

BS EN ISO

14555:2006

EN ISO 14555:2006

国际标准

ICS25.160.10

BSi
British Standards

除版权法许可外，未经英国标准协会许可不得复制

前言

本英标是由英国标准协会出版的，它是英国执行欧标 EN ISO 14555: 2006 的一种现行国内标准，该标准取代原英标 BS EN ISO 14555: 1998。

该标准委托英国技术委员会 WEE/-/1 参与起草，该委员会主要负责焊接方面标准的制订。

代表技术委员会 WEE/-/1 的组织机构名单可向它的秘书处索取。

本标准发行并不意欲包含合同的所有必要条款，使用者应对它的正确应用负责。

遵守本标准并不免除法律责任。

自出版之日起修改记录

本英标是在标准政策和战略委员会的授权下于 2006 年 11 月 30 日出版

© BSI2006

改进编码	日期	注释

ISBN 0 580 49752 6

ICS 25.160.10

取代 EN ISO 14555:1998

焊接—金属材料拉弧钉焊接
(ISO14555:2006)

本欧标的批准单位是 CEN, 批准时间: 2006 年 9 月 22 日。

所有 CEN 成员国必须保证本国标准在没有任何变更的条件下与欧洲标准完全相符。该欧标的最新目录及专业术语可从中央秘书处或任一 CEN 成员国索取。

本欧标有三种官方语言版本(英语、法语、德语)。任何一种在 CEN 成员国职责范围内并通知中央秘书处以自己本国语言翻译出来的版本与官方语言版本具有同等效力。

CEN 成员指下列国家的国家标准机构:

奥地利、比利时、塞浦路斯、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、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、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

The logo for CEN (European Committee for Standardization) consists of the letters 'CEN' in a bold, sans-serif font. The letters are white and are set against a dark, rectangular background.

欧洲标准化委员会

管理中心: rue de stassart, 36 B-1050 布鲁塞尔

© 2006 CEN 任何形式或方式的广告宣传权利均归 CEN 成员国所有。 文献编号: EN ISO 14555:2006:E

前言

本标准—EN ISO 14555: 2006) 已经“焊接和联合工艺技术委员会 ISO/TC121”与“焊接技术委员会 CEN/TC121”合作审定, 秘书处设在法国焊接协会。

不论是采用同一文本的出版物或是采用背书认可的形式, 本标准应同国内标准具有同等效力, 且必须列明最迟日期为 2007 年 4 月。同国内标准不一致的地方也必须最迟于 2007 年 4 月撤销。

本标准取代 EN ISO 14555: 1998 标准。

按照 CEN/CENELEC 内部规定, 下列国家的国家标准组织机构必须贯彻欧洲标准:

奥地利、比利时、塞浦路斯、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、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、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

背书认可通知

在 EN ISO14555:2006 标准不需要做任何修改的情况下, CEN 批准实施 EN ISO14555:2006 标准文本。

ISO 14555

国际标准

版本 2

2006 年 10 月 1 日

文献编号
ISO 14555 : 2006 (E)

目录	页码
前言.....	V
介绍.....	Vi
1 适用范围.....	1
2 标准参考文献.....	1
3 术语和定义.....	2
4 符号和缩写术语.....	4
4.1 符号.....	4
4.2 缩写术语.....	4
5 技术审核.....	5
6 焊接人员.....	5
6.1 螺柱焊接操作员.....	5
6.2 焊接协调.....	5
7 设备.....	6
7.1 设备生产.....	6
7.2 设备描述.....	6
7.3 维护.....	6
8 生产计划.....	7
9 焊接工艺规程 (WPS).....	7
9.1 总则.....	7
9.2 制造商的相关信息.....	7
9.3 工件的相关信息.....	7
9.4 焊接工艺.....	7
9.5 接合点.....	8
9.6 螺柱.....	8
9.7 辅助配件.....	8
9.8 电源.....	9
9.9 可移动装置.....	9
9.10 焊接变量.....	9
9.11 热源条件.....	10
9.12 焊接后热处理.....	10
9.13 焊接后不需热处理.....	10
10 焊接工艺鉴定.....	10
10.1 原理.....	10
10.2 焊接过程检验.....	10
10.3 试产实验.....	14
10.4 以前经验.....	14
10.5 焊接工艺鉴定记录 (WPQR).....	15
11 检验和试验.....	15
11.1 总则.....	15
11.2 目测.....	15
11.3 弯曲试验.....	15
11.4 拉力试验.....	18
11.5 扭矩试验.....	21
11.6 粗视检验.....	22
11.7 放射性检验.....	22

12 验收标准	22
12.1 总则	22
12.2 目测验收标准	23
12.3 弯曲试验验收标准	23
12.4 拉力试验验收标准	23
12.5 扭矩试验验收标准	23
12.6 粗视检验验收标准	23
12.7 放射性检验验收标准	23
12.8 其他试验验收标准	24
13 工艺	24
14 过程控制	24
14.1 总则	24
14.2 生产试验	25
14.3 简易生产试验	25
14.4 对生产试验或简易生产试验的再试验	26
14.5 生产监测	26
14.6 生产监测报告	26
14.7 不一致和纠正操作	26
14.8 测量和检验设备的校准	27
附录 A (资料性附录) 螺柱焊接处理	28
附录 B (资料性附录) 螺柱焊接的质量要求	48
附录 C (资料性附录) 制造商的焊接工艺规程 (WPS)	49
附录 D (资料性附录) 焊接工艺鉴定记录 (WPQR) (瓷环保护或气保护及短周期拉弧焊接)	50
附录 E (资料性附录) 焊接过程鉴定记录 (WPQR) (电容放电拉尖端引燃螺柱焊接和电容放电拉弧螺柱焊接)	54
附录 F (资料性附录) 实验结果-生产实验 (瓷环保护拉弧螺柱焊接或气保护短周期拉弧螺柱焊接)	57
附录 G (资料性附录) 试验结果-生产实验 (电容放电尖端引燃螺柱焊接和电容放电拉弧螺柱焊接)	59
附录 H (资料性附录) 产品监测记录实例	61
参考文献	62

前 言

ISO（国际标准化组织）是世界范围内的国家标准机构联盟（ISO 成员机构）。制订国际标准的工作通常是通过 ISO 技术委员会予以实施。每个成员机构对其感兴趣且由技术委员会制订的课题都有对该技术委员会提议的权利。与 ISO 有联络的国际组织、政府机构、非政府机构也都可以参与此项工作当中。国际标准化组织（ISO）与国际电子技术协会（IEC）密切合作制定电子技术标准的所有内容。

国际标准的起草应与 ISO/IEC 第二部分的规定保持一致。

技术委员会的主要任务是制订国际标准。经技术委员会采纳的国际标准草案下发至各成员机构进行投票表决。国际标准的发行需要至少 75% 的成员机构投票表决通过。

需要注意的是此标准的部分条款可能涉及到专利权问题。国际标准化组织 ISO 不对识别或者这种专利权本身负有任何责任。

ISO14555 由“焊接和联合工艺技术委员会 ISO/TC44”与“金属焊接领域统一要求小组委员会 SC10”联合制订。

第二版本已经做了技术上的修订，并取消且代替了第一版本（ISO14555: 1998）

有关国际标准任何方面的官方解释可直接通过本国的标准化机构查询 ISO/TC44/SC10 秘书处。所有机构的名单可以通过登陆 <http://www.iso.org> 进行查看。

简介

拉弧螺柱焊接的目的主要是将销钉形状的金属部件焊接到金属工件上。此国际标准只涉及简单的螺柱焊接。在其他领域之中，螺柱焊接被应用到桥梁建设（尤其是应用于混合结构）、钢结构、造船、幕墙、车辆、设备设计、蒸汽锅炉和家用电器制造等行业。

螺柱焊接的质量不仅仅要严格依从焊接工艺规程的要求，而且与执行机械（例如：焊枪）的完好性能、工件、配件和电源等条件密切相关。

该国际标准并不废止以前的规范，提供的技术要求是同等并符合要求的。

1 适用范围

本国际标准包括受静载荷和动力载荷支配的金属材料的拉弧螺柱焊接。它指明了特别针对螺柱焊接的有关要求，涉及到焊接知识、质量要求、焊接工艺规程要求、焊接工艺鉴定、操作人员进行的质量检测实验和产品焊接实验等。

如有必要，本标准可运用于验证制造商生产一种特殊质量焊接材料的能力。

注：金属材料熔合焊接总的质量要求见 ISO3834-1、ISO3834-2、ISO3834-3、ISO3834-4 和 ISO3834-5。

本标准以一种全面系统的方式予以制订，有些观点可在合同中作为一种参考被予以应用。如果一些要求与某一特殊结构不相关（见附录 B）的话，则此标准中的要求可全部或者部分被采纳。

2. 标准参考文献

如下的参考文献是应用本标准所不可缺少的。针对陈旧的参考文献，仅引用的方可加以运用。现予应用的最新版本（包括修正本）的参考文献有如下书目：

ISO 857-1, 焊接和联合焊接工艺—词汇—第一部分：技术焊接工艺

ISO3834-1, 金属材料熔合焊接的质量要求—第一部分：质量要求相应等级的选择标准

ISO3834-2, 金属材料熔合焊接的质量要求—第二部分：综合质量要求

ISO3834-3, 金属材料熔合焊接的质量要求—第三部分：标准质量要求

ISO3834-4, 金属材料熔合焊接的质量要求—第四部分：基本质量要求

ISO 4063, 焊接和联合焊接工艺—工艺术语和参考编号

ISO6947, 焊接—工作位置—倾斜角和旋转角的定义

ISO9606-1, 焊接实验—熔合焊接—第一部分：碳钢

ISO9606-2, 焊接鉴定实验—熔合焊接—第二部分：铝和铝合金

ISO13918-1), 焊接—拉弧焊接螺柱和瓷环

ISO 14175, 焊接耗材—拉弧焊接保护气体和加工

ISO 14731, 焊接协调—任务和职责

ISO 14732: 1998, 焊接人员—熔合焊接操作员和金属材料的全机械和全自动电阻焊接实验的操作工。

ISO 15607: 2003, 金属材料焊接工艺规程和鉴定-通用规则
ISO/TR 15608, 焊接—金属材料体系指南

ISO 15611, 金属材料焊接工艺规程及鉴定—依以前焊接经验为基础的鉴定

ISO15613, 金属材料焊接工艺规程及鉴定—依试产焊接实验的鉴定

ISO15614-1: 2004, 金属材料焊接过程的规范和鉴定—焊接工艺实验—第一部分: 碳钢的拉弧和气保护焊接及不锈钢或镍铬合金的拉弧焊接。

ISO15614-2: 金属材料焊接工艺规程及鉴定—焊接工艺实验—第二部分: 铝和铝合金的拉弧焊接

ISO 17636, 焊接的非破坏性实验—熔合焊接接合点的放射性实验

ISO17662, 焊接——焊接设备的校准、校正和有效性, 包括辅助程序

3 术语和定义

针对本标准, 术语和定义可参见 ISO857-1、ISO4063、ISO14731、ISO14732HE、 ISO15607 并作如下运用。

3.1

螺柱
通过螺柱焊接而附加在工件上的紧固件

3.2

辅助设施
瓷环和保护气体

3.3

螺柱焊接操作员
螺柱焊接设备的操作人员

注: 在特殊情况下(如: 工厂大规模生产), 可由经过适当培训的辅助人员进行焊接并予以监督。

3.4

螺柱直径
 d
标定直径
注: 详见 ISO13918

3.5

焊接直径
 d_w
焊接底部的直径

3.6

焊接区域

焊接直径下方的焊接区域

3.7

电流强度

在拉弧燃烧时，在稳定的状态下，焊接电流的均方根（RMS）值

注：电流强度不用于放电。

3.8

焊接时间

在点火和主弧最终消失时，时间是不同的。

3.9

提升

L

使用螺柱提升装置将螺柱尖端和工作表面的距离予以定位并进行提升的距离

注释 1：关于凸台，此定义运用与于凸台的间隙。

注释 2：见图 A.1.

