

ISO

国际标准化组织

ISO 15614-1: 2012

金属材料焊接工艺规程和评定—焊接工艺试验

第 1 部分：钢的电弧焊和气焊与镍及镍合金的电弧焊

**Specification and qualification of welding
procedures for metallic materials
—Welding-Procedure test —**

**Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of
nickel and nickel alloys**

目录

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 预焊接工艺规程 (PWPS)
- 5 焊接工艺试验
- 6 试件
 - 6.1 概述
 - 6.2 试件的形状和尺寸
 - 6.3 试件的焊接
- 7 检查和试验
 - 7.1 试验范围
 - 7.2 试样的位置与选取
 - 7.3 非破坏性试验
 - 7.4 破坏性试验
 - 7.5 验收等级
 - 7.6 重新试验
- 8 评定范围
 - 8.1 概述
 - 8.2 与制造厂有关的
 - 8.3 与母材有关的
 - 8.4 所有焊接工艺的共性
 - 8.5 焊接工艺的特殊性
- 9 焊接工艺评定记录(WPQR)
- 附录 A (资料性附录)焊接工艺评定记录单 (WPQR)

1 范围

本欧洲标准是系列标准的一部分，该系列标准的详细情况在 ISO 15607:2003 的附录 A 内给出。

本标准规定了如何通过焊接工艺试验评定预焊接工艺规程。

本标准确定了焊接工艺的评定范围进行焊接工艺试验的条件和所有实际焊接操作在第 8 章列出的变量范围内。

焊接工艺试验应按本标准进行。应用标准可能需要补充试验。

本标准适用于各种形状钢产品的电弧和气焊，以及各种形状的镍和镍合金的电弧焊。

按 ISO 4063，下列工艺包括电弧焊和气焊：

111- 手动金属电弧焊（用药皮电焊条的金属电弧焊）；

114- 自保护药芯电弧焊

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- 带活性气体保护的金属芯电弧焊；

137- 带惰性气体保护的金属芯电弧焊；

141- 钨极惰性气体保护电弧焊；TIG 焊；

15- 等离子电弧焊；

311- 氧乙炔焊。

这些欧洲标准的原理可适用于其它熔焊工艺。

2 规范性引用文件

本欧洲标准通过注明日期或未注明日期的方式引用其它出版物的某些规定。这些规定可以在文本中的相应位置引用。引用的出版物列于下面。对于注明日期的引用，随对这些出版物所作的更改或修订，只有当通过修改或修订的方式将其纳入本欧洲标准时，才适用于本欧洲标准。对于未注明日期的引用，该出版物的最新版本适用于本欧洲标准。

EN 571-1,非破坏性试验-渗透检验-第 1 部分:一般原理

EN 875 ,金属材料焊接破坏性试验-冲击试验-试样位置、缺口方位和检查。

EN 895,金属材料焊接破坏性试验-横向拉伸试验。

EN 910,金属材料焊接破坏性试验-弯曲试验

EN 1011-1,焊接-金属材料的焊接推荐-第 1 部分:电弧焊一般指南

EN 1043-1:1995,金属材料的破坏性试验-硬度试验-第 1 部分:电弧焊缝的硬度试验

EN 1290,焊接的非破坏性检查-焊缝的磁力探伤检查

EN 1321,金属材料焊接的破坏性试验-焊接的宏观金相检查和微观检查

EN 1418,焊接人员-金属材料全机械化和自动焊的熔合焊操作者和电阻焊调整工的验收试验

EN 1435,焊接的非破坏性检查-焊缝的射线探伤检查

EN 1714,焊接的非破坏性检查-超声波探伤检查

ISO 4063:1998,焊接及有关工艺-工艺的名词术语和参考号

ISO 5817: 2007 焊接 钢、镍、钛及其合金熔焊接头(束焊除外) 缺陷的质量分级

ISO 6947:1990,焊接-工作位置-倾斜角和转角的定义

ISO/DIS 9606-1 焊接的评定试验-熔合焊-第 1 部分:钢

ISO 9606-4 焊工的评定试验-熔合焊-第 4 部分:镍及镍合金

EN12062,焊接的非破坏性试验-金属材料通则

ISO 14175,焊接消耗品- 电弧焊和电弧切割的保护气

ISO 15607:2003 金属材料焊接工艺的规范和评定-通则

ISO/TR 15608:2005 焊接-金属材料分类法指南

ISO/DIS 15609-1:2004 金属材料焊接工艺规程和验收-焊接工艺规程-第 1 部分:电弧焊

ISO 15609-2:2001 金属材料焊接工艺规定和验收-焊接工艺规程-第 2 部分:气(体)焊

ISO 15613:2004 金属材料焊接工艺规程和评定-基于该生产焊接试验的评定

ISO 17637,熔合焊的非破坏性检查-外观检查

3 术语和定义

本标准使用 ISO 15607:2003 给出的术语和定义。

4 预焊接工艺规程 (pWPS)

预焊接工艺规程应按 ISO 15609-1 或 ISO 15609-2 编制。

5 焊接工艺试验

试件的焊接和试验应按第 6 条和第 7 条进行。

按本标准相关试验要求, 进行焊接工艺试验的焊工或焊接操作工, 具有按 ISO 9606-1 或 ISO 9606-4 或 EN 1418 评定范围内的资格。

6 试件

6.1 概述

产品内涉及焊接工艺的焊接接头应按 6.2 的规定通过制作一个或几个标准化试件来代表。如果产品/接头的几何要求不能提供本标准所示的标准化试件, 应要求使用 ISO 15613。

6.2 试件的形状和尺寸

试件的长度或数量应足以进行所需要的全部试验。

为了制作额外的试样或重新试验的试样, 可准备附加试件或比最小尺寸长的试件(见 7.6)。

对所有试件, 除支管焊接(见图 4)和角焊缝(见图 3)外, 材料厚度 t 应与接焊的两板或两管的厚度相同。

如果应用标准要求, 冲击试验需要在热影响区 (HAZ) 内选取时, 应在试件上标出板的轧制方向。

试件的厚度和/或管的外径应按 8.3.2.1~8.3.2.3 选取。

试件的形状和最小尺寸应如下:

6.2.1 全焊透板的对接焊缝

试件应按图 1 准备

6.2.2 全焊透管的对接焊缝

试件应按图 2 准备

注: 使用“单个管或组合管”这一词语表示“管”或“空心截面”。

6.2.3 T 型接头

试件应按图 3 准备

T 形接头可用于全焊透的对接焊缝或角焊缝

6.2.4 支管焊接

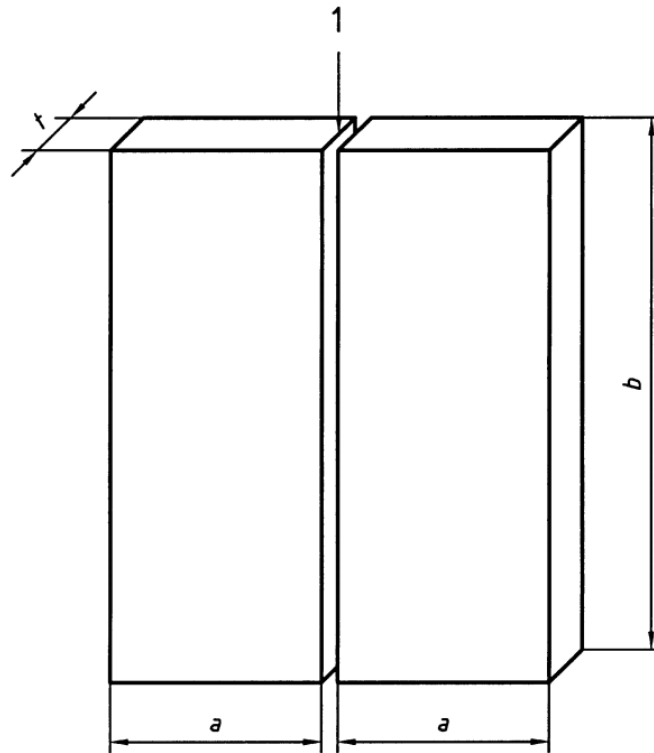
试件应按图 4 准备，生产时支管角度 α 应用最小值。

支管焊接可用于全焊透的接头（插入式或骑座式）和角焊缝。

6.3 试件的焊接

试件的准备和焊接应按 pWPS 和它们所代表的一般生产焊接条件下进行。试件倾斜角和转角的焊接位置和限制应按 ISO 6947 的规定。如果定位焊点熔入最终的焊缝，它们应包括在试件内。

