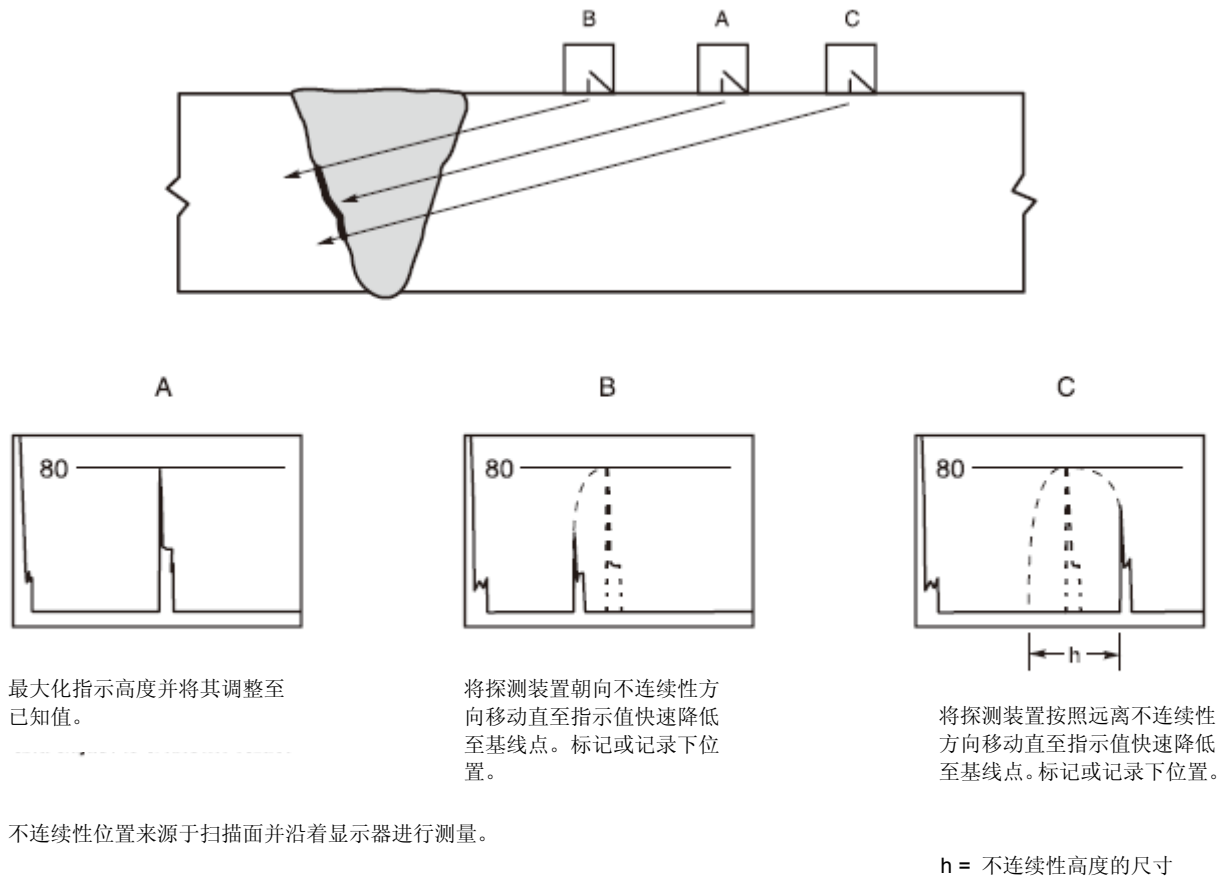


图 6.22 — 不连续性长度的尺寸（参见 6.21.3.1、6.21.3.2、6.21.3.3、6.21.3.4）

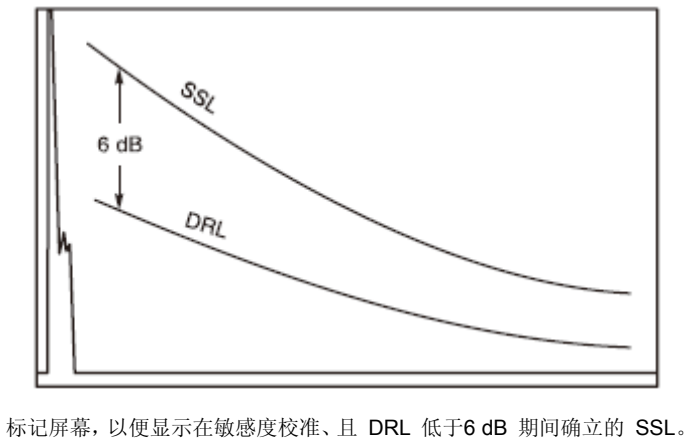


图 6.23 — 屏幕标记（参见 6.23.2）

项目 _____ 报告编号 _____

焊接标识 _____ 厚度 _____ 等级 _____

UT 程序编号 _____ 技术 _____

UT 工具 _____

探测装置：编号 _____ 角度 _____ 频率 _____ 尺寸 _____

结果（识别并说明每一不连续性）

编号	位置来源	振幅级	长度	高度	备注

略图（识别出上述列出的每种不连续性）

NDT 技术 _____ 承包商 _____

检验日期 _____ 已批准 _____

批准日期 _____

图 6.24 — 超声波检验报告（参见 6.25）

7. 螺柱焊接

7.1 范围

条款 7 包含了不锈钢螺柱与不锈钢和低碳铁素体钢材料之间进行焊接的一般要求，此外还规定了具体的要求：

(1) 如有要求，承包商应进行工艺、预生产试验、运营商资格认证以及应用认证试验。

(2) 在生产期间，应对螺柱焊接进行制造/安装和验证检查。

(3) 对于不锈钢螺柱的机械特性以及螺柱底座的要求，螺柱制造商应进行所有的试验并提供文件。

注：有关批准的螺柱材料，可参见条款 7.2.6。对于螺柱底座材料，可参见条款 7.2.7。

7.2 一般要求

7.2.1 螺柱设计。螺柱应采用适当的设计，使用自动定时螺柱焊接设备与不锈钢和低碳钢构件通过电弧焊连接在一起。螺柱的类型和尺寸应符合图纸、规范或特殊条款的规定。有关带头螺柱的相关信息，可参见图 7.1。如果机械特性得以证明并且埋置试验确定能够满足设计的强度发展，并获得了工程师批准，那么允许更换螺柱头配置。

7.2.2 电弧罩。每一螺柱均应配备由热绝缘陶瓷或其他使用材料制成的电弧罩（包头）。

7.2.3 焊剂。对于每一之间大于等于 5/16 英寸 [8.0 mm] 的螺柱，应提供合适的脱氧电弧稳定焊剂进行焊接。对于直径小于 5/16 英寸 [8.0 mm] 的螺柱，可使用也可使用焊剂。

7.2.4 螺柱底座。合格的螺柱底座应通过附录 D 中所规定的试验。只可使用配备合格螺柱底座的螺柱。制造商应自费根据附录 D 对螺柱底座进行质量鉴定。生产中使用的电弧罩应与质量鉴定试验中使用的相同，或者也可遵循螺柱制造商的建议。当工程师有所要求时，承包商应提供下列信息：

(1) 螺柱和电弧罩的说明。

(2) 制造商提供的证明，表示螺柱底座满足附录 D 中的要求。

(3) 认证试验数据。

7.2.5 螺柱成品。完工的螺柱应经过添加柱头、滚压或机械加工处理。完工的螺柱质量和状态应均匀，不存在缺陷性重叠、缝隙、片状物、裂纹、扭曲、弯曲或其他有害的不连续性。如果目视检查确定裂纹或裂缝的延伸距离不超过螺柱头至螺柱杆的一半，那么螺柱头部的径向裂纹或裂缝不应该成为螺柱被拒收的原因。剪力连接件或固定螺柱的头部易出现裂纹或裂缝，这两者指代同一种事物。

裂纹或裂缝是指螺柱头周围突然断裂而与金属径向分离。此类断裂不应对结构强度、防腐性能或有头螺柱的其他功能要求产生不利影响。

7.2.6 螺柱材料。螺柱应由冷拉棒制成，满足 ASTM A 493 — 冷锻和冷锻不锈钢钢丝和盘条规范或 ASTM A 276 — 不锈钢棒和型材规范。可使用下列 300 系列合金材料；XM-7、304、305、309、310 和 316，或其中的低碳钢材料。也可在工程师批准的前提下，使用其他类型的 300 系列合金；但是 303 类型的合金不可使用。当螺柱电弧需要进行周期性加载时，应在退火条件下进行试验和精整。

7.2.7 底座材料。与螺柱焊接在一起的底座材料应为条款 7.2.6 中规定的合金。其他材料,例如低碳钢,也可进行螺柱焊接。任何用于螺柱焊接的其他材料都必须获得工程师的批准。

7.3 机械要求

7.3.1 标准的机械要求。制造商应确定是通过冷加工精整后对不锈钢进行试验还是对全直径的完工螺柱进行试验来确定螺柱的机械特性。不论采用哪种方法,螺柱都必须满足表 7.1 中的性能要求。

7.3.2 试验。应根据 ASTM A 370 — 钢制品机械试验方法和定义中的适用章节来确定螺柱的机械性能。将使用类似于图 7.2 中所示的典型试验固定装置。

7.3.3 工程师的要求。根据工程师的要求,承包商应完成下列工作:

- (1) 螺柱制造商应认证螺柱交付时满足条款 7.2 和 7.3 中的适用要求。
- (2) 提供螺柱制造商试验报告的副本,它包括条款 7.3 中要求交付的每一种直径规格,在厂内进行质量控制机械性能试验的最后全套内容。质量控制试验应在螺柱交付前六个月内进行。
- (3) 提供源自不锈钢供应商的认证材料试验报告 (CMTR),表明直径、化学特性和每一热传递等级。

7.3.4 不进行质量控制试验。当质量控制试验无法进行时,承包商应提供满足条款 7.3 中要求的机械试验报告。机械试验应在螺柱制造商提供的完工螺柱上进行。应进行的试验次数将由工程师规定。

7.3.5 工程师对螺柱的选择。工程师可以根据合同选择各种类型和尺寸的螺柱,用于检查其是否符合条款 7.2和 7.3中的要求。这些螺柱的精整费用将由承包商承担。业主应自费进行试验。

7.4 工艺

7.4.1 清洁度。进行焊接时,螺柱上不应出现锈迹、锈坑、污垢、油渍、水分或其他可能会对焊接操作产生不利影响的物质。

7.4.2 母材的准备工作。与螺柱焊接在一起的区域不应出现污垢、锈迹、水分、油漆或其他有害物质,以免影响获得令人满意的焊接结果或出现令人反感的气味。应通过刷洗、去除污垢、尖冲或打磨等方法对焊接区域进行清理。当焊接穿过金属面板时应特别小心。

7.4.3 水分。电弧罩(包头)应保持干燥。任何表面上存在露水或雨水迹象的电弧罩需在使用前在 250°F (120°F) 温度条件下烘干两小时。

7.4.4 间隔要求。螺柱剪切连接件(类型 B)之间的纵向和横向间隔以及与横梁或纵梁凸缘边缘之间的间隔与图纸中所示位置的最大变动值为 1 英寸 [25 mm]。螺柱底座边缘距离凸缘边缘的距离应为直径长度加上 1/8 英寸 [3 mm],但是最好不得低于1-1/2 英寸 [40 mm]。

7.4.5 电弧罩的去除。焊接完成后,对于需要埋入混凝土中的螺柱,需要去除电弧罩,如可行的话,所有其他螺柱的电弧罩均应全数去除。

7.4.6 验收标准。焊接后,螺柱应免于任何干扰其应有功能的不连续性或物质,且必须在整整 360° 范围内呈现飞边。不过,飞边的焊脚处未熔合与小的收缩龟裂是允许的。图 5.2 所

示角焊缝形状的要求不适用于自动定时螺柱焊接的飞边。

7.5 技术

7.5.1 机器自动焊接。螺柱必须以自动定时螺柱焊接设备焊接,该设备与合适的直流电源连接,电极(螺柱)为负极。应根据过去的实践,或螺柱和焊接设备制造商的推荐,或综合这两者,将焊接电压、电流、时间和焊枪的升起与下降等设定至最佳状态。AWS C5.4-93 — 推荐的螺柱焊接实践也应用作技术指南。

7.5.2 各种类型的焊枪。如用同一电源操作两把或多把焊枪,这些焊枪必须联锁,使得某一时刻只有一把焊枪可以操作,从而一次焊接完成后,而另一次焊接开始前,电源已完全恢复原状。

7.5.3 焊枪运动。操作中,焊枪必须保持适当位置而不移动,直至焊接金属凝固为止。

7.5.4 环境和母材的温度要求。母材温度低于 0°F [-18°C] 或其表面潮湿或暴露于雨雪中时,严禁焊接。当母材温度低 32°F [0°C] 时,必须按 7.7.1.3 和 7.7.1.4 规定的方法在每 100 个焊好的螺柱中取一个追加的螺柱进行试验,但试验角度约为 15° 的除外。这不包括在每次新生产周期开始或改变设定的参数时先焊的两只螺柱在内。

7.5.5 FCAW、GMAW 和 SMAW 角焊缝选择。承包商可以选择免除评定的药芯焊丝电弧焊 (FCAW),气体保护熔化极电弧焊 (GMAW) 或药皮焊条电弧焊 (SMAW) 方法焊接螺柱,但要满足下述要求:

7.5.5.1 表面。待焊表面与邻近焊缝的表面必须没有疏松或厚厚的氧化皮、焊渣、锈、水分、油脂和其他妨碍正常焊接或产生有害烟雾的外来物质。

7.5.5.2 螺柱端部。为了进行角焊缝连接,螺柱端部也必须清洁干净。

7.5.5.3 螺柱装配(角焊缝)。为了进行角焊缝连接,必须对螺柱底座进行加工,以便螺柱底座紧贴母材。

7.5.5.4 角焊缝的最小尺寸。当使用角焊缝时,其最小尺寸必须满足表 7.2 中的要求。

7.5.5.5 SMAW 焊条。用 SMAW 方法焊接螺柱时,除用较小直径焊条对直径等于或小于 7/16 英寸 [11.1 mm] 的螺柱(位于不适当的位置)进行焊接外,其它都需使用直径为 5/32 或 3/16 英寸 [4.0 或 4.8 mm] 的焊条。

7.5.5.6 目视检查。用 FCAW、GMAW 或 SMAW 方法焊接完成的螺柱,必须按条款 6.28.1 或 6.29.1 (如适用) 作目视检查。

7.6 螺柱应用评定要求

7.6.1 根据条款 7.2.6, 验收材料制成的螺柱根据图 7.3 应用于车间或现场 1 S 位置处,其母材为根据条款 7.2.7 验收的材料,根据在制造商场地进行的评定试验(附录 D) 将其视为预先通过评定的产品,无需进行进一步的应用试验。对于其他所有螺柱材料、母材以及焊接位置,均应该根据条款 7.6 进行评定,并且还应该根据本标准条款 7.6 对焊接工艺规程 (WPS) 进行评定。

7.6.1.1 操作员资格鉴定。应根据本标准条款 7.7 对操作此类自动焊接设备的人员进行资格鉴定。

7.6.2 试验责任。承包商或螺柱用户必须负责试验的实施。试验可由承包商或螺柱用户、螺柱制造商或由所有涉及当事人认同的另一试验机构进行。

7.6.3 试样制备。应将合格螺柱与合格 WPS 所列母材制成的测试盘焊接在一起进行试验。应记录焊接位置、被焊接表面性质、电流和时间（可参见图 7.3 查看位置）。

7.6.4 试样数量。必须使用各式直径，焊接位置及表面几何形状的推荐工艺和设置连续地焊接 10 个试样。

7.6.5 要求的试验。必须使用下列试验方法中的一个或几个对 10 个焊接试样进行试验：弯曲、扭转或拉伸。

7.6.6 试验方法

7.6.6.1 弯曲试验。通过将螺柱弯曲至与原始轴呈 90° 来对其进行弯曲测试。如果螺柱被弯曲 90° 后，其母材或螺柱杆上出现了断裂，而焊缝上并未出现断裂，那么则判定该螺柱为合格品。

7.6.6.2 扭转试验。必须利用扭转试验装置对螺柱进行扭转试验，该装置大体上如图 7.4 所示。如果所有试样经扭转破坏均没有在焊缝上出现破裂，那么则认为该螺柱应用合格。

7.6.6.3 拉伸试验。必须使用任何能够提供所需力量的机器对螺柱进行拉伸破坏试验。如果试样焊缝上未出现破裂，那么则认为该螺柱应用合格。

7.6.7 应用评定试验数据。应用评定试验必须包括以下资料：

- (1) 显示螺柱和电弧罩形状和尺寸的图纸。
- (2) 螺柱和母材的完整说明以及电弧罩的说明（零件编号）。
- (3) 焊接位置和设置（电流、时间、提升）。
- (4) 每次评定必做的记录。

7.7 生产控制

7.7.1 生产前试验

7.7.1.1 开始轮班。在使用给定尺寸和类型的螺柱并用特定的装置进行生产性焊接前，以及每天或每班生产开始前，必须先对焊接的两个螺柱进行试验。可在与产品构件厚度和特性类似的材料上研究螺柱技术。如果无法满足实际产品厚度，则厚度范围可进行 $\pm 25\%$ 的变动。应将所有试验螺柱焊接在与产品构件要求位置相同的地方（平焊、立焊或仰焊）。设置包括螺柱焊枪、电源、螺柱直径、焊枪提升和下降、电焊引线总长，并且电流（安培）和时间的变化范围大于 $\pm 5\%$ 。

7.7.1.2 产品构件选择。除按条款 7.7.1.5 的要求使用单独的板材时外，试验螺柱可焊接在产品构件上，以代替与单独的材料进行焊接。

7.7.1.3 飞边要求。应对试验螺柱进行目视检查。它们应展现 360° 全方位的飞边。

7.7.1.4 弯曲。除目视检查外，螺柱冷却后必须进行弯曲试验，可以锤击螺柱的非焊接端，也可将管子或其他适宜空心工具套在螺柱上，用人工或机械方法弯曲螺柱，使螺柱与原轴线呈约 30°。当温度低于 50°F [10°C] 时，正确做法是必须连续缓慢地加载以对螺柱进行弯曲。对于有螺纹的螺柱，应使用图 7.4 中所示的扭转试验来代替弯曲试验。

7.7.1.5 故障事项。如果经目视检查试验螺柱没有 360° 的飞边，或者试验中任一螺柱在焊缝热影响区断裂，则必须对工艺加以修正，并需要在单独的材料或产品构件上再焊接两个螺柱，根据条款 7.7.1.3 和 7.7.1.4 的要求进行试验。若两螺柱中任意一个不合格，则应在单独的板材上继续进行额外焊接直至两连续螺柱试验结果合格，不用再将生产螺柱焊接至构

件上为止。

7.7.2 生产焊接。一旦生产焊接开始，如需对条款 7.7.1 中规定的焊接参数作任何改变，则必须按条款 7.7.1.3 和 7.7.1.4 的要求进行试验，直至合格后才能恢复生产焊接。

7.7.3 螺柱返修。生产中，如果焊接的螺柱不是 360° 全方位都存在飞边，那么承包商可选择进行修补，在缺少飞边处按照条款 7.5.5 要求补加最小的角焊缝。修补焊缝需至少超出需返修中断端 3/8 in. [10 mm]。

7.7.4 操作员资格鉴定。如果下列生产前试验合格，那么将评定该螺柱焊工符合资格要求。

7.7.4.1 在使用给定类型和尺寸的螺柱并用特定的装置进行生产性焊接前，以及每天或每班生产开始前，必须先对焊接的两个螺柱进行试验。可在与产品构件厚度和特性类似的材料上研究螺柱技术。实际生产厚度的变动范围为 $\pm 25\%$ 。应将所有试验螺柱焊接在与产品构件要求位置相同的地方（平焊、立焊或仰焊）。

7.7.4.2 除按条款 7.7.4.5 的要求使用单独的板材时外，试验螺柱可焊接在产品构件上，以代替与单独的材料进行焊接。

7.7.4.3 应对试验螺柱进行目视检查。它们应展现 360° 全方位的飞边。

7.7.4.4 除目视检查外，螺柱冷却后必须进行弯曲试验，可以使用锤子进行敲击，也可将管子或空心工具套在螺柱上，用人工或机械方法弯曲螺柱，使螺柱与原轴线呈约 30°。当温度低于 50°F [10°C] 时，正确做法是应连续缓慢地加载以对螺柱进行弯曲。有关螺柱焊接弯曲夹具，可参见图 7.5。

7.7.4.5 如果经目视检查试验螺柱没有 360° 的飞边，或者试验中任一螺柱在焊缝热影响区断裂，则必须对工艺加以修正，并需要在单独的材料或产品构件上再焊接两个螺柱，根据条款 7.7.4.3 和 7.7.4.4 的要求进行试验。若两螺柱中任意一个不合格，则应在单独的板材上继续进行额外焊接直至两连续螺柱试验结果合格，不用再将生产螺柱焊接至构件上为止。

7.7.4.6 在任何生产螺柱由未涉及上述生产前设置的操作人员进行焊接之前，该操作人员应依据条款 7.7.4.3 和 7.7.4.4 对其进行试验，令其先对两个螺柱进行焊接。当两焊接螺柱经过试验并符合要求时，该操作人员便可以焊接生产螺柱。

7.7.5 卸除和修复。如果不合格螺柱已经从承受拉伸应力的组件上卸除，则必须将螺柱卸除部位修整光滑和平齐。如果在卸除螺柱过程中该部位母材被拉出，则必须按照本规范要求使用电弧焊方法填充凹坑，并将焊缝表面修整平齐。

在构件受压部位，如果螺柱断裂，且此断裂限于柱体或熔焊区，则可在每一不合格螺柱旁焊接一新螺柱，且不必进行修复和复原原先的焊接部位（见 7.4.4）。如果在去除螺柱时将母材拉出，则必须按受拉伸部位一样进行修复，但是凹坑深度小于 1/8 in. [3 mm] 或母材厚度的 7% 者除外，此时可以对此处进行打磨使其与附近的母材齐平，不必进行焊补。如果在去除部位重焊螺柱，则必须先修补母材，再焊接替换的螺柱。对于替换的螺柱，必须进行与原轴线呈约 15° 的弯曲试验，（有螺纹螺柱应进行扭转试验）。在完工的结构中，但凡暴露于视线之处，螺柱卸除部位均需要修正光滑且平齐。

7.8 制作和验证检验要求

7.8.1 目视检查。如果目视检查发现任一螺柱没有完整的 360° 飞边或者曾经进行过焊接修补，则必须对该螺柱作偏离原轴线 15° 的弯曲试验。

有螺纹螺柱应进行扭转试验。弯曲方法必须符合条款 7.7.1.4 的规定。对于飞边不足 360° 的螺柱，必须向无飞边的相反方向进行弯曲。扭转试验必须符合图 7.4 中的规定。

7.8.2 附加试验。验证检查人员可以视情况需要选择适当数量的补加螺柱按条款 7.8.1 的规定进行试验。

7.8.3 弯曲螺柱验收标准。如果已弯曲的剪力连接件（B 型）和其他需埋入混凝土中的螺柱（A 型）并无断裂的迹象，则必须认可该螺柱并保留弯曲状态。当因制作和检查所需而进行弯曲和矫直时，所有操作都必须在不加热状态下进行，且须在生产螺柱焊接完工之前完成，除非合同允许或获得工程师许可。

7.8.4 扭转试验验收标准。有螺纹螺柱（A 型）依表 7.3（有关公制螺纹可参见表 7.4）规定的试验荷载扭矩水平进行扭转试验而未出现断裂迹象，则需认可该螺柱符合使用条件。

7.8.5 工程评判。如果螺柱焊接过程中，根据检查或试验结果，工程师判定焊接螺柱不符合规范条款的要求，则必须要求承包商进行改正。承包商必须调整参数，确保随后所焊接的螺柱符合规范要求，产生的费用由承包商承担。

7.8.6 业主选择。在业主作出选择并承担费用的情况下，可随时要求承包商提交合同规定使用类型的螺柱，按附录 D 的程序对评定进行检查。

表 7.1 柱的机械性能要求 (见 7.3.1)

	A 型螺柱 ^a	B 型螺柱 ^b
拉伸强度	70 ksi [490 MPa] 最小值	80 ksi [552 MPa] 最小值
屈服强度	35 ksi [245 MPa] 最小值	70 ksi [490 MPa] 最小值
伸长率	2 in. [50 mm] 条件下最小值为 40%	—

^a 类型 A 螺柱必须为一般性用途，有突出头部、弯曲或其他形状，用作复合梁设计与构件中的基本组件。

^b B型螺柱由冷作变形钢棒材按照 ASTM A 1022 标准制成。对于尺寸大于 0.757 in [19.22 mm] 的棒材，应由条款 7.26 中规定的材料制成，并且机械性能和物理变形特性满足 ASTM A 1022 要求。

表 7.2

小直径螺柱的最小角焊缝尺寸 (见 7.5.5.4)

螺柱直径		最小角焊缝尺寸	
in.	mm	in.	mm
1/4–7/16	6.4–11.1	3/16	5
1/2	12.7	1/4	6
5/8–7/8	15.9–22.2	5/16	8
1	25.4	3/8	10

表 7.3

螺柱扭矩值^a (UNC) (见 7.8.4)

螺柱尺寸, in.	保证扭矩, ft-lbs (J)
1/4 – 20	4
3/8 – 16	14
7/16 – 14	22
1/2 – 13	33
5/8 – 11	66
3/4 – 10	117
7/8 – 9	189
1 – 8	283

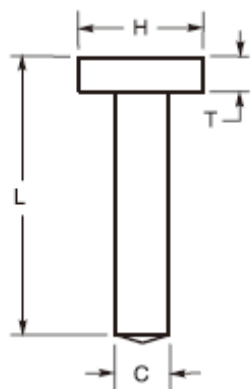
^a 保证负载扭矩值以表 7.1 中所示屈服值的 80% 为基础。

表 7.4

螺柱扭矩值^a (UNC) (见 7.8.4)

螺柱尺寸, mm	保证扭矩, J
M6	4.6
M10	23
M12	39.3
M16	97.6
M20	190.4
M22	259.0
M24	329.2

^a 保证负载扭矩值以表 7.1 中所示屈服值的 80% 为基础。



注 L: 焊接前的制造长度

标准尺寸; in.				
螺柱杆直径(C)	长度公差(L)	螺柱头直径(H)	最小螺柱头长度(T)	
1/2	+0.000 -0.010	± 1/16	1 ± 1/64	9/32
5/8	+0.000 -0.010	± 1/16	1-1/4 ± 1/64	9/32
3/4	+0.000 -0.015	± 1/16	1-1/4 ± 1/64	3/8
7/8	+0.000 -0.015	± 1/16	1-3/8 ± 1/64	3/8
1	+0.000 -0.015	± 1/16	1-5/8 ± 1/64	1/2
标准尺寸, mm				
12.7	+0.00 -0.25	± 1.6	25.4 ± 0.4	7.1
15.9	+0.00 -0.25	± 1.6	31.7 ± 0.4	7.1
19.0	+0.00 -0.38	± 1.6	31.7 ± 0.4	9.5
22.1	+0.00 -0.38	± 1.6	34.9 ± 0.4	9.5
25.4	+0.00 -0.38	± 1.6	41.3 ± 0.4	12.7

图 7.1 — 标准型抗剪连接件的尺寸和公差
(参见 7.2.1)

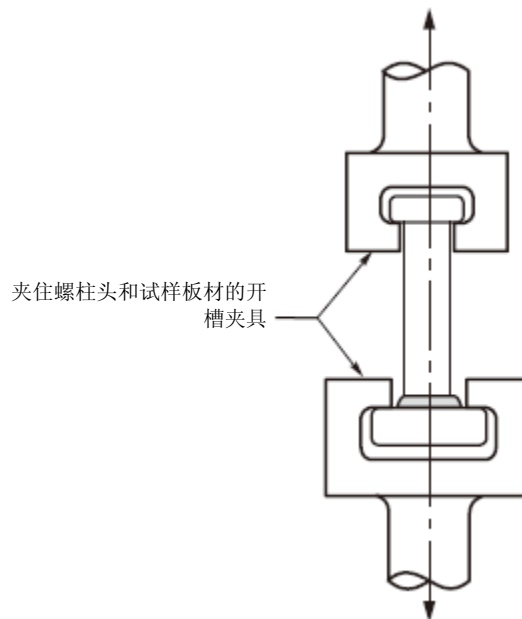
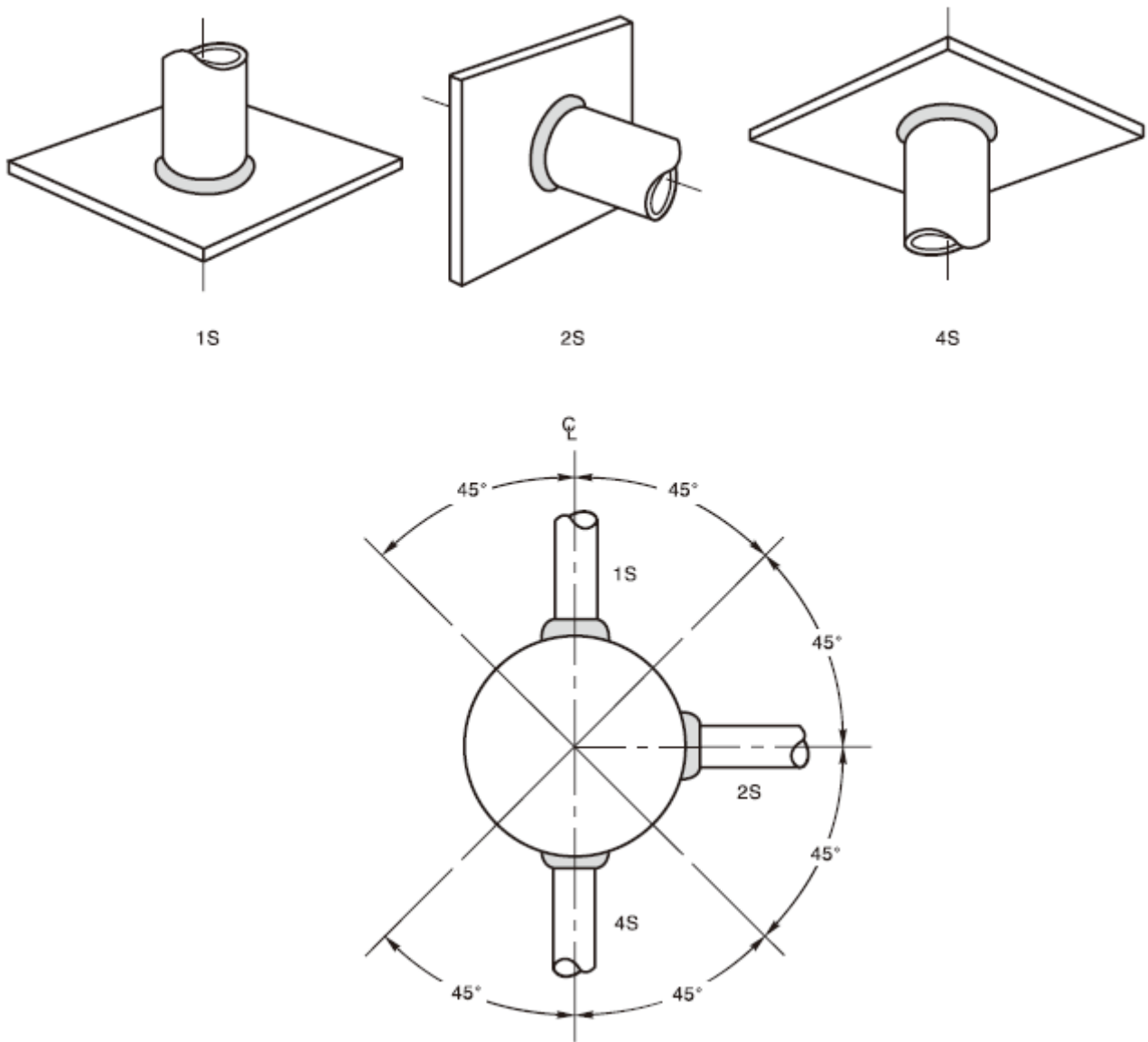
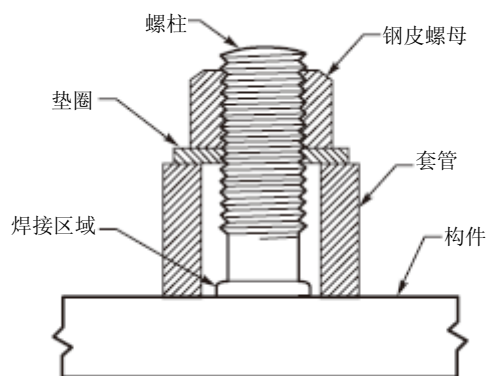


图 7.2 — 用于螺柱焊缝的典型拉伸试验夹具
(参见 7.3.2)



对板材或管材的位置限制

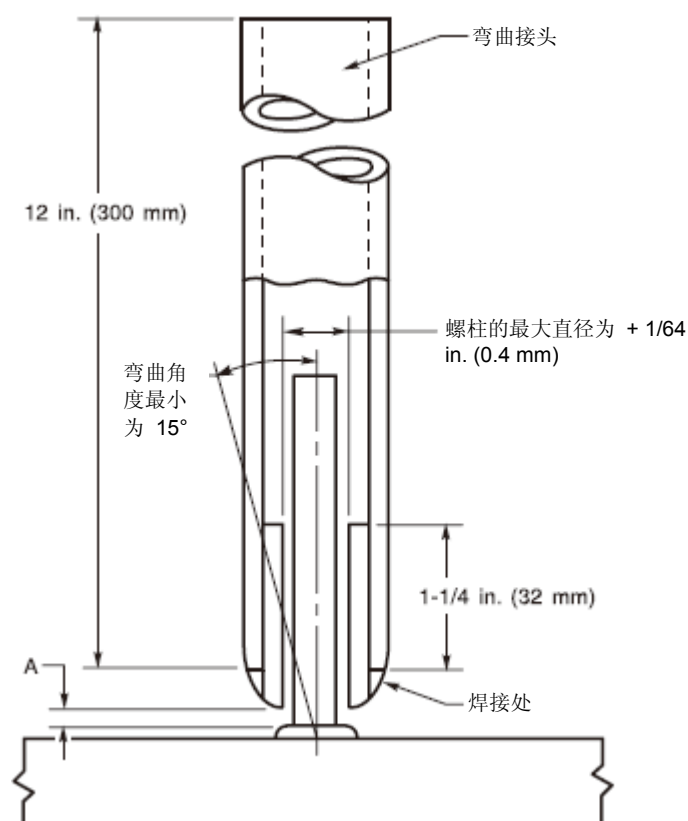
图 7.3 — 试验螺柱焊缝的位置 (参见 7.6.3)



注:

1. 尺寸应符合螺柱的大小。
2. 螺柱外围应保持干净并无除切削油外的润滑剂。

图 7.4 — 螺柱焊缝扭转试验安排 (参见 7.6.6.2)

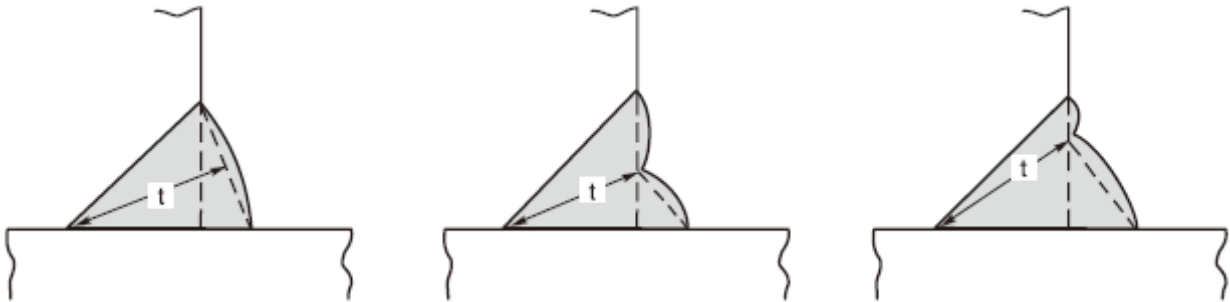


螺柱直径 (in.)	1/8	3/16	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
使用接头间隙 "A" (in.)	1/8	1/8	3/16	7/32	5/16	11/32	15/32	15/32	19/32
螺柱直径 (mm)	3.2	4.8	6.4	9.5	12.7	15.9	19.0	22.2	25.4
使用接头间隙 "A" (mm)	3	3	5	6	8	9	12	12	15

图 7.5 — 螺柱焊缝弯曲夹具 (参见 7.7.4.4)

附录 A（规范性附录） 有效焊缝厚度

此附录为 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，还包括用于这一规范的强制性要求。



注：焊缝的有效焊缝厚度是接点根部至表面的最短距离，比凸度小。

附录 B（规范性附录）

斜 T 形接头角焊缝的有效焊缝厚度

本附录是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，还包括用于这一规范的强制性要求。

作为一张列表，表 B.1 显示当双面角在 60° 至 135° 之间时，焊脚尺寸因数相同，假设无根部间隙。根部间隙为 1/16 in. [2 mm] 或更大，但不得超过 3/16 in. [5 mm]，应将根部间隙直接添加至焊脚尺寸之上。使用与合理双面角相同的焊脚尺寸因数计算斜接头角焊缝的所需焊脚尺寸，如下例所示。

示例

（美国常用度量单位）

给定背景：斜 T 形接头，角度：75°；根部间隙：1/16 in.

