

ISO 15614-1:2017

金属材料焊接工艺规程及评定-焊接工艺评定试验——

第 1 部分：钢的电弧焊和气焊、镍及镍合金的电弧焊

编号十之八九 译

目录

前言（略）

引言

- 1 范围
- 2 引用标准（略）
- 3 名词和术语
- 4 预备焊接工艺评定（pWPS）
- 5 焊接工艺评定试验
- 6 试件
 - 6.1 一般原则
 - 6.2 试件的形状和尺寸
 - 6.2.1 全焊透的板对接焊缝
 - 6.2.2 全焊透的管对接焊缝
 - 6.2.3 T 型接头
 - 6.2.4 支接管连接
 - 6.3 试件的焊接
- 7 试验和检验
 - 7.1 试验类型和范围
 - 7.2 试样的位置及截取
 - 7.3 无损检验
 - 7.4 破坏性试验
 - 7.4.1 横向拉伸试验
 - 7.4.2 弯曲试验
 - 7.4.3 低倍金相检验
 - 7.4.4 冲击试验
 - 7.4.5 硬度试验
 - 7.5 合格等级
 - 7.6 复试
- 8 认可范围
 - 8.1 概述
 - 8.2 与制造商有关的条件
 - 8.3 与材料有关的条件
 - 8.3.1 母材类型
 - 8.3.2 材料厚度
 - 8.3.3 管和支接管的直径
 - 8.3.4 支接管的角度

8.4	焊接工艺的通用规则
8.4.1	焊接方法
8.4.2	焊接位置
8.4.3	接头/焊缝种类
8.4.4	焊接材料、制造商/牌号、型号
8.4.5	焊接材料规格
8.4.6	电流种类
8.4.7	热输入（电弧能量）
8.4.8	预热温度
8.4.9	层间温度
8.4.10	消氢热处理
8.4.11	热处理
8.5	不同焊接方法的特殊要求
8.5.1	埋弧焊 12
8.5.2	熔化极气体保护焊 13
8.5.3	非熔化极气体保护焊 14
8.5.4	等离子弧焊 15
8.5.5	氧乙炔焊 311
8.5.6	背面保护气体
9	焊接工艺评定报告（WPQR）
附录 A（标准）	焊接材料、类型
附录 B（信息）	焊接工艺评定报告格式（WPQR）（略）
文献	（略）

前言（略）

引言

自本标准颁布之日起，所有新的焊接工艺试验都应根据本标准执行。然而，该标准的实施并不会使按以前的国家标准或规范或本标准前一版本进行的焊接工艺评定失效。

为了适用于更广泛的焊接制造，本标准给出了两种焊接工艺评定试样类型。用等级1和等级2区别。

等级1是基于ASME卷 IX，等级2基于本标准前一版本。

1 范围

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。

被标准适用于产品的焊接、返修焊和修补焊。

本标准确定了进行焊接工艺评定试验的条件和本标准范围内所有焊接操作条件下焊接工艺的认可范围，。

进行焊接工艺评定的主要目的是，证明此连接方法所制造出的接头的力学性能能满足相应产品结构的需要。

两种类型的焊接工艺试验方式是为了适用于更广泛的焊接制造。用等级1和等级2区别。等级2中，试验的类型要求更多，认可范围的限制比等级1更严格。

根据等级 2 完成的工艺试验可以认可等级 1，但反之不行。

如用户或应用标准没有规定工艺评定的类型，则根据等级 2 执行。

试验应按照本标准要求执行。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电弧焊和气焊，以及镍及镍合金的产品的电弧焊。

根据 ISO 4063 规定，本标准包括下列电弧焊和气焊方法：

- 111 焊条电弧焊；
- 114 自保护药芯焊丝电弧焊；
- 12 埋弧焊；
- 13 熔化极气体保护焊；
- 141 非熔化极气体保护焊；
- 15 等离子弧焊；
- 311 氧乙炔焊。

本欧洲标准的原则也可能适用于其它熔化焊方法。

注 根据本标准，进行新的评定试验时，旧的焊接方法代号不适用。

任何针对当前版本的应用要求，根据旧版本标准完成的焊接工艺评定和工艺规程可以使用。这种情况下，原有的认可范围适用。

如果本标准的试验要求得到满足，也可以基于现有的合格的WPQR，根据本版本编写新的WPQR（工艺评定报告）的认可范围。当需为了满足相关技术要求需要进行附加试验时，仅需焊接试件完成附加试验。

2 引用标准（略）

3 名词和术语

ISO/TR 25901和下列术语和定义适用本标准。

3.1

熔敷长度 run out length

一根焊条熔敷的所焊接焊道的长度。

3.2

修复焊 build-up welding

填充焊缝金属已到达要求的尺寸或恢复原来的尺寸。

4 预备焊接工艺评定 (pWPS)

预备焊接工艺评定应根据 ISO15609-1 或 ISO15609-2 的要求编制。

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 条和第 7 条的要求。

在满足相关试验要求的前提条件下，按照本标准完成满足要求的焊接工艺试验的焊工或焊接操作工将取得相关的国家/国际标准对应范围的焊工资格。

6 试件

6.1 一般原则

焊接接头所使用的工艺应具有生产代表性，模拟其的标准试件制备应按照 6.2 的要求。

如果应用标准需要进行热影响区冲击试验时，应标记试件板材的轧制方向，并保持试验报告。

对等级 1:	对于等级 2:
任何对接接头可以认可其它接头形式	在产品/接头形式不适用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。

为了满足附加的试验（或重新试验），可以制备附加试件（或尺寸更长的试件），具体要求参见 7.6。

对于除支管连接（见图 4）和 T 型接头（T 型对接接头和角焊缝，见图 3）以外的所有试件，在试件要求焊接的长度内，两板材或管材的材料厚度 t 和管材的直径必须相同。

试件的厚度和管子外径应按照 8.3.2 至 8.3.3 要求选择。

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 pipe”一词，单独或组合，用于表示“管 pipe”、“管子 tube”或“中空结构 hollow section”，不包括方形 square

