



CECS 429 : 2016

中国工程建设协会标准

城市轨道用槽型钢轨闪光焊接 质量检验标准

Standard for quality inspection of groove rail
flash-butt welding for urban rail transit



中国计划出版社

中国工程建设协会标准

城市轨道交通用槽型钢轨闪光焊接
质量检验标准

Standard for quality inspection of groove rail
flash-butt welding for urban rail transit

CECS 429 : 2016

主编单位：中国铁道科学研究院金属及化学研究所

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 1 6 年 7 月 1 日

中国计划出版社

2016 北 京

中国工程建设协会标准
城市轨道用槽型钢轨闪光焊接
质量检验标准

CECS 429 : 2016



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.625 印张 37 千字

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—2080 册



统一书号: 1580242 · 939

定价: 19.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 235 号

关于发布《城市轨道用槽型钢轨闪光焊接 质量检验标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2013 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2013〕119 号)的要求,由中国铁道科学研究院金属及化学研究所编制的《城市轨道用槽型钢轨闪光焊接质量检验标准》,经本协会结构焊接专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 429 : 2016,自 2016 年 7 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一六年三月三十日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2013 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2013〕119 号)的要求,制定本标准。

本标准共分为 6 章和 2 个附录。主要内容包括:总则、术语、基本规定、设备与工艺、检验方法、检验规则等。

本标准由中国工程建设标准化协会结构焊接专业委员会归口管理,由中国铁道科学研究院金属及化学研究所(北京市海淀区大柳树 2 号,邮政编码:100081)负责解释。在执行过程中,如发现需要修改和补充之处,请将意见和建议寄至解释单位。

主 编 单 位:中国铁道科学研究院金属及化学研究所

参 编 单 位:苏州高新有轨电车有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

中铁一局集团有限公司

主要起草人:高振坤 李 力 丁 韦 宋宏图 毛 伟
沈明生 韩建良 李京增 马德志 胡玉堂
高文会 彭 鹏 李金华 赵 国 田 甜
段 斌 谢 琦 刘 菲 李育朝 齐 春
高东海 郭 犇 范振中 史启帅

主要审查人:龚 伟 闵祥虎 王锡根 陈 鹏 李 平
杨宏伟 王亮明 蔡 文 周 涛 包自强
樊友洪

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	设备与工艺	(4)
4.1	设备	(4)
4.2	工艺	(4)
5	检验方法	(9)
5.1	外观检验	(9)
5.2	超声波探伤检验	(9)
5.3	落锤试验	(9)
5.4	静弯试验	(10)
5.5	疲劳试验	(10)
5.6	拉伸试验	(11)
5.7	冲击试验	(12)
5.8	硬度试验	(13)
5.9	显微组织检验	(14)
6	检验规则	(16)
6.1	成品检验	(16)
6.2	型式检验	(16)
6.3	生产检验	(17)
附录 A	超声波探伤技术要求	(19)
附录 B	延伸度测定及 DAC 曲线制作方法	(22)
本标准用词说明		(24)
引用标准名录		(25)
附:条文说明		(27)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Equipment and process	(4)
4.1	Equipment	(4)
4.2	Process	(4)
5	Test method	(9)
5.1	Visual inspection	(9)
5.2	Ultrasonic inspection	(9)
5.3	Drop weight test	(9)
5.4	Static bending test	(10)
5.5	Fatigue test	(10)
5.6	Tensile test	(11)
5.7	Impact test	(12)
5.8	Hardness test	(13)
5.9	Microstructure examination	(14)
6	Inspection rules	(16)
6.1	Final examination	(16)
6.2	Type inspection	(16)
6.3	Production inspection	(17)
Appendix A	Technical requirement for ultrasonic inspection	(19)
Appendix B	Indicator length determination and DAC curve making	(22)

Explanation of wording in this standard	(2 4)
List of quoted standards	(2 5)
Addition;Explanation of provisions	(2 7)

1 总 则

1.0.1 为适应现代有轨电车快速发展的要求,完善、规范槽型钢轨的闪光焊接工艺、检验方法和验收标准,做到技术先进、经济合理、安全适用、质量可靠、节能环保,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于材质为 U75V 的 59R2 型、60R2 型槽型钢轨的闪光焊接质量检验和试验。材质为 U75V 的 59R1 型、60R1 型槽型钢轨闪光焊接亦可按本标准的规定执行。

1.0.3 城市轨道用槽型钢轨闪光焊接质量检验除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 推凸 trimming

用与钢轨横截面外形轮廓相同的刀具沿着钢轨表面纵向推进,切除焊接凸出部分。

2.0.2 电极灼伤 electrode burns

钢轨与焊机电极因接触不良产生的伤损现象。

2.0.3 灰斑 flat spot

存在于闪光焊焊缝断口中的局部光滑区域,与周边金属有明显界限。

2.0.4 过烧 overburn

一种存在于焊缝或热影响区晶粒边界熔化的体积型缺陷。轻度过烧呈细小黑灰斑点,重度过烧呈黑色蜂窝状。

2.0.5 接头错边 steps across the weld

焊接时两根钢轨由于没有对正,使焊缝两侧钢轨表面之间出现的平行偏差。

2.0.6 软化区 softened zone

热影响区硬度值低于未受热影响的钢轨母材硬度平均值的区域。

3 基本规定

3.0.1 焊接作业人员和外观检验人员应经过钢轨闪光焊接专业机构培训、考核,并取得相应的资格证书。探伤人员应经钢轨焊缝探伤专业培训且具有超声Ⅱ级或以上级别的技术资格。