需要：与大小为 5/16 in. 的 90° 角焊缝强度相同

程序：(1) 根据表 B.1，75° 的因数为：0.86

(2) 在无根部间隙的前提下，斜接头的焊脚尺寸 W 相同：

$$W = 0.86 \times 0.313 = 0.269 \text{ in.}$$

(3) 当根部间隙为：0.063 in.

(4) 所需斜 T 形接头角焊缝焊脚尺寸 W ：[(2) + (3)] = 0.332 in.

(5) 算至实际尺寸： $W = 3/8 \text{ in.}$

示例

（国际标准单位）

给定背景：斜 T 形接头，角度：75°；根部间隙：2 mm

需要：与大小为 8.0 mm. 的 90° 角焊缝强度相同

程序：(1) 根据表 B.1，75° 的因数为：0.86

(2) 在无根部间隙的前提下，斜接头的焊脚尺寸 W 相同：

$$W = 0.86 \times 8.0 = 6.9 \text{ mm}$$

(3) 当根部间隙为：2.0 mm

(4) 所需斜 T 形接头角焊缝焊脚尺寸 W ：[(2) + (3)] = 8.9 mm

(5) 算至实际尺寸： $W = 9.0 \text{ mm}$

对于焊脚（ W_n ）测量相等的角焊缝，接头根部至图解焊缝的距离（ t_n ）可由下列公式计算得到：

当根部间隙 > 1/16 in. [2 mm] 且 ≤ 3/16 in. [5 mm]，使用公式

$$t_n = \frac{W_n - R_n}{2 \sin \frac{\Psi}{2}}$$

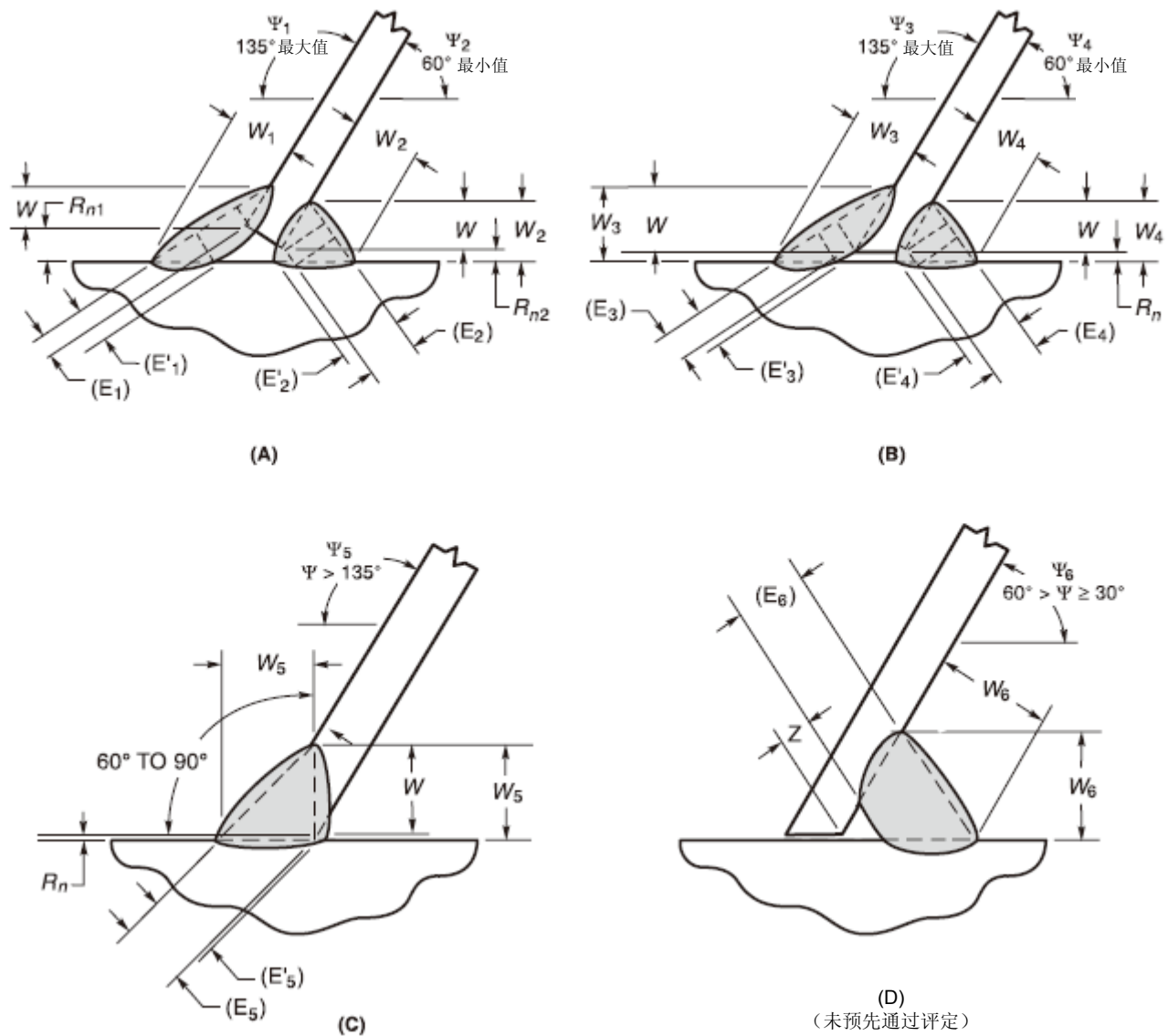
当根部间隙 $< 1/16$ in. [2 mm], 使用公式

$$R_n = 0 \text{ and } t'_n = t_n$$

当此等角焊缝的测量焊脚 (W_n) 为接头表面至相反焊趾的垂直距离时, 若有的话, (R) 则为部件间的根部间隙 (参见 图 3.6)。5.4.1 定义了可接受的根部间隙。

表 B.1
斜 T 形接头的同等角焊缝焊脚尺寸因数（参见附录 B）

双面角, Ψ	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°
相同强度下可比较的角焊缝大小	0.71	0.76	0.81	0.86	0.91	0.96	1.00	1.03
双面角, Ψ	100°	105°	110°	115°	120°	125°	130°	135°
相同强度下可比较的角焊缝大小	1.08	1.12	1.16	1.19	1.23	1.25	1.28	1.31



注：
1. $(E)_{(n)}$, $(E')_{(n)}$ 是由根部间隙大小 (R_n) 决定的有效焊缝厚度（参见 5.4.1）。（ n ）代表 1 至 5。
2. t = 较薄部分的厚度。
3. 使用短路过渡的气体保护电弧焊未预先通过评定。

图 B.1 — 斜 T 形接头^{1,2,3}的详情（参见 2.17）

附录 C

无附录 C。为了避免与备注条款混淆，省略了附录 C。

附录 D（规范性附录） 制造商的螺柱基座评定要求

此附录为 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，还包括用于这一规范的强制性要求。

D1. 目的

这些要求的目的是为螺柱制造商对螺柱基座在车间或现场条件下的焊接认证规定试验。

D2. 试验责任

螺柱制造商应对评定试验的执行负责。这些试验可由经工程师许可的试验机构执行。执行试验的机构应向螺柱制造商提交认证报告，报告内容包括所有试验的程序和结果及 D10 所列信息。

D3. 评定内容

若评定一个螺柱基座合格，则应评定具有相同几何形状、通量和电弧罩、相同直径和直径更小但不少过 1/8 in. [3 mm] 的螺柱基座合格。若符合本文其余所述条款，则若评定批准等级为 300 型合金不锈钢的螺柱基座合格，其余所有 300 型合金不锈钢的批准等级也合格（参见 7.2.6）。

D4. 评定有效期

一旦评定一种带有电弧罩的螺柱基座大小合格，则在螺柱制造商变更螺柱基座几何图形、材料、通量或电弧罩等影响焊接的特征前，其将一直维持合格状态。

D5. 样品制备

D5.1 焊接代表螺柱和适宜的 ASTM A 36 钢样板或 AWS D1.1 所列的其余任何材料，准备试验样品。也可将螺柱与 7.2.6 列出的任意许可等级的 300 型系列不锈钢样板进行焊接。焊接应为平焊（与板材表面水平）。双头螺柱的试验应在空白页上（无螺纹的螺柱）。

D5.2 应将螺柱与电源、焊枪和螺柱制造商推荐的自动控制设备进行焊接。应为各样品测量和记录焊接电压、电流和时间（参见 D6）。提升和下降应为制造商推荐的最优值。

D6. 试样数量

D6.1 对于直径为 7/8 in. [22.2 mm] 或更小的螺柱，应在恒定最佳时间下以超过最佳 10% 的电流连续焊接 30 个试样。对于直径超过 7/8 in. [22.2 mm] 的螺柱，应在恒定最佳时间下连续焊接 10 个试样。最佳电流和时间一般应为生产性焊接制造商推荐范围的中间值。

D6.2 对于直径为 7/8 in. [22.2 mm] 或更小的螺柱，应在恒定最佳时间下以低于最佳 10% 的电流连续焊接 30 个试样。对于直径超过 7/8 in. [22.2 mm] 的螺柱，应在恒定最佳时间下以低于最佳 5% 的电流连续焊接 10 个试样。

D7. 试验

D7.1 拉伸试验。十个试样根据 D6.1 进行焊接，根据 D6.2 进行焊接的10 个试样需在与图 7.2 所示类似的夹具内进行拉伸试验，无头螺柱是例外，可用拉伸试验机器夹爪夹紧其未焊接端。若所有试样的拉伸强度与 7.3.1 规定的最小值相当或更大，则评定螺柱基座合格。

D7.2 弯曲试验（直径为 7/8 in. [22.2 mm] 或更大的螺柱）二十个试样应根据 D6.1 进行焊接，根据 D6.2 进行焊接的试样应进行弯曲试验，将其依相反方向交替弯离原轴 30° 直

至出现故障。应在图 D.1 所示弯曲试验设备内弯曲螺柱,除非螺柱直径小于 1/2 in. [12 mm], 则可使用图 D.2 所示设备弯曲螺柱。若所有试样上的断裂均出现在板材或螺柱柄上而非焊缝或热影响区,则评定螺柱基座合格。直径超过 7/8 in. [22.2 mm] 的螺柱的试样应只需进行拉伸试验。

D8. 重复试验

若任意 D7.2 弯曲试验组的焊缝或热影响区出现断裂或任意 D7.1 拉伸组螺柱的拉伸强度小于规定最小抗拉强度,则应准备一组新的试验组(D6.1 或 D6.2 对其进行了规定)并对其进行试验。若重复出现故障,则评定螺柱基座不合格。

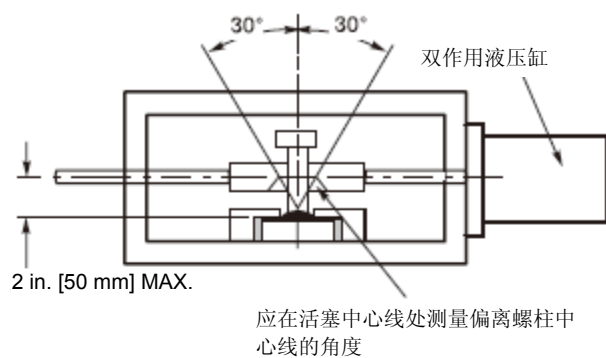
D9. 验收

对于即将进行评定的制造商螺柱基座和电弧罩组合,应通过试验或重复试验使各组 30 个螺柱均满足 D7 的规定要求。若评定给定直径的螺柱基座合格,则应评定具有相同标称直径的螺柱基座合格(参见 D3,螺柱基座几何图形、材料、通量和电弧罩)。

D10. 制造商评定试验数据

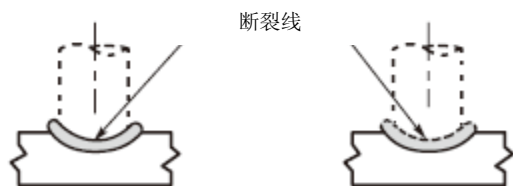
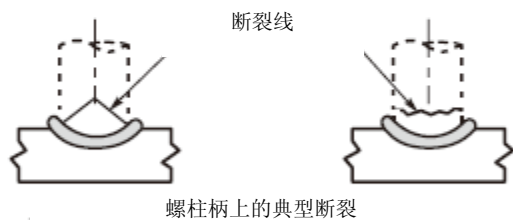
试验数据应该包括以下内容:

- (1)显示形状、尺寸及螺柱公差、电弧罩公差和通量公差的图纸。
- (2)螺柱所用材料的完整说明,包括通量的数量和类型及电弧罩的说明。
- (3)要求的实验室试验的认证结果。



注:

1. 夹具夹住试样，且依相反方向将螺柱交替弯曲 30°。
2. 可用液压缸（所示）或和拉伸试验机器一道采用的夹具施加载荷。



注：螺柱角附近焊缝的断裂留在板上。

注：板材闪电撕裂造成的断裂

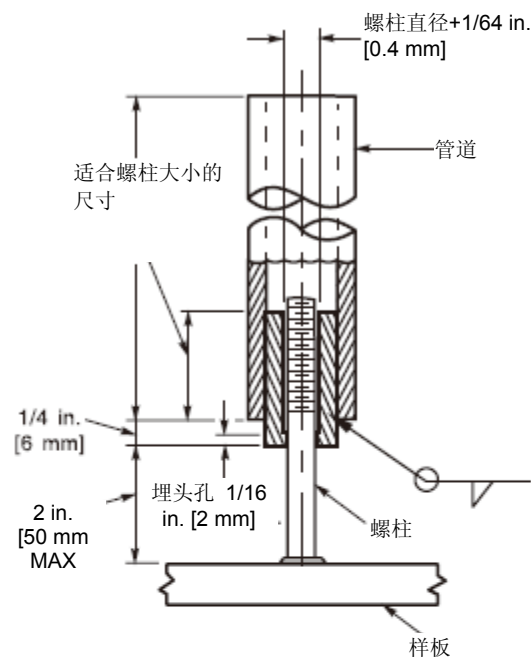
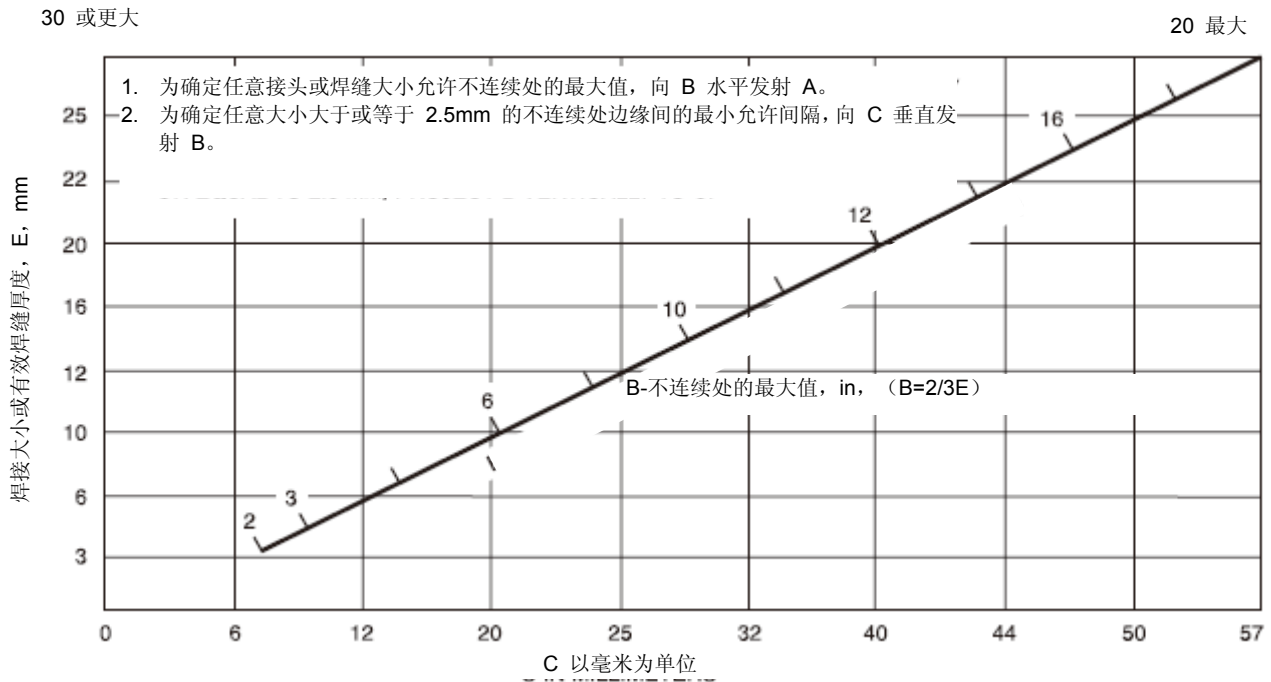
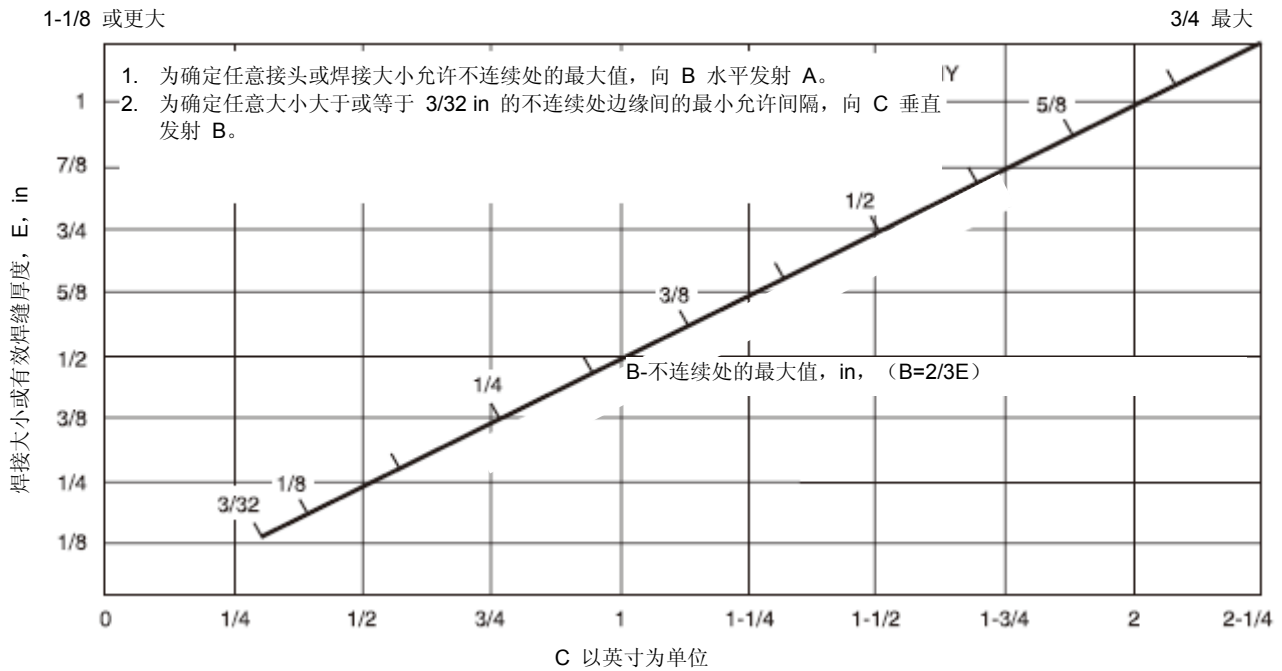


图 D.2 — 小型螺柱评定试验的建议设备类型（参见 D7.2）

图 D.1 — 弯曲试验设备（参见 D7.2）

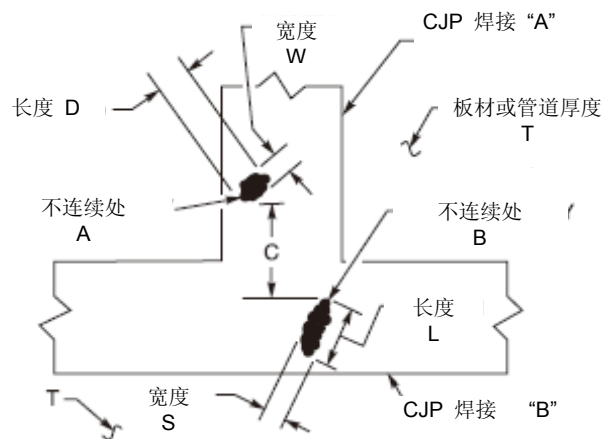
附录 E（规范性附录）不连续处验收标准

此附录为 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，还包括用于这一规范的强制性要求。



C — 沿孔边或熔融型不连续处（由附近不连续处中的较大块控制）或至边缘或交叉焊缝边缘的纵轴测量的最小间隔
($C = 3B = 2E$)

图 E.1 — 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊接质量要求【参见 6.28.2.2(1)】



要点：
焊接 A=纵向管状 CJP 坡口焊
焊接 B=管状环形 CJP 坡口焊

不连续处 A=位于焊接 A 的圆形不连续处
不连续处 B=位于焊接 B 视为圆形或细长型不连续处

D 和 W=分别为不连续处 A 的最大和最小尺寸
L 和 S=分别为不连续处 B 的最大和最小尺寸

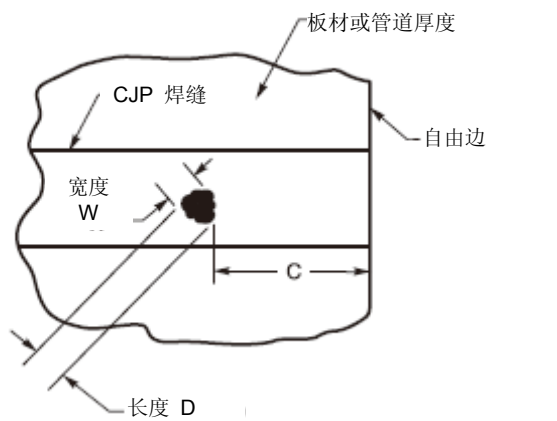
T=管状构件的厚度
C=为最近不连续处边缘间与焊接 A 轴平行的最短距离

案例 I 对不连续处的限制 ³		
不连续处尺寸	限制	条件
D	$\leq 3W$	圆形不连续处
L	$\leq 3S$	(注 1)
D 或 L	$< T/3, < 1/4 \text{ in. [6 mm]}$	$T \leq 2 \text{ in. [50 mm]}$
	$\leq 3/8 \text{ in. [10 mm]}$	$T > 2 \text{ in. [50 mm]}$
C	$\geq 3D$ 或 $3L$, 两者中更大者	(A) 一个不连续处为圆形, 另一不连续处圆形或细长型 (注 2) (B) D 或 $L \geq 3/32 \text{ in. [2.5 mm]}$

注：
1. 对于细长型不连续处（长度 $> 3 \times$ 宽度），其最大尺寸参见图 E.1。
2. 细长型不连续处可位于纵向或环形焊缝处。 因此，不连续处 B 位于环形焊缝处。
3. 参见 6.28.2.2。

案例 I — 位于焊缝交叉位置的不连续处

图 E.1（续） — 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊接质量要求【参见 6.28.2.2(1)】



要点：
D 和 W=分别为 CJP 坡口焊的长度和宽度
C=自由边和不连续处最近边间的间隔

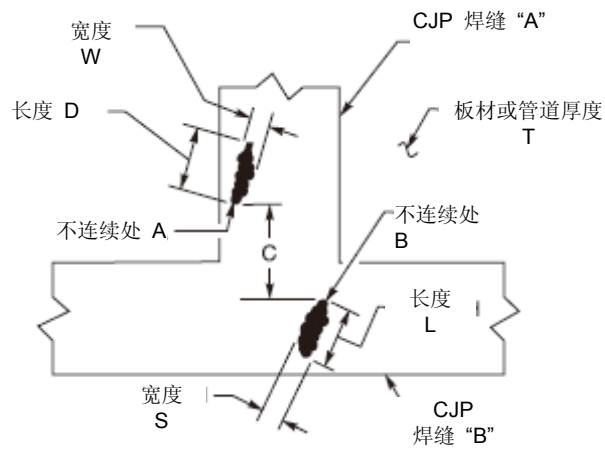
案例 II 对不连续处的限制^{1,2}

不连续处尺寸	限制	条件
D	$< T/3, \leq 1/4 \text{ in. [6 mm]}$	$T \leq 2 \text{ in. [50 mm]}$
	$\leq 3/8 \text{ in. [10 mm]}$	$T > 2 \text{ in. [50 mm]}$
C	$\geq 3D$	$D \geq 3/32 \text{ in. [2.5 mm]}$

注：
1. 参见 6.28.2.2。
2. 对于细长型不连续处（长度 $> 3 \times$ 宽度），其最大尺寸参见图 E.1。

案例 II — 自由边的不连续处

图 E.1（续）— 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊接质量要求【参见 6.28.2.2(1)】



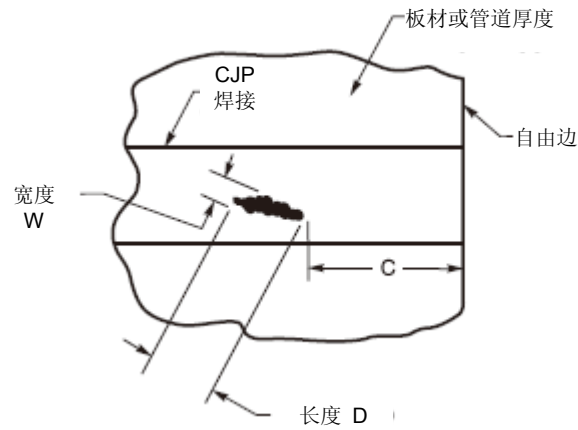
要点：
焊缝 A 和 B、不连续处 B、尺寸 B、D、W、L、S、T 和 C 的定义请参见案例 I。不连续处 A=焊缝处圆形或细长型的不连续处

案例 III 对不连续处的限制		
不连续处尺寸	限制	条件
D	$\leq 2T/3$	$D > 3W$
C	$\geq 3D$ 或 $3L$ 或 $2T$, 三者中更大者	$D \text{ OR } L \geq 3/32 \text{ in. [2.5 mm]}$

注：
1. 参见 6.28.2.2。
2. 细长型不连续处的最大尺寸请参见图 E.1。

案例 III — 位于焊缝交叉位置的不连续处

图 E.1（续）— 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊缝质量要求【参见 6.28.2.2(1)】



要点:

D、W、C 的定义请参见案例

案例 IV 对不连续处的限制^{1,2}

不连续处尺寸	限制	条件
D	$\leq 2T/3$	$D/W > 3$
C	$\geq 3D$ 或 $2T$, 两者中更大者	$D \geq 3/32 \text{ in. [2.5 mm]}$

注:

1. 参见 6.28.2.2。

2. 对于细长型不连续处（长度 $> 3 \times$ 宽度），其最大尺寸参见图 E.1。

案例 IV — 自由边的不连续处

图 E.1（续）— 对放射线照相术为静力加载结构决定的细长不连续处的焊缝质量要求【参见 6.28.2.2(1)】

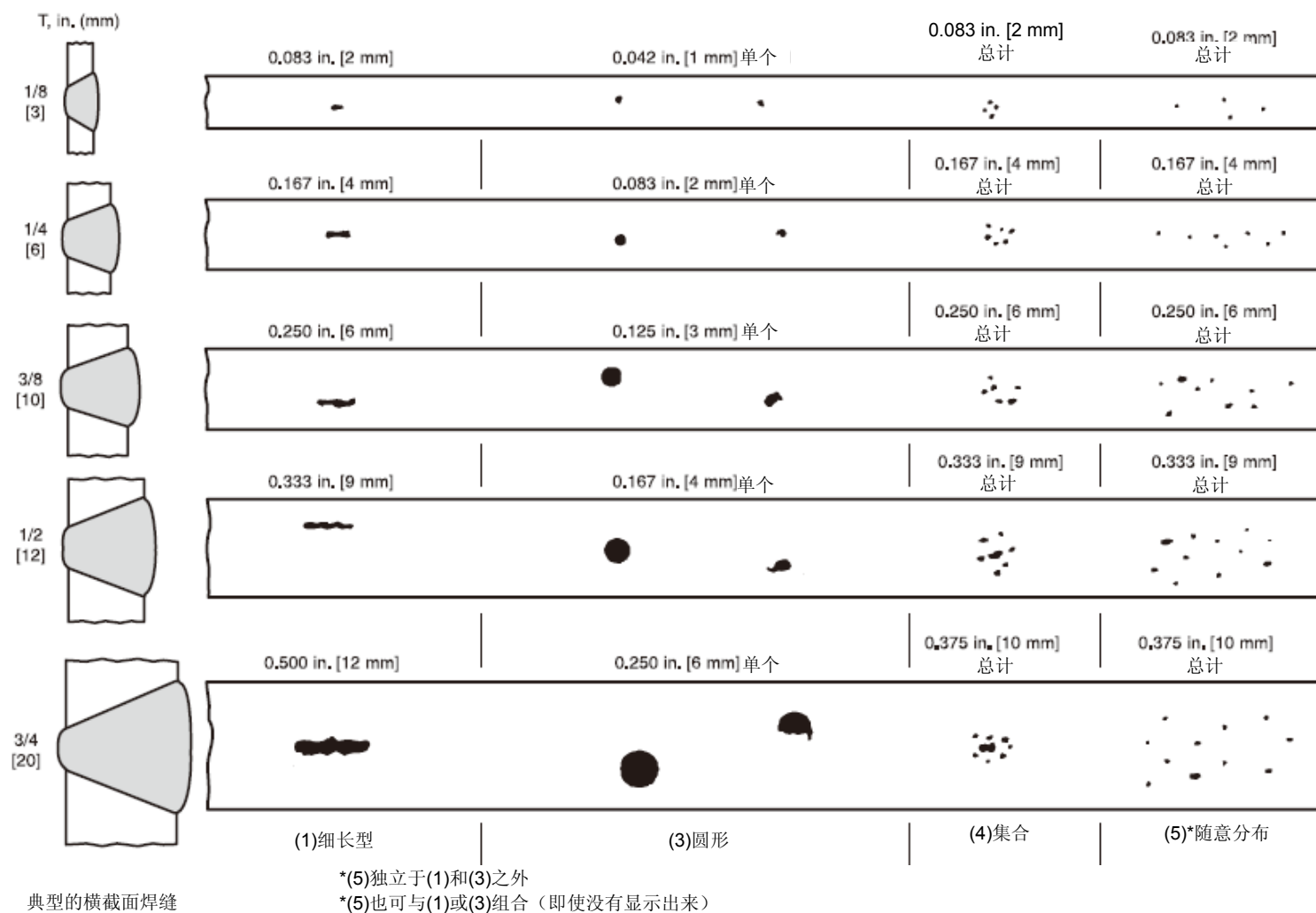
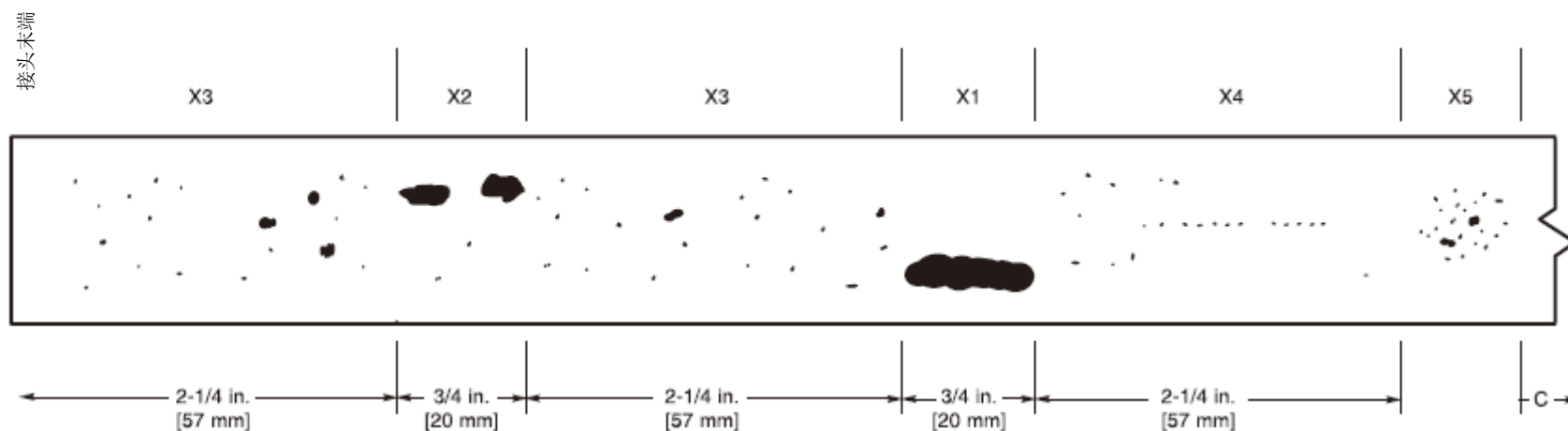


图 E.2 — 最大可接受的射线图像 (参见 6.28.2.3)

