

ICS 45.120
S 17

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 1632.2—2014

代替 TB/T 1632.2—2005

钢轨焊接 第 2 部分：闪光焊接

Welding of rails
Part 2: Flash butt welding

2014-10-30 发布

2015-05-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

前 言	II
1 范 围	1
2 规范性引用文件	1
3 要 求	1
4 检验方法	4
5 检验规则	6
附录 A(规范性附录) 焊缝断口缺陷记录	9

前 言

TB/T 1632《钢轨焊接》分为四个部分:

- 第1部分:通用技术条件;
- 第2部分:闪光焊接;
- 第3部分:铝热焊接;
- 第4部分:气压焊接。

本部分为 TB/T 1632 的第2部分。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 TB/T 1632.2—2005《钢轨焊接 第2部分:闪光焊接》。与 TB/T 1632.2—2005 相比,主要技术变化如下:

- 修改了闪光焊接的设备要求(见 3.2,2005 年版的 3.2);
- 修改了闪光焊接的人员要求(见 3.3,2005 年版的 3.3);
- 修改了工艺要求(见 3.4,2005 年版的 3.4);
- 增加了对焊接接头晶粒度的要求,增加了宏观检验项目,增加了对 1 080 MPa 级钢轨焊接接头的要求(见 3.5,2005 年版的 3.5);
- 修改了对焊接接头硬度的要求(见 3.5,2005 年版的 3.5);
- 修改了检验方法(见第 4 章,2005 年版的第 4 章);
- 修改了检验规则(见第 5 章,2005 年版的第 5 章);
- 增加了规范性附录 A 焊缝断口缺陷记录(见附录 A)。

本部分由铁道部标准计量研究所提出并归口。

本部分起草单位:中国铁道科学研究院金属及化学研究所、铁道部标准计量研究所。

本部分主要起草人:高文会、丁韦、周清跃、宋宏图、朱梅。

本部分参加起草人:王树青、胡玉堂、高振坤。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- TB/T 1632—1991;
- TB/T 1632.2—1997;
- TB/T 1632.2—2005。

钢轨焊接

第2部分：闪光焊接

1 范围

TB/T 1632 的本部分规定了钢轨固定式和移动式闪光焊接的要求、检验方法和检验规则。

本部分适用于 50 kg/m ~ 75 kg/m 新制钢轨的闪光焊接。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 230.1—2009 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)

GB/T 231.1—2009 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 4340.1—2009 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示与判定

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

TB/T 1632.1—2014 钢轨焊接 第1部分:通用技术条件

TB/T 2622.2 移动式钢轨气压焊设备 加热器技术条件

TB/T 2622.3 移动式钢轨气压焊设备 气体控制箱技术条件

3 要求

3.1 焊接用钢轨要求

用于闪光焊接的钢轨应符合 TB/T 1632.1—2014 第4章的规定。

3.2 设备要求

3.2.1 基本配置

应配置有锯轨及端面斜度处理、轨端除锈、钢轨闪光对焊、焊筋整形、接头热处理、接头矫直、接头外形精整及平直度检验、超声波探伤等设备或装置。

3.2.2 基本要求

钢轨闪光对焊设备应能够自动记录和存储焊接过程中压力、电流及位移随时间变化的过程;接头热处理设备应能够自动记录和存储加热、冷却过程中接头温度随时间变化的过程。

3.3 人员要求

焊接作业人员应持有铁路主管部门认可的技术机构颁发的岗位培训合格证书。

3.4 工艺要求

3.4.1 基本工序

钢轨闪光焊接的基本工序包括:

- 钢轨的选配;
- 钢轨焊前检查与处理;
- 焊前除锈;
- 焊接和推凸;

- 焊筋整形(粗磨);
- 焊后热处理;
- 时效(适用于固定式闪光焊接);
- 焊接接头矫直;
- 外形精整及平直度检验;
- 探伤。

3.4.2 钢轨焊前检查与处理

3.4.2.1 检查钢轨主要几何尺寸:钢轨高度(H)、轨头宽度(WH)、轨底宽度(WF)、断面不对称(A_s)、轨冠饱满度(C)、端面斜度(垂直、水平方向)、端部扭曲、端部和轨身平直度。