3.0.2 焊接作业及检验人员应穿戴必要的劳动防护用品,并防止烫伤、触电。

3.0.3 焊接作业及检验人员应遵守施工现场对电气设备、易燃易爆物品的安全规定,工作现场应放置灭火器材和高温、有电警示牌等。

3.0.4 焊接过程应由两名或以上作业人员完成。焊接工作完毕后,作业人员应检查现场,确认无引起火灾的危险后方可离开。

4 设备与工艺

4.1 设 备

4.1.1 槽型钢轨闪光焊接施工采用的锯轨设备、轨端除锈设备、移动式钢轨闪光对焊设备、焊后热处理设备、接头矫直设备、仿型打磨机以及发电机组等应满足工艺要求,通用性好,运行稳定可靠,并满足安全要求。

4.1.2 移动式钢轨闪光对焊设备应符合下列规定:

1 应在温度为 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间、海拔不高于2000m、相对湿度不大于90%的环境中可靠运行。

2 应实现脉动闪光焊接工艺和连续闪光焊接工艺。

3 最大可焊面积不应小于 10000mm^2 。

4 焊机中各可能引发人身伤害的部位,应设置警示标识予以提示。

5 设置防止焊接飞溅的防护装置。

6 应采用计算机进行设备的控制、监测与数据管理。

4.1.3 移动式焊后热处理设备应符合下列规定:

1 应能够在5min内将槽型钢轨轨头部位加热至 $850\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2 采用感应加热时,焊后热处理设备的输出功率和频率应能自动响应,并能满足工艺要求。

3 采用火焰加热时,应采取措施,防止回火。

4 应配备温度测量仪器,测温允许偏差为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 工 艺

4.2.1 槽型钢轨焊接前应检查钢轨高度、轨头宽度、轨唇宽度、轨

底宽度、轨槽深度、端面斜度(包括垂直、水平方向)、端部弯曲、端部扭曲、端部和轨身平直度等,钢轨型式尺寸应符合设计要求。

4.2.2 钢轨端部弯曲可采用矫直的方法进行纠正,对于无法矫直的钢轨端部弯曲,应将弯曲部分切除,锯切后钢轨的端面斜度不应大于 0.8mm。

4.2.3 焊前除锈应符合下列规定:

1 待焊钢轨端面及钢轨与闪光焊机电极接触部位,应打磨除锈,使表面漏出金属光泽。

2 钢轨打磨后待焊时间超过 24h 以上或打磨面有水、油、污垢污染时,应重新打磨处理。

4.2.4 焊接和推凸应符合下列规定:

1 焊接前轨温不宜低于 10℃。

2 推凸余量不应大于 3mm;焊渣不应挤入或划伤钢轨母材。

3 推凸后、未经打磨处理情况下,应采用 $L_0 = 1\text{m}$ 的检测直尺紧贴钢轨被测位置,用塞尺检查焊缝中心线两侧各 15mm~25mm 处与检测直尺的距离,接头错边量($x-y$)为两侧测量值的差值(图 4.2.4-1、图 4.2.4-2 和图 4.2.4-3)。轨顶面纵向最高点垂直方向的接头错边量不应超过 0.3mm;工作边侧面距离轨顶面 14mm 处水平方向的接头错边量不应大于 0.3mm;轨脚边缘水平方向的接头错边量不应大于 2.0mm(表 4.2.4)。对于接头错边量超过最大允许值的焊接接头,应切掉焊缝两侧各 100mm 后重焊。