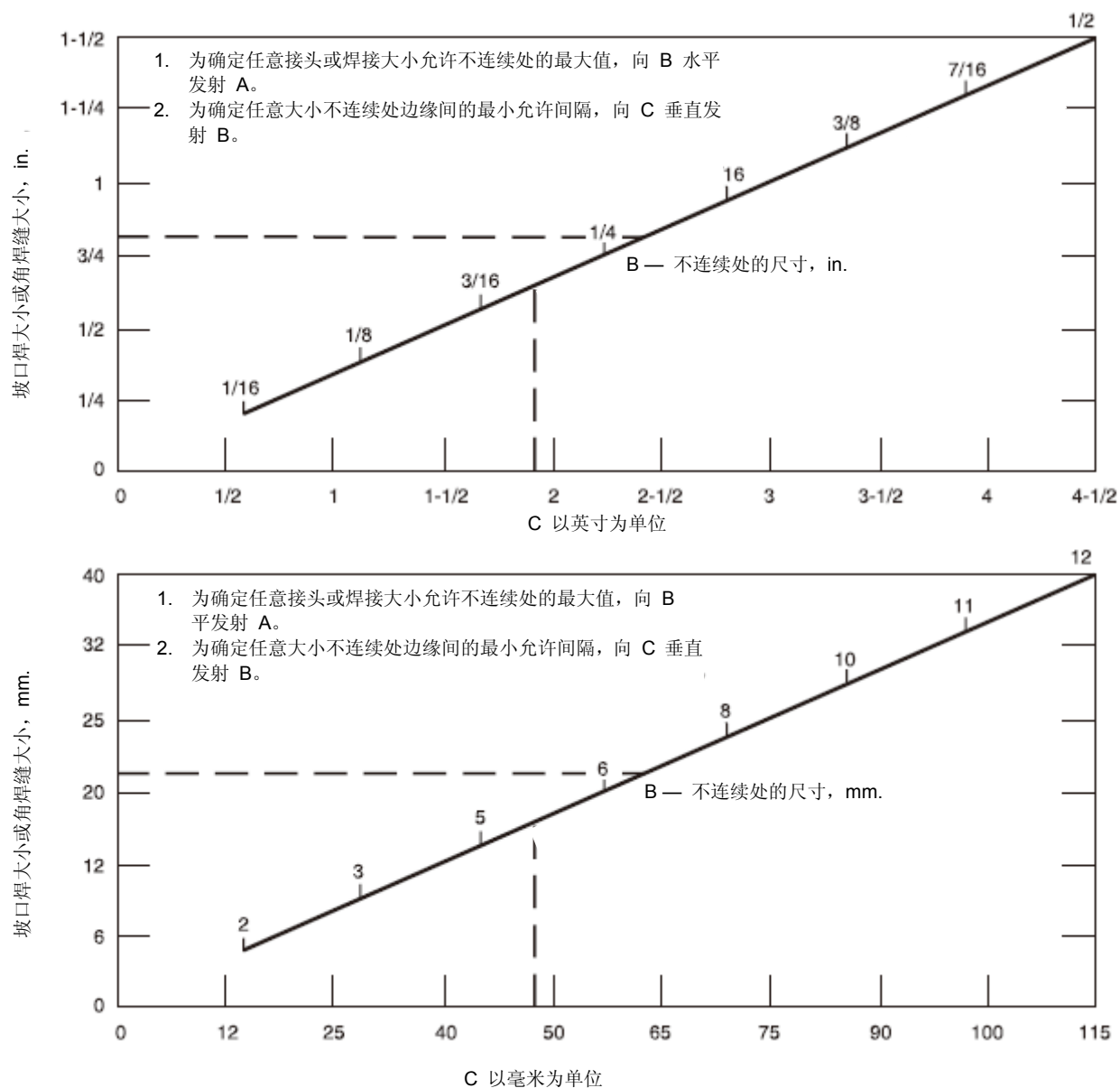


注:

1. C — 大小为 $3/32$ in. [2.5 mm] 或更大的不连续处边缘间的最小允许间隔（依据图 E.1）。由附近不连续处中的较大块控制。
2. X1 — $1-1/8$ in. [30 mm] 接头厚度的最大许可细长不连续处（参见图 E.1）。
3. X2 — 在图 E.1 许可长度范围内可将多个不连续处处理为一个。
4. X3 — X4 — 小于 $3/32$ in. [2.5 mm] 的圆形不连续处。
5. X5 — 集合内的圆形不连续处。集合内所有细孔此类最大为 $3/4$ in. [20 mm] 的集合应视为与图 E.1 $3/4$ 的长不连续处要求相同的间隔。

解释说明：圆形和细长型不连续处均可接受，如图所示。所有不连续处均在尺寸限值内，且不连续处间或焊缝接头末端处有最小间隔。

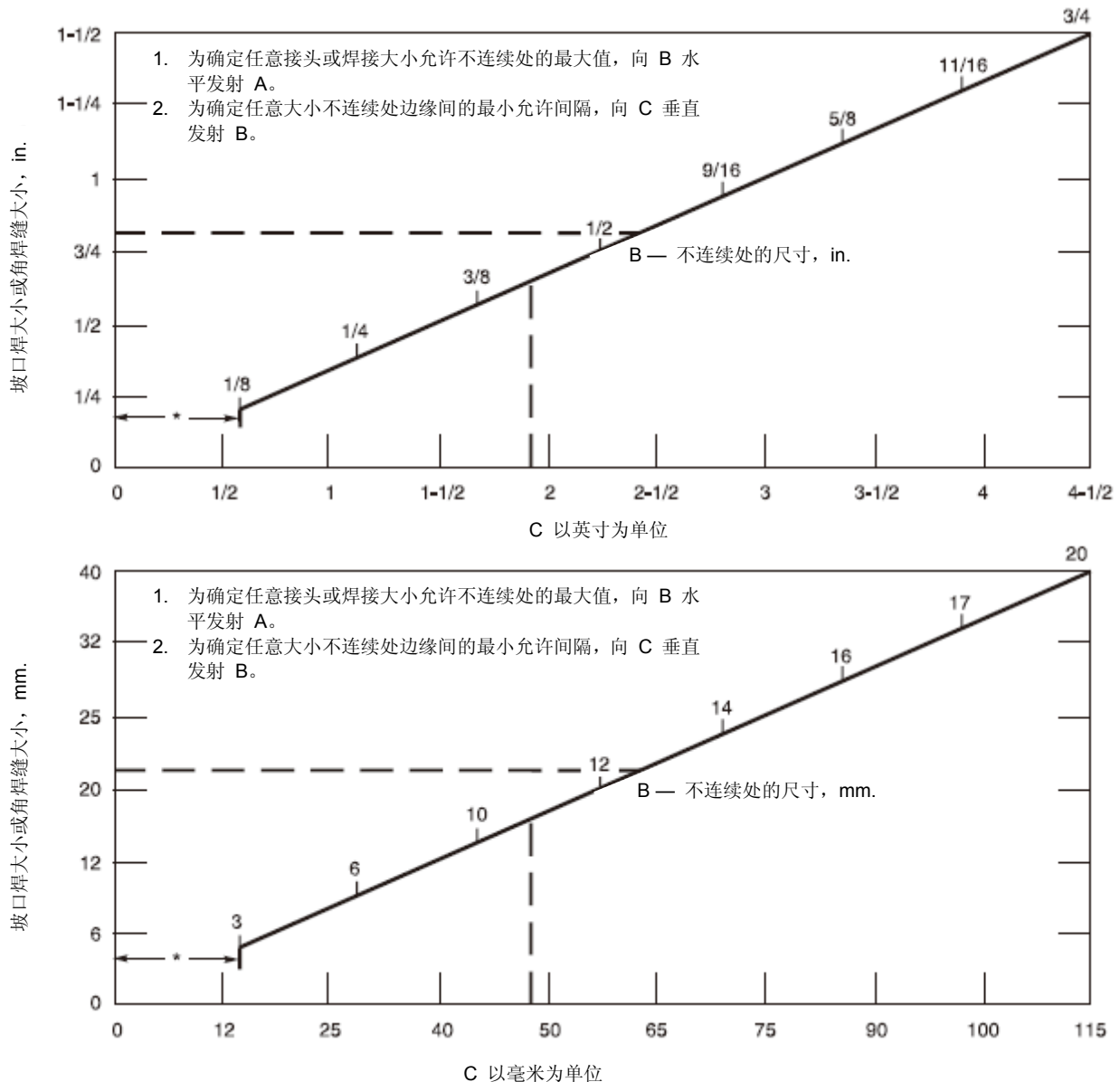
图 E.3 — $1-1/8$ in. [30 mm] 接头放射线照相术和任意可接受不连续处的较大典型示例（参见 6.28.2.3）



C — 沿孔边或熔融型不连续处间的焊缝纵轴测量的最小间隔（由附近不连续处间的较大块控制）

注：应将附近间隔小于图 5 要求最小间隔的不连续处的长度测为总的不连续处长度和间隔长度的和，并将其当做一个不连续处进行评估。

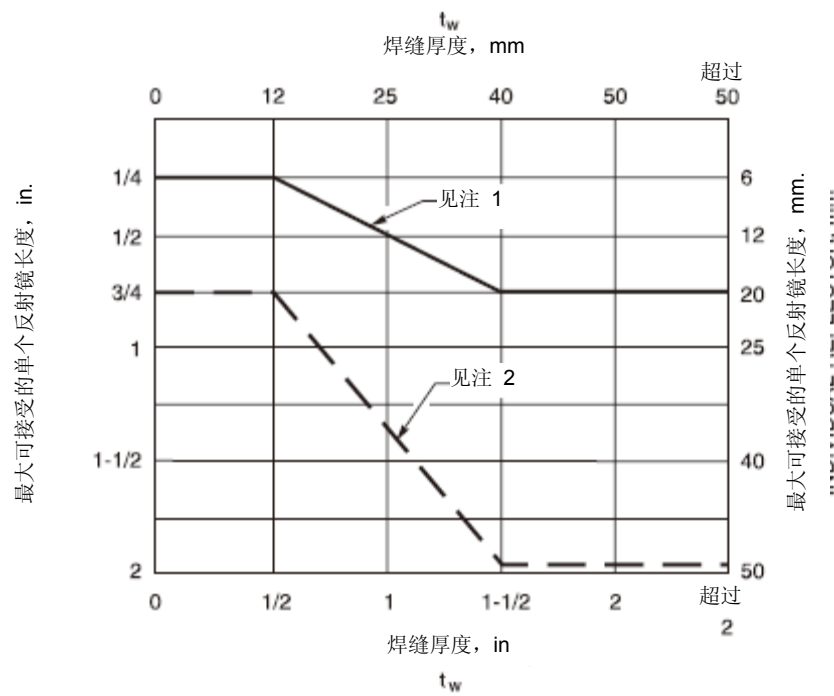
图 E.4 — 对拉伸焊缝不连续处的焊缝质量要求（对孔和熔融特征的限制）（参见 6.29.2.1）



C — 沿孔边或熔融型不连续处间的焊缝纵轴测量的最小间隔（由附近不连续处间的较大块控制）

位于板边此距离内不连续处的最大大小应为 1/8 in. [3 mm]，但大小为 1/8 in. [3 mm] 的不连续处必须距边缘 1/4 in. [6 mm] 或更远。位于边缘此距离内大小小于 1/8 in. [3 mm] 的不连续处的总大小应不超过 3/16 in. [5 mm]。不对位于其他位置大小为 1/16 in. [2 mm] 或小于 1/8 in. [3 mm] 的不连续处进行限制，除非它们之间的间隔小于 2 L（L 为其中最大不连续处的长度）；在此情况下，应将不连续处作为一个整体进行测量，其长度为不连续处和间隔的总长，并如图 E.5 所示对其进行评估。

图 E.5 — 对压缩焊缝不连续处的焊缝质量要求（对孔或熔融特征的限制）（参见 6.29.2.2）



- 1. 内部线性或平面反射镜高于标准灵敏度（除单个焊接的 T-、Y-和 K-连接件根部之外 — 参见图 E.7）。
- 2. 次反射镜*（高于无视等级且包括标准灵敏度）（除单个焊接的 T-、Y-和 K-连接件根部之外 — 参见图 E.7）。

*应视附近分离距离小于其平均长度的反射镜为连续的反射镜。

图 E.6 — R 级指示（参见表 6.4）

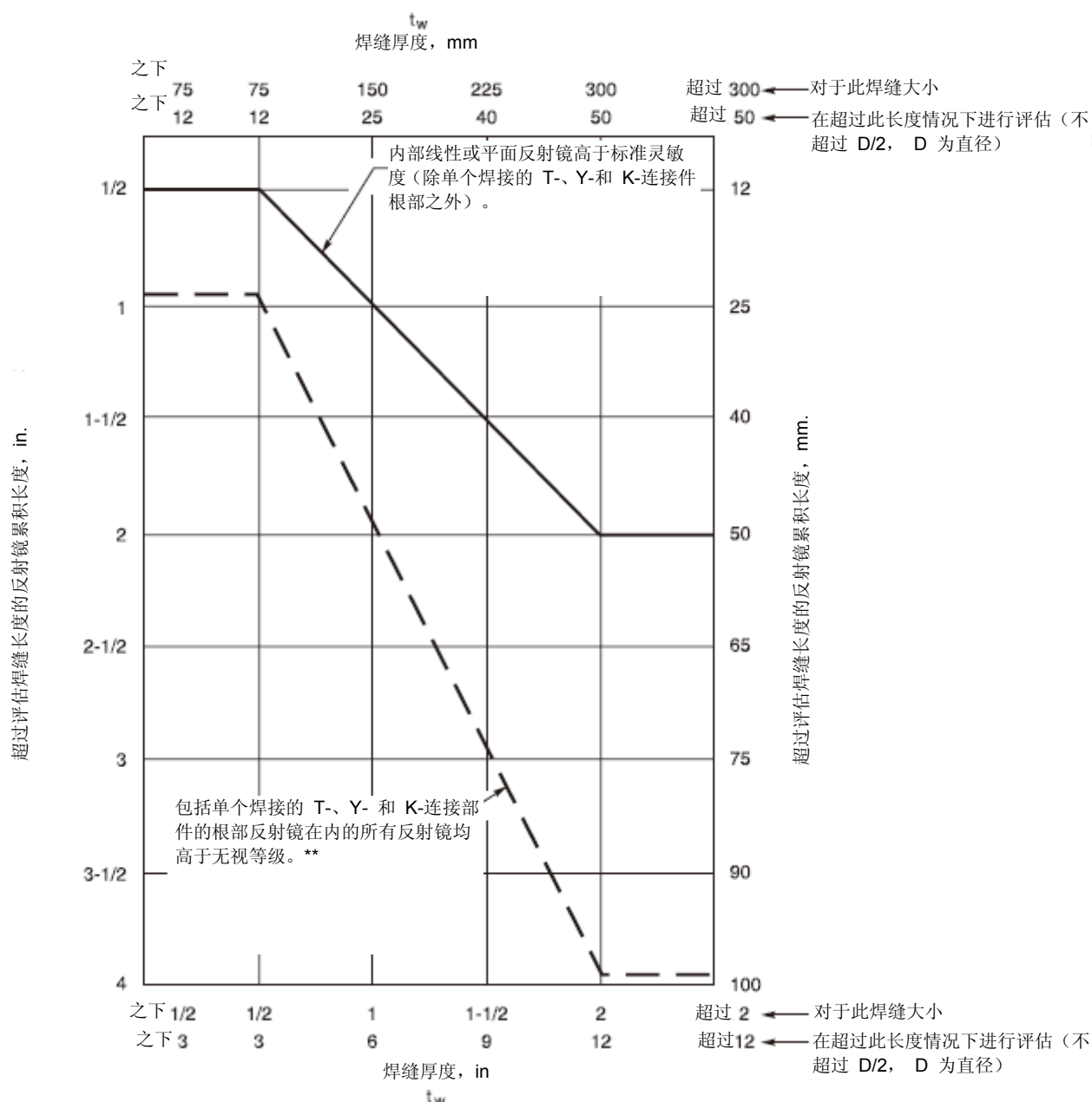
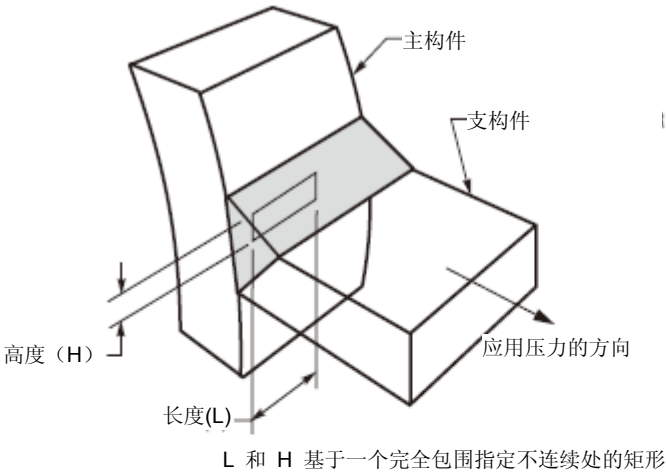
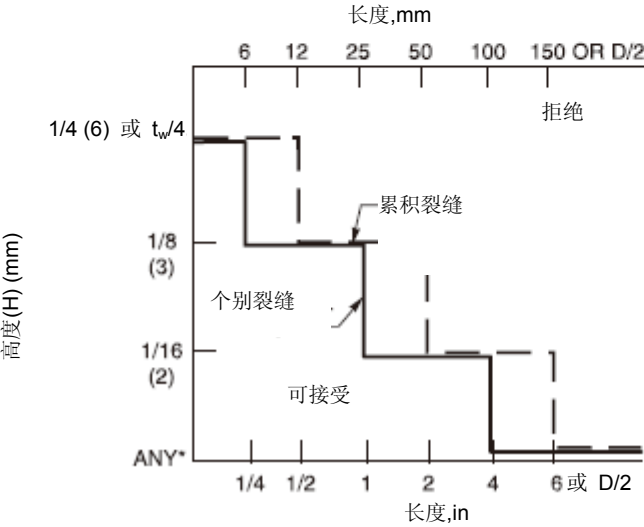


图 E.6 (续) — R 级指示 (参见表 6.4)



被分离为少于 $(L_1 + L_2)/2$ 的对准不连续处和少于 $(H_1 + H_2)/2$ 的平行不连续处应评定为连续。

累积裂缝评定为大于 6 in. [150 mm], 或超过焊缝长度的 $D/2$ (此长度较短), 此时软管直径 = D 。



内部反射镜和所有其他焊缝

外表面 H 或 $t_w/6$ 范围内的不连续处其尺寸应如同延展至焊缝表面的尺寸。

处于标准灵敏度以下的反射镜不予处理。

图 E.7 — X 级指示 (参见表 6.4)

附录 F（资料性附录） 各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

此附录不是 AWS D1.6/D1.6M:2007《不锈钢结构焊接规范》的一部分，但作为资料收入本规范。

F1. 概述

可将给定等级的不锈钢与同等级、大部分其他等级的不锈钢及碳素钢或低合金钢进行焊接。当将给定等级的不锈钢与同等级的进行焊接时，大部分情况下合适的填充金属选择经常为具有相同合金名称的匹配或几乎匹配成分。例如，316 L 不锈钢通常与 316 L 填充金属焊接，不论使用敷料焊条（AWS A5.4 类别 E316L-XX）、实心线（AWS A5.9 类别 ER316L 或 ER316LSi）、金属粉芯焊丝（AWS A5.9 类别 EC316L 或 EC316LSi）或管状焊条（AWS A5.22 类别 E316LTX-X）。在这些 A5.4 和 A5.22 分类名称中，“X”用于指代与焊条特征（而非熔敷层合金内容）相关的任意一个可能数字。此等填充金属选择一般提供与母材特性最为匹配的焊接金属。但是也会有例外。

存在某些合适的填充金属可能与母材名称不同的情况。到目前为止，最常见的示例是 304 不锈钢母材的合适填充金属为 308（或 304 L 母材的合适填充金属为 308 L）。在这种情况下，由于为防止热裂选择了含有些许铁素体的焊接金属，具有几乎匹配成分的填充金属一般拥有比母材更丰富的合金内容。另一个名称不匹配但成分匹配的示例是母材 904 L 通常与 385 填充金属焊接。

当给定等级的不锈钢与另一等级的不锈钢焊接时，许多填充金属都能成为合适的选择。例如，若 304 L 要与 316 L 进行焊接，则 308 L 填充金属或 316 L 填充金属都是合适的选择。我们可能会选择 308 L，因为一般而言，其相较 316 L 更便宜，或选择 316 L 因为它恰好在手边。两种选择都是可行的，因为焊接金属的防腐性与防腐性最弱的母材（大多数环境下的 304 L）相配；焊接金属的强度与两母材弱者（大多数情况下的 316 L。当其中一个或两个母材均在冷加工条件下时不成立）强度相当或更强；且在此情况下两填充金属均可提供含有些许铁素体的焊接金属从而使得焊接金属能够防裂。因此此示例中 308 L 或 316 L 填充金属的选择为随机。

F2. 不匹配的填充金属

合适的填充金属通常不必与将焊接的两母材的化学成分相配。在本规范考虑的结构应用下，填充金属选择的主要考虑内容为：

- (1) 焊接金属强度与母材强度相当或更强（如冷作钢等的高强度母材为可能的例外）；
- (2) 焊接金属的防腐性适用于正常大气暴露情况，且
- (3) 焊缝防裂。

仅基于这三点考虑，在上述 304 L 至 316 L 的示例中，其他常见填充金属，如 309 L 或 347 填充金属，也可作为大多数情况下的合适选择。这是对给定母材的多种填充金属进行预先评定背后的哲学，如本规范表 3.2 和 3.3 所示。

但是，当考虑应用具有不匹配化学成分的填充金属时，工程师有责任考虑除这三点外的可能方面。比如，参考表 3.2 和 3.3，虽然有一点贵，但 309 MoL 填充金属预先通过评定且适用于 304 至 304 接头。但是，当焊接要求焊后热处理（PWHT）时，选择 309 MoL 填充金属就变得不合适了（而且是潜在危险的），因为在正常情况下 PWHT 会导致 309 MoL 焊

接金属遭受到西格玛相（一个及其脆弱的构成）的巨大转换。或当焊件专门用于低温服务时，309 MoL 就会变得不合适因为 309 MoL 焊接金属一般含有大量铁素体，在低温下的韧性非常有限。

大可为 304 母材选择除 309 MoL 外的合适填充金属。轧制退火条件下 410 不锈钢的结合可作为示例。在焊接状态下，与 410 焊接金属相配的应为马氏体，牢固坚硬但可塑性低。因此，若希望使用焊后条件下的焊件，则 410 填充金属可能不适合 410 母材。但是，309 填充金属可能成为合适的选择因为其形成的焊接金属会含有些许铁素体从而有效防止热裂，其至少与轧制退火的 410 强度相配，且其可塑性高，坚硬，能轻易超越 410 的防腐性。工程师在做选择时，应考虑 410 热影响区将比焊件其余任何部件都坚硬的事实，但若可接受，则 309 为合适的填充金属。

F3. 对填充金属的建议

因为不锈钢众多，两种不锈钢等级的可能组合和不锈钢与碳素钢或低合金钢的可能组合也繁多，实际上列出所有可能合适的母材与填充金属组合是不可能的。尽管如此，一些建议可能会有帮助。表 F.1 对给定的母材组合仅建议了一种填充金属，但这并不意味着其余选择便是不合适的。此外，表 3.2 和 3.3 及上述谈论示例为预先评定给出了多种可能性参考。表 F.1 中的建议建立在上述所列三点考虑和一些工程判断之上，建议标准如下：

(1) 建议兼用几种可用选择中花费最少的填充金属。但相对较贵的填充金属也可能合适。

(2) 相较于不能立即使用的填充金属，建议采用立即可用的填充金属。但不能立即使用的填充金属也可能合适。

(3) 在实线和金属粉芯焊丝分类下，应出于可焊性目的区分低硅填充金属和高硅填充金属（如 ER308L 与 ER308LSi）。从焊件的性能看，此区分无重大影响，因此忽略。因此，比如表 F.1 标示 308 L 时，其意味着 ER308L、ER308LSi、E308L-XX 敷料焊条和 E308LTX- 填充金属都是合适的选择。

(4) 对于表 3.2 内预先评定的母材，可建议使用表 3.3 内的任意预先评定填充金属。

(5) 马氏体不锈钢很有可能需进行 PWHT。作为此点考虑的结果，大多数表 F.1 内马氏体不锈钢或两马氏体不锈钢组合的建议填充金属为对 PWHT 具有类似反应的马氏体不锈钢。

(6) 沉淀硬化不锈钢很有可能需进行一个或两个单独的 PWHT。建议使用在这些复杂的 PWHT 中其堆焊展现类似反应的填充金属。

(7) 若马氏体不锈钢或沉淀硬化不锈钢与非马氏体不锈钢进行焊接且进行 PWHT，则建议使用未受到 PWHT 不利影响的奥氏体不锈钢填充金属。

(8) 对于特定的不锈钢母材或抗低合金钢不锈钢接头，AWS A5.11、A5.14 或即将出版的 A5.34 归类的镍基体合金填充金属比不锈钢填充金属更合适，因此建议使用镍基体合金填充金属。

为了合理使用表 F.1，工程师需考虑任何可能影响特定焊件性能的异常或特殊条件。不能用表 F.1 代替工程师的判断。

表 F.1 的索引

母材分为下列六组（仅用于对表 F.1 进行索引）。这些分组绝不表示焊接性、类型后任何其他特征。分组是仅用于为此标准用户建立索引的机制，从而允许用户快速找到特定母材组合的建议填充金属。

第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 5 组	第 6 组
17-4PH	309S	321H	439	CA-15M	CF-20
17-7PH	309H	329	440A	CA-28MWV	CG-3M
25-6MO	309Cb	330	440B	CA-40	CG-6MMN
26-1	309HCb	334	440C	CA-40F	CG-8M
29-4	310	347	440F	CB-6	CG-12
29-4-2	310S	347H	444	CB-30	CH-10
201	310H	348	446	CC-50	CH-20
202	310Cb	348H	630	CD3MCuN	CK-3MCuN
254SMo	310HCb	403	631	CD3MN	CK-20
255	310MoLN	405	632	CD3MWCuN	CK-35MN
301	314	409	633	CD4MCu	CN-3M
301L	316	410	634	CD4MCuN	CN-3MN
301LN	316L	410S	635	CD6MN	CN-7M
302	316H	410NiMo	660	CE3MN	CN-7MS
303	316Ti	414	662	CE8MN	Nitronic 30
303Se	316Cb	416	904L	CE-30	Nitronic 32
304	316N	416Se	1925 hMo	CF-3	Nitronic 33
304L	316LN	420	2205	CF-3M	Nitronic 40
304H	317	420F	2304	CF-3MN	Nitronic 50
304N	317L	420FSe	2507	CF-8	Nitronic 60
304LN	317LM	429	A286	CF-8C	碳素钢, < 0.3% C
305	317LMN	430	AL-6XN	CF-8M	碳素钢, > 0.3% C
306	317LN	431	CA-6N	CF-10SMnN	铬-钼抗蠕变钢
308	320	434	CA-6NM	CF-16F	低合金钢, < 0.3% C
309	321	436	CA-15	CF-16Fa	低合金钢, > 0.3% C

为了找到特定母材组合的建议填充金属，请在下表中找到各材料的组号。所用下表找到组合所在页码。

		母材分组					
		第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 5 组	第 6 组
母材分组	第 1 组	第 196 页	第 202 页	第 203 页	第 204 页	第 205 页	第 206 页
	第 2 组		第 197 页	第 207 页	第 208 页	第 209 页	第 210 页
	第 3 组			第 198 页	第 211 页	第 212 页	第 213 页
	第 4 组				第 199 页	第 214 页	第 215 页
	第 5 组					第 200 页	第 216 页
	第 6 组						第 201 页

表 F.1 的注释

1. 填充金属应与最薄弱环节的防腐性相配。
2. 若可能，填充金属应至少与最薄弱缓解的强度相配。
3. 若组合可能经受焊后热处理，则显示不会被焊后热处理脆化的填充金属。
4. 填充金属应在熔敷层提供铁素体，接头两侧产生稀释。
5. 若可能，填充金属不应易裂。
6. NiCr-3 为裸露的填充电焊条或焊棒。SMAW 的类似电焊条是 NiCrFe-2。
7. 对于与铬-钼抗蠕变钢类似金属的焊接，使用类似化学成分的填充金属。

表 F.1
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	17-4P H	17-7P H	25-6MO	26-1	29-4	29-4-2	201	202	254SMo	255	301	301L	301LN	302	303	303Se	304	304L	304H	304N	304LN	305	306	308	309
17-4PH	630	630	308	308L	308L	308L	308	308	308L	2553	308	308L	308L	308	NCW	NCW	308	308L	308H	308	308L	308	308	308	308
17-7PH		630	308	308L	308L	308L	308	308	308L	2553	308	308L	308L	308	NCW	NCW	308	308L	308H	308	308L	308	308	308	308
25-6MO			NiCrMo- 3	NiCrMo- 3	NiCrMo- 3	NiCrMo- 3	309L	309L	NiCrMo- 3	2593	309L	309L	309L	309L	NCW	NCW	309L	309L	309L	309L	309L	309L	385	309L	309L
26-1				446LMo	446LMo	446LMo	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
29-4					WA	WA	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
29-4-2						WA	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
201							240	240	308L	308L	308	308L	308L	308	NCW	NCW	308	308L	308	308	308L	308	308	308	308
202								240	308L	308L	308	308L	308L	308	NCW	NCW	308	308L	308	308	308L	308	308	308	308
254SMo									NiCrMo- 3	2553	308L	308L	308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
255										2553	308L	308L	308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
301											308	308L	308L	308	NCW	NCW	308	308L	308	308	308L	308	308	308	308
301L												308L	308L	308	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
301LN													308L	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
302														308	NCW	NCW	308L	308L	308	308	308L	308	308	308	308
303															NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se																NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304																	308	308L	308	308	308L	308	308	308	308
304L																		308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
304H																			308H	308	308L	308	308	308	308
304N																				308	308L	308L	308	308	308
304LN																					308L	308L	308L	308L	308L
305																						308	308	308	308
306																							NM	309L	309L
308																								308	308
309																									309

NCW =不认为可焊 NM =与填充金属不配 WA =自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	309S	309H	309Cb	309HCb	310	310S	310H	310Cb	310HCb	310MoLN	314	316	316L	316H	316Ti	316Cb	316N	316LN	317	317L	317LM	317LMN	317LN	320	321
309S	309	309	309	309	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316	316L	316	309	309	309	316L	309	309	309	309	309	2209	308
309H		309	309	309	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316	316L	316	309	309	309	316L	309	309	309	309	309	2209	308
309Cb			309Cb	309Cb	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316	316L	316	318	318	318	316L	309	309	309	309	309	2209	347
309HCb				309Cb	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316	316L	316	318	318	318	316L	309	309	309	309	309	2209	347
310					310	310	310	310	310	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
310S						310	310	310	310	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
310H							310	310	310	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
310Cb								310Cb	310Cb	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
310HCb									310Cb	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
310MoLN										385	310	316L	316L	316	316	316	316	316L	317L	317L	385	385	385	385	309L
314											310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309	309	309	309	309	310	309
316												316	316L	316	316	316	316	316L	316	316L	316L	316L	2209	347	
316L													316L	316	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	347	
316H														316	316	316	316	316	316	316	316	316	2209	347	
316Ti															318	318	316	316	316	316	316	316	2209	347	
316Cb																318	316	316	316	316	316	316	2209	347	
316N																	316	316	316	316	316	316	2209	347	
316LN																		317L	317L	317L	317L	317L	2209	347	
317																			317	317L	317L	317L	2209	347	
317L																				317L	317L	317L	2209	347	
317LM																					385	385	385	347	
317LMN																						385	317L	385	347
317LN																							317L	385	347
320																								320LR	2209
321																									347

NCW =不认为可焊 NM =与填充金属不配 WA =自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	321H	329	330	334	347	347H	348	348H	403	405	409	410	410S	410NiMo	414	416	416Se	420	420F	420FS _e	429	430	431	434	436
321H	347	347	310	310	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
329		2593	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
330			330	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NCW	310	NCW	NCW	310	310	310	310	310
334				310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NCW	310	NCW	NCW	310	310	310	310	310
347					347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
347H						347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
348							347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
348H								347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
403									410	409	409	410	410	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
405										409	409	409	409	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
409											409	409	409	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
410												410	410	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
410S													410	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
410NiMo														410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
414															410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
416																410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
416Se																	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420																		410NiMo	NCW	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo
420F																			NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420FSe																				NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
429																					430	430	430	430	430
430																						430	430	430	430
431																							NM	430	430
434																								444	444
436																									444

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	439	440A	440B	440C	440F	444	446	630	631	632	633	634	635	660	662	904L	1925 hMo	2205	2304	2507	A286	AL-6XN	CA-6N	CA-6NM	CA-15
439	444	310	310	310	NCW	430	430	308	308	308	308	308	308	430	430	309L	2209	2209	2209	2209	2209	2209	308	308	308
440A		NM	310	310	NCW	430	430	630	630	630	630	630	630	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo	410NiMo
440B			NM	310	NCW	430	430	630	630	630	630	630	630	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo	410NiMo
440C				NM	NCW	430	430	630	630	630	630	630	630	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo	410NiMo
440F					NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
444						444	444	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	410NiMo	410NiMo	410NiMo
446							310	308	308	308	308	308	308	310	310	310	310	2209	2209	2593	310	310	308	308	308
630								630	630	630	630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
631									630	630	630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
632										630	630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
633											630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
634												630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
635													630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209	310	NiCrMo-3	410NiMo	410NiMo	410NiMo
660														NiCrMo-3	NiCrMo-3	385	NiCrMo-3	2209	2209	2209	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3
662															NiCrMo-3	385	NiCrMo-3	2209	2209	2209	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3
904L																385	NiCrMo-3	2209	2209	385	NiCrMo-3	NiCrMo-3	309L	309L	309L
1925 hMo																	NiCrMo-3	2209	2209	2593	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	310	310
2205																		2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209
2304																			2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209
2507																				2593	2593	2593	2593	2593	2593
A286																					NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	310	310
AL-6XN																						NiCrMo-3	310	310	310
CA-6N																							410NiMo	410NiMo	410NiMo
CA-6NM																								410NiMo	410NiMo
CA-15																									410

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理
(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	CA-15M	CA-28MWV	CA40	CA-40F	CB-6	CB-30	CC-50	CD3MCuN	CD3MN	CD3MW	CD4MCu	CD4MCuN	CD6M	CE3M	CE8M	CE-30	CF-3	CF-3M	CF-3N	CF-8	CF-8C	CF-8M	CF-10S	CF-16	CF-16Fa
CA-15M	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
CA-28MWV		CrMoWV12 ^a	420	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	312	312	312	312	310	310	310	NCW	NCW
CA-40			420	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	312	312	312	312	312	312	312	NCW	NCW
CA-40F				NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
CB-6					308	308	308	308	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
CB-30						308	308	308	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
CC-50							312	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD3MCuN								2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD3MN									2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD3MW										2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD4MCu											2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD4MCuN												2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CD6M													2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CE3MN														2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CE8MN															2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CE-30																312	308L	316L	316L	308	308	308	309	NCW	NCW
CF-3																	308L	308L	308L	308	308	308	309	NCW	NCW
CF-3M																		316L	316L	308	308	308	309	NCW	NCW
CF-3N																			317L	308	308	308	309	NCW	NCW
CF-8																				308	308	308	309	NCW	NCW
CF-8C																					347	308	309	NCW	NCW
CF-8M																						316	309	NCW	NCW
CF-10S																							309	NCW	NCW
MnN																									
CF-16F																								NCW	NCW
CF-16Fa																									NCW

^aEN 1599 或 ISO 3580。

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	CF-2 0	CG-3 M	CG-6MM N	CG-8 M	CG-1 2	CH-1 0	CH-2 0	CK-3MCu N	CK-20 N	CK-35M N	CN-3M	CN-3MN	CN-7M	CN-7MS	Nitron ic 30	Nitroni c 32	Nitroni c 33	Nitroni c 40	Nitroni c 50	Nitroni c 60	碳素钢 <0.3% C	碳素钢 >0.3% C	铬-钼 抗蠕变 钢	低合 金钢, <0.3% C	低合金 钢, >0.3% C
CF-20	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
CG-3M		317L	317L	317	309	309	309	317L	317L	317L	317L	317L	310	310	308	308	308	308	317L	308	309	312	NiCr-3	309	312
CG-6MM N			309LMob	317	309	309	309	385	309LMob ^b	385	385	385	310	310	308	308	308	308	209	209	309	312	NiCr-3	309	312
CG-8M				317	309	309	309	317	317L	317L	317L	317L	310	310	308	308	308	308	317	308	309	312	NiCr-3	309	312
CG-12					309	309	309	309	309	309	309	309	310	310	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
CH-10						309	309	309L	309	309	309	309	310	310	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
CH-20							310	309L	310	309	309	309	310	310	309	309	309	308	309	309	309	312	NiCr-3	309	312
CK-3MCu N								NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	385	385	385	385	308	308	308	308	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
CK-20									310	310	385	385	310	310	308	308	308	308	310	308	309	312	NiCr-3	309	312
CK-35MN										NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308	308	308	308	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
CN-3M											385	385	385	385	308	308	308	308	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
CN-3MN												385	385	385	308	308	308	308	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
CN-7M													320LR	320LR	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	312	NiCr-3	312	312
CN-7MS														320LR	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	312	NiCr-3	312	312
Nitronic 30															209	209	209	209	209	209	309	312	NiCr-3	309	312
Nitronic 32																209	209	209	209	209	309	312	NiCr-3	309	312
Nitronic 33																	209	209	209	209	309	312	NiCr-3	309	312
Nitronic 40																		209	209	209	309	312	NiCr-3	309	312
Nitronic 50																			209	209	309	312	NiCr-3	309	312
Nitronic 60																				218	309	312	NiCr-3	309	312
碳素钢, < 0.3% C																					NA	NA	NA	NA	NA
碳素钢, > 0.3% C																						NA	NA	NA	NA
铬-钼抗蠕变钢																							NA	NA	NA
低合金钢, < 0.3% C																								NA	NA
低合金钢, > 0.3% C																									NA

