

国 际 标 准

ISO 15614-2-2005

金属材料焊接工艺规范及资格评定 焊接工艺性试验 第2部分 铝和铝合金的弧焊

Specification and Qualification of welding procedures for
metallic materials—Welding procedure test—
Part 2: Arc welding of aluminium and its alloys

第一版
2005-05-15

参考号

ISO 15614-2:2005(E)

© ISO 2005

© ISO 2005

版权所有。 未经位于下述地址的国际标准组织（ISO）或者所在国国际标准组织（ISO）成员机构书面许可，不得以任何形式 或以任何电子或机械手段，包括影印和缩微胶卷的方式，复制或者利用本出版物的内容，除非另有规定。

国际标准组织（ISO）版权办公室

Case postale 56 • CH-1211 日内瓦（Geneva）20

电话：+41 22 749 01 11

传真：+41 22 749 09 47

E-mail: copyright@iso.org

网址： www.iso.org

瑞士出版

前 言

国际标准化组织（ISO）是国家标准机构（ISO 成员机构）的国际联盟。《国际标准》通常由国际标准化组织技术委员会制定。各成员机构有权派代表参加就某主题成立的技术委员会。与国际标准化组织（ISO）有联系的政府和非政府国际组织，也参与标准制定工作。在所有电工技术标准化问题上，国际标准化组织（ISO）与国际电工委员会（IEC）均有密切合作。

《国际标准》根据 ISO/IEC 指令第二部分中规定的规则起草。

技术委员会的主要任务是制定《国际标准》。技术委员会通过《国际标准草案》后，交由各成员机构进行投票表决。一次投票取得至少 75% 的成员机构同意后，方可作为《国际标准》出版发行。

需要注意的是，本标准中有些内容可能涉及到专利权问题。国际标准化组织（ISO）不负责识别部分或全部这些专利权。

ISO 15614-2 是依据国际标准化组织（ISO）和欧洲标准化委员会（CEN）之间的技术合作协定（《维也纳协定》），由欧洲标准化委员会（CEN）与 ISO /TC44 焊接和焊接类过程技术委员会中的金属焊接要求的统一下属委员会 SC10 共同合作制定的。

本标准正文中的“本欧洲标准”，指的是“本国际标准”。

ISO 15614 的总标题为《金属材料焊接工艺规范及资格评定：焊接工艺试验》，包括以下几部分：

- 第一部分：钢的弧焊和气焊以及镍和镍合金的弧焊
- 第二部分：铝和铝合金的弧焊
- 第三部分：铸铁的弧焊
- 第四部分：铸铝的精整焊接
- 第五部分：钛、锆以及钛合金和锆合金的弧焊
- 第六部分：铜和铜合金的弧焊
- 第七部分：耐腐蚀熔敷层、包覆层复原和硬质焊敷层
- 第八部分：管材到管板接缝的焊接
- 第九部分：电弧式水下高压湿焊
- 第十部分：水下高压干焊
- 第十一部分：电子和激光焊

—第十二部分：点焊、缝焊和凸焊

—第十三部分：电阻对接焊和闪焊

附录 ZB 中给出了国际标准和欧洲标准对应表，正文中并未给出与此等同的一览表。

因 ISO 15614 中该部分内容的存在，不再使用关于实施《欧洲理事会指令》的 CEN 附录。

何成群 译

何成群 审

目 录

| | |
|---------------------------------------|----|
| 前言 | vi |
| 1 范围 | 1 |
| 2 引用标准 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 预焊接工艺规范 (PWPS) | 2 |
| 5 焊接工艺性试验 | 2 |
| 6 试件 | 3 |
| 6.1 总则 | 3 |
| 6.2 试件形状和尺寸 | 3 |
| 6.3 试件的焊接 | 7 |
| 7 检验和试验 | 7 |
| 7.1 试验范围 | 7 |
| 7.2 试样部位 | 8 |
| 7.3 非破坏性试验 | 12 |
| 7.4 破坏性试验 | 12 |
| 7.5 验收标准 | 15 |
| 7.6 重新试验 | 15 |
| 8 资格范围 | 16 |
| 8.1 总则 | 16 |
| 8.2 与厂家有关的资格评定 | 16 |
| 8.3 与母体材料有关的资格评定 | 16 |
| 8.4 与所有焊接工艺有关的资格评定 | 19 |
| 8.5 具体过程的资格评定 | 22 |
| 9 焊接工艺资格评定记录 (WPQR) | 22 |
| 附录 A (用作参考) 焊接工艺资格评定记录格式 (WPQR) | 24 |
| 附录 ZB (用作规范) 引用的国际标准出版物及其欧洲出版物 | 27 |
| 参考书目 | 29 |

图形

| | |
|---------------------------|----|
| 图 1 - 板材全焊透对接焊接头试件 | 4 |
| 图 2 - 管材全焊透对接焊接头试件 | 5 |
| 图 3 - T 形接头试件 | 5 |
| 图 4 - 支管连接试件 | 7 |
| 图 5 - 板材对接焊试样部位 | 9 |
| 图 6 - 管材对接焊试样部位 | 10 |
| 图 7 - T 形接头试样部位 | 11 |
| 图 8 - 管道支管连接或角焊试样部位 | 11 |

表格

| | |
|----------------------------------|----|
| 表 1 - 试件的检验和试验 | 8 |
| 表 2 - 对接焊接头的抗拉强度效率 | 13 |
| 表 3 - 某些伸长度和厚度的最大靠模直径计算值范例 | 15 |
| 表 4 - 相似和相异金属接头的资格范围 | 17 |
| 表 5 - 板材和管材母体材料厚度资格范围 | 18 |
| 表 6 - 板材和管材焊缝厚度资格范围 | 19 |
| 表 7 - 管材和支管连接直径资格范围 | 19 |
| 表 8 - 接头类型资格范围 | 21 |

前 言

本标准 (EN ISO 15614-2:2005) 已由技术委员会 CEN/TC 121 “焊接” 制定, 该技术委员会秘书处工作由德国标准化组织 (DIN) 承担。

本《欧洲标准》一经出版或签署应享受国家标准的地位, 最迟于 2005 年 10 月生效。凡与本标准不一致的各国家标准最迟应于 2005 年 10 月废止。

本标准取代 EN 288-4:1992。

EN ISO 15614 的总标题为《金属材料焊接工艺规范及资格评定: 焊接工艺试验》, 包括以下几部分:

- 第一部分: 钢的弧焊和气焊以及镍和镍合金的弧焊
- 第二部分: 铝和铝合金的弧焊
- 第三部分: 铸铁弧焊焊接工艺性试验¹⁾
- 第四部分: 铸铝精整焊接¹⁾
- 第五部分: 钛、锆以及钛合金和锆合金的弧焊
- 第六部分: 铜和铜合金的弧焊¹⁾
- 第七部分: 堆焊¹⁾
- 第八部分: 管材到管板接缝的焊接
- 第十部分: 高压干焊¹⁾
- 第十一部分: 电子和激光焊
- 第十二部分: 点焊、缝焊和凸焊
- 第十三部分: 电阻对接焊和闪焊¹⁾

