

金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 ——

第一部分：钢的弧焊和气焊、镍及镍合金的弧焊

1 范围

本标准是一套系列标准的组成部分，该系列标准的详细情况可参见 ISO 15607 的附录 A。

本标准规定了使用焊接工艺评定试验来评定焊接工艺预规程的方法。

本标准确定了进行焊接工艺评定试验的条件和在第 8 章变量范围内所有实际焊接操作所对应的焊接工艺评定有效范畴。

试验应按照本标准要求进行。应用标准可能要求附加的试验。

本标准适用于所有钢产品的弧焊和气焊，以及所有镍及镍合金产品的弧焊。

根据 ISO 4063 规定，弧焊和气焊方法包括：

111 —— 手工电弧焊；

114 —— 自保护药芯焊丝电弧焊；

12 —— 埋弧焊；

131 —— 金属极惰性气体保护焊，MIG 焊；

135 —— 金属极活性气体保护焊，MAG 焊；

136 —— 药芯焊丝活性气体保护焊；

137 —— 药芯焊丝惰性气体保护焊；

141 —— 钨极惰性气体保护焊，TIG 焊；

15 —— 等离子弧焊；

311 —— 氧乙炔焊接。

本标准的原则也可能适用于其它熔化焊方法。

2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文，通过在本国际标准中引用而构成本国际标准的条文。标准出版时，所示版本均为有效。所有的标准都可能被修订，因此使用本国际标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。IEC 及 ISO 的成员保持着现行有效国际标准的目录。

ISO 4063 金属的焊接、硬钎焊、软钎焊及钎接焊 —— 用于图样上符号表示的工艺术语及参照代号

ISO 5817 钢的弧焊接头——缺陷质量分级指南

ISO 6947: 1993 焊缝——工作位置——倾角和转角的定义

ISO 9606-1 焊工考试 - 熔化焊 - 第一部分:钢

ISO 9606-4 焊工考试 - 熔化焊 - 第四部分:镍及镍合金

ISO 14175 焊接材料 —— 弧焊及切割用保护气体

ISO 14732 焊接人员 —— 金属材料机械及自动焊操作工和电阻焊安装工的考试

ISO 15607 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 一般原则

ISO/TR 15608 焊接 —— 金属材料分类指南

ISO 15609-1 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺规程 —— 第一部分：弧焊

ISO 15609-2 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺规程 —— 第二部分：气焊

ISO 15613 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 基于预生产试验的评定

EN 571-1 无损检验 —— 渗透检验 —— 第一部分：一般原则

EN 875 金属材料焊缝的破坏性试验 —— 冲击试验 —— 试样部位、缺口方向及试验

EN 895 金属材料焊缝的破坏性试验 —— 横向拉伸试验

EN 910 金属材料焊缝的破坏性试验 —— 弯曲试验

EN 970: 1997 熔化焊焊缝的无损检验——外观检验

EN 1011-1 焊接 —— 金属材料焊接推荐工艺 —— 第一部分：弧焊的一般原则

EN 1043-1 金属材料焊缝的破坏性试验 —— 硬度试验 —— 第一部分：弧焊接头的硬度试验

EN 1290 焊缝的无损检验 —— 焊缝的磁粉检验

EN 1321 金属材料焊缝的破坏性试验 —— 焊缝的宏观和显微金相检验

EN 1435 焊缝的无损检验 —— 焊接接头的射线探伤

EN 1714 焊缝的无损检验 —— 焊接接头的超声波探伤

EN 12062 焊缝的无损检测 —— 金属材料的一般原则

3 术语和定义

出于本标准的目的，采用了 ISO 15607 中的术语和定义。

4 焊接工艺预规程(pWPS)

应按照 ISO 15609-1 或 ISO 15609-2 编制焊接工艺预规程。

5 焊接工艺评定试验

试件的焊接和试验应符合本标准第 6 章和第 7 章的要求。

在满足相关试验要求的前提条件下，按照本标准圆满完成焊接工艺试验的焊工或焊接操作工将取得 ISO 9606-1 或 ISO 9606-2 或 ISO 14732 对应范围的认可资格。

6 试件

6.1 一般原则

应按照 6.2 的要求制备标准试件，使其焊接接头所使用的工艺应具有生产代表性。在产品/接头形式不需本标准规定的这些标准试件时，要求采用 ISO 15613 标准。

