

ISO 25239-5:2020

搅拌摩擦焊—铝

第 5 部分：质量和检验要求

搅拌摩擦焊网 WWW.FSW.NET.CN

目录

前言

引言

- 1 范围
- 2 引用标准（略）
- 3 名词和术语
- 4 质量要求
 - 4.1 概述
 - 4.2 焊接人员
 - 4.3 检验和试验人员
 - 4.4 设备
 - 4.5 焊接工艺规程
 - 4.6 搅拌摩擦焊搅拌头
 - 4.7 焊接接头的准备与装配
 - 4.8 预热温度和道间温度的控制
 - 4.9 点固焊
 - 4.10 焊接
 - 4.11 焊后热处理
 - 4.12 检验和试验
 - 4.13 标识和可追溯性
- 附录 A（标准） 缺欠、试验和检验、验收要求和 ISO6520-1 代码
- 文献（略）

前言

ISO（国际标准化组织）是一个世界范围内的国家标准学会（ISO成员组织）的联合体。制定国际标准的工作经由ISO技术委员会归口负责。每个成员组织开发一个项目，由此便形成一个技术委员会，此成员组织有权代表该技术委员会。国际组织、政府与非政府机构协同ISO共同参与工作。ISO针对于电工标准化所有事宜和国际电工委员会（IEC）紧密合作。

本文件的制订和进一步修订程序在ISO/IEC 指令中第1部分中有描述，须特别注意针对不同类型的ISO文件，有不同的审批标准。本文件的起草符合ISO/IEC 指令中第2部分的相关规则(www.iso.org/directives)。

请注意本文件有些部分可能涉及专利权。ISO不识别这些专利权。关于制订该文件所涉专利权的细节，见ISO 专利声明清单(见www.iso.org/patent)。

本文件中使用的任何商业名称都是为了方便用户而提供的信息，而不是一种认可。

关于标准的自愿性质、ISO特定术语的含义以及与符合性评估有关的表达的含义，以及关于ISO 在技术性贸易壁垒(TBT)中遵守世界贸易组织(WTO)原则的信息，见www.iso.org/iso/foreword.html。

ISO 25239-1由IIW国际焊接学会起草，该学会已被批准为国际标准化机构，第三委员会，电阻焊，固态焊接及相关连接工艺，在焊接领域，通过与欧洲标准化委员会（CEN）技术委员会CEN/TC 121《焊接及相关工艺》的合作，ISO理事会根据ISO与CEN之间的技术合作协议（维也纳协议）。

此第二版代替失效的第一版（ISO 25239-5: 2011），此版本有技术性修改。

与上一版相比，主要变化如下：

- 附录A中增加了评估焊接质量的三种不同验收等级的定义；
- 表A.1中增加了以下缺欠：角度偏差、接头区域变形、表面破裂空腔、固体夹杂、接头残余和多重缺陷；
- 无损检测和目视检测人员的要求符合ISO 17637

ISO 25239系列标准的所有部分可在ISO网页搜索。

对于本标准的任何官方问题，应通过您所在国家标准委员会递交给ISO/TC44/SC10的秘书处。这些机构列表见www.iso.org。

引言

焊接广泛应用于工程结构制造。在二十世纪后半叶以来，熔化焊接工艺（其中熔化指母材和通常是填充金属的熔化），主导了大量结构的焊接。在 1991 年，韦恩托马斯（Wayne Thomas）在 TWI 发明的摩擦搅拌焊接（FSW），其原理是固相连接技术（不熔化）。

随着 FSW 应用日益增加，产生了制订国际标准的需求，以确保其能以最有效的方式进行焊接，并在所有的操作方面进行合理的控制。本国际标准着重于铝的搅拌摩擦焊，因为在出版时，搅拌摩擦焊的大多数商业应用与铝有关。例如轨道车辆、消费品、食品加工设备、航空航天结构和船舶。

1 范围

本文件规定了制造商使用搅拌摩擦焊(FSW)工艺生产指定质量产品的能力的方法。本文件规定了质量要求,但未针对特定产品进行明确规定。

本文件中,术语“铝”指铝及其合金。

ISO25239 系列标准的本部分不适用与搅拌摩擦焊点焊, ISO 18785 系列标准适用于搅拌摩擦焊点焊。

2 引用标准(略)

3 名词和术语

ISO/TR 25901系列,和ISO 25239-1中的名词和术语适用于本标准。

4 质量要求

4.1 概述

这些要求仅涉及影响使用 FSW 焊接的产品质量的那些方面。

4.2 焊接人员

4.2.1 概述

制造商应有足够的胜任人员根据规定要求计划、执行和监督 FSW 生产操作。

4.2.2 焊接操作工

焊接操作工应根据ISO25239-3获得资质。质量记录应保持更新。

4.3 检验和试验人员

4.3.1 概述

在使用搅拌摩擦焊接生产时,制造商应有足够的胜任人员根据规定要求来计划、执行和监督检验和试验操作。

4.3.2 非破坏性检验人员(外观检验人员)