根据《CEN/CENELEC 内部条例》, 下列国家的国家标准组织必须实行本欧洲标准: 奥地利、比利时、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

1) 待出版。

引言

凡自本标准发布之日起进行的焊接工艺性试验，均应符合本标准。
此前按照原标准、规程或者以前公布的本标准版本进行的焊接工艺性试验，并不因本标准的公布而作废。

为了使资格在技术意义上等效而不得不进行附加试验时，仅需在按照本标准制备的试件上进行附加试验即可。

如需申请对本标准内容进行正式解释，可通过所在国国家标准机构咨询 ISO/TC44/SC10 秘书处。访问 www.iso.org 可查阅有关国家标准机构一览表。

金属材料焊接工艺规范及资格评定

焊接工艺性试验

第二部分铝和铝合金的弧焊

1 范围

本标准规定了利用焊接工艺性试验评定预焊接工艺规范的方法。
本标准属于标准系中的一部分，附录 A EN ISO 15607:2003 中规定了该标准系的细节。

本标准规定了焊接工艺性试验的完成条件，并规定了在第八条所列范围内所有实际焊接操作中焊接工艺的资格范围。

本标准适用于锻铝、铸铝和铝合金弧焊。本标准中所提及的术语“铝”代表铝和铝合金。

本标准不适用于铝铸件的精整焊接。铝铸件精整焊接的适用标准为 prEN ISO 15614-4。

依据 EN ISO 4063，下列焊接过程中包括铝的弧焊：

-131：金属极惰性气体保护焊（MIG 焊）；

-141：钨极惰性气体保护焊（TIG 焊）；

-15：等离子弧焊。

注：特定业务、材料或者生产条件所需的综合性试验可能多于本标准之规定（参见 7.1）。

本标准的原则可应用于其它熔焊过程。

2 引用标准

适用本标准必须引用下述标准。其中注有日期的，仅适用引用的版本。未注明日期的，适用最新版本的引用标准（包括其修订本）。

EN 515，铝和铝合金—锻造品—回火标记。

EN 571-1，非破坏性试验—渗透试验—第一部分：总则。

EN 1714，焊缝非破坏性试验—焊接接头的超声波检验。

EN ISO 6947，焊缝—工作位置—坡角和旋转角的定义（ISO 6947:1993）。

EN ISO 9606-2，焊工资格试验—熔焊—第二部分：铝和铝合金（ISO 9606-2:2004）。

EN ISO 15607:2003，金属材料焊接工艺规范和资格评定—总则（ISO 15607:2003）。

EN ISO 15609-1，金属材料焊接工艺规范和资格评定—焊接工艺规范—第一部分：弧焊（ISO 15609-1:2004）。

EN ISO 15613，金属材料焊接工艺规范和资格评定—以试验性生产焊接试验为根据的资格评定（ISO 15613:2004）。

ISO 4136，金属材料焊缝破坏性试验—横向拉伸试验。

ISO 5173，金属材料焊缝破坏性试验—弯曲试验。

ISO 9017，金属材料焊缝破坏性试验—断裂试验。

ISO 10042，铝和可焊铝合金弧焊接头—缺陷质量水平指南。

ISO 14175，焊接耗材—弧焊和切削惰性保护气体。

ISO 14732，焊接人员—熔焊焊工、金属材料全机械化和自动焊接电阻焊缝安装人

员的合格性检验。

ISO 17635, 焊缝的非破坏性试验—金属材料熔焊通则。

ISO 17636, 焊缝非破坏性试验—熔焊的射线照相检验—焊接接头。

ISO 17637, 焊缝非破坏性试验—熔焊的外观检验—焊接接头。

ISO 17639, 金属材料焊缝破坏性试验—焊缝的低倍检验和显微镜检验

ISO/TR 15608, 焊接—金属材料分组系统准则。

ISO/TR 17671-1, 焊接—金属材料焊接建议—第一部分：弧焊的一般指南。

ISO/TR 17671-4, 焊接—金属材料焊接建议—第四部分：铝和铝合金弧焊。

3 术语和定义

EN ISO 15607:2003 中规定的术语和定义以及以下术语和定义适用于本标准。

3.1

精整焊接

为消除铸件缺陷和型芯逃口, 保证铸件质量一致而在生产过程中进行的焊接。

4 预焊接工艺规范 (PWPS)

预焊接工艺规范应依据 EN ISO 15609-1 制定。其中应规定出所有有关参数的容差。

铝焊接指南在 ISO/TR 17671-1 和 ISO/17671-4 中作了规定。

5 焊接工艺性试验

试件的焊接和试验应符合第六条和第七条。

按照本标准合格从事焊接工艺性试验的焊工或自动焊工, 倘若符合有关试验要求, 在适当范围内符合 EN ISO 9606-2 或者 ISO 14732 的资格评定要求。

6 试件

6.1 总则

应按照 6.2 中的说明, 制作一个或若干个试件来表示与生产过程中所用焊接工艺有关的焊接接头。如果制品或接头的几何要求不能代表本标准所示的标准试件, 应适用 EN ISO 15613。

6.2 试件形状和尺寸

6.2.1 总则

试件的长度或者个数应该足以完成所要求的全部试验。

可制备若干附加试件或大于最小尺寸的试件, 以便附加试验时使用或作为重新试验的试样 (参见 7.6)。

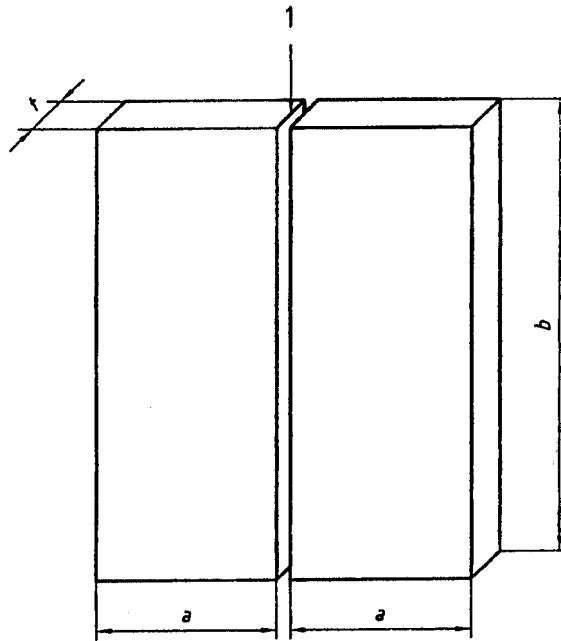
除支管连接 (参见图 4) 和 T 形接头 (参见图 3) 之外的所有板材和管材试件, 其焊接材料的厚度 T 均应相同。如果适用标准有要求, 则应在试件上做出标记, 标明工作方向, 例如, 挤压方向。