hollow section 或矩形管 rectangular hollow section。

6.2 T 型接头

试件应按图 3 制备。试件可被用于评定全焊透的对接接头或角焊缝。

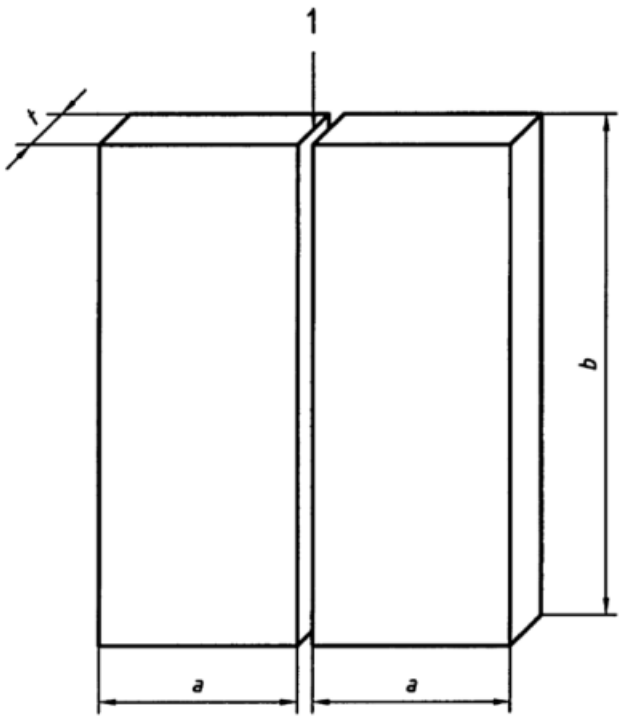
6.2.4 支接管连接

对等级 1:	对于等级 2:
无规定要求。	试件应按图 4 制备。角度 α 为用于实际产品的最低值。 试件可被用于评定全焊透的对接接头或角焊缝。

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。

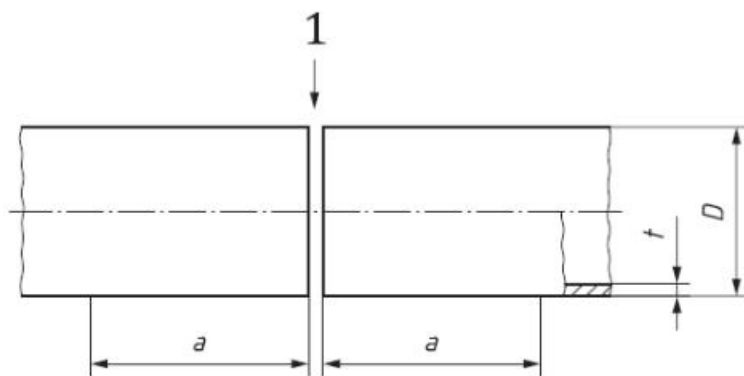
试件的焊接及试验应由考官或考试机构监督。



关键词

- 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



关键词

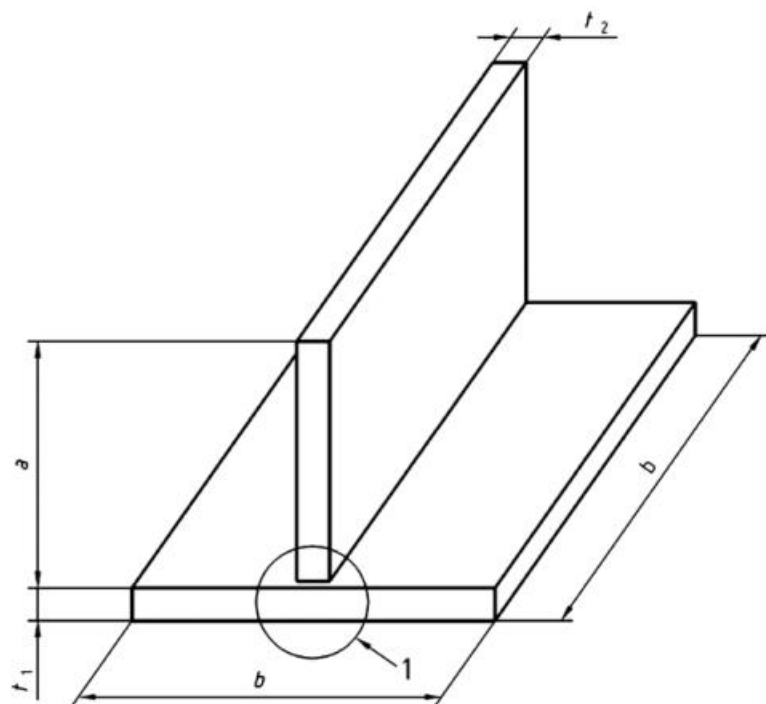
1 接头制备及组装按焊接工艺预规程 (pWPS)

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



关键词

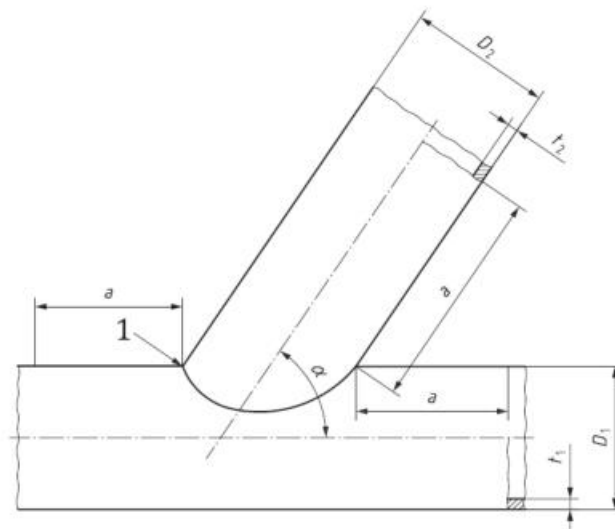
1 接头制备及组装按焊接工艺预规程 (pWPS)

a 最小值 150mm

b 最小值 350mm

t_1 , t_2 母材厚度

图3 T型接头试件



关键词

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

D_2 支管外径

t_1 主管壁厚

t_2 支管壁厚

图 4 支接管试件

7 试验和检验

7.1 试验类型和范围

对等级 1:	对于等级 2:
试验的类型和范围见表 1。如果应用标准或规范要求 进行冲击试验, 除非另有标准或规范规定, 否则应按 照等级 2 的要求进行和评定。	试验的类型和范围见表 2。

应用标准可能规定附加试验, 如:

- 焊缝纵向拉伸试验;
- 熔敷金属弯曲试验;
- 腐蚀试验;
- 化学分析;
- 微观金相检验;
- δ 铁素体检验;
- 硬度试验;
- 十字接头试验;
- 冲击试验
- 无损检验。

注 特殊应用、材料或制造条件下, 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进行重复焊接工艺评定试验。

表 1 对于等级 1，试件的试样和检验

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%	a
	横向拉伸	2 个试样	
	横向弯曲	4 个试样	
角焊缝 图 3	外观	100%	b
	低倍宏观金相	2 个试样	
a 弯曲试验见 7.4.2。 b 如果应用标准要求某种机械性能，应进行相应的试验。如果需要附加的试件，尺寸应该足够足以完成机械性能试验。 对于这个附加的试件，应使用相同的焊接参数、母材类别、填充金属和相同的热处理要求。			

表 2 对于等级 2，试件的试样和检验

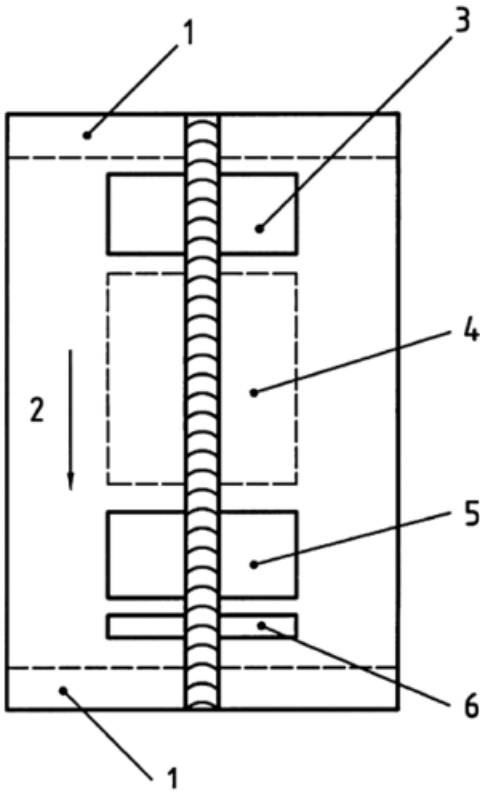
试件	试验种类	试验内容	备注
全焊透的 对接焊缝 图 1 和图 2	外观	100%	-
	射线或超声	100%	a
	表面裂纹检测	100%	b
	横向拉伸	2 个试样	-
	横向弯曲	4 个试样	c
	冲击	2 组	d
	硬度	按要求进行	e
	低倍宏观金相	1 个试样	-
全焊透的 T 型接头 图 3 全焊透的支接管 图 4	外观	100%	-
	表面裂纹检测	100%	b
	超声或射线	100%	a、g
	硬度	按要求进行	e
角焊缝 图 3 和图 4	宏观金相	2 个试样	-
	外观	100%	-
	表面裂纹检测	100%	b
	硬度	按要求进行	e
	宏观金相	2 个试样	-
a 超声波检验不适用于小于 8mm (t<8mm) 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。对于非铁磁性材料，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，并规定有冲击性能要求时，1 组为焊缝金属，1 组为热影响区。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，但不得低于母材技术条件要求。附加试验参见 7.4.4。 e 不要求的母材：1.1、8、41-48 组材料。 F 如果应用标准要求某种机械性能，应进行相应的试验。如果需要附加的试件，尺寸应该足够足以完成机械性能试验。对于这个附加的试件，应使用相同的焊接参数、母材类别、填充金属和相同的热处理要求。 g 外径≤50mm 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。其前提是接头外形符合射线检验的实施条件并可获得有效的检验结果。			

