



中华人民共和国国家标准

GB/T 40801—2021

钛、锆及其合金的焊接工艺评定试验

Welding procedure qualification tests for titanium, zirconium and their alloys

(ISO 15614-5:2004, Specification and qualification of welding
procedures for metallic materials—Welding procedure test—
Part 5: Arc welding of titanium, zirconium and their alloys, MOD)

2021-10-11 发布

2021-10-11 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 预焊接工艺规程(pWPS)	1
5 焊接工艺评定试验	2
6 试件	2
6.1 一般原则	2
6.2 试件的形状和尺寸	2
6.2.1 一般原则	2
6.2.2 全焊透的板对接焊缝	2
6.2.3 全焊透的管对接焊缝	3
6.2.4 T形接头	3
6.2.5 支管连接	4
6.3 试件的焊接	4
7 试验和检验	4
7.1 试验内容	4
7.2 试样的取样位置	5
7.3 无损检测	7
7.4 破坏性试验	8
7.4.1 一般原则	8
7.4.2 横向拉伸试验	8
7.4.3 弯曲试验	8
7.4.4 低倍/高倍金相试验	8
7.5 合格等级	8
7.6 色泽	9
7.7 复试	9
8 认可范围	9
8.1 概述	9
8.2 与制造商有关的条件	9
8.3 与材料有关的条件	9
8.3.1 母材类组	9
8.3.2 母材厚度和管直径	10

8.3.3 支接管的角度	11
8.4 焊接工艺通用规则	11
8.4.1 焊接方法	11
8.4.2 焊接位置	11
8.4.3 接头种类	12
8.4.4 焊接材料、型号	12
8.4.5 电流种类	12
8.4.6 道间温度	12
8.4.7 焊后热处理	12
8.4.8 背面气体保护	12
8.4.9 带保护仓的焊接	12
8.5 不同焊接方法的特殊要求	12
8.5.1 熔化极惰性气体保护电弧焊	12
8.5.2 钨极惰性气体保护电弧焊	12
8.5.3 等离子弧焊	13
9 焊接工艺评定报告(WPQR)	13
附录 A (资料性) 钛、锆及其合金材料分类指南	14
附录 B (资料性) 焊接工艺评定报告格式(WPQR)	15
附录 C (资料性) ISO 15614-5:2004 中 EN 文件与 ISO 文件对应关系	18
参考文献	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 15614-5:2004《金属材料焊接工艺规程及评定 焊接工艺试验 第5部分：钛、锆及其合金的弧焊》。

本文件与 ISO 15614-5:2004 相比在结构上有调整，增加了附录 A，ISO 15614-5:2004 的附录 A 调整为附录 B，ISO 15614-5:2004 的附录 ZA 调整为附录 C。

本文件与 ISO 15614-5:2004 相比存在技术性差异，主要技术性差异及其原因如下：

- a) 为适应我国技术条件，修改了范围；
- b) 关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2651 代替了 ISO 4136(见 7.4.2)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2653 代替了 ISO 5173(见 7.4.3)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3323.1 代替了 ISO 17636-1(见 7.3)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3323.2 代替了 ISO 17636-2(见 7.3)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 16672 代替了 ISO 6947(见 6.3)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 19805 代替了 ISO 14732(见第5章)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 19866 代替了 ISO 15607(见第3章)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 19867.1 代替了 ISO 15609-1(见第4章、第9章)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 19868.4 代替了 ISO 15613(见 6.1)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 26955 代替了 ISO 17639(见 7.4)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32259 代替了 ISO 17637(见 7.3)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 36234 代替了 ISO 9606-5(见第5章)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 39255 代替了 ISO 14175(见 8.5.1.1、8.5.2.1、8.5.3.2)；
 - 删除了规范性引用文件 CR ISO 15608；
 - 删除了规范性引用文件 ISO 17635；
 - 删除了规范性引用文件 EN 571-1；
 - 增加引用了 GB/T 18851.1。

本文件还做了下列编辑性修改：

- a) 修改了标准名称；
- b) 修改了试件形状和最小尺寸规定的描述；
- c) 图1～图4标引符号说明1中的内容改成了正文；
- d) 删除了 7.4.3 中的说明性条文；
- e) 增加了附录 A 钛、锆及其合金材料分类指南，便于使用。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)提出并归口。