6.2 试件的形状和尺寸

试件应具有足够的尺寸或数量以确保进行所有要求的试验。

为了做额外的及（或）重新试验的试件，可以制备附加试件或比最小尺寸更长的试件（详见 7.5）。

对于除支管连接（见图 4）和角焊缝（见图 3）以外的所有试件而言，母材厚度 t 应同为被焊板/管的厚度。

如果应用标准要求热影响区做冲击试验时，应标记试件板材的轧制方向。

试件的厚度和管子外径应按照 8.3.2.1 至 8.3.2.4 要求选择。

试件的形状和最小尺寸应按如下要求：

6.2.1 全焊透的板对接焊缝

试件应按图 1 制备。

6.2.2 全焊透的管对接焊缝

试件应按图 2 制备。

注：“管”一词，单独或组合，用于表示“管”、“管子”或“中空结构”。

6.2.3 T 型接头

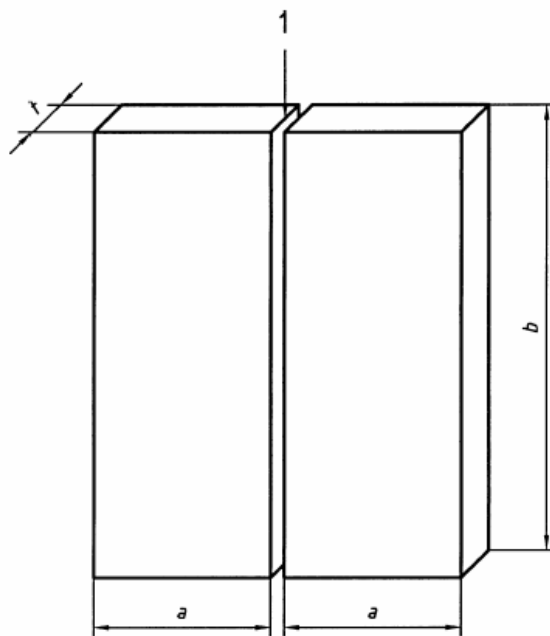
试件应按图 3 制备。

T 型接头可被用作全焊透的对接接头或角焊缝。

6.2.4 支管连接

试件应按图 4 制备。角度 α 为用于实际产品的最低值。

支接管可被用作全焊透的接头（骑座式、插入式或全插式接头）或角焊缝。



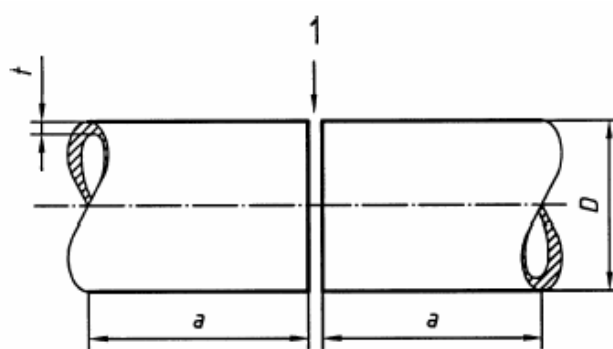
注 1：接头制备及组装按焊接工艺预规程（pWPS）

a 最小值 150mm

b 最小值 350mm

t 母材厚度

图 1 全焊透的板对接焊缝试件



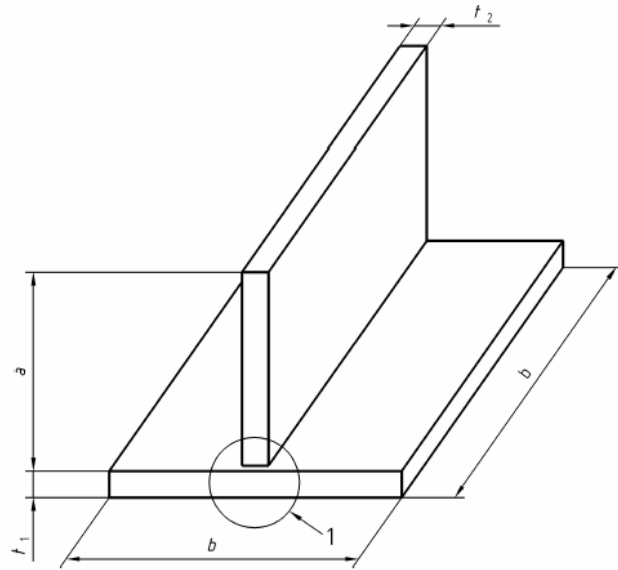
注 1：接头制备及组装按焊接工艺预规程（pWPS）

a 最小值 150mm

D 管子外径

t 母材厚度

图 2 全焊透的管对接焊缝试件

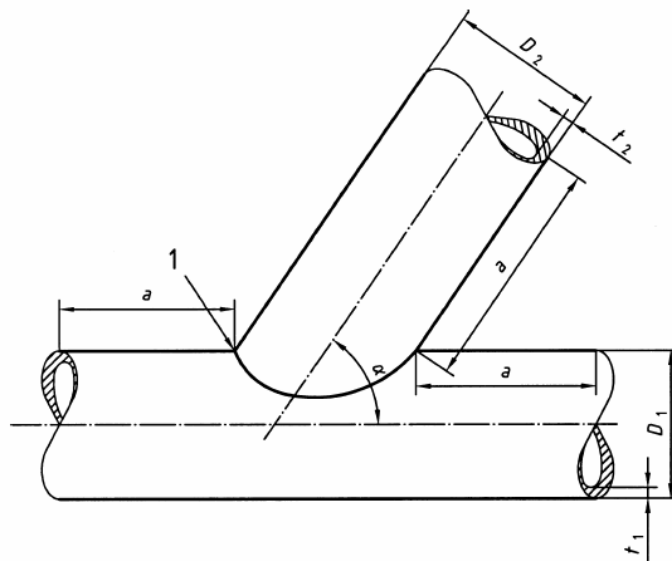


注 1: 接头制备及组装按焊接工艺预规程 (pWPS)

a 最小值 150mm

b 最小值 350mm

图 3 T 型接头试件



注 1: 接头制备及组装按焊接工艺预规程 (pWPS)

