

月

	铁道机车车辆及其零部件的焊接 第 5 部分 质量要求	DIN 6700-5
--	-------------------------------	---------------

前言

本标准是由铁道机车车辆标准化委员会（FSF）的 AA3.4 “焊接和胶粘技术”组制订的。

焊接是铁道机车及其零部件制造的一个重要工序。本标准所指的铁道机车车辆是按 DIN 25003 定义的。

在 DIN 6700 系列标准中叙述了“焊接”这一特殊工序所需的规定。这些规定的基础是焊接技术专业标准，并考虑了铁道机车车辆制造的特殊要求。

第 1 部分：基本概念和基本规则

第 2 部分：焊接工作资质鉴定的要求

第 3 部分：结构设计说明

第 4 部分：实施规则

第 5 部分：焊接连接的质量要求

第 6 部分：材料、焊接方法方法和焊接技术设计资料的说明

1 适用范围

本标准规定了铁道机车车辆及其零部件焊接连接的质量要求。

本标准中的焊缝质量等级是依据焊接工序和质量要求来规定的。

对于未介绍的焊接方法，其质量要求由合同委托方和制造方协商确定。

2 引用标准

DIN 1910-2 焊接，金属的焊接，方法

DIN 6700-1 铁道机车车辆及其零部件的焊接——第 1 部分：基本概念，基本规则

E DIN 6700-3 铁道机车车辆及其零部件的焊接——第 3 部分：结构设计说明

DIN 6700-6	铁道机车车辆及其零部件的焊接——第 6 部分：材料，焊接（金属）添加料，焊接方法，焊接技术设计文件资料
DIN 8528-1	可焊接性——金属材料，概念
DIN 32518-2	电阻焊接连接的试验——对电阻点焊连接的扭曲试验
DIN EN 283-3	对金属材料焊接方法的要求和承认——第 3 部分：钢的电弧焊接的焊接方法的试验；德文版 EN 2883-：1992
DIN EN 895 1995	金属材料焊接连接的破坏性试验——横向拉伸试验；德文版 EN 895：
DIN EN 910	金属材料的试验——焊接连接、焊接包覆金属、熔焊连接的工艺弯曲试验
DIN EN 970	熔焊焊缝的非破坏性试验——目检
DIN EN 10025 文版 EN 10025：1990	非合金结构钢的热轧制品——供货技术条件（包括修改 A1：1993）；德文版 EN 10025：1990
DIN EN 14555	金属材料的电弧螺柱焊接
DIN EN 24063 1990）；德文版 EN 24063：1992	金属焊接、钎焊、软钎焊和铜焊——工艺图上方法和序号明细（ISO 4063：1990）；德文版 EN 24063：1992
DIN EN 25817	钢的电弧焊接连接；不均匀性计值分类规则
DIN EN 30042 10042：1992）；德文版 EN 30042：1994	铝的电弧焊接连接及其适合焊接的连接，不均匀性计值分类规则（ISO 10042：1992）；德文版 EN 30042：1994
DIN 50124	金属材料的试验；电阻点焊、电阻凸焊和熔化点焊连接的剪拉试验
DIN EN ISO 6520-1	材料几何不均匀性划分——熔焊
DIN EN ISO 13919-1 ——第 1 部分：钢	焊接——电子射线焊连接和激光焊接连接——不均匀性计值分类导则——第 1 部分：钢
DIN ISO 10447 10447 相同	焊接——电阻射线点焊、凸焊和滚焊连接的滚切试验和鳌削试验，与 ISO 10447 相同
ISO DIS 13919-2 ——第 2 部分：铝	焊接——电子射线焊接和激光焊接连接——不均匀性计值分类导则——第 2 部分：铝
DVS 2923	铁道机车车辆制造中钢和铝材料的电阻点焊
DVS 1616	铁道机车车辆制造中焊接技术应用材料的选择

3 概念

DIN 6700-1 中的概念适用于本标准。

4 根据允许的不均匀性来划分焊缝质量等级

根据允许的不均匀性将焊缝质量等级 (SGK) 分为以下三类:

——特殊要求的焊缝——SGK1

——高的至中等要求的焊缝——SGK2.1

SGK2.2

SGK2.3

——中等至较低要求的焊缝——SGK3

SGK2.1~SGK2.3 只是试验范围的不同。按 DIN 6700-3 的表 1 来选择 SGK。

5 焊缝质量等级和焊接方法

考虑到结构件设计、制造和试验可能性以及可制造的焊缝质量，各种焊接方法的焊缝质量等级可按表 1 使用。

表 1 焊接连接允许的焊缝质量等级与焊接方法的关系

序号	按 DIN EN 24063 (DIN 1910) 的焊接方法	焊缝质量等级					参阅章节
		1	2.1	2.2	2.3	3	
1	熔焊						6.1
1.1	电弧焊、射线和气熔焊接						6.1.1
1.1.1	111 (E)						
1.1.1	12 (UP)						
1.1.2	15 (WP)						
1.1.3	114 (MF)						
1.1.3	131 (MIG)						
1.1.4	135 (MAG)	×	×	×	×	×	6.1.1
1.1.5	136 (MAG 包药芯线)						
1.1.5	137 (MAG 填料焊条)						
1.1.6	141 (WIG)						
1.1.7	751 (LA)						

7	76 (EB)						
1.1.	311 (G)						
8							
1.1.							
9							
1.1.							
10							
1.1.							
11							
1.1.							
12							

续表 1

1.2	螺柱焊 78 (BH, BS)	—	—	—	×	×	6.1.2
2		电阻焊					6.2
2.1	21 (RP)	—	×	—	×	×	
2.2	23 (RB)	—	—	—	×	×	6.2.1
2.3	22 (RR)	—	×	—	×	×	
2.4	225 (RF)	—	×	—	×	×	6.2.2
2.5	24 (RA)	×	×	×	—	×	6.2.3
3	其他焊接方法	SGK 由合同委托方和制造方协商确定					6.3

× 可使用的 SGK

— 不可使用的 SGK

a 按 DIN EN ISO 14555

用提升点火系统的螺柱焊: DS

用喷火系统的电容放电螺柱焊: TS

6 焊缝质量等级和质量要求

6.1 熔焊连接

6.1.1 电弧、喷射和气熔焊接连接

6.1.1.1 一般要求

分别按焊缝质量等级使用表 2 的一般要求和试验范围。

6.1.1.2 质量要求

6.1.1.2.1 钢的电弧熔焊连接

钢（包括铸钢）的电弧熔焊连接的质量要求见表 3。

表 3 包括了按 DIN EN 25817 的计值分类及附加规定的不均匀性。

6.1.1.2.2 铝和铝合金电弧熔焊连接

铝和铝合金电弧熔焊连接的质量要求见表 4。

表 4 包括了按 DIN EN30042 计值分类及附加规定的不均匀性。

6.1.1.2.3 其他材料的电弧熔焊连接

其他金属金属材料的电弧熔焊连接的要求可按表 3 及表 4 使用。

表 2 电弧、喷射线和气熔焊连接的一般要求和试验范围

焊缝质量等级 SGK	1	2.1	2.2	2.3	3		
允许的焊缝形式	在 T 形和对接焊接头上只能用整个横截面连接的对接焊缝	可使用所有形式的焊缝					
按 DIN 8528-1 的结构件可焊性	材料制约的焊接特性	好	好至有条件的				
	结构制约的焊接可靠性	好	好至足够好				
	焊接可能性(直至制造完结)	很好	好至足够好				
对接焊缝时起始和末端钢板		必需的	只有在很高动态负荷和高安全性要求时是必需的		必要时受结构件制约是必需的		
		作为基础 $t \leq 8\text{mm}$, $t > 8\text{mm}$ 时要求与焊缝匹配					
熔池保护		底基是允许的；保留熔池保护时不允许有插入件	如果是图纸上规定的，则允许有插入件(填隙片)		允许		
		必需的 b)	如果图纸上有说明，才需要 b)		没有		
		在封底焊之前要对底部加工 c)、d)、f)			需要的		
标记		可在结构规定的部位打上标记					
试验范围和文件		100% (目检 +zfp ^{e)}) 两者都要	100% 目检直到 10% 的 zfp 和文件		100% 目检		