应按照 8.3.2.1 到 8.3.2.4 的要求, 选择试件材料厚度及/或管道外径。

试件的形状和最小尺寸如下:

6.2.2 板材全焊透对接接头

应按图 1 制备试件。



图例

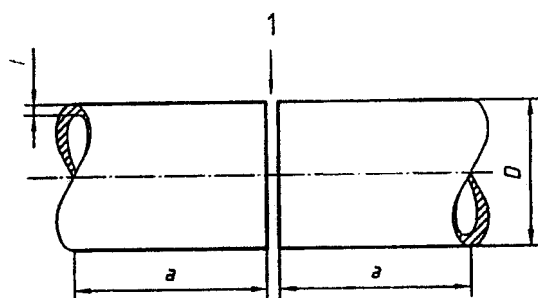
- 1 按《预焊接工艺规范 (pWPS)》准备接头并进行装配。
- a 最小值 150mm (横向弯曲试验试样可能需要较大的 a 值, 参见 7.4)
- b 最小值 300mm
- t 材料厚度

图 1 - 板材全焊透对接接头试件

6.2.3 管材全焊透对接接头

应按图 2 制备试件。

注: 单独或组合使用“管材”时, 指的是“管道”、“管子”或“空心型材”。



图例

1 按《预焊接工艺规范 (pWPS)》准备接头并进行装配。

a 最小值 150mm

D 外管径

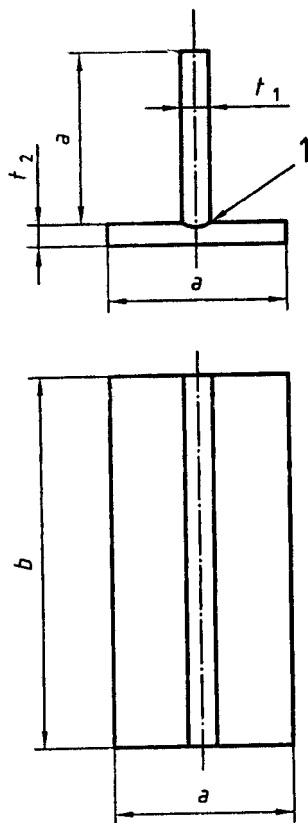
t 材料厚度

图 2 - 管材全焊透对接焊接头试件

6.2.4 T 形接头

应按图 3 制备试件。

此部分内容可用于全焊透对接焊或者角焊。



图例

1 按《预焊接工艺规范 (pWPS)》焊接一侧或双侧并进行装配。

a 最小值 150mm

b 最小值 300mm

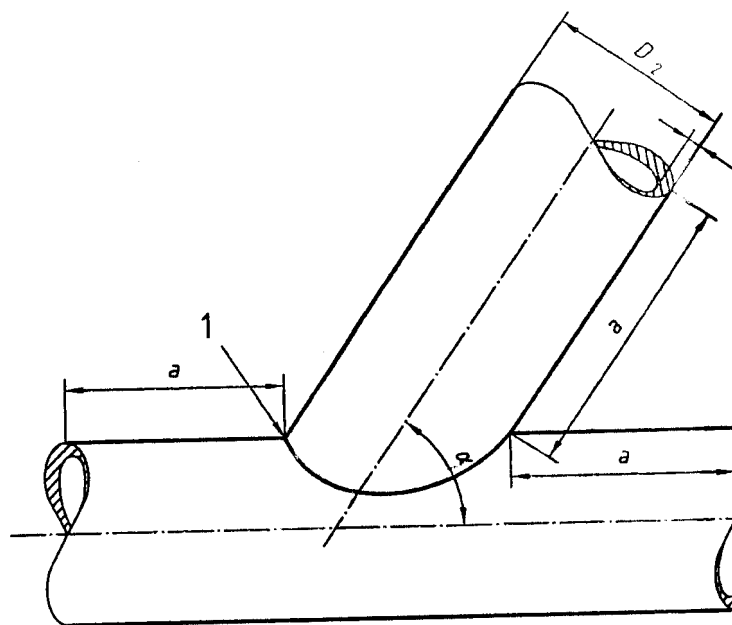
t 材料厚度

图 3 - T 形接头试件

6.2.5 管材支管连接和角焊

应按图 4 制备试件。分支角 α 是制品中所用的最小角度。

此部分内容可用于全焊透接头（叠放式、置入式或贯通式接头）和 T 形接头。



图例

1 按《预焊接工艺规范（pWPS）》准备接头并进行装配。

a 最小值 150mm

D1 总管外径

D2 支管外径

t1 总管材料厚度

t2 支管材料厚度

α 分支角

图 4 - 支管连接试件

6.3 试件的焊接

应在焊件所代表的制品焊接条件下，按照《预焊接工艺规范（pWPS）》准备并焊接试件。试件焊缝倾角和旋角的焊接位置和限制条件应符合 EN ISO 6947。如果有定位焊缝熔入制品接头，应在试件中包含这些定位焊缝。