3.4.2.2 应检查钢轨表面质量,固定式闪光焊接应对轨底面进行镜面检查。

3.4.2.3 可采用矫直的方法纠正钢轨端部弯曲,对于无法矫直的钢轨端部弯曲,应将弯曲的钢轨端部锯切掉。锯切后钢轨的端面斜度应符合相应的钢轨标准要求。

3.4.3 焊前除锈

3.4.3.1 待焊钢轨端面和钢轨与闪光焊机电极接触部位应除锈。

3.4.3.2 钢轨除锈面待焊时间超过 24 h 以上或打磨后有水、油、污垢污染时,应重新除锈处理。

3.4.3.3 如果钢轨轨腰与电极接触,应将接触部位凸出的轧制标识打磨至与母材平齐。

3.4.4 焊接和推凸

3.4.4.1 焊接前轨温不宜低于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.4.4.2 应自动完成推凸过程,推凸过程不应损伤焊接接头和钢轨母材,推凸后的表面应无肉眼可见的裂纹或焊渣挤入,接头各部位允许的最大推凸余量(推凸后的焊筋高度)为轨头 2 mm,轨头下颏 2.5 mm,轨腰 2 mm,轨底 1.5 mm。

3.4.4.3 应在焊头推凸后、打磨处理前,使用检测直尺($L_0 = 1\text{ m}$)检查接头错边,在焊缝中心线两侧各 15 mm ~ 25 mm 的位置测量并计算接头错边量,见图 1 和图 2。接头错边量不应超过表 1 规定值。对于接头错边量超过最大允许值的焊接接头,应切掉接头重焊,锯切位置距离焊缝中心线不应小于 50 mm,重新焊接前,钢轨端部应处于常温。

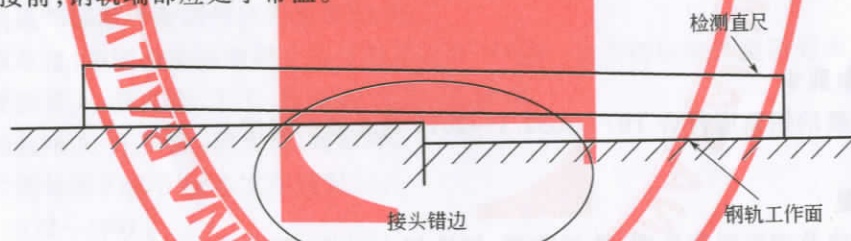


图1 接头错边示意

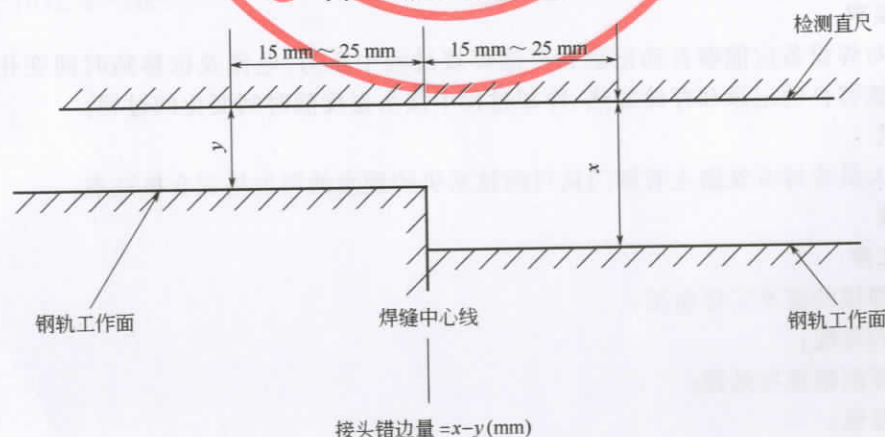


图2 接头错边测量

表 1 接头错边量最大允许值

单位为毫米

接头错边的位置	接头错边量最大允许值	
	线路设计速度 $v \leq 160$ km/h	线路设计速度 $v > 160$ km/h
钢轨顶面纵向中心线的垂直方向	0.5	0.2
工作侧面轨顶面下 16 mm 处的水平方向	0.5	0.2
轨脚边缘的水平方向	2.0	1.5