- a) 在焊接方法 15 (WP)、751 (LA) 和 76 (EB) 时不需要。
- b) 可用熔池保护代替 (没有填隙片)。
- c) 如果在使时通过工序试验证明焊缝无缺陷, 就无需进行加工。
- d) 在焊缝质量等级 SGK2.2 和 SGK2.3 时, 在非透焊焊缝时就不需要对底部进行加工。
- e) 在对接接头时: 只有经合同委托方同意, 进行透视检验、超声波试验、表面裂纹试验或工作试验 (在开始生产之前), 必要时工序监控系统经合同委托方同意。
- 在 T 形接头时: 角焊缝: 进行表面裂纹检验 (磁粉探伤检验或渗透试验), 必要时做工作试样试验。
- 在 HV 焊缝时: 工作试验 (宏观磨片) 和表面裂纹检验, 必要时用超声波试验 (经合同委托方同意)。
- 在 HY 焊缝时: 工作试验 (宏观磨片) 和表面裂纹检验。
- f) 如果焊缝几何尺寸一样, 允许底层。

表 3 钢的电弧熔焊连接的质量要求

序号	按 DIN EN ISO 6520-1 的编 号	按 DIN 25817 的编 号	不均匀性名称	焊缝质量等级				
				1	2.1	2.2	2.3	3
				按 DIN EN 25817 计值分类; 偏差				
1	100 104	1 2	裂纹 端部焊口裂纹	B	B	B	B	C
2	2011 2012 2014	3 3 3	气孔 多孔性 成行气孔	B	B (A≤2%) ^{a)}	B (A≤4%)	B (A≤4%)	C
3	2017	3	表面气孔	不允许	B	B	B	C
4	2013	4	气孔夹杂物	B	B	B	B	C
5	2015 2016	5 5	气道 袋孔气孔	不允许	B (1≤a 及 s) ^{b)}	B (1≤a 及 s)	B (1≤a 及 s)	C
6	300	6	固体包入物	B (1≤a 及 s)	B (1≤a 及 s)	B (1≤a 及 s)	B (1≤a 及 s)	C
7	3042	7	铜包入物	B	B	B	B	C
8	401	8	结合缺陷	B	B	B	B	D
9	402	9	没充分焊透(也适 用于 Y- 和 HY 焊 缝)	B	B 必须达到额定的 焊焰穿透	B 必须达到额定的 焊焰穿透	B 必须达到额定的 焊焰穿透	C
10	617	10	角焊缝时配合差	去除	B 角焊缝时一定要 包括顶面长度边 缘	B 角焊缝时一定要 包括顶面长度边 缘	B 角焊缝时一定要 包括顶面长度边 缘	C
11	5011 5012	11 11	咬边	不允许	B 允许短的不均匀 性 h≤0.1t≤ 0.5mm ^{c)}	B 允许短的不均匀 性 h≤0.1t≤ 0.5mm ^{c)}	B 允许短的不均匀 性 h≤0.1t≤ 0.5mm ^{c)}	C
12	502 503	12 13	焊缝超高 对接焊缝时 角焊缝时	B 最大 3mm	C t≤3mm 时允许短 的不均匀性	C t≤3mm 时允许短 的不均匀性	C t≤3mm 时 允许短的 不均匀性	D t≤3mm 时 允许短的 不均匀性
13	5214	14	角焊缝时焊 缝厚度超过	去除	C t≤3mm 时允许短 的不均匀性	C t≤3mm 时允许短 的不均匀性	D 同左	D 同左
14	5213	15	角焊缝时焊 缝厚度不够	去除	C 额定 a 的平均值 要达到 100mm 基 准值	C 额定 a 的平均值 要达到 100mm 基 准值	C 额定 a 的平均值 要达到 100mm 基 准值	C 额定 a 的平均值 要达到 100mm 基 准值