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。

硬度试验和冲击试样的截取时，还应考虑 8.4.2 的要求。

截取试样时，允许避开缺欠部位，但其应在相应无损检验方法验收等级允许的范围内。



关键词

1 去除 25mm

2 焊接方向

3 该部位：

一个拉伸试样

一个弯曲试样

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

一个弯曲试样

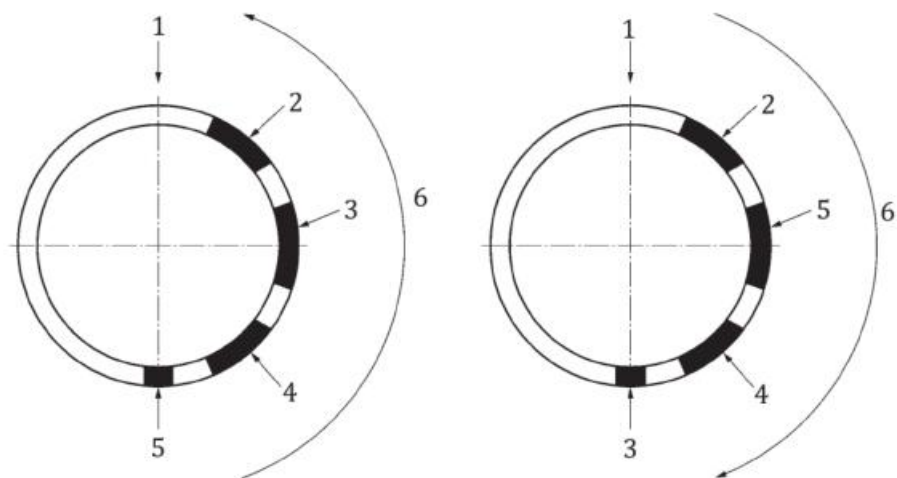
6 该部位：

一个金相试样

一个硬度试样

注 无比例尺

图 5 板对接接头试样的位置



关键词

1 焊接结束位置

2 该部位:

一个拉伸试样

一个弯曲试样

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

一个弯曲试样

5 焊接起始位置

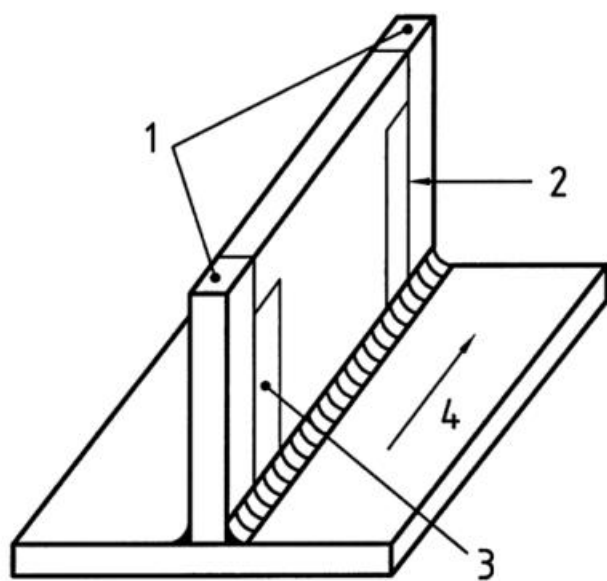
一个金相试样

一个硬度试样

6 焊接方向

注 无比例尺

图 6 管子对接接头试样的位置



关键词

1 去除 25mm

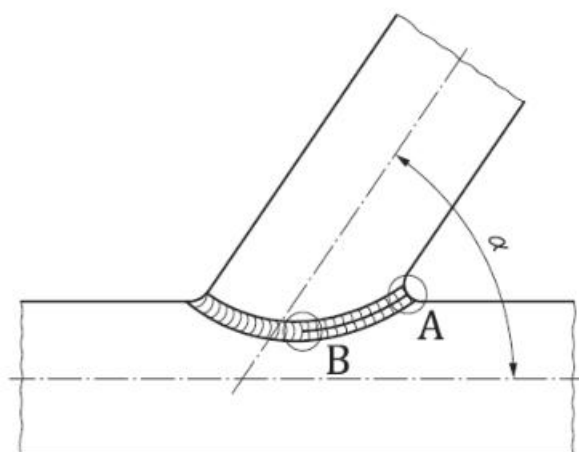
2 金相试样

3 金相试样及硬度试样

4 焊接方向

注 无比例尺

图 7 T 型接头试样的位置



关键词

A 金相试样及硬度试样的取样部位 (A 位置)

B 该位置上的金相试样

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 损检验

应在切割试件之前，对试件根据 7.1 和表 1 进行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、工件的材料和工作要求，无损检验应满足根据表 1 和表 2 中要求，并根据 ISO17637（外观检验）、ISO17636-1 和 ISO17636-2（射线检验）、ISO17640（超声波检验）、ISO 3452-1（渗透检验）和 ISO17638（磁粉检验）标准进行。合格等级满足 7.5 的要求。

7.4 破坏性试验

7.4.1 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 ISO 4136 规定。试验应检验到整个厚度除了试样侧面。拉伸试验应确保使用的所有焊接工艺和相关的重要变量都被检验到。

注 ISO4136中规定对于重叠试样的标识是不必要的。

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。

7.4.2 弯曲试验

对接接头弯曲试验的试样和试验应符合 ISO 5173: 2009 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代替四个横向弯曲试验。

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

7.4.3 低倍金相检验

试样应按 ISO17639 规定制备并在一侧腐蚀，以便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，并且每个工艺试验至少再现一次。

合格等级见 7.5。

7.4.4 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 ISO 9016 的规定。应根据 ISO148-1 使用 2mm 冲击刃半径，除非另有规定。

焊缝金属应采用 VWT 型（V 表示夏比 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 表示夏比 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。

试样应在母材表面 2mm 以下沿焊缝垂直取样。

热影响区的缺口的中心点应距离熔合线 1 至 2mm，焊缝金属缺口的中心点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，相同材料接头试样的冲击功应符合对应的母材标准。

异种钢接头的冲击试验，应在母材热影响区的每侧取试样进行，冲击功应符合对应的母材标准。。

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。每组三个试样的平均值应满足规定的要求，对每个缺口位置，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%。

用一个试件评定多个焊接方法或焊剂/药皮，冲击试样应取自每个焊接方法或焊剂焊剂/药皮所焊接的焊缝金属和热影响区。

7.4.5 硬度试验

硬度试验应按 ISO 9015-1 的规定，采用载荷为 HV10 的维氏硬度。为了评估整个焊接接头的硬度分布，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，应在距焊接接头上表面 2mm 处打一排压痕。

厚度超过 5mm 的材料，应在距焊接接头上、下表面 2mm 处各打一排压痕。

双面焊接的焊缝，应在根部区域增加一排压痕。典型示例参见 ISO 9015-1。

当使用多种焊接工艺时，每种工艺都应通过至少一排压痕检验。

每排压痕应至少包含下列区域内的三个硬度测试点：

- 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 3 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 3 允许的最大硬度值（HV10）