3.4.4.4 使用移动式焊轨机进行无缝线路长钢轨焊接时,应与无缝线路铺设工艺配合作业;锁定焊接时应使用保压推凸,当焊接接头冷却到 300 ℃ 以下时,方可去除保压压力。

3.4.4.5 批量生产应在型式检验合格后,且应采用与型式检验受检试件相同的生产工艺。

3.4.4.6 应对每个钢轨焊接接头(成品)进行标识,标识应位于焊接长钢轨的同一侧轨腰、距焊缝 1 m ~ 6 m 位置。标识应清晰、端正,至少 5 年(或 1 个大修周期)内可以识别。标识方式应保证每个钢轨焊接接头(成品)能够对生产过程的各项记录及相关信息实现追溯。

3.4.5 焊筋整形(粗磨)

3.4.5.1 可采用铣削或磨削的方式进行焊筋整形,焊筋整形时不应损伤钢轨母材。

3.4.5.2 焊筋整形(粗磨)后,应保证焊接接头表面粗糙度满足探伤扫查的需要。

3.4.5.3 应沿钢轨纵向打磨,不应横向打磨,不应出现钢轨表面打磨灼伤。

3.4.5.4 焊接接头非工作面的垂直、水平方向错边应平顺过渡。

3.4.5.5 线路设计速度 $v > 160$ km/h 时,钢轨闪光焊接头轨底下表面焊筋高度不应大于 0.5 mm(拉伸锁定焊接的接头除外),轨底焊筋边缘棱角应平顺过渡。

3.4.6 焊后热处理

3.4.6.1 焊后热处理包括正火以及恢复轨头硬度而使用的焊后欠速淬火。

3.4.6.2 固定式闪光焊的焊接接头应采用中频电感应方式加热。移动式闪光焊的焊接接头宜采用中频电感应方式,也可采用气压焊加热器火焰摆动方式加热,设备应符合 TB/T 2622.2 和 TB/T 2622.3 的要求。

3.4.6.3 采用中频电感应方式加热时,加热的起始温度应低于 500 ℃(轨头表面),轨头加热温度宜采用 900 ℃ ± 20 ℃,轨底脚加热温度宜采用 800 ℃ ~ 850 ℃(轨脚测温位置在轨脚边缘向内 10 mm 范围内);采用气压焊加热器火焰摆动方式加热时,加热的起始温度应低于 500 ℃(轨头表面),加热宽度 50 mm ± 10 mm,加热温度宜采用 850 ℃ ~ 950 ℃。轨头欠速淬火应采用喷射压缩空气冷却。

3.4.6.4 钢轨固定式闪光焊接头在热处理后应经过不少于 24 h 的时效,然后方可进行矫直和外形精整。

3.4.7 焊接接头矫直

应采用矫直的方法纠正焊接接头平直度偏差,宜在焊接接头处于常温时进行矫直作业。

3.4.8 外形精整及平直度检验

3.4.8.1 应使用精磨机或仿型打磨机具对焊接接头的轨顶面及轨头侧面工作边进行外形精整,外形精整后轨头应保持与母材一致的轮廓形状。

3.4.8.2 外形精整的长度不应超过焊缝中心线两侧各 400 mm 的范围。外形精整不应使焊接接头或钢轨产生任何机械损伤或热损伤。不应使用外形精整的方法纠正超标的平直度偏差和超标的接头错边。