检验员或者检验机构应现场见证试件的焊接和试验。

7 检验和试验

7.1 试验范围

试验包括非破坏性试验（NDT）和破坏性试验两种，应符合表 1 所列要求。

适用标准可能规定有附加试验，例如：

- 纵向焊缝拉伸试验；
- 焊接金属弯曲试验或者特种焊接金属弯曲试验，目的是测量伸长度；
- 拉伸试验，目的是测定 0.2% 的保证强度及/或伸长度；

- 化学分析；
- 十字形焊接残余应力试验。

注：特殊业务、材料或者生产条件所需综合性试验，可能多于本标准规定的数目，其目的是为了获得更多的信息，避免日后单纯为了获得附加试验数据而重复进行焊接工艺性试验。

表 1 - 试件的检验和试验

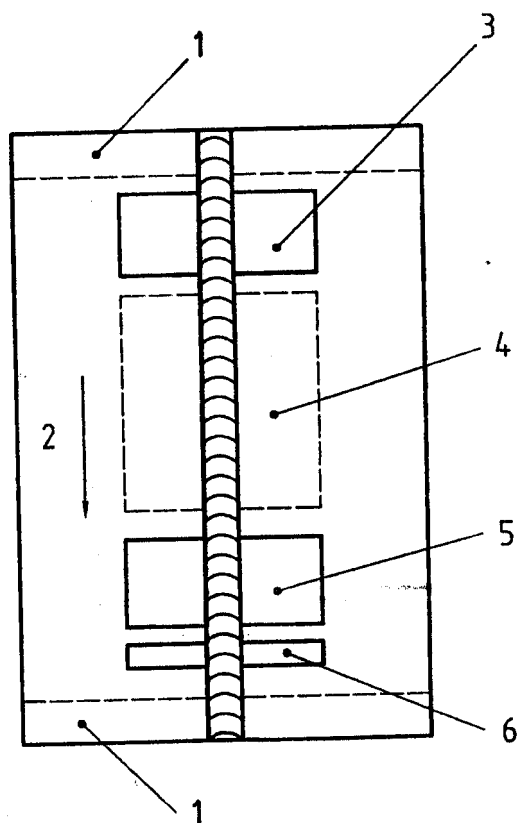
| 试件 | 试验类型 | 试验范围 | 附注 |
|---|----------------------------|---------------------|--------|
| 全焊透对接焊 (图 1 和图 2) | 表观检验 | 100 % | — |
| | 射线照相或超声 | 100 % | — |
| | 渗透试验 | 100 % | — |
| | 横向拉伸试验 | 2 个试样 | — |
| | 铸造材料或者锻造/铸造组合件的横向弯曲试验或断裂试验 | 2 个根部试样和 2 个表面试样 | a |
| 全焊透 T 形接头-图 3 全焊透支管 ^c 连接—图 4 | 粗视检验 | 1 test specimen | — b |
| | 显微检验 | 1 test specimen | |
| | 表观检验 | 100 % | — |
| | 渗透试验 | 100 % | — |
| | 粗视检验 | 4 个试样 | d |
| 角焊 ^c 图 3 和图 4 | 显微检验 | 1 个试样 | b |
| | 表观检验 | 100 % | — |
| | 渗透试验 | 100 % | — |
| | 粗视检验 | 2 个试样 | — |
| | 显微检验 | 1 个试样 | b |
| <p>A $l \geq 12\text{mm}$ 时，两个根部试样和两个表面弯曲试验试样最好由四个侧弯试验试样。</p> <p>b 仅适用于第 23 组材料以及所有铸造合金。</p> <p>c 详列的检验法并未规定接头的力学性能信息。倘若这些力学性能与应用有关，也应进行附加资格评定，例如对接焊资格评定。</p> <p>D 按照图 3 准备的试样，只有两个粗观试样。</p> | | | |

7.2 试样部位

应按照图5、图6、图7和图8提取试样。

应在完成全部非破坏性试验（NDT），并且所用非破坏性试验方法符合有关检验标准的情况下提取试样。

进行试验时，可以从焊接部位提取试样，以避免在所用非破坏性试验（NDT）方法的验收限度之内有缺陷的焊接区域。



图例

1 切头 25mm

2 焊接方向

3 取下列试样的区域： —1 个拉伸试验试样
—弯曲试验试样或者断裂试验试样

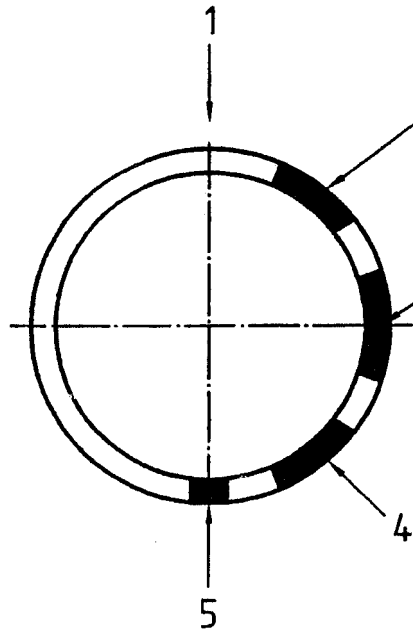
4 取下列试样的区域： —必要时提取附加试验试样

5 取下列试样的区域： —1 个拉伸试验试样
—弯曲试验试样或者断裂试验试样

6 取下列试样的区域： —1 个粗观试样
—1 个显微试样

注： 不按比例。

图 5 - 板材对接焊试样部位

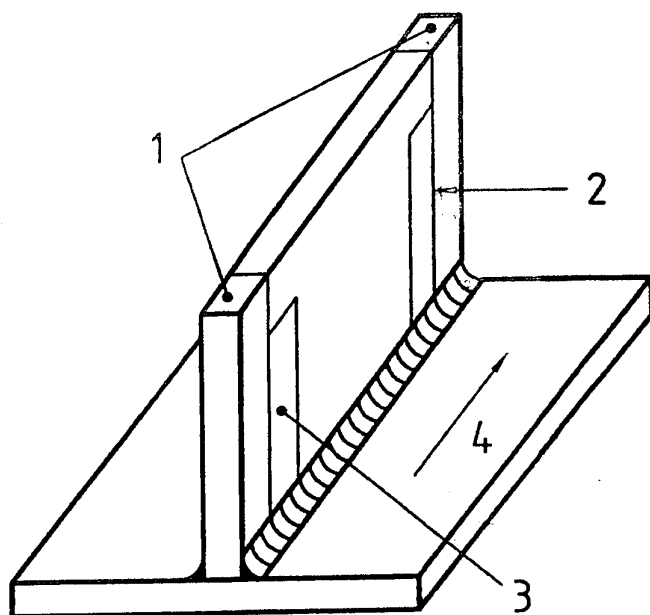


图例

- 1 固定管材的顶部
- 2 取下列试样的区域： —1 个拉伸试验试样
—弯曲试验试样或者断裂试验试样
- 3 取下列试样的区域： —必要时提取附加试验试样
- 4 取下列试样的区域： —1 个拉伸试验试样
—弯曲试验试样或者断裂试验试样
- 5 取下列试样的区域： —1 个粗观试样
—1 个显微试样

注： 不按比例。

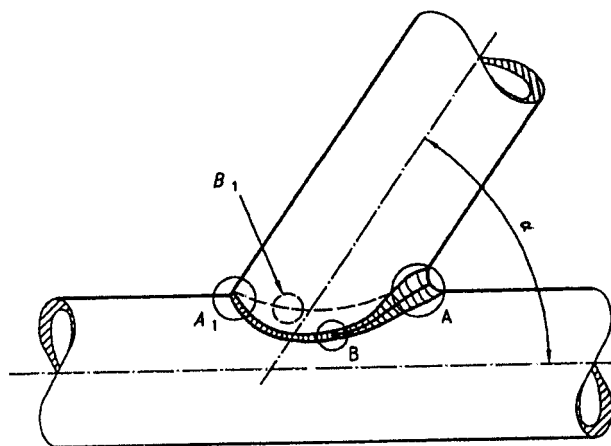
图 6 - 管材对接焊试样部位



图例

- 1 切头 25mm
- 2 显微试样和粗观试样
- 3 1 个粗观试样
- 4 焊接方向

图 7 - T 形接头试样部位



图例

- α 分支角
- 从位置 A 和 A1、位置 B 和 B1 处提取的粗观试样
- 从位置 A 提取的显微试样

图 8-管道支管连接或角焊试样部位

7.3 非破坏性试验

应在切裁试样之前，在试件上完成 7.1 和表 1 中规定的全部非破坏性试验。
根据接头的几何形状、材料和作业要求，应按照 ISO 17637(表观检验)、ISO 17636
(射线照相检验)、EN 1714(超声波检验)、EN 571-1(渗透试验)，根据表 1 中
的要求进行非破坏性试验 (NDT)。