ISO/TR 15608 钢的组别	未经热处理	经热处理
1 ^a 、2	380	320
3 ^b	450	380
4、5	380 ^c	350 ^c
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 $R_{eH}>890\text{N/mm}^2$ 的钢，需要做特殊规定。

^c 如焊接工艺试验之前特殊规定，对于某些材料，允许的硬度值可以更高

7.5 合格等级

对于等级 1 和等级 2，试件的合格等级见表 4。

注 ISO5817 标准中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 ISO17635。

表 4 缺欠合格等级

ISO 5817 编号No.	ISO 6520-1 编号No.	类型	等级 1	等级2 根据 ISO 5817 质量等级
1.1	100	裂纹	不允许	B（不允许）
1.5	401	未熔合	不允许	B（不允许）
1.6	4021	根部未焊透	不允许	B（不允许）
1.7	5011 5012	连续咬边 不连续咬边	无要求	C
1.9	502	余高过大（对接焊缝）	无要求	C
1.10	503	余高过大（角焊缝）	无要求	C
1.11	504	根部焊瘤	无要求	C
1.12	505	焊趾角度错误	无要求	C
1.16	512	角焊缝过度不对称（焊角过度不等长）	$h\leq 3\text{mm}$	B
1.21	5214	角焊缝厚度过大	无要求	C
—	—	其它缺欠	无要求	B

a 如果应用标准或规程要求，微观裂纹敏感性材料可能会规定相关的检验。

7.6 复试

如果试件不符合无损检验要求，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。另外一种情况是，对缺陷的产生的主要原因进行分析。如果确定失败的主要原因不是焊接工艺的原因，而是由于焊工技能的不足，则不需要附件的试件，但需

要将评估报告附加到工艺评定报告中。

如果基于表 1 和表 2 的任何试样不满足合格等级，则该试验失败。一旦试验失败，可以使用相同焊接规范焊接新的试件。如果所有破坏性试验合格，但低倍金相检验失败，可以截取两个附加低倍金相试样。

如果任何破坏性试验失败，除了低倍金相检验，针对每个失败试样可以从原始试件中截取两块附加试样，如果材料足够大。或取自一个新焊制的试件，并进行同样的试验。试样的截取应尽可能靠近原试样的截取位置。

每个附加试样进行的试验应与失败的初始试件的试验相同。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。

对于硬度试验，如不同区的单个硬度值高于表 3 规定值，应附加一排硬度试验（附加试验可在原试样的反面或原试验表面），充分打磨后进行。附加试验的硬度值不得高于表 3 的最大值。

对于冲击试验，一组三个试样的试验结果不合格时，包括单个值低于规定值的 70%，应取三个附加试样进行附加试验。新的这组三个试样应满足 7.4.4 的要求，所有这些试样包括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

超出认可范围的变化需要重新进行焊接工艺评定试验。

8.2 与制造商有关的条件

制造商按本标准完成的焊接工艺评定，适用于该制造商能对焊接工艺试样条件下的所有焊接实施负责情况下的车间或现场焊接。

8.3 与材料有关的条件

8.3.1 母材类型

8.3.1.1 概述

为了尽量减少焊接工艺评定试验的数量，将钢、镍及镍合金根据ISO/TR 15608 进行分组。材料分组可以根据ISO/TR 20172、ISO/TR 20173或ISO/TR 20174，这些材料分组的标准可以使用。

不在ISO/TR 20172、ISO/TR 20173、ISO/TR 20174或ISO/TR 15608中的母材或母材组合，需要做单独的焊接工艺评定。

永久衬垫应被认为是母材，并有相应的材料组别（分组别）适用范围。

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。

8.3.1.2 钢

认可范围见表 5。

认可范围见表 6。

认可范围见表 6。

表 5 钢材组别和分组别的认可范围

试件材料 A	试件材料 B										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1-1 2-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1-1 2-1	1-1 2-1 2-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1-1 2-1 3-1	1-1 2-1 2-2 3-1 3-2	1-1 2-1 2-2 3-1 3-2 3-3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4-1	4-1 4-2	4-1 4-2 4-3	4-1 4-2 4-3 4-4	—	—	—	—	—	—	—
5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-1 5-2 5-5						
6	6-1	6-1 6-2	6-1 6-2 6-3	6-1 6-2 6-3 6-4	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6					
7	7-1	7-1 7-2	7-1 7-2 7-3	7-4	7-5	7-5 7-6	7-7				

a 试件为组别 1、2、3 和 11 认可同类组中屈服强度相同或较低的钢种。

b 试件为组别 4、5、8 和 9 认可同类组中所有分类组和较低的子组别。

c 试件为组别 7 和 10 认可同分级别中的钢。

表 5 (续)

试件材料 A	试件材料 B										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	8-1 8-1 8-2	8-1 8-2	8-1 8-2 8-3	8-4	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-7	8-8			
9	9-1	9-1 9-2	9-1 9-2 9-3	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9		
10	10-1	10-1 10-2	10-1 10-2 10-3	10-4	10-1 10-2 10-3 10-4 10-6	10-1 10-2 10-4 10-6	10-7	10-8	10-9	10-10	
11	11-1 1-1	11-1 11-2	11-1 11-2 11-3	11-4	11-5	11-6	11-7	11-8	11-9	11-10	1-1 11-1 11-11

a 试件为组别 1、2、3 和 11 认可同类组中屈服强度相同或较低的钢种。

b 试件为组别 4、5、8 和 9 认可同类组中所有分类组和较低的分组别。

c 试件为组别 7 和 10 认可同分组别中的钢。

表 6 镍合金和镍合金/钢材组别和分组别的认可范围

试 件 材料 A	试件材料 B							
	41	42	43	44	45	46	47	48
41	41 ^c -41							
42	42 ^c -41	42 ^c -42						
43	43 ^c -41	43 ^c -42	43 ^c -43 45 ^c -45 47 ^c -47					
44	44 ^c -41	44 ^c -42	44 ^c -43	44 ^c -44				
45	45 ^c -41	45 ^c -42	45 ^c -43	45 ^c -44	45 ^c -45 43 ^c -43			
46	46 ^c -41	46 ^c -42	46 ^c -43	46 ^c -44	46 ^c -45	46 ^c -46		
47	47 ^c -41	47 ^c -42	47 ^c -43	47 ^c -44	47 ^c -45	47 ^c -46	47 ^c -47 43 ^c -43 45 ^c -45	
48	48 ^c -41	48 ^c -42	48 ^c -44	48 ^c -43	48 ^c -45	48 ^c -46	48 ^c -47	48 ^c -48
1	41 ^c -1	42 ^c -1	43 ^c -1	44 ^c -1	45 ^c -1	46 ^c -1	47 ^c -1	48 ^c -1
2	41 ^c -2a 41 ^c -1	42 ^c -2a 42 ^c -1	43 ^c -2a 43c-1	44 ^c -2a 44 ^c -1	45 ^c -2a 45 ^c -1	46 ^c -2 ^a 46 ^c -1	47 ^c -2a 47 ^c -1	48 ^c -2a 48 ^c -1
3	41 ^c -3a 41 ^c -2 41 ^c -1	42 ^c -3a 42 ^c -2 42 ^c -1	43 ^c -3a 43 ^c -2 43 ^c -1	44 ^c -3a 44 ^c -2 44 ^c -1	45 ^c -3a 45 ^c -2 45 ^c -1	46 ^c -3a 46 ^c -2 46 ^c -1	47 ^c -3 ^a 47 ^c -2 47 ^c -1	48 ^c -3 ^a 48 ^c -2 48 ^c -1
5	41 ^c -5b 41 ^c -6 41 ^c -4 41 ^c -2 41 ^c -1	42 ^c -5 ^b 42 ^c -6 42 ^c -4 42 ^c -2 42 ^c -1	43 ^c -5 ^b 43 ^c -6 43 ^c -4 43 ^c -2 43 ^c -1	44 ^c -5 ^b 44 ^c -6 44 ^c -4 44 ^c -2 44 ^c -1	45 ^c -5b 45 ^c -6 45 ^c -4 45 ^c -2 45 ^c -1	46 ^c -5 ^b 46 ^c -6 46 ^c -4 46 ^c -2 46 ^c -1	47 ^c -5b 47 ^c -6 47 ^c -4 47 ^c -2 47 ^c -1	48 ^c -5 ^b 48 ^c -6 48 ^c -4 48 ^c -2 48 ^c -1
6	41 ^c -6b 41 ^c -4 41 ^c -2 41 ^c -1	42 ^c -6b 42 ^c -4 42 ^c -2 42 ^c -1	43 ^c -6b 43 ^c -4 43 ^c -2 43 ^c -1	44 ^c -6b 44 ^c -4 44 ^c -2 44 ^c -1	45 ^c -6b 45 ^c -4 45 ^c -2 45 ^c -1	46 ^c -6 ^b 46 ^c -4 46 ^c -2 46 ^c -1	47 ^c -6b 47 ^c -4 47 ^c -2 47 ^c -1	48 ^c -6 ^b 48 ^c -4 48 ^c -2 48 ^c -1
8	41 ^c -8 ^b	42 ^c -8 ^b	43 ^c -8 ^b	44 ^c -8 ^b	45 ^c -8 ^b	46 ^c -8 ^b	47 ^c -8 ^b	48 ^c -8 ^b
11	41 ^c -11	42 ^c -11	43 ^c -11	44 ^c -11	45 ^c -11	46 ^c -11	47 ^c -11	48 ^c -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 对于 41 至 48 类组,用某固溶或沉淀硬化合金进行的工艺评定将分别认可于同类组所有沉淀硬化合金或固溶合金。