3.4.8.3 焊接接头经矫直和外形精整后,应按照 TB/T 1632.1—2014 的规定检查平直度和表面质量。

3.4.9 探 伤

应按照 TB/T 1632.1—2014 中第 5 章的规定执行。

3.5 质量要求

钢轨闪光焊焊接接头质量要求见表 2。

表2 钢轨闪光焊焊接接头质量要求

序号	项 目		要 求		
			50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨
1	外 观	平直度	按 TB/T 1632.1—2014 中第 6.1 节的规定		
		表面质量	按 TB/T 1632.1—2014 中第 6.2 节的规定		
2	探 伤		按 TB/T 1632.1—2014 中第 5 章的规定		
3	落 锤		$h = 4.2 \text{ m}$, 1 次不断; 或 $h = 2.5 \text{ m}$, 2 次不断	$h = 5.2 \text{ m}$, 1 次不断; 或 $h = 3.1 \text{ m}$, 2 次不断	$h = 6.4 \text{ m}$, 1 次不断; 或 $h = 3.8 \text{ m}$, 2 次不断
4	静 弯	轨头受压	$F \geq 1\,200 \text{ kN}$, 不断	$F \geq 1\,450 \text{ kN}$, 不断	$F \geq 1\,850 \text{ kN}$, 不断
		轨头受拉	$F \geq 1\,100 \text{ kN}$, 不断	$F \geq 1\,300 \text{ kN}$, 不断	$F \geq 1\,600 \text{ kN}$, 不断
5	疲 劳		$F_{\min} = 70 \text{ kN}$, $F_{\max} = 345 \text{ kN}$	$F_{\min} = 95 \text{ kN}$, $F_{\max} = 470 \text{ kN}$	$F_{\min} = 120 \text{ kN}$, $F_{\max} = 600 \text{ kN}$
			支距: 1.0 m , 载荷循环次数: 2×10^6 , 不断		
6	拉伸性能		热轧钢轨: 880 MPa 级, $R_m \geq 800 \text{ MPa}$; 980 MPa 级, $R_m \geq 880 \text{ MPa}$; 1 080 MPa 级, $R_m \geq 980 \text{ MPa}$; $A \geq 6.0\%$ 。热处理钢轨: 按照相应牌号热轧钢轨焊接接头的要求执行		
7	冲击性能		$KU_2 \geq 6.5 \text{ J}$		
8	硬 度		(1) 热轧钢轨: 轨顶面及测试线 1 应满足 $1.10H_p \geq H_j \geq 0.95H_p$, $H_{j1} \geq 0.80H_p$, $w \leq 20 \text{ mm}$;		
			(2) 热处理钢轨: 轨顶面及测试线 1 应满足 $H_j \geq 0.90H_p$, $H_{j1} \geq 0.80H_p$, $w \leq 20 \text{ mm}$		
9	宏 观		焊接接头热处理后的热影响区应覆盖原焊接热影响区		
10	显微组织和晶粒度		焊缝和热影响区的显微组织: 珠光体, 可出现少量铁素体; 不应有马氏体或贝氏体等有害组织;		
			焊缝晶粒度: 轨头和轨脚边缘部位不应低于 8 级; 轨底三角区不应低于 6 级		
11	断 口		无未焊合、过烧、夹渣缺陷;		
			允许存在少量灰斑: 单个灰斑面积不大于 10 mm^2 , 灰斑总面积不大于 20 mm^2		

注: h ——落锤高度; F ——静弯载荷; $F_{\max}$ ——弯曲疲劳最大载荷; $F_{\min}$ ——弯曲疲劳最小载荷; R_m ——抗拉强度平均值; A ——断后伸长率平均值; KU_2 ——冲击吸收能量平均值; H_p ——母材硬度平均值; H_j ——焊接接头硬度平均值; H_{j1} ——焊接接头软点硬度平均值; w ——软化区宽度。

4 检验方法

4.1 外观检验

平直度和表面质量检验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 7 章的规定进行。

4.2 探伤检验

探伤方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 8 章的规定进行。

4.3 落锤试验

试件要求及试验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 9 章的规定进行。

4.4 静弯试验

试件要求及试验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 10 章的规定进行。

4.5 疲劳试验

试件要求及试验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 11 章的规定进行。

4.6 拉伸试验

试样要求及试验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 12 章的规定进行。

4.7 冲击试验

试样要求及试验方法按 TB/T 1632.1—2014 中第 13 章的规定进行。

4.8 硬度试验

4.8.1 轨顶面布氏硬度

轨顶面硬度试样取样位置及测点分布见图 3, 焊缝位于试样长度中心。将焊接接头轨顶面加工除去 1 mm 后, 检测布氏硬度, 布氏硬度试验方法按 GB/T 231.1—2009 规定进行, 试验条件为 HBW10/3000。