3.10

渗透

螺钉向工件表面轴向移动。

3.11

伸出值

P

（任意提升装置）在初始位置（支撑装置正对着工件）螺柱尖端和支撑装置表面的距离

注释 1：弹簧预载荷提升装置是一种任意提升装置

注释：见图 A.1

3.12

偏弧

从螺钉轴方向发生电弧的磁偏移

3.13

熔剂

螺钉焊接底部添加的铝剂是用于提高点火并对溶池除氧。

3.14

双材质螺柱

双材质螺栓是在焊接尖端有一种与工件相似的材料，而在焊接尖端的外面有不同与工件的材料组成的，通过摩擦焊接使其结合，这样在螺柱焊接时，在焊接区域避免出现混合结构。

3.15

疲劳负载检验结构

该结构是通过描述位置或负荷的运动、强度的多变性、频率和发生的顺序，而进行的一套典型负载过程。

4 符号和缩写术语

4.1 符号

本国际标准应用如下符号：

- C 电容 (mF)
- d 螺栓直径 (mm)
- d_w 焊接直径 (mm)
- h 螺母螺纹长度
- I 电流强度 (A)
- L 提升
- P 伸出值
- t 板材厚度
- t_w 焊接时间 (ms 或 s)
- T 扭矩 (Nm)
- U 充电电压 (V)
- W 充电能量 (Ws)
- a 弯曲角度 (°)

4.2 缩写术语

本国际标准应用如下术语

- CF 瓷环
- HAZ 热影响区域
- NP 无保护装置
- PA 扁平焊接位置
- PC 平面焊接位置
- PE 过热焊接位置
- pWPS 初级焊接工艺规程
- SG 气体保护
- WPS 焊接工艺规程
- WPQR 焊接工艺鉴定记录

5 技术评定

当需要根据应用标准的要求或运用 ISO3834-2、ISO3834-3 或 ISO3834-4 来进行技术评定时，制造商应从以下方面进行适当检查：

- a) 螺柱焊接的可达性和焊接位置；
- b) 焊接连接表面的自然状态和焊角的成型；
- c) 材料和材料的组合（见表 A.3 和 A.4）；
- d) 螺柱直径与金属板厚度的比率（避免破坏金属板材的背面）；
- e) 尺寸、焊接准备及焊接完成后的细节。包括：螺柱和板材表面的特性、位置和角度的准确性以及焊接螺柱长度的公差范围；
- f) 使用特殊的技术避免板材背面有损坏；
- g) 确保焊接螺柱角度位置的技巧和方法。

注：由局部加热和冷却产生的多轴应力状态应加以注意。这种应力集中会减少焊接螺柱工件的动力强度。

6 焊接操作人员

6.1 螺柱焊接的操作工

螺柱焊接操作工应符合 ISO14732: 1998, 4.2.1 或 4.2.2 的要求。他们应该具备操作焊接设备专门的知识，能对焊接设备进行正确的调节和进行操作。操作时，必须注意良好的接触以及工件和电缆的正确连接，同时确保金属磁性材料的均匀分布（见表 A.8.）。

合格人员应该符合 12.2 中所规定的标准。

工作技能是否合格需要进行多方面的测试，这种测试至少包括：

- a) 按焊接工艺规程对焊接设备进行设定；
- b) 必须掌握如下基本知识：接地电缆的恰当连接、螺柱的极性以及偏弧将会影响焊接效果（见表 A.8.）。
- c) 对缺陷焊缝的基本评定（见表 A.5., A.6., A.7.）
- d) 安全进行焊接操作，例如：螺柱与夹头之间良好的配合，确保在焊接过程中螺柱不能移动，焊枪的操作检查和正确定位）。

6.2 焊接协调

焊接协调理应与 ISO14731 的要求保持一致。

螺柱焊接的协调人员应掌握螺柱焊接工艺的相关知识和经验，并且有选择和设定正确焊接参数的能力。如：提升、伸出（渗透）、电流强度和焊接时间等。

对于螺柱焊接，焊接协调人员不需要致力于未指明静态载荷的焊接（见附录 B）

7 设备

7.1 生产设备

当焊接设备进行正确设定后，应选用有足够容量的电源将螺柱正确地焊接至工件上。根据需要，如下设备可选用：

- a) 电源、控制器和可移动夹具；
- b) 足够截面积、结实的连接终端和足够长的接地电缆；
- c) 焊接制作技术方面的手动装置（夹具、工装夹具）；
- d) 焊接参数监测装置；
- e) 瓷环烘干装置；
- f) 接触点和焊接点的清洁装置；
- g) 检测和实验装置。
- h) 焊前和焊后处理装置；
- i) 焊接设备和用以处理焊接工件的车间。

7.2 焊接设备描述

螺柱焊接设备清单应该保存，它可作为一种螺柱焊接性能和应用领域的证据。包括：

- a) 可焊接螺柱的最小和最大直径的详细资料；
- b) 单位时间所能焊接螺柱的最大数量；
- c) 电源的调节范围
- d) 操作方式、机械和自动螺柱焊接设备的性能
- e) 可用实验设施的详细资料

7.3 维护

应确保设备的正确性能。在生产期间，应定期对设备进行检测。电缆、接线终端和瓷环夹箍等应在适当的时间内有规律地予以检查和更换。关于符合 ISO3834-2 要求的大规模生产和综合质量要求，其他主要系统的维护计划应该予以拟订，如：

- a) 螺柱的分选和送料系统；
- b) 夹头、夹箍；
- c) 机械导向和固定夹具；
- d) 测量设备；
- e) 电缆、软管、连接元件；
- f) 监控系统。

8 生产计划

关于螺柱焊接，生产计划也应该包括如下要素：

- a) 所需螺柱焊接程序和设备的定义；
- b) 所使用夹具和固定装置的详细资料；
- c) 表面准备方法。

9 焊接工艺规程（WPS）

9.1 总则

焊接工艺规程应提供如何进行焊接操作的详细信息，以及与焊接工作相关的所有信息。

对于大部分焊接操作，9.2 到 9.13 所列出的信息是足够的。对于某些应用领域，有必要补充或者简化列表。相关信息应该被列入到焊接工艺规程中。

如合适，范围和公差应该被规定，焊接工艺规程（WPS）的样表请参见附录 C。

9.2 关于制造商的相关信息

9.2.1 制造商的身份

— 身份明确

9.2.2 焊接工艺规程（WPS）的鉴定

— 用字母数字表示的名称（参考代码）

9.2.3 参考焊接工艺鉴定记录（WPQR）或相关文件

— 用字母数字表示的名称（参考代码）

9.3 工件的相关信息

9.3.1 工件的类型

— 工件的识别，最好参考适合的标准；

— 工件的交付条件

注：符合 ISO/TR15608 的焊接工艺规程（WPS）包括一个材料族。详情请参见 ISO/TR 20172、ISO20173 和 ISO/TR20174

9.3.2 尺寸

— 工件的厚度和厚度范围

— 其他相关尺寸

9.4 焊接工艺

— 设计应符合 ISO4063 的要求

9.5 接合点

9.5.1 接合点设计

- 接合点设计的草图显示螺柱的相关位置和公差；
- 如应用必须的话，螺柱焊接的顺序应该显示在草图上。

9.5.2 焊接位置

- 焊接位置应该确定，并与 ISO6947 的要求一致。

9.5.3 工件表面的清洁

- 表面清洁的方法（如：清洁、去油渍、酸洗），（如果必要的话）
- 在清洁和焊接之间允许的最大时间范围（如果需要的话）

9.5.4 夹具和固定装置

- 使用方法（如果需要）；
- 固定装置的详细资料、模板，等等。

9.5.5 支撑物

- 支撑方法；
- 支撑材料的规格
- 支撑物的尺寸（在焊接薄板时）

9.6 螺柱

9.6.1 设计

根据标准、供应商或商标进行设计；非标螺柱应该注明。

9.6.2 处理

- 如果螺柱在使用前需要被处理（如：清洁），则应该予以注明。

9.7 辅助配件

9.7.1 瓷环（如需）

- 根据标准、供应商或商标进行设计，非标瓷环应该注明；
- 如果瓷环在使用前需要处理（如：重新烘焙），则应该予以注明。

9.7.2 保护气体（如需）

- 按 ISO14175 的标准进行设计。

9.8 电源

- 制造商、型号

9.9 可移动工装夹具

9.9.1 焊枪

- 制造商型号
- 减振器

9.9.2 气保护系统（如果使用）

- 气体流量
- （示意图）描述与螺柱和工件相关的头锥嘴的尺寸和位置

9.9.3 螺钉送料系统（如有）

- 螺钉送料系统的描述，包括草图

9.10 焊接变量

9.10.1 瓷环或气体保护的拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接

- 极性；
- 焊接电流；
- 焊接时间；
- 提升；
- 伸出长度；
- 减振器；
- 接地大力钳的数量和位置

9.10.2 电容放电拉弧螺柱焊接或电容放电尖端引燃螺柱焊接

- 极性；
- 电容；
- 充电电压；
- 弹簧弹力和/或间隙长度；
- 接地大力钳的数量和位置；
- 焊接电缆的配置（如果用于电流控制）

9.11 热源条件

- a) 预热温度（如果需要的话）；
- b) 如果不需要预热的话，最低允许的周围温度值。

9.12 焊接后热处理

在特殊情况下，如果焊接后必须进行热处理或老化的话，必须按工艺规程的要求或单独进行焊接后热处理。这应该包括整个受热周期的技术规范。

9.13 焊接后不需热处理

- a) 磨削、机械加工或其他任何机械处理；
- b) 酸洗或其他任何化学处理；
- c) 去除瓷环的任何特殊程序

10 焊接工艺鉴定

10.1 原则

拉弧螺柱焊接的初级焊接工艺规程应与条款 9 的要求保持一致，并且在任何时候需要时都应在生产之前予以满足。它们应规定所有相关参数的范围。原则上，如下鉴定方法是允许的，但技术规格或应用编码的要求会限制方法的选择：

- a) 依照条款 10.2 的规定，对焊接工艺实验进行鉴定；
- b) 依照条款 10.3 的规定，对生产前试验进行鉴定；
- c) 依照条款 10.4 的规定，对以前的经验进行鉴定。

所有新的焊接工艺鉴定须从发行之日起与本国际标准相一致。然而，倘如该技术要求是合格的，且以前的工艺鉴定与现在的生产运用相关的话，那么该国际标准并不废止按以前国家标准和焊接工艺规程所制订的焊接工艺鉴定。按以前国家标准或技术规范所制订的焊接工艺鉴定应当在合同双方询价或签订合同时予以考虑。

10.2 焊接工艺规程检验

10.2.1 应用

当需要进行焊接工艺规程检验时，应执行以下事项，并与本标准 10.2 的规定保持一致，除非指定更多更严格的实验。

10.2.2 工件和螺柱材料一致性的验证

使用的工件和螺柱材料，应提供材料一致性证明。

缺少此项证明，在进行焊接工艺试验之前，工件和/或螺柱材料可以按其他材料进行实验。针对这一目的，必须有足够的同一熔炉的工件和螺柱材料用于试验。

10.2.3 测试工件的形状和尺寸

测试工件的尺寸应该足够进行所有实验操作。选择测试工件的厚度，以便满足生产所要求的板材或法兰的厚度（见 10.2.8.6）

10.2.4 焊接

在提出生产焊接总的条件下，准备、设定和试样焊接应与初级焊接工艺规程的要求相一致，焊接定位应与实际工件上的焊接定位一样。从接地钳之间应该留有足够的水平距离。

实践中，焊接工艺实验应运用最小和最大直径的螺柱。

表 1 列明了焊接试验所应需要的最少螺柱数量

表 1—在焊接工艺实验中，焊接的螺柱数量

焊接工艺	焊接螺钉的数量
瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接 ($d \leq 12$)	12
适合于黑白组合	22
瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接 ($d > 12$)	17
短周期拉弧螺柱焊接	12
当使用扭矩实验代替粗视检测	20
电容放电拉弧螺柱焊接	30
电容放电尖端引燃螺柱焊接	30
注： 为进行设定实验和更换样品（见条款 4），推荐试样时应提供足够数量的螺柱。	

试样的焊接和检验应由焊接检测机构进行验收（见 ISO 15670: 2003, 3.9）。

10.2.5 测试和实验的范围

测试和检验包括非破坏性实验和破坏性实验，它们应与表 2, 3 和 4 的要求相一致。

所有的检验和实验应与条款 11 中所规定的程序相一致。在表 2, 3 和 4 中所列出的实验的数量和型号应以表 A.3 所指定的螺柱材料和工件使用为基础，仅仅应用于初级焊接工艺规程的鉴定。

10.2.6 验收标准

除非另有规定，应执行条款 12 中所描述的验收标准。

表 2—瓷环保护或气体保护拉弧螺柱焊接样件的测试和检验

检验类型	测试螺柱的数量		
	使用温度 $\leq 100^{\circ}\text{C}$		使用温度 $> 100^{\circ}\text{C}$
	$d_w \leq 12\text{mm}$	$d_w > 12\text{mm}$	所有直径 (d)
目测	所有		
弯曲角度 60° (见图 1a), 1b) 或 1c))	10		不适用
用扭力扳手进行弯曲实验 (见图 2)	不适用		10
拉力实验 (见图 3, 4 或 5)	10 ^a	5 ^b	-
放射性检验	无	5 ^b (可选择代替拉力实验)	-
粗视检测 (偏移螺柱中心位置 90°)	2		

a、拉力实验仅限于在与 ISO/TR 15608 标准相一致的第 8 族螺柱材料和与 ISO/TR 15608 标准相一致的第 1 或 2 族的工件之间进行焊接。

b、仅运用于疲劳负载结构。

表 3—短周期拉弧螺柱焊接样件的测试和检验 ($d_w \leq 12\text{mm}$)

实验类型	测试螺柱的数量
目视检测	全部
弯曲实验 60° (见图 1a), 1b) 或 1c))	10
扭力实验 (见图 6) 或粗视检测 (沿螺柱中心位置偏移 90°)	10 (扭力实验)
	2 (粗视检测)

表 4—电容放电尖端引燃螺柱焊接和电容放电拉弧螺柱焊接测试工件的焊接检测和实验

实验类型	检测螺柱的数量
目视检测	全部
拉力实验 (见图 3、4 或 5))	10
弯曲实验 30° (见图 1a), 1b) 或 1c))	20

10.2.7 重新实验

如果有一只螺钉的焊接效果不能满足要求, 可从有关联的样件上取两只类似的替换螺钉进行焊接。如果此操作不能实现的话, 那应该在以后以同样的螺柱重新进行焊接。因此, 建议为焊接工艺实验提供足够数量的替换螺柱。