8.3.2 材料厚度

8.3.2.1 概述

母材和熔敷金属厚度的认可范围见表7和表8。除了角焊缝焊缝厚度外,生产中焊缝熔敷金属的厚度中不应超过认可的范围。

焊缝所连接的母材都应在厚度的认可的范围,但对于不同厚度的母材,当使用30mm或更大厚度母材评定时,其最厚板的认可范围是没有限制的。

对于多种焊接方法的评定而言，每种焊接方法的熔敷厚度都应记录，以确定该焊接方法的认可范围。

不应精确测量沉积金属厚度或基底金属厚度或外部管径，而是应应用表7、8和表9中给出的值背后的一般哲学。

准确的对熔敷金属厚度或母材厚度或管材外径进行确定是不可能的，但表7、表8和表9数值体现了评定的一般原则。

8.3.2.2 对接接头、T 型接头、支接管及角焊缝的认可范围

焊接工艺评定试件厚度 t 的厚度认可范围见表 7 和表 8。

对于等级 1:	对于等级 2:
任何对接焊缝和角焊缝认可所有角焊缝尺寸和母材厚度。	全熔透对接试件和角焊缝试件中角焊缝的认可范围见表8。
对于焊接方法114、12和13，任一焊道厚度大于13mm，母材厚度的最大认可范围为1.1t。	
当要求冲击试验时，需满足下列要求： ——对于试件大于等于16mm，母材厚度的最小认可范围为16mm。 ——对于试件低于16mm，母材厚度的最小认可范围为试件的厚度。 ——对于试件小于等于6mm，母材厚度的最小认可范围0.5倍试件厚度。	

表 7 对接焊缝母材厚度和熔敷金属厚度认可范围

试件厚度 t	认可范围			
	母材厚度			熔敷金属厚度
	等级 1	等级 2		
		单道	多道	
t≤3	0.5t 至 2t			最大 2s
3<t≤12	1.5 至 2t	0.5t（最小为 3）至 1.3t ^a	3 至 2t ^a	最大 2s ^a
12<t≤20	5 至 2t	0.5t 至 1.1t	0.5t 至 2t	最大 2s ^a
20<t≤40	5 至 2t	0.5t 至 1.1t	0.5t 至 2t	当s<20，最大2s 当 s>=20，最大 2t
40<t≤100	5 至 200	—	0.5t 至 2t	当s<20，最大2s 当s>=20，最大200
100<t≤150	5 至 200	—	50 至 2t	当s<20，最大2s 当s>=20，最大300
t>150	5 至 1.33t	—	50 至 2t	当s<20，最大2s 当s>=20，最大1.33t

^a 对于等级 2：规定冲击值要求时，认可范围的上限值为 12mm，冲击试验合格的不受此限制。

表 7 角焊缝母材厚度和焊缝厚度认可范围

试件厚度 t	认可范围		
	母材厚度 ^a	焊缝厚度	
		单道	多道
t≤3	0.7t 至 2t	0.75a 至 1.5a	无限制
3<t<30	0.5t(最小为 3)至 2t		
t≥30	≥5		
用对接焊缝认可角焊缝时，焊缝厚度认可范围可根据熔敷金属厚度确定。			
注 a 为试件 pWPS 规定的焊缝有效厚度。			
a 在母材厚度不同的情况下，试样厚度的认可范围应分别计算。			

8.3.3 管和支接管的直径

对于等级 1:	对于等级 2:
直径不是主要变量。任何产品形式，例如板、管、锻件或铸件，都可以认可所有产品形式。	焊接工艺评定中试件直径 D 的认可范围见表 9。 管对接焊缝认可板对接焊缝。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，板也认可管。

表 9 管和支接管直径认可范围

试件直径	认可范围
D	D≥0.5D
注1 对于圆形以外的中空结构（例如椭圆形），D为较短边长。	
注2 D为对接管的外径或支接管中支管的外径（见图4，D2为外径）。	

8.3.4 支接管的角度

对于等级 1:	对于等级 2:
直接管角度不是主要变量。	对于支接管角度 α 的试件进行的工艺评定（见图 4）。试件直接管角度（α）在 60°到 90°之间，其认可角度范围为 60°=α=90°。如果 α<60°，需要单独的试件，其认可角度范围 α 到 90°。

8.4 焊接工艺的通用规则

8.4.1 焊接方法

对于等级 1:	对于等级 2:
机械化程度不是主要变量。	机械化程度（手工、半机械化、全机械化和自动化）不同的焊接方法应单独评定。

评定仅对焊接工艺评定试验所用的焊接方法或组合有效。

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。

对于等级 1:	对于等级 2:
在单一试件使用多种焊接方法或填充材料，每种工艺和填充材料都可以单独使用。或使用不同的组合，以下条件需要满足： a) 在pWPS中应规定与每种焊接方法和填充材料有关的变量。 b) 在pWPS中的厚度范围应局限于表7中每一种焊接方法和填充材料的母材和熔敷金属的厚度认可范围的要求；	对于使用多种焊接方法焊接的试件，评定认可该工艺评定试验时所使用的焊接方法顺序。试样应包括每种焊接方法的熔敷金属。 可以使用认可的焊接方法中的一种焊接背面焊道。 生产中，如果想使用多种焊接方法工艺评定中一种焊接方法，则该方法应根据本标准进行单独的工艺试验。

8.4.2 焊接位置

既无冲击要求，也无硬度要求时，任一位置（板或管子）的评定认可于所有位置（板或管子）的焊接。

为了评定所有的位置，下列要求应满足：

- 冲击试样应取自热输入最高的焊缝部位；
- 硬度试样则取自热输入最低的焊缝部位。

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，除非只评定单一位置或管固定焊接。当要求评定所有焊接位置时，两块试件应进行全部的外观检验和后续的无损检验。