7.4 破坏性试验

7.4.1 总则

试验范围应符合表 1 中的要求。

7.4.2 横向拉伸试验

对接焊的试样以及横向拉伸试验应符合 ISO 4136。

对于外径>50mm 的管材，应消除两面的补强金属，使试样厚度等于管材的管壁厚度。

对于外径≤50mm 的管材，使用整段小直径管材时，可不去除管材内表面的补强金属。

在第 21 组和第 22 组对应的条件“O”下，试样的抗拉强度不应小于相关标准中所要求的母体材料的最低规定值，参见表 2。

处于焊接后状态的焊接试样的抗拉强度 $R_m(w)$ 应该满足以下要求：

$$R_m(w) = R_m(pm) \times T$$

其中，

$R_m(w)$ 为处于焊接后状态的焊接试样的抗拉强度；

$R_m(pm)$ 为有关标准中所要求的母体材料抗拉强度的最低规定值；

T 为接头效率系数。

不同合金之间的焊接组合，应达到个体最低 $R_m(w)$ 值。

表 2- 对接焊接头的抗拉强度效率

| 材料组别或分组别 (参见 ISO/TR 15688) | 焊接前母体材料的回火情况 a b | 焊接后的情况 c | $T = \frac{Rm(w)}{Rm(pm)}$ |
|-------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------|
| 21 | 全部回火条件 | 焊态 | 1,0 d |
| 22 | 全部回火条件 | 焊态 | 1,0 d |
| 23.1 | T4 T4 | 自然老化 人工老化 | 0,7 0,7 e f |
| | T5 和 T6 T5 和 T6 | 自然老化人工老化 | 0,6 0,7 f |
| 23.2 | T4 T4 | 自然老化人工老化 | 0,95 0,75 e f |
| | T6 T6 | 自然老化 人工老化 | 0,75 0,75 f |
| 其它合金 | 全部回火条件 | —g | —g |

a 参见 EN 515。
b 表中并未列出其他回火条件的母体材料， $Rm(w)$ 应与设计规格一致。 c 老化条件应与设计规格一致。
d $Rm(Pm)$ 以“O”条件下的最低规定抗拉强度为根据，与用于试验的实际母体材料回火无关。
e 如果试件在焊接后试验前人工老化，那么效率系数 T 适用于 T6 母体材料条件。f 如果进行焊后完全热处理，可以达到较高性能。 $Rm(w)$ 应与设计规格一致。 g 焊后老化条件以及 $Rm(w)$ 应与设计规格一致。

7.4.3 弯曲试验

对接焊弯曲试验试样应符合 ISO 5173。

利用基于如下材料伸长度计算得出的靠模直径，所有组别的弯角均应为180°：

- 伸长度 > 5%

$$d = \frac{100 \times t_s}{A} - t_s$$

其中，

d 为最大靠模直径

t_s 为弯曲试验试样（包括侧弯）的厚度

A 为厂家材料规格所要求的最小拉伸长度（不同合金之间的焊接组合，应使用个体最小值）。

表3给出了一些伸长度和厚度的最大靠模直径计算值范例。

为便于试验，应将各值四舍五入。

为便于试验，可以使用较小的靠模直径。

—伸长度 $\leq 5\%$ 时，应在试验前进行退火。应利用规定的“○”回火条件给定的伸长度，计算得出靠模直径。

在试验过程中，试样在任何方向上都不应出现 $>3\text{mm}$ 的单条裂纹。试验过程中出现在试样角部的裂纹可以在评估时忽略不计。

表 3- 某些伸长度和厚度的最大靠模直径计算值范例。

| 末端试样 厚度 t_s mm | 伸长度 A % | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 25 | 35 |
| | 最大靠模直径计算值 d mm | | | | | | | |
| 4 | 46 | 36 | 29 | 23 | 20 | 16 | 12 | 7 |
| 6 | 69 | 54 | 44 | 34 | 29 | 24 | 18 | 11 |
| 8 | 92 | 72 | 59 | 45 | 39 | 32 | 24 | 15 |
| 10 | 115 | 90 | 73 | 57 | 49 | 40 | 30 | 19 |
| 12 | 138 | 108 | 88 | 68 | 59 | 48 | 36 | 22 |
| 15 | 172 | 135 | 110 | 85 | 73 | 60 | 45 | 28 |
| 20 | 230 | 180 | 147 | 113 | 98 | 80 | 60 | 37 |
| 25 | 288 | 225 | 183 | 142 | 122 | 100 | 75 | 46 |
| 30 | 345 | 270 | 220 | 170 | 146 | 120 | 90 | 56 |
| 35 | 402 | 315 | 257 | 198 | 171 | 140 | 105 | 65 |
| 40 | 460 | 360 | 293 | 227 | 195 | 160 | 120 | 74 |

7.4.4 断裂试验

对接焊的试样以及断裂试验应符合ISO 4136。

7.4.5 粗观/显微检验

应按照ISO 17639制备并检验试样一侧，使其清晰地显露出熔合线、焊接热影响区以及焊道的熔敷。

粗视检验应包括未受影响的母体材料。

应适用7.5中规定的验收标准。

在侵蚀某些合金时应注意避免产生裂纹似的显示痕迹。

7.5 验收标准

除如下类型的缺陷之外，如果试件上的缺陷未超出EN 30042中标准B的规定极限，则焊接工艺合格：补强金属、过凸、焊缝厚度过厚以及塌陷，在这些情况下应适用标准C。

在ISO 17635中规定了ISO 10042质量标准与不同的非破坏性试验（NDT）方法之间的相互关系。

7.6 重新试验

如果试件不符合7.5中规定的表观检验或者非破坏性试验（NDT）的任一要求，应另外焊接一个试件并重新进行同一检验。如果该追加试件仍不符合要求，则焊接工艺性试验不合格。

如果任何一个试样因为焊缝有缺陷而不符合 7.4 中的破坏性试验要求，则应对每一个不合格试样，追加另外两个试样进行试验。材料足够时，追加的试样可以取自同一试件，否则可取自新试件。