α 支管角度

a 最小值 150mm

D_1 主管外径

t_1 主管壁厚

D_2 支管外径

t_2 支管壁厚

图 4 支接管试件

6.3 试件的焊接

试件的制备和焊接应按照焊接工艺预规程，在其所代表的产品焊接条件下进行。试件的焊接位置、倾角和转角范围应符合 ISO 6947 的规定。如定位焊缝最终熔入接头，试件中应包含定位焊缝。试件的焊接及试验应由考官或考试机构监督。

7 试验和检验

7.1 试验内容

试验包括无损检验（NDE）和破坏性试验，具体要求见表 1。

应用标准可能规定附加试验，如：

- 焊缝纵向拉伸试验；
- 全焊缝金属弯曲试验；
- 腐蚀试验；
- 化学分析；
- 高倍金相检验；
- delta 铁素体检验；
- 十字接头试验。

注：特殊应用、材料或制造条件可能要求比本标准规定试验更为完整的试验，以获得更多的信息，避免后期为取得附加试验数据而重复试验。

表 1 试件的试验和检验

试件	试验种类	试验内容	备注
全焊透的 对接焊缝 图 1 和图 2	外观	100%	-
	射线或超声	100%	a
	表面裂纹检测	100%	b
	横向拉伸	2 个试样	-
	横向弯曲	4 个试样	c
	冲击	2 组	d
	硬度	要求的	e
	低倍金相	1 个试样	-
全焊透的 T 型接头 图 3	外观	100%	f
全焊透的支接管 图 4	表面裂纹检测	100%	b、f
	超声或射线	100%	a、f、g
	硬度	要求的	e、f
	低倍金相	2 个试样	f
角焊缝 图 3 和图 4	外观	100%	f
	表面裂纹检测	100%	b、f
	低倍金相	2 个试样	e、f
	硬度	要求的	f

a 超声波检验不适用于小于 8mm ($t < 8\text{mm}$) 的厚度，也不适用于 8、10、41-48 组材料。

b 渗透检验或磁粉检验。对于非磁性材料，采用渗透检验。

c 弯曲试验见 7.4.3。

d 厚度 t 大于 12mm 的母材，并有规定的冲击性能时要求，1 组为焊缝金属，1 组为热影响区。应用标准可能要求做 12mm 以下的冲击试验。试验温度应由制造商根据实际应用或应用标准选择，但不必低于母材规程。附加试验参见 7.4.5。

e 不要求的母材：1.1、8、41-48 组材料。

f 详述的试验不提供接头力学性能方面的信息。这些性能与应用有关时，应进行附加的评定，如对接焊缝评定。

g 外径 $\leq 50\text{mm}$ 时，不要求做超声波检验。

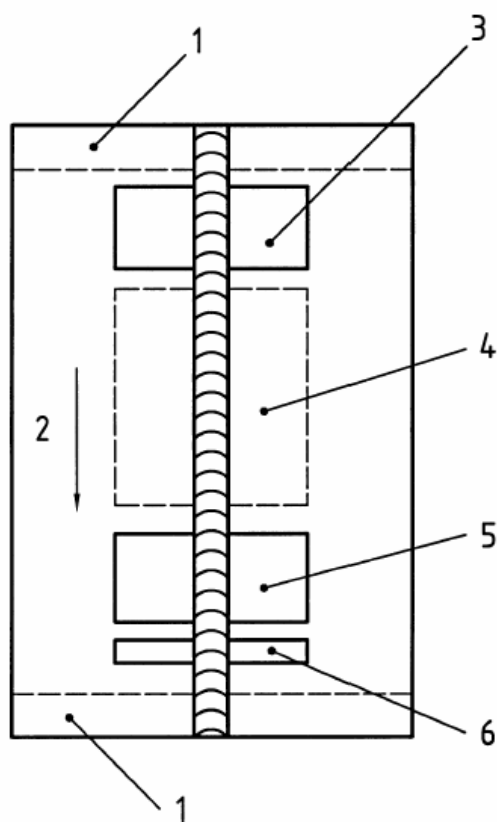
外径大于 50mm 而且无法实施超声波检验时，应进行射线检验。其前提条件是接头外形符合预定的结果。