15	504 5041	16 17	根部超高 局部超高 (只是对接焊缝)	B	C	C	
				通过打磨或封底焊只用软的过渡			
16	507	18	棱边偏移	B	C	D	
17	5091 511	19	顶层下凹	B	C	D	
18	512	20	角焊缝时的不均匀性	去除	C	D	
19	515 5013	21 21	底部返回 底部缺陷 (对接焊缝)	不允许	允许短的不均匀性 $h \leq 0.1t \leq 0.5\text{mm}$	C	
20	506	22	焊接填充料溢出	B	B	C	
21	2025	无	敞开的端部焊口 缩孔	不允许	$h \leq 0.5\text{mm}$ (无尖锐过渡)	允许	
22	517	23	填料缺陷	B	B	C	
23	601	24	点火点	不允许在焊接接口以外			
24	602	25	焊接飞溅物	不允许	在结构件有涂层时：不允许涂层表面以外：允许个别的，在不锈钢时不允许，或表面通过酸洗钝化		
25	—	26	许多不均匀性 a) 气孔、多孔性、成行气孔、气道袋状气孔总和和固体包入物(DIN EN 25817 的 № 3~7)	$A \leq 1\%$	$A \leq 2\%$	$A \leq 4\%$ 透视图或断面的段彩表面	
			b) 其他不均匀性总和	不允许	保留的总纵向 B 截面至少是额定表面的 95% (在 100mm 参考长度上)		
a) A=每 100mm 焊缝长度上不均匀性的面积 b) l=不均匀性长度；a=角焊缝厚度的额定尺寸 s=对接焊缝厚度的额定尺寸 c) h=不均匀性大小							
注：T 形接头上的 HV 和 DHV 焊缝是对接焊缝。							

表4 铝和铝合金电弧熔焊连接的质量要求

序号	按 DIN EN ISO 6520-1 的序号	按 DIN 25817 的编 号	不均匀性名称	焊缝质量等级				
				1	2.1	2.2	2.3	3
按 DIN EN 25817 计值分类: 偏差								
1	100 104	1 2	裂纹 端部焊口裂纹	B		B		C
2	201	3	夹杂气体	B		B		C
	2011	4	气孔	$A \leq 1\%$	$(A \leq 2\%)^a)$			$A \leq 4\%$
	2012	5	气孔和多孔性					
	2014	无	成行气孔					
3	2017	7	表面气孔	不允许		B		C
4	2013	6	气孔夹杂物	B		C		D
5	2015	无	气道	不允许	$h \leq 0.3a$ 及 $0.3s$		允许短的 不均匀性 $h \leq 0.4a$ 及 $0.4s$	
	2016	无	袋状气孔		$1 \leq a$ 及 $s^b)$			
6	300	8	固体包入物	B		B		C
7	3041	9	钨包入物	不允许	$B (1 \leq a$ 及 $s)$			C
8	3042	10	铜包入物	B		B		C
9	401	11	连接缺陷	B		B		C
10	402	12	未充分焊透 (也 适用于 Y 和 HU 焊缝)	B		B		C
	402	12.1	未充分焊透 (角焊缝)			必须一定达到焊 焰穿透		
11	617	13	角焊缝时配合差	去除	B 角焊缝时应包括 正面长棱边			C
12	5011 5012	14 14	咬边	不允许	只允许短的不均 匀 $h \leq 0.1t \leq$ $0.5mm^c)$			C
13	502	15	焊缝超高	B		C		D
	503	16	一对接焊缝 一角焊缝	最大 $3mm$	$t \leq 3mm$ 时允许局 部超高		(同左)	
14	5214	17	角焊缝时焊 缝厚度超过	去除	$t \leq 3mm$ 时允许局 部超过	C	D (同左)	
15	5213	18	角焊缝时焊 缝角度不够	去除	C (在 $100mm$ 参考 长度上应达到额 定 a 的平均值)			C