^b 有时为309MoL。

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																						
	309S	309H	309Cb	309HCb	310	310S	310H	310Cb	310HCb	310MoLN	314	316	316L	316H	316Ti	316Cb	316N	316LN	317	317L	317LM	317LMN	317LN
17-4PH	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
17-7PH	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
25-6MO	309L	309L	309L	309L	310	310	310	310	310	385	310	316L	316L	316L	316L	316L	317L	317L	385	385	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385
26-1	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	317L	317L	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385
29-4	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	317L	317L	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385
29-4-2	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	317L	317L	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385
201	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
202	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
254SMo	308L	308L	308L	308L	310	310	310	310	310	310	310	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	317L	317L	385	385	385
255	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316L	316L	316L	316	316	316	316L	317L	317L	2593	2593	2593
301	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
301L	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
301LN	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
302	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
303	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
304L	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
304H	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	310	308	308	308H	308H	308H	308H	308	308	308	308	308	308
304N	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
304LN	308L	308L	308L	308L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L
305	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
306	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L
308	308	308	308	308	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	308	308L	308	308	308	308	308L	308	308	308	308	308
309	309	309	309	309	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	316	316L	316	309	309	309	316L	309	309	309	309	309

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	321H	329	330	334	347	347H	348	348H	403	405	409	410	410S	410NiMo	414	416	416Se	420	420F	420FS _e	429	430	431	434	436
17-4PH	308	308	312	312	308	308	308	308	410NiMo	308	308	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	430	430	630	630	630
17-7PH	308	308	312	312	308	308	308	308	410NiMo	308	308	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	NCW	NCW	430	430	630	630	630
25-6MO	309L	2593	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	310	310	310	310	310	NCW	310	NCW	NCW	310	430	310	310	2209
26-1	308L	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	NCW	NCW	316L	316L	316L	316L	316L
29-4	308L	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	NCW	NCW	316L	316L	316L	316L	316L
29-4-2	308L	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	NCW	NCW	316L	316L	316L	316L	316L
201	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
202	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
254SMo	347	2593	312	312	347	347	347	347	310	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	NCW	NCW	316L	316L	316L	316L	316L
255	347	2593	2593	2593	347	347	347	347	2593	316L	316L	2593	2593	2593	2593	2593	NCW	316L	NCW	NCW	316L	316L	2593	316L	316L
301	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
301L	308L	308L	312	312	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
301LN	308L	308L	312	312	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
302	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
303	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
304L	308L	308L	312	312	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
304H	347	308	310	310	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
304N	308	308	312	312	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
304LN	308L	308L	312	312	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
305	308	308	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
306	309L	309L	310	310	310	310	310	310	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	309L	NCW	309L	NCW	NCW	309L	309L	309L	309L	309L
308	308	308	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
309	308	309	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	439	440A	440B	440C	440F	444	446	630	631	632	633	634	635	660	662	904L	1925 hMo	2205	2304	2507	A286	AL-6XN	CA-6N	CA-6N M	CA-15
17-4PH	630	630	630	630	NCW	316L	308	630	630	630	630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308	308	2209	2209	2593	NiCrMo-3	308	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o
17-7PH	630	630	630	630	NCW	316L	308	630	630	630	630	630	630	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308	308	2209	2209	2593	NiCrMo-3	308	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o
25-6MO	2209	310	310	310	NCW	2209	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2209	2209	2593	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	310	310
26-1	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2209	2209	2593	2209	NiCrMo-3	2209	2209	2209
29-4	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2209	2209	2593	2209	NiCrMo-3	2209	2209	2209
29-4-2	316L	316L	316L	316L	NCW	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2209	2209	2593	2209	NiCrMo-3	2209	2209	2209
201	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
202	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
254SMo	316L	316L	316L	316L	NCW	2209	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	385	NiCrMo-3	2209	2209	NiCrMo-3	2209	NiCrMo-3	316L	316L	316L
255	316L	2593	2593	2593	NCW	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2209	2209	2593	2593	2593	2593	2593	
301	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
301L	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308L	308L	308L
301LN	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308L	308L	308L
302	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
303	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
304L	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308L	308L	308L
304H	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
304N	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
304LN	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308L	308L	308L
305	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
306	309L	309L	309L	309L	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	385	385	2209	2209	2209	2209	385	308L	308L	308L
308	308	308	308	308	NCW	316L	308	308	308	308	308	308	308	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
309	308	308	308	308	NCW	309L	309	309	309	309	309	309	309	312	312	309L	309L	309L	309L	309L	312	309L	308	308	308

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	CA-15M	CA-28 MWV	CA-40	CA-40 F	CB-6	CB-3 0	CC-50	CD3MCu N	CD3MN	CD3MW CuN	CD4MCu uN	CD4MC uN	CD6MN	CE3M N	CE8M N	CE-3 0	CF-3	CF-3 M	CF-3M N	CF-8 C	CF-8 MnN	CF-8M	CF-10S	CF-16F	CF-16 Fa
17-4PH	410NiMo	630	630	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	309	NCW	NCW
17-7PH	410NiMo	630	630	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	309	NCW	NCW
25-6MO	310	310	310	NCW	310	310	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	385	308	308	308	309	NCW	NCW
26-1	2209	2209	2209	NCW	2209	2209	312	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
29-4	2209	2209	2209	NCW	2209	2209	312	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
29-4-2	2209	2209	2209	NCW	2209	2209	312	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
201	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
202	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
254SM o	316L	309L	309L	NCW	309L	309L	2209	NiCrMo-3	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
255	2593	2593	2593	NCW	2593	2593	2593	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
301	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
301L	308L	309	309	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
301LN	308L	309	309	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
302	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
303	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
304L	308L	309	309	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
304H	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
304N	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
304LN	308L	309	309	NCW	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
305	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
306	308L	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	308	NCW	NCW
308	308	309	309	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
309	308	309	309	NCW	308	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	308L	316L	316L	308	308	316	308	NCW	NCW

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																				碳素钢 <0.3% C	碳素钢 >0.3% C	铬-钼 抗蠕变 钢	低合金 钢, <0.3% C	低合金 钢, >0.3% C
	CF-20	CG-3M	CG-6M MN	CG-8M	CG-1 2	CH-1 0	CH-20	CK-3MCu N	CK-2 0	CK-35M N	CN-3M	CN-3M N	CN-7M	CN-7M S	Nitrooi c 30	Nitrooi c 32	Nitrooi c 33	Nitrooi c 40	Nitrooi c 50	Nitrooi c 60					
17-4PH	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	2209	2209	209	209	209	209	209	209	309	310	NiCr-3	309	310
17-7PH	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	2209	2209	209	209	209	209	209	209	309	310	NiCr-3	309	310
25-6MO	308	317L	385	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308L	308L	308L	308L	209	308L	309	312	NiCr-3	309	312
26-1	308	317L	2593	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385	385	308L	308L	308L	308L	2209	308L	309	2209	NiCr-3	309	2209
29-4	308	317L	2593	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385	385	308L	308L	308L	308L	2209	308L	309	2209	NiCr-3	309	2209
29-4-2	308	317L	2593	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	385	385	308L	308L	308L	308L	2209	308L	309	2209	NiCr-3	309	2209
201	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	308	309	312	NiCr-3	309	312
202	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	308	309	312	NiCr-3	309	312
254SMo	308	385	385	385	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	385	385	385	385	308L	308L	308L	308L	209	308L	309	2209	NiCr-3	309	2209
255	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593
301	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
301L	308	308L	308L	308L	308	308	308	308L	308L	309L	309L	309L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	308L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
301LN	308	308L	308L	308L	308	308	308	308L	308L	309L	309L	309L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	308L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
302	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
303	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
303Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
304	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
304L	308	308L	308L	308L	308	308	308	308L	308L	309L	309L	309L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	308L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
304H	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
304N	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
304LN	308	308L	308L	308L	308	308	308	308L	308L	309L	309L	309L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	308L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
305	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
306	308	317L	385	317L	309	309	309	309	309	385	385	385	2209	2209	308	308	308	308	209	308	309	312	NiCr-3	309	312
308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
309	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

	母材																								
母材	321H	329	330	334	347	347H	348	348H	403	405	409	410	410S	410NiMo	414	416	416Se	420	420F	420FSe	429	430	431	434	436
309S	308	309	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
309H	308	309	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
309Cb	347	309	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
309HCb	347	309	312	312	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
310	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	NCW	309	NCW	NCW	309	309	309	309	309
310S	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	NCW	309	NCW	NCW	309	309	309	309	309
310H	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	NCW	309	NCW	NCW	309	309	309	309	309
310Cb	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	NCW	309	NCW	NCW	309	309	309	309	309
310HCb	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	NCW	309	NCW	NCW	309	309	309	309	309
310MoLN	309L	2593	310	310	309L	309L	309L	309L	310	310	310	310	310	310	310	310	NCW	310	NCW	NCW	310	310	310	310	310
314	309	2593	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NCW	310	NCW	NCW	310	310	310	310	310
316	347	316	2209	2209	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
316L	347	316L	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
316H	347	316	310	310	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
316Ti	347	2593	2209	2209	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
316Cb	347	2593	2209	2209	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
316N	347	316	2209	2209	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
316LN	347	316LN	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
317	347	317L	2209	2209	316	316	316	316	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308
317L	347	317L	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
317LM	347	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
317LMN	347	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
317LN	347	2593	2209	2209	316L	316L	316L	316L	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	NCW	308L	NCW	NCW	308L	308L	308L	308L	308L
320	2209	2593	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	NCW	2209	NCW	NCW	2209	2209	2209	2209	2209
321	347	347	310	310	347	347	347	347	308	308	308	308	308	308	308	308	NCW	308	NCW	NCW	308	308	308	308	308

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	439	440A	440B	440C	440F	444	446	630	631	632	633	634	635	660	662	904L	1925 hMo	2205	2304	2507	A286	AL-6XN	CA-6N	CA-6N M	CA-15
309S	308	308	308	308	NCW	309L	309	309	309	309	309	309	309	312	312	309L	309L	309L	309L	309L	312	309L	308	308	308
309H	308	308	308	308	NCW	309L	309	309	309	309	309	309	309	312	312	309L	309L	309L	309L	309L	312	309L	308	308	308
309Cb	308	308	308	308	NCW	309L	309	309	309	309	309	309	309	312	312	309L	309L	309L	309L	309L	312	309L	308	308	308
309HCb	308	308	308	308	NCW	309L	309	309	309	309	309	309	309	312	312	309L	309L	309L	309L	309L	312	309L	308	308	308
310	309	309	309	309	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	310	310	310	310	309	309	309
310S	309	309	309	309	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	310	310	310	310	309	309	309
310H	309	309	309	309	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	310	310	310	310	309	309	309
310Cb	309	309	309	309	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	310	310	310	310	309	309	309
310HCb	309	309	309	309	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	310	310	310	310	309	309	309
310MoLN	310	310	310	310	NCW	2209	310	309L	309L	309L	309L	309L	309L	2209	2209	385	385	2209	385	385	2209	385	309L	309L	309L
314	310	310	310	310	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	310	310	310
316	308	308	308	308	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	2209	316L	309	309	309
316L	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	2209	316L	309L	309L	309L
316H	308	308	308	308	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	2209	316L	309	309	309
316Ti	308	308	308	308	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	2209	316L	309	309	309
316Cb	308	308	308	308	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	316L	316L	316L	316L	2209	316L	309	309	309
316N	308	308	308	308	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	317L	316L	316L	316L	2209	317L	309	309	309
316LN	308L	308L	308L	308L	NCW	316L	316L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	316L	317L	316L	316L	316L	2209	317L	309L	309L	309L
317	308	308	308	308	NCW	2209	309	308	308	308	308	308	308	2209	2209	317L	385	317L	317L	317L	2209	385	309	309	309
317L	308L	308L	308L	308L	NCW	2209	309L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	317L	385	317L	317L	317L	2209	385	309L	309L	309L
317LM	308L	308L	308L	308L	NCW	2209	309L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	385	NiCrMo-3	2209	2209	385	2209	NiCrMo-3	309L	309L	309L
317LMN	308L	308L	308L	308L	NCW	2209	309L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	385	NiCrMo-3	2209	2209	385	2209	NiCrMo-3	309L	309L	309L
317LN	308L	308L	308L	308L	NCW	2209	309L	308	308	308	308	308	308	2209	2209	317L	385	2209	317L	317L	2209	385	309L	309L	309L
320	2209	2209	2209	2209	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	385	NiCrMo-3	2209	2209	2593	310	NiCrMo-3	2209	2209	2209
321	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308	308L	308L	312	309L	308	308	308

NCW =不认为可焊 NM =与填充金属不配 WA =自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	CA-15 M	CA-28M W	CA-40	CA-40 F	CB-6	CB-30	CC-50	CD3MC uN	CD3MN	CD3MWC iiN	CD4MCu	CD4MCu N	CD6MN	CE3MN	CE8M N	CE-30	CF-3	CF-3 M	CF-3M N	CF-8	CF-8 C	CF-8M	CF-10S MnJ	CF-16F	CF-16 F
309S	308	309	309	NCW	308	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	308L	316L	316L	308	308	316	308	NCW	NCW
309H	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	308L	316L	316L	308	308	316	308	NCW	NCW
309Cb	308	309	309	NCW	308	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	308L	316L	316L	308	347	316	308	NCW	NCW
309HCb	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	308L	316L	316L	308	347	316	308	NCW	NCW
310	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	309	309	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
310S	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	309	309	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
310H	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	309	309	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
310Cb	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	309	309	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
310HCb	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	309	309	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
310MoLN	309L	310	310	NCW	309L	309L	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
314	310	NiCr-3	NiCr-3	NCW	310	310	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308	316	317	308	308	316	309	NCW	NCW
316	309	309	309	NCW	308	308	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
316L	309L	309	309	NCW	308L	308L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
316H	309	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
316Ti	309	309	309	NCW	308	308	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	308L	316L	316L	308	347	316	309	NCW	NCW
316Cb	309	309	309	NCW	308	308	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	308L	316L	316L	308	347	316	309	NCW	NCW
316N	309	309	309	NCW	308	308	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	308L	316L	316L	308	308	316	309	NCW	NCW
316LN	309L	309L	309L	NCW	308L	308L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	316L	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
317	309	309	309	NCW	308	308	317	317	317	317	317	317	317	317	317	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
317L	309L	309L	309L	NCW	308L	308L	317L	317L	317L	317L	317L	317L	317L	317L	317L	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
317LM	309L	309L	309L	NCW	308L	308L	385	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
317LMN	309L	309L	309L	NCW	308L	308L	385	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
317LN	309L	309L	309L	NCW	308L	308L	317L	317L	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	316	309	NCW	NCW
320	2209	310	310	NCW	310	310	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW	NCW
321	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																				碳素钢 <0.3% C	碳素钢 >0.3% C	铬-钼 抗蠕变 钢	低合金 钢, < 0.3% C	低合金 钢, > 0.3% C
	CF-20	CG-3M	CG-6MM N	CG-8 M	CG-1 2	CH-10	CH-20	CK-3MCu N	CK-2 0	CK-35M N	CN-3M	CN-3M	CN-3M	CN-7M S	Nitrom c 30	Nitrom c 32	Nitroui c	Nitroiiiic 40	Nitroiiiic 50	Nitroiiiic 60					
309S	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
309H	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
309Cb	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
309HCb	308	309	309	309	309	309	309	309	309	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	309	308	309	312	NiCr-3	309	312
310	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	309	308	309	310	NiCr-3	309	310
310S	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	309	308	309	310	NiCr-3	309	310
310H	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	309	308	309	310	NiCr-3	309	310
310Cb	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	309	308	309	310	NiCr-3	309	310
310HCb	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	309	308	309	310	NiCr-3	309	310
310MoLN	308	317L	385	317L	309	309	310	385	310	385	385	385	385	385	308	308	308	308	209	308	309	310	NiCr-3	309	310
314	308	317L	310	317L	309	309	310	310	310	310	310	310	310	310	309	309	309	309	309	309	309	310	NiCr-3	309	310
316	308	316	316	316	309	309	309	316	316	316L	316L	316L	2209	2209	308	308	308	308	316	308	309	312	NiCr-3	309	312
316L	308	316L	316L	316L	309	309	309	316L	316L	316L	316L	316L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	316L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
316H	308	316	316	316	309	309	309	316	316	316L	316L	316L	2209	2209	308	308	308	308	316	308	309	312	NiCr-3	309	312
316Ti	308	316	316	316	309	309	309	316	316	316L	316L	316L	2209	2209	308	308	308	308	316	308	309	312	NiCr-3	309	312
316Cb	308	316	316	316	309	309	309	316	316	316L	316L	316L	2209	2209	308	308	308	308	316	308	309	312	NiCr-3	309	312
316N	308	317L	317L	317L	309	309	309	317L	317L	317L	316L	316L	2209	2209	308	308	308	308	317L	308	309	312	NiCr-3	309	312
316LN	308	317L	317L	317L	309	309	309	317L	317L	317L	316L	316L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
317	308	317L	317L	317L	309	309	309	317	317	385	317L	317L	2209	2209	308	308	308	308	317	308	309	312	NiCr-3	309	312
317L	308	317L	317L	317L	309	309	309	317L	317L	385	317L	317L	2209	2209	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
317LM	308	385	385	385	309	309	309	385	310	NiCrMo-3	385	385	385	385	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
317LMN	308	385	385	385	309	309	309	385	310	NiCrMo-3	385	385	385	385	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
317LN	308	385	385	385	309	309	309	385	310	385	317L	317L	385	385	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312
320	310	310	310	310	310	310	310	385	310	NiCrMo-3	385	385	320LR	320LR	310	310	310	310	310	310	312	312	NiCr-3	312	312
321	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	439	440A	440B	440C	440F	444	446	630	631	632	633	634	635	660	662	904L	1925 liMc	2205	2304	2507	A286	AL-6X N	CA-6N	CA-6NM	CA-15
321H	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308	308L	308L	312	309L	308	308	308
329	308	308	308	308	NCW	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2209	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593
330	310	310	310	310	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	310	310	310
334	310	310	310	310	NCW	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	2209	310	310	310	310	310
347	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308	308L	308L	312	309L	308	308	308
347H	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
348	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
348H	308	308	308	308	NCW	316L	347	347	347	347	347	347	347	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	308	308	308
403	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	310	310	309L	309L	2209	2209	2209	310	309L	410NiMo	410NiMo o	410
405	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	409	409	409	409	409	409	409	409	312	312	309L	309L	308L	308L	398L	312	309L	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o
409	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	409	409	409	409	409	409	409	409	312	312	309L	309L	308L	308L	308L	312	309L	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o
410	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410
410S	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410
410NiMo o	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o
414	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410
416	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	630	630	630	630	630	630	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410
416Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o	410NiMo o	NCW	410NiMo o	410NiMo o	630	630	630	630	630	630	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410
420F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420FSe	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
429	430	310	310	310	NCW	430	430	308	308	308	308	308	308	310	310	309L	310	2209	4409	2209	310	310	308	308	308
430	430	310	310	310	NCW	430	430	308	308	308	308	308	308	430	430	309L	430	2209	2209	2209	430	430	308	308	308
431	430	310	310	310	NCW	430	430	630	630	630	630	630	630	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	410NiMo	410NiMo o	410NiMo o
434	444	310	310	310	NCW	430	430	308	308	308	308	308	308	310	310	309L	310	2209	2209	2209	310	310	308	308	308
436	444	310	310	310	NCW	430	430	308	308	308	308	308	308	430	430	309L	2209	2209	2209	2209	2209	2209	308	308	308

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																								
	CA-15M	CA-28M WV	CA-40	CA-40 F	CB-6	CB-30	CC-50	CD3MCu N	CD3M N	CD3MWC uN	CD4M Cu	CD4MCu N	CD6M N	CE3M N	CE8M N	CE-3 0	CF-3	CF-3 M	CF-3M N	CF-8	CF-8 C	CF-8 M	CF-10SM 11N	CF-16 F	CF-16 Fa
321H	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW
329	2593	2593	2593	NCW	308	308	2593	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
330	310	NiCr-3	NiCr-3	NCW	310	310	310	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW	NCW
334	310	NiCr-3	NiCr-3	NCW	310	310	310	2209	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW	NCW
347	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW
347H	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW
348	308	309L	309L	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW
348H	308	NiCr-3	NiCr-3	NCW	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	347	308	308	NCW	NCW
403	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
405	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	308	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
409	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	308	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
410	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
410S	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
410NiMo	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
414	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
416	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
416Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
420F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
420FSe	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
429	308	309	309	NCW	430	430	430	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
430	308	309	309	NCW	430	430	430	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
431	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
434	308	309	309	NCW	308	308	2209	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW
436	308	309	309	NCW	308	308	2209	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW	NCW

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材																												
母材																	碳素钢	碳素钢	铬-钼 抗蠕变 钢	低合金 钢	低合金 钢							
	CF-20	CG-3M	CG-6M		CG-8M	CG-12	CH-10	CH-20	CK-3MC	uN	CK-20	CK-35M		CN-3M		CN-7M	Nitrom	Nitrom	Nitrom	Nitroiiic	Nitroiiic	Nitroiiic	<0.3%	>0.3%	<0.3%	>0.3%		
			MN									N	CN-3M	N	CN-7M	S	c 30	c 32	c 33	40	50	60	C	C	C	C		
321H	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
329	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	312	NiCr-3	309	312	
330	310	310	310	310	310	310	310	310	385	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	312	312	NiCr-3	312	312	
334	308	308	385	308	308	308	309	385	310	310	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
347	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	310	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
347H	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	310	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
348	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	310	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
348H	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	310	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
403	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	310	310	310	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
405	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
409	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	309L	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
410	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
410S	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
410NiMo	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
414	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
416	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
416Se	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	
420	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
420F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	
420FSe	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	
429	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
430	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	430	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
431	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
434	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
436	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	2209	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	

NCW =不认为可焊 NM =与填充金属不配 WA =自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																							
	CA-15M	CA-28MWV	CA-40	CA-40F	CB-6	CB-30	CC-50 (	D3MCU N	CD3M N	CD3M [CD4 WCuN MCu	CD4M CuN	CD6M N	CE3 MN	CE8MN	CE-3 0	CF-3	CF-3M	CF-3 MN	CF-8	CF-8 C	CF-8M 1	F-10SM UI	CF-1 6F	CF-1 6Fa
439	308	309	309	NCW	308	308	2209	2209	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
440A	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
440B	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
440C	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
440F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW/NCW
444	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	2209	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW/NCW
446	308	310	310	NCW	308	308	308	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	309	NCW/NCW
630	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
631	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
632	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
633	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
634	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
635	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	630	630	630	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
660	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NCW	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
662	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NCW	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
904L	309L	310	310	NCW	309L	309L	385	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	385	308	308	308	309	NCW/NCW
1925 liMo	310	310	310	NCW	310	310	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	385	308	308	308	309	NCW/NCW
2205	2209	2209	2209	NCW	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW/NCW
2304	2209	2209	2209	NCW	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW/NCW
2507	2593	2593	2593	NCW	2593	2593	2593	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	317L	308	308	308	309	NCW/NCW
A286	310	310	310	NCW	310	310	310	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	310	310	310	310	310	310	310	NCW/NCW
AL-6XN	310	310	310	NCW	310	310	310	2593	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	385	308	308	308	309	NCW/NCW
CA-6N	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
CA-6N M	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW
CA-15	410NiMo	410NiMo	410NiMo	NCW	410NiMo	410NiMo	410NiMo	312	2209	2593	2593	2593	2593	2593	2593	312	308L	316L	316L	308	308	308	308	NCW/NCW

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.I (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材	母材																Nitro		Nitro		碳素钢	碳素钢	铬-钼	低合金	
	CF-20	CG-3M	MN	CG-8M	CG-12	CH-10	CH-20	N	CK-20	CK-35MN	CN-3M	N	CN-7M	S	30	32	nic ii	40	50	60	<0.3% C	>0.3% C	抗蠕变钢	<0.3% C	>0.3% C
439	308	308	308	308	308	308	308	308	308	2209	309L	309L	2209	2209	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312
440A	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCr-3	310	310
440B	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCr-3	310	310
440C	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	2209	2209	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCr-3	310	310
440F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW
444	308	317L	2209	317L	309	309	309	385	309	2209	2209	2209	2209	2209	308L	308L	308L	308L	2209	308L	309	312	NiCr-3	309	312
446	308	308	310	308	309	309	309	309	310	310	310	310	310	310	308	308	308	308	310	308	309	310	NiCr-3	309	310
630	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
631	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
632	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
633	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
634	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
635	308	308	308	308	308	308	308	308	308	NiCrMo-3	310	310	310	310	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
660	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCrMo-3	385	385	310	310	209	209	209	209	310	310	312	310	NiCr-3	312	310
662	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCrMo-3	385	385	310	310	209	209	209	209	310	310	312	310	NiCr-3	312	310
904L	308	317L	385	317L	309	309	309	385	385	NiCrMo-3	385	385	385	385	308	308	308	308	209	308L	309	312	NiCr-3	309	312
1925 liMo	308	317L	385	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308L	308L	308L	308L	209	308L	309	312	NiCr-3	309	312
2205	308	317L	2209	317L	309	309	309	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	309	2209	NiCr-3	309	2209
2304	308	317L	2209	317L	309	309	309	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	309	2209	NiCr-3	309	2209
2507	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	385	385	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2209	NiCr-3	309	2209
A286	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	310	310	310	310	310	310	310	310	312	310	NiCr-3	312	310
AL-6X N	308	317L	385	317L	309	309	309	NiCrMo-3	310	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	NiCrMo-3	308L	308L	308L	308L	209	308L	309	312	NiCr-3	309	312
CA-6N	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
CA-6N M	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310
CA-15	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理
(续)

表 F.1 (续)
各种不锈钢和其他含铁母材组合的建议填充金属

母材																										
母材	CG-6M			CG-1		CK-3MC			CK-35		CN-3M		CN-7M		Nitrom	Nitrom	Nitroui	Nitroiic	Nitroiic	Nitroiic	碳素钢 <0.3%	碳素钢 >0.3%	铬-钼 抗蠕变 钢	低合金 钢, <0.3%	低合金 钢, >0.3%	
	CF-20	CG-3M	MN	CG-8M	2	CH-10	CH-20	uN	CK-20	MN	CN-3M	N	CN-7M	S	c 30	c 32	c ii	40	50	60	C	C	抗蠕变 钢	C	C	
CA-15M	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	2209	2209	209	209	209	209	209	218	309	310	NiCr-3	309	310	
CA-28MW V	312	312	312	312	312	312	312	312	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	NiCr-3	310	310	
CA-40	312	312	312	312	312	312	312	312	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	209	310	309	310	NiCr-3	309	310	
CA-40F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	
CB-6	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	309L	309L	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
CB-30	308	308	308	308	308	308	308	308	310	310	309L	309L	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
CC-50	308	317L	312	317L	309	309	309	312	310	310	385	385	310	310	308	308	308	308	2209	309	309	312	NiCr-3	309	312	
CD3MCu N	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CD3MN	308	317L	2209	317L	309	309	309	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	309	2209	NiCr-3	309	2209	
CD3MWC uN	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CD4MCu	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CD4MCu N	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CD6MN	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CE3MN	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CE8MN	308	317L	2593	317L	309	309	309	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	2593	309	2593	NiCr-3	309	2593	
CE-30	308	317L	312	317L	309	309	309	312	312	312	312	312	312	312	312	312	312	312	312	309	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-3	308	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	308L	310	310	308L	308L	308L	308L	308L	308L	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-3M	308	316L	316L	316L	309	309	309	316L	316L	316L	316L	316L	310	310	308L	308L	308L	308L	316L	308L	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-3MN	308	317L	317L	317L	309	309	309	317L	317L	385	385	385	310	310	308L	308L	308L	308L	317L	308L	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-8	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-8C	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	310	310	308	308	308	308	308	308	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-8M	308	316	316	316	309	309	309	316	316	308	308	308	310	310	308	308	308	308	316	308	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-10SMii N	308	317L	310	317	309	309	310	310	310	310	309	309	310	310	309	309	309	309	209	218	309	312	NiCr-3	309	312	
CF-16F	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NiCr-3	NCW	NCW	
CF-16Fa	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NCW	NiCr-3	NCW	NCW	

NCW = 不认为可焊 NM = 与填充金属不配 WA = 自动焊接 NA = 本表未处理

(续)

表 F.2
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	类型	公称成分，%													
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti	其他
17-4PH	马氏体 PH	0.04	0.50	0.02	0.01	0.50	16.25	4.00		0.30	4.00				
17-7PH	半奥氏体 PH	0.05	0.50	0.02	0.01	0.50	17.00	7.00					1.00		
25-6MO	奥氏体	0.01	1.00	0.02	0.01	0.30	20.00	25.00	6.50		1.00	0.20			
26-1	铁素体	0.01	0.20	0.01	0.01	0.02	26.00		1.00						
29-4	铁素体	0.01	0.20	0.01	0.01	0.10	29.00		4.00						C + N < 0.025
29-4-2	铁素体	0.01	0.20	0.01	0.01	0.10	29.00	2.25	4.00						C + N < 0.025
201	奥氏体	0.08	6.50	0.03	0.01	0.50	17.00	4.50				0.20			
202	奥氏体	0.08	9.25	0.03	0.01	0.50	18.00	5.00				0.2			
254SMo	奥氏体	0.01	0.50	0.01	0.01	0.40	20.00	18.00	6.25		0.75	0.20			
255	双重	0.02	0.75	0.02	0.01	0.50	25.50	5.50	3.40		2.00	0.18			
301	奥氏体	0.08	1.00	0.03	0.01	0.50	17.00	7.00							
301L	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.50	17.00	7.00				0.1			
301LN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.50	17.00	7.00				0.15			
302	奥氏体	0.08	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	9.00							
303	奥氏体—FM	0.08	1.00	0.10	0.20	0.50	18.00	9.00							
303Se	奥氏体—FM	0.08	1.00	0.10	0.13	0.50	18.00	9.00							Se: 0.2
304	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	9.25							
304L	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	10.00							
304H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	9.25							
304N	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	9.25				0.13			
304LN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	10.00				0.13			
305	奥氏体	0.06	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	11.75							
306	奥氏体	0.01	1.00	0.01	0.01	4.00	17.75	14.75							
308	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.50	20.00	11.00							
309	奥氏体	0.10	1.00	0.03	0.01	0.50	23.00	13.50							

PH = 沉淀硬化

FM = 自由搭配

(续)

表 F.2 (续)
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	公称成分，%														
	类型	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti	其他
309S	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	23.00	13.50							
309H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	23.00	13.50							
309Cb	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	23.00	14.00		0.60					
309HCb	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	23.00	14.00		0.80					
310	奥氏体	0.15	1.00	0.03	0.01	0.75	25.00	20.50							
310S	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.75	25.00	20.50							
310H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	25.00	20.50							
310Cb	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.75	25.00	20.50		0.60					
310HCb	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	25.00	20.50		0.80					
310MoLN	奥氏体	0.01	1.00	0.02	0.01	0.25	25.00	22.00	2.10			0.12			
314	奥氏体	0.15	1.00	0.03	0.01	2.25	24.50	20.50							
316	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20						
316L	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20						
316H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20						
316Ti	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20					0.50	
316Cb	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20					0.60	
316N	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20			0.13			
316LN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	17.00	12.00	2.20			0.13			
317	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	13.00	3.30						
317L	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	13.00	3.30						
317LM	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	15.50	4.50						
317LMN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	18.50	15.50	4.50			0.15			
317LN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.40	19.00	13.00	3.30			0.16			
320	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.50	20.00	35.00	2.50	0.60	3.50				
321	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	10.50						0.50	

(续)

表 F.2 (续)
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	类型	公称成分, %													
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti	其他
321H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	10.50						0.50	
329	双重	0.04	0.50	0.03	0.01	0.40	25.50	4.00	1.50						
330	奥氏体	0.05	1.00	0.02	0.01	1.20	18.50	35.50							
334	奥氏体	0.04	0.50	0.02	0.01	0.50	19.00	20.00					0.40	0.40	
347	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	11.00		0.60					
347H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	11.00		0.80					
348	奥氏体	0.04	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	11.00		0.60					Ta < 0.10
348H	奥氏体	0.07	1.00	0.03	0.01	0.40	18.00	11.00		0.80					Ta < 0.10
403	马氏体	0.08	0.50	0.03	0.01	0.25	12.25								
405	铁素体	0.04	0.50	0.03	0.01	0.50	13.00						0.20		
409	铁素体	0.02	0.50	0.03	0.01	0.50	11.10							0.40	
410	马氏体	0.11	0.50	0.03	0.01	0.50	12.50								
410S	马氏体	0.04	0.50	0.03	0.01	0.50	12.50								
410NiMo	马氏体	0.03	0.75	0.02	0.01	0.30	12.75	4.50	0.75						
414	马氏体	0.08	0.50	0.03	0.01	0.50	12.50	2.00							
416	马氏体	0.08	0.60	0.03	0.20	0.50	13.00								
416Se	马氏体	0.08	0.60	0.03	0.03	0.50	13.00								Se: 0.2
420	马氏体	0.20	0.50	0.03	0.01	0.50	13.00								
420F	马氏体	0.35	0.60	0.03	0.20	0.50	13.00								
420FSe	马氏体	0.30	0.60	0.03	0.03	0.50	13.00								Se: 0.2
429	铁素体	0.06	0.50	0.03	0.01	0.50	15.00								
430	铁素体	0.06	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00								
431	马氏体	0.10	0.50	0.03	0.01	0.50	16.00	2.00							
434	铁素体	0.06	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00	1.00							
436	铁素体	0.06	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00	1.00		0.50					

(续)

表 F.2 (续)
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	类型	公称成分, %												
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti
439	铁素体	0.03	0.50	0.03	0.01	0.50	18.00							0.60
440A	马氏体	0.70	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00							
440B	马氏体	0.85	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00							
440C	马氏体	1.10	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00							
440F	马氏体	1.10	0.50	0.03	0.01	0.50	17.00							
444	铁素体	0.01	0.50	0.03	0.01	0.50	18.50		2.10	0.20				0.30
446	铁素体	0.10	0.75	0.03	0.01	0.50	25.00							
630	马氏体 PH	0.04	0.50	0.02	0.01	0.50	16.25	4.00		0.30	4.00			
631	半奥氏体 PH	0.05	0.50	0.02	0.01	0.50	17.00	7.00					1.00	
632	半奥氏体 PH	0.05	0.50	0.03	0.01	0.50	15.00	7.00	2.50				1.00	
633	马氏体 PH	0.09	1.00	0.03	0.01	0.25	16.50	4.50	2.90			0.1		
634	马氏体 PH	0.12	1.00	0.03	0.01	0.25	16.50	4.50	2.90			0.10		
635	半奥氏体 PH	0.04	0.50	0.03	0.01	0.50	16.75	6.75					0.20	0.80
660	奥氏体 PH	0.04	1.00	0.03	0.01	0.50	14.75	25.50	1.25				0.20	2.10 V: 0.30; B: 0.005
662	奥氏体 PH	0.04	0.75	0.03	0.01	0.50	13.50	26.00	3.00				0.20	1.80 B: 0.005
904L	奥氏体	0.01	1.00	0.03	0.01	0.50	21.00	25.50	4.50		1.50			
1925 hMo	奥氏体	0.01	1.00	0.02	0.01	0.30	20.00	25.00	6.50		1.00	0.20		
2205	双重	0.02	1.00	0.02	0.01	0.50	22.50	5.50	3.25			0.17		
2304	双重	0.02	1.25	0.03	0.01	0.50	23.00	4.25	0.30			0.12		
2507	双重	0.02	0.60	0.02	0.01	0.40	25.00	7.00	4.00			0.28		
A286	奥氏体 PH	0.04	0.75	0.03	0.01	0.50	13.50	26.00	3.00				0.20	1.80 B: 0.005
AL-6XN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.50	21.00	24.50	6.50			0.22		
CA-6N	马氏体	0.04	0.25	0.01	0.01	0.50	11.50	7.00						
CA-6NM	马氏体	0.04	0.50	0.02	0.01	12.75	4.00	0.70						
CA-15	马氏体	0.10	0.50	0.03	0.01	0.75	12.75							