本文件起草单位：哈尔滨焊接研究院有限公司、广州中设机器人智能装备股份有限公司、合肥永升机械有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、厦门爱迪特环保科技有限公司、湖州志捷仓储物流设备有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、湖南天一智能科技有限公司、常州天正工业发

展股份有限公司、浙江国检检测技术股份有限公司、福建大威科技有限公司、东莞市首盟五金机械有限公司。

本文件主要起草人：苏金花、朴东光、刘煜煌、赖永刚、韩晓辉、杨再华、左延田、黄立新、钱中平、姚时宜、陈琦峰、韩立成、刘步永、林晓辉、荆文、王方椿。

钛、锆及其合金的焊接工艺评定试验

1 范围

本文件规定了钛、锆及其合金的焊接工艺评定试验方法和要求。

本文件适用于钛、锆及其合金弧焊(熔化极惰性气体保护焊、钨极惰性气体保护焊和等离子弧焊)的焊接工艺评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2651 焊接接头弯曲试验方法 (GB/T 2651—2008,ISO 4136:2001,IDT)

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法 (GB/T 2653—2008,ISO 5173:2000,IDT)

GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分:X和伽玛射线的胶片技术(GB/T 3323.1—2019,ISO 17636-1:2013,MOD)

GB/T 3323.2 焊缝无损检测 射线检测 第2部分:使用数字化探测器的X和伽玛射线技术(GB/T 3323.2—2019,ISO 17636-2:2013,MOD)

GB/T 16672 焊缝 工作位置 倾角和转角的定义(GB/T 16672—1996,ISO 6947:1990,IDT)

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分:总则(GB/T 18851.1—2012,ISO 3452-1:2008,IDT)

GB/T 19805 焊接操作工 技能评定(GB/T 19805—2005,ISO 14732:1998,IDT)

GB/T 19866 焊接工艺规程及评定的一般原则(GB/T 19866—2005,ISO 15607:2003,IDT)

GB/T 19867.1 电弧焊焊接工艺规程(GB/T 19867.1—2005,ISO 15609-1:2004,IDT)

GB/T 19868.4 基于预生产焊接试验的工艺评定(GB/T 19868.4—2005,ISO 15613:2004,IDT)

GB/T 26955 金属材料焊缝破坏性试验 焊缝宏观和微观检验(GB/T 26955—2011,ISO 17639:2003,MOD)

GB/T 32259 焊缝无损检测 熔焊接头目视检测(GB/T 32259—2015,ISO 17637:2003,MOD)

GB/T 36234 钛及钛合金、锆及锆合金熔化焊焊工技能评定(GB/T 36234—2018,ISO 9606-5:2000,MOD)

GB/T 39255 焊接与切割用保护气体(GB/T 39255—2020,ISO 14175:2008,MOD)

3 术语和定义

GB/T 19866 界定的术语和定义适用于本文件。

4 预焊接工艺规程(pWPS)

应按照 GB/T 19867.1 编制预焊接工艺规程。

5 焊接工艺评定试验

试件的焊接和试验应遵守本文件第 6 章和第 7 章的规定。

在满足相关试验要求的前提条件下,按照本文件通过焊接工艺评定试验的焊工或焊接操作工,将取得 GB/T 36234 或 GB/T 19805 对应范围的认可资格。

6 试件

6.1 一般原则

试件应采用标准试件,其加工应遵守 6.2 的相关规定。试件制备所采用的焊接工艺应与预焊接工艺规程一致,具有实际生产的代表性。标准试件不适用时,应按照 GB/T 19868.4 采用预生产焊接试件进行工艺评定试验。

6.2 试件的形状和尺寸

6.2.1 一般原则

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。

试验量较多时(如需要进行附加试验或复试),可制备附加试件(或尺寸更长的试件),见 7.7。

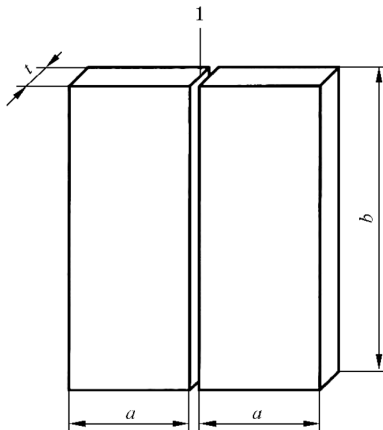
对于除支管连接(见图 4)和角焊缝(见图 8)以外的所有试件而言,所有对接板(或管子)的母材厚度 t 应相同。