试件的焊接和试验在考官各或考试机构的监督下进行。



图注：

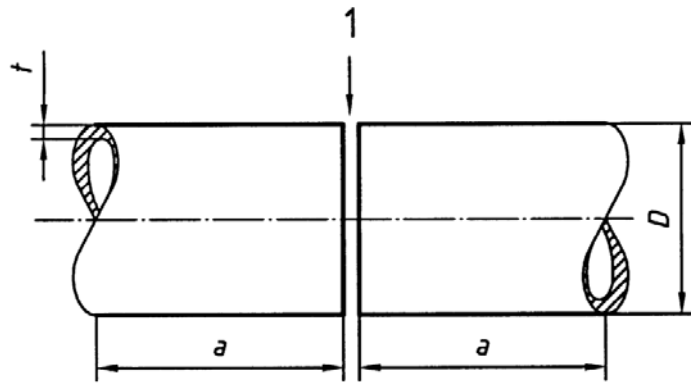
1 按预焊接工艺规程 (pWPS) 的规定准备接头

a 最小值 150 mm

b 最小值 350 mm

t 材料厚度

图 1 全焊透时板的对接试板



图注

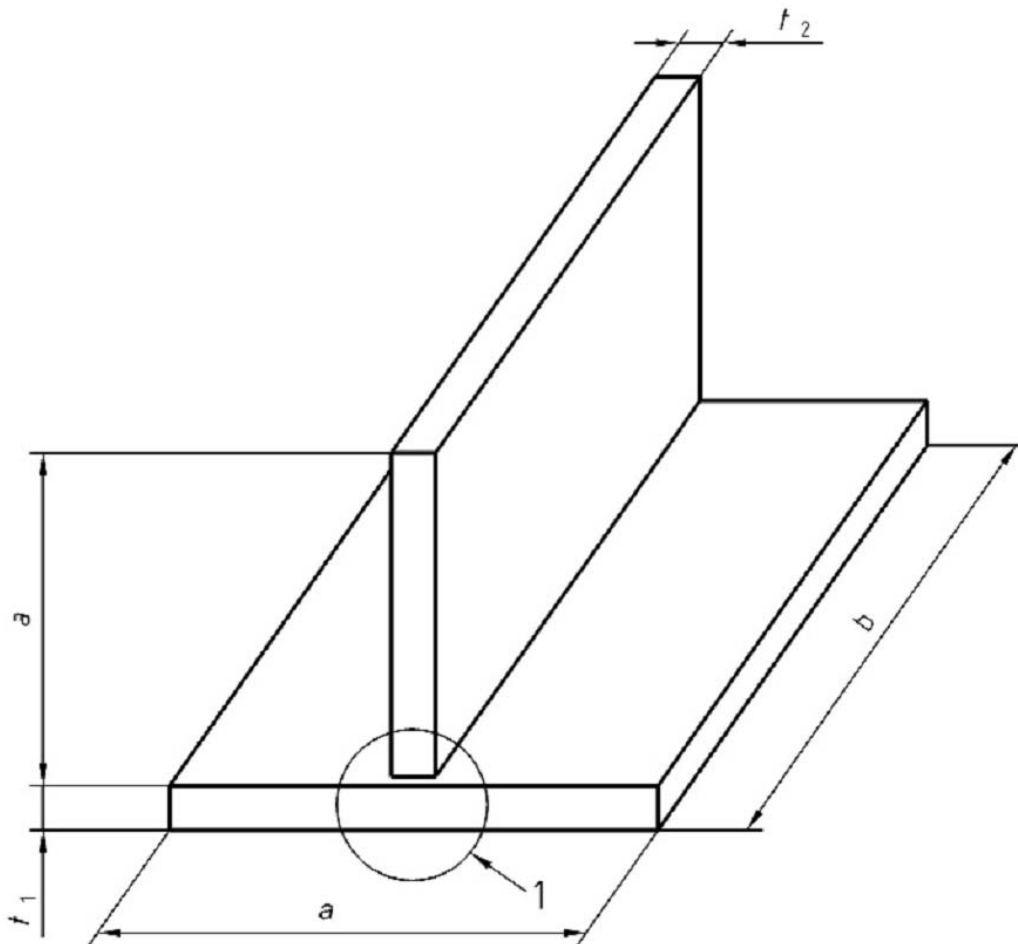
1 按预焊接工艺规程 (pWPS) 的规定准备接头

a 最小值 150 mm

D 管外径

t 材料厚度

图 2 气焊透时管的对接焊缝试件



图注

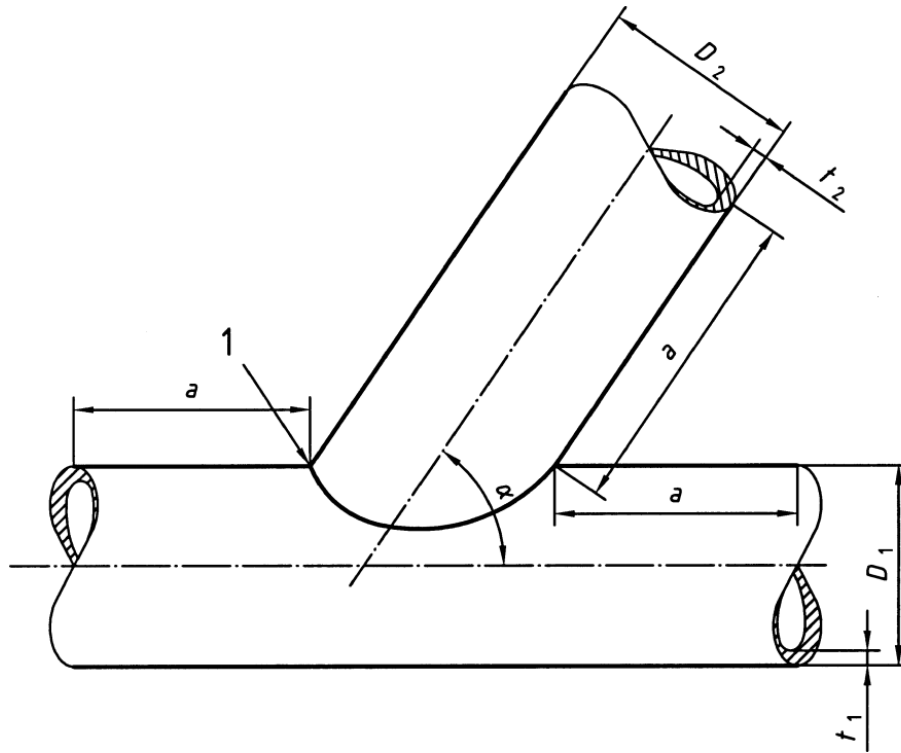
1 按预焊接工艺规程 (pWPS) 的规定准备接头

a 最小值 150 mm

b 最小值 350 mm

t 材料厚度

图 3-T 型接头试件



图注

- 1 按预焊接工艺规程 (pWPS) 的规定准备接头
- α 支管角度
- a 最小值 150 mm
- D1 主管外径
- t1 主管材料厚度
- D2 支管外径
- t2 支管材料厚度

图 4- 支管焊接试件

7 检查和试验

7.1 试验范围

试验包括非破坏性试验 (NDT) 和破坏性试验。应按表 1 的要求进行。

应用标准可规定补充试验，例如：

纵向焊接拉伸试验；

全焊缝金属弯曲试验；

腐蚀试验；

化学分析；

微观检查；

δ 铁素体检查；

十字形试验

注：特殊的使用条件、材料或生产条件所需的试验可能比本标准规定的试验更复杂，目的是为了得到更多的信息和避免日后重复焊接工艺试验。

表 1 试件的检查和试验

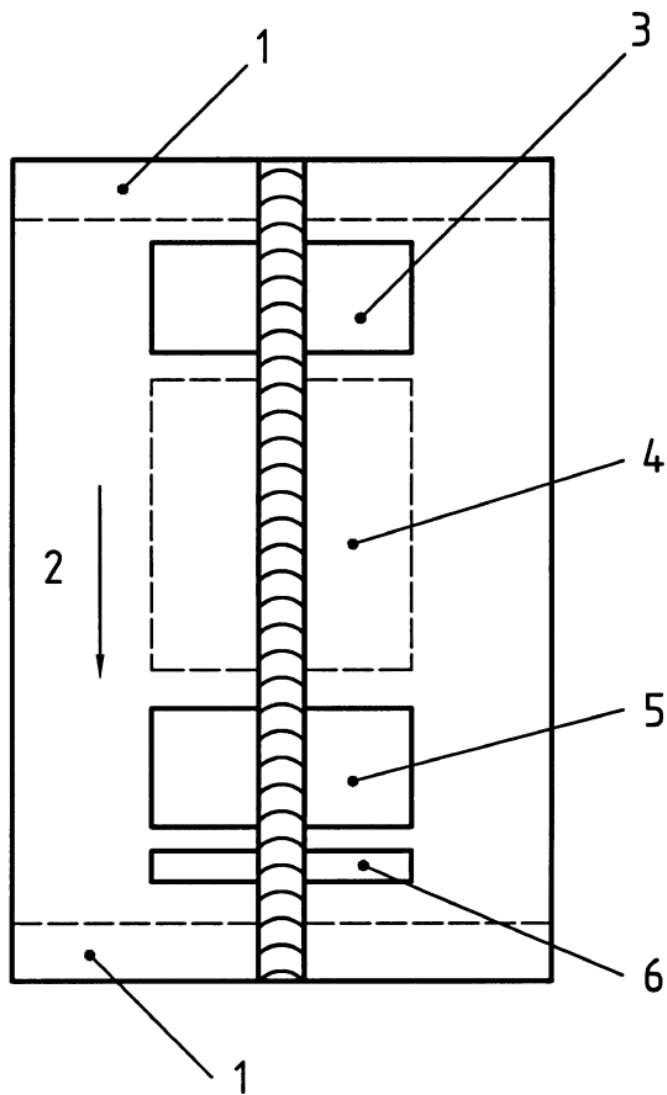
试件	试验种类	试验的程度	脚注
全焊透时的对焊 图1和图2	外观	100%	-
	射线探伤或超声波探伤	100%	a
	表面裂纹检测	100%	b
	横向拉伸试验	2个试样	-
	横向弯曲试验	4个试样	c
	冲击试验	2组	d
	硬度试验	有要求时	e
	宏观（低倍）检查	1个试样	-
全焊透时的 T 型接头 图3 全焊透时的支管焊接- 图4	外观	100%	f
	表面裂纹检测	100%	b 和 f
	超声波或射线探伤	100%	a, f 和 g
	硬度试验	有要求时	e 和 f
	宏观检查	2个试样	f
角焊缝 图3和图4	外观	100%	f
	表面裂纹检测	100%	b 和 f
	硬度试验	有要求时	e 和 f
	宏观检查	2个试样	f
<p>a 超声波试验不适用于 $t < 8$ mm，且不适用于材料组 8, 10, 41 ~ 48</p> <p>b 渗透试验或磁力探伤试验，对非磁性材料采用渗透试验</p> <p>c 弯曲试验，见 7.4.3</p> <p>d 对厚度 ≥ 12 mm 且已经规定冲击性能的材料，焊接金属取 1 组，热影响区（HAZ）取 1 组。相关标准可能要求材料厚度低于 12mm 也需要进行冲击试验。试验温度应由制造厂按照应用场合或应用标准选择，但不必低于母材金属规定的温度。关于补充试验，见 7.4.5</p> <p>e 对 1.1 和 8, 41~48 组母材金属不需要硬度试验</p> <p>f 列举的试验不能提供有关焊缝机械性能方面的信息。因为这些性能与应用场合有关，如需要还应做补充试验，例如对接焊缝。</p> <p>g 外径 ≤ 50 mm 时，不需要超声波探伤检验。 外径 > 50 mm 且技术上不能进行超声波探伤检查的，只要接头的外形能提供满意的结果，应进行 X 射线探伤检查。</p>			