非破坏性检验(包括外观检验员)和对最终结果的评估应由有资质和能力的人员执行。建议该类人员具有符合 ISO 9712 或相关行业相应级别的同等标准的资质。

4.3.3 破坏性试验人员

进行破坏性试验的人员应针对这些试验方法进行培训。

4.4 设备

4.4.1 适合的设备

设备应适合相应的应用领域。

焊接设备(例如机械设备和 FSW 搅拌头)应能生产满足附件 A 规定的验收要求的焊缝。焊接设备应保持完好状态,当焊接操作员、检验人员或焊接责任人员配合下对设备的运行能力进行了的分析,并进行维修或调整。

4.4.2 合格的机器焊接设置的重复性试验

应进行重复性试验以证明焊接设备可重复生产,能生产出满足附件 A 中要求的焊缝。当出现下列情况时,应

进行重复性试验：

- 安装新的或翻新的设备后；
- 设备的关键部件损坏、修理或更换；
- 设备未规定的要求移动或移走；
- 固定设备从一个位置移动到另一个位置。

对于设备，可重复性试验应按照生产中使用的 WPS 进行。

至少应进行三次试验，并取得满意结果。

4.4.4 设备的维护

制造商应有书面的设备维护计划。该计划应确保对相关 WPS 中列出的控制变量进行检查。维护计划可能限于那些对生产符合质量要求的焊缝必不可少的项点。

例如，这些项点如下：

- 导轨和机械夹具的状态；
- 用于焊接设备操作的仪表和量规的状态；
- 电缆、软管和接头的状态；
- 机械化或自动焊接设备控制系统的状态；
- 热电偶和其他温度测量仪器的情况；
- 地线夹、工装和夹具的状态。

焊接前，与工件接触的工装、夹具应清洁且无对焊缝产生有害影响的污染物（如油、油脂和污物）。

有缺陷的设备不能使用。

4.5 焊接工艺规程

制造商应确保 WPS 能正确的指导生产。

4.6 搅拌摩擦焊搅拌头

4.6.1 标识

生产中使用的 FSW 工具在使用前做永久性标识。

4.6.2 搅拌摩擦焊搅拌头的检查

正确的工具几何形状对于获得优质搅拌摩擦焊焊缝至关重要。所以第一次使用时，FSW 工具应经过清理，做到无污染（如油、油脂或灰尘），使其不会影响焊缝的质量。因为搅拌头是易损件，应根据书面规程，定期对其磨损情况进行检查。

4.7 焊接接头的准备与装配

4.7.1 接头准备

每个接头的边缘形状应按照 WPS 准备。

根部间隙应按照 WPS 准备。

4.7.2 焊接清理

焊前清理应按照 WPS 进行。母材应经过清理，做到无污染（如油、油脂或灰尘），使其不会影响焊缝的质量。

4.8 预热温度和道间温度的控制

应根据 WPS 控制预热温度和道间温度。

4.9 点固焊

如果要求点固焊，点固焊应根据 WPS 完成。

4.10 焊接

焊接应根据 WPS 完成。

4.11 焊后热处理

如果要求焊后热处理，焊后热处理应根据 WPS 完成。

制造商应对焊后热处理的工艺规程和执行负完全责任（例如，固溶热处理、消除应力或时效处理）。根据产品标准或规定要求，此工艺应适合母材、焊接接头和焊接部件。应记录热处理过程中的数据。记录应证明其符合本部分要求并能追溯到热处理部件。

4.12 检验和试验

4.12.1 概述

检验的位置和频次基于应用标准或产品结构形式。

4.12.2 焊前的检验和试验

焊接开始之前，需要检查下列要素：

- 适合的和有效的焊接操作工的资质
- 适合的 WPS
- 母材及供货状态
- 接头准备（例如形状和尺寸）
- 接头的装配、夹紧和定位
- 根据 WPS 焊接参数的设定
- 预热和道间温度