如果不止一只螺柱或两只替换螺柱中的一只不能满足焊接要求, 则说明焊接实验失败。

10.2.8 鉴定范围

10.2.8.1 总则

如下所述的所有有效条件应该无条件的彼此相吻合。

指定范围以外的更改应进行新的焊接工艺实验。

倘若质量要求没有改变，且生产监测报告与 14.6 的要求相一致，那么焊接工艺鉴定的有效期限就没有限制。

然而，由于螺柱焊接的结果不仅遵照焊接工艺规程，而且，例如：在焊接质量方面，焊枪的机械性能是相当关键的，因此，应当按 14.2 规定，至少一年进行一次生产检验。

如果生产被暂停超过一年时间，则焊接工艺规程的有效性应该通过生产实验进行确认。

10.2.8.2 与制造商相关的条件

在同一技术和质量控制条件下，制造商所获得的初级焊接工艺规程（PWPS）对在车间或焊接地点进行焊接是有效的。

10.2.8.3 与焊接工艺相关的条件

该鉴定仅仅对用于焊接过程实验中的焊接工艺是有效的。

10.2.8.4 与工件相关的条件

按 ISO/TR15608 的标准，用一种材料族中的钢材进行焊接过程检验，该检验包括用此种材料族的低屈服强度钢或采用同一材料族中的低合金钢来蓄意增加成份，但不适用于意外产生的杂物。依照 ISO/TR15608 的规定，材料族 3 包括材料族 1 和材料族 2，同时，材料族 21 包括材料族 22，反之亦然。

10.2.8.5 螺柱的材质

依 ISO/TR15608 的规定，焊接工艺实验可采用同一材料族中的所有材料，并作如下补充：

- a) 对于拉弧螺柱焊接工艺，可焊接直径至 13mm，材料族 8 和 10 包括材料族 1 和 2.1，反之亦然。
- b) 对于储能放电螺柱焊接工艺，材料族 8 包括材料族 1 至 6 和 11.1，反之亦然。
- c) 材料族 21 包括材料族 22，反之亦然。

10.2.8.6 工件的厚度

倘若初级焊接工艺规程（PWPS）应用于焊接工艺实验，如表 A.1 所推荐的，用于焊接工艺实验的工件厚度可选用超出表 A.1 所规定的所有厚度。

如材料厚度小于推荐的最小厚度，则需要进行新的焊接工艺实验。

10.2.8.7 与螺柱直径和形状相关的条件

单一的焊接实验包括所有螺柱的形状，但仅仅只有螺柱的直径被运用到焊接中。

不同直径螺柱的两个焊接实验包括两种直径和所有螺柱形状之间的范围。

10.2.8.8 与焊接定位相关的条件

使用带瓷环或气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接，焊接位置 PC 包括焊接位置 PE 和焊接位置 PA，反之不行。至于焊接位置 PC，可使用特殊的瓷环。焊接位置 PE 包括焊接位置 PA，反之不行。

使用电容放电尖端引燃螺柱焊接和电容放电拉弧螺柱焊接，在任何焊接位置上进行焊接实验对所有焊接定位都是有效的。

10.2.8.9 与焊接设备相关的条件

如果焊枪的型号和/或电源，或焊接设备制造商发生改变，则焊接工艺规程应通过生产实验进行验证。

10.2.8.10 预热

在没有预热的情况下，通过焊接工艺实验进行鉴定的焊接工艺规程同在预热条件下进行焊接实验的焊接工艺规程一样有效，反之不行。

10.3 试生产实验

应坚持贯彻 ISO15613 的通用规则，并对其作如下补充和修改：

- a) 焊接工艺规程 PWPS 和 WPS，应该符合条款 9 的规定。
- b) 实际生产过程应由一个适当的工艺控制计划来进行控制。
- c) 如果可能的话，实验螺柱(生产项目)的数量应符合 10.2.4 的要求。
- d) 鉴定仅限于试生产实验期间使用的同一型号的设备、同一类型和厚度工件和同一直径的螺柱。

10.4 先前的经验

应坚持 ISO15611 的通用条款，并对此条款作如此修改和补充：

- a) 焊接工艺规程 PWPS 和 WPS 应该符合条款 9 的规定。
- b) 以经验为先前的生产应由一个适合的工艺控制计划来控制，并提供一个与未来合格的焊接工艺规程相一致的统计资料。
- c) 鉴定仅限于在先前生产经验的基础上使用的同一型号的设备、同一类型和厚度的工件和同一直径的螺柱。

不允许先前的工作经验代替有标准或综合质量要求钢材的焊接工艺实验。

10.5 焊接程序鉴定报告 (WPQR)

焊接程序鉴定报告 (WPQR) 是评估每个试样的一种报告，包括再实验。在条款 9 中所列出的关于 WPS 的相关条款，连同条款 11 所要求否决的任何特点的详细资料应写入该报告中。如果没有发现被否决的事项或不能被接受的测试结果，则详细记录焊接试样结果的焊接程序鉴定报告 (WPQR) 是合格的，并应由检验人员签名和填写日期。

WPQR 格式如附录 D 或附录 E 所显示，用于报告焊接工艺和实验结果的详细资料，以便利于对数据的统一提交和评估。

11 测试和检验

11.1 总则

在 11.2 和 11.7 中所描述的方法可用于螺柱焊接的检验和实验。根据其运用情况选择相应的检验方法。在某些螺柱焊接的应用领域，例如：蒸汽锅炉行业、造船行业或核工业，根据应用标准或规范，可能需要进行附加实验（例如：硬度实验或超声波检测）。

11.2 目视检测

对带瓷环或气保护的拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接，根据其应用的适当情况，目视检测用于评估如下几个方面，。

- a) 焊缝的形状及尺寸的均衡性（带瓷环拉弧螺柱焊接的参考值在 ISO13918 中提供）。
- b) 焊接后螺柱的位置、长度和角度。

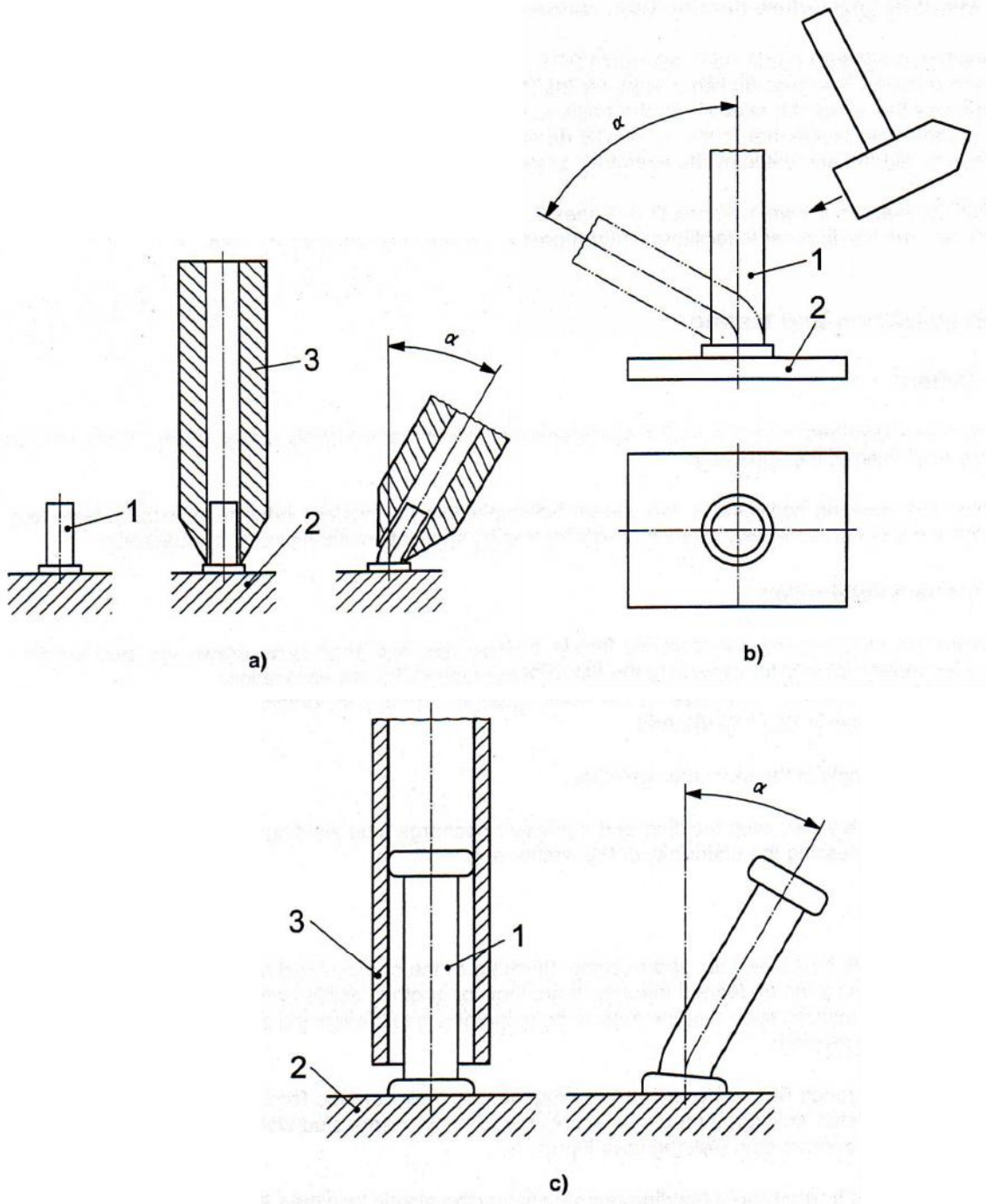
关于电容放电拉弧螺柱焊接和电容放电尖端引燃螺柱焊接，目视检测用于评定熔池的均衡性。

11.3 弯曲实验

弯曲实验是通过对选定焊接参数进行大致检查的一种简单弯曲检验方式。在实验过程中，以一种非限定的方式，对焊接螺柱进行弯曲。如果对偏弧或目视不完整而产生一种焊接质量怀疑时，则应该通过弯曲实验对螺柱的焊接质量进行检验来确定此焊接是否在张力范围之内。具体可以通过以下两种方式进行操作：

- a) 使用带瓷环或气保护的拉弧螺柱焊接，或短周期拉弧螺柱焊接，螺柱弯曲 60° 。使用带凸台的储能螺柱焊接或储能拉弧螺柱焊接，螺柱弯曲 30° 。（见图 1）
- b) 在弹性限度内，使用扭力工具对螺柱施加应力。（见图 1）

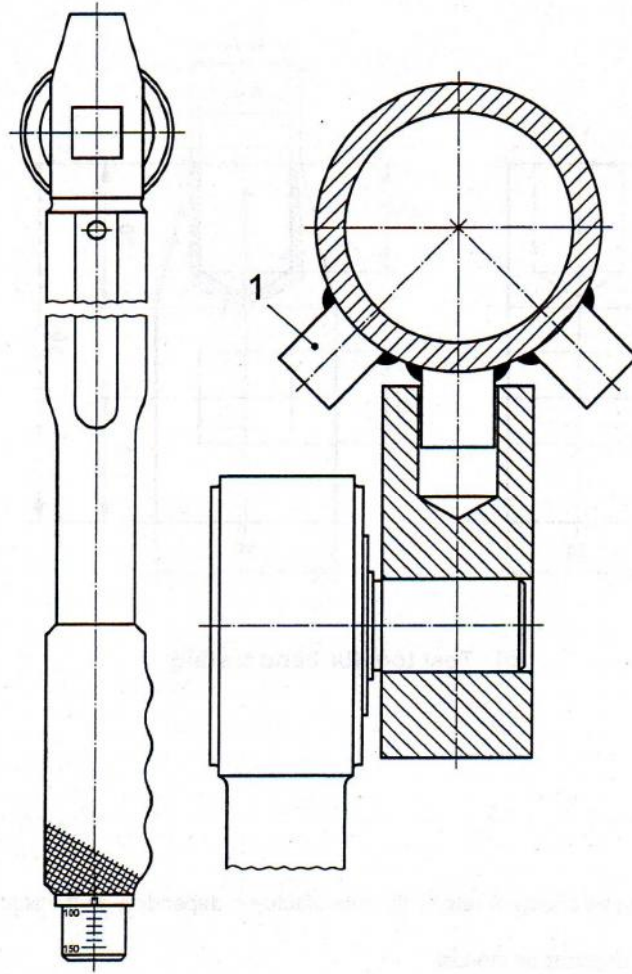
注意：使用温度 $> 100^\circ\text{C}$ ，螺柱的弯曲值详见表 5。



关键词

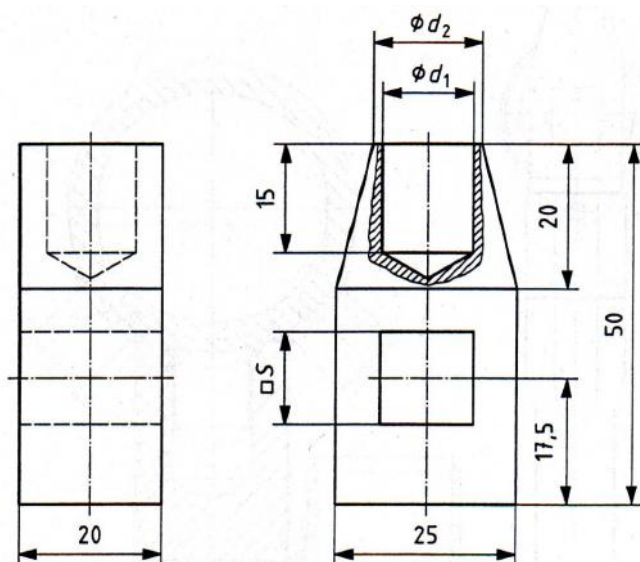
1. 螺柱
2. 焊接工件
3. 工具
- α 弯曲角度

图 1---弯曲实例



a) 弯曲实验使用的扭力扳手

图 2-使用扭力扳手进行弯曲的实例



b) 弯曲实验使用的检测工具

关键词

d1 螺钉直径 +0.3mm

d2 工具直径

S 驱动尺寸

1 螺柱

注释 1 依据螺柱的间距，制造商可以自由选择工具的直径。

注释 2 驱动尺寸取决于工具。

图 2 (接下页)