7.2 试样的位置及截取

试样的截取应按照图 5、图 6、图 7 和图 8 要求。

试样应在完成所有的无损检验之后，从合格的部位内截取。

允许避开超标缺陷部位截取试样。



1 去除 25mm

2 焊接方向

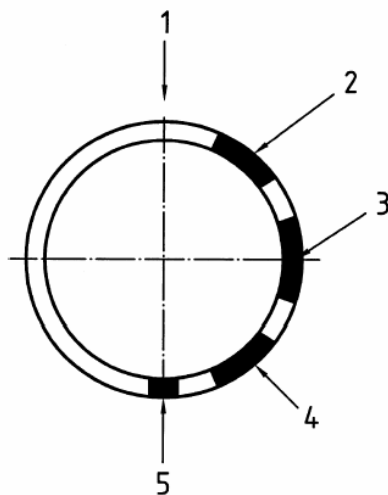
3 该部位：一个拉伸试样；弯曲试样

4 该部位：有要求时，冲击和附加试样

5 该部位：一个拉伸试样；弯曲试样

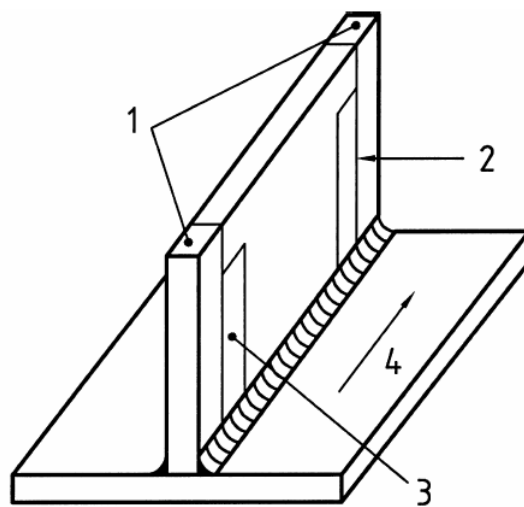
6 该部位：一个金相试样；一个硬度试样

图 5 板对接接头试样的位置



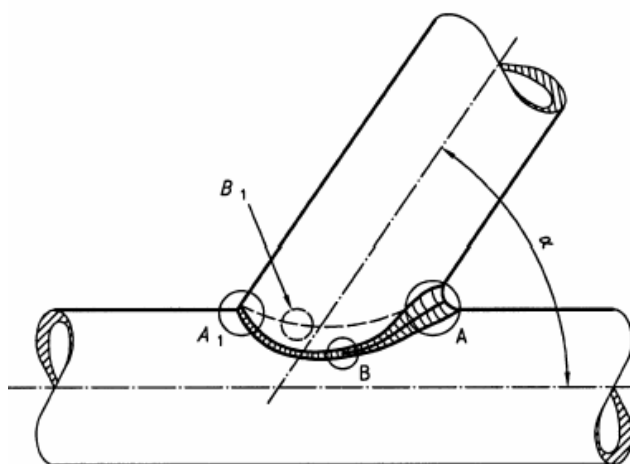
- 1 固定管的顶端
- 2 该部位：一个拉伸试样；弯曲试样
- 3 该部位：有要求时，冲击和附加试样
- 4 该部位：一个拉伸试样；弯曲试样
- 5 该部位：一个金相试样；一个硬度试样

图 6 管子对接接头试样的位置



- 1 去除 25mm
- 2 金相试样
- 3 金相试样及硬度试样
- 4 焊接方向

图 7 T 型接头试样的位置



1 金相试样及硬度试样的取样部位 (A 位置)

2 B 位置上的金相试样

α 为支接管角度

图 8 支接管或管子角焊缝试样的位置

7.3 无损检验

应在切割试件之前, 在试件上进行 7.1 和表 1 规定的所有无损检验。所有规定的焊后热处理则在无损检验之前进行。

对于氢致裂纹敏感的材料, 而且不规定进行后热或焊后热处理时, 应延迟一段时间再做无损检验。

根据接头形状、工件的材料和要求, 无损检验应按 EN 970 (外观检验)、EN1435 (射线探伤)、1714 (超声波探伤)、ISO3452 (渗透检验) 和 EN1290 (磁粉检验) 进行。

7.4 破坏性试验

7.4.1 一般原则

表 1 规定了试验的内容。

7.4.2 横向拉伸试验

对接接头横向拉伸试验的试样和试验应符合 EN 895 (ISO/DIS 4136) 规定。

对于外径大于 50mm 的管子, 应去除两面多余的焊缝金属, 使得试样厚度与管壁厚相同。

对于外径小于或等于 50mm 的管子, 采用较小管子的整个截面时, 允许保留管子内表面的焊缝余高。

除非试验之前另有规定, 试样的拉伸强度一般不得低于母材的下限值。

对于异种母材的接头, 拉伸强度一般不得低于较低强度母材的下限值。

7.4.3 弯曲试验

对接接头弯曲试验的试样和试验应符合 EN 910 (ISO 5173) 标准规定。

厚度小于 12mm 时, 应做两个正弯和两个背弯试验。当厚度大于或等于 12mm 时, 建议用四个侧弯代替两个正弯和两个背弯试验。

对于板子的异种钢或异种成分对接接头, 可以采用一个纵向背弯或一个纵向正弯试样而不是做四个横向弯曲试验。

弯头或内辊的直径应为 $4t$, 延伸率大于等于 20% 的母材, 弯曲角度应为 180° 。而延伸率低于 20% 的母材, 可采用下列公式:

$$d = (100 \times t_s) / A - t_s$$

式中:

d 为弯头或内辊的直径

t_s 弯曲试样的厚度

A 材料规程要求的最低延伸率

试验过程中, 试样不应在任何方向出现大于 3mm 的缺陷。评估时在试样边角出现的缺陷可以忽略。

7.4.4 低倍金相检验

试样应按 EN 1321 规定制备并在一侧腐蚀, 以清晰地显示出熔合线、热影响区和各层焊道。

低倍金相检验应包括未受到影响的母材, 并每个工艺试验至少再现一次。

7.4.5 冲击试验

对接接头冲击试样和试验应符合本标准对取样部位、试验温度的要求, 尺寸和试验应满足 EN 875 (ISO 9016) 规定。

焊缝金属应采用 VWT 型 (V 表示恰贝 V 形缺口; W 表示缺口开在焊缝金属; T 表示缺口开在厚度方向) 试样, 热影响区可采用 VHT 型 (V 表示恰贝 V 形缺口; H 表示缺口开在热影响区; T 表示缺口开在厚度方向) 试样。每个规定部位, 各组应包含 3 个试样。