7.2 试验的位置和选取

试样应按图 5.6.7 和 8 选取

试样的选取应在所有非破坏性试验（NDT）已经完成，并合格后进行。

试样采取的位置在所用 NDT 方法的允许范围内最好避开缺陷区域。



图注

1 废弃 25 mm

2 焊接方向

3 此区域可取:

- 1 个拉伸试样
- 弯曲试样

4 此区域可取:

- 冲击和补充试样 (如需要)

5 此区域可取:

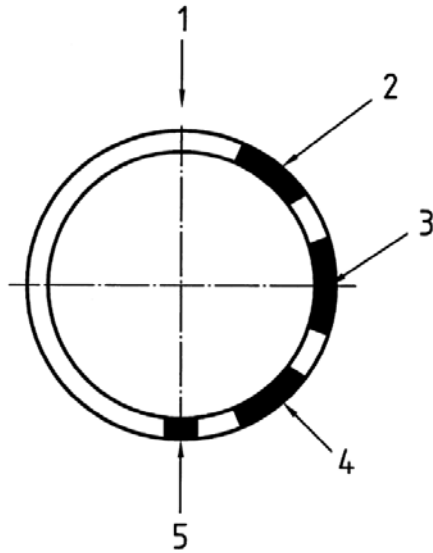
- 1 个拉伸试样
- 弯曲试样

6 此区域可取:

- 1 个宏观金相试样
- 1 个硬度试样

此图未按比例

图 5 板对接焊缝试样的位置

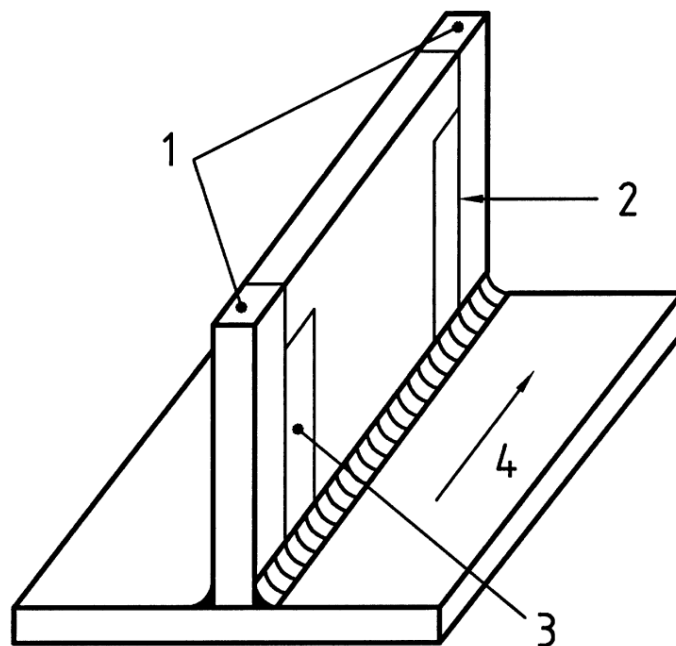


图注

- 1 固定管的顶部
- 2 此区域可取：
 - 1 个位伸试样
 - 弯曲试样
- 3 此区域可取：
 - 冲击和补充试验试样（如需要）
- 4 此区域可取：
 - 1 个拉伸试样
 - 弯曲试样
- 5 此区域可取：
 - 1 个宏观金相试样
 - 1 个硬度试样