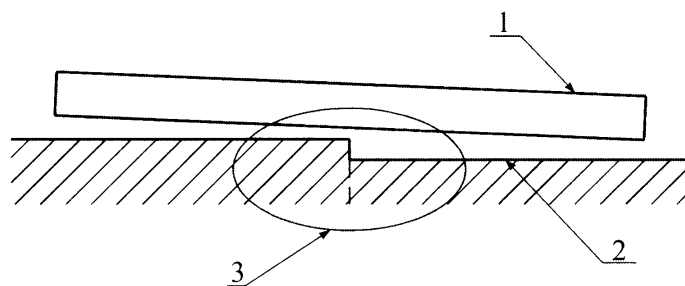


图 4.2.4-1 接头错边示意图

1 检测直尺;2 钢轨工作面;3—焊缝中心线

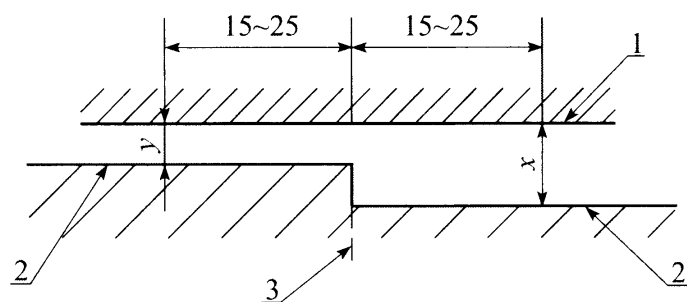


图 4.2.4-2 接头错边测量

1 检测直尺；2 钢轨工作面；3 焊缝中心线

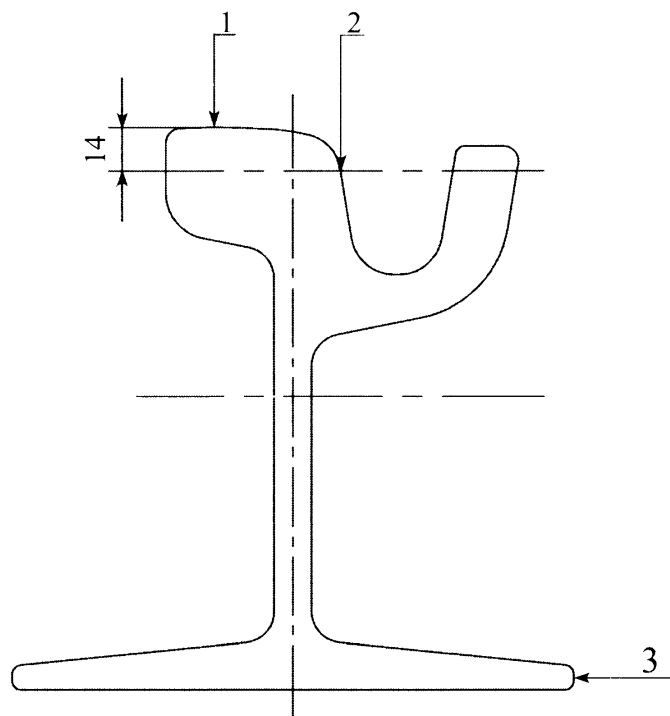


图 4.2.4-3 错边及平直度测量位置示意图

1 垂直测量点；2 水平测量点；3 轨脚测量点

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

5 应对每个槽型钢轨焊接接头(成品)进行标识,标识应清晰、端正;标识方式应保证每个槽型钢轨焊接接头(成品)能够依各项生产记录或信息实现追溯。

表 4.2.4 接头错边量

接头错边的位置	接头错边量允许值 (mm)
钢轨顶面纵向最高点的垂直方向	≤ 0.3
工作侧面轨顶面下 14mm 处的水平方向	≤ 0.3
轨脚边缘的水平方向	≤ 2.0

4.2.5 粗磨应符合下列规定：

- 1 应沿钢轨纵向打磨,钢轨打磨表面不应出现打磨灼伤。
- 2 焊接接头非工作面的垂直、水平方向错边应进行纵向打磨过渡。

4.2.6 焊后热处理应符合下列规定：

- 1 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。
- 2 加热的起始温度应低于 500℃ (轨头表面),加热宽度为 50mm±10mm,加热温度宜为 850℃~950℃。

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

4.2.8 外形精整及平直度检验应符合下列规定：

- 1 应使用精磨机或仿型打磨机对焊接接头的轨顶面及轨头侧面工作面进行外形精整,外形精整应保持轨头轮廓形状。
- 2 外形精整的长度不应超过焊缝中心线两侧各 450mm 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 焊接接头经矫直和外形精整后,应按本标准第 5.1.2 条和第 5.1.3 条规定的方法检查接头的平直度和表面质量。

4.2.9 槽型钢轨闪光焊焊接接头的质量应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 槽型钢轨闪光焊焊接接头质量要求

检 验 项 目		要 求
外观	平直度	垂直方向: $0 \sim 0.3\text{mm}$, 水平方向: $-0.5\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$
	表面质量	表面不平度不应大于 0.2mm ; 焊接接头及周围槽型钢轨表面不应有裂纹、明显压痕、划伤、碰伤、打磨灼伤等缺陷
超声波探伤		1) 轨头部位: $< \phi 3$ 长横孔当量; 2) 轨腰部位: $< \phi 3$ 竖孔当量; 3) 轨底部位: $< \phi 3 - 6\text{dB}$ 竖孔当量; 4) 缺陷当量比 1)、2)、3) 规定的限值低 3dB 或以内时, 延伸长度应小于 6mm ; 5) 焊缝中不应存在裂纹、未熔合等面状缺陷
落锤		$h = 2.7\text{m}$, 2 次不断
静弯	轨头受压	$F \geq 1300\text{kN}$, 不断
	轨头受拉	$F \geq 1200\text{kN}$, 不断
疲劳		$F_{\min} = 85\text{kN}$, $F_{\max} = 120\text{kN}$
		支距: 1.0m , 载荷循环次数: 2×10^6 , 不断
拉伸		$R_m \geq 880\text{MPa}$, $A \geq 6\%$
冲击		$KU_2 \geq 6.5\text{J}$
硬度		轨顶面及纵断面测试线应满足 $1.05H_P \geq H_J \geq 0.90H_P$, $H_{J1} \geq 0.8H_P$, $w \leq 20\text{mm}$
显微组织		焊缝、热影响区: 珠光体加少量铁素体, 不应有马氏体

注: 1 H_P 为母材硬度平均值;

2 H_J 为焊接接头硬度平均值;

3 H_{J1} 为焊接接头软点硬度平均值;

4 w 为软化区宽度。

5 检验方法

5.1 外观检验

5.1.1 表面质量应采用目测方法进行检查。

5.1.2 平直度应在钢轨焊接接头温度低于 50℃ 时进行测量。测量长度应为 1m, 且焊缝居中。平直度的测量位置应设置在轨顶面纵向中心线和轨顶面纵向中心线向下 14mm 的槽型侧面(图 4.2.4-3)。测量应以焊缝中心线两侧各 500mm 位置的钢轨表面作为基准点。