如果拉伸试验试样不符合 7.4.2 的要求，应给每一个不合格试样追加另外两个试样。追加的两个试样应满足 7.4.2 的要求。

追加的每个试样均应经受与最初不合格的试样相同的试验。如果任何一个追加试件仍不符合要求，则焊接工艺性试验不合格。

8 资格范围

8.1 总则

为了与本标准相符，应满足第 8 条中的规定条件。

在规定范围之外做出变更，均应进行新的焊接工艺性试验。

8.2 与厂家有关的资格评定

厂家依据本标准通过焊接工艺性试验的方式获得的《预焊接工艺规范（pWPS）》资格，对该厂家在相同的技术和质量控制条件下进行的车间焊接或现场焊接均有效。

焊接是在相同的技术与质量控制条件下进行的，执行焊接工艺性试验的厂家对试验过程中的所有焊接负有全责。

8.3 与母体材料有关的资格评定

8.3.1 母体材料分组

为了尽可能减少焊接工艺性试验的数量，依据 ISO/TR 15608 对铝以及铝合金进行了分组。

分组是依据有意添加的元素而进行，但不是根据痕量杂质分组。

未包括在分组体系中的各母体材料或者母体材料组合，需要单独进行焊接工艺资格评定。

在资格评定分组内，永久性基底材料应被视作母体材料。

表 4 中给出了相似和相异接头的资格范围。

表 4 中未包含的相异金属接合，应进行特殊试验，这些试验无其它母体材料的资格范围。

验证力学性能时，可能需要对相似金属接合追加试件。

凡是相异金属接合所达到的资格，与同型填焊金属焊接在一起的各小组母体材料同样可以达到。

表 4—相似和相异金属接头的资格范围

| 试件的材料分 组（小组） | 相似接合范围 分组（小组） | 相异接合范围分组（小组） |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 21 到 21 | 21 到 21 | 不适用 |
| 22.1 到 22.1 | 22.1 到 22.1 | 22.1 到 22.2 |
| | 22.2 到 22.2 | |
| 22.2 到 22.2 | 22.2 到 22.2 | 22.1 到 22.2 |
| | 22.1 到 22.1 | |
| 22.3 到 22.3 | 22.3 到 22.3 | 22.1、22.2、22.3 和 22.4 之间的组合 |
| | 22.1 到 22.1 | |
| | 22.2 到 22.2 | |
| | 22.4 到 22.4 | |
| 22.4 到 22.4 | 22.4 到 22.4 | 22.1、22.2、22.3 和 22.4 之间的组合 |
| | 22.1 到 22.1 | |
| | 22.2 到 22.2 | |
| | 22.3 到 22.3 | |
| 23.1 到 23.1 | 23.1 到 23.1 | 22.1、22.2a、22.3a 和 22.4a 之间的组合 |
| | 22.1 到 22.1 | |
| | 22.2 到 22.2 a | |
| | 22.3 到 22.3 a | |
| | 22.4 到 22.4 a | |
| 23.2 到 23.2 | 23.2 到 23.2 | 23.2 到 23.1 |
| | 23.1 到 23.1 | 22.1、22.2a、22.3a 和 22.4a 之间的组合 |
| | 22.1 到 22.1 | |
| | 22.2 到 22.2 a | |
| | 22.3 到 22.3 a | |
| | 22.4 到 22.4 a | |
| 24.1 到 24.1 | 24.1 到 24.1 | 不适用 |
| 24.2 到 24.2 | 24.2 到 24.2 | 24.2 到 24.1 以及 24.2 到 23.1 b |
| | 24.1 到 24.1 | |
| | 23.1 到 23.1 b | |
| 25 到 25 | 25 到 25 | 25 到 24.1 |
| | 24.1 到 24.1 | 25 到 24.2 |
| | 24.2 到 24.2 | |
| 26 到 26 | 26 到 26 | 26 到 24.1c、24.2c 或 25c 中的任一种 |
| | 24.1 到 24.1 c | |
| | 24.2 到 24.2 c | |
| | 25 到 25 c | |
| 注： 倘若使用相同的填充金属，资格评定结果有效。 | | |
| A 如果使用的是铝-镁填充金属。 b 如果使用的是铝-硅填充金属。 | | |
| c 仅用于铸件。 | | |

8.3.2 母体材料厚度和管径

8.3.2.1 总则

标称厚度 t 应有以下含义：

a) 对于对接焊：
对于不同厚度之间的接头，母体材料厚度为较薄材料的厚度。

b) 对于角焊：

不同厚度之间接头母体材料的厚度为较薄材料的厚度。如表 5 所列的厚度范围，还相应地对应于 8.3.2.3 中规定的焊缝喉深范围。

c) 对于叠放式支管连接：
支管的厚度。

d) 对于置入式或贯通式支管连接：
干管的厚度。

8.3.2.2 母体材料厚度资格范围

单道焊和多道焊过程厚度 t 焊接工艺性试验资格评定，应包括表 5 所列厚度范围资格评定。

对于多道焊工艺，各焊接过程的堆焊金属厚度可以作为个体焊接过程资格范围的依据。

自动单道焊过程的焊透深度为最大合格深度。

表 5：板材和管材的母体材料厚度资格范围

单位：mm

| 试件厚度 t | 资格范围 |
|-----------------|-----------------|
| $T \leq 3$ | $0,5 t$ 到 $2 t$ |
| $3 < t \leq 20$ | 3 到 $2 t$ |
| $t > 20$ | $\geq 0,8 t$ |

8.3.2.3 角焊缝厚度资格范围

除表 5 所列要求之外，表 6 还给出了焊缝厚度资格范围。

表 6—板材和管材焊缝厚度资格范围

单位：mm

| 试件焊缝厚度 a | 资格范围 |
|---------------|--------------------|
| $A < 10$ | $0,75 a$ 到 $1,5 a$ |
| $A \geq 10$ | $\geq 7,5$ |

倘若经过对接焊试验后已确认角焊合格，则焊缝厚度的资格范围应以堆焊金属的厚度为根据。

倘若大部分生产工作是角焊，可能需要另外进行角焊试验。

8.3.2.4 管材和支管连接直径的资格范围

直径 D 的焊接工艺性试验资格应包括表 7 中规定的直径资格范围。

对于外径 $> 500\text{mm}$ ，或者直径 $> 150\text{mm}$ ，焊接位置在 PA 或者 PC（旋转位置）的管材，其资格也包含在板材资格范围内。

表 7—管材和支管连接直径资格范围

单位：mm

| 试件直径 D^a | 资格范围 |
|----------------------------|--------------------------|
| $D \leq 25$ | $0,5 D$ 到 $2 D$ |
| $D > 25$ | $\geq 0,5 D$ (25 mm min) |
| 注：对于结构性的空心型材， D 为较小侧的直径。 | |
| a D 为管材外径或支管外径。 | |

8.3.3 支管连接角度

在带有角度 α 的支管连接件上进行的焊接工艺性试验，应在 $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$ 的范围内使所有分支角 α_1 具有资格。