4.8.2 纵断面硬度

纵断面硬度试样取样位置见图4,焊缝位于试样长度中心。测试纵断面上轨头(测试线1)的硬度值,测点以焊缝为中心向左右两侧对称排列,测点间距5 mm。焊接接头纵断面检测洛氏硬度或维氏硬度,洛氏硬度试验方法按 GB/T 230.1—2009 规定进行,采用 HRC 标尺;维氏硬度试验方法按 GB/T 4340.1—2009 规定进行,试验力值 294.2 N。

4.8.3 数据处理

测试后,用5%硝酸酒精浸蚀试样测试表面,使测试表面出现肉眼可见的焊缝及焊缝两侧热影响区与母材交界线,以交界线为基准按图3、图4所示确定B、C两条线。

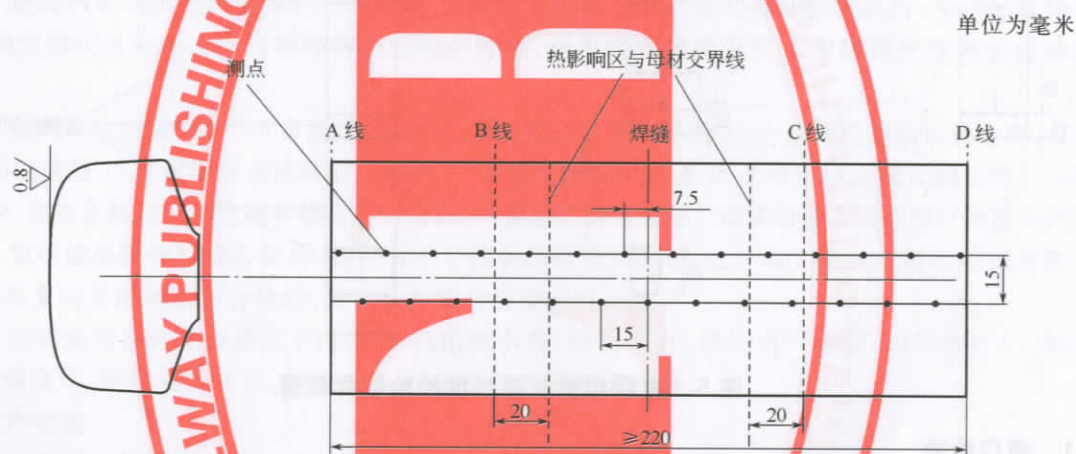


图 3 轨顶面硬度试验取样图

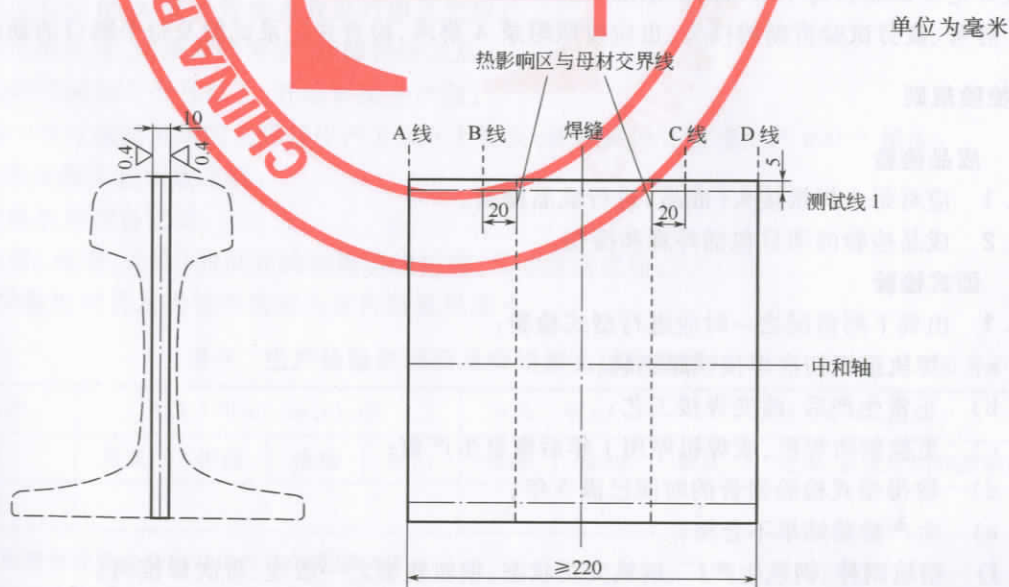


图4 纵断面硬度试验取样图

计算 AB 和 CD 间测点硬度的平均值,作为母材的硬度平均值,记为 H_p ;计算 BC 间测点(含 B、C 线上的测点)硬度的平均值,作为焊接接头的硬度平均值,记为 H_j ;将 BC 间小于 $0.9H_p$ 的测点硬度值取平均,作为软点的硬度平均值,记为 H_{ji} ;利用测试线 1 上的各测点硬度值在坐标图上绘制成硬度曲线,在焊缝两侧分别将硬度值低于 $0.9H_p$ 的宽度作为软化区宽度,记为 w 。