立向下焊接（PG、PJ 和 J-L045 焊接位置）应单独的评定。

对于10组材料，热输入最低和最高的位置应进行冲击试验。

注 例如，对于板对接焊缝，热输入最高的位置通常为PF和PA，而最低的位置为PC和PE。

8.4.3 接头/焊缝种类

对于等级1:	对于等级2:
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（如厚度），并且： a) 全熔透对接焊缝认可全熔透和部分熔透对接和任何接头中的角焊缝。 b) 对接接头认可任何支管连接； c) 角焊缝仅认可于角焊缝； d) 无衬垫单面焊缝认可双面焊缝和带衬垫焊缝； e) 带衬垫单面焊缝认可双面焊缝和无衬垫焊缝； f) 未气刨清根双面焊缝认可气刨清根双面焊缝；	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。在产品设计和制造中，使用角焊缝或部分熔透焊缝焊接的 T 型接头为主要连接形式时，主要才用 T 角焊缝在生产焊接占主导地位时，要求评定角焊缝； b) 全熔透对接焊缝认可全熔透和部分熔透对接和任何接头中的角焊缝。 c) 管子的对接接头适用于角度大于、等于 60°支管连接（见图 4，对于 α）；

g) 未气刨清根或气刨清根的双面焊缝认可带衬垫的单面焊缝; h) 当有冲击或硬度要求时, 对于给定的方法, 不允许将多道焊改变为单焊道 (或者是每侧一道), 反之也不可以; i) 修复焊。修复焊认可对接接头;	d) 全熔透 T 型对接焊缝认可 T 型接头全熔透和部分熔透对接焊缝和角焊缝, 但反之不行; e) 角焊缝仅认可于角焊缝; f) 无衬垫单面焊缝认可双面焊缝和带衬垫焊缝; g) 带衬垫的焊缝认可双面焊缝; h) 未清根的双面焊缝认可带清根的双面焊缝 (热气刨除外); i) 未气刨清根或气刨清根的双面焊缝认可带衬垫的单面焊缝; j) 当有冲击或硬度要求时, 对于给定的方法, 不允许将多道焊改变为单焊道 (或者是每侧一道), 反之也不可以; k) 修复焊。修复焊认可对接接头; l) 堆敷焊应采用带有对接焊缝的单独的试件。
---	--

8.4.4 焊接材料、制造商/牌号、型号

对于等级1: 从中某一 F 编号 (表 A.1) 的焊材变另一种焊材或从的某一 A 编号焊材 (表 A.2 基于焊缝金属化学分析的) 变为另一种焊材或当焊材不在 F 编号或 A 编号范围内, 制造商或制造商品牌改变, 另外的工艺评定需要进行。 当 WPS 满足冲击试验应用时, 在或不在焊接材料规程范围内的焊接材料类型的改变, 或从不在焊接材料规程范围内的焊接材料类型改变到在焊接材料规程范围内的焊接材料类型时, 需要重新评定。当焊接材料在焊接材料规程范围内中, 符合下列条件的改变不需要重新评定: a) 从防潮的焊剂到不防潮的焊剂 b) 扩散氢等级的改变; c) 对于碳钢、低合金钢和不锈钢焊接材料, 在相同最低抗拉强度和相同名义化学成分条件下, 从一种低氢型药皮变为另一种低氢型药皮;	对于等级2: 只要焊接材料与评定用的焊接材料在标准型号方面的力学性能相当, 药皮、焊芯和焊剂种类相同, 标称化学成分相同, 氢含量相等或更低, 评定就认可于这些焊接材料。 当应用标准要求低于 -20 °C 的冲击试验时, 对于焊接方法 111、114、12、136 和 132 (根据 ISO 4063), 有效范围限定在评定试验所使用的特定制造品牌。这种情况允许在进行附加试验的基础上, 可以使用相同焊接材料型号条件不同品牌。这个试件必须使用与该评定中最大的焊接热输入焊接, 仅进行焊缝金属的冲击试验。这不适用于相同类型和名义化学成分的实芯焊丝和焊棒。
--	--

d) 对于药芯焊丝，从一种适合某种焊接位置类型的焊接材料改变到另一类型； e) 与评定时使用的类型相比，使用相同类型带有后缀（后缀指出该材料在低温下的冲击性能或表示更好的韧性，或两者都有）的焊接材料。应用标准无冲击要求，在相同焊接材料规程内类型的改变。	
--	--

8.4.5 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。

注 无冲击或硬度试验要求时，焊接材料的尺寸无限制。

8.4.6 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（AC）、直流（DC）、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）。

8.4.7 热输入（电弧能量）

可以使用电弧能量（J/mm）代替热输入。电弧能量根据ISO/TR 18491计算。当计算热输入时，k因素根据ISO/TR 17671-1选取。各种计算方法，无论是热输入还是电弧能量，都适用。

对于等级1:	对于等级2:
有冲击要求时，认可的热输入上限为试件焊接时使用的最大热输入。	有冲击要求时，认可的热输入上限可比试件焊接使用热输入大 25%。
	有硬度要求时，认可的热输入下限可比试件焊接使用热输入小 25%。
	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。计算每条焊道的热输入是不必要的。

对于药皮焊条，为了定义热输入范围，应计算所使用的每种规格焊条的热输入量。

对于焊接方法111，热输入的确定可以基于每根焊条熔敷长度条件下。

但焊接时间过短或焊缝长度（例如小的返修、点固焊），热输入不需要验证；仅焊接规范的调整需要检查，像电流和/或电压。

电弧能量和热输入是电弧产生的热量。然而对于相同的度量，有不同的术语，它们可以以不同的方式计算。电弧能量或热输入都是用于控制焊接的，其数值根据ISO/TR 18491计算。

8.4.8 预热温度

超过WPQR所记录预热温度50 °C，需要重新评定。

仅对于关于预热的要求（尤其是厚度的组合）得到满足，例如ISO/TR 17671-2，预热温度的增加是允许的。

预热温度可能被规定，例如根据材料要求或基于材料壁厚。

8.4.9 层间温度

超过WPQR所记录最高层间温度50 °C，需要重新评定。

在焊接过程中，有意增加的预热温度可以降低焊接工艺试验中焊接热影响区的硬度，这应被认为是一个重要的变量。焊接工艺试验中焊接热影响区的硬度应作为重要变量。最低预热温度和所有盖面焊道时的预热温度应被记录。

对于等级1:	对于等级2:
无冲击试验要求时，无限制。	对于 8、10 组和 41 到 48 组材料，评定的上限值就是焊接工艺评定试验中达到的最高层间温度。

8.4.10 消氢热处理

对于等级1:	对于等级2:
消氢热处理不是重要变量。	消氢热处理的温度和时间不得减少。可以增加消氢热处理，但不得省略。

8.4.11 热处理

不允许增加或取消焊后热处理。

下列条件要求单独的焊接工艺评定：

a) 对于根据ISO/TR 15608的1、2、3、4、5、6、7、9、10和11组白料，下列热处理PWHT条件需要满足：

- 1) PWHT低于相变温度（例如消除应力）；
- 2) PWHT高于相变温度（例如正火）；
- 3) PWHT高于相变温度然后低于相变温度热处理（例如正火或调质）；
- 4) PWHT在高于相变温度和低于相变温度之间。