PH = 沉淀硬化

FM = 自由搭配

(续)

表 F.2 (续)
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	类型	公称成分, %													其他
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti	
CA-15M	马氏体	0.10	0.50	0.03	0.01	0.30	12.75		0.60						
CA-28MWV	马氏体	0.24	0.75	0.02	0.01	0.50	11.75	0.75	1.10						W: 1.1; V: 0.25
CA-40	马氏体	0.30	0.50	0.03	0.01	0.75	12.75								
CA-40F	马氏体	0.30	0.50	0.03	0.30	0.75	12.75								
CB-6	M + F	0.04	0.50	0.03	0.01	0.50	16.50	4.50							
CB-30	M + F	0.20	0.50	0.03	0.01	0.75	19.50								
CC-50	M + F	0.30	0.50	0.03	0.01	0.75	28.00								
CD3MCuN	双重	0.02	0.60	0.02	0.01	0.55	25.30	6.10	3.35		1.65	0.28			
CD3MN	双重	0.02	0.75	0.03	0.01	0.50	22.25	5.50	3.00			0.20			
CD3MWCuN	双重	0.02	0.50	0.02	0.02	0.50	25.00	7.50	3.50		0.75	0.25			W: 0.75
CD4MCu	双重	0.03	0.50	0.03	0.01	0.50	25.50	5.20	2.00		3.00				
CD4MCuN	双重	0.03	0.50	0.03	0.01	0.50	25.50	5.20	2.00		3.00	0.18			
CD6MN	双重	0.04	0.50	0.03	0.01	0.50	25.50	5.00	2.10			0.20			
CE3MN	双重	0.02	0.75	0.03	0.01	0.50	25.00	7.00	4.50			0.2			
CE8MN	双重	0.04	0.50	0.03	0.01	0.75	24.00	9.50	3.75			0.20			
CE-30	双重	0.15	0.75	0.03	0.01	1.00	28.00	9.50							
CF-3	奥氏体	0.02	0.75	0.03	0.01	1.00	19.00	10.00							
CF-3M	奥氏体	0.02	0.75	0.03	0.01	0.75	19.00	11.00	2.50						
CF-3MN	奥氏体	0.02	0.75	0.03	0.01	0.75	19.50	11.00	2.50			0.15			
CF-8	奥氏体	0.04	0.75	0.03	0.01	1.00	19.50	9.50							
CF-8C	奥氏体	0.04	0.75	0.03	0.01	1.00	19.50	10.50		0.60					
CF-8M	奥氏体	0.04	0.75	0.03	0.01	1.00	19.50	10.50	2.50						
CF-10SMnN	奥氏体	0.05	8.00	0.04	0.01	4.00	17.00	8.50				0.13			
CF-16F	奥氏体	0.08	0.75	0.09	0.02	1.00	19.50	10.50							Se: 0.28
CF-16Fa	奥氏体	0.08	0.75	0.03	0.30	1.00	19.50	10.50	0.60						

PH = 沉淀硬化

FM = 自由搭配

(续)

表 F.2 (续)
不锈钢和其他含铁母材的类型和化学成分

填充金属	公称成分, %														
	类型	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	N	Al	Ti	其他
CF-20	奥氏体	0.10	0.75	0.03	0.01	1.00	19.50	9.50							
CG-3M	奥氏体	0.02	0.75	0.03	0.01	0.75	19.50	11.00	3.50						
CG-6MMN	奥氏体	0.04	5.00	0.03	0.01	0.50	22.00	12.50	2.25	0.20		0.3			V: 0.20
CG-8M	奥氏体	0.04	0.75	0.03	0.01	0.75	19.50	11.00	3.50						
CG-12	奥氏体	0.06	0.75	0.03	0.01	1.00	21.50	11.50							
CH-10	奥氏体	0.05	0.75	0.03	0.01	1.00	24.00	13.50							
CH-20	奥氏体	0.10	0.75	0.03	0.01	1.00	24.00	13.50							
CK-3MCuN	奥氏体	0.02	0.60	0.03	0.01	0.50	20.00	18.50	6.50		0.75	0.21			
CK-20	奥氏体	0.10	1.00	0.03	0.01	1.00	25.00	20.50							
CK-35MN	奥氏体	0.02	1.00	0.02	0.01	0.50	23.00	21.00	6.40			0.26			
CN-3M	奥氏体	0.02	1.00	0.02	0.01	0.50	21.00	25.00	5.00						
CN-3MN	奥氏体	0.02	1.00	0.03	0.01	0.50	21.00	24.50	6.50			0.22			
CN-7M	奥氏体	0.04	0.75	0.03	0.01	0.75	20.50	29.00	2.50		3.50				
CN-7MS	奥氏体	0.04	0.50	0.03	0.01	3.00	19.00	23.50	2.75		1.75				
Nitronic 30	奥氏体	0.02	8.00	0.03	0.01	0.50	16.00	2.25				0.23			
Nitronic 32	奥氏体	0.08	18.00	0.03	0.01	0.50	18.00		1.00		1.00	0.50			
Nitronic 33	奥氏体	0.04	13.00	0.03	0.01	0.40	18.00	3.00				0.3			
Nitronic 40	奥氏体	0.04	9.00	0.04	0.01	0.50	20.00	6.50				0.28			
Nitronic 50	奥氏体	0.04	5.00	0.03	0.01	0.40	22.00	12.50	2.25	0.20		0.3			V: 0.20
Nitronic 60	奥氏体	0.05	8.00	0.04	0.01	4.00	17.00	8.50				0.13			

附录 G（资料性附录） 参考文件清单

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 中引用了以下文件。

1. AWS A2.4, 《焊接、铜焊和无损检测用标准符号》。
2. AWS A3.0, 《标准焊接术语和定义》，包括粘接法、铜焊、软钎焊、热切割和热喷涂等术语。
3. ANSI Z49.1, 《焊接、切割和相关工艺中的安全》。
4. 美国机械工程师协会 (ASME), 《锅炉和压力容器规范》，第II卷，D部分。
5. AWS B2.1, 《焊接工艺和性能验证标准》。
6. AWS A4.2, 《奥氏体和双奥氏体-铁素体不锈钢焊接金属中 δ 铁素体含量用磁仪器的标准校准程序》。
7. AWS A5.4, 《屏蔽金属电弧焊不锈钢焊接电极规范》。
8. AWS A5.9, 《裸露不锈钢焊接电极和焊棒规范》。
9. AWS A5.22, 《药芯焊丝电弧焊用不锈钢焊条和钨极惰性气体保护焊用不锈钢药芯焊丝焊棒规范》。
10. 《ASME 锅炉和压力容器规范》，第 IX 章。
11. AWS A5.12, 《电弧焊和切割用钨与钨合金电极规范》。
12. AWS B4.0, 《焊缝机械试验的标准方法》。
13. AWS QC1, 《焊接检验员的 AWS 认证标准》。
14. 加拿大标准协会 (CSA) W178.2, 《焊接检验员认证》。
15. 美国无损试验协会 (ASNT) 《推荐规程 SNT-TC-1A》。
16. AWS B1.0, 《焊缝无损检测指南》。
17. ASTM E 165, 《液体渗透检查试验方法》。
18. ASTM E 709, 《磁粉检查指南》。
19. ASTM E 94, 《射线照相试验指南》。
20. ASTM E 142, 《射线照相试验质量控制方法》。
21. ASTM E 747, 《射线检测用线型像质计 (IQI) 的设计、制造和材料分类规程》。
22. ASTM E 1032, 《焊接件射线照相检测方法》。
23. ANSI/ASME B46.1, 《表面构造（表面粗糙度，波纹度和表层）》。
24. ASTM A 493, 《冷镦和冷锻用耐热不锈钢钢丝和钢丝棒规范》。
25. ASTM A 370, 《钢制品机械试验的试验方法和定义》。
26. API 标准 1104, 《管道和相关设施焊接》。

27. 美国政府工业卫生学家联合会 (ACGIH), 《工作室环境下化学物质和物理因素阈限值》。
28. 美国国家标准协会。ANSI Z87.1, 《职业性和教学性眼睛和面部防护规程》。
29. 美国国家标准协会。ANSI Z41.1, 《个人防护设备 — 安全鞋》。
30. 美国焊接协会。《焊接环境下烟雾和气体》。
31. AWS F6.1, 《手工电弧焊和手工切割声级测量方法》。
32. AWS F4.1, 《容器和管道焊接与切割准备的推荐安全规程》。
33. AWS. 《安全规程》。(翻印自《焊接手册》, 卷1, 第八版)。
34. 美国消防协会。NFPA 标准 51B, 《切削和焊接工艺的防火措施》。
35. 美国消防协会, 编号为 70 的国家电气规程 NFPA, 马萨诸塞州昆西:美国消防协会。
36. 职业安全与健康管理局。《美国联邦法规》, 标题 29, 副标题 B, 第 XVII 章, 第 1910 部分。
37. 美国钢结构协会 (AISC), 《标准钢建筑和塑料设计规范》。
38. 《结构钢建筑物 AISC 负载和阻力因素设计规范》。
39. 美国材料试验学会 (ASTM) A 167, 《耐热铬镍不锈钢板、薄板和带材规范》。
40. ASTM A 213, 《无缝铁素体和奥氏体合金钢锅炉、过热器和热交换器管规范》。
41. ASTM A 240, 《用于压力容器的耐热铬和铬镍不锈钢板、薄板和带材规范》。
42. ASTM A 249, 《焊接奥氏体钢锅炉、过热器、热交换器和冷凝器管规范》。
43. ASTM A 312, 《无缝和焊接奥氏体不锈钢管规范》。
44. ASTM A 351, 《用于承压零件的奥氏体、奥氏体-铁素体(双重)铸件规范》。
45. ASTM A 376, 《用于高温中心站服务的无缝奥氏体钢管规范》。
46. ASTM A 403, 《锻造奥氏体不锈钢管道系统配件规范》。
47. ASTM A 409, 《腐蚀或高温工况下大直径奥氏体钢焊接管的规范》。
48. ASTM A 430, (于1995年停止使用), 《高温工况下奥氏体钢锻制和钻削管规范(被 ASTM A 312代替)》。
49. ASTM A 451, 《高温工况下离心铸造奥氏体钢管规范》。
50. ASTM A 452 (于1995年停止使用), 《高温工况下离心铸造奥氏体钢冷锻管规范》。
51. ASTM A 473, 《不锈钢和耐热钢锻件规范》。
52. ASTM A 479, 《锅炉和其他压力容器用不锈钢和耐热钢棒和型材规范》。
53. ASTM A 511, 《无缝不锈钢机械管道规范》。
54. ASTM A 554, 《焊接不锈钢机械管道规范》。
55. ASTM A 666, 《热处理或冷加工奥氏体不锈钢、钢板、钢片、钢盘和偏钢规范》。
56. ASTM A 743, 《普通耐腐蚀铬铁及镍铬铁合金铸件规范》。

- 57. ASTM A 744, 《恶劣工况下耐腐蚀镍铬铁合金铸件规范》。
- 58. ASTM A 774, 《用于中低温下的一般腐蚀工况的焊接锻制奥氏体不锈钢配件规范》。
- 59. ASTM A 778, 《焊接的未热处理的奥氏体不锈钢管道产品规范》。
- 60. ASTM A 813, 《单面或双面焊奥氏体不锈钢管规范》。
- 61. ASTM A 814, 《冷加工焊接奥氏体不锈钢管规范》。
- 62. ASTM A 831, 《用于液态金属冷却反应器核心部件的奥氏体和马氏体不锈钢棒、钢坯以及锻件规范》。
- 63. ASTM A 851, 《高频感应焊接的未热处理的奥氏体钢冷凝管规范》。

附录 H（资料性附录）推荐检查规程

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

H1. 概述

本规范包括焊接质量标准。对于计划使用的产品和 / 或正在使用的各种型号的不锈钢，这些标准可能太严或太松。在制定本规范的过程中没有考虑腐蚀工况条件。工程师应做出适应腐蚀工况所需要的任何修改；该信息应添加入合同文件中。

断裂力学分析和适应性标准可以作为决定验收标准的替代方法。（更多信息，请参见 API 标准 1104，《管道和相关设施焊接》，附录 A。）

H2. 检查指导

表 H.1 和 H.2 中包括检查指导。

如果将实施低于 100% 的检查，则其应部分地检查指定批量的焊缝或点检指定批量的焊缝或点检指定长度的焊缝，如下所述。焊缝批号应取决于焊工或焊接操作工、焊接工艺规程 (WPS)、或其他工程师能接受的条件和时期。如果工程师没有另行规定，则一批应包括每位焊工或焊接操作工连续焊接的十条焊缝。

A3. 部分取样

部分取样用于检查一批焊缝中的指定百分比数量的焊缝。将要检查的一批中的每条焊缝应随机选择，并且要 100% 地检查。如果工程师没有另行规定，则应检查每 10 条焊缝的批量 (10%) 中的 1 条焊缝。如果一批焊缝的部分取样检查显示没有不可接受的不连续性，则该整批焊缝应视为可以接受的焊缝。如果一批焊缝的部分取样检查显示有不可接受的不连续性，则该整批焊缝应视为不可接受的焊缝，并且应检查该批焊缝中所有剩下的焊缝。

H4. 局部试样

局部试样应用于检查将要被检查的每条焊缝中指点长度的焊缝。将要通过局部试验法检查的焊缝应由相同的焊工和焊接程序焊接。将要检查的焊缝应由制造 / 安装检验员与监造检验员或工程师协商决定。如果工程师没有另行规定，则每次局部试样检查的焊缝长度应至少是 6 英寸 [150 mm]。每次局部试样的位置应在焊缝的长度之中。每次局部试样的位置应由检验员随机选择。如果局部试样检查显示没有不可接受的不可连续性，则由局部试样代表的整条焊缝应视为可接受的焊缝。如果局部试样检查显示有不可接受的不连续性，则由局部试样代表的整条焊缝应视为不可接受的焊缝，并且应检查该焊缝的余下长度的焊缝。除了检查有问题的整条焊缝之外，还应局部试样检查由相同焊工和焊接程序焊接的至少 2 条其他的焊缝。如果发现 2 条新焊缝中的任意一条或者 2 条新焊缝都不可接受，则必须局部试样检查所有焊缝。

H5. 检查顺序

最终的目视检查应在所有要求的清理和准备工作完成之后实施。在实施任何其他随后的无损试验 (NDT) 之前，所有焊缝应在目视检查之后视为可以接受的焊缝。

如果工程师没有另行规定，则所有材料的焊缝试验可以在焊接完成的焊缝已经冷却至外界温度之后立即开始。

H6. 无损试验

H6.1 概述 本附录包括目视检查和渗透检查。射线照相试验，请参见本规范的第 B 部分，条款 6。超声试验，请参见本规范中的第 C 部分。

H6.2 目视试验 (VT)。目视试验应至少包括表 H.2 中建议的频率，并且应通过必需的应用量规、标准以及目视工具实施。

H6.2.1 孔隙率不应超过下列规定的值：

(1) 与计算拉伸应力成横向关系的对接接头处的完全熔透坡口焊缝的所有等级的焊缝 — 禁止有孔隙。

(2) 等级为 0、1 以及 3 的焊缝 — 任何长度为 1 英寸 [25 mm] 的焊缝中的直径为 1/32 英寸 [1 mm] 的管状孔隙的直径之和或直径较大的管状孔隙的直径之和不应超过 3/8 英寸 [10 mm]，或者任何长度为 12 英寸 [300 mm] 的焊缝中的直径为 1/32 英寸 [1 mm] 的管状孔隙的直径之和或直径较大的管状孔隙的直径之和不应超过 3/4 英寸 [20 mm]。

(3) 等级为 2、4 以及 5 的焊缝 — 任何长度为 4 英寸 [100 mm] 的焊缝中，最大直径不应超过 3/32 英寸 [2.5 mm]。

H6.2.2 低于标称值的角焊缝尺寸 — 最大为焊缝长度的 20%，即 1/16 英寸 [2 mm]。

(1) 针对等级为 2 的焊缝，在位于大梁上的连接板至法兰的角焊缝端部不容许低于标称尺寸。

(2) 针对等级为 0 和 1 的焊缝，长度为法兰宽度两倍的连接板至法兰的角焊缝端部不应低于标称尺寸。

H6.2.3 咬边限制如表 H.3 所述。

H6.3 渗透试验 (PT)。如果本合同文件中没有另行规定，则渗透试验指导可以依照本资料性附录。实施渗透试验应依照符合 ASTM E 165 的要求而且为工程师所接受的书面程序。检查要求应依照表 H.2。焊缝和邻近母材热影响区的标准应如下：

(1) 不容许有线性指示；

(2) 圆形指示：

(a) 带有横向拉伸应力的完全熔透坡口焊缝和将在浸没工况中使用的焊缝 — 不容许有指示；

(b) 所有其他静荷载坡口焊缝和角焊缝与周期荷载角焊缝 — 任何长度为 1 英寸 [25 mm] 的焊缝中的直径为 1/32 英寸 [1 mm] 的指示的直径之和或直径较大的指示的直径之和不应超过 3/8 英寸 [10 mm]，或者任何长度为 12 英寸 [300 mm] 的焊缝中的直径为 1/32 英寸 [1 mm] 的指示的直径之和或直径较大的指示的直径之和不应超过 3/4 英寸 [20 mm]。

(c) 所有其他周期荷载坡口焊缝 — 任何长度为 4 英寸 [100 mm] 的焊缝中的最大指示和最大直径不应超过 3/32 英寸 [2.5 mm]。

表 H.1 焊缝分类 (参见 H2)

焊缝等级
0 — 非承载焊缝。
1 — 静荷载角焊缝、管状角焊缝以及周期荷载加劲至连接板的角焊缝。
2 — 周期荷载角焊缝, 不包括加劲至连接板的角焊缝。
3 — 静荷载坡口焊缝和管状坡口焊缝 (不包括疲劳控制的焊缝)。
4 — 承受压应力的周期荷载坡口焊缝。
5 — 承受拉伸应力与剪应力的周期荷载坡口焊缝和疲劳控制的管状坡口焊缝。

表 H.2 无损试验 / 检查方法^a (参见 H2)

方法	应用	建议频率
VT	符合的竣工焊缝	
	0 级	10%
	1-5 级	100%
	无损试验报告、射线照相	100%
PT	无损试验 — 0 级	0% (注 b)
	无损试验 — 1 级	5%
	无损试验 — 2 级	10%
	无损试验 — 3、4 级	25%
	无损试验 — 5 级	100%
RT/UT	无损试验 — 0、1、2 级	0%
	无损试验 — 3、4 级	10%
	无损试验 — 5 级	25%

^a 频率应取决于部件的功能、焊缝的实际负载、工况温度、腐蚀环境以及故障后果。

^b 非承载密封焊缝可能要求无损试验。

表 H.3 推荐的咬边标准 (参见 H6.2.3)

焊缝等级 ^a	母材厚度, ^b 英寸 [mm]	最大深度, 英寸 [mm]	咬边最长长度, 英寸 [mm]
0, 1	< 1 [25]	1/32 [1]	无限制
	≥ 1 [25]	1/16 [2]	2:12 [50:300]
2, 3	所有	1/16 [2]	无限制
4	所有	1/32 [1]	无限制
5	所有	0.01 [0.25]	无限制
		不容许	不容许

^a 焊缝等级, 参见表 H.1。

^b 有咬边的母材的标称厚度。

附录 I（资料性附录）非初步鉴定的不锈钢 — 焊接工艺规程鉴定和使用指导

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

I1. 概述

在本规范的条款 3 中，初步鉴定扩展至标称奥氏体不锈钢母材。如果这些奥氏体不锈钢在没有填充金属的情况下融化，则在正常情况下，其会产生少量的 Δ 铁素体；并且，针对这些奥氏体不锈钢母材，标称奥氏体不锈钢填充金属（这些填充金属符合母材强度，而且一般还在焊接金属中提供少量的 Δ 铁素体）有合适的 AWS 分类。表 3.2 中列有初步鉴定的母材，而表 3.3 中列有相应的填充金属。

因此，非初步鉴定的不锈钢包括：

(1) 马氏体不锈钢

(2) 铁素体不锈钢

(3) 奥氏体不锈钢（如果该奥氏体不锈钢在没有填充金属时熔化，则其一般不会提供铁素体）

(4) 奥氏体不锈钢（该奥氏体不锈钢的强度无法匹配正常在焊接金属中提供少量的 Δ 铁素体的标称奥氏体不锈钢填充金属的任何 AWS 分类）

(5) 双重铁素体 — 奥氏体不锈钢

(6) 沉淀硬化不锈钢

在非常低的温度情况下，需要高轻度或硬度、高韧性，或者需要蠕变阻力、抗特殊腐蚀剂力以及其他这种抗力时，工程师可以选择上述通用类型之中的非初步鉴定的不锈钢。然后，可以按照本规范的条款 4 制定工艺评定记录（PQR）和因而发生的焊接工艺规程（WPS）。在制定工艺评定记录和焊接工艺规程时，制造商可以借鉴以往经验、母材和填充金属制造商的专门知识、手册数据以及同类事物。以下是焊接几种类型非初步鉴定的不锈钢（该不锈钢也有用于制造商）指导。然而，在补充这些指导时，不应解释任何保证。

I2. 非初步鉴定的奥氏体不锈钢

I2.1 许多标称奥氏体不锈钢无法在其焊缝中提供 Δ 铁素体，即使在焊接时使用一般能够提供一些铁素体的填充金属。这些不锈钢包括型号为 310、320、330、904L、254SMo 以及 AL6XN 等等的奥氏体不锈钢。在熔焊区和高温热影响区里，这些奥氏体不锈钢可能会产生热裂纹。这些奥氏体不锈钢经常使用与其匹配的或几乎匹配的填充金属焊接。虽然产生热裂纹的可能性无法完全消除，但是可以通过下列方法控制这种可能性：

(1) 采购产生少量剩余元素（尤其硫磺和磷）的母材和填充金属。在商业可用性范围内，这两种杂质的总量越低越好。

(2) 使用产生浅渗透率和凸焊道的低热输出程序 — 应最好避免埋弧和喷射过度。

(3) 保持低预热和焊层间温度 — 已经成功使用的温度最高为 250°F [120°C]。

(4) 跳过焊接，以避免热量在一个区域内聚积。

(5) 当不断减少焊接电流时，在各焊道端部暂停以填充焊口。

(6) 设计焊件和焊接顺序，以最大程度上减少固化焊接金属的限制。

12.2 在冷加工条件下，可以提供一些奥氏体不锈钢。该种冷加工条件会提升拉伸强度和屈服强度至一定的水平。在规定的焊接条件下，任何标称奥氏体不锈钢填充金属都无法匹配该水平的拉伸强度和屈服强度。此外，焊接热度会部分地热处理热影响区，降低其强度。在选择这些母材时，有以下两种可能的方法：

(1) 在设计焊件时，考虑欠匹配焊接金属和热影响区的特性。接缝区的最少设计特性应是所使用的填充金属的特性或受过热处理的母材的特性（以较小值为准）。保守设计值还可以依照 SEI/ASCE-8《冷成型不锈钢钢结构构件设计规范》。高设计特性可以通过试验确定。

(2) 冷加工焊接金属和热影响区，以增加接缝强度。在薄的部分，滚动精轧焊接区域已经成功实现该效果。冷加工参数应是使用本工艺的接缝的焊接程序规范的一部分。按照 (1) 大于最低值的冷加工接缝的设计特性应通过试验确定。

在上述的 (1) 和 (2) 情况下，应在合同文件中规定用于提高的设计特性的试验和验收标准。

13. 马氏体不锈钢

马氏体不锈钢易于产生冷裂（扩散氢能够促进产生冷裂）。经过证明能够成功焊接马氏体不锈钢而不产生开裂的程序包括：

1 参考 ASTM A 666，《热处理或冷加工奥氏体不锈钢板、钢片、钢盘和偏钢规范》。

(1) 维持高预热和焊层间温度 — 410 型不锈钢可能需要 400°F；420 型不锈钢可能需要 600°F。

(2) 使用含有很低的氢的填充金属、药芯、保护气体等等。

(3) 使用能够减缓焊缝冷却的高热输入焊接程序。

(4) 使用能够减缓焊件冷却的绝热和/或补充加热。

(5) 在焊缝充分冷却，即马氏体转变几乎完成（一般该温度大约是 200°F [90°C]）时，立即使用焊后热处理。然后，必须选择焊后热处理 (PWHT) 温度，热处理马氏体和清除氢，并且未重新奥氏体化金属；涉及特殊母材和填充金属开始奥氏体化的温度时，应参考母材和焊接金属的恒温转变图。

14. 铁素体不锈钢

在以下情况下，铁素体不锈钢易发生脆化：焊接过程中，晶粒增大；在焊后热处理过程中或者温度范围为低至 600°F [315°C] 到高至 1700°F [930°C] 的工况下，金属间化合物沉淀。出现由于晶粒增大现象，一般仅在薄的区域提供铁素体不锈钢。经过证明能够成功焊接不锈钢而不产生脆化的程序包括：

(1) 使用低热输入单道焊接程序。

(2) 跳过焊接，以避免热量在一个区域内聚积。

(3) 某些含有大量碳的铁素体不锈钢（比如，430 型铁素体不锈钢）可能受益于快速的焊后热处理。这种快速的焊后热处理可以使碳从铁素体中扩散至马氏体岛（该马氏体岛由相同的焊后热处理软化）——关于该种焊后热处理的准确建议，应咨询母材的供应商。

(4) 如果这种用法不会引起负面的腐蚀作用，则使用包括一些铁素体的马氏体填充金属而不使用铁素体填充金属可以提供更容易接受的焊件。

15. 双重铁素体 — 奥氏体不锈钢

如果填充基本上匹配，则有意与大量氮（一般含量为 0.15% 或更多）熔合成合金的现代双重不锈钢相对容易焊接，不包括与镍（一般大多数双重不锈钢填充金属中含有 9% 的镍）重新熔合成合金。然而，最好避免某些条件。

(1) 高稀释度的焊缝能够在焊接金属中产生很多铁素体；然后，该焊缝可能具有差的延展性、刚度以及抗腐蚀力。应避免电阻焊接。钨极惰性气体保护焊 (GTAW) 应包括很多填充金属 — 推荐有间隙的焊根，以便迫使焊工增加足够的填充金属。应选择埋弧焊接 (SAW) 条件，以便产生至多 40% 的稀释度。

(2) 应避免很冷和很热的焊缝。很冷的焊缝（每英寸低于 15 千焦 [每毫米 0.6 千焦]）能够产生过多的焊缝和热影响区 (HAZ) 铁素体含量、劣质特性。很热的焊缝（每英寸超过约 60 千焦 [每毫米 2.4 千焦]）能够导致铁素体中的金属间化合物沉淀，引起焊接特性变差。

16. 沉淀硬化不锈钢

各沉淀硬化不锈钢本身具有特殊焊接特性。诸如 630 型 (a.k.a. 17-4PH) 的某些沉淀硬化不锈钢相对容易焊接，而且不会产生热裂缝。诸如 A-286 型的其他不锈钢很难焊接而没有热裂缝。焊接会超过部分热影响区，并且可能会导致焊接金属需要老化。如果在焊接之后，整件焊件不能固溶热处理和老化（这几乎是不可能的事情），则平衡焊件的特性是很复杂的问题。没有可以提供的更好的一般规则了。关于焊接建议，应咨询沉淀硬化母材的制造商。

1.7 将不锈钢焊接至结构碳钢或低合金钢

17.1 总则。在多数情况下，不锈钢填充金属用于这些接缝。如果不锈钢填充金属用于焊接不锈钢至结构钢或低合金钢接缝，则主要的问题通常是避免硬化裂纹。在制定焊接不锈钢至结构钢或者低合金钢的合格焊接程序时，涉及到两个原则。第一，为了使焊接操作易于执行，如果可能，需要选择奥氏体不锈钢焊接填充金属（该填充金属可以在第一阶段开始冷却时为固化提供铁素体）。通常这会在焊接金属中发生，尤其是根部焊道内，同时铁素体号至少为 3 FN。带有延长轴的 WRC-1992 图有利于预测焊接金属固化模式和铁素体数。第二，如果情况控制了铁素体不可能在焊接金属中产生，则必须推荐明显能够产生凸焊道和过量填充焊口的焊接程序。

还必须识别出：只要奥氏体不锈钢填充金属用于结构钢或低合金钢，就有出现薄的马氏体转变区。由于扩散氢的作用，该转变区可能会受到冷裂。尽管奥氏体不锈钢填充金属能够像屏障一样阻止氢的扩散，但是它们不是完美的屏障。因此，使用低氢规程有助于处理和存放不锈钢填充金属。尤其，敷料焊条应存放在密封的容器之内，直至准备使用。一旦打开容器，剩下的焊条应存放 250°F [120°C] 或者更高的温度中，以避免受潮。在相同的套管中，埋弧焊接和药芯焊丝的焊剂应防止受潮。实心焊丝通常没有这方面的问题。

17.2 焊接至结构钢或低合金钢的奥氏体不锈钢。到目前为止，309 或 309L 型是最常用于这些接缝的填充金属。当不锈钢是常见的填充金属之一时，诸如 304(L)、309(L)、316(L) 或 347 型的不锈钢可以在自焊熔焊区内产生少量的铁素体。图 1.1 说明了：使用 WRC-1992 图（其轴延长至 0）和包括含有 1% 锰成分的马氏体限度，该分析能够预测 304 型不锈钢和碳钢之间的焊缝（该焊缝通过使用 ER309LSi 填充金属而形成）根部焊道中的铁素体。首先在该例子中的两个母材的每个母材的成分、A 36 钢和 304 型不锈钢之间画一条连接线。假设每个母材都同样有利于稀释，则可以在该连接线的中点处发现为根部焊道提供稀释的“合成”母材。然后，在该“合成”母材和填充金属的成分之间画第二条连接线。如果预期的稀释度是 30%，则可以在填充金属成分与“合成”母材成分之间距离的 30% 处发

现预测的根部焊道。从图 1.1 可以看到，在该例子中，预测的根部焊道的铁素体含量大约是 5 FN。该含量处在图中标有“FA”成分的范围之内，表示固化的最抗裂形式——初生铁素体。图 1.1 还包括预测稀释度为 40%、含量约为 2 FN 的铁素体。该铁素体仍处在具有初生铁素体固化的成分范围之内。此外，在稀释度为 30% 或 40% 时，根部焊道成分安全地处在马氏体的右上方。这意味着在根部焊道中将没有马氏体，而且根部焊道因此将会具有延展性。通过不锈钢和结构钢或低合金钢的任何其他组合，可以进行类似的分析。

借助合理设计的 309 或 309L 型填充金属，在这样的根部焊道中一般会发生诸如初生铁素体等的固化，除非出现过高的稀释度。尤其，埋弧焊接和具有钨极惰性气体保护焊接的根部焊道最容易出现过高的稀释度。在埋弧焊接情况下，直流电源负极 (DCEN) 有利于限制稀释度，以便可以获得至少 3 FN。该直流电源负极具有的电流（送丝速度）通向给定焊条直径的推荐范围的低端。通过使用钨电极惰性气体保护焊，需要大量填充金属的有间隙的焊根接头最有利于防止过度稀释。敷料焊条和药芯焊丝的制造商一般提供铁素体含量高的 309 或 309L 型填充金属作为标准。并且，对于保护金属电弧焊 (SMAW) 和 药芯焊丝弧焊 (FCAW)，这些预防措施一般足够了。然而，气体保护电弧焊 (GMAW)、钨电极惰性气体保护焊 (GTAW) 以及埋弧焊接 (SAW) 使用实心焊条。此时，不是所有供应商会旨在提供高铁素体含量，因为炼钢厂不想提供高铁素体含量的 309 或 309L 型不锈钢。在所有焊接金属中，具有至少 10 FN 的填充金属是更安全的。如果诸如 310、320、330、904L 型等镍含量较高的不锈钢将要焊接至结构钢或低合金钢，则可能需要诸如 309LMo、2209 或 312 型等铁素体含量较高的填充金属，以便在焊接金属中获得至少 3 FN，或者实现初生铁素体固化。

17.3 焊接至结构钢或低合金钢的马氏体不锈钢。如果计划实施焊后热处理，则通过使用低碳钢填充金属和适当地预热，诸如 410 或 410NiMo 型等含有 12% 铬的马氏体不锈钢可以焊接至结构钢或低合金钢。然而，如果没有计划实施焊后热处理，则具有至少 10 FN 的奥氏体填充金属是最近选择，以 309L 型开始。针对合金含量较高的马氏体不锈钢或者碳含量较高的马氏体不锈钢（比如 420 型），只有铁素体含量高的奥氏体不锈钢填充金属（比如 309L、309LMo、2209 或 312 型）才适合在沉淀物中获得至少 3 FN，或者实现初生铁素体固化。

17.4 焊接至结构钢或低合金钢的铁素体不锈钢。通过使用低碳钢填充金属，诸如 405 和 409 型等含有 12% 铬的铁素体不锈钢可以焊接至结构钢或低合金钢。通过使用 309L 填充金属，合金含量较高的铁素体不锈钢可以最佳地焊接至结构钢或低合金钢。通常，这些接头不需要合金含量比 309L 不锈钢高的填充金属，尽管其也可以使用。

17.5 焊接至结构钢或低合金钢的双重不锈钢。再次，309L 型不锈钢通常是作为填充金属的最佳选择，尽管除了填充金属成本之外，使用铁素体含量较高的填充金属（比如 2209 型双重不锈钢填充金属）也没有什么不妥。

17.6 焊接至结构钢或低合金钢的沉淀硬化不锈钢。相比于马氏体 PH 不锈钢（比如 17-4PH 型）和半奥氏体 PH 不锈钢（比如 17-7PH 型），309L 型不锈钢仍然是众多应用的最好选择，因为其将会在根部焊道（不包括在过高稀释度的情况下）中产生至少 3 FN。然而，奥氏体 PH 不锈钢（比如 A-286 型）含镍量高。因此，奥氏体 PH 不锈钢通常需要铁素体含量比 309L 型不锈钢高的填充金属。为了避免固化开裂，可能需要至少是 309LMo 型的不锈钢和可能是 2209 型或 312 型的不锈钢。

17.7 焊接至结构钢或低合金钢的不锈钢的焊后热处理。焊接至结构钢或低合金钢接头的不锈钢的焊后热处理涉及可能发生的冶金反应。该冶金反应不是结构钢和低合金钢之间的焊

接的焊后热处理所关心的事。铬含量高的不锈钢和铬含量较低的结构钢或低合金钢之间的合金含量的差异能够为碳迁移提供驱动力。这可能在低铬钢中产生碳贫化区。该低铬钢处在不锈钢填充金属和低铬母材之间的接口处。该碳贫化区将会比焊件的任何其他部分都要贫乏。强度损失的严重性取决于焊后热处理所使用的时间和温度。焊后热处理所使用的时间越长和温度越高，通常会出现更厚的、更严重的贫化区。工程师应考虑：