4.9 宏观检验

利用纵断面硬度试样(图 4)进行宏观检验。用 5% 硝酸酒精浸蚀纵断面硬度试样表面,观察焊缝两侧的热影响区与母材交界线。

4.10 显微组织及晶粒度检验

4.10.1 显微组织检验按 GB/T 13298 规定的方法进行;晶粒度检验按 GB/T 6394 规定的方法进行,也可以根据显微组织中的铁素体网评级。

4.10.2 焊接接头显微组织及晶粒度检验取样位置见图 5,箭头指向面为观察面,轨头 1 处,轨底 3 处。

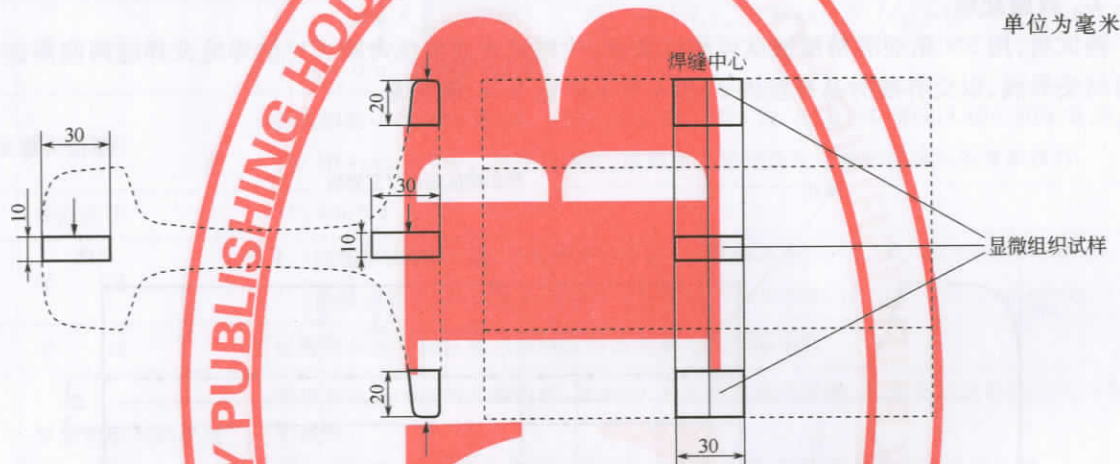


图 5 显微组织及晶粒度检验取样位置

4.11 断口检验

利用落锤试件、补加锤击断,肉眼或借助放大镜检查折断的焊接接头断口,按照附录 A 的要求,检查并记录试验及每个断口的缺陷细节。

静弯、疲劳试验折断的接头,也应按照附录 A 要求,检查并记录试验及每个断口的缺陷细节。

5 检验规则

5.1 成品检验

5.1.1 应对每个焊接接头(成品)进行成品检验。

5.1.2 成品检验的项目包括外观和探伤。

5.2 型式检验

5.2.1 出现下列情况之一时应进行型式检验:

- 焊轨组织初次焊接铁路钢轨;
- 正常生产后,改变焊接工艺;
- 更换钢轨焊机,或焊机停用 1 年后恢复生产前;
- 取得型式检验报告的时间已满 5 年;
- 生产检验结果不合格;
- 钢轨钢种、钢轨生产厂、钢轨交货状态、钢轨轨型之一改变,首次焊接时。

如果钢种相同但生产厂不同,或钢种相同但交货状态不同的两种钢轨已经各自通过了焊接型式检验,这两种钢轨之间的焊接:

- 在全部生产检验项目合格的情况下,可以焊接生产;
 ——在生产检验不合格的情况下,应进行这两种钢轨之间的焊接型式检验。

5.2.2 型式检验的项目及受检焊接接头试件数量见表3。

表3 型式检验的项目及焊接接头试件数量

单位:个

外 观	探 伤	落 锤		静 弯		疲劳	拉伸	冲击	硬度	宏观、显微 组织和晶粒度	断 口
		移动式 闪光焊	固定式 闪光焊	轨头 受压	轨头 受拉						
全部试件	全部试件	15	25	12	3	3	1	1	2	1 (利用硬度试件)	15 (利用落锤试件)

注:硬度试件2个,包括测试轨顶面硬度1个和测试纵断面硬度1个。

5.2.3 型式检验受检试件所用钢轨的生产厂、轨型、钢牌号、交货状态应与焊接生产用钢轨相同,受检试件应是相同工艺焊接的接头。

5.2.4 热轧钢轨与热处理钢轨之间的焊接,焊接接头的质量要求按照热轧钢轨执行,采用热轧钢轨平均硬度确定软化区宽度。不同钢种钢轨之间的焊接,焊接接头的质量要求按照强度级别较低的钢轨执行。

5.2.5 型式检验结果符合第3章规定的试件为合格试件。静弯受检15个试件应连续试验合格;移动式闪光焊落锤受检15个试件应连续试验合格;固定式闪光焊落锤受检25个试件应连续试验合格。一次型式检验中,应在各检验项目全部合格后,方可判定本次型式检验合格。型式检验合格后方可批量生产。

5.2.6 型式检验落锤检验合格后,如果有1个接头断口灰斑超标,应补做2个接头进行落锤和断口检验,补做接头的落锤和断口合格后,可以认为断口检验项目合格。

5.2.7 型式检验报告应包括以下内容:焊轨组织名称、焊机型号、焊机出厂编号、钢轨生产厂、钢轨轨型、钢轨钢牌号、钢轨交货状态、检验设备、详细的检验结果等内容。

5.3 生产检验

5.3.1 出现下列情况之一时应进行与表4相对应的生产检验:

- 固定式闪光焊每焊接500个接头;移动式闪光焊每焊接200个接头;
- 焊机工况变化,对某个焊接参数进行修正之后;
- 焊机出现故障、记录曲线异常,故障排除之后;
- 焊机停焊钢轨1个月以上,开始焊接生产前;
- 每隔3个月或固定式闪光焊生产8000个接头、移动式闪光焊生产600个接头;
- 调整热处理工艺参数之后;
- 更换热处理设备之后;
- 加热器(感应、火焰)的供方或加热器的结构、尺寸改变之后。

5.3.2 生产检验的项目及受检焊接接头试件数量见表4。

表4 生产检验的项目及焊接接头试件数量

单位:个

生产检验条件	5.3.1中a)、b)、c)、d)				5.3.1中e)		5.3.1中f)、g)、h)	
检验项目	外观	探伤	落锤	断口	硬度	宏观	硬度	宏观、显微组织和晶粒度
试件数量	5				2	1	2	1