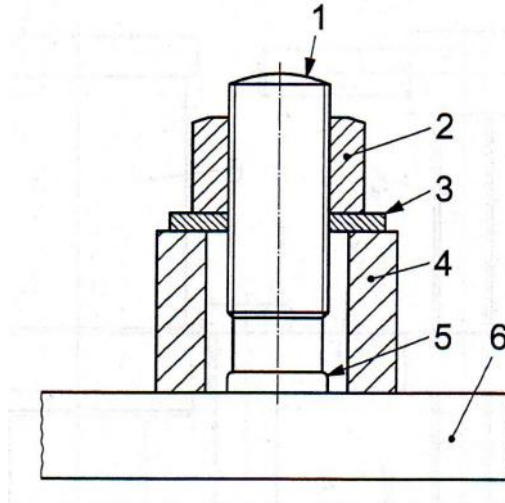
表 5-根据螺柱的直径，测量扭矩

螺柱直径 mm	扭矩 Nm
8	40
10	60
12	85

除非另有规定，应执行 12.3 中所规定的验收标准。

11.4 拉力实验

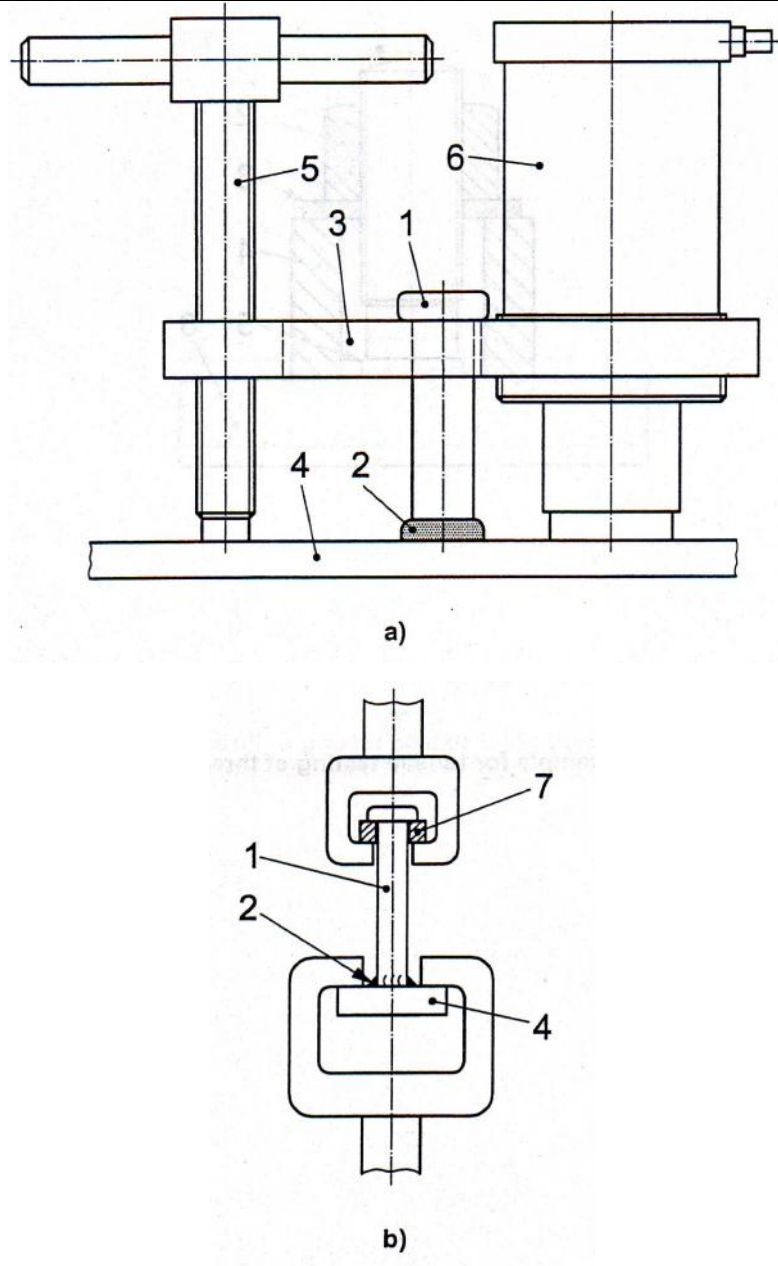
使用适合的扭力装置（见图 3、4、5）将螺柱向轴的方向拉直至其断裂为止。该实验只用于温度 ≤ 100 °C 的螺栓。



关键词

1. 螺柱
2. 螺母
3. 垫片
4. 套筒
5. 熔池
6. 焊接工件

图 3-螺纹钉拉力实验实例

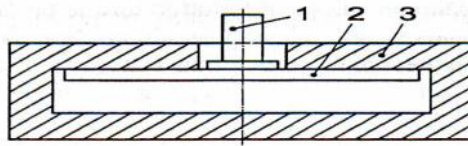


关键词

- 1、螺柱（剪力钉）
- 2、熔池
- 3、扭臂
- 4、工件
- 5、固定螺钉
- 6、液压气缸
- 7、垫片

注：垫片的硬度应达到 40-50HRC

图 4-剪力钉拉力实验实例



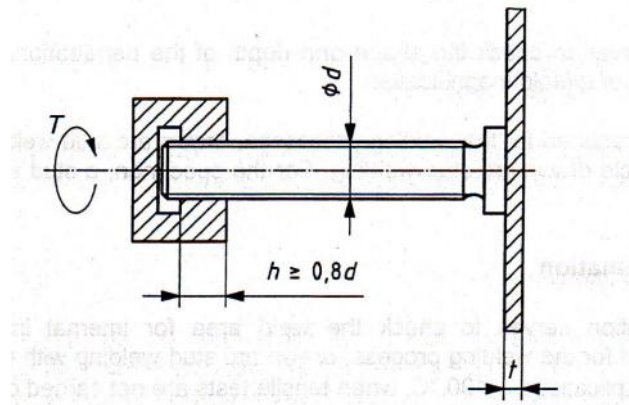
关键词

1. 螺柱
2. 工件
3. 拉力实验装置

图 5-无螺纹拉力实验实例

11.5 扭矩实验

通过对完全拧紧于螺柱上的螺帽施加扭矩“T”来检测焊接的抗力（见图 6）。



关键词

- d 螺柱直径
- h 螺母螺纹部分的长度
- t 工件的厚度
- T 扭矩

注： 碳钢板所要求的最小扭矩值详见表 6。

图 6—扭矩实验实例

表 6-碳钢板上焊接的最小扭矩值

板材的最小厚度 t mm	螺柱直径 d	扭矩 T Nm
0.7	M3	1.2
	M4	3
	M5	6
	M6	9
1.5	M8	24
	M10	46
	M12	80

11.6 粗视实验

粗视实验主要是检验成形后螺柱的形状和高度。实验评定是通过一个最大为 10 倍放大率的设备进行检测的。

粗视实验仅适用于瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接，和短周期拉弧螺柱焊接焊接工艺。关于样品的选择，可选择通过弯曲实验的螺柱。

11.7 放射性实验

放射性实验主要检测焊接区域内部的不良情况。当没有进行抗拉实验时，放射性实验仅适用于瓷环保护拉弧式螺柱焊接或 $d > 12\text{mm}$, 载荷 $\leq 100^\circ\text{C}$ 气体保护拉弧式螺柱焊接。

螺柱应在熔池的正上方进行切断。

放射性实验的操作应与 ISO17636 相一致，使用 B 级方法。

焊接不完整应符合 12.1 中规定的极限要求。

12 验收标准

12.1 总则

螺柱焊接不允许出现焊接不完整，除通过不同的实验和检测之外，焊接不完整才能被接受。

除非在应用标准或者规范中有其他要求，验收标准应符合 12.2-12.8 的要求。

如果总的质量必须符合 ISO3834-2，不良率的总区域不超过螺钉区域的 5%。任何焊接的断裂表面的焊接不完整均不得超过螺柱直径的 20%。即使对较小的焊接缺陷，缺陷的数值不得超过以毫米来计量的螺柱直径。直径少于 0.5mm 的气孔可以忽略不计。

如标准的质量要求需与 ISO3834-3 一致，则整个螺柱区域的不良率不得超过总面积的 10%。

如质量要求需与 ISO3834-4 一致，那么应规定不良率的极限。

12.2 目视检测验收标准

对于带有瓷环或气体保护的拉弧螺柱焊接以及短周期拉弧螺柱焊接，如表 A.5 第 2 至第 5 条所示以及表 A.6.第 2 至第 5 条所示的不良率是不能被验收的。

对于电容放电拉弧螺柱焊接和电容放电尖端引燃螺柱焊接，如表 A.7.第 2 至第 4 条所示的不良率是不能被验收的。

12.3 弯曲实验验收标准

如果螺柱在弯曲 30° 或 60° 之后，焊接无断裂现象则表明该焊接是成功的。

如果在受热区域产生轻微变形断裂，则应检验该材料的可焊性。（如：淬硬倾向）。

如果因螺柱的几何结构而必须预料会产生不均匀的变形（如缩头螺柱），或达不到上述螺柱弯曲的角度（如：相对于直径长度较短的螺柱、两种材质的螺柱以及屈服强度高于 355N/mm² 的螺柱），应通过其他方法来检测焊接的适宜性。应取得足够的塑性变形。

因螺纹底部产生的断裂可忽略不计。

12.4 抗拉实验检测标准

如果要求综合质量与 ISO3834-2 的标准相一致，则不允许在焊接区域出现断裂现象。

如果要求标准质量与 ISO3834-3 的标准相一致，且如果螺柱材料达到标定的抗拉强度，则仅允许在焊接区域有断裂现象。断裂表面的不良率应与 12.1 中所规定的极限相一致。

使用带法兰的螺柱和焊接工艺，如果法兰区域的非焊接面积不超过 35%，那么电容放电拉弧螺柱焊接或电容放电尖端引燃螺柱焊接在焊接区域出现断裂现象是允许的。

12.5 扭矩实验的验收标准

在没有出现焊接失败的情况下，应达到所要求的扭矩。

12.6 粗视的验收标准

对尺寸缺陷大于 12.1 中所规定的标准是不可以接受的。

如果使用温度 > 100℃，则必须在螺柱和管子之间进行充分的焊接，同时至少要留出 2mm 壁厚在管内不能熔化。万一焊接未能达到此值，则应通过计算来证明实际情况。

12.7 放射性实验的验收标准

尺寸缺陷大于 12.1 所规定的标准是不能被验收的。

12.8 附加实验验收标准

附加实验验收标准应有所规定。焊接评估时应考虑螺柱焊接工艺的特性。

如：对于硬度实验，硬度值比 ISO15614—1:2004 表 2 所规定的高是允许的。

13 工艺

焊接表面应保持干燥无压痕。当材料温度低于 0℃时，有必要进行适当的预热。由于可焊性原因，钢材的含碳量应该 $\leq 0.22\%$ 。

依照焊接工艺，应用瓷环和/或气体保护来保护或集中电弧。瓷环应根据螺柱的直径和类型进行正确选择。

具体应遵循以下几点原则：

- a) 瓷环应储存在干燥的地方；
- b) 潮湿的瓷环在使用之前应在高温下重新烘干（每小时 900℃以上）；
- c) 瓷环必须压在母材上；
- d) 螺柱必须置于瓷环的中心位置。

注：如果瓷环和螺柱的接触是倾斜或不平的，则可能导致不均匀的熔池和阻止螺柱渗入。

在特殊情况下（铝和铝合金或者镍铬钢的拉弧螺柱焊接），可能有必要使用气保护。原则上，气保护可代替瓷环（限制条件，见表 A.1）。将气体通至设备上确保气体保护均匀不紊乱。

同时，也要注意以下几点：

- 进气的螺柱边缘应予以密封；
- 在焊接开始之前，应用气体排空空气，因此，应遵守规定的预设气流时间；
- 如果焊接铝钉，进行严格的气保护是非常必要的。

14 工艺控制

14.1 总则

为保证质量，应根据螺柱焊接工艺和应用领域（见附录 B）满足各种质量要求。在生产前、生产中和生产后，都应进行实验。

各种实验方式如下：

- a) 生产实验；
- b) 简易生产实验；
- c) 生产监测；

通过运用实际生产件或运用特殊的试样来进行这些实验。这些工件应符合出生产条件。

14.2 生产性实验

14.2.1 总则

在一个或一组相同工件上进行焊接操作之前,和/或进行规定数量焊接之后,制造商应进行生产实验。焊接数量应参照相关应用标准或规定的工艺规程。

生产实验受所使用螺柱的直径、工件和设备类型的限制。

14.2.2 瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧式螺柱焊接的生产实验

至少要焊接 10 只螺柱。如果可行的话,对于设置实验和替换实验,在试样时应提供足够数量的备用螺柱。具体应执行如下测试和实验:

- a) 目视检测 (所有的螺柱)
- b) 弯曲实验 (5 只螺柱)
- c) 二只不同螺柱的粗视检测 (以螺钉的中心位置偏移 90°)。

注:对于短周期拉弧式螺柱焊接,粗视检测可代替扭矩实验 (5 只螺柱)。

应按条款 11 中的规定进行检测和评估。

生产实验的结果应以书面形式予以记录 (见附录 F)。

14.2.3 电容放电尖端引燃螺柱焊接和电容放电式拉弧螺柱焊接的生产实验

至少要焊接 10 只螺柱。如果可行的话,对于设置实验和替换实验,在试样时应提供足够数量的备用螺柱。具体应执行如下测试和实验:

- a) 目视检测 (所有螺柱);
- b) 抗拉实验 (3 只螺柱);
- c) 弯曲实验 (5 只螺柱);