在不锈钢至铁素体钢之间的薄转变区中，使用焊后热处理法处理马氏体可以提高其刚度。然而，焊后热处理也可能在除该转变区之外的奥氏体中引起某种碳化物沉淀。这会提供该奥氏体马氏体化的起始温度。随后，焊后热处理温度的冷却将可能导致新马氏体形成该奥氏体以前的状态。因此，这些接头的焊后热处理不会消除硬马氏体区。工程师应考虑：

如果 309L 型不锈钢或其他铁素体含量高的填充金属用于接头，则在焊接金属中形成的铁素体可能会在焊件的焊后热处理过程中转变至 δ 相。此外，时间越长和温度越高，这种不良的转变可能会容易形成。在设计该种型号的焊件时，工程师应考虑这种可能性。

焊后热处理会影响由热膨胀系数差异引起的残余应力，并且也会影响碳扩散。通过在焊后热处理之前涂上黄油和通过使用镍基填充金属，可以减少焊后热处理的这些影响。

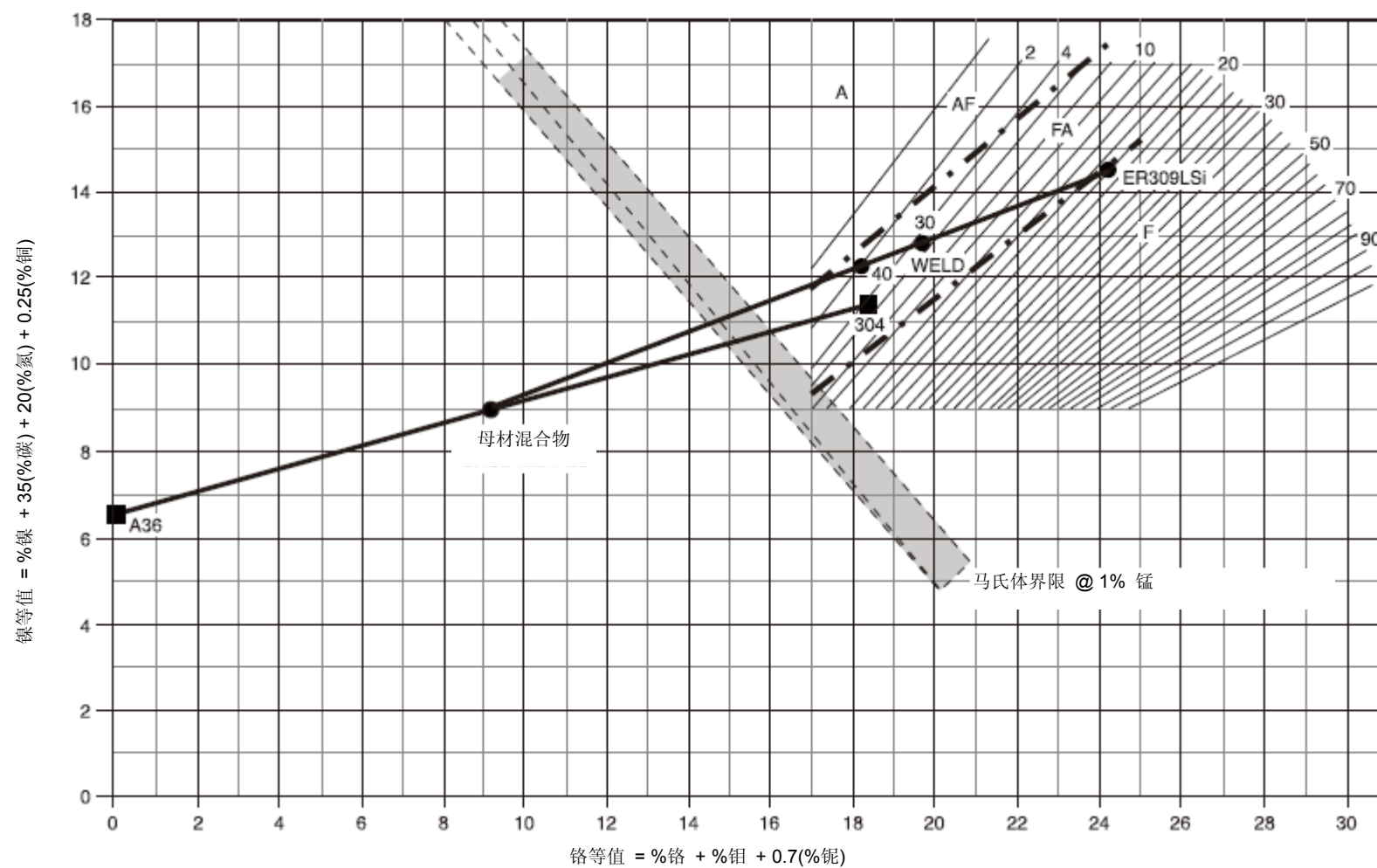


图 I.1 — 使用 ER309LSi 填充金属进行 304 不锈钢至 A 36 钢根部焊道焊接的 WRC-1992 图

附录 J（资料性附录）安全规程

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

本附录涵盖电弧焊工艺的诸多安全基本构件。本附录还包括众多（但不是所有）与结构焊接相关的安全方面。将在此处对可能会遇到的危险以及最大程度地减少人员伤害和财产损失的规程进行审核。

J1. 电气危险

电击将产生致命危险。然而，电击可予以避免。不得触碰带电部件。阅读并了解制造商说明和推荐安全规程。电气设备安全错误、接地不当以及操作和维护不当均将引起危险。

应对所有电气设备和工件进行接地。对工件进行接地时，要求进行单独连接。生铅不得误用作接地连接。

应始终确保工作区域、设备和衣物保持干燥，以防电击。应穿戴干燥的手套和胶底鞋。焊工应站在干燥的主板或绝缘平台上。

电缆和连接器应保持良好状态。不得使用磨损、受损或裸电缆。发生电击时，应立即关闭电源。如果援救者必须从带电触点上拉出伤着，则必须使用非导电材料。应就医并继续 CPR，直至伤者恢复呼吸或直至医师到达（参见引用文献 7、8 和 10）。

J2. 烟雾和气体

诸多焊接、切割和相关工艺均将产生可能会对人身健康有害额烟雾和气体。母材上将存在源于焊接消耗品、母材和任何涂层的烟雾和固体颗粒。焊接过程中将产生或工艺辐射对周围环境的影响可能会产生气体。任何与焊接操作有关的人员均应熟悉上述烟雾和气体的影响。

过度暴露在烟雾和气体中可能产生的影响包括眼睛、皮肤和呼吸道系统刺激和更加严重的并发症。上述影响可能会立即发生或后期发生。烟雾可导致以下若干症状，例如恶心、头痛、头晕和金属烟雾病。

应在电弧处进行充分通风或排风或通风和排风，以防烟雾和气体进入呼吸区和常规工作区域。

更多有关各种焊接工艺产生之烟雾和气体的详细信息，参见引用文献 1、4 和 11。

J3. 噪音

过度噪音是一种已知的健康危害。暴露于过度噪声环境中将致使听力减退。听力减退可指完全减退或部分减退，临时减退或永久减退。过度噪声将对听觉能力产生不利影响。此外，有证据表明过度噪声还将对其他身体机能和行为产生影响。

可能会使用个人防护设备，例如耳罩或耳塞。通常，仅当工程控制装置不具备完全有效性时方可使用上述个人防护设备（参见引用文献 1、5 和 11）。

J4. 烧伤保护

焊接、切割和相关工艺将产生熔融金属、火花、熔渣和热工作表明。如果未采取预防措施，则将造成烧伤危害。

工人应穿戴采用防火材料制成的防护服。不得穿戴卷边裤子、或者带有平袋或其他可能挡住并保留熔融金属或火花部位的衣物。应穿戴高帮鞋或皮裤和防火手套。裤腿应放在高帮

靴外部。应穿戴为脸部、颈部和耳朵提供保护的头盔或手持面罩以及头罩，以便保护头部。

衣物不得含有油脂和机油。衣物口袋中不得含有易燃材料。如果任何可燃物质溅到衣物上，使用开弧或火焰进行工作前应使用干净的防火衣物进行更换。

应始终使用适当的护目用具。同时，还应佩戴护目镜或等效物品，以便提供额外眼部保护。

接触热部件或处理电气设备时，应始终穿戴绝缘手套。

更多有关个人防护的详细信息，应参见引用文献 2、3、8 和 11。

J5. 防火

焊接、切割和相关工艺将产生熔融金属、火花、熔渣和热工作表明。如果未采取预防措施，则将造成火灾或爆炸危害。

在包含可燃气体、蒸汽、液体或灰尘的部位进行焊接或切割时发生了爆炸。应从工作区域清除所有易燃材料。如若可行，应将工作移至远离易燃材料的位置。如若不可采取任何措施，则应在易燃材料上涂覆一层防火材料。应清除所有易燃材料或在工作区域方圆 35 ft [11 m] 半径范围内进行安全防护。

不得在含有危险活性或可燃气体、蒸汽、液体或灰尘的大气环境下进行焊接或切割。不得对含有未知物质或易燃材料（含有一旦加热即产生可燃或爆炸性蒸汽的成分）的容器进行加热。应在工作区域提供充分通风，以防可燃气体、蒸汽或灰尘积聚。加热前，应对容器进行清洁和吹扫。

更多有关焊接和切割操作引起火灾危害的详细信息，参见引用文献 6、8、9 和 11。

J6. 辐射

焊接、切割和相关操作可能会产生对人身健康有害的辐射能（辐射）。任何人员均应熟悉该辐射能的影响。

辐射能可能会电离（例如 X 射线）或不会电离（例如紫外线、可见光或红外线）。如果过度暴露于辐射环境，则辐射可产生各种影响，例如皮肤烧伤和眼部损伤。

一些工艺（例如电阻焊接和冷压焊）通常产生少量辐射能。然而，大部分电弧焊和切割工艺（正确使用时，埋弧除外）、激光焊、气焊、切割、铜焊或软钎焊可产生大量不电离辐射，因此必须采取预防措施。

针对可能存在的有害辐射影响的保护包括以下方面：

(1) 除非通过焊接滤板，否则不得对焊弧进行查看（参见引用文献 2）。透明焊接帘不作为焊接滤板，但是旨在防止过路人偶然接触。

(2) 根据相关规定，裸露皮肤应通过穿戴充分手套和衣物进行保护（参见引用文献 8）。

(3) 偶然经过焊接操作的过路人应通过使用电焊遮光罩、焊接帘或远离过道、走道等进行保护。

(4) 配备紫外线侧护板的护目镜经证明能够起到阻隔焊弧产生紫外线辐射的作用。

引用文献

1. 美国政府工业卫生学家联合会 (ACGIH)。《工作室环境下化学物质和物理因素限值》。俄亥俄州辛辛那提；美国政府工业卫生学家联合会 (ACGIH)。

2. 美国国家标准协会。《职业性和教学性眼睛和面部防护的方法》，ANSI Z87.1 纽约：美国国家标准协会。
3. 美国国家标准协会。《个人防护设备 — 安全鞋》，ANSI Z41.1。纽约：美国国家标准协会。
4. 美国焊接协会。《焊接环境下烟雾和气体》，AWS 报告。佛罗里达州迈阿密：美国焊接协会。
5. 美国焊接协会。《手工电弧焊和手工切割声级测量方法》，ANSI/AWS F6.1。佛罗里达州迈阿密。美国焊接协会。
6. 美国焊接协会。《容器和管道焊接和切割准备的推荐安全规程》，ANSI/AWS F4.1。佛罗里达州迈阿密：美国焊接协会。
7. 美国焊接协会。《安全规程》。（复制自《焊接手册》，第 1 卷，英文版）。佛罗里达州迈阿密：美国焊接协会。
8. 美国焊接协会。《焊接、切割和相关工艺中的安全》，ANSI Z49.1。佛罗里达州迈阿密：美国焊接协会。
9. 美国消防协会。《切削和焊接工艺的防火措施》，NFPA 标准 51B。马萨诸塞州昆西：美国消防协会。
10. 《国家电气规程》。NFPA 编号 70。马萨诸塞州昆西：美国消防协会。
11. 职业安全与健康管理局。《联邦法规》，标题 29，子标题 B，第 XVII 章，第 1910 部分：职业安全及健康标准。华盛顿特区：美国政府印刷办公室。

附录 K（资料性附录） 技术问询准备指南

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

K1. 引言

美国焊接协会 (AWS) 董事会采纳了一项政策，据此应以正式方式对 AWS 标准所有官方说明进行处理。根据该项政策，负责标准的委员会做出了所有说明。有关说明的官方沟通直接通过与委员会合作的 AWS 成员。政策要求以书面形式提交有关说明的所有请求。应尽可能快地处理此类请求，但是由于工作的复杂性以及必须遵循的程序，一些说明的处理可能会要求相当长的时间。

K2. 程序

所有问询均应发送至：总经理

技术服务部

美国焊接协会

550 N.W. LeJeune Road

Miami, FL 33126

所有问询均应包含问询者的姓名、地址和所属机构，同时还应向委员会提供充分的信息，以便了解问询重点。如果问询重点未明确指定，则将返回咨询以便进行说明。为了进行有效处理，所有问询均应以下文指定格式用打印机打印。

K2.1 范围。除非问询重点涉及两项或更多相关条款，否则每次问询应对标准中的一条单项条款进行说明。条款应在问询范围以及标准（包含问询者当前进行说明的条款）版本范围内进行识别。

K2.2 问询目的。问询目的应在问询部分进行说明。问询目的包括获取关于标准要求的解释或请求对标准中的特定条款进行修改。

K2.3 问询内容。问询应简明、完整，以确保委员会能够了解问询重点。适当时应使用草图，同时应引用问询中包含的所有段落和图表（或附录）。如果问询重点在于修订标准，则问询应提供用于该修订的技术证明。

K2.4 建议回复。作为建议回复，问询者应解释作为问询重点的条款或为建议的修订措辞（如果这是问询者力求实现的）。

K3. 标准条款的解释

标准条款必须由相关美国焊接协会 (AWS) 的技术委员会解释。委员会秘书将所有问询提交至特别小组委员会主席（其管辖范围涵盖问询说明的标准部分）。小组委员会对问询和建议回复进行审核，以便确定应对问询作出何种回复。小组委员会作出回复后，应向整个委员会提交问询和回复以供审批。委员会批准后，说明即代表协会的官方说明。秘书应将回复发送给问询者以及《焊接杂志》以便出版。

K4. 解释的公布

所有官方解释都将公布在《焊接杂志》上，同时将放在美国焊接协会网站上。

K5. 电话问询

向美国焊接协会总部进行的关于美国焊接协会标准的电话问询内容应仅限一般性问题或与标准用途直接相关的问题。《美国焊接协会董事会政策手册》要求所有美国焊接协会的成员应采用以下信息回复关于任何美国焊接协会标准的官方解释的电话问询：这个解释只能通过书面请求的形式获取。总部人员无法提供咨询服务。然而，总部人员可将呼叫者转至顾问（其姓名包含在美国焊接协会总部文件中）。

K6. 美国焊接协会技术委员会

根据新数据或技术，涉及解释的美国焊接协会委员会的活动严格限制在解释由委员会制定的标准条款或考虑现有条款的修订事项。美国焊接协会人员或委员会均不能就以下内容提供解释或咨询服务：**(1)** 具体工程问题；**(2)** 用于文件范围之外制造的标准要求；**(3)** 标准未特别涵盖的各点。在此类情况下，问询者应从在特定专业领域具备丰富经验的合格工程师处寻求帮助。

附录 L（资料性附录）条款和定义

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

在美国焊接协会结构焊接委员会论及本规范时，本术语表中的条款和定义由美国焊接协会结构焊接委员会规定。仅用于超声试验或射线照相试验的条款和定义由跟在条款后的 (UT) 或 (RT) 表示。其他定义可以在 AWS A3.0 《标准焊接条款和定义》的最新版本中找到。

A

合金焊剂。焊接金属的合金含量主要取决于焊剂。

衰减 (UT)。传播中的任何两点之间均会出现声能损失。这种声能损失可能源于吸收、反射等等。这本规范中，通过使用剪力波脉冲反射试验方法，该声能损失取决于使用将要试验的材料根据图 6.15 进行校准。或者，在 UT 仪器中创立的信号强度的衰减可以调节。

D

分贝 (dB) (UT)。声能的两个振幅比或强度的对数表达式。 $\text{dB} = 10 \log_{10} (P1/P2)$ ，其中 $P1$ 和 $P2$ 是两个经过考虑的声能等级。

分贝额定值 (UT)。参见首选条款指示额定值。

缺陷。本身的或通过积累的作用（比如整个裂缝长度）而产生的不连续性可以使零件或产品不能够达到最低的验收标准或规范。

缺陷额定值 (UT)。参见指示额定值。

***二面角。**参见局部二面角。

E

有效焊缝长度。存在焊缝适当比例横截面的长度。在曲线焊缝中，焊缝有效长度应沿着焊缝轴线进行测量。

F

疲劳。疲劳是部件中的裂缝在负载波动的情况下不断增大的过程，这会导致部件出现故障或损坏。裂缝可能在负载波动的情况下开始出现或原本就存在。

熔合型不连续性（缺陷）。表示夹渣、未焊透、未完成熔焊连接以及与熔融相关的类似不连续性。

G

几何不清晰度。射线照相图像的模糊性或清晰度的缺失源于放射源尺寸、工件与胶片之间的距离以及放射源和工件之间的距离。几何不清晰度可以通过下列数学表达式表示：

$$U_g = F (L_i - L_o) L_o$$

其中， U_g 表示几何不清晰度； F 表示焦点或者 γ 射线； L_i 表示放射源与胶片之间的距离； L_o 表示放射源与工件之间的距离。

***坡口角度， Φ （管状结构）。**在接头安装结束之后，确定将要使用填充金属填充的破口的相反面之间的角度。

I

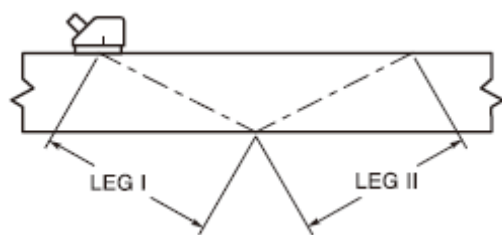
***像质计 (IQI)**。用其在射线照片上的成像以确定射线照片质量的装置。其既不用来评判不连续性尺寸，也不用以确定其验收限制。

指示 (UT)。在仪器上显示的信号表示正在试验的零件中有声波反射体。

指示等级 (UT)。从不连续性中获得的校准增益或衰减控制读数用于参考距离振幅校正 (DAC) 线高度指示。

L

焊脚 (UT)。在被正在试验的材料表面反射回来之前，剪力波在直线中传播的路线。关于焊脚识别的信息，参见草图。注：焊脚 I 加上焊脚 II 等于一条 V 形路线。



局部二面角， Ψ (管状结构)。在正在焊缝处焊接的管道的表面外切线之间和垂直于焊缝线的平面中测量该角。外部二面角，其中一个面向连接的局部横截面，这样相交的表面可以看作平面。

N

节点 (UT)。参见焊脚。

P

管道。圆形横截面的管状产品。参见管状产品。

管状孔隙 (电渣与电气)。长形孔隙，其主要尺寸大致平行于焊缝轴的方向。

管状孔隙 (一般)。长形孔隙，其主要尺寸大致垂直于焊缝表面的方向。当该孔隙延伸至焊缝表面时，其常被称为针孔。

焊后热处理。焊接之后的任何热处理。

预热。在焊接之前，立即将母材加热。

R

参考等级 (UT)。从参考反射体获得的分贝读数用于水平基准线高度指示。

参考反射体 (UT)。国际焊接学会 (IIW) 标准试块或其他已批准的试块中包含的已知几何反射体。

不可接受的不连续性。参见缺陷。

分辨率 (UT)。超声设备能够从密集反射体中发出不同指示的能力。

S

声程距离 (UT)。探测器试验材料接口和反射体之间的距离。沿着声束的中心线测量该距离。

螺柱焊接端。焊接端的双头螺栓尖端，包括焊剂和容器，与尖端相邻的双头螺栓体的长度为 1/8 英寸 [3 mm]。

T

管状。管状产品是一系列具有不同横截面构造的空心型材产品的通称。条款 *管道* 表示区别于正方形和长方形空心型材产品的筒形制品。然而，管子或管材也可以是筒形制品。用户应该注意到管状界面的 AISC 名称：

TS \times **t** 表示圆形管（管子）

TS \times **a** \times **b** \times **t** 表示正方形或长方形管（在本规范中统指箱型截面）

其中：

TS = 组符号

t = 标称管壁厚度

D = 标称外径 **a** = 标称主宽度

b = 标称次宽度

管状连接。结构中包括两个或更多交叉构件而且其中至少有一个是管状构件的连接。

管状接头。互相交叉的管状构件（交叉的另一构件可以是或不是管状）形成的接口之中的接头。

附录 M（资料性附录）焊接表格样本

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

本附录包含结构焊接委员会已批准的用于记录本规范所要求的以下事项的三份表格：焊接工艺规程合格鉴定、焊工资格鉴定、焊接操作工资格鉴定以及定位焊机合格鉴定数据。

建议向本规范要求的资质信息记录在上述表格或用户准备的类似表格中。允许对上述表格进行变更，以便满足用户需要。

M1. 关于使用焊接工艺规程表 M-1（正面）与 M-1（背面）的说明

表 M-1 可以用于记录关于焊接工艺规程或工艺评定记录的信息。用户应在适当的方框内注明自己所选的应用；或者，用户可以删除不合适的标题。

焊接工艺规程和工艺评定记录必须由制造商或承包商授权的代表签署。

关于焊接工艺规程中的接头详细信息，可以使用可用的预评定接头详图的草图或参考资料（比如，B-U4a）。

M2. 预评定

焊接工艺规程可以按照条款 3 中的所有规定进行预评定。在这种情况下，仅需要单页文件 — 表 M-1。

M3. 试验评定

焊接工艺规程可以按照条款 4 中的规定进行试验评定。在这种情况下，除了焊接工艺规程之外，还需要支撑性的工艺评定记录。针对工艺评定记录，表 M-1 可以在适当地变更标题之后再使用。此外，表 M-2 可以用于记录试验结果和认证声明。

针对焊接工艺规程，陈述试验评定容许的范围或者基本变量的合理公差（比如，250 安培数 $\pm 10\%$ ）。

针对工艺评定记录，应记录试验中所用的试剂接头详细信息和基本变量的数值。应附上关于试验材料的工厂试验报告的副本。此外，还可以附上试验实验室数据报告，以作为备用资料。

本规范中没有要求的条款内容是非强制性的；可是，其可能有利于装配设备或理解试验结果。

工艺评定记录 (PQR) # _____

试验结果

拉伸试验

样品编号	宽度	厚度	面积	极限拉力载荷, lbs [N]	极限单位应力, psi [MPa]	故障特性和位置

导向弯曲试验

样品编号	弯曲类型	结果	备注

目视检查

外观 _____

咬边 _____

管状孔隙 _____

凸度 _____

试验日期 _____

见证人 _____

射线-超声波检验

射线试验报告编号: _____ 结果 _____

超声波试验报告编号: _____ 结果 _____

角焊缝试验结果

最小尺寸 多焊道 最大尺寸 单焊道 宏观腐蚀

宏观腐蚀

1. _____ 3. _____ 1. _____ 3. _____

2. _____ 2. _____

其他试验

所有焊缝金属张力试验

抗拉强度, psi [MPa] _____

屈服点/强度, psi [MPa] _____

2 英寸内的伸长率 f % _____

实验室试验编号 _____

焊工姓名 _____ 工号 _____ 钢印 _____

试验执行人 _____ 实验室 _____

试验编号 _____

试验执行标准 _____

签署人证明, 本记录中的声明正确与试验焊缝的准备、焊接和试验均符合 AWS D1.6 (_____) 《不锈钢结构焊接规范》条款 4 中的要求。

(年份)

签名 _____

制造商或承包商

签署者 _____

职位 _____

日期 _____

焊工或焊接操作工资格试验记录

焊工类型 _____	姓名 _____	身份证号码 _____
焊接工艺规程编号 _____	修订本 _____	日期 _____
	记录资格评定所使用的实际数值	资格评定范围
变量		
工艺 / 类型 (4.8.1)		
焊条 (单或多)		
电流 / 极性		
位置 (4.8.4 or 4.9.4)		
焊缝方向 (4.8.6)		
衬垫 (是或否) (4.8.7)		
材料 / 规格	至	
母材		
厚度: (板材)		
坡口焊		
角焊缝		
厚度: (管材 / 导管)		
坡口焊缝		
角焊缝		
直径: (管材)		
坡口焊缝		
角焊缝		
填充金属 (4.8.2)		
规范编号		
等级		
F 编号		
气体 / 焊剂类型 (4.8.3)		
其他		

目视检查 (4.10.1.1)			
可接受 是或否			
导向弯曲试验结果 (4.10.2.3)			
类型	结果	类型	结果

角焊缝试验结果 (4.10.5)	
外观 _____	角焊缝尺寸 _____
断裂试验根部渗透 _____	宏观腐蚀 _____
(描述样品任何裂缝或破裂的位置、性质以及尺寸。)	
检验人 _____	试验编号 _____
组织 _____	日期 _____

射线照相试验结果 (4.10.3)					
胶片标识号	结果	备注	胶片标识号	结果	备注

解释人 _____	试验编号 _____
组织 _____	日期 _____

签署人证明, 本记录中的声明正确与试验焊缝的准备、焊接和试验均符合 AWS D1.6 (_____) 《不锈钢结构焊接规范》条款 4 中的要求。 (年份)

制造商或承包商 _____	授权人 _____
表 M-3	日期 _____

附录 N (资料性附录)

腐蚀剂溶液

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

N1. 范围

建议附录 N 中描述的腐蚀剂溶液用于宏观腐蚀不锈钢。

王水与 Lepito 腐蚀剂的配方构成

	王水 ^{1,3}	Lepito 腐蚀剂 ^{2,3}
浓缩硝酸 — HNO_3	1 部分	3 ml
浓缩盐酸 — HCl	2 部分	10 ml
硫酸铵 — $(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)$	...	1.5 g
氯化铁 — FeCl_3	...	2.5 g
水	...	7.5 ml

N2. 推荐用于不锈钢的腐蚀剂

也可以使用用于不锈钢的腐蚀剂宏观腐蚀这些材料。

N2.1 材料

配方

镍	硝酸或 Lepito 腐蚀剂
低碳镍	硝酸或 Lepito 腐蚀剂
镍铜合金 (400)	硝酸或 Lepito 腐蚀剂
镍铬铁合金 (600 和 800)	王水或 Lepito 腐蚀剂

注：

(1) 加热反应较快的部分。

(2) 按照下列步骤混合溶液：

(a) 溶解 $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$

(b) 在温热的 HCl 中溶解磨成粉末的 FeCl_3 。

(c) 混合上述的 (a) 与 (b)，并加入 HNO_3 。

(3) 通过涂在样品上，或者将样品浸入到溶液中，达到侵蚀。

N3. 安全程序

N3.1 概述。 用作腐蚀剂的所有化学物存在潜在危险。使用 N2 中列出的任何腐蚀剂的所有人员应当完全熟悉所有相关的化学物以及搬运和混合这些化合物的正确程序。

N3.2 搬运和混合酸。在化合所有化学品，特别是强酸时，务必采取**预防措施**。在任何情况下，混合时应当将各种化学品缓慢地加到水或溶液中。

N3.3 搬运侵蚀性化学品的基本建议

N3.3.1 在倾倒、混合或侵蚀时，务必采用防护服（手套、围裙、护目镜或面罩等）。

N3.3.2 在称量、混合、装入或储存溶液时，须使用正确的设备（玻璃或塑料）。

N3.3.3 擦掉或冲洗掉所有溢出液。

N3.3.4 处理未正确标识的任何溶液。请勿使用未标识溶液；如果有问题，则采用环境友好的方式处理未标识的溶液。

N3.3.5 按照制造商的建议，储存和搬运化学品；并且，注意任何印在化学品容器上的注意事项。

N3.3.6 如果不确定如何正确使用化学品，则请联系安全部门。

**附录 O（资料性附录）
超声波装置证书**

本附录不是标准 AWS D1.6/D1.6M:2007《不锈钢结构焊接规范》的一部分，而仅供参考。

超声波装置
型号_____序列号_____

日期_____
检验者_____

探测装置
尺寸_____类型_____
频率_____MHz

ASNT 等级_____

列表					
编号	a 分贝 读数	b % 比例尺	C 已修正 读数	d 分贝 误差	e 全体分贝误差
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

从 b 栏中找出平均 % 显示值, 这与前三个和后三个表格数据无关。将该百分比用作 %₂, 从而计算校正读数 c。
分贝误差 d 通过减去分贝读数 a 中的已修正读数而确定。从列出的最接近 0.0 的分贝误差 d 开始, 将分贝误差 d 数值全部加起来, 并且将小计放入 e 栏内 (全部分贝误差)。
在平均 % 线上下垂直移动, 找到最大的垂直范围 (在该范围内, 上部和底部的全部分贝误差数值保持在或低于 2 分贝)。计算移动的垂直空间的数量, 减去 1, 并且将剩下的乘以 6。该分贝数值是装置的可接受范围。
为了用图示的方法确定可接受的范围, 应按照下列内容同时使用表 2 和表 1。
(1) 将集体分贝误差 "e" 数值垂直地作用于与分贝读数 "a" 一致的水平偏差。
(2) 确立一条曲线, 通过这一系列点。
(3) 在该曲线上垂直定位 2 分贝高水平窗, 从而使得最长部分完全包含在 2 分贝误差高度内。
(4) 该窗长度代表装置的可接受分贝量程。
 $DB_2 = 20 \times \log (\%2 + 1) + dB_1$

表 O-1

总评定范围 _____ 分贝至 _____ 分贝 = _____ 分贝

总评定范围 _____ 分贝至 _____ 分贝 = _____ 分贝

%₂ (平均) _____ %

总误差 _____ 分贝

总误差 _____ 分贝

表 O-1 — 超声波装置证书 [参见 6.15.11 (6)]

超声波装置

型号 UT77

序列号 00006

日期 10-23-90

检验者 I.C.BLIPS

探测装置

尺寸 直径为1"

类型 BT

ASNT 等级 II

频率 2.25 MHz

列表					
编号	a 分贝 读数	b % 比例尺	c 已修正 读数	d 分贝 误差	e 全体分贝误差
1	6	69	7.1	-1.1	-2.3
2	12	75	12.4	-0.4	-1.2
3	18	75	18.3	-0.3	-0.8
4	24	77	24.1	-0.1	-0.5
5	30	77	30.1	-0.1	-0.4
6	36	77	36.1	-0.1	-0.3
7	42	77	42.1	-0.1	-0.2
8	48	78	48.0	-0.0	-0.1
9	54	77	54.1	-0.1	-0.1
10	60	78	60.0	0.0	0.0
11	66	79	65.9	+0.1	+0.1
12	72	80	71.8	+0.2	+0.3
13	78	81	77.7	+0.3	+0.6
14	84	86	83.1	+0.9	+1.5
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

平均 78%

从 b 栏中找出平均 % 显示值, 这与前三个和后三个表格数据无关。将该百分比用作 %₂, 从而计算校正读数 c。
通过使 dB 读数 a 减去校正读数, 确立 dB 误差 d。从最接近 0.0 的表数据 dB 误差 d 开始, 累计加上 dB 误差 d 值和减去, 小计输入在 e 栏中 (累计 dB 误差)。
在平均 % 线上下垂直移动, 找到最大的垂直范围 (在该范围内, 上部和底部的全部分贝误差数值保持在或低于 2 分贝)。对垂直空间移动次数计数, 减去一, 使得数乘以六。该 dB 值是装置的可接受范围。
为了用图示的方法确定可接受的范围, 应按下列内容同时使用表 2 和表 1。
(1) 将集体分贝误差 "e" 数值垂直地作用于与分贝读数 "a" 一致的水平偏差。
(2) 确立一条曲线, 通过这一系列点。
(3) 在该曲线上垂直定位 2 分贝高水平窗, 从而使得最长部分完全包含在 2 分贝误差高度内。
(4) 该窗长度代表装置的可接受分贝量程。
 $DB_2 = 20 \times \log (\%_2 + 1) + dB_1$

%₂ (平均) 78 %

总评定范围 12 分贝至 78 分贝 = 66 分贝

表 O-1 总评定范围 11 分贝至 80 分贝 = 69 分贝

总误差 1.8 分贝

总误差 2.0 分贝

表 O-1 — 超声波装置证书 [参见 6.15.11 (13)] 的使用示范

全部分贝误差 e

分贝准确度评估

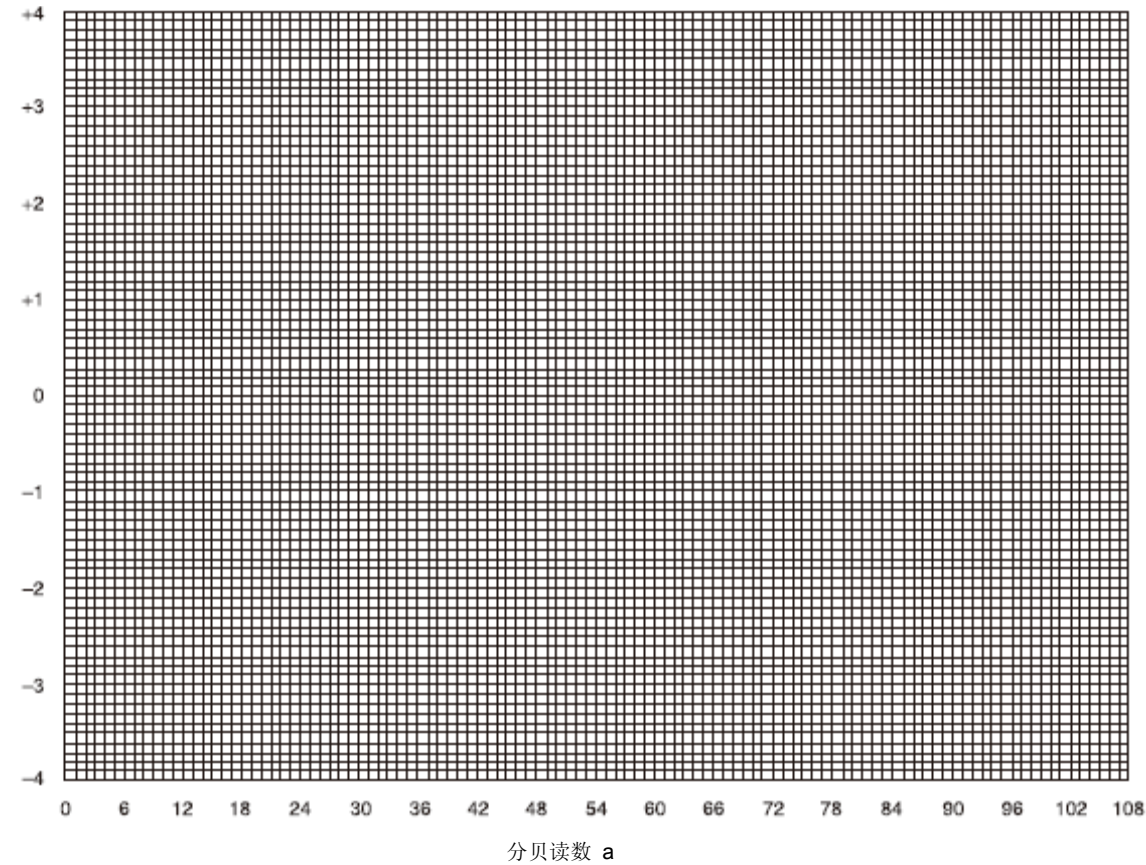


表 O-2

表 O-2 — 分贝准确度评估 [参见 6.15.11 (15)]