8.4 与所有焊接工艺有关的资格评定

8.4.1 焊接过程

机械化程度的评定应单独进行（手动、半机械化、全机械化和自动）。

取得的资格仅适用于焊接工艺性试验所采用的焊接过程。

对于具有多个过程的工艺，可以单独评定各焊接过程的焊接工艺资格。也可以采用多过程工艺试验的方式进行焊接工艺性试验。该试验取得的资格仅适用于多过程工艺试验期间执行的工艺程序。

注：如果按焊接过程进行的试验不符合本标准，那么不允许使用多规程工艺性试验来评定单过程的资格。

8.4.2 焊接位置

在（管材或板材的）任何一个位置上的试验焊接，可以证明除 PG 和 J-L045 之外的其他所有（管材或板材）位置上的焊接的资格。PG 和 J-L045 需要单独进行焊接工艺性试验。

8.4.3 接头类型

表 8 中给出了用于焊接工艺性试验的焊接接头类型的资格范围。 本表中的资格范围由同一水平线表示。

对于给定的焊接过程，不允许将多道焊熔敷改为单道焊（或各侧的单道焊），或将单道焊（或各侧的单道焊）改为多道焊熔敷。

表 8—接头类型资格范围

| 焊接工艺性试验中所用 试件的接头类型 | | | 资格范围 | | | | | | | | |
|---|------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------|----------|-----------------|
| | | | 板材上的对接焊 ^b | | | | 管材上的对接焊 | | 支管连接 | | 管材和 板材角 焊 |
| | | | 单面焊接 | | 双面焊接 | | 单面焊接 | | 单面 焊接 | 双面 焊接 | |
| | | | 有衬 底材 料 | 无衬 底材 料 | 带表 面吹 割 | 不带 表面 吹割 | 有衬 底材 料 | 无衬 底材 料 | — | — | — |
| 板材上的 对接焊 ^b | 单 面 焊 接 | 有 衬 底 材 | × | — | × | — | ×a | — | — | ×a | × |
| | | 无 衬 底 材 | × | × | × | × | ×a | ×a | ×a | ×a | × |
| | 双 面 焊 接 | 带 表 面 吹 | × | — | × | — | ×a | — | — | ×a | × |
| | | 不 带 表 面 吹割 | × | — | × | × | — | — | — | ×a | × |
| 管材上的 对接焊 | 单 面 焊 接 | 有 衬 底 材 | × | — | × | — | × | — | — | × | × |
| | | 无 衬 底 材 | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| 支管连 接 | 单 面 焊 接 | — | — | — | — | — | — | — | × | × | × |
| | 双 面 焊 接 | — | — | — | — | — | — | — | — | × | × |
| 管材和 板材角 焊 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | × |
| 图例： × 表示《焊接工艺规范（WPS）》中包含的接头焊接类型。— 表示《焊接工艺规范（WPS）》中未包含的接头焊接类型。 板材资格能够证明 D>500mm 的管材之资格。 板材上的对接焊资格能够证明 T 形接头的资格。 | | | | | | | | | | | |

8.4.4 填焊金属，符号名称

填焊金属的资格范围包括 ISO/TR 17671-4 中规定的同一类型中的其它填焊金属。

8.4.5 电流类型

给出焊接工艺性试验所用电流类型（交流（AC）、直流（DC）、脉冲电流）和极性的资格。

8.4.6 热量输入

本条款要求仅在规定控制热量输入时适用。

合格的热量输入上限比焊接试件时的热量输入高 25%。

合格的热量输入下限比焊接试件时的热量输入高 25%。

热量输入是依据 ISO/TR 17671-1 计算得出的。

8.4.7 预热温度

需要预热时，预热的资格下限是在焊接工艺性试验开始时使用的的标称预热温度。

8.4.8 层间温度

其资格上限是焊接工艺性试验中达到的最高层间温度。

8.4.9 焊后热处理或老化

焊后热处理，如人工老化、自然老化，应按照 EN 515 的要求在《预焊接工艺规范（pWPS）》中详细说明。不允许增加或取消焊后热处理或老化。

《预焊接工艺规范（pWPS）》中规定的温度范围和老化条件即为资格范围。

8.5 具体过程的资格范围

8.5.1 过程 131

8.5.1.1 惰性保护气体的给定资格仅限于符合 ISO14175 的符号。ISO 14175 中未涉及的惰性保护气体，仅限于试验中用到的标称成分。

8.5.1.2 给定的资格仅限于焊接工艺性试验中所用线系统（如单线系统或多线系统）。

8.5.2 过程 141

惰性保护气体和背面保护气体的给定资格，仅限于焊接工艺性试验中所用的符合 ISO 14175 的符号。ISO 14175 中未涉及的惰性保护气体，仅限于试验中用到的标称成分。

8.5.3 过程 15

8.5.3.1 给定的资格仅限于焊接工艺性试验中所用等离子体气体的标称成分。

8.5.3.2 惰性保护气体和背面保护气体的给定资格，仅限于焊接工艺性试验中所用的符合 ISO 14175 的符号名称。ISO 14175 中未涉及的惰性保护气体，仅限于试验中用到的标称成分。

9 焊接工艺资格评定记录（WPQR）

《焊接工艺资格评定记录（WPQR）》是各试件包括重新试验的评定结果报告书。其中应包括 EN ISO 15609-1 中《焊接工艺规范（WPS）》中的有关项目，以及按照第 7 条要求认为是不合格的所有特征的细节。如果未发现不合格特征或不合格试验结果，则把详细说明了焊接工艺性试验试件结果的《焊接工艺资格评定记录（WPQR）》评定为具备资格，并应由验检员或者检验机构签字并注明日期。

为了统一数据表示和数据评定格式，应采用《焊接工艺资格评定记录（WPQR）》格式来详细记录焊接工艺和试验结果。

附录 A 中给出了《焊接工艺资格评定记录（WPQR）》格式的一个范例。

附录 A

(供参考)

焊接工艺资格评定记录 (WPQR) 表

焊接工艺资格一试验证书

厂家《焊接工艺资格评定记录 (WPQR)》编号： 验检员或者检验机构
厂家 参考编号：
地址：
规范/试验标准：
焊接日期：
资格范围：
焊接过程：
接头和焊接类型：
母体材料分组和下组：
母体材料厚度 (mm)：
焊缝厚度 (mm)：
单道焊/多道焊：
管材外径 (mm)：
填焊金属类型：
惰性保护气体符号名称：
背面保护气体符号名称：
焊接电流和极性类型：
热量输入：
焊接位置：
预热温度：
层间温度：
焊后热处理及/或老化：
其它信息：

制备、焊接和试验的试验焊缝符合上述规范/试验标准之要求，经鉴定合格。

.....