应按条款 11 中的规定进行检测和评估。

生产实验的结果应以书面形式予以记录 (见附录 G)。

14.3 简易生产实验

在每次转换开始之前,制造商应进行简易生产实验。在焊接一定数量螺柱之后,也应参照相关应用标准或工艺规程进行简易生产实验。

简易生产实验的目的是检测设备是否设定正确、是否操作正确。这种简易实验需要焊接 3 只螺柱。

该简易生产实验至少包括如下检测和实验:

- a) 目视检测 (所有螺柱)
- b) 弯曲实验 (所有螺柱)

应按条款 11 中的规定进行检测和评估。

生产实验的结果应以书面形式予以记录。

14.4 生产实验或简易生产实验的再实验

如果焊接螺柱中有一只不符合要求，同一类型的另外两只螺柱可从相关测试工件中提取。如果不能进行提取，则应另外焊接相同的螺柱。

注：在生产实验中提供足够量的替换样品是非常必要的。

14.5 生产监测

14.5.1 目视检测

通常情况下，目视检测对生产监测就足够了，并且需要目测所有的焊接螺柱。

14.5.2 检查焊接参数

相关焊接参数应定期进行检查。

注：焊接参数可通过合适的机器进行监控。

14.5.3 其他非破坏性测试和实验

如果在应用标准中明确规定，可在生产监测中增加非破坏性实验。具体适合的方法如下：

- a) 检查焊接后螺栓的长度；
- b) 限定值的抗拉实验、弯曲实验和扭矩实验。

14.6 生产监测记录

制造商应保存生产监测记录。该记录包括生产实验、简易生产实验和生产监测的结果。制造商应该为每种螺柱焊接工艺保存不同的记录，并且应保证带有实验结果的记录随时可以查阅。附录 H 是一个示范性表格，可以参考运用。

14.7 不一致和纠正措施

如果存在不一致的焊接迹象，例如：多气孔、熔池不完整或不均匀，或一只螺柱的长度不符合要求，需对该螺柱进行弯曲实验（ 15° ）或抗拉实验（仅限规定的强度）。如果在实验过程中，螺柱的焊接不符合规定要求，那么如果可行的话，应在出现不合格螺柱之前或之后再对三只螺柱进行弯曲或拉力实验。

如果在实验中，还有一只螺柱不符合标准，那么在同一工件上必须对所有螺柱进行焊接实验。纠正措施必须应用于所有不合格的焊接螺柱。必要时，可去除不良的焊接螺柱或重复焊接，或运用适当的焊接工艺予以纠正。在单独情形下，可以用其他合适的焊接工艺代替该螺柱焊接工艺。依据螺柱的直径，角焊缝应达到计算的临界截面。

注：有时，不良螺柱不需要去除，但可用其他螺柱来代替。

可选择的焊接工艺应与 ISO15614-1 或 ISO15614-2 的要求相一致, 并且焊接操作人员应符合 ISO9606-1 或 9606-2 的要求。

所有予以纠正和替换的螺柱需要按焊接工艺规程的要求进行实验。

另外, 应采取措施确保影响螺柱焊接的不利因素得以鉴别并进行补正。

14.8 检测和实验器材的校准

在要求综合质量与 ISO3834-2 相一致的情况下, 制造商应对检验、测量和实验等设备的进行校准。所有设备应当在规定的的时间间隔范围内进行控制和校准 (见 ISO17662)。见附录 B。

注: 在运用拉弧螺柱焊接工艺时, 该校准工作特别注意于电流强度和焊接时间的测量。

附录(A)

(资料性附录)
螺柱焊接工艺

A.1 总则

本附录对螺柱焊接的合格生产和控制提供总的指导。

在螺柱焊接过程中，在螺柱表面和工件之间产生电弧，螺柱头部和工件表面熔化，然后，螺柱和工件熔合在一起。根据点火方法的性质，可分为拉弧螺柱焊接和储能接触螺柱焊接。

每种方法均需要有适当的电源、启动装置、螺柱和配件（如：瓷环）。螺柱焊接的特点是极短的电弧燃烧时间（大约 0.5ms-3000ms）和伴随的快速受热与冷却。通常情况下，储能螺柱焊接的螺柱直径可以达到 10mm，拉弧螺柱焊接的螺柱直径可达到 25mm。

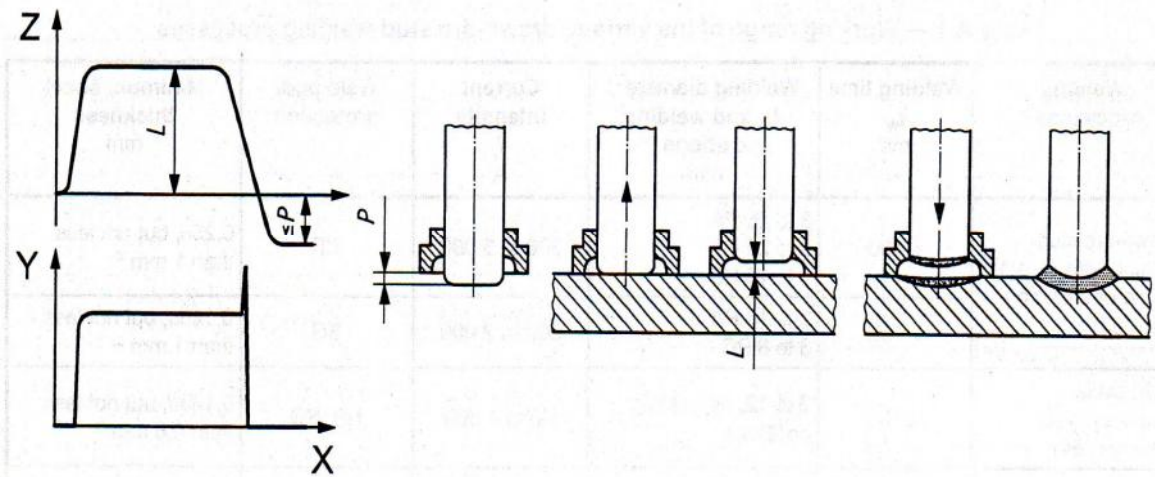
A.2 焊接工艺

A.2.1 拉弧螺柱焊接

A.2.1.1 总则

拉弧螺柱焊接可通过运用焊枪机械或自动进行操作。将螺柱装入夹头放置在工件上（如有必要可配置适当规格的瓷环）。焊接开始时，通过机械装置提升螺柱，通常情况下，首先在螺柱凸台和工件之间产生引弧，然后产生主弧，从而使螺柱凸台向工件渗透并导致螺柱和工件的熔合，当焊接时间消逝，螺柱通过一种较小的压力（<100N）融入熔池。然后关闭电源，去除瓷环。

图 A.1 显示瓷环焊接的过程顺序，。



关键词

L 提升

P 伸出

X 时间

Y 电流

Z 螺柱运动

图 A.1—拉弧螺柱焊接螺柱的移动

A.2.1.2 拉弧螺柱焊接工艺的方法

三种焊接工艺方法的区别（详见图 A.1）

- a) 瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接（783）。通常情况下，此工艺的焊接直径范围为 3mm-35mm 螺柱，焊接时间为 100ms-3000ms。通常使用瓷环保护或气保护进行焊接，或瓷环保护或气保护都使用，或者在特殊情况下不使用熔池保护。大多数情况下都使用这种方法。瓷环保护的板材最薄厚度为 $0.25d$ ，气保护的板材厚度为 $0.125d$ ，但不得小于 1mm。
- b) 短周期拉弧螺柱焊接（784）。焊接时间 $\leq 100\text{ms}$ 。该工艺适合最大螺柱直径达 12mm，焊接直径范围大约在 8mm-12mm 之间，应使用气体保护以避免形成气孔。对于铝钉，应使用气体保护。如果溶解范围很窄输入热量适中，则可将直径达到 12mm 的螺柱焊接在薄板上。对于直径达 9mm 的碳钢螺柱，在没有焊接熔池保护的情况下，对被称之为铆锻法兰钉的螺柱频繁进行操作，尽管在焊接区域出现气孔，但相比无法兰的螺柱而言能提供更大的焊接范围，并比无螺纹螺柱能达到更高的抗拉力。薄板的最薄厚度为 $0.125d$ ，但不得小于 0.6mm。
- c) 储能拉弧螺柱焊接（785）。使用储能电源可得到非常短的焊接时间（ $< 10\text{ms}$ ）。焊接直径范围为 3mm-10mm。薄板的最薄厚度为 $0.1d$ ，但不得小于 0.5mm。焊接工艺与短周期拉弧螺柱焊接相似，但是最高电流可达到 4000A。

各种拉弧螺柱焊接的工作范围详见表 A.1

表 A.1—各种拉弧螺柱焊接工艺的工作范围

焊接工艺 a	焊接时间 t_w ms	焊接直径 d_w 和 焊接位置 b mm	电流强度 I A	焊接熔池保 护	板材的最 薄厚度 mm
瓷环保护或 气体保护拉 弧螺柱焊接 (783)	>100	3-25PA 3-20PE 3-16PC	300-3000	CF	0.25d,但不小于 1mm c
	>100	3-16PA 3-8PC	300-2000	SG	0.125d,但不小于 1mm c
短周期拉弧 螺柱焊接 (784)	<100	3-12,所有的焊接 位置	最高 1800	NP,SG	0.125d,但不上于 0.6mm c
储能拉弧螺 柱焊接 (785)	<10	3-10,所有的焊接 位置	最高 4000	NP, (SG)	0.1d,但是不小于 0.5mm c
a 与 ISO4063 相一致。 b 与 ISO6947 相一致。 c 板材的最薄厚度应避免因穿透板材而引起燃烧的危险。其他应用要求可能是更大的厚度。					

当运用高能焊接工艺（狭窄的熔化区域）、短周期焊接工艺或储能焊接工艺时，螺钉的凸台应与工件上熔合穿透形状相匹配，并且有适当的锥度（如：166° 锥角）

A.2.1.3 焊接熔池保护

以焊接熔池保护为基础的不同焊接方法的区别。

a) 瓷环（**CF**）。瓷环有许多功能：

—在足够电流强度的条件下，通过在燃烧处产生金属蒸汽而保护焊接熔池。

—集中和稳定焊弧，从而减少偏弧。

—在焊接熔池形成一个替换的焊接池和焊接池的支撑物。

此外，它能保护操作者避免受到电弧和焊渣的伤害。一只瓷环仅运用于一次焊接，并在熔化的金属液凝固后予以去除。

b) 保护气体（**SG**）。在带气保护焊接的情况下，通过用外部供应的保护气体来替换电弧区域的空气从而大大减少气孔的形成。对于碳钢铁材质和大部分其他金属材料，普遍使用由氩气和二氧化碳（ISO14175-M21）组成的混合气体。对于铝材和铝合金材质，普遍使用的是纯氩气 Ar99.99(ISO14175-11)或氩氦混合气体（ISO14175-13）。

保护气体能影响电弧以及影响螺柱和工件的熔化。同时通过表面张力，它也会影响焊接熔池的形状和渗透形状。它的基本原理是：根据 ISO6947 的要求，在焊接时间 >100ms 时焊接位置 PA 应是完好的。备用瓷环也可以被用于提高熔池的形状和将电弧限定在工件的最近区域。

c) 无保护焊接（**NP**）。没有任何保护的螺柱焊接仅可运用于直径较小且焊接时间较短的螺柱焊接（<10ms）。这种焊接方法的缺点是焊接区域氧化严重、形成气孔以及焊接熔池不规则。

A.2.2 电容放电尖端引燃螺柱焊接 (786)

电容放电尖端引燃螺柱焊接的两种焊接方式：接触式和间隙式。

表 A.2—电容放电尖端引燃螺柱焊接的焊接特点

方式	焊接工艺 ^a	焊接直径 d_w mm	最高电流 \approx IA	焊接时间 \approx ms	弹簧 弹力 \approx N	融入 速度 \approx m/s	点燃	典型 应用
接触式	786	0.8-10	5000	1-3	根据活 塞的面 积 60-100	0.5-0 .7	总是 正确	焊接纯碳钢和合 金碳钢，经电镀 或油渍表面的钢 材
间隙式	786	0.8-10 (铝钉 最高为 6)	10000	0.5-2	40-60	0.5-1 铝钉 1-1.5	绝大多 数是正 确的， 可提前 点火	铝材和铜材的焊 接
^a α 与 ISO4063 标准相一致								

接触式焊接，将螺柱插入夹头中{详见图 A.2a}，并将凸台直接定位在工件表面（详见图 A.2b）。通过焊枪中的弹簧将螺柱压至金属工件表面。当接通电容器电源时，凸台突然放电且部分汽化，从而产生电弧（见图 A.2c）。螺柱不断地向金属板推进并且最终熔化凝固见图 A.2d）。焊接时间 $\leq 3\text{ms}$ 。

间隙式焊接工艺与上述描述方法的不同在于：在焊接开始之前，螺柱被提升至离工件规定且可调节的距离处。（见图 A.2.a）。

当储能电容放电时，螺柱加速向金属工件表面推进，并且继续执行如上述接触式焊接工艺的焊接工序（见图 A.2b），A.2c）和 A.2d）。焊接大约需要 1ms 的时间。除此以外，可不用气保护对铝钉和铝合金钉进行焊接。