试件的厚度和管子外径应按照 8.3.2.1~8.3.2.4 中的规定选择。

试件的形状和最小尺寸应符合 6.2.2~6.2.5 中的规定。

6.2.2 全焊透的板对接焊缝

试件应按图 1 制备,接头制备及组装按预焊接工艺规程(pWPS)。



标引序号说明:

1 —— 接头;

a —— 最小值 150 mm;

b —— 最小值 350 mm;

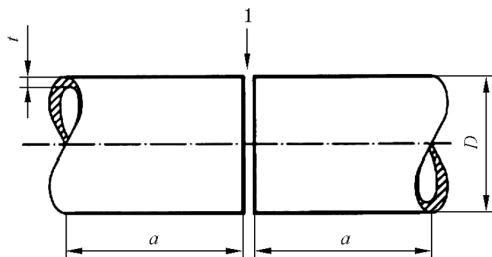
t —— 母材厚度。

图 1 全焊透的板对接焊缝试件

6.2.3 全焊透的管对接焊缝

试件应按图 2 制备,接头制备及组装按预焊接工艺规程(pWPS)。

注:“管”一词,单独或组合,用于表示“管道”、“管子”或“中空结构”。



标引序号说明:

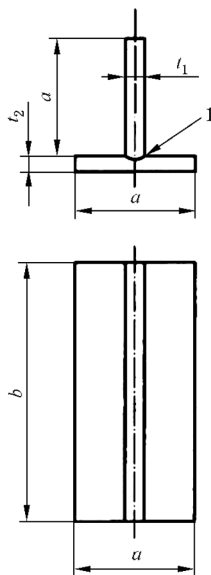
- 1 —— 接头;
- a —— 最小值 150 mm;
- D —— 管子外径;
- t —— 母材厚度。

图 2 全焊透的管对接焊缝试件

6.2.4 T 形接头

试件应按图 3 制备,焊缝及组装按预焊接工艺规程(pWPS)。

T 形接头可被用作全焊透的对接焊缝或角焊缝。



标引序号说明:

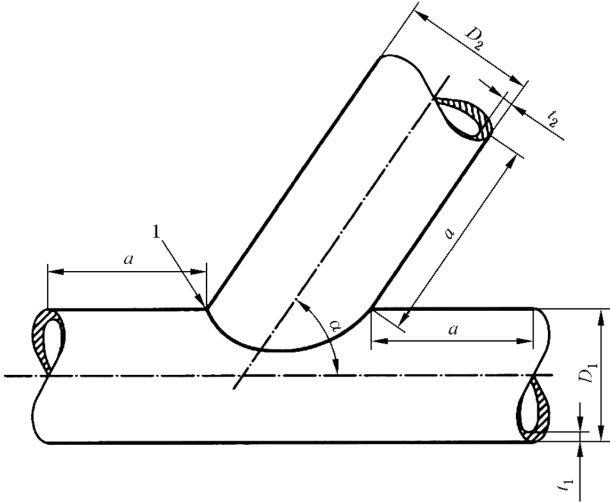
- 1 —— 焊缝;
- a —— 最小值 150 mm;
- b —— 最小值 350 mm;
- t_1 —— 腹板厚度;
- t_2 —— 基板厚度。

图 3 T 形接头试件

6.2.5 支管连接

试件应按图 4 制备,接头制备及组装按预焊接工艺规程(pWPS)。支管的角度 α 为用于实际产品的最小值。

支接管可被用作全焊透的对接焊缝(骑座式、插入式或全插式接头)或角焊缝。



标引序号说明:

1 —— 接头;

α —— 支管角度;

a —— 最小值 150 mm;

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 支管试件

6.3 试件的焊接

试件的制备和焊接应按照预焊接工艺规程,在与实际生产相近的条件下进行。试件的焊接位置、倾角和转角范围应符合 GB/T 16672 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

试验包括无损检测(NDT)和破坏性试验,具体要求见表 1。

产品标准可规定附加试验,如:

—— 焊缝纵向拉伸试验;

—— 熔敷金属弯曲试验;

—— 硬度试验;

—— 冲击试验;

——侵蚀试验；

——化学分析。

注：为了获得更多的资料数据，避免后期为取得附加试验数据而重复试验，特殊应用、材料或制造条件可能要求比本文件规定试验更为完整的试验。

表 1 试件的试验和检测

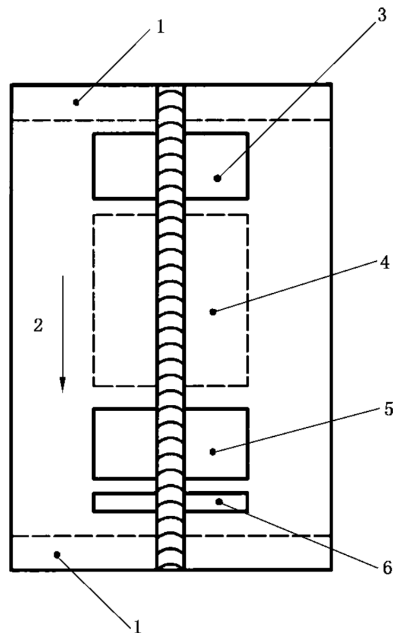
试件	试验项目	试验比例或数量	备注
全焊透的 对接焊缝 图 1 和图 2	外观	100 %	—
	射线检测	100 %	—
	渗透检测	100 %	—
	横向拉伸	2 个试样	—
	横向弯曲	4 个试样	a
	低倍/高倍金相	1 个试样	b
全焊透的 T 形接头 图 3 全焊透的支管 图 4	外观	100 %	c
	渗透检测	100 %	c
	射线检测	100 %	c
	低倍/高倍金相	2 个试样	b 和 c
角焊缝 图 3 和图 4	外观	100 %	c
	渗透检测	100 %	c
	低倍/高倍金相	2 个试样	b 和 c
^a 弯曲试验按 7.4.3。 ^b 金相试验按 7.4.4。 ^c 所述试验不提供接头力学性能方面的数据。产品标准要求这些性能时，应进行附加的评定（如进行对接焊缝试验评定）。			

7.2 试样的取样位置

试样的截取应按照图 5～图 8 的规定。

试样应在无损检测合格后截取。

截取试样时，允许避开缺欠部位。

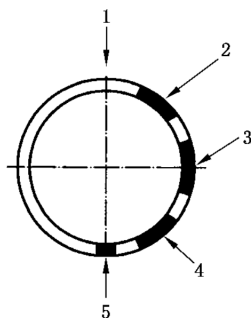


标引序号说明:

- 1——去除 25 mm;
- 2——焊接方向;
- 3——该部位:一个拉伸试样;弯曲试样;
- 4——该部位:冲击试验和附加试样(必要时);
- 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。

注: 非比例标注。

图 5 板对接接头试样的位置

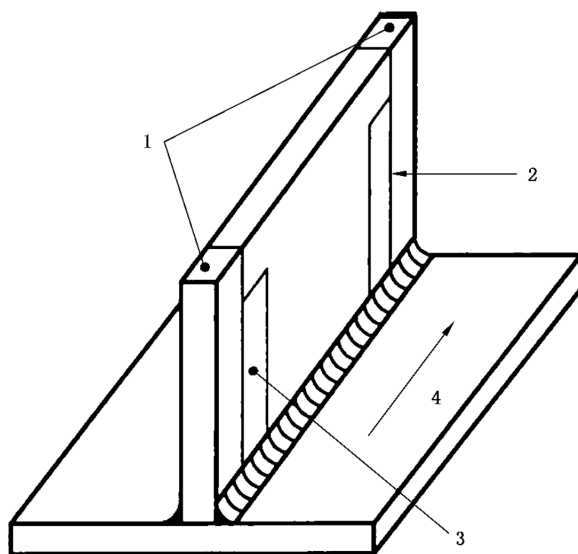


标引序号说明:

- 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:附加试样(必要时);
- 4——该部位:一个拉伸试样;弯曲试样;
- 5——该部位:一个低倍/高倍金相试样。