表 2 分贝准确度评估的示范使用

全部分贝误差 e

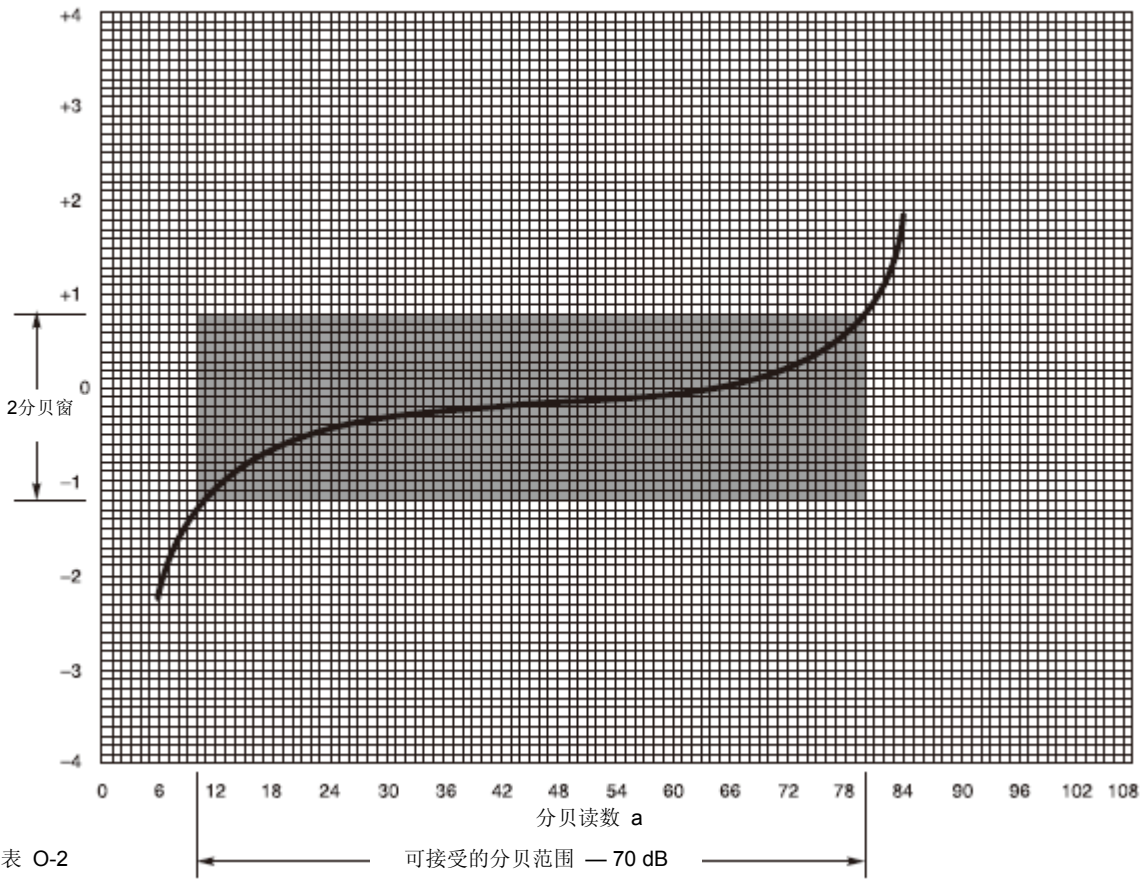


表 O-2 示例上的曲线源于表 1 中的计算结果。
图 O-2 上的十字形线表示示例装置符合本规范的区域
注：本示例中标有表 O-1 的示范使用中的第一条线。

表 O-2 — 分贝准确度评估 [参见 6.15.11 (15)] 的使用示范

分贝（衰减或增加）值诺模图

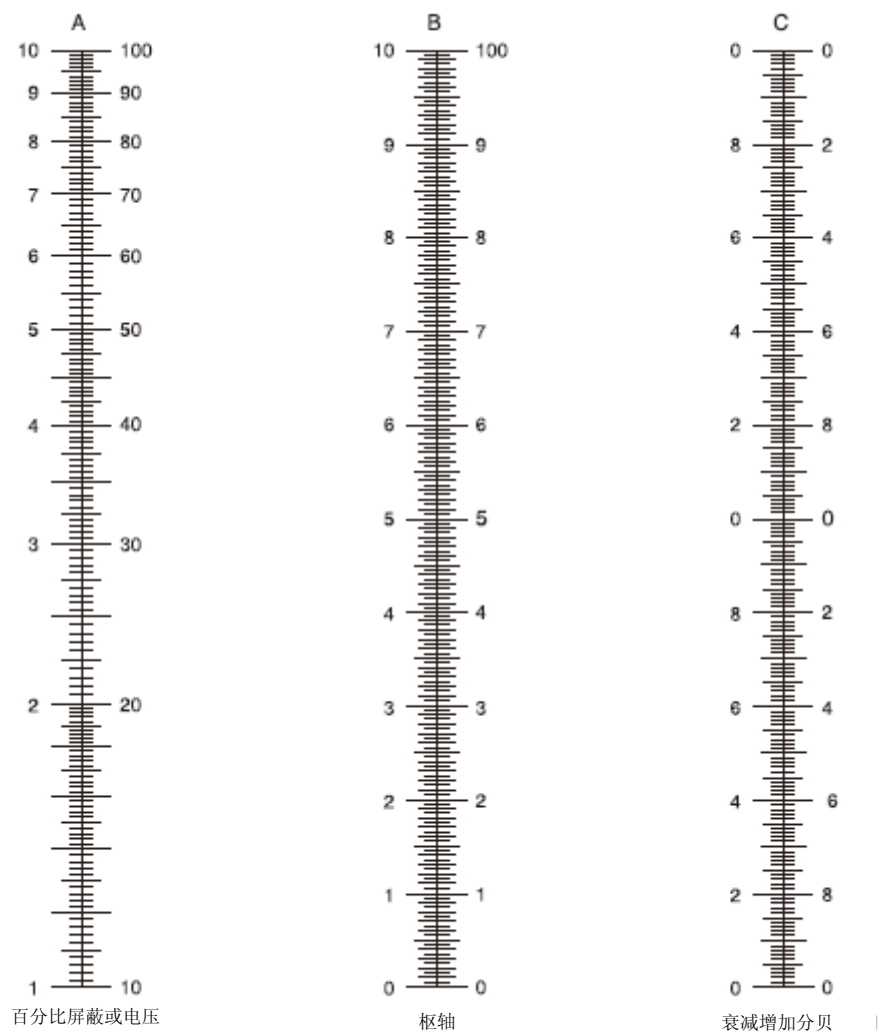


表 O-3

表 O-3 — 分贝（衰减或增加）值诺模图 [参见 6.15.11 (16)]

- 注：
- 1. 读数 6 dB 和刻度 69% 源自仪器读数，并且相应地变为 dB “b₁” 和 %₁ “c₁”。
 - 2. %₂ 时常量 78。
 - 3. dB₂（纠正过的 dB“d”）等于 20 倍 X LOG (78/69) + 6 或 7.1。
- 使用诺模图解决线 3 如下例所示。

分贝（衰减或增加）值诺模图

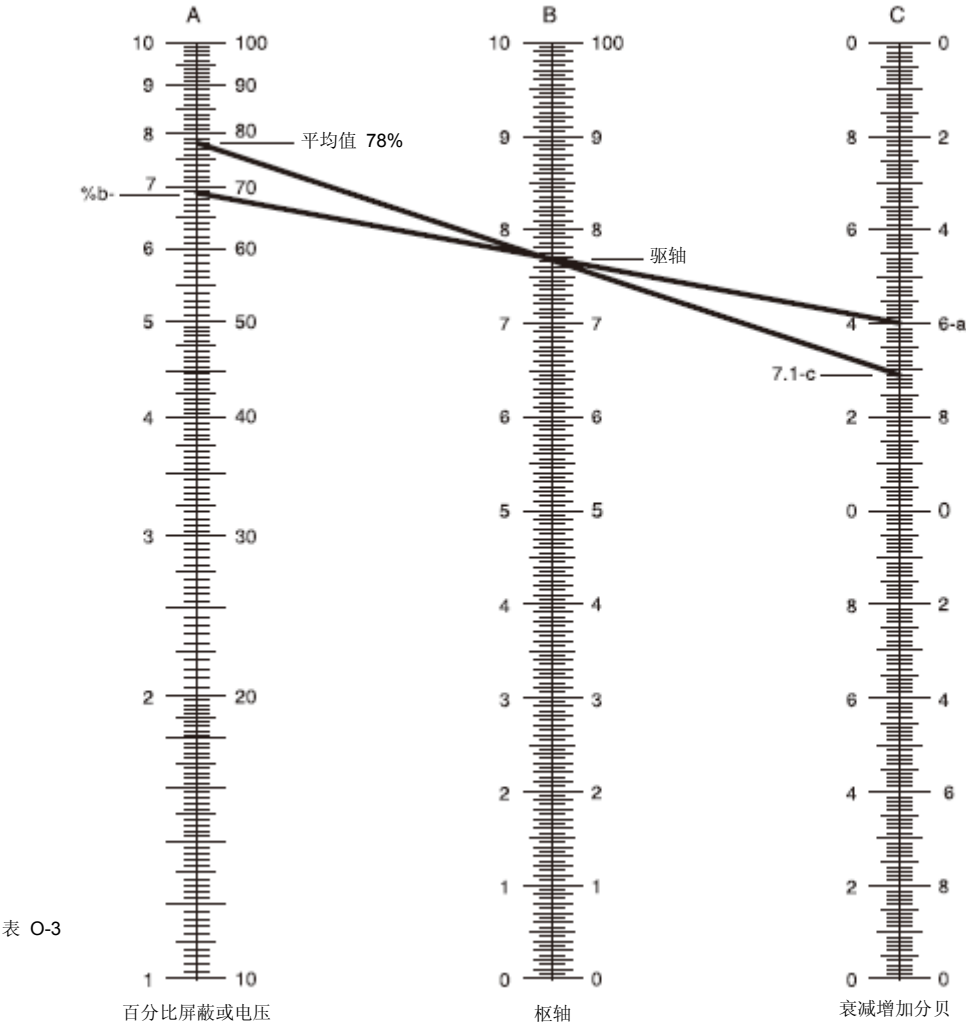


表 O-3 示例上的曲线源于表 O-2 中的计算结果。表 O-3 上的十字形区域表示示例装置符合本规范的区域

- 注：使用诺模图的步骤：
- 1. 在 a 栏对刻度 C 适用的读数和 b 栏对刻度 A 适用的相对百分比之间延长一根直线。
 - 2. 将步骤 1 所得直线与支点线 B 交叉的那点用作第二根直线的支点线。
 - 3. 使源自刻度 A 上平均信号点的第二根直线延长通过第二步产生的支点，然后延长到 dB 刻度 C。
 - 4. C 刻度上的点指示 C 栏上所用的纠正值 dB。

表 O-3 — 分贝（衰减或增加）值诺模图 [参见 6.15.11 (16)]的使用示范

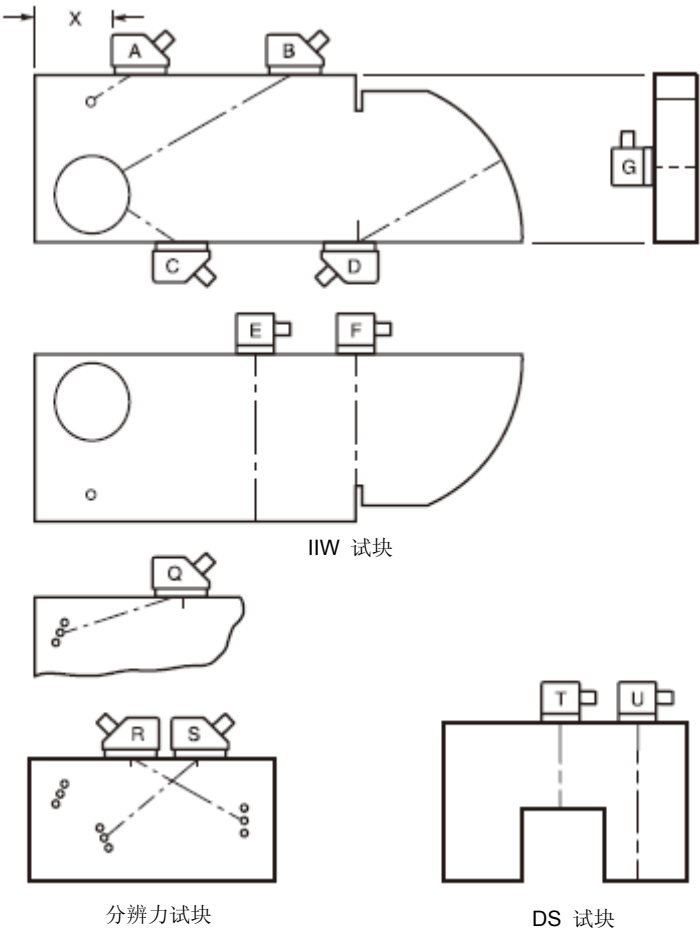


图 O.1 — 换能器位置（典型的）【参见 6.15.11 (1)】

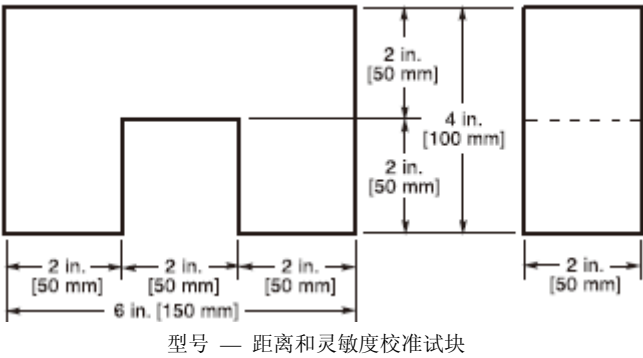


图 O.2 — 鉴定试块【参见 6.15.11 (1)】

不锈钢结构焊接规范注解

第一版

编制方：AWS D1 结构焊接委员会

指导方：AWS 技术活动委员会

批准方：AWS 董事会

前言

本前言不属于标准 AWS D1.6/D1.6M:2007 《结构焊接规范 — 不锈钢》注解的组成部分，仅供参考。

本 AWS D1.6/D1.6M:2007 注解的编制便于更好理解该规范在钢结构焊接中的应用。本规范以说明的形式编制，无法提供背景材料或讨论结构焊接委员会计划；本注解旨在弥补这一需求。规范要求的应用和澄清建议具体在新版或修订章节（变更较大）中强调。在该首版 D1.6 注解中，范围限制为部分有关设计的章节。计划在未来需要时扩展该注解内容，以便支持本规范。

直接提供给美国焊接学会和结构钢委员会的要求表明了该规范中的部分要求难以理解或不够详细，其他部分则未予以更新。应该承认规范的基本前提是制定通用的条款以应用于任何情况，并为实施工程评判留有足够的余地。得到承认的另一点是规范代表了委员会的集体经验，而某些条款也许似乎显得过于保守，但它们所依据的是正确可靠的工程实践。委员会因而确信注解是作出阐述和恰当解释规范要求的最合适的手段。

显然，注解的篇幅长短与其内容相比，必然受到一定限制。注解并不打算提供规范发展的历史背景，也不企图提供委员会回顾在系统制定规范条款过程中研究和探索的详细梗概。本规范一般不述及诸如荷载和应力计算以及均衡结构的承载构件及其相互连接这类设计上的考虑。它们由其他的部分承担：普通建筑规范、桥梁技术条件或其他类似文件。作为例外，本规范的确提供了焊缝的许用应力、适用于周期荷载结构和管结构焊缝的疲劳条款以及管材连接的强度限制。这些条款与焊接连接的特定性能有关。

委员会已努力编制一份在语言、体裁和涵盖范围方面适合于不锈钢结构焊接的有用文件。本规范为业主或业主指定的代表提供了制定适用于设计与建造的焊接标准的方法。规范收编了考虑公众安全所必须的焊接规章的条款。委员会建议业主或业主代表遵从本条文说明将规范应用于焊接结构。

该注解不计划补充规范要求，但仅提供有用的规范说明和应用文件；其规定均不具有约束力。结构钢委员会计划定期对该注解进行修订，确保规范变更注解可及时提供给用户。通过该方式，此注解将使用与其绑定的《不锈钢结构焊接规范》同步更新。

不锈钢结构焊接规范注解

C-2. 焊接连接设计

C-2.0 概述

不锈钢的成功应用取决于对其特定属性的全面考虑。

一个重要方面使其火灾性能。所有不锈钢均应具有碳钢的卓越耐氧化性。此外，当温度升高时，多数不锈钢（除铁素体不锈钢）保留的屈服和抗拉强度优于碳钢。

奥氏体不锈钢热膨胀系数几乎超过非奥氏体钢的 50%。这会因温度变化而产生补充应力。焊接条件下不同接头中剩余应力的分布与相似接头的分布相同。然而，与相似接头相关状况相反，不同接头的焊后热处理可实际将剩余应力引入焊缝区域。纵向上的应力分布可如下：奥氏体钢中为拉伸应力，非奥氏体钢中为压缩应力，焊缝中为剪切应力。热处理不同接头的温度上升会实际释放剩余应力。

C-2.3 许用应力。设计工程师应了解指导给定不锈钢母材填充金属选择的原则。该选择主要依据 WRC 或相似图表中规定的所需铁素体号。然而，根据该标准选择的填充金属可能与母材的机械属性不匹配。

C-2.3.2.7 试验产生的许用应力。在一些情况下，许用应力标准可能过于保守。其通常依据退火母材特性和焊接金属特定。然而，在利用冷加工材料制成的实际接头中，母材退火未完成且是局部进行的，焊缝接头实际强度可通过使用高强度母材来增大。适用试验可考虑到较高许用应力。

C-2.3.3 疲劳规定。现有研究数据表明，不锈钢接头疲劳强度与碳钢接头疲劳强度相似。然而，此类数据并未涵盖所有类型的接头和焊缝，进行的试验数量是有限的。因此，该规范包含的疲劳规定无法达到碳钢疲劳规定的准确性和普遍性。根据可用信息，工程师可决定采用碳钢疲劳规则。然而，应采取不锈钢特性的注意措施。

马氏体钢可在其热影响区 (HAZ) 产生较高的硬度。除焊道下裂纹风险外，该情况还可能削弱接头的疲劳强度。

奥氏体钢的导热性和热膨胀系数分别为碳钢导热性和热膨胀系数的 60% 和 150%。这通常导致剩余应力高于焊接碳钢，尤其在剧烈局部加热的情况下。后者可能发生在塞焊缝或槽焊缝中、小孔中的环焊缝中以及较高层间温度的情况下。如上所述，厚度较小可能进一步促进母材过热和较高的剩余应力。最终，较高的剩余应力可降低组件的疲劳强度。

条款 C-2 注解参考资料

1. SEI/ASCE8-02 《冷成型不锈钢钢结构构件设计规范》
2. Euro Inox 《结构不锈钢设计手册》第 2 版，2002 年
3. 研讨会“运输行业总的不锈钢”，赫尔辛基理工大学，1998 年
4. 结构中的不锈钢国际专家研讨会，国际不锈钢论坛，2003 年

注：下列组织提供了电子和纸质形式的信息和设计协助：

- (1) 澳大利亚不锈钢开发协会
- (2) 英国不锈钢协会
- (3) Centro Inox（意大利）

- (4) Euro Inox
- (5) 国际钼协会
- (6) 国际不锈钢论坛
- (7) 镍开发协会
- (8) 南非不锈钢开发协会
- (9) 北美特种钢协会
- (10) 英国钢结构协会

索引

A

A 编号, 表 4.1、4.1S、4.6
合格线性 (UT), 6.15.11(18)
验收标准, 4.6.11.5、6.11、附录 E
 弯曲试验, 4.6.5、4.10.2.4
 角焊缝破断试验, 4.10.5.1
 不完全熔合, 4.11.5
 宏观腐蚀试验, 3.18.1.1、4.6.9、4.10.4.2
 射线照相, 4.10.3.3
 修补, 5.12.3、5.13.6
 螺栓焊接, 7.8.3、7.8.4
 拉伸试验, 4.6.7
 UT 程序, 6.16(2)
 焊工和焊接操作员资质测试, 4.10
 工艺, 7.4.6
 WPS 鉴定, 4.6
 目视, 4.6.1、4.6.2、4.10.1、4.10.1.1
验收/拒收标准 (UT), 6.24、6.28、6.39、表 6.4
检查孔, 图 5.1
老化温度, 5.5
对齐, 2.7、2.11.2、5.3.6、图 2.4、4.7 (注)
许用应力, 2.3、表 2.1
合金标号, 表 3.2
合金焊剂, 附录 L、表 4.1、4.1S
备选螺柱头配置
 螺柱, 7.2.1
环境温度, 6.28.1.9、6.28.4、6.29.1.9、附录 H5
美国政府工业卫生学家联合会, 附录 J6
美国钢铁协会 (AISI), 1.2
美国国家标准学会 (ANSI), 附录 J6
美国无损试验协会 (ASNT), 6.2.7

美国材料试验学会 (ASTM), 1.2

美国焊接协会 (AWS), 1.7、附录 J6, K2

硫酸铵, 附录 N1

电流, 3.1、3.29、7.7.1.1、表 3.1、图 3.5 (注)

紧固螺柱, 7.2.5

角

斜射束探测装置, 6.15.8

楔角, 6.15.8

角

交角, 6.22.6(3)

折射角, 6.15.8.3

退火, 5.16

ANSI Z49.1, 1.7

ANSI/ASME B46.1, 6.10.13

API 标准 1104, 附录 H1

应用量规, 附录 H6.2

批准, 1.5、5.4、6.5.1

王水, 附录 N1

电弧, 3.10.1、3.30.2、4.9.3、附录 I2.1、J2、J4、J6

长度, 3.29(6)

电弧保护 (螺柱套圈), 7.1、7.2.2、7.4.3、7.4.5、7.24、7.6.7、附录 D3、D4、D9、D10

电弧稳定焊剂 (螺柱), 7.2.3

引弧, 5.10.3

结构要求, 5.11.7

氩, 表 3.5 (注 d、e、g)

零件图用公差, 图 3.4、3.5

装配用公差, 图 3.4、3.5

ASME, 表 2.1 (注)

ASME 锅炉和压力容器规范, 3.29、6.10.5.1

助理检验员, 6.2.3、6.2.4

ASTM A 276, 7.2.6

ASTM A 36, 附录 D5.1

ASTM A 370, 7.3.2

ASTM A 493, 7.2.6

ASTM E 1032, 6.2.1

ASTM E 142, 6.7.6、6.9.1

ASTM E 165, A6.3

ASTM E 709, 6.7.7

ASTM E 747, 6.9.1

ASTM E 94, 6.9.1、6.10.4

焊接条件, 3.14.1、附录 I2.2

大气腐蚀, 3.0

暴露腐蚀, 3.0

衰减控制 (UT), 6.15.11(3)

奥氏体不锈钢, 1.2、2.0、3.0、3.4.2、3.29、5.5、6.13.1、6.28、附录 I1、I7.2、表 3.2、4.5

有关主管部门, 1.3.1

自动 GTAW, 3.1.4

辅助组件, 3.7

AWS A2.4, 1.6、2.1.5.3

AWS A3.0, 1.3、附录 L

AWS A4.2, 3.4.2、3.10.3、8.12.2、3.29

AWS A5.22, 3.12.1、表 3.3

AWS A5.30, 3.12.1、3.12.2、表 3.3

AWS A5.4, 3.10.1、表 3.3

AWS A5.9, 3.11.1、3.12.1、3.12.2

AWS B1.0, 6.7

AWS B2.1, 3.0、3.29、4.1.3、4.1.10、附录 I4

AWS 董事会, 附录 K1

AWS C5.4, 7.5.1

AWS 认证焊接检验员 (CWI), 6.2.1

AWS D1.1, 附录 D5.1

AWS D1.6, 4.1.3、4.1.10、4.7.12、附录 H

AWS F4.1, 附录 J6

AWS QC1, 6.2.1、6.2.2

AWS 工作人员, 附录 K1、K5

B

背面反射, 6.15.10

清根, 3.23.1.1、3.29(9)、图 3.5

衬垫, 2.14.3.2、3.23.1.1、3.28.1、3.29(10)、4.1.7、5.4.1.1、5.6、5.9.2、表 3.5、5.1、图 4.15

裸电缆, 附录 J1

裸焊条, 3.11.1

焊棒, 表 3.2

基础, 7.5.5.3

母材, 1.2、1.2.6、1.2.9、1.2.9.1、2.0、2.3.1、2.3.3(2)、3.6、4.7.5、7.6.3、7.7.5、附录 I1、表 3.2

辅助组件, 3.7

衬垫, 3.8

化学组分, 表 F.2

例外情况, 3.6.1

组, 表 3.2、4.1、4.1S

修补, 5.13、5.13.1、5.13.2

温度, 7.5.4

试验, 6.13.3

基础灵敏度, 6.18.1

电池

充电, 6.18.4

电压, 6.15.3

焊道, 3.4.2、3.30.3、5.8.3、6.20.1、附录 I2.1

横梁, 2.11.3、2.13、6.17、6.4.4

梁开槽, 5.2.4

弯曲

半径, 6.6.3.1、图 4.9

应力, 2.2.2、2.3.2.5

试样, 4.6.3、4.6.5.1、4.10.2.3、4.10.2.4、表 4.2、4.3、人员 4.4、4.7、4.8、4.16、4.21

试验装置, 附录 D7.2、图 D.1

斜角, 6.22.6

投标人, 6.7.1、6.8、6.8.3

损伤, 5.10.3、6.10.10

螺栓, 5.3.6、5.14

箱形截面, 2.10.1、3.28.2、附录 L

环焊, 2.4.2.3、2.4.4.2、2.6、附录 L

铜焊, 1.6、附录 J6, L

通气区, 附录 J2

光亮金属, 5.2.2.2、5.12.2

建造专员, 1.5、附录 L

组装大梁, 2.11.3.1

组装部件, 2.6、2.12、2.14.1、5.3.2

烧伤保护, 附录 J4

破裂, 7.2.5

对接接头, 2.14.3.1、3.28.1、5.4.3、6.9.1、6.29.1.8、附录 H6.2.1、图 2.4、2.5

非管状连接, 2.10、2.10.1、2.10.2

禁止事项, 2.14.3.1

管状连接, 2.9、2.9.1、2.9.2

C

电缆, 附录 J1

校准增益, 6.15.11(3)、6.15.11.3、附录 L

校准增益控制（衰减器），6.15.4、6.15.9.2

校准

校准块, 6.15.9.3、6.15.11.3、6.17、6.18.1、图 6.10

校准方法, 6.18

曲度, 5.3.8、5.3.9

加拿大标准协会 (CSA), 6.2.1

加拿大焊接局 (CWB), 6.2.1

碳, 1.2、5.2.1、5.12.1、7.1、表 3.5（注）、4.6

二氧化碳, 表 3.5（注 d、e）

心血管肺腑复苏 (CPR), 附录 J1

铸件, 1.2、表 3.2

重心, 2.2.4

陶瓷, 7.1

认证材料试验报告 (CMTR), 7.3.3

削边, 2.9.1、2.10.2、图 2.4、2.5

化学分析, 4.6.11.4、4.6.11.5

 试验, 图 4.22

化学组分范围, 3.7

切削, 5.2.1、5.12.1

凿子, 5.8

铬, 1.2、3.12.1、表 4.6

覆层材料, 1.21、图 4.17 (注 2)

夹具, 5.3.6

R 级指示, 附录 E、图 E.6

X 级指示, 附录 E、图 E.7

衣物, 附录 J1、J5、J6

同轴电缆更换, 6.18.4

钴 60, 6.10.6

热膨胀系数, 2.0

冷裂, 附录 I3

冷压焊, 附录 J6

冷轧, 1.2

WPS 组合, 3.2

易燃材料, 附录 J4、J5

易燃物质, 附录 J4

共用接触平面, 2.4.4.3、图 2.1

接头完全熔透 (CJP) 坡口焊缝, 2.1.5.3、2.3.2.1、2.14.3.2、2.16、3.20、3.24、3.29(9)、4.3、4.3.2.4、6.28.1.8、6.29.1.8、附录 H6.3、L、表 2.1、图 3.4、3.5

压缩, 7.7.5、表 2.1、附录图 E.5

 压缩波深度, 图 6.13

 压缩波灵敏度, 图 6.14

计算机增强

 射线成像, 6.27.2、6.27.6

根部凹面, 4.6.2、4.10.1.1

连接, 2.0、2.7.1、2.9、5.3.1 拼接、2.6、2.11

连接器, 附录 J1

故障结果, 附录表 H.2 (注)

耗材, 3.12

连续焊缝, 2.14.1、6.29.1.7

合同

合同文件, 1.2.9.2、2.4.4.1、5.2、5.7.5、6.1.1.1、6.3、6.7、6.10.3.2、6.29.1.5

合同规范, 2.1.5.6、2.2.4、2.3.1、2.3.2.2、2.3.3、2.7.1、5.2.2、5.3.1、5.9.3、6.8.1、6.15.6

承包商, 3.1、3.10.3、3.12.2、3.12.3、4.1.2、4.7.2、4.7.7、4.10.2.2、5.0、6.1.1.1、6.8.3、6.12.1、6.25、附录 L

义务, 6.6

凸面

合格试样, 4.6.5.1、4.6.11.5、4.10.2.4

凹度, 4.10.4.2、5.11.2

铜, 3.29(16)、附录 N2

转角, 4.6.5.1

角接接头, 2.14.3.2、3.23.4、3.24.5

腐蚀, 5.12.2、附录 I4

耐腐蚀, 5.5、7.2.5、附录 I5

腐蚀试验, 1.2.9.2

腐蚀环境, 附录表 H.2

腐蚀性应用, 附录 H1

耦合, 6.22.1

盖面焊道, 5.8.2、附录 L

盖板, 2.11.3.2

盖板梁, 5.3.7

裂纹, 3.29(11)、4.6.2、4.6.5.1、4.10.1.1、4.10.2.4、4.10.4.2、4.10.4.2、4.10.5.1、4.11.5、5.2.1.1、5.10.3、6.20.1、6.20.2.3、6.22.1、6.28.1.1、6.28.2.1、6.29.1.1、6.29.1.3、7.2.5

凹痕, 4.6.2、6.28.13、6.29.1.3

蠕变试验, 1.2.9.2

裂隙腐蚀, 5.2

电流, 表 3.5、4.1、4.1S

切割, 4.10.2.3、5.2.1、5.2.1.2、5.2.2.3、5.3.8、附录 J4–J6、图 7.4

切割设备, 5.2.2

切割要求, 5.2.2

周期载荷, 2.3.3、图 3.5 (注 b)

周期载荷, 2.3.3、6.5.7, 6.23.1, 6.29, 7.2.6、附录 H6.3、表 6.4、附录 H.1

结构, 2.4.4.3、2.7.1、附录 L、图 2.1、2.6、2.15

圆柱形不连续性特性, 6.20.1、6.20.2.2、图 6.19

D

分贝, 6.15.11.1、附录 L

额定值, 附录 L

读数, 6.15.11(6)

缺陷, 5.1.3.1、5.2.2.4、5.2.3.2、5.13.1、5.13.2、6.7、6.8.3、6.10.10、附录 L

曲线区域, 5.2.2.3、5.12.4、5.13.1

欺骗, 6.6.5

离层, 6.13.3

△ 铁素体, 3.4.2、3.29、附录 I1、I2.1、图 3.1

填充深度, 2.5.6

详图, 6.25

露点, 3.12.3

冲压, 6.5.7

扩散氢, 附录 I3

二面角, 2.1.5.3、附录 B, L

轧制方向, 图 4.4

技术标准和出版物主管, 附录 K2

不连续性, 4.6.5.1、4.6.8、4.6.11.5、4.10.2.4、4.10.3.1、5.1.3.1、5.2.1.1、5.2.2.3、6.6.5、6.7.6、6.7.7、6.8.3、6.10.3、6.13.3、6.17、6.18.3.1、6.19.2、6.20.1、6.21.1、6.21.2.4、6.21.3、6.21.4、6.21.5、6.22.1、6.22.5、6.28.2.1、6.29.2、6.29.2.3、7.2.5、7.4.6、附录 E、L、图 E.1–E.5

不连续性鉴别和尺寸确定, 6.13.1

高度尺寸, 图 6.21

长度尺寸, 图 6.22

忽略不计水平, 6.23.2

不同母材焊接, 附录 I、I7

奥氏体到碳钢, I7.2

双相钢到碳钢, I7.5

铁素体到碳钢, I7.4

马氏体到碳钢, I7.3

焊后热处理, I7.7

析出硬化到碳钢, I7.6

距离

距离幅度校正, 6.18.1

距离幅度曲线 (DAC), 6.18.2.2、6.18.3.2、附录 L、图 6.14、6.15

距离校正, 6.15.10

变形, 5.3.2、5.5、5.8.2

变形控制程序, 5.3.3

眩晕, 附录 J2

文档保存要求, 6.16(15)

下降, 附录 I2.1

草案, 3.29(12)

图纸, 2.1.1、2.1.4、2.1.5.1、2.1.5.6、2.4.2.3、2.4.4.2、3.23.2、3.24.2、5.3.1、5.4.1.2、5.4.3、5.6.1、5.9.3、5.11.1、5.11.4、5.11.7、6.5.1、6.29.2.2、7.1、7.6.7、附录 D10、L

DS 块, 6.15.10、6.15.11(1), 附录图 O.1

塑性性能, 2.6

延展性, 4.6.3、4.10.2、附录 I5

双相不锈钢, 1.2、5.5、5.16、附录 I1、I5、I7.5、表 4.5

粉尘, 附录 J5

着色渗透检测, 6.7.6

E

偏心率, 2.2.2、2.2.4、5.4.3

边缘

边块, 6.10.13、图 6.7

有效

面积, 2.3.2.2、2.4.2.1、2.5.5、表 2.1

厚度, 2.4.2.2、2.16、3.13、3.14.2、5.4.1、附录 A、B

厚度和焊脚, 2.13

焊缝面积, 2.3.2.2

焊缝长度, 2.1.4、2.4.2.1、附录 L

焊缝尺寸, 2.16、3.17、3.18、表 3.4、图 3.2

电击, 附录 J1

电气

电气设备, 附录 J1、J5

电气危害, 附录 J1

电插座更换, 6.18.4

电气部件, 附录 J1

焊条, 3.9.2、3.10、3.11、3.10.3、3.12.2、4.8.2、4.8.3、4.9.1、7.5.5.5、附录 L、表 3.5、4.1

焊条直径, 表 3.1、3.5

焊条储存和干燥条件, 3.10.2

焊条-焊剂组合, 3.9.2

电子成像, 6.27.1

条状不连续性, 6.28.2.1、附录 E、图 E.1、E.3 (注)

脆化, 附录 I4

工程师, 1.24、2.0、2.3.3、2.5.3、2.5.4、2.5.6、2.7.4、3.0、3.4.2、3.5、3.7、3.10.3、3.11.2、3.12.2、3.12.3、3.18.1.1、3.29(11)、4.1.2、4.7.5、5.1.2.1、5.1.3.1、5.2.1.2、5.2.2.2、5.2.2.3、5.2.3.1、5.3.3、5.3.9、5.5、5.6.3、5.7.3、5.8.2、5.9.3、5.12.2、6.1.2.2、6.2.1、6.2.7.1、6.5.5、6.6.4、6.13.1、6.26.1、7.1、7.2.7、7.8.3、附录 H2、表 2.1、图 5.1、6.1–6.4