对于等级 2: 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±20°。如果要求，加热速度、冷却速度和保温时间应与生产对应一致。

b) 对于其它材料，PWHT 在规定的温度范围内适用。

8.5 不同焊接方法的特殊要求

8.5.1 埋弧焊 12

下列变化需要重新评定。

对于等级1:	对于等级2:
--------	--------

a) 最低抗拉强度的改变，焊剂/焊丝组合根据焊接材料规程分类。焊剂品牌和焊丝品牌的改变，焊剂和焊丝未被分类。焊剂品牌改变，焊丝被分类，焊剂未被分类。 b) 基于A-No.8或9的焊剂品牌改变，见表A.2 c) 如果焊接金属合金的成分取决于焊剂的成分，焊接工艺中的任何变化，其会导致重要的焊缝金属合金元素超出WPS的规定化学成分范围。 d) 焊接填充材料（实芯或实芯）成分添加或删除，焊接填充材料与电极的比例变化超过±10%，需要重新鉴定。 e) 根据ISO/TR15608的1和11组材料的多道焊，焊剂类型的改变（例如从中性变为活性，或反之）。 f) 如果使用破碎熔渣再制造焊剂，每一批号或其混合焊剂都需要根据焊接材料规程的要求，由制造商或使用者进行检验，或其认可符合a)中未被分类焊剂的相关规定。 g) 当评定需要冲击试验时，如果焊丝/焊剂类别或不在焊接材料规程范围内的焊丝、焊剂品牌的改变，需要重新评定。当焊丝/焊剂组合符合焊接材料规程，散氢等级发生变化时，不需要重新评定。当其它应用标准不要求焊缝金属冲击试验时，此变量不适用。	a) 焊接方法 12（121 至 126）的各个变量应当单独评定。任何焊丝数量的改变需要重新评定。任何焊丝数量的增加或去除（冷丝或热丝）需要重新评定。另外，焊接填充材料与电极的比例变化超过±10%，需要重新鉴定。 b) 焊剂的认可仅局限于焊接评定试验所使用的相同制造商、品牌和牌号和型号的焊剂。 c) 如果使用破碎熔渣再制造焊剂，每一批号或其混合焊剂都需要新的工艺评定。
---	--

8.5.2 熔化极气体保护焊 13

8.5.2.1 保护气体

保护气体认可仅局限于焊接工艺试验所使用的名义成分的保护气体。根据ISO14175规定保护气体类型，例如ISO14175:2008-M21-ArC-18。

CO₂含量名义成分的变化量在±20 %（相对）范围内是允许的。

然而，有意对任何气体成分的增加或减少，其变化量最大不超过0.1%，不需要重新评定。

8.5.2.2 工艺变量

下列变化需要重新评定。

对于等级1:	对于等级2:
--------	--------

焊接填充材料成分添加、去除或改变超过10%。如果焊缝金属的合金含量在很大程度上取决于焊接填充材料的成分时，焊接工艺中的任何变化，其会导致重要的焊缝金属合金元素超出WPS的规定化学成分范围。	送丝系统仅局限于认可焊接工艺试验时的送丝系统（例如单丝或多丝）。
当一个WPS需要评定冲击性能，如果从相同熔池的单丝改变到多丝形式或相反需要重新评定。	

8.5.2.3 熔滴过渡

8.5.2.3.1 概述

对于填充焊丝和焊棒，短路过渡形式仅局限于认可短路过渡形式。使用射流、脉冲或大颗粒过认可射流、脉冲和大颗粒过渡。

8.5.2.3.2 对于等级 2—方波控制焊接

当使用方波电源(见 ISO/TR 18491),电源制造商和方波控制模式等相关信息应在 WPQR 中记录。

电源制造商的改变或方波控制模式的改变需要重新评定。

8.5.2.3.3 对于等级 2—带脉冲焊接（无方波控制）

当使用脉冲电源，电源制造商等相关信息应在 WPQR 中记录。

电源制造商的改变不需要重新评定。

8.5.2.3.4 对于等级 2—无脉冲和无方波控制

当使用无方波控制的电源，电源制造商等相关信息应在 WPQR 中记录。

电源制造商的改变不需要重新评定。

8.5.3 非熔化极气体保护焊 14

8.5.3.1 保护气体

保护气体认可仅局限于焊接工艺试验所使用的名义成分的保护气体。根据ISO14175规定保护气体类型，例如ISO14175:2008-I3-ArHe-30。

氦气含量名义成分的变化量在±10 %（相对）范围内是允许的。

然而，有意对任何气体成分的增加或减少，其变化量最大不超过0.1%，不需要重新评定。

8.5.3.1 焊接材料

使用填充材料的焊接不认可于无填充材料的焊接，反之亦然。

8.5.4 等离子弧焊 15

等离子气体认可仅局限于焊接工艺试验所使用的名义成分的等离子气体。保护气体认可仅局限于焊接工艺试验所用的名义成分的保护气体。使用焊接材料的焊接不认可无焊接材料的焊接，反之亦然。

如果要求冲击试验，接头准备（坡口）类型的改变需要重新评定。

8.5.5 氧乙炔焊 311

使用焊接材料的焊接不认可无焊接材料的焊接，反之亦然。

8.5.6 背面保护气体

对于等级 1:	对于等级 2:
对于 7.1 和 41 到 48 组材料，保护气体的去除，或从名义成分的惰性气体改变到含有有非惰性气体或组合的混合气体，需要重新评定。对于 7.1 和 41 至 48 组材料，增加背衬气体不需要重新评定。对于所有其他材料组，添加或去除背面保护气体不需要重新评定。	无背面保护气体的对接焊缝的焊接工艺认可使用 I、N1、N2和N3（根据ISO 14175分类）做为背面保护气体的焊接工艺，反之亦然。 相应组别的背面保护气体认可其分组别（根据ISO14175分类）。 对于 1 到 6 组材料（根据 ISO/TR 15608），背面保护气体在 I、N1、N2 和 N3 组间变化不需要重新评定。 对于8组和41到48组材料，背面保护气体在I、N和R组间变化不需要重新评定。 对于7组和10组材料，任何背面保护气体的改变都需要重新评定。 如果产品焊缝焊接时使用超过5mm厚的材料做为背面熔池保护，背面保护气体去除是允许的。

9 焊接工艺评定报告（WPQR）

焊接工艺评定报告表述了每个试样（包括复试试样）的评估结果。报告应包括与 ISO15609 有关的 WPS 相关的事项，包括第 7 条款的任何否决项的细节详述。如果未发现否决项或不合格的试验结果，记录该焊接工艺评定试件结果的 WPQR 应得到认可并由考官考试机构签署。

对于等级 1:	对于等级 2:
焊接工艺评定报告是为了用于记录焊接工艺、焊工工艺评定等级及试验结果的详细情况，并对数据做统一的表述和评估。	焊接工艺评定报告是为了用于记录焊接工艺、认可范围、焊工工艺评定等级及试验结果的详细情况，并对数据做统一的表述和评估。