5.1.3 测量表面不平度时, 应将 200mm 长度的直尺放在经过外形精整的焊接接头上, 焊缝位于直尺中心, 测量直尺与钢轨接触面间的最大距离。

5.2 超声波探伤检验

5.2.1 超声波探伤仪和超声波探头技术条件应满足本标准附录 A 第 A.0.1 条和第 A.0.2 条的要求。

5.2.2 探伤前应对探测系统进行校准。试块、探伤灵敏度校准应符合本标准附录 A 第 A.0.3 条和第 A.0.5 条的规定。

5.2.3 探伤扫查方法应符合本标准附录 A 第 A.0.4 条的规定。

5.2.4 采用相对 3dB 方法测定缺陷的延伸度可按本标准附录 B 第 B.0.1 条的规定执行。

5.2.5 距离一波幅曲线(DAC 曲线)的制作可按本标准附录 B 第 B.0.2 条的规定执行。

5.2.6 超声波探伤的其他要求应按本标准附录 A 的有关规定执行。

5.3 落锤试验

5.3.1 试件的平直度和表面质量应符合本标准表 4.2.9 的规定;

试件的长度为 1.2m~1.6m,焊缝中心应位于试件中央,两端锯切加工;试件的轨头应向上,并平放在试验机的两固定支座上,支座间距离应为 1m,焊缝居中。

5.3.2 试验温度应为 10℃~50℃。

5.3.3 落锤试验机应符合现行行业标准《钢轨焊接 第 1 部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 的有关规定。

5.3.4 试验时,应记录试验条件、锤击次数及结果等内容。

5.4 静弯试验

5.4.1 试件的平直度和表面质量应符合本标准表 4.2.9 的规定。试件的长度为 1.2m~1.3m,焊缝中心应位于试件中央,两端锯切加工。试件应置于支距 1m 的支座上,焊缝应居中。

5.4.2 试验温度应为 10℃~40℃。

5.4.3 静弯试验机应符合现行行业标准《钢轨焊接 第 1 部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 的有关规定。

5.4.4 压头移动速度不应大于 1.0mm/s 或加载速率不应大于 80kN/s。

5.4.5 试验时,应记录载荷和支距中间的对应挠度。

5.5 疲劳试验

5.5.1 试件的平直度和表面质量应符合本标准表 4.2.9 的规定。焊缝中心应位于试件中央,允许偏差为±10mm。试件长度不应超过支距外 100mm;最短长度应超过支距外 50mm。试验应在室温条件下进行。试件简支于试验机两支座上,轨头应向上,焊缝中心应位于支距中央并承受集中载荷。

5.5.2 疲劳试验可采用脉动弯曲疲劳试验方法。载荷频率应为 5Hz±0.5Hz,载荷比应为 0.2。载荷循环次数应从达到要求载荷时算起。

5.5.3 疲劳试验机及载荷计算应符合下列规定:

1 疲劳试验机应符合现行行业标准《钢轨焊接 第1部分：通用技术条件》TB/T 1632.1 的有关规定。

2 可改变试件支距,最大支距 1.5m。不同支距时的最大载荷应按下式进行计算：

$$F = \frac{\sigma_{\max} \times 4W}{L} \quad (5.5.3)$$

式中： F ——施加在钢轨上的载荷(N)；

$\sigma_{\max}$ ——最大疲劳应力(MPa), $\sigma_{\max}$ 为 297MPa；

L ——试件支距(mm)；

W ——钢轨下部断面系数(mm³)。

5.5.4 试验记录应包括载荷循环次数和结果。

5.6 拉伸试验

5.6.1 焊接接头拉伸试验取样(图 5.6.1)数量应为 10 个。

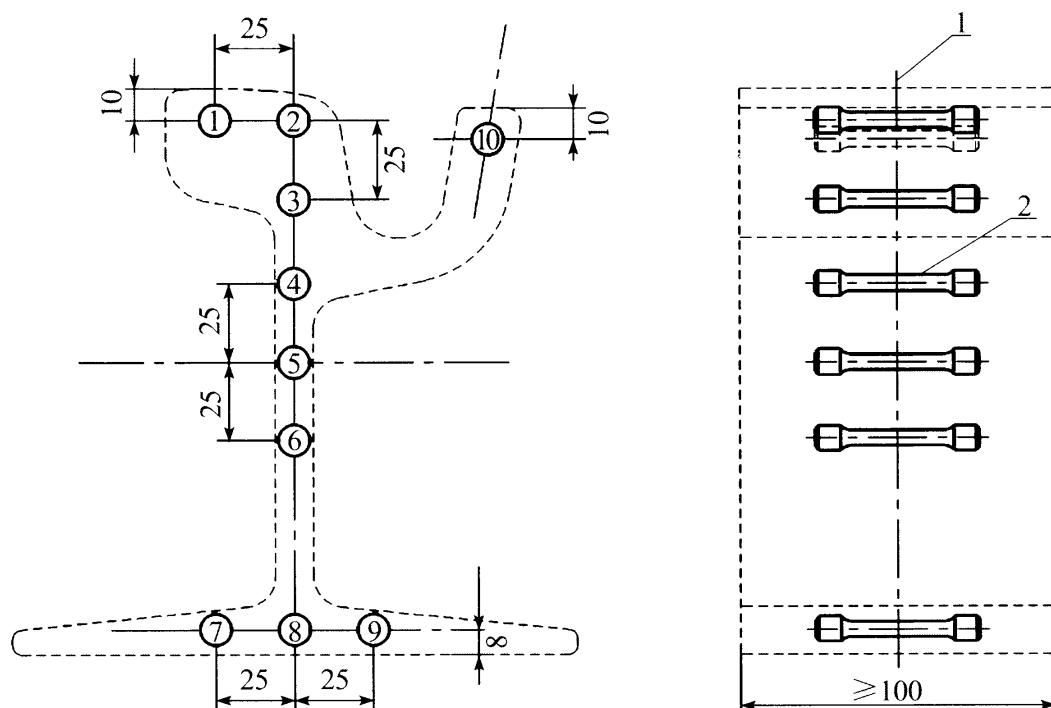


图 5.6.1 拉伸试验取样位置示意图

1 焊缝中心；2 拉伸试样

5.6.2 拉伸试样应采用直径 d_0 为 5mm, l_0 为 $5d_0$ 的比例试样, 焊缝位于试样中心。试样加工尺寸及试验方法应按现行国家标准《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651 和《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1 的有关规定执行。

5.6.3 试验记录应包括抗拉强度和断后伸长率, 试验结果应为 10 个试样的抗拉强度平均值 R_m 和断后伸长率平均值 A 。

5.7 冲击试验

5.7.1 焊接接头冲击试验取样(图 5.7.1)数量应为 10 个。

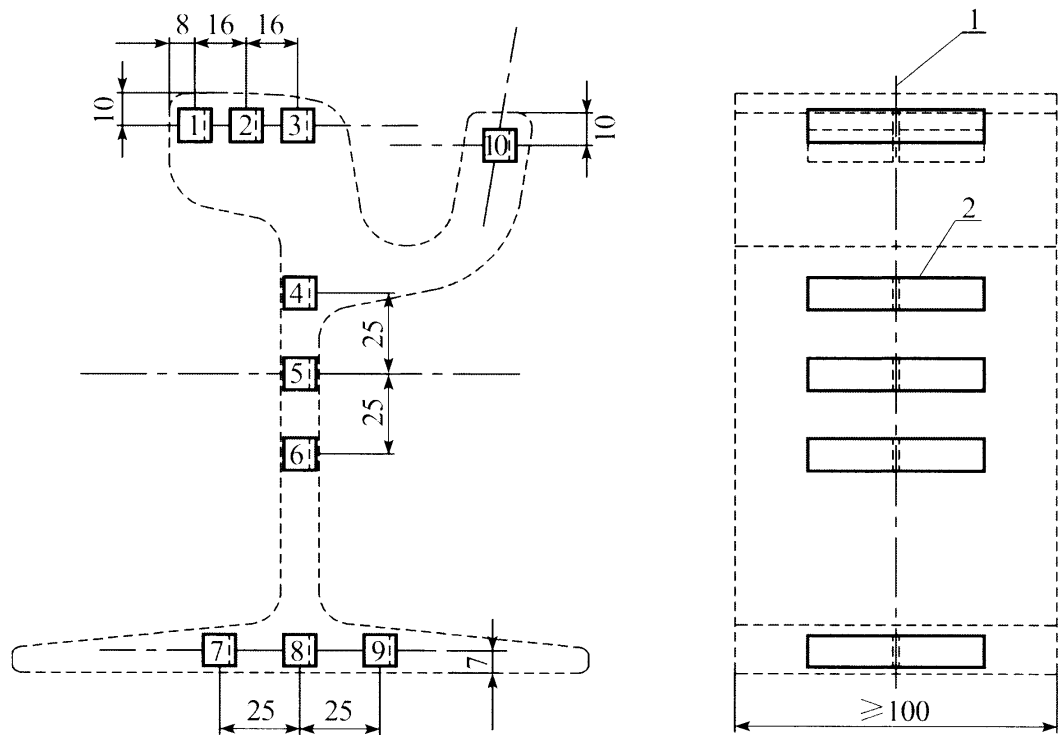


图 5.7.1 冲击试验取样位置示意图

1 焊缝中心; 2 冲击试样

5.7.2 冲击试样加工尺寸及试验方法应按现行国家标准《焊接接头冲击试验方法》GB/T 2650 和《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229 的有关规定执行。U 形缺口应在焊缝中心位置。

5.7.3 试验应在常温下进行, 试验结果应为 10 个试样的冲击吸收功平均值 KU_2 。

5.8 硬度试验

5.8.1 轨顶面硬度应按现行国家标准《金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法》GB/T 231.1的有关规定进行,试验条件应为 HBW10/3000。

5.8.2 轨顶面硬度检测应按下列步骤进行:

1 试样应以焊缝为中心在两侧各取不小于 100mm 长度的槽型钢轨。

2 将焊接接头轨顶面加工除去 2mm。

3 测点分为两行分布在轨顶中心线两侧,两行测点中心线间距宜为 15mm,同行测点与测点间距宜为 15mm(图 5.8.2)。

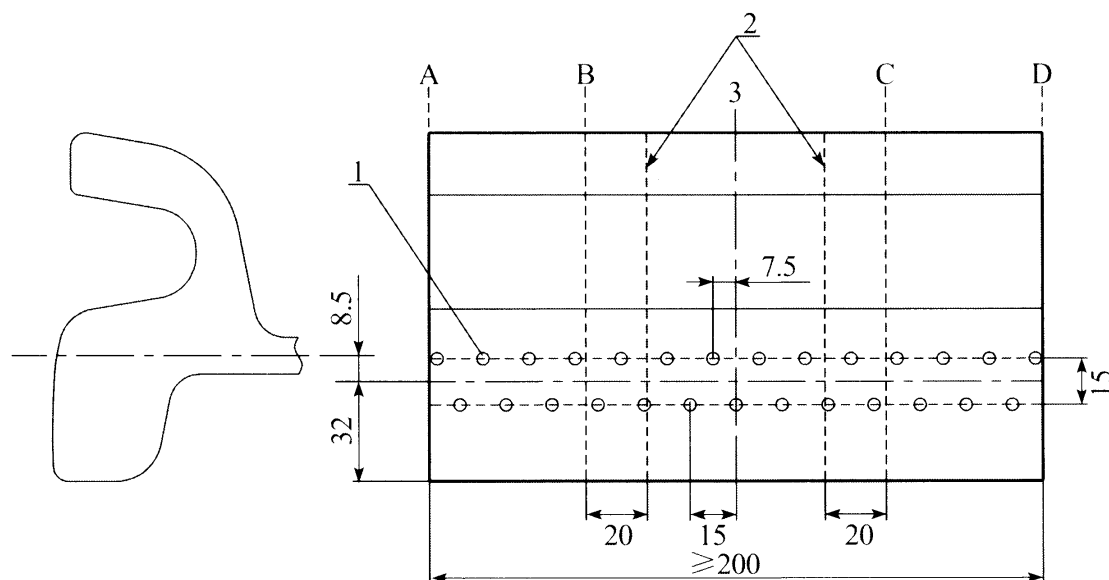


图 5.8.2 轨顶面硬度试验取样示意图

1 测点;2 热影响区与母材交界线;3 焊缝

5.8.3 纵断面硬度应按现行国家标准《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 230.1的有关规定进行,应采用HRC标尺;或按现行国家标准《金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法》GB/T 4340.1的有关规定进行,试验力值应为294.2N。

5.8.4 纵断面硬度检测应按下列步骤进行:

1 试样应以焊缝为中心在两侧各取不小于 100mm 长度的槽型钢轨,测点应分布在纵断面上距离轨头 5mm 处,测点应以焊缝为中心向左右两侧对称排列,测点间距 5mm(图 5.8.4)。

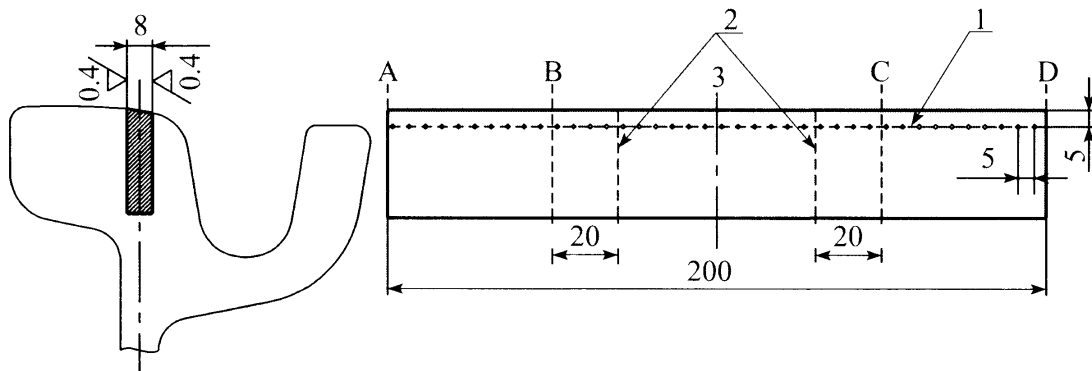


图 5.8.4 纵断面硬度试验取样示意图

1 测点;2 热影响区与母材交界线;3 焊缝

2 测试后,应用 5% 硝酸酒精侵蚀试样测试表面,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,以交界线为基准向两侧延伸 20mm(图 5.8.2 和图 5.8.4)确定 B、C 两条线。

3 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值,作为软点的硬度平均值,记为 H_{j1} ;利用测试线上的各测点硬度值在坐标图上绘制成硬度曲线,将硬度值低于 $0.9H_p$ 的宽度作为软化区宽度,记为 w 。

5.9 显微组织检验

5.9.1 显微组织检验应按现行国家标准《金属显微组织检验方法》GB/T 13298 规定的方法进行。

5.9.2 焊接接头显微组织取样位置应位于轨头和两轨脚边缘(图 5.9.2 中阴影部分,箭头指向面为观察面)。轨头应取样 1 处,试

样观察面应距离钢轨中轴线 7mm 处,试样上表面应与轨顶平齐,焊缝中心应位于试样中心,试样大小为 12mm×20mm×30mm;轨底应取样 2 处,位于自两轨脚最外侧向内 20mm 的位置,焊缝中心应位于试样中心。