注: 非比例标注。

图 6 管子对接接头试样的位置



标引序号说明：

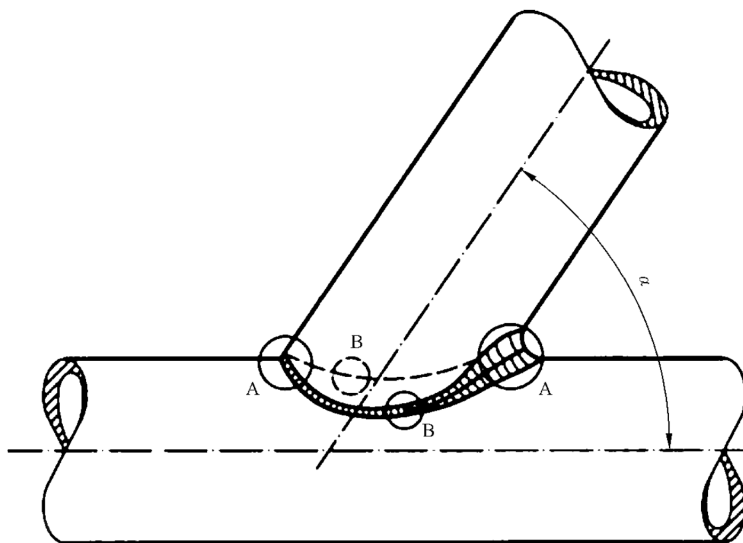
1——去除 25 mm；

2——低倍/高倍金相试样；

3——低倍/高倍金相试样；

4——焊接方向。

图 7 T 形接头试样的位置



标引符号说明：

A ——低倍金相试样和硬度试样(A 位置)；

B ——低倍金相试样(B 位置)；

α ——支管角度。

图 8 支管或管子角焊缝试样的位置

7.3 无损检测

应在切割试件之前,在试件上进行 7.1 和表 1 规定的所有无损检测。规定的焊后热处理应在无损

检测之前进行。

根据接头形状、工件的材料和要求,无损检测应按表 1 规定进行,目视检测按照 GB/T 32259 进行,射线检测按照 GB/T 3323.1 和 GB/T 3323.2 进行,渗透检测按照 GB/T 18851.1 进行。

7.4 破坏性试验

7.4.1 一般原则

试验内容应按表 1 的规定。

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 GB/T 2651 的规定。

对于外径大于 50 mm 的管子,应去除管子内、外表面的焊缝余高,使得试样厚度与管壁厚相同。

对于外径小于或等于 50 mm 的管子,采用小管子的整体试样时,可保留管子内表面的焊缝余高。

无其他规定时,试样的拉伸强度不应低于相关母材的下限值。

异种材料接头的拉伸强度不应低于较低母材的下限值。

7.4.3 弯曲试验

对接接头弯曲试样及试验应符合 GB/T 2653 的规定。

厚度小于 12 mm 时,应各做两个正弯和背弯试样,厚度大于或等于 12 mm 时,建议做 4 个侧弯代替正弯和背弯试样。

对异种金属或异质材料对接接头,可采用两个纵向弯曲试样(一个正弯和一个背弯)代替四个横向弯曲试样。

除了 51 组材料应采用 $4t$ 之外,其他材料做弯曲试验时弯心直径(或滚筒直径)应为 $6t$ 。母材延伸率 $A \geq 20\%$ 时,弯曲角度为 180° 。母材延伸率 $A < 20\%$ 时,应采用如下公式:

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

式中:

d ——弯心直径或滚筒直径;

t_s ——弯曲试样的厚度;

A ——材料规程要求的最低延伸率。

试样在试验时应均匀弯曲,焊缝、热影响区和母材应均匀贴合在弯曲工具的弯曲面上。

试验过程中,试样不应在任何方向出现大于 3 mm 的开裂,评估时试样边角出现的开裂应忽略。

7.4.4 低倍/高倍金相试验

试样应按 GB/T 26955 的规定制备并在一侧侵蚀,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,每次工艺试验至少有一次低倍金相记录。

应采用 7.5 规定的合格等级。

侵蚀某些合金的时候宜注意避免产生类似裂纹的显示。

7.5 合格等级

如果试件内的缺欠处于 GB/T 19418 规定的 B 级限值范围内,则判定焊接工艺合格(但下列缺陷种类除外,如:焊缝金属过多、凸起过大、焊缝厚度过大和塌陷,这些缺陷的限值应为 C 级)。