如果应用标准或规程要求，例如，可能要求将母材和焊接材料的材质证书加入到 WPQR 中。

焊接工艺评定格式见附录 B。

附录 A（标准）

焊接材料、类型

表 A.1 对于等级 1：填充金属和焊条组别的认可范围（焊条和焊丝认可范围）

钢			
F No 编号	国际标准	A 系列 根据屈服强度（或 $\sigma_{nom. comp.}$ ）	B 系列 根据抗拉强度（或合金类型）
1	ISO 2560	EXXxA13, EXXxA33, EXXxRR4, EXXx-RA54, EXXxB53	EXX20, EXX24, EXX27, EXX28
	ISO 3581	EXX XX Bx3, EXX XX Rx3	ESXXX(X)-25, ESXXX(X)-26
	ISO 2560	EXXxMo	EXX20-1M3, EXX27-1M3
2	ISO 2560	EXXxR12, EXXxR32, EXXxRA12	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
	ISO 2560	—	EXX13-XX
3	ISO 2560	EXXxC21, EXXxC11	EXX10, EXX11
	ISO 2560	EXXxMoC21, EXXxMoC11	EXX10-XX, EXX11-XX
	ISO 2560	EXXxB22, EXXxB12, EXXxB32, EXXxB35	EXX15, EXX16, EXX18, EXX48
4	ISO 3581 除了奥氏体和双向钢	E13 XX Bx1, E13 XX Rx1 E17 XX Bx1, E17 XX Rx1	ES4XX(X)-15, ES4XX(X)-16, ES4XX(X)-17 ES6XX(X)-15, ES6XX(X)-16, ES6XX(X)-17
	ISO 3580	E XXX B	EXX15-XX, EXX16-XX, EXX18-XX
	ISO 18275	EXXXx1.5NiMo B	EXX18-N3M1, EXX18-N3M2
	ISO 2560 ISO 18275	EXXxMn2NiCrMo B, EXXxMn2Ni1CrMo B	EXX18-N4CM2, EXX18-N4CM2M2
5	ISO 3581 奥氏体和双向钢	EXX XX Bx1, EXX XX Rx1	ESXXX(X)-15, ESXXX(X)-16, ESXXX(X)-17
6	ISO 14343	所有类型	所有类型
	ISO 14171	所有类型	所有类型
	ISO 14341	所有类型	所有类型
	ISO 636	所有类型	所有类型
	ISO 17632	所有类型	所有类型
	ISO 17633	所有类型	所有类型
	ISO 24598	所有类型	所有类型
	ISO 26304	所有类型	所有类型
	ISO 16834	所有类型	所有类型
	ISO 21952	所有类型	所有类型
	ISO 17634	所有类型	所有类型
	ISO 18276	所有类型	所有类型

表 A.1 (续)

镍及镍合金		
F No 编号	国际标准	分类
41	ISO 14172	ENi 2061
	ISO 18274	SNi 2061
42	ISO 14172	ENi 4060
	ISO 18274	SNi 4060, SNi 5504
43	ISO 14172	ENi 6062, ENi 6133, ENi 6182, ENi 6093, ENi 6152, ENi 6094, ENi 6095, ENi 6025, ENi 6002, ENi 6625, ENi 6276, ENi 6275, ENi 6620, ENi 6455, ENi 6022, ENi 6627, ENi 6059, ENi 6686, ENi 6200, ENi 6650, ENi 6117
	ISO 18274	SNi 6082, SNi 6072, SNi 6076, SNi 6062, SNi 7092, SNi 6052 SNi 7069, SNi 6601, SNi 6025, SNi 6693, SNi 6002, SNi 6625, SNi 6276, SNi 6455, SNi 6022, SNi 6059, SNi 6686, SNi 6057, SNi 6200, SNi 6650, SNi 6660, SNi 6205, SNi 6231, SNi 6617
44	ISO 14172	ENi 1001, ENi 1004, ENi 1066, ENi 1008, ENi 1009, ENi 1067, ENi 1069
	ISO 18274	SNi 1001, SNi 1003, SNi 1004, SNi 1066, SNi 1008, SNi 1009, SNi 1067, SNi 1069
45	ISO 14172	ENi 6985, ENi 6030
	ISO 18274	SNi 6975, SNi 6985, SNi 6030, SNi 8065
46	ISO 18274	SNi 6160

表 A.2 对于等级 1: 基于化学成分分析的铁素体焊缝金属分组 (不适用与非铁素体材料)

化学成分							
A No.	填充金属类型	C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	低碳钢（非合金钢）	0.20	0.20	0.30	0.50	1.60	1.00
2	碳钢	0.15	0.50	0.40 到 0.65	0.50	1.60	1.00
3	铬钢（0.4%到 2 %）	0.15	0.40 到 2.00	0.40 到 0.65	0.50	1.60	1.00
4	铬钢（2 %到 4 %）	0.15	2.00 到 4.00	0.40 到 1.50	0.50	1.60	2.00
5	铬钢（4 %到 10.5 %）	0.15	4.0 到 10.50	0.40 到 1.50	0.80	1.20	2.00
6	铬马氏体钢	0.15	11.00 到 15.00	0.70	0.80	2.00	1.00
7	铬铁氏体	0.15	11.00 到 30.00	1.00	0.80	1.00	3.00
8	铬镍	0.15	14.50 到 30.00	4.00	7.50 到 15.00	2.50	1.00
9	铬镍	0.30	19.00到30.00	6.00	15.00到37.00	2.50	1.00
10	镍含量到 4 %	0.15	0.50	0.55	0.80 到 4.00	1.70	1.00
11	锰钢	0.17	0.50	0.25 到 0.75	0.85	1.25 到 2.25	1.00
12	镍铬钢	0.15	1.50	0.25 到 0.80	1.25 到 2.80	0.75 到 2.25	1.00

a 单一值为最大值

注 列表中的元素仅用于确定 A 编号组别。

附录 B（信息）

焊接工艺评定报告格式（WPQR）（略）

焊接工艺评定——试验证书

制造商 WPQR 编号：

考官或考试机构：

制造商：

代号：

地址：

规程/试验标准：

等级：

焊接日期：

试件**认可范围**

产品类型:

焊接方法:

	使用的焊接方法		
	No.1	No.2	No.3
方法			
熔敷金属 厚度 (mm)			

接头和焊缝类型:

母材组别/分组别:

焊缝金属厚度 (mm):

母材厚度 (mm):

角焊缝厚度 (mm):

单道/多道:

管材外径 (mm):

填充材料名称:

填充材料牌号:

填充材料直径:

保护气体/焊剂型号:

背面保护气体型号:

焊接电流类型和极性:

过渡形式:

热输入量:

焊接位置:

预热温度:

层间温度:

后热处理:

焊后热处理:

其它数据 (另见 8.5):

兹证明, 本记录属实, 所记录的考试焊缝的制备、焊接及检验符合 ISO15614-1 的要求。

地点

填表日期

考官或考试机构
名称、日期和签字

焊接试验报告

地点:

制造商 pWPS 编号:

制造商 WPQR 编号:

制造商:

焊工或操作者姓名:

过渡方式:

接头种类:

考官或考试机构:

制备和清理方法:

母材规格:

工件厚度 (mm):

管子外径 (mm):

焊接位置:

焊接接头细节(草图)*:

焊缝坡口准备	焊接顺序

焊接细节:

[illegible]

填材型号及牌号:

特殊焊接熔池保护或干燥:

气体/焊剂类型: 正面:

背面:

气体流量: 正面:

背面:

钨极类型/尺寸:

背面清根/保护细节:

预热温度:

层间温度:

后热处理:

焊后热处理 (PWHT):

(时间、温度、方法:

加热和冷却速度^{*}):

其它信息，如：

摆动（最大焊道宽度）：

摆动：振幅、频率、停留时间

脉冲焊细节:

干伸长度:

等离子焊接细节:

焊枪角度:

制造商：名称、日期、签字

考官或考试机构
名称、日期和签字

·如要求

试验结果

制造商 WPQR 编号:

外观检验:

渗透检验/磁粉检验*:

温度

考官或考试机构:

代号:

射线检验*:

超声波检验*:

拉伸试验

类型/编号	R _e N/mm ²	R _m N/mm ²	A %	Z %	断裂位置	备注
要求						

弯曲试验

压辊直径:

类型/编号	弯曲角	伸长*	结果

低倍金相:
(附加图片)

冲击试验*

类型*

尺寸*

要求:

缺口位置/方向	温度 ℃	值			平均值	附注
		1	2	3		

硬度试验* (类型/载荷)

测量位置 (草图*)

母材:

HAZ:

焊缝金属:

其它试验：

备注：

试验按以下要求进行：

试验室报告号：

试验结果符合/不符合要求（删去不符合的结果）

试验参与人员：

* 如要求

考官或考试机构
名称、日期和签字

文献（略）