应采用 V 型缺口试样, 并在母材表面 2mm 以下沿焊缝垂直取样。

热影响区的缺口应距离熔合线 1 至 2mm, 焊缝金属缺口则开在焊缝中心线上。

厚度大于 50mm 时, 应取两组附加试样。一组取自焊缝金属, 一组取自恰好位于中间厚度的热影响区或焊缝根部。

除非应用标准另有要求, 冲击功一般应符合对应的母材标准。三个试样的平均值应满足规定的要求。对每个缺口部位, 单个值可以低于规定的最低平均值, 但不得低于该数值的 70%。

异种钢接头的冲击试验应采用每侧母材热影响区的试样进行。

用一个试件评定多个焊接方法时, 冲击试样应取自每个焊接方法施焊的焊缝金属和热影响区。

7.4.6 硬度试验

硬度试验方法应按 EN 1043-1: 1995 (ISO 9015) 的规定, 采用载荷为 HV10 的维氏硬度。为了测量和记录焊接接头硬度值的范围, 压痕应打在焊缝、热影响区和母材上。厚度小于或等于 5mm 的材料, 应在表面 2mm 处打一排压痕。厚度超过 5mm 的材料, 应在焊接接头的上、下表面 2mm 处各打一排压痕。双面焊缝、角焊缝和 T 型接头对接焊缝, 应在根部区域增加一排压痕。典型示例参见 EN 1043-1 (ISO 9015) 的图 1a)、b)、e)、f) 和图 3、图 4。

对于每一排压痕, 在下列区域应至少包含三个单独的压痕:

- 焊缝;
- 两侧的热影响区;
- 两侧的母材。

对于热影响区而言, 第一个压痕应尽可能地靠近熔合线。

硬度试验的结果应当符合表 2 的要求。而 6 组 (无热处理)、7 组、10 和 11 组材料及任何异种材料接头的硬度要求应在试验之前规定。

表 2 允许的最大硬度值 (HV10)

ISO/TR 15608 钢组	未经热处理	经热处理
1 ^a 、2	380	320
3 ^b	450	380
4、5	380	320
6	-	350
9.1	350	300
9.2	450	350
9.3	450	350
a 如果有硬度试验要求。		
b 对于 $R_e > 890 \text{ N/mm}^2$ 的钢, 需要做特殊规定。		

7.5 合格等级

如果试件内的缺陷处于 EN ISO 5817 规定的 B 级限值范围内, (但下列缺陷种类除外, 如: 焊缝金属过多、凸度过大、焊缝厚度过大和塌陷, 这些缺陷的限值为 C 级), 则判定焊接工艺合格。

注: EN 25817 质量等级与不同无损检验方法合格等级之间的相互关系参见 EN 12062。

7.6 复试

如果试件不符合 7.5 规定的外观检验或无损检验要求, 应再焊制一块试件并进行同样的试验。如果这块附加的试件仍无法满足这些要求, 则焊接工艺评定失败。

如果试样仅因焊接缺陷而不符合 7.4 规定的破坏性试验要求, 每个不符合项应附加两块试样。这些附加试样可取自同一块试件 (如果材料足够大的话), 或取自一个新焊制的试件, 并进行同样的试验。

如果这些附加试样中的某一个试样不符合这些要求, 则焊接工艺评定失败。

如果拉伸试样不符合 7.4.2 要求, 应加做两个同样的拉伸试样。这两个拉伸试样应满足 7.4.2 要求。

如单个硬度值高于表 2 规定值, 应附加进行硬度试验。附加试验可在原试样的反面或原试验表面做充分打磨后进行。附加试验的硬度值不得高于表 2 的最大值。

对于恰贝冲击试验而言, 一组三个试样的结果不符合要求时 (如单个值低于规定值的 70%), 应取三个附加试样。所有这些试样 (附加试样与原始试样) 的平均值不得低于要求的平均值。