16	504 5041	19 无	底部超高 底部局部超高(只是对接焊缝)	B	C 通过打磨或封底 焊只许用软的过渡	C
17	507	20	棱边偏移	B	C	D
18	511	21	顶层下凹	B	C	D
19	512	22	角焊缝时的不均匀性	去除	C	D
20	515	23	根部返回根部缺口(对接焊缝)	不允许	只允许短的不均匀性 $h \leq 0.1t \leq 0.5\text{mm}$	C
21	506	无	焊接填充料溢出	不允许	不允许	不允许
22	2025	无	端部焊口敞口	不允许	$h \leq 0.5\text{mm}$ (无尖锐过渡)	允许
23	517	无	填料缺陷	不允许	不允许	不允许
24	601	无	点火点	不允许在焊接坡口以外		
25	602	无	焊接飞溅物	不允许	在结构件有涂层时: 不允许在涂层表面以外允许个别的	
20	—	24	多处不均匀性 a) 气孔、多孔性气道、袋状气孔和所有固体包入物的总和(DIN EN 30042 的N ₃ 至10) b) 其他不均匀性总和	A≤1% 透视图或截面的投影表面	A≤2%	A≤4%
				不允许	在参考长度100mm上保留纵向截面的总表面至少是额定表面的95%	B
b) A=每100mm焊缝长度的不均匀性面积 b) l=不均匀性长度; a=角焊缝厚度额定尺寸; s=对接焊缝厚度额定尺寸 c) h=不均匀性大小 注: T形接头的HV焊缝和DHV焊缝是对接焊缝。						

6.1.1.2.4 激光和电子射线焊接连接

分别按焊缝质量等级, 标准DIN EN ISO 13919-1和ISO DIS 13919-2的要求适用于激光和电子射线焊接连接:

——焊缝质量等级SGK1——计值类B(不允许咬边)

——焊缝质量等级SGK2.1~2.3——计值类B

——焊缝质量等级SGK3——计值类C

6.1.1.2.5 气熔焊接连接

从意义上讲, 气熔焊接连接应使用相应电弧熔焊焊接连接的要求(表3)。

6.1.2 螺柱焊接连接

螺柱焊接只允许用于焊缝质量等级2.3和3。

分别按焊缝质量等级用表 5 的一般要求, 试验范围和质量要求。

表 5 螺柱焊接连接的一般要求和试验

焊缝质量等级	2.3	3
使用范围	内部和外部范围外面的护板和附件	用于内部结构的车地板下面的结构构件螺柱 (例如电缆夹固定)
方法	用提升点火Φ3~12 的螺柱焊接 用喷射点火Φ3~8 的电容螺柱焊接	
可焊接的材料	按 DIN EN ISO 14556 的 4.3~4.6 节以及表 2~5 和 7.25 节	
质量要求	焊缝度部的形式、大小和均匀性按 DIN EN ISO 14555 的表 6~8 • 目检时	
• 渗透检验时 ^{a)} (PT 试验)	不允许下部切削 (根切)	允许较小的下部切削 (根切)
• 宏观磨片时	按 DIN EN ISO 14555 的表 11	取消
• 弯曲试验时	在焊接连接中弯曲 60° 及 30° 无裂纹, 按 DIN EN ISO 14555 的表 10	
试验范围	—100%目检 —NAP ^{b)} 用来承认 WPS —VAP ^{c)} • 在开工前 • 变更 WPS 时 • 变换工具时	—100%目检 —VAP ^{c)} • 开工前 • 变换工具时
文件资料	按 DIN EN ISO 14555 的 10.6 节 NAP+VAP	取消

a) 如果在焊缝质量等级 SGK2.3 中螺柱不被焊缝底部完全包住的话, 则使用 PT 试验。
 b) NAP=标准工作试验; 目检、宏观磨片、弯曲试验按 DIN EN ISO 14555 的表 10 规定。
 c) VAP=协商确定的工作试验: 目检、弯曲试验按 DIN EN ISO 14555 表 10 的规定。