建议焊接板材的厚度 $\geq 0.1d$ 但是不能小于 0.5mm

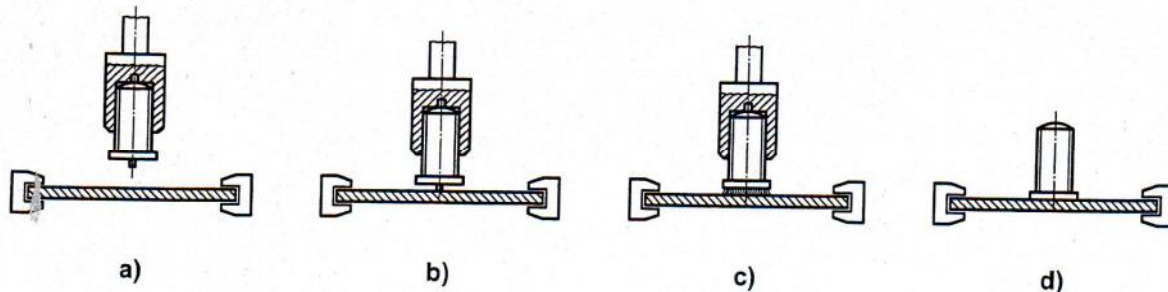


图 A.2-电容放电式尖端引燃螺柱焊接-焊接过程的主要阶段

A.2.3 工件

A.2.3.1 总则

主弧的作用是导致螺柱和工件的熔化，并且在焊缝形成时产生金属熔合。此现象在各种焊接工艺中是不同的。一般来说，螺柱的熔化比工件熔化得要多。工件上的焊接面积通常比螺柱的横截面要大。因此，从焊接至螺柱成形的转化过程中，需要特别注意焊接强度和变形的特性。工件的表面需要非常干净。喷漆层、锈渍、剥落层、油渍和非可焊金属层应在从焊接处予以去除。这可通过机械或者化学方法进行处理。工件的剥落层和锈渍层应被彻底打磨干净。焊接表面处理应在 WPS 中予以规定。当焊接时间较短时（ $<50\text{ms}$ ），表面应倍加注意清洁。

A.2.3.2 瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接的母材

此类型螺柱焊接的工件的信息详见表 A.3。

运用其他等级钢材和别的材料进行拉弧螺柱焊接是允许的（如：无铅铜）。在这种情况下，应按条款 11 的规定进行一些附加实验。

A.2.3.3 电容放电式拉弧螺柱焊接和电容放电尖端引燃螺柱焊接的工件

此类型螺柱焊接的工件的信息，详见表 A.4。

运用其他材料进行焊接也是允许的。在此种情况下，可按条款 11 的规定进行一些选择性和附加实验。

A.2.4.1 螺柱

A.2.4.1 螺柱的材料

螺柱的材料详见 ISO13918--表 2

A.2.4.2 螺柱的形状

螺柱焊接区域外的形状可以自由选择。根据焊接工艺和材质的要求（见 ISO13918），螺柱凸台的形状有所不同。

A2.5 螺柱材料和工件的结合

各种材料的可焊性以及螺柱材料和工件的推荐融合情况应依据螺柱焊接工艺的情况有所不同。该融合详见表 A.3 和表 A.4。

其他融合焊接也是可以的，但是应确保按焊接工艺规程所要求的可焊性。

表 A.3-瓷环保护和气保护拉弧螺柱焊接螺柱和工件典型性融合的可焊性

螺柱材料	工件			
	ISO/TR 15608 材料族 1 和 2.1	ISO/TR 15608 材料族 2.2, 3-6	ISO/TR 15608 材料族 8 和 10	ISO/TR 15608 材料族 21 和 22
S235 4.8 (可焊接的) 16Mo3	对任何应用情况都有很高的可焊性 a	在限定的范围内有可焊性 b	在限定的范围内有可焊性 b, c	没有可焊性
1.4742/X10CrAL18 1.4762/X10CrAL24	在限定的范围内有可焊性 d	在限定的范围内有可焊性 d	在限定的范围内有可焊性 d	没有焊性
1.4828/X15CrNiSi20 1.4828/X20CrNiSi25-4	在限定的范围内有可焊性 d	在限定的范围内有可焊性 d	在限定的范围内有可焊性 d	没有焊性
1.4301/X5CrNi18-10 1.4303/X5CrNi18-12 1.4401/X5CrNiMo17-12-2 1.4529/X1NiCrMoCuN25-20-7 1.4541/X6CrNiTi18-10 1.4571/X5CrNiMoTi17-12-2	在限定的范围内可以焊接 b / 对任何应用情况都有很高的可焊性 a, e	在限定的范围内有可焊性 d	对任何应用情况都有很高的可焊性 a	没有可性
EN AW-AlMg3/EN AW-5754 EN AW-AlMg5/EN AW-5019	没有可焊性	没有可焊性	没有可焊性	在限定的范围内有可焊性 b
a 如：关于力的传递 b 关于力的传递 c 仅适合于短周期拉弧螺柱焊接 d 仅针对热传递 e 直径达 12mm 和气体保护				

表 A.4-电容放电式尖端引燃螺柱焊接和电容放电式拉弧螺柱焊接的螺柱和工件的典型性融合的可焊性

螺柱材料	工件			
	ISO/TR 15608 材料族 1-6 和 11.1	ISO/TR 15608 材料族 1-6, 11.1 和电镀及 镀金属钢板, 镀 层最大厚度 25um	ISO/TR 15608 材料族 8	ISO/TR 15608 材料族 21 和 22
S235 4.8 (可焊接的)	对任何应用情况 都有很高的可焊 性 a	在限定的范围 内有可焊性 d	对任何应用情 况都有很高的 可焊性 a	没有可焊 性
1.4301 1.4303	对任何应用情况 都有很高的可焊 性 a	在限定的范围 内有可焊性 d	对任何应用情 况都有很高的 可焊性 a	没有可焊 性
CuZn37 (没有相应的 ISO 标准)	在限定的范围 内有可焊接性 b	在限定的范围 内有可焊性 d	对任何应用情 况都有很高的 可焊性 a	没有可焊 性
EN AW-Al99.5	没有可焊性	没有可焊性	没有可焊性	在限定的 范围内有 可焊性 d
EN AW-AlMg3	没有可焊性	没有可焊性	没有可焊性	对任何应 用情况都 有很高的 可焊性 a 都有很高 的可焊接 性 a
a 例如: 关于力的传递 b 关于力的传递				

A.2.6 焊接缺陷和校正方法

焊接缺陷和校正方法详见表 A5、A6、A7 和 A8

表 A.5-瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接的缺陷和校正方法

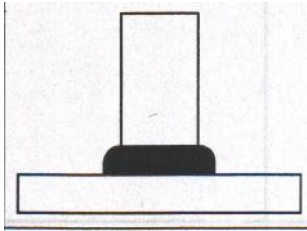
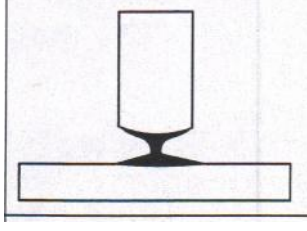
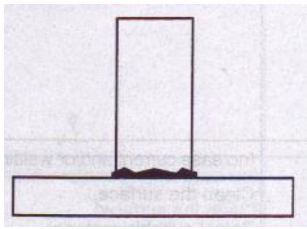
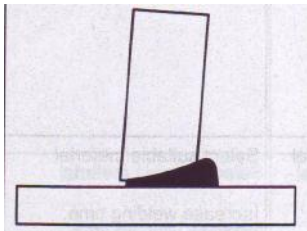
序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
外观检验			
1	焊封余高规则，光结和完整，焊接后长度在公差范围内 	正确的焊接参数	不需要
2	焊接直径减小，螺柱长度过长 	不适合渗入工件或提升高度 不对中 焊接能量过高 减震频繁	增加伸出值（渗入）和提升值 检查瓷环对中 减少电流和/或时间 减少减震器的减震次数
3	焊接直径减小，不规则和浅灰色焊缝余高，螺柱长度过长。 	焊接能量太低 耐熔陶瓷环受潮 提升太小	增加电流和/或时间 在炉中将陶瓷环干燥 增加提升值
4	焊缝余高离开中心，焊缝咬边 	偏弧效应 陶瓷环定心不正确	详见表 A.8 提高定心的正确性

表 A.5(接上页)

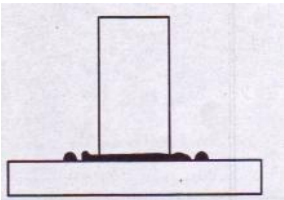
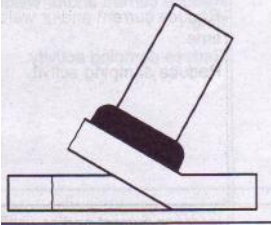
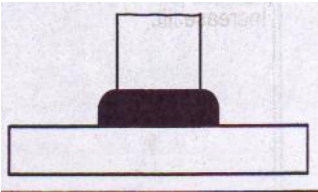
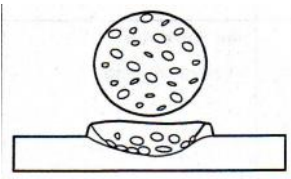
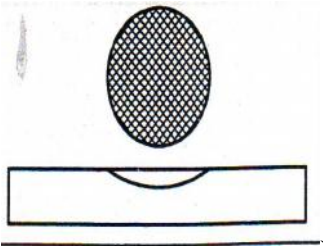
序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
外观检验			
5	焊缝余高减少， 光泽有大量的侧向喷射 焊接后螺柱长度太短 	焊接参数过高 渗入工件速度太高	减少电流和/或焊接时间 调整渗入工件速度与焊枪阻尼器
破坏检验			
6	母材撕裂 	正确的焊接参数	不用校正
7	适当变形后破坏在焊缝余高 	正确的焊接参数	不用校正
8	撕裂在焊缝内 高的气孔率 	焊接参数太低 焊接表面不清洁 材料不适合螺柱焊	增加电流和/或时间 清洁工件表面 选择合适的焊接材料
9	破坏在热影区 浅灰色的破坏表面没有适当的变形 	母材含碳量太高 冷却速度过快	选择合适的焊接材料 增加焊接时间 可进行必要的预热

表 A.5(接上页)

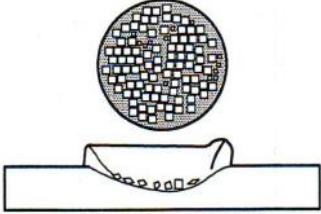
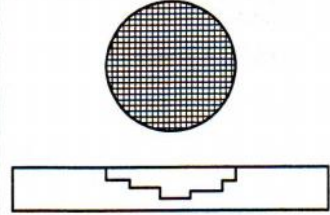
序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
破坏检验			
10	破坏在焊缝处 光泽的外形 	螺柱焊剂含量太高 焊接时间太短	减少焊剂含量 增加焊接时间,
11	母材网格状撕裂 	非金属夹杂物在母材内 母材不适合螺柱焊	选择韧性尽可能 好的母材

表 A.6-短周期拉弧螺柱焊接的缺陷和校正方法

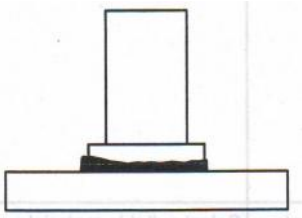
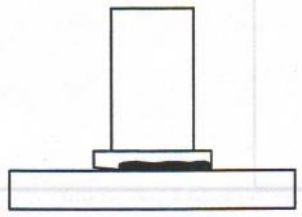
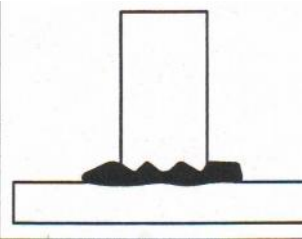
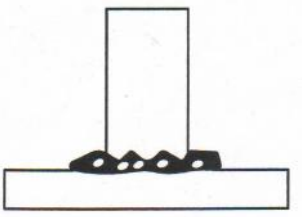

序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
外观检测			
1	规则的焊缝余高，没有看到缺陷 	正确的焊接参数	不需要
2	局部的焊缝 	焊接参数太低 极性不正确	增加电流和/或焊接时间 校正极性
3	大的不规则焊接余高 	焊接时间太长	减少焊接时间
4	在焊缝余高内有气孔 	焊接时间太长 电流太低 焊接熔池氧化 表面不清洁	减少焊接时间 增加焊接电流 提供合适的保护气体 清洁表面
5	焊缝余高离开中心 	电弧偏吹效应	见图 A.8

表 A.6(接上页)

序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
目测			
6	母材撕裂 	正确的焊接参数	不用校正
7	适当变形后破坏焊缝余高 	正确的焊接参数	不用校正
8	破坏在热影区 	母材的含碳量太高 母材不适合螺柱焊	校验母材
9	熔透不够 	热输入太低 焊接极性不正确	增加热输入 校正焊接极性

表 A.7-拉弧螺柱焊接及电容放电尖端引燃螺柱焊接的缺陷和校正方法

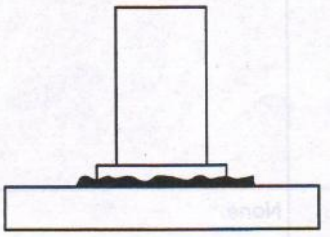
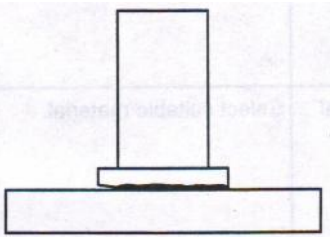
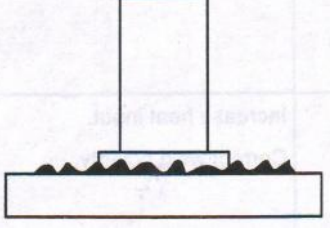
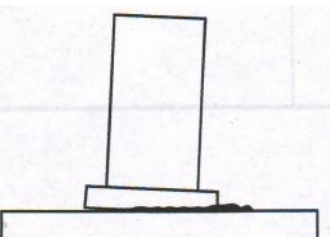
序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
外观检测			
1	围绕焊接接头小的飞溅没有外观缺陷 	正确的焊接参数	不需要校正
2	在法兰盘和母材之间有间隙 	不适合的功率 弹簧压力太低 母材金属不适合的支撑	增加功率 校正弹簧压力 提供适合的支撑
3	焊缝周围有很多的焊渣 	功率太高与不适合的弹簧压力	减少功率 增加弹簧压力
4	焊接飞溅偏离中心并切底 	偏弧的影响	见表 A.8