8 认可范围

8.1 概述

为了遵从本标准, 本标准第 8 章规定的每个条件都应得到满足。

规定范围之外的变化要求一个新的焊接工艺评定试验。

8.2 与制造商有关的条件

制造商按本标准通过焊接工艺评定试验评定合格的 pWPS, 在该制造商相同的技术和质量控制的车间或现场焊接均有效。

相同的技术和质量控制是指实施焊接工艺评定的制造商保持着完整的实施焊接责任。

8.3 与材料有关的条件

8.3.1 母材类组

为了减少焊接工艺评定试验的数量至最低, 钢、镍及镍合金按 ISO 15608 分类。

该类组体系为包括的母材或母材组合需要做单独的焊接工艺评定。

如果某个钢种属于两个类组或分类组, 应将其划为较低类别的类组或分类组。

注: 使用国家标准时出现的相同类组中少许的成分差别不需要做重新评定。

8.3.1.1 钢

表 3 规定了钢的认可范围。

表 3 钢类组及分类组的认可范围

试件的材料类 组（或分类组）	认可范围
1-1	1a-1
2-2	2a-2; 1-1; 2a-1
3-3	3a-3; 1-1; 2-1; 2-2; 3a-1; 3a-2
4-4	4b-4; 4b-1; 4b-2
5-5	5b-5; 5b-1; 5b-2
6-6	6b-6; 6b-1; 6b-2
7-7	7c-7
7-3	7b-3; 7c-1; 7c-2;
7-2	7c-2a; 7c-1
8-8	8c-8
8-6	8c-6b; 8c-1; 8c-2; 8c-4
8-5	8c-5b; 8c-1; 8c-2; 8c-4; 8c-6.1; 8c-6.2
8-3	8c-3a; 8c-1; 8c-2
8-2	8c-2a; 8c-1
9-9	9b-9
10-10	10b-10
10-8	10b-8c
10-6	10b-6b; 10b-1; 10b-2; 10b-4; 10b-6.1; 10b-6.2
10-5	10b-5b; 10b-1; 10b-2; 10b-4; 10b-6.1; 10b-6.2
10-3	10b-3a; 10b-1; 10b-2
10-2	10b-2a; 10b-1
11-11	11b-11; 11b-1
a 包括同类组中屈服强度相同或较低的钢种。 b 包括同类组中所有分类组和较低的分类组。 c 包括同分类组中的钢。	

8.3.1.2 镍合金

表 4 规定了镍合金的认可范围。

8.3.1.3 钢和镍合金的异种接头

认可范围由表 4 给出。

表 4 镍合金及镍合金/钢类组的认可范围

试件的材料 类组	认可范围
41-41	41c-41
42-42	41c-42
43-43	43c-43; 45c-45; 47c-47
44-44	44c-44
45-45	45c-45; 43c-43c
46-46	46c-46
47-47	47c-47; 45c-45c; 43c-43c
48-48	48c-48
41 至 48-2	41 至 48c -2a; 41 至 48c-1
41 至 48-3	41 至 48c-3a; 41 至 48c-2 (或 1)
41 至 48-5	41 至 48c-5b; 41 至 48c-6.2 (或 6.1、4、2、1)
41 至 48-6	41 至 48c-6b; 41 至 48c-4 (或 2、1)
注: 对于 41 至 48 类组, 用某类沉淀硬化合金进行的工艺评定将适用于该类组所有沉淀硬化合金与同类组中所有固熔合金的焊接。	
a 包括同类组中屈服强度相同或较低的钢种。	
b 包括同类组中所有分类组和较低的分类组。	
c 对于 41 至 48 类组, 用某类固熔或沉淀硬化合金进行的工艺评定将分别适用于同类组所有沉淀硬化合金或固熔合金。	

8.3.2 母材厚度和管直径

8.3.2.1 概述

对于单个方法评定而言, 厚度 t 具有如下含义:

a) 对接接头:

为母材厚度。

b) 角焊缝:

为母材厚度。对于表 6 认可的厚度范围, 对应着单道焊的角焊缝有效厚度 a 的认可范围, 见

8.3.2.3。

c) 对于骑座式支接管:

为母材厚度。

d) 对于插入式或全插式支接管:

为母材厚度。

e) 对于全焊透的板子 T 型接头:

为母材厚度。对于多种方法评定而言, 记录的每个方法所焊出的厚度应当被用做评定单个焊接方法的认可范围基础。

8.3.2.2 对接接头、T 型接头、支接管及角焊缝的认可范围

以厚度 t 进行的焊接工艺评定适用于表 5 和表 6 给出的厚度范围。

对于支接管和角焊缝而言, 认可范围应分别适用于两部分母材。

表 5 对接焊缝材料厚度和焊缝熔敷厚度的认可范围

试件厚度 t	认可范围	
	(单焊道)	(多焊道)
$t \leq 3$	0.7t 至 1.3t	0.7t 至 2t
$3 < t \leq 12$	0.5t (最小为 3) 至 1.3t ^a	3 至 2t ^a
$12 < t \leq 100$	0.5t 至 1.1t	0.5t 至 2t
$t > 100$	不适用	50 至 2t

a 有冲击试验要求时, 认可的上限值为 12mm。但进行了冲击试验的不受此限制。

表 6 角焊缝材料厚度和焊缝有效厚度的认可范围

试件厚度 t	认可范围		
	材料厚度	焊缝有效厚度	
		单焊道	多焊道
$t \leq 3$	0.7t 至 2t	0.75a 至 1.5a	无限制
$3 < t < 30$	0.5t(最小为 3)至 1.2t	0.75a 至 1.5a	无限制
$t \geq 30$	≥ 5	a	无限制

注 1: a 为试件的焊缝有效厚度。
2: 用对接焊缝评定角焊缝时, 评定的焊缝有效厚度应以熔敷金属厚度为准。

a 仅对特殊应用而言, 每个焊缝有效厚度应通过一个焊接工艺评定试验单独验证。

8.3.2.3 管子和支接管直径的认可范围

用直径 D 进行的焊接工艺评定适用于表 7 给出的范围。

当管子外径大于 500mm, 或者在 PA 或 PC 转动位置上的管子外径大于 150mm 时, 板材的评定适用于管子。

表 7 管子和支接管的认可范围

试件的直径 D^a	认可范围
$D \leq 25$	0.5D 至 2D
$D > 25$	$\geq 0.5D$ (最小 25mm)