注: GB/T 19418 的质量等级与不同无损检测方法合格等级之间的相互关系见 GB/T 34628。

7.6 色泽

焊缝金属表面的合格颜色为银色和黄色。靠近保护气体边界处允许有窄条状深色带。暗褐色、紫色、蓝色、灰色或灰白色为不合格。

7.7 复试

如果试件不符合目视检测或 7.5 中规定的无损检测的要求,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,则焊接工艺评定试验失败。

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。每个附加试样应针对未合格的原始试验。附加试样中的任何一个不符合要求,则焊接工艺评定失败。

拉伸试验不符合 7.4.2 要求时,每个不合格的试样应附加做两个相同的拉伸试样。这两个附加拉伸试验均应满足 7.4.2 要求才算合格。

8 认可范围

8.1 概述

为了符合本文件,本文件第 8 章规定的每个条件都应得到满足。

焊接工艺规程中的参数和条件发生改变并超出认可范围时,应重新进行焊接工艺评定试验。

8.2 与制造商有关的条件

制造商按本文件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。

当完成焊接工艺评定试验的制造商对其进行的所有焊接负全部责任时,焊接要在相同的技术和质量控制条件进行。

8.3 与材料有关的条件

8.3.1 母材类组

8.3.1.1 一般原则

为了减少焊接工艺评定试验的数量,钛、锆及其合金分类见附录 A。

类组体系之外的每种母材(或母材组合)应单独做焊接工艺评定。

当一种母材可划归为两个类组(或分类组)时,应将其归为较低的母材类组(或分类组)。

8.3.1.2 钛

表 2 给出了钛的认可范围。

表 2 钛的认可范围

试件的材料类组	认可范围
51-51	51-51
52-52	52-52

表 2 钛的认可范围 (续)

试件的材料类组	认可范围
53-53	53-53
54-54	54-54
51-52	51-52, 51-51
51-53	51-53, 51-51
51-54	51-54, 51-51
52-53	52-53, 52-52
52-54	52-54, 52-52
53-54	53-54, 53-53

8.3.1.3 锆

表 3 给出了锆的认可范围。

表 3 锆的认可范围

试件的材料类组	认可范围
61-61	61-61
62-62	62-62
61-62	61-62, 61-61

8.3.2 母材厚度和管直径

8.3.2.1 概述

对单种工艺方法评定而言,母材厚度 t 应有如下含义:

a) 对于对接接头:

为母材厚度。

b) 对于角焊缝:

为认可的母材厚度。对于表 4 认可的每个厚度范围,对应着角焊缝有效厚度 a 的认可范围,见

8.3.2.3。

c) 对于骑座式支接管:

为支管的厚度。

d) 对于插入式或全插式支接管:

为主管的厚度。

e) 对于全熔透的 T 形接头

为母材厚度。

对于多种工艺方法评定而言,每种工艺方法熔敷的厚度应作为该种工艺方法评定的厚度基准。

8.3.2.2 对接接头、T 形接头和接管接头的认可范围

焊接工艺评定试验的母材厚度 t 认可范围应包含表 4 规定的试件厚度的认可范围。

表 4 厚度的认可范围

单位为毫米

试件厚度 ^a t	单道焊对接、T 形和支接管接头	多道焊对接、T 形和支接管接头 ^b 所有角焊缝 ^b
$t \leq 3$	$0.7t \sim 1.5t$	$0.7t \sim 2t$
$3 < t \leq 12$	$0.7t \sim 1.3t$	$3 \sim 2t$
$12 < t$	$0.7t \sim 1.1t$	$0.5t \sim 2t$
^a 对多种工艺方法而言,每种工艺方法熔敷的厚度作为评定该种工艺的认可厚度的基准。 ^b 对于角焊缝和支接管接头而言,认可范围适用于两个母材。		