4.12.3 焊中的检验和试验

焊接期间，焊道顺序应定期或连续的监督。

4.12.4 焊后的检验和试验

4.12.4.1 概述

焊接后，应确定其符合有关应用标准或相关要求：

- 外观检验
- 非破坏性检验
- 破坏性试验
- 焊接件的形状、角度和尺寸
- 焊后处理的结果和记录（例如焊后热处理和时效）

4.12.4.2 外观检验

外观检验根据 ISO17637 执行。

4.12.4.3 渗透检验

渗透检验根据 ISO3452-1 执行。

4.12.4.4 射线检验

射线检验根据 ISO17636（所以部分）执行。

当设计规程或其它相关要求规定，可以使用超声波检验代替射线检验。

当要求使用射线检验检验搭接接头或部分熔透对接接头，设计规程应确定验收等级。

4.12.4.5 超声波检验

超声波检验根据 ISO17640 执行。

当采用侵入式超声波或相控阵超声波检验时，设计规程或相关要求应确定适用的标准或要求。

4.12.4.6 型式试验

当由设计规程或相关要求规定时，证明试验可结合或代替 4.12.4.3(渗透检验)、4.12.4.4(射线检验)和 4.12.4.5（超声波检验）中列出的检验方法使用。

4.12.4.7 拉伸试验

拉伸试验试样的准备和拉伸试验应根据 ISO4136 执行。

4.12.4.8 弯曲试验

弯曲试验试样的准备和弯曲试验应根据 ISO 25239-4 执行。

4.12.4.9 硬度试验

硬度应根据 ISO9015-1 或 ISO9015-2 执行，如果要求。

4.12.4.10 断裂试验

断裂应根据 ISO9017 执行。

4.12.4.11 其它破坏性试验

ISO 25239 这一部分中未规定的其它破坏性试验、工艺或技术(例如，冲击试验、疲劳试验或低倍金相检验和微观检验)可结合本标准所规定的试验使用。如果要求一种或多种其它试验方法，则应根据相关国际标准执行。

4.12.5 损坏和不合格焊缝

如果受损焊缝的修复涉及焊接，则应按照 WPS 进行修复。焊缝的返修应完全符合本标准的要求。

4.12.6 正确的焊缝几何形状

沿摩擦搅拌焊缝的边缘的焊趾凸起或其他突出的材料和过度渗透可能通过不降低母体金属性能的方法去除。此操作应使焊缝和母材的厚度保持在公差范围内。

4.13 标识和可追溯性

焊缝与 WPS 和焊接操作者或操作者的之间的识别和可追溯性，应在整个制造过程中保持。

附录 A（标准）

缺欠、试验和检验、验收等级和 ISO6520-1 代码

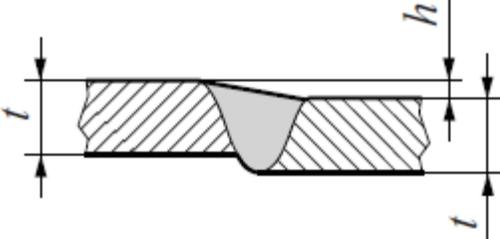
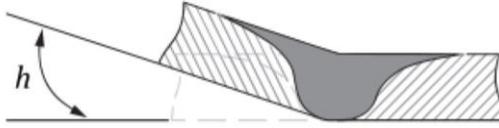
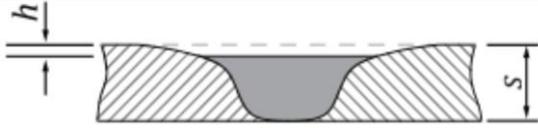
表 A.1 中的缺欠的描述是基于 ISO 10042，结合搅拌摩擦焊的规定。

质量等级提供了基本的参考数据，但没有对特定产品进行规定。这些数据是基于制造中的接头类型，而不是产品或组件本身。

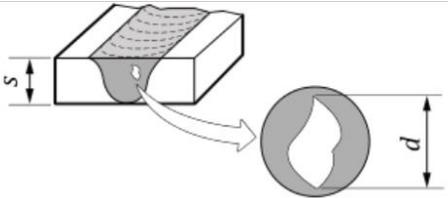
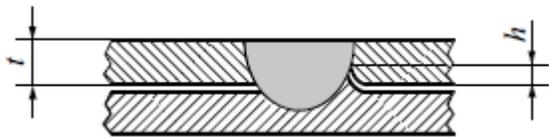
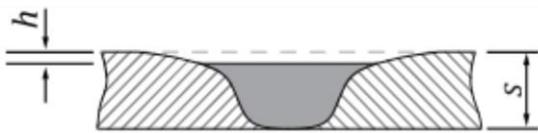
通常情况下，通过指定一个质量等级，可以对特定焊接缺欠的尺寸进行限制。某些情况下，对于同一焊接接头中的不同缺陷，有必要规定不同的质量等级。

产品质量等级的选择应基于设计、后续的加工工艺（例如表面加工）、承载情况（例如静载、动载），服役条件（例如温度、环境）和失效后果。经济性因素也是十分重要的，这不仅仅指焊接本身，也包括检验、试验和返修。