注: 对于中空结构, D 为较短边长。

a D 为主管或支管的外径。

8.3.3 支接管的角度

用支接管角度 α 进行的工艺评定, 在 $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$ 的条件下, 适用于所有的支管角度 α_1 。

8.4 焊接工艺通用规则

8.4.1 焊接方法

各种机械化程度应当单独评定(手工、部分机械化、全机械化和自动化)。

评定仅对焊接工艺评定试验所用的焊接方法有效。

对于多种焊接方法的工艺而言, 焊接工艺评定可针对每种方法采用单独的焊接工艺评定试验进行。也可以采用包括多种方法在内的一个工艺评定。这样的试验评定仅对多种方法工艺评定试验时所使用的焊接方法顺序有效。

注: 不允许使用一个多种方法的评定试验来评定任何单个方法, 除非该方法进行的试验符合本标准规定。

8.4.2 焊接位置

任一位置(板或管子)上的焊接试验适用于所有位置(板或管子)的焊接, 但 PG 和 J-L045

位置除外，这些位置需要做单独的评定。

在有冲击和（或）硬度要求时，为了评定所有的位置，冲击试样应取自热输入最高的焊缝部位，而硬度试样则取自热输入最低的焊缝部位。

例如，板对接焊缝热输入最高的位置通常为 PF，而最低的位置为 PC。对于固定管焊缝而言，硬度试验应取自仰焊位置。

既无冲击要求，也无硬度要求时，任一位置（板或管子）上的焊接适用于所有位置（板或管子）的焊接。

为了满足硬度和冲击要求，要求在不同焊接位置焊制两块试件，除非要求在单一位置做评定。在要求评定所有焊接位置的场合下，两块试件应进行全面的外观检验和无损探伤。

以 10 组材料为例，热输入最低和最高的位置应分别用于冲击和硬度试验。

注：其他破坏性试样可取自任一试件。其中一个试件可减短。

8.4.3 接头/焊缝种类

评定试验所使用的焊接接头认可范围参见相关条款的限定（如直径、厚度），并且：

a) 对接焊缝适用于全焊透及部分焊透的对接焊缝和角焊缝。角焊缝在生产焊接占主导地位时要求评定角焊缝。

b) 管子的对接接头适用于角度大于、等于 60° 支接管。

c) T 型接头对接焊缝仅适用于 T 型接头对接焊缝和角焊缝（见 a）。

d) 无衬垫的单面焊缝适用于双面焊缝和带衬垫的焊缝。

e) 带衬垫的焊缝适用于双面焊缝。

f) 未清根的双面焊缝适用于带清根的双面焊缝。

g) 角焊缝仅适用于角焊缝。

h) 对于给定的方法，不允许将多道熔敷改变为单焊道（或者是每侧一道），反之也不可以。

8.4.4 焊接材料、型号

只要其他焊接材料与评定用的焊接材料在标准型号方面力学性能相当，药皮、焊芯和焊剂种类相同，化学成分相同，氢含量相等或更低，评定就适用于这些焊接材料，。

8.4.5 焊接材料、牌号（制造商和商标）

有冲击试验要求时，对于焊接方法 111、114、12、136 和 137 而言，有效范围限定在评定试验所使用的特定牌号。在进行附加试验的基础上，允许改变相同焊接材料型号强制性部分中的特定牌号。这个试件必须使用与原始试验相同的焊接参数焊接，而且仅做焊缝金属的冲击试验。

注：该条文不适用于型号和化学成分相同的实芯焊丝和填充丝。

8.4.6 焊接材料规格

只要符合 8.4.8 要求，允许改变焊接材料的尺寸。

8.4.7 电流种类

给出的认可范围针对焊接工艺评定试验中所使用的电流种类（交流、直流、脉冲电流）和极性。对于焊接方法 111，不要求冲击试验时，交流适合于直流（两个极性均可）。

8.4.8 热输入

有冲击试验要求时，认可的热输入上限可比试件焊接使用的热输入大 25%。

有硬度试验要求时，认可的热输入下限可比试件焊接使用的热输入小 25%。

热输入的计算按照 EN 1011-1。

如果焊接工艺评定试验用高、低两个热输入进行，则其中间的所有热输入也适用。

8.4.9 预热温度

要求预热时，评定的下限值就是焊接工艺评定试验开始之前所施加的正常预热温度。

8.4.10 道间温度

评定的上限值就是焊接工艺评定试验中达到的最高道间温度。

8.4.11 除氢后热

除氢后热的温度和时间不得减少。可以增加后热，但不得省略。

8.4.12 焊后热处理温度

不允许增加或取消焊后热处理。

除非另有规定，认可的温度范围为焊接工艺评定试验所使用保温温度 $\pm 20^{\circ}$ 。有要求时，加热速度、冷却速度和保温时间应与生产对应一致。

8.4.13 初始热处理

沉淀硬化材料在焊接之前不允许改变其原始的热处理条件。

8.5 不同焊接方法的特殊要求

8.5.1 焊接方法 12

8.5.1.1 焊接方法 12（121 至 125）的各个变量应当单独评定。

8.5.1.2 焊剂的认可范围仅局限于评定试验所使用的牌号和型号。

8.5.2 焊接方法 131、134、136 和 137

8.5.2.1 保护气体的认可局限于气体代号（根据 EN 439）。但是，CO₂ 的含量不得超过评定试验所用量的 10%。EN 439 未包括的保护气体局限于试验所用的正常组分。