6.2 电阻焊接连接

6.2.1 电阻点焊、凸焊和滚焊焊接连接

6.2.1.1 质量要求

用电阻点焊 (RP)、凸焊 (RB) 和滚焊 (RR) 制造的焊接连接的质量要求见表 6。

焊接连接的表面质量按表 7 决定。

表 6 电阻焊、凸焊和滚焊（连续焊）连接的质量要求

顺号	按 E DIN EN ISO 6520-2 的 序号	要求	SGK2.1	SGK2.3	SGK3	
质量要求，一般						
1		匹配的焊接工序	RP、RR		RP、RB、RR	
2		机器类型	程控和过程 监控的焊机	程控焊机	按 SGK2.1 和 2.3 的要求在 RP 时可 使用手动或杠杆操 作的焊机	
3		使用范围	铁道机车车辆的承载组件（例如侧 墙、地板）以及装在车外的组件，（例 如设备箱、盖板、裙板、车门）	低一级的组件（例 如覆板、电缆槽、 过滤栅）		
4		允许的板厚比	$t_2:t_1 \leq 3:1$, 其他板厚比和 2 层板 以上的焊接必须和合同委托方一道确 定	无要求		
5		起码的剪拉力	对于 RP, 按表 8 和 9, 对于 RP 和 RR 根据连接横截面也采用表 8 和 9	SGK2.1/2.3 的 75%		
6		质量系数 Q	1.0	0.9	0.75	
7		各部件的表面特性	各连接部分必须没有氧化皮、锈、油漆、灰尘、油脂和其他污染。 如果证明它们与焊接特性相容，就可使用表面镀层、涂层、防腐蚀剂、密封膏、胶粘剂。			
8	硬度值		根据 DIN EN 288-3 规定		无要求	
质量要求，外部状况						
9	P100	裂纹	不允许			
10	P2011 P2012 P2013	气泡 多孔性 成排的气孔	不允许		允许个别局部有	
11	P602 P612	飞溅物 材料挤出	局部允许		光量允许	
12	P526	表面不均匀性	允许按表 7 的表面质量 2 和 3		允许按表 7 的表面 质量 2.3 和 4	
13	P522	熔穿的焊点	不允许		允许	
14	P5263	粘附有电极材料	不允许		允许局部有	

质量要求, 内部状况				
15	P5216	熔核渗透深度	最小是板厚度的 30%, 最大是 90%	无要求
16	P100	裂纹	对于 RP 和 RB, 允许为焊接熔核平均直径的一半; 对于 RR, 不允许	
18	P2012 P2013	多孔性 成排气孔	对于 RR: $A \leq 2\%$ $h \leq 0.4t_1$ ^{a)}	对于 RR: $A \leq 24\%$ $h \leq 0.5t_1$
19	P400 P401	连接缺陷 没有连接		不允许
20	P525	缝隙 焊件之间的间隙	直接在焊接连接旁: $h \leq 0.1(t_1 + t_2)$	允许
试验和文件				
21		目检 ^{b)}	100%	100%
22		简单的工作试验 (VAP) ^{c)}	—每天工作前 —变更 WPS 时 —改变工具时	
23		标准的工作试验 (NAP) ^{d)}	—为了承认 WPS —按焊接范围、焊接装置和规定的焊缝质量等级规定的周期证实制造中的质量	不要求
24		文件编写	NAP 所需的文件 100%的过程监控	不要求

注: a) A =不均匀性面积, h =个别不均匀性大小(例如长度、宽度、直径);
b) 对焊接完整性进行检验, 不用光学仪(Q)作外部评价;
c) VAP: 按 DIN ISO 10447 进行滚压试验和鳌削试验, 或按 DIN 32518-2 进行简单的扭曲试验;
d) NAP: 对于 RP 和 RB, 按 DIN 50124 进行剪拉试验和宏观磨片; 对于 RR、Zfp 按 DIN 50124 进行剪拉试验和宏观磨片。

6.2.1.2 最小剪拉力

下面表 8 和 9 包括了焊缝质量等级 2.1 和 2.3 的电阻点焊连接的最小剪拉力与板厚度的关系, 用作剪拉试验的证据。

表 8 用于钢材料;