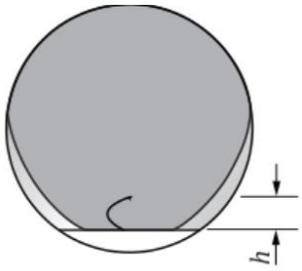
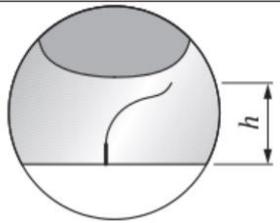
表 A.1 缺欠、试验和检验、验收等级和 ISO6520-1^[3]代码

ISO6520-1代码	缺欠名称	备注	ISO25239-4规定的 试验和检验 ^a	验收等级 ^a		
				D	C	B
表面缺欠（不影响截面尺寸） ^d						
—c	焊趾凸起		VT、ME	—b		
507	错边		VT、ME	$h \leq 0.3t$ 或4mm 选其中小者	$h \leq 0.2t$ 或2mm 选其中小者	$h \leq 0.1t$ 或1mm 选其中小者
508	角变形		VT、ME	不适用	$h \leq 3^\circ$	$h \leq 2^\circ$
—c	接头区变形		VT、ME	$h \leq 0.5t$ 或4mm 选其中小者	$h \leq 0.4t$ 或2mm 选其中小者	—b
514	表面不规则	表面过渡粗糙	VT	—b		
表面缺欠（会影响截面尺寸） ^d						
—c	未焊满		VT、ME	—b	$h \leq 0.2\text{mm} + 0.1s$	$h \leq 0.1s$
—	孔穴	延伸到表面的孔穴	VT、ME	不允许		

续表 A.1

ISO6520-1代码	缺陷名称	备注	ISO25239-4规定的 试验和检验 ^a	验收等级 ^a		
				D	C	B
内部缺陷						
200	孔穴	 <p>两个孔穴之间的距离小于两个孔穴中较小孔穴直径时，将其看做一个孔穴</p>	ME、RT、UT	— ^b	$d \leq 0.2st$ 或 4mm 选其中小者	不允许
— ^{c,e}	吊钩		ME	— ^b	$h \leq 0.2 + 0.1t$ (尽在削弱承载截面时考虑)	$h \leq 0.1t$ (尽在削弱承载截面时考虑)
402	未焊透	 <p>熔深没有达到要求值</p>	VT、ME	— ^b	$h \leq 0.2s$	不允许
300	固体夹杂	同一截面发现多个夹杂物，总和= $l_1 + l_2 + \dots$	ME、RT、UT	— ^b	$h \leq 0.2s$	不允许

续表 A.1

ISO6520-1代码	缺欠名称	备注	ISO25239-4规定的 试验和检验 ^a	验收等级 ^a		
				D	C	B
根部缺欠 (ISO 25239-1: 2020, 图7) ^d						
—c	接头残余物	 <p>图纸中提及时使用</p>	ME、弯曲试验	—b		
—c	非结合接头残余物		ME、弯曲试验、 PT、RT	$h \leq 0.2t$, 短的非系统缺陷	—b	不允许

续表 A.1

ISO6520-1代码	缺欠名称	备注	ISO25239-4规定的 试验和检验 ^a	验收等级 ^a		
				D	C	B
多种缺陷 ^d						
—	多种缺欠	一个截面内多种缺欠的组合 不包括表面缺欠类型I	/	焊接缺欠的总量对焊缝的削弱不能超过焊缝厚度		
				$h \leq 0.2t$, 短的非系统缺陷	— ^b	不允许
<p>符号和缩略语</p> <p>d 横截面中空穴的最大直径 (mm)</p> <p>h 缺欠的长度或角度 (mm或°)</p> <p>s 对接焊缝的名义厚度 (熔深) (mm)</p> <p>t 母材的名义厚度 (mm)。如有焊缝厚度超过一侧母材的厚度时, 应在设计规程中规定。</p> <p>ME 低倍金相检验。如有</p> <p>VT 外观检验</p> <p>PT 渗透检验</p> <p>RT 射线检验</p> <p>UT 超声波检验</p> <p>a 如果需要, 非破坏性检验应按照ISO3452-1 (渗透检验)、ISO17636 (射线检验) 和ISO17640 (超声波检验) 进行无损。其它缺欠试验和检验和其它验收要求应根据相关要求或设计规范的规定。</p> <p>b 验收等级满足相关要求或设计规程的规定。</p> <p>c 见ISO25239-1。</p> <p>d 如果焊接表面不在焊接状态下使用, 则设计要求适用</p> <p>e 见ISO 25239-2</p>						

文献（略）