注此图未按比例

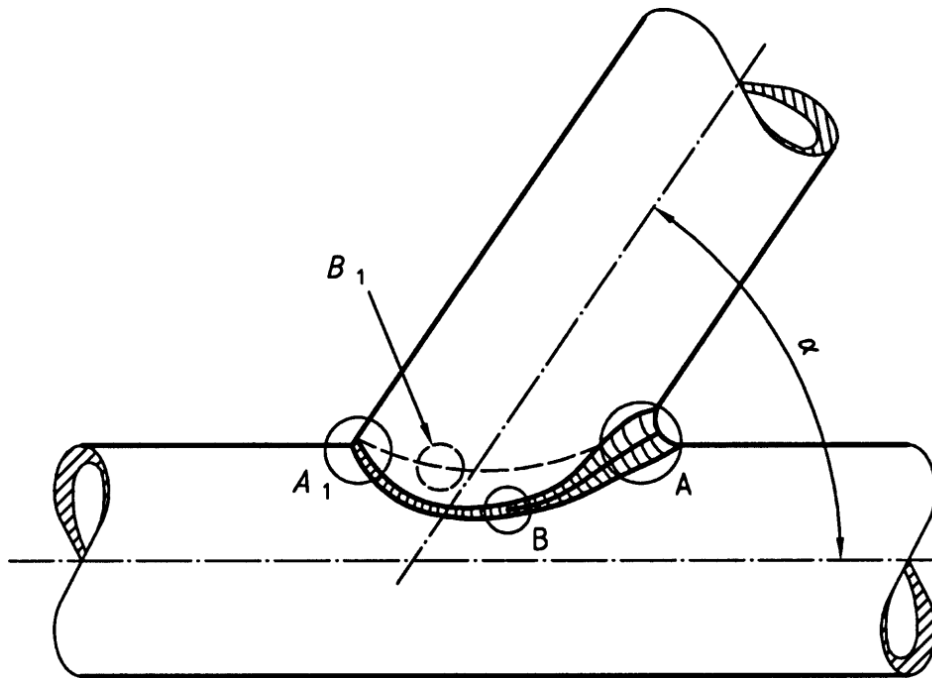
图 6-管对接焊缝试样的位置



图注

- 1 报废 25 mm
- 2 宏观试样
- 3 宏观和硬度试样
- 4 焊接方向

图 7-T 型接头试样的位置



图注

- 1 所采取的宏观金相和硬度试样 (位置 A)
- 2 宏观金相试样 (位置 B)
- α =支管角

图 8-管的支管焊接或角焊缝试样的位置

7.3 非破坏性试验

按 7.1 和表 1 的所有非破坏性试验应在试样切割前进行。所规定的任何焊后热处理应在非破坏性试验之前进行。

对氢脆敏感产生裂纹的材料及未规定焊接后热或焊后热处理时，应推迟进行非破坏性试验。根据接头的几何形状，材料和工件要求，非破坏性试验 (NDT) 应根据 ISO17637 (外观检查)，EN 1435 (射线检查)、EN1714 (超声波检查) EN 571-1 (渗透检查) 和 EN1290 (磁力探伤检查) 按表 1 的要求进行。

7.4 破坏性试验

7.4.1 概述

试验的程度按表 1 的要求

7.4.2 横向拉伸试验

对接焊缝横向拉伸试验的试样和试验应按 EN 895 (ISO 4136) 的规定。

对外径>50 mm 的管，应从两端面去除多余的焊接金属，使试样的厚度等于管的壁厚。

对外径≤50mm 的管，和使用全截面小径管时，管内表面上的多余的焊接金属可保留不用去除。

如果试验前无其它规定，试样的抗拉强度应不小于母材的所规定相应最小值。

对异种母材焊接，其抗拉强度应不小于具有最低抗拉强度的母材的最小规定值。

7.4.3 弯曲试验

对接焊缝弯曲试验的试样和试验应接 EN 910 (ISO 5173) 的规定。

厚度<12 mm 时，应使用两个焊缝背弯试样和两个焊缝面弯试样。

厚度≥12 mm 时，推荐用 4 个侧弯试样代替根部和面弯试验。

不同板材或异种板材的对接，可以用一个纵向面弯和背弯代替 4 个横向侧弯。

弯曲用成型辊或内辊轮的直径为 4t，伸长率 A≥20%时，母材的弯曲角为 180°；

对伸长率 A<20%的母材，应使用下列公式：

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

式中，

d 为成形辊或内辊轮的直径

t_s 为焊接试样的厚度

A 为材料规范所要求的最小伸长率

试验时，试样在任何方向上不得显示有>3 mm 的任何单一裂纹，试验时在试样的边角处出现的裂纹评定时应不予考虑。

7.4.4 宏观金相检查

试样应按 EN 1321 规定在一侧进行制备和腐蚀以清楚显示熔合线，热影响区 (HAZ) 和焊缝层道数。

宏观金相检查应包括未受影响的母材，并且每批工艺试验至少用一个宏观金相复制品存档。

宏观金相检查的验收等级应按 7.5 的规定。

7.4.5 冲击试验

冲击试验试样的位置和试验温度应按本标准进行，试样的尺寸和试验分法应按 EN 875(ISO 9016)进行。

对焊缝接金属，使用 VWT 型试样 (V: 摆锤式 V 型缺口，W: 焊接金属内缺口，T: 整个厚度的缺口)，对热影响区 (HAZ) 应使用 VHT 型试样 (V: 摆锤式 V 型缺口，H: 热影响区内缺口，T: 整个厚度缺口)。根据每个规定位置，每组应由三个试样组成。

应使用具有摆锤式 V 型缺口的试样，并且从母材表面以下最大 2mm 和焊缝的横向切取。在热影响区 (HAZ)，缺口应位于距熔线 1~2 mm 处，在焊接金属内，缺口应位于焊缝中心线。

厚度>50 mm 时，应在焊缝中间厚度或根部区域内，取 2 组附加试验样，一个从焊接金属

切取，另一个从热影响区（HAZ）内切取。

如果应用标准没有改变，所吸收的能量应符合相应的母材标准，三个试样的平均值应满足规定的要求。对每个缺口位置，一个值可以低于规定的最低平均值，只要它不低于最低平均值的 70%即可。

对不同金属焊接，应对从每个母材的每个热影响区（HAZ）切取的试样进行冲击试验。

在一个试件上进行多种焊接工艺的合格评定时，冲击试验用试样应取自包括每种焊接工艺的焊接金属和热影响区。

7.4.6 硬度试验

载荷为 HV10 的维氏硬度试验应按 EN 1043-1: 1995(ISO9015)进行，硬度测定应在焊接区，热影响区和母材进行以评定整个焊缝的硬度值范围。

材料厚度 $\leq 5\text{mm}$ 时，仅在低于焊缝上表面 2mm 的深度处进行一排压痕硬度试验。

材料厚度 $> 5\text{mm}$ 时，在低于焊缝的上表面和下表面 2mm 的深度处进行两排压痕硬度试验。

对两侧均为角焊缝缝和 T 型对接焊缝，应通过根部区域进行一排附加压痕硬度试验。典型的压痕图形的示例在 EN 1043-1: 1995(ISO9015)的图 1a), b), e) 和 f)和图 3 和 4 内列出。

对每排压痕，在下列每个区域内至少有 3 个压痕：

焊缝；

两侧热影响区；

两侧母材

对热影响区（HAZ），第一个压痕应尽可能靠近熔合线。

硬度试验的结果应满足表 2 给出的要求。但是，第 6（无热处理）、7.10 和 11 组和任何不同金属焊接的要求应在试验前规定。

表 2- 允许的最大硬度值（HV10）

CR ISO 15608 金属组别	非热处理	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 如果要求硬度试验
b 对于最小 ReH $> 890\text{ N/mm}^2$ 的钢，应规定特殊值。

7.5 验收等级

如果试件的缺陷在 ISO 5817 质量等级 B 级的规定范围内，焊接工艺评定合格。但下列类型的缺陷，如凸度过大、焊缝厚度过大、熔深过大和焊趾角度偏差，按 C 级评定。

≤0.05t 的要求不适用于咬边。咬边应≤0.5mm.角度偏差对于工艺评定试验不适用。

注 EN 12062 给出了 ISO 5817 的质量等级和非破坏性试验 (NDT) 的验收等级之间的关系。

7.6 重新试验

如果试件不符合 7.5 规定的外观检查或非破坏性检查的要求，应再取一个试件进行焊接，并进行同样检查。如果此附加试件仍不符合要求，此焊接工艺试验已经失败（不合格）。