表 A.7 (接上页)

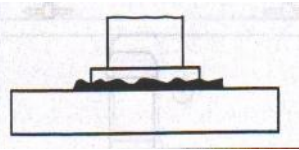
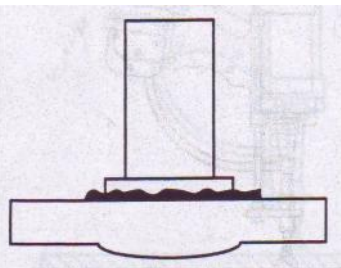
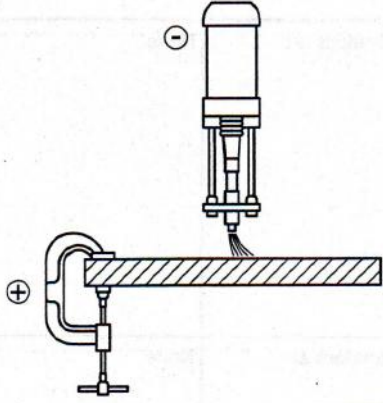
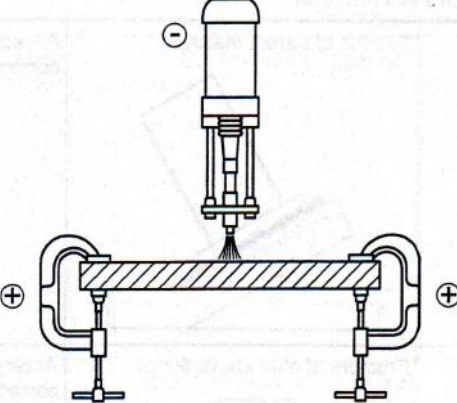
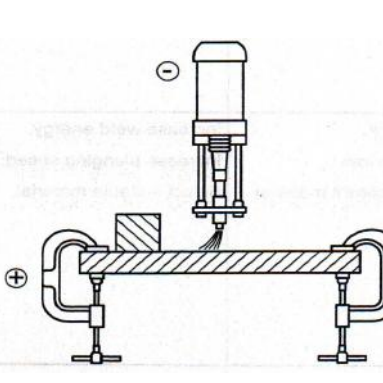
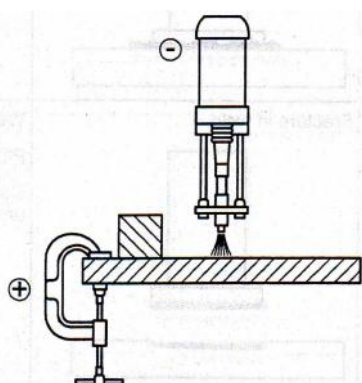
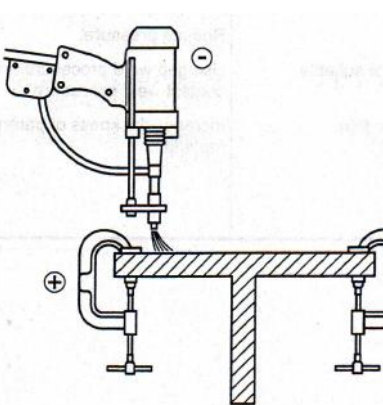
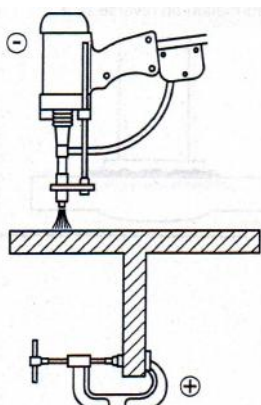
序号	一般的外形	可能的原因	校正方法
破坏检验			
5	母材撕裂 	可验收 (正确的焊接参数)	不用校正
6	螺钉法兰盘上方断裂 	可验收 (正确的焊接参数)	不用校正
7	破坏在焊缝处 	不适合的功率 不适合的压力 螺钉/母材组合不相称	增加功率 增加压力 选择合适的材料
8	焊接后工件反面变形 	功率太高 压力太大 焊接方法不合适 不相称的母材太薄	减少功率 降低压力 使用有引燃间隙方法不用直接接触方法 增加母材厚度

表 A.8-偏弧效应和可行的纠正措施

序号	故障	纠正措施
A		
B		
C		
<p>注：偏弧与电流强度是成比例的，并且受接地钳的对称接地的影响，或在焊枪配有外接焊接电缆的情况下，受焊枪在垂直于轴的方向旋转的影响。偏弧会导致一侧产生熔化并在焊接材料中增加气孔的数量，但是可通过运用不同的合适补救措施来予以减少。</p>		

A.2.7 瓷环保护或气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接

A.2.7.1 焊接设备

A.2.7.1.1 总则

焊接设备包括电源、控制器、可移动夹具和焊接电缆。

A.2.7.1.2 电源

电源是提供直接电源的整流器或变流器，并且适合于进行简易和高负荷运行。在使用最大标准螺钉的条件下，最大电流强度大约为 2500A。工作（负载）循环率为 3%-10%。换句话说，即使是高电流的情况下，系统仍相对较轻便并且紧凑。空载电压为 70V-100V，且应符合 IEC60974-1 的规定。

注：其作用是在整个电流强度范围之内，保证电流强度能够持续进行调节，尤其对持续稳定的系统电流控制更为重要。

A.2.7.1.3 控制器

控制器应按期望的焊接时间要求进行转换焊接电流。它们也控制焊枪的移动。在大多数系统中，电源和控制器是组合在一起的。（紧凑焊接系统）。

A.2.7.1.4 可移动夹具

可移动夹具要么是手动焊枪，要么是自动焊枪。自动焊枪更适合螺柱的自动进给，并且它是牢牢固定在框架上的。

可移动夹具由以下部分组成：

a) 驱动器。该驱动器在有夹具支撑的情况下，在电弧产生时提升螺柱，并且在电弧产生期间保证提升处在稳定不变的高度；

注释 1：在大多数情况下，驱动器电磁的。

b) 弹簧。在焊接周期结束之后，弹簧将螺柱推进且渗透于熔池中；

c) 有些焊枪装有液压缓冲器或气动缓冲器以减少渗透速度；

注释 2：在特殊情况下，当螺钉直径超过 14mm，应配备一只缓冲器。

d) 紧固夹具。该夹具将螺钉固定在焊接位置并将电流传至焊接螺柱。

e) 支撑夹具，吸收（缓冲）压下的反作用力

注释 3：就手动焊枪而言，支撑夹具能将瓷环进行中心定位或将螺柱定位在工件上（如：通过靠止或模板），要么直接通过机械的方式进行支撑，要么通过电子控制的控制的方式进行支撑。

f) 就自动送料焊枪而言，螺柱需要一个料斗和一个定位装置。

注释 4：在大多数情况下，定位装置是气动的。

更换紧固夹具(有时是夹具的一些零部件)能使一个可移动的夹具适用于不同尺寸的螺柱中。

可移动夹具是一个电动工具。为了避免与电压、热量和电弧所造成的危险，因此，应遵守相关的安全规定。

A.2.7.1.5 焊接电缆

焊接电缆应符合 ISO5828 标准并且进行度量从而避免不允许从事的过热操作。对于直径为 12mm 的螺柱，建议使用 50m² 的电缆线。对于直径为 20mm 螺柱，建议使用横截面至少 70 m² 的电缆线。对于直径较大的螺柱，建议使用横截面为 120 m² 的电缆线。电缆并且特别是电缆的所有接点应经常检查是否有损坏，损坏的系统零部件应更换。

A.2.7.2 焊接参数

A.2.7.2.1 极性

当焊接碳钢螺钉时，螺钉连接至负极上，工件连接至正极上。对于特殊金属，如：铝、铝合金和铜，相反极性证明是可行的。

A.2.7.2.2 焊接电流

根据螺钉的尺寸，焊接电流大约处于 300A-3000A 之间。瓷环保护和非铝合金气保护拉弧螺柱焊接，正确的电流可根据公式 (A.1) 和(A.2)估算出来：

$$I(A)=80Xd(mm)\text{-直径大约为 } 16\text{mm 的螺柱} \quad (A.1)$$

$$I(A)=90Xd(mm)\text{-直径超过 } 16\text{mm 的螺柱} \quad (A.2)$$

通常情况下,对于不锈钢螺柱而言,所选择的焊接电流大约要减低 10%。

对于短周期拉弧螺柱焊接，电流的设置应尽可能的高（600A-1800A，取决于电源的尺寸。）

A.2.7.2.3 电弧电压

电弧电压主要取决于提升高度和焊接电流。电压值位于 20V-40V 是正常的。表面有杂质，如：油渍或油污，增加在正常状态下的电弧电压，同时减少惰性气体。

A.2.7.2.4 焊接时间

瓷环保护或气体保护的拉弧螺柱焊接，焊接时间可根据公式 (A.3) 和 (A.4) 估算出来：

$$t_w (s) = 0.02xd (mm) \text{-适合于直径为 } 12\text{mm 的螺柱} \quad (A.3)$$

$$t_w (s) = 0.04xd (mm) \text{-适合于直径超过 } 12\text{mm 的螺柱} \quad (A.4)$$

将给定值应用焊接位置 PA 处进行焊接。在焊接位置 PC 的焊接，焊接时间应该减少，应与 ISO6947 相一致。

在焊接短周期螺栓时，焊接时间应少于 100ms。它不仅仅取决于与焊接螺柱的直径，而且取决于可行的电流强度。在没有焊接熔池保护的情况下，应尽可能的缩短焊接时间。

A.2.7.2.5 提升

提升值大约在 1.5mm 至 8mm 之间并与螺柱的直径成比例。在表面（例如：穿透焊接法）有镀层的情况下，提升值比正常情况下要大。较大的提升值能增加电弧长度和电弧电压。电磁偏弧也将会增加（偏弧）。

A.2.7.2.6 伸出

通常情况下，伸出值为 1mm 至 8mm 并与螺柱的直径成比例。它也取决于期望的焊接熔池形状、螺柱根部的形状和（带瓷环焊接时）瓷环周围熔池的面积。

A.2.7.2.7 渗透速度

对于直径达 14mm 的螺栓，渗透速度应大约为 200mm/s，而对于直径较大的螺柱，渗透速度应大约为 100mm/s，以此防止焊接熔液飞溅。在可移动夹具没有缓冲器的情况下，渗透速度应与伸出值成比例。

A. 2. 8 电容放电式拉弧螺柱焊接和电容放电式尖端引燃螺柱焊接

A.2.8.1 焊接设备

A.2.8.1.1 总则

焊接设备包括电源、合成充电控制器、可移动夹具和焊接电缆。

A.2.8.1.2 电源

电源是由一个容量大约在 12mF 和 150mF 之间的电容器组合成的。有时电容容量是逐步调节的。充电电压将达到大约 200V 并需要按照 IEC60974-1 的标准配备一只安全开关。在大多数条件下，充电电压可以持续进行调节。

拉弧储能电源在焊接电路中有一只附加线圈装置保证 6ms-10ms 的焊接时间。

在每次焊接操作之前，电容器应充电至所需的电压。焊接的最大次序取决于充电速度。对于手动操作电源，每小时大约能焊接 500 个螺柱；对于自动方式进行焊接，每小时可以焊接 3500 个螺柱。

A.2.8.1.3 可移动夹具

可移动夹具是指手动或自动焊枪。自动焊枪更适合于自动送料螺柱焊接并牢固连接至框架上。应用拉弧焊接方法进行焊接，通过提升螺柱产生电弧。应用电容放电方式进行焊接，电磁驱动器在螺柱与工件之间产生间隙，在凸台与工件接触时产生电火花。可移动夹具的设计取决于是否用拉弧或者储能的方法引弧。可移动夹具有如下部分组成：

a) 驱动器。该驱动器在有夹具支撑的情况下，在电弧产生时提升螺柱，并且在电弧产生期间保证提升稳定的高度；

注释 1: 在大多数情况下，驱动器是电磁的。

- b) 弹簧。在焊接周期结束之后，弹簧将螺柱推进且渗透于熔池中；
- c) 一只夹具，将螺柱安装在焊接位置并将电流传至螺柱；
- d) 一个支撑夹具，吸收压入力的反作用力；

注释 2：在使用手动焊枪的情况下，支撑夹具能将螺柱定位至工件上（如：通过靠止或者模板）。支撑可直接通过机械运作或通过电子方式进行控制。

- e) 在使用自动送料焊枪，应有一只进料斗和螺柱定位装置。

注释 3：在大多数情况下，定位装置是气动的。

在使用可移动夹具焊接带凸台的螺柱时，电磁驱动装置并不是绝对必须的，手动拉紧弹簧也可以产生必要的引弧间隙。

更换固定夹具能使可移动夹具适用于不同尺寸的螺柱。

可移动夹具是一把电动工具。为了避免出现电压的危险、热量和电弧所造成的危险，应当遵守适当的安全规定。

A.2.8.1.4 焊接电缆

焊接电缆的使用应按照 ISO5828 的要求。通常情况下，焊接电缆的截面积为 25mm² 到 70mm²。由于峰值电流和相关电压下降，他们的长度应尽可能的短。将焊接电缆绕成线圈，从而增加电感量，这将交替减少焊接电流，但是将增加焊接时间。