工程判断, 3.0、7.8.4

设备检定, 6.15.9

安装, 5.0、6.2.1

腐蚀剂, 附录 N

开挖, 5.2.2.2、5.2.2.3、5.2.2.4

过度噪声, 附录 J

排放, 附录 J

爆炸, 附录 J

眼部保护, 附录 J

F

F 编号, 表 4.1、4.1S、4.5

制造, 3.3、3.15、5.0、5.3.2、5.3.3、5.5、5.5.2、5.16、6.6.1、7.1、7.8、附录 H4、K6

制造/安装检验, 5.1、6.1.1.1、6.6.1

正面弯曲试样, 表 4.2、图 4.4、4.15、4.17–4.19

生产商, 1.2.9、3.1、3.10.3、3.12.2、3.12.3、5.0、6.10.12、附录 I1

疲劳, 2.3.2.6、附录 L

疲劳控制, 附录表 H.1

疲劳应力, 2.7.1、2.11.1、2.11.3

搭接表面, 2.4.4.2、2.5.5、5.4.1.1、附录 L

铁素体, 1.2.8、3.0、3.4.2、3.10.3、3.11.2、3.12.2

铁素体不锈钢, 1.2、2.0、5.5、5.16.3、6.7.7、7.1、附录 I1、I2.1、I4、表 4.5、4.6

文件, 5.2.1

填充焊道, 表 3.5

填充金属, 3.0、3.9、3.9.2、3.12、3.29、附录 I1、表 2.1、3.3

分类, 3.1

粒状, 表 4.1、4.1S

组, 表 3.3

制造商, 表 3.5 粉料, 表 4.1、4.1S

建议, 1.2.5、1.2.8、附录 F、表 F.1

填充板, 2.6、2.7、2.7.3、2.7.4、5.4.1.2

角焊缝, 2.4.2、2.4.2.3、2.4.3、2.4.5、2.12.3、3.14、3.29(10)、4.4、4.5、4.10.5、5.11.2、5.11.4、附录 B、表 3.5、图 2.1–2.3、3.2、4.2、4.3(C)、4.5、4.20、7.2

预评定, 3.1.4

尺寸, 表 3.5

角焊缝破断试验, 6.4.3

胶片

胶片变黑, 6.10.11.1

胶片标识, 图 6.1–6.4

胶片审核, 6.12.1

钢带, 5.2.1.1、7.2.5

火灾, 附录 J5

消防, 附录 J5、J6

耐火

耐火手套, 附录 J4

耐火材料, 附录 J4

裂纹, 7.4.6

装配用公差, 3.23.2

适用性, 附录 H1

配件, 表 3.2

紧固装置, 5.3.6、7.3.2、附录 D7.1、图 7.2、7.5

火焰, 附录 J4

翼缘板, 2.11.3.1、2.11.3.2、5.3.7、6.29.1.7、7.4.4、附录 H6.2.2

斜喇叭坡口焊缝尺寸, 3.17、表 3.4

扩头连接, 2.10.1

喇叭坡口焊缝, 3.17、表3.4

平焊, 3.15、3.21、3.29、3.30、3.30.3、7.7.1.1、附录 D5.1、表 3.5、图 3.4、3.5

缺陷, 6.7、6.14.1、6.15.11(18)

流量, 3.1、表 3.1

萤光增感屏, 6.10.4

芯焊丝弧焊 (FCAW), 3.12.3、3.15、3.21、3.24.4、3.25、3.30、7.5.5、附录 L、M、表 3.5、4.1、4.1S、5.1、图 3.4、3.5

焊剂回收, 3.11.4

焊剂商标名称, 表 3.1、4.1、4.1S

焊剂, 3.4.2、3.9、3.11、5.1.4

未熔化焊剂, 3.11.4.1

原焊剂, 3.11.4.2

雾状, 6.10.10

杂质, 5.10.1

锻件, 表 3.2

断裂力学, 附录 H1

断裂试样, 图 4.23

全磨轴承, 2.11.2

烟气, 附录 I4、J2、J6

熔融, 3.0、3.29(6)、4.6.2、4.6.5.1、4.6.8、4.10.1.1、4.10.4、4.10.4.2、4.10.5.1、5.13.5、6.28.1.2、6.29.1.2、6.29.2.1、6.29.2.2、7.7.5、附录 E、I2.1、图 E.4

熔合型不连续性, 4.10.2.4、附录 L

G

量具, 6.5.3, 附录 H6.2

伽马射线, 6.9.1

气体保护电弧焊 (GMAW), 3.4.1、3.12、3.12.3、3.15、3.21、3.24.3、3.24.4、3.25、3.30、7.5.5、附录 L、表 3.3、3.5、5.1、图 3.4、3.5

短路气体保护电弧焊 (GMAW-S), 3.29(8)、4.8.1、4.10.2.2

气体保护药芯焊丝电弧焊 (FCAW-G), 3.29、表 3.5 (注 e)、附录 L

气体保护, 3.29(12)

气体保护钨极电弧焊 (GTAW), 3.4.1、3.12.3、3.15、3.21、3.24.3、3.24.4、3.25、3.29(8)、3.30、附录 L、表 3.5、5.1、图 3.4、3.5

气体, 3.9、附录 J2、J5、J6、表 4.1

几何对齐, 2.7.1

几何不清晰度, 6.10.5.1

大梁, 2.11.3、2.11.3.2、6.29.1.7、7.4.4、附录 H6.2.2

等级, 3.29(10)

熔滴, 表 4.1、4.1S

护目镜, 附录 J4

划痕, 5.2.2、5.2.2.1

清根, 5.2.1、5.2.1.2、5.2.3.2、5.12.1、5.13、6.16(13)

晶粒增大, 附录 I4

磨削, 5.2.1.2、5.2.3.2、5.6.3、5.10、5.12.1、5.13.1、5.13.5、6.10.3、6.10.3.2、7.4.2、7.7.5

磨盘, 5.2.1、图 2.5

坡口角度, 附录 L、图 3.5

坡口深度, 2.1.5.1

坡口准备, 3.23.3、3.23.4、3.24.3、图 3.4、3.5

坡口焊缝, 2.1.5.1、2.1.5.3、2.11.1、2.12.2、2.12.3、2.14.3.2、3.15、3.16、3.20、3.23、3.24、3.26、3.28.2、4.3.1、4.5.1、5.6.2、5.11.5、5.11.6、6.28.1.8、表 4.1、图 3.4、3.5、3.6、4.1、4.3、4.4、4.10—4.12、4.15—4.19、4.23

严重不一致性, 6.6.5

导向弯曲试验, 4.6.3、4.6.4、4.10.2、表 4.3、图 4.6—4.8

焊枪升起和下降, 7.7.1.1

设定, 7.5.1

牵索, 5.3.6

H

H 和 D 黑度, 6.10.11.1、6.12.1

锤子, 5.8

处理, 5.1.4、6.6.5、附录 J4、K2、N3.1、N3.2

危害材料, 1.7

头疼, 附录 J2

听力, 附录 J3

散热片, 图 3.5 (注)

热矫正, 5.5

热影响区 (HAZ), 6.10.9、6.13.1、7.7.4.5, 附录 I2.1

氦, 表 3.5 (注 d、e、g)

密封容器, 3.10.2

高稀释度, 附录 I5

高帮

高帮靴, 附录 J4

高帮鞋, 附录 J4

孔型像质计, 6.9.2、表 6.1、图 6.1–6.5

横焊, 3.15、3.21、4.1.6、附录 D5.1、表 3.5、图 3.4、3.5、4.1–4.3

水平基线标度尺 (UT), 6.21.2.2、6.21.2.3、6.21.4

水平线性 (UT), 6.15.2、6.15.9.1、6.15.10

水平中等屏幕 (UT), 6.15.11

水平扫描线 (UT), 6.18.2.1、6.18.3.1、图 6.13

热

热裂纹, 附录 I2.1、I5

热轧, 1.2

热加工表面, 附录 J4、J5

盐酸, 附录 N1

I

IIW 标准试块, 6.15.10(1)、图 O.1

照明装置 (取景器), 6.12.1

图像

图像转换屏幕, 6.27.2

图像增强, 6.27.6

像质计 (IQI), 6.9.2、6.10.1、6.27.5、附录 L、表 6.1、图 6.1–6.6

不可接近性, 5.15

未熔透, 4.6.2、4.10.1.1、6.20.1

未完全焊透, 4.11.5、6.20.1、6.22.1

增大单位应力, 2.3.2.6

入射点, 6.15.8.3、6.15.8.4

指示, 4.6.11.5、6.8.3、6.10.10、6.15.10、6.15.11、6.15.11(2)、6.21.2.3、6.21.3.2、附录 H6.2.1、L

指示液位, 6.15.11(5)、附录 L

红外线, 附录 J6

缺陷性

缺陷性重叠, 7.2.5

缺陷性材料, 7.4.2

成行不连续性, 6.28.2.2

咨询方, 附录 K2、K2.1、K2.4、K3、K6

填充丝, 3.12.1、3.12.2

检验

检验人员, 6.2

检验顺序, 附录 H5

隔热手套, 附录 J4

隔热, 附录 I3

干扰, 5.11.1、5.11.4、6.1.1.2

粒间抗腐蚀性, 5.2

金属间化合物, 附录 I5

断续

断续角焊缝, 2.3.2.3、2.14.3.4、6.29.1.3

断续坡口焊缝, 2.14.3.3

内部稳定, 6.15.3

层间温度, 5.1.2.1、5.8.4、附录 I3

判读问题, 6.22

相交部件, 2.2.1

电离, 6.27.1、附录 J6

IQI 位置, 6.27.1、图 6.1、6.2

IQI 选择和放置, 6.10.7、表 6.3

铌, 6.10.6

铁, 1.2、5.7.2、5.10

无铁磨轮, 5.2.1

恒温转变图, 附录 I、I3(5)

J

Jaeger 视力测试, 6.2.4

夹具, 4.6.3.1、5.3.6、7.7.4、图 4.6、4.7

接头

接头配置, 3.20、6.16(1)、图 3.5

接头标号, 图 3.4、3.5

接头详情, 3.13、3.22、4.7.6、附录 M1、M4、图 3.4、3.5、3.6

接头根部间隙, 3.24.30

L

层状撕裂, 6.13.3

层压, 5.2.1.1、6.16(8)、6.18.2.1

搭接接头, 2.6、2.8、5.4.1.1、图 2.2、2.3

激光焊, 附录 J6

横向偏转, 2.8.3

层, 3.30、3.30.2、5.8.2、6.28.1.2、附录 L、表 3.5、4.15

铅, 5.2、6.10.4、6.10.8.3、7.7.1.1、附录 J1

铅字, 6.10.12

皮绑腿, 附录 J4

焊脚（焊缝）, 2.1.5.3、2.2.4、3.14.1、4.6.9.1、5.11.3、5.11.4、附录 B、表 B.2

Lepito 蚀刻剂, 附录 N1、N2

基本变量限制, 3.1、3.2、4.8、4.9、4.11.1、表 4.1、4.1S

线性指示, 附录 H6.3

线状不连续性, 6.12.4

液体, 6.29.4, 附录 J5

液体渗透试验, 6.28.4、6.29.4

列出材料, 3.7

纵向弯曲试验, 4.5.1、4.6.4

纵波 (UT), 6.15.10

纵波焊缝 (UT), 2.4.3

低碳镍, 附录 N2

低氢填充金属, 附录 I3

M

机器加工, 5.2.1、5.2.2.1、5.2.3.2、5.12.1、5.13.5、7.2.5、图 2.5

宏观腐蚀, 3.18.1.1、4.2.5、4.3.2.1-4、4.4.1.1、4.6.9.1、4.10.4.1、表 4.2、图 4.5、4.23

磁粉检验, 6.7.7

强制规定, 1.9

锰, 表 4.6

制造商, 3.1、3.11.4.2、4.7.2、4.7.7、6.15(3)、6.27.2、7.1、7.5.1、附录 D2、I5、L、M1

制造商认证, 3.10.3、3.12.2、3.12.3

制造商说明, 3.10.2

马氏体不锈钢, 1.2、2.0、5.3.5、5.16.3、6.7.7, 附录 I1、I3、I7.3、表 4.5、4.6、图 5.1
(注 a)

最大

焊条直径, 表 3.5

最大角焊缝尺寸, 3.14.1

最大孔径, 2.5.3、3.19

最高层间温度, 3.29(4)

最大根部间隙变量, 3.24.4

单焊道层宽, 表 3.5 (注 i)

最大槽宽度, 2.5.4、3.1.9

机械特性, 3.11.2、3.12.2、4.4.4

机械特性要求, 7.3.1、7.3.2、表 7.1

不锈钢螺柱机械特性, 7.1

机械矫, 5.5

熔化焊剂 (破碎焊渣), 3.11.4.2

金属芯焊条, 表 4.1、4.1S

金属面板, 7.4.2

金属烟尘, 附录 J2

公制 (SI) 当量, 1.8

研磨导致的间断缺陷, 5.2.3、5.2.3.1、6.3

工厂试验报告, 附录 M4

最小

最小间隙, 6.28.2.2、6.29.2.2

最小孔径, 2.5.3、3.18

最低预热, 3.29(3)

最小所需灵敏度, 6.27.3

最小槽宽度, 2.5.4

错位, 5.4.34

错位孔, 5.14

焊缝实样, 6.16

水分, 3.29(1)、5.1.2.1、7.4.1、7.4.2、7.5.5.1

熔化金属, 附录 J4

钼, 表 4.6

耳罩, 附录 J3

多焊条, 4.9.2

多焊道焊缝, 5.11.57

N

国家电气规程 (NEC), 附录 J6

美国消防协会 (NFPA), 附录 J6

恶心, 附录 J2

镍, 附录 I5、N2、表 4.6

镍铁铬, 附录 N2

硝酸, 附录 N1、N2

氮, 附录 I5

节点, 附录 L

列线图, 图 4.6–4.9

诺模图, 6.15.11(11)、6.15.11.2、附录表格 O-3

非连续梁, 2.13

无损试验 (NDT), 4.1.1、5.6.3、5.10.3、6.2.4、6.2.7、6.5.6、6.6.5、6.7、6.26.1、附录 H6、表 H.2

电离, 附录 J6

非评定, 附录 I

非预评定不锈钢, 3.3、附录 I1

非管状连接, 3.20、3.22、图 2.4

槽口, 5.2.2、5.2.2.1–5.2.2.3、5.2.4

O

有害烟雾, 7.4.2

职业安全和健康

管理 (OSHA), 附录 J6

正式解释, 附录 K1、K4

偏移, 2.7.1、5.4.3

油, 7.4.1、附录 J5、图 7.4

对立侧, 共用平面, 2.4.4.3、图 2.1

无有机污染物, 5.2.1.1

定向, 6.7、6.21.1、6.21.3、6.22.4、图 3.5

移位, 7.5.5.5

过度暴露, 附录 J2

仰焊, 3.15、3.21、3.30.3、4.1.6、7.7.1.1、7.7.4.1、表 3.5、图 3.4、3.5

搭接, 3.29(6)、4.10.5.1、5.8.2

覆层, 4.6.11、4.11、4.11.4、6.15.11、表 4.15、图 4.21

过度匹配, 2.0

业主, 6.1.1.2、6.1.2.2、6.6.5、6.9.2、6.12.2、6.12.3、7.8.6、附录 L

氧气燃料气体, 5.12.1

氧气, 表 3.5 (注 d、e)

P

包装, 3.9.3、3.11.3

油漆, 7.4.2

全景曝光, 6.10.5.2

卷边裤子, 附录 J5

裤脚, 附录 J5

接头部分熔透 (PJP) 坡口焊缝, 2.1.5.1、2.3.2.1、2.16、3.15、3.16、3.21、3.23、4.1.7、4.1.8、4.3.2、4.3.2.4、表 2.1、图 3.6

部分取样, 附录 H3

部分试验, 6.8.2

喷丸处理, 5.8、5.8.3、5.8.4

渗透检验, 4.6.11.4、4.6.11.5、4.11.4、4.11.5

渗透试验, 附录 H6.3

性能鉴定, 3.0、4.1.3、4.7.1、4.7.2、4.7.6、4.7.8、4.10.1、4.11.4、6.4、表 4.3、4.4、图 4.14、4.15、4.21、4.23

有效期, 4.7.9

周边, 3.30、7.2.5

人员受伤, 附录 J

人员防护装置, 附录 J3

磷, 附录 I2.1

医师, 附录 J1

管材, 3.28.1、4.1.7–4.1.9、4.3.1、4.4.1.1、4.7.6、4.7.9.1、4.10.2.1、4.10.5、7.7.1.4、7.7.4.4、附录 L、表 3.2、4.2、4.4、4.5、图 4.3–4.5、4.12、4.13(B)、4.14

管状孔隙, 6.28.1.6、6.28.1.8、6.29.1.6、6.29.1.8、附录 H6.2、L

点状腐蚀, 5.2

平面缺陷, 6.7

平面状不连续性, 6.20.1、6.20.2.3、6.22.3

平面状不连续性特性, 图 6.20

等离子弧焊 (PAW), 表 5.1

板材, 2.11、3.2、3.30.2、4.1.7、4.1.9、4.3.1、4.4.1.1、4.7.6、4.7.9.1、6.9.1、7.7.4.5、附录 D5.1、表 3.2、4.2、图 4.3、4.4、4.15

插塞, 附录 J3

塞焊缝和槽焊缝, 2.6

塞焊缝和槽焊缝填充深度, 2.5.6

塞焊缝, 2.5.1、2.5.2、2.11.1、3.30、3.30.4

塞柱, 图 4.6、4.16、4.17

相切点, 5.2.4

极性, 6.5.2、表 4.1、4.1S

孔隙, 3.29、3.29(6)、4.11.5、6.20.1、6.29.1.6、6.29.2.1、附录 H6.2.1、图 E.4

簇状孔隙, 6.22.1

管状孔隙, 6.22.1

分散孔隙, 6.22.1

位置, 4.9.4、表 4.4、图 3.4、3.5、4.1–4.3

焊后热处理 (PWHT), 2.1.1、5.16、5.16.1–5.16.4、附录 I3、I4、L、I7.7、表 4.1、4.1S

电源中断 (故障), 6.18.4

预批准焊接工艺, 3.4.1

沉淀硬化, 1.2

预热, 5.8.4、附录 I2.1、I3、表 4.1

预热温度, 5.1.2

预评定, 3.0、3.23.1.1、3.27、附录 I1

预评定, 附录 M2

预评定填充金属, 附录 3.3

预评定接头, 3.0、3.13、3.28、附录 M1、图 3.3

预评定工艺, 3.3

预评定不锈钢, 表 3.2

预评定 WPS 要求, 3.29、表 3.5

预评定 WPS, 3.1、3.2、3.4.1、3.6.1、3.7、3.9.1、3.28.1–3.28.3、5.1.1、5.12.3

预评定变量, 表 3.5

压力管道, 1.1

压力容器, 1.1

尖冲, 7.4.2

主要构件, 2.10.2、6.29.1.5 抗张构件、2.14.3.5

工艺鉴定记录 (PQR), 4.1.1、4.1.5、6.4、附录 I1、M3、表 4.2、图 4.4、4.5、附录表格 M-1、M-2

采购试验, 6.13.3

禁止的接头和焊缝种类, 2.14.3

适当文件证明, 4.7.3

财产损失, 附录 J

防护服, 附录 J4

防护服, 附录 N3.3.1

脉冲反射式, 6.15.1

脉冲 GMAW, 表 3.5 (注 d)

脉冲 GTAW, 表 3.5 (注 g)

采购要求, 3.11.1、3.12.1

Q

鉴定, 3.2、3.4.1、3.18.1.1、3.25、4.1.3、4.1.7、4.1.8、4.7.3、4.7.5、4.7.9、4.7.10、4.10.2.1、4.10.3.3、6.1.2.3、6.4.2、6.13.1、6.15.9.2、6.15.10、7.1、7.2.4、7.6、7.6.1.1、7.6.7、附录 D2–D4、M

质量

质量保证, 6.1.1

质量控制, 6.1.1、7.3.3、7.3.4

R

径向裂纹, 7.2.5

辐射能, 附录 J6

辐射, 6.10.5、6.10.8、6.10.8.1、6.10.8.3、6.27.1、6.27.2、6.27.3、6.27.7、附录 J2、J6、L

辐射图像系统, 6.7.4、6.27

射线照相识别记号, 6.10.12

射线照相

射线照相胶片, 6.10.4

射线照相图像, 附录图 E.2、E.4

射线照相程序, 6.10

射线照相试验, 4.10.2.2、4.10.3.1、6.7.3、6.9.1、6.9.2、6.10.3、6.12.2、6.12.3、6.28.2、6.29.2、附录 H6.1

射线照相术, 4.10.3, 4.10.3.1, 6.10.2, 6.10.3.2, 6.27.1, Annex Figs. E.1, E.3

活性, 附录 J5

实时成像, 6.27

重新奥氏体化, 附录 I3

再校准, 6.18.4

记录, 4.1.3、4.7.3、4.7.7、6.5、6.13.2、6.27.7

缩减断面拉伸试验, 4.5.1、4.6.6、图 4.10、4.13(A, B)

凹角, 5.2.4、5.2.4.2

参考

参考级, 6.15.10、6.15.11.3、附录 L

参考反射体, 6.15(6)、附录 L

参考标准, 6.17

反射体, 图 6.11

补强, 3.21、4.6.2、4.10.1.1、图 4.10 (注)

不可接受的不可连续性, 附录 H3、L

修补, 5.1.3.1、5.2.1、5.2.2.1、5.2.2.4、5.13、5.13.2、6.5.7、6.8.4、6.14.2、6.27.7

更换螺柱, 7.7.5

剩余

剩余元素, 附录 I2.1

剩余应力, 5.8.2

阻力, 3.0、附录 I1、J6、L

责任

承包商责任, 1.4.2

工程师责任, 1.4.1

检验员责任, 1.4.3

护圈（非金属），表 4.1、4.1S

重新试验, 4.6.10、4.7.8、4.7.8.1、4.7.8.2、6.2.7.1、附录 D8

轧制型材, 2.12.1、2.12.2.1.1、5.4.1.2

根部弯曲试样, 4.6.3、表 4.2、图 4.4、4.15、4.17–4.21

根部间隙, 3.24.4、5.4.2、5.4.4、5.4.5、附录 B、图 3.4、3.5

根部焊道, 表 3.5

块状不连续性, 6.28.2.1、6.28.2.2

圆形指示, 4.6.11.5、6.28.2.2、A.63

锈蚀, 7.4.1、7.4.2、7.5.5.1

S

安全, 5.12.2、6.10.2、附录 J6、N3

安全和健康, 1.7

安全部门, 附录 N3.3.6

安全预防措施, 1.7

焊接表格样本, 附录 M

锯条, 5.2.1

比例尺, 3.11.3、7.4.1、7.4.2、7.5.5.1

扫描 (UT)

扫描方法, 6.22.1、图 6.17

扫描方式, 6.19、6.22.1、图 6.16

扫描灵敏度, 6.18.1.1

扫描速度, 6.27.2

计划变更, 6.6.6

屏幕标记, 图 6.23

海岸环境, 3.0

封焊, 2.0

封焊缝, 附录表 H.2

自保护药芯焊丝电弧焊 (FCAW-S), 表 3.5 (注 e)

焊缝, 7.2.5

探头 (UT), 6.15.7、6.15.8.2、6.15.8.3、6.15.8.4、6.15.9.3、6.15.10、6.15.11(1)、6.15.11.3、6.18.2.2、6.20.2.2、6.20.2.3、6.21.2.1、6.21.2.2、6.21.2.3、6.21.3.1、6.21.3.2、6.22.1、6.22.4、附录 L、图 6.10

灵敏度 (UT)

灵敏度校准, 6.18.1、6.18.2.2、6.18.3、图 6.15

灵敏度要求, 6.16(10)

应用温度, 表 2.1、附录 H2

应用温度限制, 1.2.7

形状, 1.2、附录 D10、表 3.2、图 5.1

剪切, 表 2.1

剪切连接器, 7.2.5、7.4.4、7.8.3、图 7.1

剪切应力, 2.3.2.2

剪切波 (UT), 6.15.10、附录 L、图 6.15

金属板, 表 3.2、图 4.10 (注 1)

保护罩, 3.29

保护金属电弧焊 (SMAW), 3.4.1、3.15、3.21、3.23、3.25、3.30、7.5.5、7.5.5.5、表 3.5、4.1、5.1、图 3.4、3.5

保护气体, 3.1、3.12.3、表 3.1、3.5、4.1、4.1S

保护介质, 4.8.3、4.9.1

垫片, 6.10.3.3

工厂拼接, 2.11.3.1、5.3.7

短路过渡 (GMAW-S), 附录图 B.1、表 3.4、3.5、3.6 (注)、4.1、4.1S

收缩限制, 5.3.5

侧弯试样, 表 4.2、4.3、图 4.4、4.15、4.16、4.21

硅, 表 3.2 (注 a)、4.6

单焊条, 4.9.2、表 3.5

单焊条机械焊接, 4.9.3

斜接头, 3.18、附录 B

斜 T 形接头, 2.1.5.3、2.3.2.2、2.16、2.4.2.2、附录 B、图 B.1、表 B.1

跳焊, 附录 I2.1、I4

焊渣, 3.30.2、3.30.3、4.6.5.1、4.10.2.4、4.11.5、5.8、6.20.1、7.5.5.1

Snellen English 视力表, 6.2.4

SNT-TC-1A, 6.2.7、6.16

软焊, 附录 J6

固体颗粒, 附录 J2

溶剂, 附录 N3.2

声音 (UT)

声音幅度, 6.15.11(5)

声程, 6.15.2、附录 L

完整性, 4.1.1、4.6.3、4.10.2

射线源到底片距离, 6.9.2, 附录 L

火花, 附录 J4

飞溅物, 5.8、5.10.2、附录 L

球形不连续性, 6.20.1、6.20.2.1、图 6.18

球形不连续性特性, 图 6.18

拼接, 2.6、2.11.1、2.11.3

拼接板, 2.7.3

抽取

局部试样, 附录 H4

抽检, 6.8.3

喷射过渡 (GMAW), 3.2.9、4.8.1、附录 I2.1、表 4.1

不锈钢, 2.0、3.0、3.4.2、3.29、5.0、附录 D3、表 3.2、4.5

不锈钢螺柱, 7.1、附录 I

标准

标准参考反射体, 图 6.9

标准反射体, 6.17、6.18、6.18.1、6.18.3.1、6.18.3.2

标准灵敏度, 6.18.1、6.18.1.1

标准测量单位, 1.8

标准化 WPS, 3.0

静态载荷, 2.6、6.23.1、6.28、附录 H6.3、表 6.4、附录表 H.1、图 E.1

加劲肋, 2.6、6.29.1.6

直梁 (纵波), 6.15.7

应力, 1.1、2.3.2.2、2.3.2.3、2.3.3、2.7.2、2.7.3、2.8.2、2.11.1、2.12.1、2.13、2.14.2、5.16.3、6.29.2.2、表 2.1

应力腐蚀裂化, 5.2、5.16.3

应力增强效果, 2.3.3

带材, 表 3.2

结构焊接委员会, 附录 K3、M

撑杆, 5.3.6

螺柱

螺柱用户, 7.6.2

螺柱焊接端, 7.1、7.2.4、7.4.4、7.5.5.3、附录 D1、D3、D7.1、D7.2、D8、D9

螺柱弯曲夹具, 图 7.5, 附录图 D.1、D.2

螺柱直径, 7.7.1.1

螺柱端, 7.5.5.2

螺柱角焊缝, 表 7.2

螺柱装配, 7.5.5.3

螺柱枪, 7.7.1.1

螺柱制造商, 7.2.4、7.3.3、7.6.2、附录 D1、D4、D5.2

螺柱机械属性, 表 7.1

螺柱位置, 图 7.3

螺柱拉伸试验, 图 7.2、7.4

螺柱扭矩值, 表 7.3、7.4

螺柱焊接, 7.1、7.5.1、7.8.3

螺柱焊接设备, 7.2.1、7.5.1

螺柱焊接操作员, 7.7.4

配件拼接, 5.3.7

分包合同, 4.1.2, 4.7.2

埋弧焊 (SAW), 2.14、3.1、3.2、3.4.2、3.11、3.11.3、3.11.4、3.11.4.2、3.15、3.21、表 3.3、3.5、5.1、图 3.4、3.5

硫, 附录 I2.1

补充加热, 附录 I3

表面

表面条件, 5.2.1、5.13.1、6.18.1

表面准备, 5.2.1、6.6.5、6.16

对称性, 2.2.3

T

点固焊, 4.7.12

点固焊, 4.7.12

点固焊缝, 5.3.6、5.7、5.7.2、5.7.3

撕裂, 5.2.1.1、6.10.10

技术查询, 附录 K

温度, 表 4.1、4.1S

临时性焊缝, 5.7.5

抗拉

抗拉强度, 2.3.2.2、3.7、4.6.6.1、4.6.7.1、附录 D7.1、D8、表 2.1、3.2、3.3

抗拉应力, 2.2.2、2.9.1、6.28.1.8、6.29.1.5、6.29.1.8、6.29.2.1、附录 A6.2.1、A6.3、表 2.1

抗拉试验, 4.6.7, 附录 D7.2, 图 7.2

张力, 表 2.1

抗张或压缩部件, 2.11.1

拉伸试样, 图 4.10–4.13(A)、表 4.2

试验, 7.6.6.3

术语和定义, 附录 L

试验

试验仪表, 6.15.2、6.15.3、6.15.4、6.15.9.1、附录 L

试样, 2.3.3、4.1.2、4.3.1、4.3.1.2、4.3.2.3、4.3.2.4、4.6.1、4.6.4、4.7.2、4.7.10、4.10.2.3、7.6.6.2、附录 D5.1、D6、D6.2、D7.2、表 4.2

试验

试验内容, 6.8

试验实验室数据报告, 4.7.2、附录 M3

热切割, 5.2.1.2、5.2.4.2、图 2.5

厚度, 表 4.1、4.1S、4.2、4.3、图 4.6、4.16–19

厚度限制, 3.29(8)、4.6.11.3、4.11.3、表 4.7

螺纹螺柱, 7.7.1.4、7.8.4、附录 D5.1

T 形接头, 2.1.5.3、2.3.2.2、2.4.2.2

T 试验, 表 4.2

公差, 3.23.2、3.24.2、5.2.1.2、5.3.9、5.4.2、5.11.1、5.13.2、6.17、附录 D10、M3、图 3.4、3.5、6.5、7.1

焰焊, 附录 J6

扭转试验装置, 7.6.6.2、图 7.4

韧度, 附录 B1、B5 试验、1.2.9.2

商标名称, 3.1、表 3.1

换能器更换, 6.18.4

换能器晶体, 6.15.8、图 6.8

换能器, 6.15.1、6.15.7

换能器尺寸, 6.13.2、6.15.6

传输修正, 6.16(12)、6.18.1、6.18.3、图 6.12

过渡

非管状连接中对接接头过渡, 2.9

厚度或宽度过渡, 2.9.1

横向, 4.5.1

横向间隔, 2.4.3

行走速度, 3.1、表 3.1

构架, 2.15.11

导管, 表 3.2

管材, 4.1.9、4.3.1、4.7.6、4.10.2.1、附录 L、图 4.3(B)

管状, 1.2、附录 L

管状连接, 2.10、3.16、3.21、3.22、3.27、3.28.3、附录 L、图 2.2、2.5

管状接头详情, 3.27

钨焊条, 表 3.5 (注 g)

T 形焊缝, 6.22.6

扭结, 7.2.5

U

美国惯用单位, 1.8、附录 B

超声波 (UT)

超声波设备, 6.15、6.16(3)

超声波检测报告, 图 6.2.4

超声波仪表和校准, 6.13.1

超声波操作员要求, 6.14、6.14.1、6.14.2、6.15

超声波程序, 6.13.1、6.16

超声波扫描形式, 图 6.16

超声波技术人员, 6.13.1、6.15.6、6.22.1、6.22.4

超声波试验, 6.7.5、6.13、6.14.1、6.28.3、6.29.3、附录 L、附录格式 O-1

超声波装置合格证, 附录格式 O-1

紫外线, 附录 J6

咬边, 3.29(6)、3.29(8)、4.6.2、4.6.9.1、4.10.1.1、4.10.5.1、5.11.1、5.13.5、6.10.8、6.28.1.5、6.29.1.5、附录 H6.2.3、表 H.3

欠匹配, 附录 I2.2

低于要求, 6.29.1.7、H6.2.2

统一编号系统, 1.2

未列出钢, 1.2.9.2

UNS 编号, 表 3.2

V

气体, 附录 J5

通风, 附录 C2、C5

验证, 6.1.1.2、6.1.2.2、6.2.6、6.3、6.4、6.5、6.5.6、6.6.6、6.12.2、6.16(14)、7.8、7.8.2

垂直线性 (UT), 6.15.11(18)

立焊位置, 3.21、3.29(8)、4.1.6、4.8.6、7.7.1.1、7.7.4.1、表 3.5、图 3.4、3.5

立焊向下, 3.29(8)

立焊方向, 表 4.1、4.1S

校准工具, 5.8

录像、摄影静止胶片, 6.27.2

可视光, 附录 J6

视力测试, 6.2.4

目视

目视工具, 附录 H6.2

目视检测, 4.6.1、4.6.2、4.10.1、4.10.1.1、4.10.4.2、4.10.5.1、4.11.5、5.7.5、7.7.1.4、7.7.1.5、7.7.4.4

目视检验, 4.5.1、4.5.2、5.13.5、6.3、6.6.2、6.6.5、6.28.1、6.28.1.9、6.28.2.1、6.28.3、6.28.4、6.29.3.1、6.29.4、7.5.5.6、A6.1

电压, 3.1、表 3.1

W

W178.2, 6.2.1、6.2.2

腹板, 2.11.3.1、5.3.8

腹板和翼缘板连接焊缝, 6.28.17、6.29.17、图 5.1

楔子, 5.3.6

焊道宽度/深度限制, 图 3.7

焊缝

焊缝分类, 附录表 H.1

焊缝清洁, 5.10

焊缝不连续性鉴定, 6.20

焊缝不连续性尺寸确定, 6.21

焊缝完整性, 6.7

焊接金属移除和修补, 5.12

焊缝轮廓, 4.6.9.1、5.11、5.11.2、5.11.3、5.11.5、6.28.1.4、6.29.1.4、图 5.2

焊缝尺寸, 图 3.4、3.5、4.5

焊缝间距, 2.5.1、2.5.2、2.12.1

引弧板, 3.8、5.2.4.1、5.9、6.10.3.1

焊缝终端, 2.4.4、5.9

焊工, 4.1.4、4.7.1、4.7.12、4.9.3、4.10、4.11.1、5.3.3

焊工资质检测, 4.8、表 4.3

焊工资质, 2.16

焊接

焊接检修孔, 5.2.4、图 5.1

焊接耗材, 附录 J2

焊接形式, 附录 M

焊接工艺规程 (WPS), 2.16、3.0、3.22.1.2、4、4.3、4.4.1、5.11、6.4、7.6.1、表 3.5、4.1、4.1S、4.7

焊接工艺, 2.1.5.1、3.4、3.5、3.15、3.21、3.22.1、3.29(8)、4.1.1、4.6.11.1、4.7.1、附录 C2、E

焊接顺序, 5.3.2、5.3.7、附录 I2.1

焊接符号, 1.6、2.1.5.3

焊接术语, 1.3、附录 L

焊接杂质, 附录 K3、K4

焊接操作员, 4.7.10、4.9、4.10、4.11.1、表 4.3、4.7

风, 3.29(12)

风速, 3.29、5.1.2

焊丝分类, 3.4.2、表 3.3 (注)

送丝速度, 表 3.1

线型像质计, 6.10.1、表 6.2、图 6.1–6.6

工艺, 6.2.1、6.6.2、6.6.3、7.1、7.4

工件, 附录 J1

X

X 射线, 6.9.1

Y

屈服强度, 表 2.1、3.1

辗型设备, 6.7.7

Z

锌, 5.2

Z 折减值, 2.16

AWS 结构焊接文件列表

名称	标题
D1.1/D1.1M	钢结构焊接规范
D1.2/D1.2M	铝结构焊接规范
D1.3/D1.3M	不锈钢结构焊接规范
D1.4/D1.4M	钢筋结构焊接规范
D1.5/D1.5M	桥焊规范
D1.6/D1.6M	不锈钢结构焊接规范
D1.8/D1.8M	地震增补结构焊接规范
D1.9/D1.9M	钛结构焊接规范