如果任何试样仅仅由于焊接缺陷不符合 7.4 规定的破坏性试验的要求，对每一个不合格的试样再取两个试样进行试验。附加试样可从同一个试件上切取（如果有足够材料的话）或从一个新试件上切取。

每个附加的试样应进行与不合格的初始试样相同的试验。如果附加试样的任何一个不符合要求，此焊接试验已经失败。

如果抗拉强度试样不符合 7.4.2 的要求，对每一个不合格的试样再取两个试样进行试验。这两个试样应满足 7.4.2 的要求。

如果在不同的试验区域内有一个硬度值高于表 2 内的所示值，可进行附加硬度试验（在试样的反面或试验的表面充分磨削后）附加试验的硬度值应不超过表 2 给出的最大硬度值。对摆锤式冲击试验，一组三个试样的试验结果不符合要求，仅一个较低值低于 70%，应取三个试样进行附加试验。这些试样连同初始结果的平均值应不低于所要求的平均值。

8 评定的范围

8.1 概述

为符合标准应满足第 8 条给出的各种条件。超过评定范围的变化应需要新的焊接工艺试验。

8.2 关于制造商

制造商按本标准通过焊接工艺评定试验评定合格的 pWPS，适用于该制造商在相同技术和质量控制下的车间或现场内的焊接。

相同的技术和质量控制条件是指实施焊接工艺评定的制造保留全部实施焊接责任。

8.3 关于母材

8.3.1 母材分组

为将焊接工艺试验的次数减至最低，钢、镍及镍合金应按 ISO 15608 进行分组。

对分组系统未包括的每种母材或母材组合，需要单独的焊接工艺评定。

如果一个母材属于两组或两个分组，它应始终归较低组或较低的分组。

永久性的垫板材料作为母材来对待，从要评定的组或分组内选择。

注：因使用国家标准而引起的类似牌号之间的微小成分差异不需要重新评定。

8.3.1.1 钢

评定的围范在表 3 内给出。

8.3.1.2 镍合金

评定的范围在表 4 内给出。

8.3.1.3 钢和镍合金之间的焊接

评定范围在表 4 内给出。

表 3 钢组和钢分组的评定范围

试件材料级 (分组) 级别	评定范围
1 - 1	1 ^a - 1
2 - 2	2 ^a - 2, 1 - 1, 2 ^a - 1
3 - 3	3 ^a - 3, 1 - 1, 2 - 1, 2 - 2, 3 ^a - 1, 3 ^a - 2
4 - 4	4 ^b - 4, 4 ^b - 1, 4 ^b - 2
5 - 5	5 ^b - 5, 5 ^b - 1, 5 ^b - 2
6 - 6	6 ^b - 6, 6 ^b - 1, 6 ^b - 2
7 - 7	7 ^c - 7
7 - 3	7 ^c - 3, 7 ^c - 1, 7 ^c - 2
7 - 2	7 ^c - 2 ^a , 7 ^c - 1
8 - 8	$\boxed{A_1}$ 8 ^b - 8 $\boxed{A_1}$
8 - 6	8 ^c - 6 ^b , 8 ^c - 1, 8 ^c - 2, 8 ^c - 4
8 - 5	8 ^c - 5 ^b , 8 ^c - 1, 8 ^c - 2, 8 ^c - 4, 8 ^c - 6.1, 8 ^c - 6.2
8 - 3	8 ^c - 3 ^a , 8 ^c - 1, 8 ^c - 2
8 - 2	8 ^c - 2 ^a , 8 ^c - 1
9 - 9	9 ^b - 9
10 - 10	10 ^b - 10
10 - 8	10 ^b - 8 ^c
10 - 6	10 ^b - 6 ^b , 10 ^b - 1, 10 ^b - 2, 10 ^b - 4
10 - 5	10 ^b - 5 ^b , 10 ^b - 1, 10 ^b - 2, 10 ^b - 4, 10 ^b - 6.1, 10 ^b - 6.2
10 - 3	10 ^b - 3 ^a , 10 ^b - 1, 10 ^b - 2
10 - 2	10 ^b - 2 ^a , 10 ^b - 1
11 - 11	11 ^b - 11, 11 ^b - 1

a 包括等于或低于规定屈服强度的同组钢

b 包括同分组内的钢和同组内任何较低分组的钢 c 包括同分组内的钢

表 4-镍合金和镍合金/钢组的评定范围

试件的材料组别	评定范围
41 - 41	41 ^c - 41
42 - 42	42 ^c - 42
43 - 43	43 ^c - 43, 45 ^c - 45, 47 ^c - 47
44 - 44	44 ^c - 44
45 - 45	45 ^c - 45, 43 ^c - 43 ^c
46 - 46	46 ^c - 46
47 - 47	47 ^c - 47, 43 ^c - 43 ^c , 45 ^c - 45 ^c
48 - 48	48 ^c - 48
41 ~ 48 - 2	41 ~ 48 ^c - 2 ^a , 41 ~ 48 ^c - 1
41 ~ 48 - 3	41 ~ 48 ^c - 3 ^a , 41 ~ 48 ^c - 2 或 1
41 ~ 48 - 5	41 ~ 48 ^c - 5 ^b , 41 ~ 48 ^c - 6.2 或 6.1 或 4 或 2 或 1
41 ~ 48 - - 6	41 ~ 48 ^b - 6 ^b , 41 ~ 48 ^c - 4 或 2 或 1
注：对于41~48组，组内某一沉淀硬化合金进行的工艺试验覆盖同一组内其它沉淀硬化合金与所有固溶体合金的接头。【个人认为此条可去除，与c重复】	

- a 包括等于或低于规定屈服强度的同组钢
- b 包括同分组的钢和同组内任何较低分组的钢
- c 对于 41~48 组，组内某一沉淀硬化合金进行的工艺试验覆盖同一组内其它沉淀硬化合金与所有固溶体合金的接头。【例如表里列出的 1, 2, 4, 5, 6 组材料】

8.3.2 材料厚度和管直径

8.3.2.1 概述

对单个工艺评定，厚度 t 应具有下列意义：

a) 对接焊缝

是指母材厚度

b) 角焊缝

是指母材厚度。表 6 给出了每种厚度的评定范围，同时给出了缝厚 a 的评定范围。8.3.2.2 给出单道角焊缝 a 的范围。

c) 对骑座式支管焊接 (set-on)：

是指母材厚度

d) 对插入式 (set-in) 或贯穿式 (set-through) 支管焊接

是指母材厚度

e) 对全焊透时板的 T 型焊接:

是指母材厚度

-- 对于多种焊接方法的工艺评定, 应将所记录的每种方法焊接的厚度值作为单个焊接工艺评定范围的依据。

8.3.2.2 对接焊缝、T 型焊接、支管焊接和角焊缝的评定范围

对厚度 t 的焊接工艺试验的评定应包括表 5 和表 6 给出的下列范围内厚度的评定。

对支管焊接和角焊缝, 评定范围应分别适用于两种母材。当用对接焊缝评定角焊缝时, 应用表 6。

表 5 对接焊缝材料厚度和焊缝熔敷厚度的评定范围

单位: mm

试件的厚度 t	鉴定范围	
	单道焊	多道焊
$t \leq 3$	$0.7 \sim 1.3t$	$0.7 \sim 2t$
$3 < t \leq 12$	$0.5t(\text{最小 } 3\text{mm}) \sim 1.3t^a$	$3 \sim 2t^a$
$12 < t \leq 100$	$0.5t \sim 1.1t$	$0.5t \sim 2t$
$t > 100$	不适用	$50 \sim 2t$

a 规定冲击要求时, 如果不进行冲击试验, 鉴定的上限是 12mm。

表 6 角焊缝的材料厚度和焊缝厚度的评定范围

单位: mm

试件的厚度 t	鉴定范围		
	材料厚度	焊缝厚度	
		单道焊	多道焊
$t \leq 3$	$0.7t \sim 2t$	$0.75a \sim 1.5a$	无限制
$3 < t \leq 30$	$0.5t(\text{最小 } 3\text{ mm}) \sim 2t$ 【2012】	$0.75a \sim 1.5a$	无限制
$30 < t \leq 100$	≥ 5	见注释 a	无限制

注 1 a 是试件焊缝厚度
注 2 如用对接焊缝试验评定角焊缝时, 所规定的焊缝厚度范围应以熔敷金属的厚度为依据。

a 仅供特殊场合使用, 每个焊缝有效厚度必须通过一个焊接工艺试验单独证明。

8.3.2.3 管连接和支管连接直径的评定范围

表 7 给出对直径 D 的焊接工艺评定试验覆盖的范围。

对板给出的评定同时覆盖下面 2 种情况的管：

- 1.管外径 $>500\text{mm}$ ，所有焊接位置；
- 2.管外径 $>150\text{mm}$ ，仅 PA 或 PC 旋转位置

表 7 –管和支管连接直径的评定范围

单位：mm

试管的直径 D^a	覆盖范围
$D \leq 25$	$0.5D \sim 2D$
$D > 25$	$\geq 0.5D$ (最小25mm)
注 对空心结构截面， D 为较小侧的直径	
a D 为管的外径或支管的外径	

8.3.3 支管连接角度

对具有 α 角度的支管连接进行的焊接工艺试验，覆盖角度在 $\alpha \sim 90^\circ$ 范围内的所有支管连接。

8.4 所有焊接工艺的共性

8.4.1 焊接工艺

每种机械化程度（手动、部分机械化、全机械化和自动）需单独评定，同样，不允许改变实现焊接的方法（手动、机械化或自动的）。

评定仅对工艺试验时所使用的焊接方法有效。

对多种焊接方法，焊接工艺的评定可用每种焊接方法进行单独的焊接工艺试验。

当然多种焊接方法用一个评定试验也是可能的。但这样一个评定仅对试验时多种焊接工艺所用的工艺顺序有效。

注 不允许使用多种焊接工艺试验评定任何单一工艺，但是，对接焊缝接工艺所进行的试验符合本标准时除外。

8.4.2 焊接位置

试验时在任何一个位置（管或板）的焊接证明在所有位置（管或板）的焊接合格。但 PG 和 J-L045 除外，它们应需要单独的焊接工艺试验。

规定冲击要求和/或硬度要求时，冲击试验用试件应取在热输入最高位置内的焊缝，而硬度试验用试件应取在热输入最低位置的焊缝，以便证明所有位置合格。

例如，板的对接焊缝，其热输入最高位置通常为 PF，热输入最低位置通常为 PC。对固定

的管焊接，硬度试验用试件应取自仰焊位置。

如既未规定冲击要求也未规定硬度要求，在任何一个位置（管或板）的焊接证明在所有位置（管或板）的焊接合格。

为满足硬度要求和冲击要求，如果不要求一个焊接位置同时满足两项评定，则需要在不同焊接位置内的两个试件。当要求对所有位置进行合格评定时，应对两个试件进行全部外观检查和非破坏性试验。

对第 10 组材料，应对热输入最低和最高位置进行冲击试验和硬度试验。

注 其它破坏性试验可取自任意一个试件，其中一个试件可以缩短长度

8.4.3 连接/焊接的形式

在焊接工艺试验使用的焊缝形式的评定范围受到其它条款（例如直径、厚度）给出的限制：

- a) 对接焊缝应证明全焊透和部分焊透的对接焊缝和角焊缝合格。如果角焊缝为焊接生产的主要形式时，应进行角焊缝试验。
- b) 管的对接焊缝也证明角度 $\geq 60^\circ$ 的支管焊接合格；
- c) T 型对接焊缝只点证明 T 型对接焊缝和角焊缝（见 a）合格；
- d) 不加垫板的可以覆盖加垫板和双面焊；
- e) 加垫板覆盖双面焊；
- f) 不带清根的双面焊覆盖带清根的双面焊；
- g) 角焊缝仅证明角焊缝合格；
- h) 对给定工艺，不允许将多道焊改为单道焊（或每侧单道焊），反之亦然。

8.4.4 填充材料，名称牌号

当使用与按欧洲相关标准命名的填充材料具有（相同的机械性能、相同类型的焊芯或焊剂，相同的公称成分和相同或较低的氢含量）时，可以被评定填充材料覆盖。

8.4.5 填充材料、种类（制造厂的商标）

要求冲击试验时，对接焊工艺 111，114，12，136 和 137，有效范围只限于焊接工艺试验时使用的特殊类型。当焊接附加试件时，允许将专用类型的填充材料改为另一种具有相同规定部分的填充材料。此试件应使用与原始试验相同的焊接参数进行焊接，并且仅对冲击试样进行试验。