8.3.2.3 单道角焊缝有效厚度的认可范围

在表 4 要求的基础上,角焊缝有效厚度 a 的认可范围应为“ $0.75a \sim 1.5a$ ”。

用对接焊缝的评定试验评定角焊缝时,有效厚度的认可范围应按熔敷金属厚度计。

8.3.2.4 管子及支接管直径的认可范围

焊接工艺评定试验的直径 D 认可范围应包含表 5 规定的试件直径的认可范围。

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

表 5 管子和支接管的认可范围

单位为毫米

试件的直径 D^a	认可范围
$D \leq 25$	$0.5D \sim 2D$
$D > 25$	$\geq 0.5D$ (最小 25)
^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 进行的焊接工艺评定试验,在 $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$ 的条件下,应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焊接工艺评定。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:避免使用多种方法的评定试验来评定任何单种方法,除非该方法进行的试验符合本文件规定。

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,但立向下(PG)和 45°斜管

向下立焊(J-L045)位置除外,这些位置需要做单独的评定。

8.4.3 接头种类

接头种类的评定除了受其他条款(如直径、厚度)的限定之外,还包括下列附加条件:

- a) 对接焊缝认可全熔透和半熔透的对接焊缝和角焊缝。产品焊缝以角焊缝为主时,应进行角焊缝评定。
- b) 管子的对接接头认可支接管接头(支接管角度 $\geq 60^\circ$)。
- c) T形接头的对接焊缝仅认可T形接头的对接焊缝和角焊缝,见a)。
- d) 不带衬垫的单面对接焊认可双面焊和带衬垫的单面焊。
- e) 带衬垫的单面焊认可双面焊。
- f) 角焊缝仅认可角焊缝。
- g) 不准许将多道焊改为单道焊(或双面单道焊),反之也不准许。

8.4.4 焊接材料、型号

焊接材料只要和有关焊接材料的规定具有等量的力学性能,相同的标称成分,就可以代替其他型号的焊接材料。

8.4.5 电流种类

认可范围为焊接工艺评定试验所使用的电流种类(交流、直流、脉冲电流)和极性。

8.4.6 道间温度

认可的上限值为焊接工艺评定试验中焊道间达到的最高温度。

8.4.7 焊后热处理

不准许增加或取消焊后热处理。

除非另有规定,热处理的有效温度范围为工艺评定试验时保温温度的 $\pm 20^\circ\text{C}$ 。必要时,加热速率、冷却速率和保温时间应与实际生产一致。

8.4.8 背面气体保护

无背面气体保护认可带背面气体保护,反之则不准许。

8.4.9 带保护仓的焊接

无保护仓的焊接认可带保护仓的焊接,反之则不准许。

8.5 不同焊接方法的特殊要求

8.5.1 熔化极惰性气体保护电弧焊

8.5.1.1 正面、尾罩和背面用保护气体的认可局限于GB/T 39255规定的气体型号。非标保护气体的认可范围仅局限于试验所用的标称成分。

8.5.1.2 焊接材料的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)。

8.5.1.3 就实心焊丝而言,短路过渡仅认可短路过渡。射流过渡和颗粒过渡认可这两种过渡方式。

8.5.2 钨极惰性气体保护电弧焊

8.5.2.1 正面、背面及尾罩用保护气体的认可范围限定于评定试验所用的气体型号(气体型号按

GB/T 39255规定)。非标保护气体的认可范围仅局限于试验所用的标称成分。

8.5.2.2 带填充焊接不认可无填充焊接,反之则不准许。

8.5.3 等离子弧焊

8.5.3.1 等离子气体的认可局限于焊接工艺评定试验所使用的等离子气体组分。

8.5.3.2 正面、背面及尾罩用保护气体的认可范围限定于评定试验所用的气体型号(气体型号按GB/T 39255规定)。非标保护气体的认可范围仅局限于试验所用的标称成分。

8.5.3.2 填充焊接不认可无填充焊接,反之则不准许。

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 GB/T 19867.1 中 WPS 列出的参数,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并注明日期。

应使用焊接工艺评定报告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 B 给出了焊接工艺评定报告的典型示例。

ISO 15614-5:2014 中 EN 文件与 ISO 文件的对应关系见附录 C。

附录 A

(资料性)