8.5.2.2 认可仅局限于焊接工艺评定试验使用的焊丝配置（如：单丝或多丝）。

8.5.2.3 对于实芯焊丝和金属粉末芯焊丝而言，使用短路过渡的评定仅适用于短路过渡。使用射流过渡和颗粒过渡的评定适用于射流和颗粒过渡两者。

8.5.3 焊接方法 141

8.5.3.1 保护气体和背面气体的认可局限于气体代号（根据 EN 439）。EN 439 未包括的保护气体局限于试验所用的正常组分。

8.5.3.2 无背面气体的评定适用于带背面气体的焊接工艺。

8.5.3.3 带填充材料的焊接不适用于无填充材料的焊接，反之亦然。

8.5.4 焊接方法 15

8.5.4.1 认可局限于焊接工艺试验所使用的等离子气体组分。

8.5.4.2 保护气体和背面气体的认可局限于气体代号（根据 EN 439）。EN 439 未包括的保护气体局限于试验所用的正常组分。

8.5.4.3 带填充材料的焊接不适用于无填充材料的焊接，反之亦然。

8.5.5 焊接方法 311

带填充材料的焊接不适用于无填充材料的焊接，反之亦然。

9 焊接工艺评定报告（WPQR）

焊接工艺评定报告表述了每个试件（包括复试试件）的评估结果。报告应包含 ISO 15609 相关部分 WPS 列出的事项，以及按第 7 章要求否决项的详细情况。如果未发现否决项或不合格的试验结果，记述该焊接工艺评定试件结果的 WPQR 应得到认可并由考官或考试机构签名。

焊接工艺评定报告的格式应用来记录焊接工艺及试验结果的详细情况，以便于对数据做统一说明和评估。

附录 A 给出了焊接工艺评定报告的典型示例。

附录 A
(资料性附录)

焊接工艺评定报告格式 (WPQR)

焊接工艺评定 — 试验证书

制造商的 WPQR 编号:

考官或考试机构:

制造商:

代号:

地址:

规程/考试标准:

焊接日期:

认可范围

焊接方法:

接头及焊缝种类:

母材类组和分类组:

母材厚度 (mm):

焊缝金属厚度 (mm):

焊缝有效厚度 (mm):

单焊道/多焊道:

管子外径 (mm):

焊接材料型号:

焊接材料牌号:

焊接材料规格:

保护气体/焊剂型号:

背面气体型号:

焊接电流种类、极性:

金属过渡形态:

热输入:

焊接位置:

预热温度:

道间温度:

后热:

焊后热处理及:

其他信息 (参见 8.5):

兹证明考试焊缝的制备、焊接及检验符合上述规程/考核标准的要求。

地点:

颁发日期:

考官或考试机构
姓名、日期及签名

焊接试验报告

地点：
 制造商的 pWPS 编号：
 制造商的 WPQR 编号：
 制造商：
 焊工姓名：
 焊接方法：
 接头种类：
 焊接接头详述（草图）：

考官或考试机构：
 制备方法及清理：
 母材规格：
 材料厚度（mm）：
 管子外径（mm）：
 焊接位置：

接头设计	焊接顺序

焊接详述

焊道	焊接方法	焊材规格	电流 A	电压 V	电流种类 / 极性	送丝速度	焊接速度	热输入	金属过渡形态

焊接材料型号及牌号：

特殊烘干或干燥要求：

气体、焊剂：正面：

背面：

气体流量：正面：

背面：

钨极种类/尺寸：

背面清根/衬垫详述：

预热温度：

道间温度：

后热：

焊后热处理：

（时间、温度、方法：

加热及冷却速度）：

其他信息：

摆动（焊道的最大宽度）：

摆动：振幅、频率、停留时间：

脉冲焊接详述：

干伸长度：

等离子焊接详述：

焊枪角度：

制造商
姓名、日期及签名

考官或考试机构
姓名、日期及签名

试验结果

制造商的 WPQR 编号:

考官或考试机构:

代号:

外观检验:

射线检验:

渗透/磁粉检验:

超声波检验:

拉伸试验

温度:

种类/编号	R_e N/mm ²	R_m N/mm ²	A %	Z %	断裂部位	备注
要求						

弯曲试验

压辊直径:

种类/编号	弯曲角度	延伸率	结果

低倍金相
检 验:

冲击试验

种类:

尺寸:

要求:

缺口位置/方向	温度°C	冲击值 1 2 3	平均值	备注

硬度试验

种类/载荷

测定部位 (草图):

母材:

热影响区:

焊缝金属:

其他试验:

备注:

试验按照_____标准的要求进行。

试验室报告编号:

试验结果符合/不符合:

试验在_____监督下进行。

考官或考试机构
姓名、日期及签名