表 9 用于铝和铝合金材料。

注 1: 所给出的值是至少 5 个点的最小平均值。

2: 较高的剪拉力按今天技术水平是可能的, 用于确定尺寸时必须通过试验来证实, 在开始制

造之前必须通过工作试验来证实。

3：如果在预试验时没有达到这些值，就应检验生产前提，例如材料、装置、人员等。

4：原则上在制造过程中应按表 6 来证实所要求的质量。

表 8 焊缝质量等级 2.1 和 2.3 的钢的电阻点焊

t_1 (mm)	d_2 (mm)	每点的最小剪拉力 (KN)		
		Rm 母材 (MPa)		
		① 270~<360	② 360~<510	③ 510~<620
0.8	4.5	3.5	4.5	6.0
1.0	5.0	4.7	6.0	8.0
1.25	5.5	5.9	7.5	10.0
1.50	6.0	7.1	9.0	12.0
1.75	6.5	8.5	10.9	14.5
2.0	7.0	10.0	12.8	17.0
2.5	8.0	12.9	16.5	22.0
3.0	8.5	16.5	21.0	28.0

这些值适用于非合金和合金钢以及这两者的组合。在母材不同抗拉强度时，始终应取较小值的那种材料来假定。

表 9 焊缝质量等级 2.1 和 2.3 的铝和铝合金电阻点焊连接的最小剪拉力

t_1 (mm)	d_2 (mm)	每点的最小剪拉力 (KN)		
		Rm 母材 (MPa)		
		① 270~<360	② 360~<510	③ 510~<620
0.8	4.5	1.1	1.3	1.5
1.0	5.0	1.5	1.8	2.1
1.25	5.5	2.0	2.3	2.8
1.50	6.0	2.5	2.9	3.5
2.0	7.0	3.5	4.1	4.8
2.5	8.0	4.5	5.3	6.2
3.0	8.5	5.5	6.4	7.6

在母材有不同抗拉强度时，始终应取较小值的那种材料来假定。

6.2.2 薄膜焊接连接

RF 焊接连接的质量要求见表 10。

表 10 钢的薄膜焊缝焊接的质量要求

顺号	按 EN ISO 6520-1 的 序号 a)	按 DIN EN 25817 的 编号	缺陷, 名称	按 DIN EN 25817 计值分类, 偏差		
				SGK1	SGK2 . 3	SGK3
质量要求, 一般						
1			使用范围	铁道机车车辆的承载组件 (例如侧墙、端墙、车顶、 地板) 和外面组件 (例如 设备箱、盖板、裙板车门)	低一级的组 件 (例如护 板、电缆 槽)	
2			焊缝范围的表 面特性	连接部分的表面的焊缝范围必须无氧化 皮、锈、油漆、灰尘、油脂以及其他污染		
3			间距	$b \leq 0.3\text{mm}$		
4			焊接接头的截 面	直角和无毛刺		
5			接头中的板厚 差	$\leq 0.2\text{mm}$		
质量要求, 外部状态						
6	100 104	1 2	裂纹 端部坡口裂纹	C		
7	—	11	缺口, 焊缝横 向和纵向的焊 接箱中, 焊缝 到母材过渡处 中	只允许有短的不均匀性 $h \leq 0.1t \leq 0.5\text{mm}^b)$	C	
8	—	—	焊缝边缘缺 陷, 焊缝溢出 缺陷	不允许 ^{c)}	$h \leq 0.1t^b)$	
9	—	—	粘附电极材料	不允许	个别允许	
质量要求, 内部状态						

10	2011 2012 2014 2017	3 3 3 3	气泡 多孔性 成排气泡 表面气泡	B	C
11	2013	4	气孔夹杂物	B	C
12	2015 2016	5 5	气道 袋状气孔	B ($l \leq t$) ^{b)}	C
13	300	6	固体包入物	B	C
14	401	8	连接缺陷	B	D 不允许有长的不均匀性
15	—	—	多处不均匀性 (按N ₀ 10~13)	$A \leq 2\%$ ^{b)}	$A \leq 4\%$ ^{b)}
试验和文件					
17			目检	100%	
18			非破坏性试验 (Zfp) ^{d)}	100%	无要求
19			简单的工作试验 (VAP) ^{e)}	—每天工作前 —在变更 WPS 时 —在辊式电极更换后	
20			标准的工作试验 (NAP) ^{f)}	用于认可 WPS	无要求
21			文件编写	需要	无要求
a) 基于现有焊缝特性，借用熔焊的序号； b) A=不均匀性面积，h=不均匀性高；l=不均匀性长； c) 薄板始端和末端推荐值； d) Zfp=透视试验； e) 过程监控时：10%； f) 弯曲/折弯试验（材料）； g) 按 DIN EN 895 的拉伸试验、按 DIN EN 288-3 的弯曲试验、Zfp 非破坏性试验、宏观磨片。					