注1:外观和探伤检验合格后的试件作为落锤试件。

注2:硬度试件2个,包括测试轨顶面硬度1个和测试纵断面硬度1个。

注3:宏观检验、显微组织和晶粒度检验利用硬度试件。

5.3.3 生产检验受检试件所用钢轨的生产厂、轨型、钢牌号、交货状态应与焊接生产用钢轨相同。生产检验使用随机加焊的试件,应采用与焊接生产相同的工艺焊接受检试件。生产检验结果应符合第3章相关规定,检验合格方可继续生产。

5.3.4 年度内进行的生产检验(外观、探伤、落锤、断口、硬度和宏观检验项目),应包含本年度焊接的各种钢轨,必要时应加大生产检验的频次。

5.3.5 生产检验报告应包含以下内容:焊轨组织名称、焊机型号及出厂编号、热处理设备型号及出厂编号、钢轨生产厂、钢轨轨型、钢轨钢牌号、钢轨交货状态、检验设备、生产检验的原因、详细的检验结果等内容。

5.3.6 生产检验有1个及以上试件不合格时应予以复验。

第1次复验:对不合格试件加倍取样复验,经检验合格表示生产检验结果合格;若试件中有1个及以上不合格,应再复验。

第2次复验:对不合格试件加倍取样复验,经检验合格表示生产检验结果合格;若试件中有1个及以上不合格,应判生产检验结果不合格。

5.4 数值修约

当需要评定试验结果是否符合规定值时,可按照规定试验方法中的原则或 GB/T 8170 规定的修约值进行比较。



附 录 A
(规范性附录)
焊缝断口缺陷记录

A.1 要 求

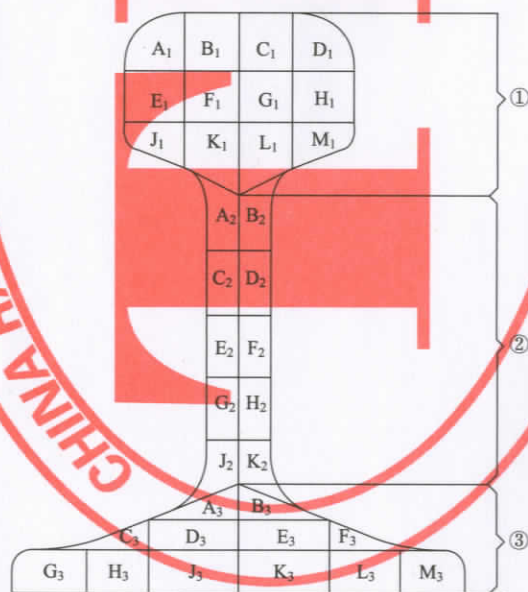
按照图 A.1 记录每个断口的缺陷细节,每个断口记录一页;每个断口记录应有对应的接头标识号;如果焊缝断口没有任何缺陷,应在断口记录页明确填写:“没有可见的缺陷”。

每个断口记录应包含落锤或静弯、疲劳试验的详细信息。

A.2 缺陷细节

焊缝断口缺陷细节包括:

- a) 缺陷在 x 方向和 y 方向的尺寸(断口面上与轨底面平行的方向为 x 方向,钢轨高度方向为 y 方向);
- b) 缺陷的形状;
- c) 缺陷的位置;
- d) 缺陷的方位(应在图 A.1 中标明哪一侧轨脚位于焊机的前方,即哪一侧轨脚位于操作人员侧);
- e) 断裂源;
- f) 缺陷的种类。



说明:

- ① 轨头
- ② 轨腰
- ③ 轨底



图 A.1 钢轨断面缺陷位置表示图

中 华 人 民 共 和 国

铁道行业标准

钢轨焊接

第 2 部分:闪光焊接

Welding of rails

Part 2:Flash butt welding

TB/T 1632.2—2014

*

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市西城区右安门西街8号)

读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174

北京市昌平开拓印刷厂印刷

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1 字数:19 千字

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 4 月第 2 次印刷

*



151134298

定 价: 10.00 元