钛、锆及其合金材料分类指南

钛及钛合金材料分类见表 A.1。

表 A.1 钛及钛合金的分类

类别	组别	钛及钛合金的种类
51	—	纯钛
	51.1	钛,氧(O)≤0.2%
	51.2	钛,0.2%<氧(O)≤0.25%
	51.3	钛,0.25%<氧(O)≤0.35%
	51.4	钛,0.35%<氧(O)≤0.4%
52	—	阿尔法合金 ^a
53	—	阿尔法-贝塔合金 ^b
54	—	贝塔合金(或类似合金) ^c
^a 阿尔法合金: Ti-0.2Pb; Ti-2.5Cu; Ti-5Al-2Sn; Ti-8Al-1Mo-1V; Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo; Ti-6Al-2Nb-1Ta-0.8Mo。 ^b 阿尔法-贝塔合金: Ti-3Al-2.5V; Ti-6Al-4V; Ti-6Al-6V-2Sn; Ti-7Al-4Mo。 ^c 贝塔合金(或类似合金): Ti-10V-2Fe-3Al; Ti-13V-11Cr-3Al; Ti-11.5Mo-6Zr-4.5Sn; Ti-3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo。		

锆及锆合金材料分类见表 A.2。

表 A.2 锆及锆合金的分类

类别	锆及锆合金的种类
61	纯锆
62	Nb 含量为 2.5% 的锆合金

附录 B

(资料性)

焊接工艺评定报告格式(WPQR)

制造商的 WPQR 编号:

考官或考试机构:

制造商:

代号:

地址:

规程/试验标准:

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):

焊缝厚度(mm):

单焊道/多焊道:

管子外径(mm):

焊接材料种类:

保护气体型号:

背面气体型号:

焊接电流种类、极性:

热输入:

焊接位置:

预热温度:

道间温度:

后热:

焊后热处理及/或时效处理:

其他信息(同见 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:

考官或考试机构:

制造商的 pWPS 编号:

制备方法及清理:

制造商的 WPQR 编号:

母材规程:

制造商：
 焊工姓名：
 焊接方法：
 接头种类：
 焊接接头详述(草图)*：

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	焊接电流 A	电弧电压 V	电流种类/极性	送丝速度	焊接速度*	热输入*

焊接材料型号：
 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：
 焊后热处理及/或时效处理：
 时间、温度、方法：
 加热及冷却速度*：

其他信息*，例如：
 摆动(焊道的最大宽度)：
 振动：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

* 如果需要。

试验结果

制造商的 WPQR 编号：

考官或考试机构：

目视检测：

代号：

渗透检测*：

射线检测*：

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：

弯心直径：

种类/编号	弯曲角度	延伸率*	结果

低倍金相：

高倍金相*：

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

* 如果需要。

附录 C

(资料性)

ISO 15614-5:2004 中 EN 文件与 ISO 文件对应关系

表 C.1 给出了 ISO 15614-5:2004 中 EN 文件与 ISO 文件的对应关系。

表 C.1 EN 文件与 ISO 文件的对照情况

第 2 章中的 欧洲标准	对应的国际标准	国际标准名称
EN 439	ISO 14175	Welding consumables—Shielding gases for arc welding and cutting
EN 895	ISO 4136	Destructive tests on welds in metallic materials—Transverse tensile test
EN 910	ISO 5173	Destructive tests on welds in metallic materials—Bend tests
EN 970	ISO 17637	Non-destructive testing of welds—Visual testing of fusion-welded joints
EN 1321	ISO 17639	Destructive tests on welds in metallic materials —Macroscopic and microscopic examination of welds
EN 1418	ISO 14732	Welding personnel—Approval testing of welding operators for fusion welding and of resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials
EN 1435	ISO 17636-1	Non-destructive testing of welds—Radiographic testing—Part 1: X- and gamma-ray techniques with film
	ISO 17636-2	Non-destructive testing of welds—Radiographic testing—Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors
EN ISO 5817	ISO 5817	Welding—Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded)—Quality levels for imperfections
EN 12062	ISO 17635	Non-destructive testing of welds—General rules for fusion welds in metallic materials

参 考 文 献

- [1] GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
 - [2] GB/T 34628 焊缝无损检测 金属材料应用通则
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
钛、锆及其合金的焊接工艺评定试验
GB/T 40801—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年10月第一版

*

书号: 155066 · 1-68580



GB/T 40801-2021



库七七 www.kqdw.com 标准下载 版权专有 侵权必究