A.2.8.2 焊接参数

A.2.8.2.1 极性

通常情况下，螺柱连接至负极，工件连接至正极。相反的极性连接使用于铜和铝合金材料的焊接。

A.2.8.2.2 焊接电流

峰值电流位于 1000A 至 10000A 之间，并取决于充电电压、电容和焊接电缆的电感量和支流电阻。

A.2.8.2.3 焊接时间

不能直接选择焊接时间。依据所存储的能量和焊接电路的电流感应，焊接时间为 1ms-3ms(储能式)，或 3 ms-10ms（拉弧式）。对于有涂层的焊接需要社顶较长点的焊接时间进行焊接，这样可更好的去氧。

A.2.8.2.4 充电能量

连同电容，充电能量取决于充电电压。计算公式 (A.5)：

$$W=0.5XCxU^2$$

充电能量应随焊接螺钉的横截面增加而增加。

A.2.8.2.5 渗透速度

通常情况下，渗透速度是由弹簧和运动机件的面积来决定的。根据可移动夹具，操作者可以改变弹簧的弹力。渗透速度大约为 0.5m/s-1.5m/s（有时长一些）。在使用凸台储能焊接方法时，凸台的长度直接决定焊接时间。因此，有必要将渗透速度一直限制在规定的范围，从而获得持续稳定的质量。

附录(B)
(资料性附录)

螺柱焊接质量要求

螺柱焊接质量要求参见表 B.1

表 B.1-螺柱焊接的质量要求

ISO 3834-2, ISO3834-3 或 ISO 3834-4 中螺柱焊 接的质量要求	总的质量要求应符合 ISO 3834-2	标准质量要求应符合 ISO 3834-3	基本质量要求应符合 ISO 3834-4
应用领域(除其他明确规 定)	受疲劳负载支配的结构	受指定静负载支配的结 构	受未指定静负载支配的 结构
焊接协调人员的技术 知识	具备条款 6.2 所规定的基本知识		不要求条款 6.2 所规定的 知识
质量记录	与条款 14.6 的要求相一致的产品监测记录		不要求与条款 14.6 相一 致的产品监测记录
pWPS 的鉴定方法	焊接工艺实验应与条款 10.2 的要求相一致或试生产 实验应与条款 10.3 的要求相一致		过去的经验应与条款 10.4 的要求相一致
检测设备和实验设备的 校准	与条款 14.8 相一致的程 序应是可行的	不要求与条款 14.8 的规定相一致	
过程控制	生产实验应与条款 14.2 的要求相一致;简易生产实 验应与条款 14.3 的要求相一致;生产监测应与条款 14.5 相一致		简易生产实验应与条款 14.3 的要求相一致,生产 监测应与 14.5 相一致

附录(C) (资料性附录)

制造商的焊接工艺规程

制造商的焊接工艺	检验人员或检验
参考编号:	参考编号:
制造商:	焊接工艺:
焊接工艺质量记录编号:	清洁方法
工件:	工件的表面状况:
工件的厚度(mm):	螺柱设计:
预设温度(°C)	螺柱直径:
保护气体和气体流量:	
瓷环设计:	是否使用减震器: yes no
重新烘烤瓷环:.....h	
电源:	控制器:
焊枪:	焊接位置:

瓷环保护或 气体保护拉 弧螺柱焊接 和短周期拉 弧螺柱焊接	焊接电流 (A)	焊接时间 (s)	伸出值 (mm)	提升高度 (mm)	备注

电容放电式 尖端螺柱焊 接和电容放 电拉弧螺柱 焊接	间隙 (mm)	充电电压 (V)	电容 (mF)	弹簧弹力 (N) 或渗透速度 (mm/s)	备注

其他说明:

.....

.....

制造商:	检验员或检验机构
(名称、日期和签名)	(姓名、日期和签名)

附录(D)
(资料性附录)

焊接工艺鉴定记录(WPQR) (瓷环和气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接)

焊接工艺鉴定-实验证明

制造商: 检验员和检验机构:
地址: 编码/实验标准:
焊接日期:

制造商的焊接工艺

参考编号: 操作员姓名:
鉴定范围
螺柱焊接工艺: 螺柱直径 (mm):
螺柱材料: 螺柱长度 (mm):
工件: 螺柱设计:
工件厚度 (mm): 使用温度 100 使用温度 > 100
瓷环设计: 是否使用减震器: yes no
重新烘烤瓷环:h 电源:
焊接位置: 焊枪:
预热温度(): 控制器:
气体保护和气体流量:

其他信息: _____

焊接电流 (安培)	焊接时间 (秒)	伸出值 (mm)	提升高度 (mm)	备注

证明焊接实验准备-、焊接和焊接测试应符合上述编码/实验标准的要求

地点: 鉴定日期: 检验员或检验机构:
.....
(姓名、日期和签名)

制造商的焊接工艺
参考编码:

检验员或检验机构:
参考编码:

使用温度 ≤ 100°C 使用温度 > 100°C

缩略词:

- us unequal spatters 焊缝不均匀
- is incomplete spatter ring 焊缝不完整
- 201-2×3 2 pores of 3mm diameter (example)
(如: 201-2×3 表示直径为 3mm 的 2 个气孔)
- nf no fracture 无裂缝
- wf fracture in weld 焊缝
- sf fracture in stud 螺柱脱焊
- 400-10 non-welded fracture area in % (e.g. 10%) 无焊缝区域百分比 (例如: 10%)
- 100 crack 裂痕
- 400 lack of fusion 未熔合

- no no objections 无缺陷
- a acceptable 可验收
- na not acceptable 不可验收

注: 数字 100 和 400 请查阅 ISO6520-1。

1) 目视检测

注释: _____ 评定: _____

2) 弯曲实验

弯曲实验 (使用温度 ≤ 100°C) / 用扭力扳手进行扭力实验 (使用温度 > 100°C)

样钉数	弯曲角度/弯(曲)矩 Nm	裂缝位置	注释	评定

3) 拉力实验 (仅适合使用温度 100)

样钉数	断裂载荷 (N)	断裂 位置	断裂强度 (N/mm ²)	焊接不完 整面积 (mm ²)	焊接不完 整最大尺寸 (mm)	注释	评定

4) 射线检测 (仅运用于使用温度 100 , 直径 > 12mm)

样钉数	缺陷类型	焊接不完 整面积 (mm ²)	焊接不完 整最大尺寸 (mm)	注释	评定

5) 粗视检测

样钉 数量	图片 号码	放大 倍率	结果	评定
图片				

样钉 数量	图片 号码	放大 倍率	结果	评定
图片				

6) 扭矩实验 (仅运用于短周期拉弧焊接)

样钉数	扭矩 (Nm)	断裂位置	注释	评定

7) 附加实验

注释和附加步骤: _____

执行实验应与×××要求要保持一致: _____

实验报告编号: _____

实验结果接受/不接受 (适当时候可以删除)

检验员或检验机构:

现场进行实验操作: _____

(姓名、日期和签名)

附录 (E)
(资料性附录)

焊接工艺鉴定记录表格(WPQR) (电容放电尖端螺柱焊钉和电容放电式拉弧焊钉)

焊接工艺鉴定-实验证明

制造商: 检验员和检验机构:
地址: 编码/实验标准:
焊接日期:

制造商的焊接工艺

参考编码: 操作人员的姓名:

鉴定范围

螺柱焊接工艺: 螺柱直径 (mm):
螺柱材质: 螺钉长度 (mm):
工件: 螺柱设计:

工件厚度 (mm):

焊接: 间隙式 接触式

保护气体及流量:

电源:

焊枪:

其他信息: _____

电容 mF	充电电压 V	间隙 mm	弹簧弹力 (N) 或渗透速度 (mm/s)	备注

证明焊接实验准备-、焊接和焊接测试应符合上述编码/实验标准的要求

地点: 签定日期: 检验员或检验机构:

.....
(姓名、日期和签名)

制造商的焊接工艺

检验员或检验机构:

参考编码:

参考编码:

使用温度 ≤ 100

使用温度 > 100

缩略词:

- us unequal spatters 焊缝不均匀
- is incomplete spatter ring 焊缝不完整
- nf no fracture 无裂缝
- wf fracture in weld 焊缝
- sf fracture in stud 螺柱脱焊
- 400-10 non-welded fracture area in % (e.g. 10%) 无焊缝区域百分比 (例如: 10%)
- 100 crack 裂痕
- 400 lack of fusion 未熔合

- no no objections 无缺陷
- a acceptable 可验收
- na not acceptable 不可验收

注: 数字 100 和 400 请查阅 ISO6520-1。

目视检测

注释: _____

评定: _____

2) 弯曲实验

样钉数	弯曲角度	断裂位置	注释	评定

3) 拉力实验

样钉数	断裂载荷 (N)	断裂位置	断裂强度 (N/mm ²)	焊接不完整面积 (mm ²)	焊接不完整最大尺寸 (mm)	注释	评定

4) 附加实验

注释和附加步骤: _____

执行实验应与×××要求要保持一致: _____

实验报告编号: _____

实验结果接受/不接受 (适当时候可以删除)

检验员或检验机构:

现场进行实验操作: _____

(姓名、日期和签名)

附录 (F)

(资料性附录)

实验结果-生产实验 (瓷环或气保护拉弧螺柱焊接和短周期拉弧螺柱焊接)

制造商焊接工艺:	焊接工艺规程:
参考编号:	参考编号:
焊接过程:	焊接位置:
方案编号:	车间/现场:
	图纸编号:
工件:	位置编号:
工件厚度 (mm):	螺柱材料:
	螺柱直径 (mm):
	螺柱设计:
实验日期:	操作人员:

瓷环或气体保护拉弧螺柱焊接 和短周期拉弧螺柱焊接	焊接电流 (A)	焊接时间 (S)	伸出长度 (mm)	提升高度 (mm)	备注

缩略词:

us unequal spatters 焊缝不均匀
is incomplete spatter ring 焊缝不完整
201-2×3 2 pores of 3mm diameter (example)
(如: 201-2×3 表示直径为 3mm 的 2 个气孔)
nf no fracture 无裂缝
wf fracture in weld 焊缝
sf fracture in stud 螺柱脱焊
400-10 non-welded fracture area in % (e.g. 10%) 无焊缝区域百分比 (例如: 10%)
100 crack 裂痕
400 lack of fusion 未熔合

no no objections 无缺陷
a acceptable 可验收
na not acceptable 不可验收

注: 数字 100 和 400 请查阅 ISO6520-1。

1) 目视检测

注释: _____

评定: _____

2) 弯曲实验

弯曲实验（使用温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ ）/用扭力扳手进行扭力实验（使用温度 $> 100^\circ\text{C}$ ）

样钉数	弯曲角度/弯(曲)矩 Nm	裂缝位置	注释	评定

3) 粗视检测

样钉数量	图片号码	放大倍率	结果	评定
图片				

样钉数量	图片号码	放大倍率	结果	评定
图片				

4) 附加实验

总评估: _____

注释和附加步骤: _____

现场实验: _____

焊接协调员: _____ 检验员或检验机构: _____

地点: _____ 日期: _____

(焊接协调员签字)

(检验员签字)

附录 (G) (资料性附录)

实验结果-生产实验 (电容放电式尖端引燃螺柱焊接和电容放电式拉弧螺柱焊接)

制造商焊接工艺:	焊接工艺规程:
参考编号:	参考编号:
焊接过程:	焊接位置:
方案编号:	车间/现场:
	图纸编号:
	位置编号:
工件:	螺柱材料:
工件厚度 (mm):	螺柱直径 (mm):
	螺柱名称:
实验日期:	操作人员:

带凸台储能螺柱焊接 和储能拉弧螺柱焊接	电容 mF	充电电压 V	间隙 mm	弹簧弹力 (N) 或渗透速 度 (mm/s)	备注

缩写词

us	unequal spatters	焊缝不均匀
is	incomplete spatter ring	焊缝不完整
nf	no fracture	无裂缝
wf	fracture in weld	焊缝
sf	fracture in stud	螺柱脱焊
400-10	non-welded fracture area in % (e.g. 10%) 无焊缝区域百分比 (例如: 10%)	
100	crack	裂痕
400	lack of fusion	未熔合
no	no objections	无缺陷
a	acceptable	可验收
na	not acceptable	不可验收

注: 数字 100 和 400 请查阅 ISO6520-1。

1) 目测

注释: _____	评定: _____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2) 弯曲实验

样钉数	弯曲角度	断裂位置	注释	评定

3) 拉力实验

样钉数	断裂载荷 (N)	断裂位置	断裂强度 (N/mm ²)	焊接不完整面积 (mm ²)	焊接不完整最大尺寸 (mm)	注释	评定

4) 附加实验

总评估: _____

注释和附加步骤: _____

现场实验: _____

焊接协调员: _____

检验员或检验机构: _____

地点: _____

日期: _____

(焊接协调员签字)

(检验员签字)

附录(H)
(资料性附录)

生产监控测记录实例

焊接日期	班组编号	焊接检测数量	焊接工艺规程编号	方案编号/图纸编号/位置编号	螺栓直径 / 长度 mm	焊接测试时间	螺柱数量	目测结果

参考文献（索引）

- [1] ISO3834-5, 金属材料熔合焊接的质量要求 -第 5 部分: 附加有此要求的文件必须符合 ISO3834-2、ISO3834-3 或 ISO3834-4 的质量要求。
- [2] ISO5828, 电阻焊接设备—终端二次连接电缆连接至水冷式接地片上—规格和特征。
- [3] ISO6520-1, 焊接和联合工艺—金属材料中不完整几何法的分类-第一部分: 熔合焊接。
- [4] ISO/TR 20172, 焊接—材料族体系-欧洲材料
- [5] ISO/TR20173, 焊接—材料族体系-美国材料
- [6] ISO/TR20174, 焊接—材料族体系-日本材料
- [7] IEC 60974-1, 拉弧焊接设备—第一部分: 焊接电源