注 此规定不适用于具有相同牌号和公称化学成分的实芯（普通）焊丝和焊条。

8.4.6 填充材料的尺寸规格

只要满足 8.4.8 的要求，填充材料的尺寸规格允许改变。

8.4.7 电流的形式

仅评定工艺试验中使用的电流形式（交流电流（AC）、直流电流（DC），脉冲电流）和极性。

对焊接工艺 111，当不要求冲击试验时，交流电也可以用直流电（任一极性）代替。

8.4.8 热输入

当有冲击要求时，适合的热输入的上限比试件焊接时使用的热输入大 25%。

当有硬度要求时，适合的热输入的下限比试件焊接时使用的热输入低 25%。

热输入按 EN 1011-1 的规定进行计算。

如果焊接工艺试验在高热输入值和低热输入值下进行，那么，中间的热输入也应合格。

8.4.9 预热温度

需要预热温度时，合格评定的下限为焊接工艺试验开始时使用的标称预热温度。

8.4.10 层间温度

合格评定的上限为焊接工艺试验时达到的最高层间温度。

8.4.11 消除氢脆的焊后加热

消除氢脆的焊后加热的温度和时间不应降低和减少，焊接后热不应省略，但可以增加。

8.4.12 焊后热处理

焊后热处理不允许增加或删除。

如果没有其它规定，有效的温度范围应为焊接工艺试验使用的保持温度 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，需要时，加热速度，冷却速度和保持时间应与产品有关。

8.4.13 初始热处理

沉淀硬化材料焊接前，初始热处理条件不允许改变。

8.5 焊接工艺的特殊性

8.5.1 焊接工艺 12

8.5.1.1 焊接工艺 12（121~125）的每个变化都应单独进行评定。

8.5.1.2 接剂给出的评定只局限于焊接工艺试验时使用的种类和名称牌号。

8.5.2 焊接工艺 131, 135, 136 和 137

8.5.2.1 对保护气体给出的合格评定只局限于按 ISO 14175 的保护气体的符号，但是，CO₂ 的含量应不超过焊接工艺试验使用的 CO₂ 含量的 10%。ISO 14175 未包括的保护气体只局限于焊接工艺试验使用的公称成分。

8.5.2.2 评定仅局限于焊接工艺试验使用的焊接“丝”系统（例如单丝或多丝）

8.5.2.3 对实芯和金属药芯焊丝，短路过渡（dip）仅评定短路过渡（dip）合格，用喷射或颗粒过渡仅评定喷射或颗粒过渡合格。

8.5.3 焊接工艺 141

8.5.3.1 对保护气体和背衬（背面保护气体）给出的合格评定只局限于按 ISO 14175 的保护气体的符号，ISO 14175 未包括的保护气体局限于焊接工艺试验时使用的公称成分。

8.5.3.2 无背衬气体进行的焊接工艺试验使有背衬气体的焊接工艺合格。

8.5.3.3 用填充材料的焊接不能证明无填充材料的焊接合格，反之亦然。

8.5.4 焊接工艺 15

8.5.4.1 焊接工艺的合格评定局限于焊接工艺试验时使用的等离子气体成分。

8.5.4.2 对保护气体和背衬气体给出的合格评定只局限于按 ISO 14175 的保护气体的符号。ISO 14175 未包括的保护气体只局限于评定合格的公称成分。

8.5.4.3 用填充材料的焊接不能证明无填充材料的焊接合格，反之亦然。

8.5.5 焊接工艺 311

有填充材料的焊接不能证明无填充材料的焊接合格，反之亦然。

9 焊接工艺合格证明记录（WPQR）

焊接工艺合格证明记录（WPQR）是评定每个试件包括重新试验结果的证明书，应包括 prEN ISO 15609 相关部分内焊接工艺规程（WPS）列出的有关项目，以及按第 7 条要求可拒收的任何零件的详细情况，如果没有可拒收的零件或不合格的试验结果，评述焊接工艺试验结果的焊接工艺合格证明记录（WPQR）通过合格评定并应由检验员或检验团体签字和证明日期。

应使用焊接工艺-合格证明记录（WPQR）单记录焊接工艺和试验结果的详细情况，以便简化数据的统一表示和评定。

焊接工艺合格证明记录（WPQR）单的示例在附录 A 内示出。

附录 A

(资料性附录)

焊接工艺评定记录单 (WPQR)

焊接工艺评定-试验合格证书

制造厂的 WPQR NO:

制造厂:

检验员或检验团体

参考号:

地址:

规范/试验标准

焊接日期:

合格评定的范围

焊接工艺:

连接和焊接的形式:

母材组和分组:

母材厚度 (mm):

焊接金属厚度 (mm)

焊缝厚度 (mm)

单道焊/多道焊

管外径 (mm)

填充材料名称牌号:

填充材料类型

填充材料尺寸规格:

保护气体/焊剂名称:

背衬气体 (背面保护气体) 名称:

焊接电流的形式和极性:

金属传递的方式:

热输入:

焊接位置:

预热温度:

层间温度:

焊后加热:

焊后热处理:

其它信息 (也见 8.5):

证明试验已按上面所示的规范试验标准的要求满意地进行焊缝的准备, 焊接和试验。

.....
地点

.....
发布日期

.....
检验员或检验团体
姓名、日期、及签字

焊接试验记录

地点: 检验员或检验团体:
 制造厂的焊接工艺规程 (pWPS) No. : 准备和清洗方法:
 制造厂的焊接工艺合格证明记录 (WPQR) No. : 母材规范:
 制造厂: 材料厚度 (mm):
 焊工姓名: 管外径 (mm):
 金属传递方式: 焊接位置:
 连接形式和焊接:
 焊接准备细节 (草图)*:

连接设计	焊接顺序

焊接细节

焊道	焊接工艺	焊料规格	电流 A	电压 V	电流的形式和极性	送丝速度	移动速度*	热输入*	金属传递

焊接名称和型号: 其它信息*例如:
 专用烘干或干燥: 横向摆动 (焊缝的最大宽度):
 气体/焊剂: 保护: 振荡: 振幅、频率、停留时间
 背衬: 脉冲焊接细节:
 钨极焊条的型号/尺寸: 距离接触管/工件:
 背刨/背衬的细节: 等离子焊接细节:
 预热温度: 焊炬角度:
 层间温度:
 焊后加热:
 焊后热处理:
 (时间、温度、方法、加热和冷却速度*)

.....

制造厂
 名称、日期及
 *如需要

.....

检验员或检验团体
 签字姓名、日期、及签字