6.2.3 对头烧熔焊接（闪光焊接）连接

钢的 RA 焊接连接的质量要求与焊缝质量等级的关系见表 11。

按意义，可用于铝材料和其他 NE 材料的质量要求。

表 11 钢的对头烧熔焊接连接的质量要求

顺号	按 EN ISO 6520-2 的序 号	缺陷 名称	焊缝质量等级					
			1	2.1	2.2	3		
质量要求, 一般								
1		焊机形式	程控和过程监视的焊机			程控焊机		
2		使用范围	有特殊要求 的结构件	中等至高要求的结构件 (例 如索引缓冲装置、制动拉 杆、制动梁、制动横梁)		中等至低要 求的结构件 (例如座 位、曲柄)		
3		工件准备	夹紧和接合处必须无油漆、污物、油脂和氧化皮。接合 面应尽可能平整, 与接口方向无垂直偏移, 从冷态熔化 时两个对接面的倾斜角在 $5^\circ \sim 20^\circ$ 以下					
4		横截面积之差	\leq	\leq	\leq			
		硬度值	按 DIN EN 288-3 规定			无要求		
质量要求, 外部状态								
6	P100	裂纹	不允许					
7	P502	焊缝很大的超高 (接头底部加工)	在负荷方向 中加工 $h \leq 0.2mm$	在负荷方向中加工 $h \leq 0.5mm$	按使用目的			
8	P507	咬边	$h \leq 0.08t$ $\leq 1mm$	$h \leq 0.15t \leq 2mm$	$h \leq 0.2t \leq 4mm$			
9	P501	缺口	不允许	只允许短的不均匀性 $h \leq 0.1t \leq 0.5mm$		$h \leq 1.0mm$		
10	P100	裂纹	不允许					
11	P400	连接缺陷	不允许					
12	无	空腔和固体 包入物	$A \leq 2\%^{a)}$ $h \leq 0.1t \leq 2mm$	$A \leq 4\%^{a)}$ $h \leq 0.2t \leq 3mm$	$A \leq 8\%^{a)}$ $h \leq 0.4t \leq 3mm$			
试验和文件								
13		目检	100%					
14		Zfp 表面裂纹检验	100%			不需要		

		Z_{fp} 超声波检验 ^{b)}	100%	100% ^{c)}	10% ^{d)}	不需要
15		简单的工作试验 (VAP) ^{e)}	—在工具改变和材料变更后; —机器维修后; —按合同规定的批量			
16		标准的工作试验 (NAP) ^{f)}	对 WPS 的认可		不需要	
17		文件编写 ^{g)}	需要		不需要	

a) h: 各不均匀性的大小(例如长、宽、直径)。
 A: 不均匀性面积。
 b) 个别情况可用透视检验代替。
 c) 编写焊接参数时(需要整个焊接时间内的电流强度、力、距离): 10%; 按合同可用结构件的负荷试验来代替该试验。
 d) 在文件编写时不需要;
 e) VAP(简单的工作试验): 缺口冲击试验, 断裂面评价或非破坏性试验(Z_{fp})。
 f) NAP(标准的工作试验): 按 DIN EN 895 的拉力试验、按 DIN 50121-2 的弯曲试验、宏观磨片、硬度试验和 Z_{fp} 。
 g) 焊接参数和 Z_{fp} 试验结果的文件

6.3 其他焊接连接

对于用其他方法制造的焊接连接, 从意义上讲可使用本标准的规定。此时应由合同委托方和制造方共同协商确定要求。