| | | |
|----|------|-----------|
| 地点 | 授予日期 | 验检员或者检验机构 |
| | | 姓名、日期和签名 |

焊接试验记录

地点: 验检员或者检验机构:
 厂家《预焊接工艺规范 (pWPS)》编号: 制备和清洗
 方法:
 Manufacturer's WPQR No.: 厂家《焊接工艺资格评定记录 (WPQR)》编号:
 母体材料规格:
 厂家: 材料厚度 (mm):
 焊工姓名: 管材外径 (mm):
 焊接过程: 焊接位置:
 接头类型和焊接:
 焊缝坡口加工细节 (简图)*:

| 接头设计 | 焊接顺序 |
|------|------|
| | |

焊接细节

| 焊道 | 焊接过程 | 填焊金属尺寸 | 电流 A | 电压 V | 电流/极性类型 | 送丝速度 | 移动速度* | 热量输入 |
|----|------|--------|------|------|---------|------|-------|------|
| | | | | | | | | |

填焊金属符号名称: 其它信息 * 如:
 特殊烘焙或者干燥: 堆宽 (焊道的最大宽度):
 气体: - 保护性: 振荡 (振幅、频率、停留时间):
 - 背面: 脉冲焊接细节:
 气体流速保护: 隔离导电铜管/工件:
 - 背面: 等离子焊细节:
 钨电极类型/尺寸: 焊枪角度:
 背刨/衬背细节:
 预热温度:
 层间温度:
 焊后热处理及/或老化
 (时间、温度、方法、加热和冷却速度):

... ..
 厂 家

验检员或者检验机构 姓名、日期和签名
 姓名、日期和签名

*如果需要。

试验结果

厂家《焊接工艺资格评定记录 (WPQR)》编号: 检验员或检验机构

参考编号:

非破坏性试验

| 类型 | 合格 | 不合格 | 报告号 |
|--------|----|-----|-----|
| 表观检验 | | | |
| 渗透试验 | | | |
| 射线照相检验 | | | |
| 超声波检验 | | | |

金相检验

| 类型 | 合格 | 不合格 | 报告号 |
|----|----|-----|-----|
| 粗观 | | | |
| 显微 | | | |

破坏性试验

是否需要拉伸试验 是 否

试验温度:

| 类型/编号 | Re N/mm ² | Rm N/mm ² | A % on | Z % | 断裂部位 | 备注 |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------|--------|------|----|
| 要求 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |

是否合格 是 否

是否需要进行弯曲试验: 是 否

| 类型/编号 | 弯曲侧 | 靠模直径 diameter d | 结果 |
|-------|-----|-----------------|----|
| | | | |

是否合格 是 否

其它试验*:

备注:

试验参照标准:

试验报告参考编号:

试验结果合格/不合格 (酌情删去):

试验时由如下人员或机构当面见证:

.....

检验员或者检验机构

姓名、日期和签名

*如果需要。

附录 ZB

(用作标准)

引用的国际出版物及有关欧洲出版物

本欧洲标准按日期或未注明日期地从其他出版物中收编了一些参考资料、条款。在正文以及下列出版物中引用了这些标准。对注有日期的参照标准，今后其出版物若有修改或修订，只有在本欧洲标准以修改或修订的方式将其收编后方能适用于本欧洲标准。对于未注明日期的参照标准，所参照的最近版出版物适用。

注：若《国际出版物》做过一般修改，带有(mod)，则有关的 EN/HD 适用。

| 出版物 | 年份 | 标题 | EN | 年份 |
|----------------|----|--|-------------|----|
| ISO 14175 | | 焊接消耗材料— 弧焊和切割惰性保护气体 | EN 439 | |
| ISO 4136 | | 金属材料焊缝破坏性试验 —横向拉伸试验 | EN 895 | |
| ISO 5173 | | 金属材料焊缝破坏性试验 —弯曲试验 | EN 910 | |
| ISO 17637 | | 焊缝非破坏性试验— 熔焊接头的表观检验 | EN 970 | |
| ISO/TR 17671-1 | | 焊接— 金属材料焊接建议— 第一部分：弧焊一般指南。 | EN 1011-1 | |
| ISO/TR 17671-4 | | 焊接— 金属材料焊接建议— 第四部分：铝和铝合金的弧焊。 | EN 1011-4 | |
| ISO 9017 | | 金属材料焊缝破坏性试验 —断裂试验 | EN 1320 | |
| ISO 17639 | | 金属材料焊缝破坏性试验 —焊缝的粗观和显微检验 | EN 1321 | |
| ISO 14732 | | 焊接人员— 熔焊焊工和金属材料全机械化和自动焊 接电阻焊接安装员的合格性检验 | EN 1418 | |
| ISO 17636 | | 焊缝非破坏性试验— 熔焊接头的射线照相检验 | EN 1435 | |
| ISO 17635 | | 焊缝非破坏性试验— 金属材料熔焊通则 | EN 12062 | |
| ISO 10042 | | 铝及可焊铝合金上的弧焊接头 —缺陷质量标准指南 | EN 30042 | |
| ISO 6947 | | 焊缝—工作位置— | EN ISO 6947 | |

| | | | | |
|--------------|------|--------------------------------------|----------------|------|
| ISO 9606-2 | | 坡角和旋转角的定义 焊工资格试验— | EN ISO 9606-2 | |
| ISO 15607 | 2003 | 熔焊—第二部分：铝和铝合金 金属材料焊接工艺规范及资格评定—通则。 | EN ISO 15607 | 2003 |
| ISO/TR 15608 | | 焊接— 金属材料分组体系准则 | CR 15608 | |
| ISO 15609-1 | | 金属材料焊接工艺规范及资格评定—焊接工艺规范—第一部分：弧焊。 | EN ISO 15609-1 | |
| ISO 15613 | | 金属材料焊接工艺规范及资格评定—基于预生产焊接试验的资格 | EN ISO 15613 | |

参考书目

EN ISO 4063, 焊接和同类过程—过程名称和参考编号 (ISO 4063:1998)。

prEN ISO 15614-4, 金属材料焊接工艺规范和资格评定—焊接工艺性试验—第四部分：铝铸件的精整焊接。

国际标准 ISO 15614-2:2005

技术勘误表 1

2005 年 9 月 1 日公布

国际标准化组织

金属材料焊接工艺规范及资格评定—焊接工艺性试验—

Specification and Qualification of welding procedures for metallic materials—Welding procedure test—

第 2 部分

铝和铝合金弧焊

Arc welding of aluminium and its alloys

技术勘误表 1

Technical Corrigendum 1

《ISO 15614-2:2005 技术勘误表 1》由焊接和同类过程技术委员会 ISO/TC 44 中的金属焊接领域的统一要求分会 SC 10 制定。

第iii页

前言

在第 5 段后增加以下内容。

“该第一版废止并取代技术修订后的 ISO 9956-4:1995 和 ISO 9956-4:1995/Amd 1:1998。”

ICS 25.160.10

Ref. No. ISO 15614-2:2005/Cor.1:2005(E)

ICS 25.160.10

以 29 页为定价依据