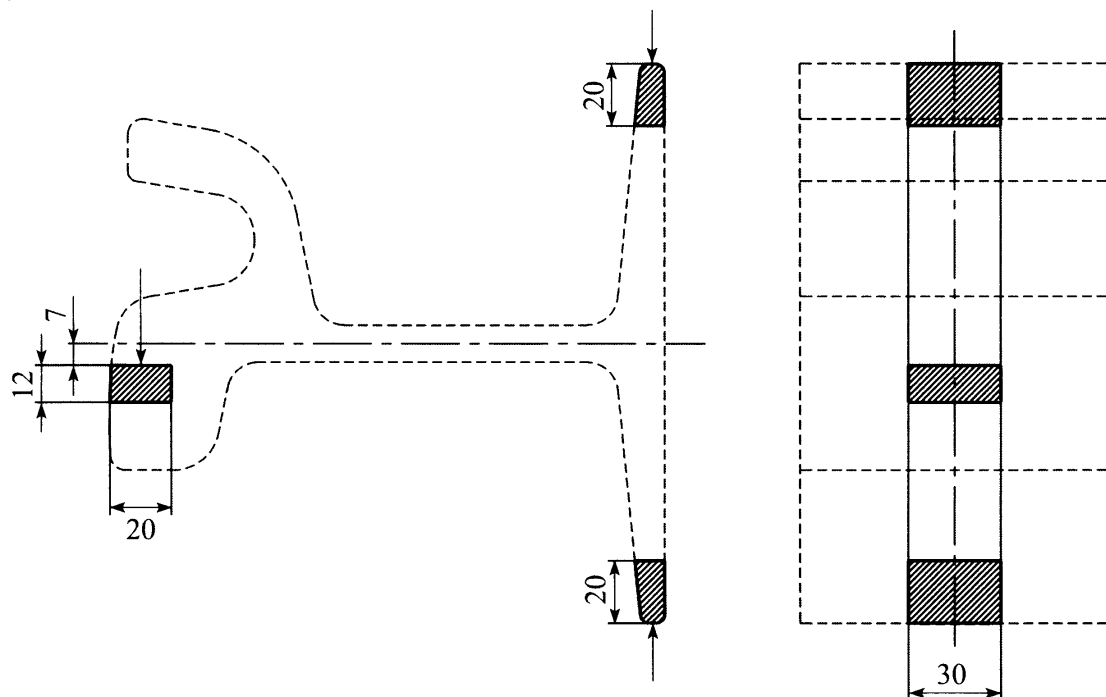


图 5.9.2 显微组织取样位置示意图

6 检验规则

6.1 成品检验

- 6.1.1 每个焊接接头(成品)应进行成品检验。
- 6.1.2 成品检验的项目应包括外观和超声波探伤。
- 6.1.3 外观检验和超声波探伤应符合本标准表 4.2.9 的要求。

6.2 型式检验

- 6.2.1 出现下列情况之一时应进行型式检验：
- 1 焊轨组织初次生产。
 - 2 正常生产后,改变焊接工艺,可能影响焊接接头质量。
 - 3 更换焊轨设备。
 - 4 钢轨生产厂、钢轨型号、钢轨交货状态之一改变,首次焊接时;生产检验结果不合格。
 - 5 停产一年后,恢复生产前。
 - 6 取得型式检验报告的时间已满 5 年。
 - 7 生产检验项目不合格。
- 6.2.2 型式检验的项目及受检试件数量应符合本标准表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 型式检验的项目及试件数量(个)

外观	探伤	落锤	静弯		疲劳	拉伸	冲击	硬度	显微组织
			轨头 受压	轨头 受拉					
全部 试件	全部 试件	15	12	3	3	1	1	2	1 (利用硬度试件)

注:硬度试件 2 个,包括测试轨顶面硬度试件 1 个和测试纵断面硬度试件 1 个。

6.2.3 型式检验受检试件所用钢轨的生产厂、型号、交货状态应与焊接生产用钢轨相同,受检试件应为相同工艺焊接的接头。

6.2.4 型式检验结果符合本标准表 4.2.9 中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。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。

6.2.5 型式检验报告中,应包括焊轨组织名称、焊机型号、焊机出厂编号、钢轨生产厂、钢轨型号、钢轨牌号、钢轨交货状态、检验设备、详细的检验结果等内容。

6.3 生产检验

6.3.1 出现下列情况之一时应进行生产检验:

- 1 焊机工况变化,对某个焊接参数进行修正之后;
- 2 焊机出现故障、记录曲线异常,故障排除之后;
- 3 焊机停焊钢轨 1 个月以上,开始焊接生产前;
- 4 累计生产三个月或焊接数量超过 500 个焊接接头。

6.3.2 生产检验的项目及试件数量应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 生产检验的项目及试件数量(个)

检验项目	外观	落锤	硬度	显微组织
试件数量	5		2	1(利用硬度试件)

注:硬度试件 2 个,包括测试轨顶面硬度试件 1 个和测试纵断面硬度试件 1 个。

6.3.3 生产检验应使用随机加焊的试件,生产检验结果应符合本标准表 4.2.9 的有关规定,检验合格方可继续生产。

6.3.4 生产检验有 1 个及以上试件不合格时应予复验,并应符合下列规定:

1 第一次复验:对不合格试件应加倍取样复验,经检验合格后判定生产检验结果合格;若试件中有 1 个及以上不合格,应进行

第二次复验。

2 第二次复验：对不合格试件应加倍取样复验，经检验合格后判定生产检验结果合格；若试件中仍有 1 个及以上不合格，应判定为生产检验结果不合格。

附录 A 超声波探伤技术要求

A.0.1 超声波探伤仪应符合现行行业标准《A 型脉冲反射式超声波探伤仪 通用技术条件》JB/T 10061 的规定,并应满足下列技术要求:

- 1 衰减器总量应大于或等于 80dB,衰减器相对误差应在工作频段内,每 12dB 误差不应超过 1dB;
- 2 放大器带宽不应小于 1MHz~8MHz;
- 3 灵敏度余量应大于或等于 55dB(2.5MHz 纵波);
- 4 分辨力应大于或等于 26dB(2.5MHz 纵波);
- 5 动态范围应大于或等于 26dB;
- 6 垂直线性误差不应大于 4%;
- 7 阻塞范围不应大于 10mm;
- 8 水平线性误差不应大于 2%;
- 9 数字探伤仪采样频率应大于或等于 100MHz。

A.0.2 超声波探头性能测试应按现行行业标准《超声探伤用探头性能测试方法》JB/T 10062 的规定执行,并应满足下列要求:

- 1 应无双峰和波形抖动现象,探头前沿长度应能满足探伤扫查范围的需要。
- 2 回波频率及其误差应符合下列规定:
回波频率应大于或等于 4MHz;
回波频率误差应小于或等于 10%。
- 3 折射角误差应小于或等于 2°。
- 4 横波探头分辨力应大于或等于 22dB(CSK-I A 直径 50、44mm 圆孔反射面)。
- 5 横波探头始脉冲宽度应小于或等于 20mm(R100 圆弧面

增益 40dB)。

6 横波探头相对灵敏度应大于或等于 60dB(R100 圆弧面)。

A.0.3 试块应由有资质的专业生产厂制造,经测试合格后方可使用,并应符合下列规定:

- 1 标准试块有 CSK-ⅠA 等。
- 2 试块应采用 60R2 型槽型钢轨新轨制作。
- 3 不同试块上的同一位置人工伤损的反射波高相差不应超过 $\pm 1.5\text{dB}$ 。

4 CX-60R2 型超声波探伤对比试块的尺寸及人工缺陷(图 A.0.3)。

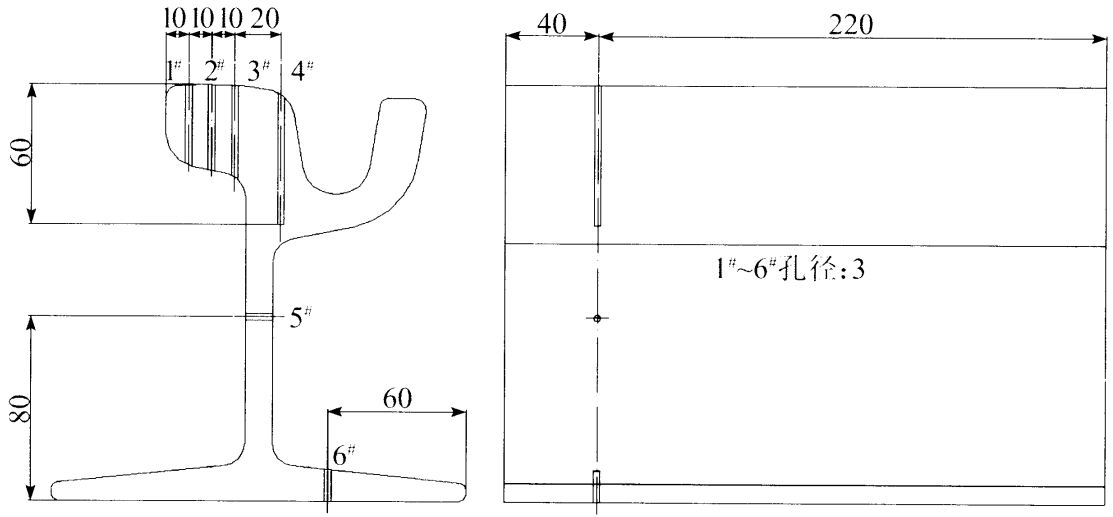


图 A.0.3 CX-60R2 型超声波探伤对比试块

A.0.4 扫查方法应符合下列规定:

- 1 宜采用 K 值大于或等于 2 的横波探头从轨头顶面及侧面对轨头部位进行扫查。
- 2 宜采用 K 值大于或等于 2.5 的横波探头从轨腰侧面对轨腰部位进行扫查,从轨底上斜面对轨底部位进行扫查。
- 3 应从焊缝两侧进行扫查,探头前后移动的同时可向两侧偏转一定角度。

A.0.5 探伤灵敏度校准应符合下列规定:

1 探伤前应采用 CX-60R2 型超声波探伤对比试块进行灵敏度校准:

- 1) 轨头部位从轨头侧面探测 1° 、 2° 、 3° 、 4° 横孔,并将最高反射波分别调至基准波高(屏幕满幅度的 80%),即为相应部位的探伤灵敏度。宜采用 1° 、 2° 、 3° 、 4° 横孔绘制距离一波幅曲线(DAC 曲线)。
- 2) 轨腰部位将 5° 竖孔下棱角最高反射波调至基准波高作为一次波探伤灵敏度,将上棱角最高反射波调至基准波高作为二次波探伤灵敏度。
- 3) 轨底部位将 6° 竖孔下棱角最高反射波调至基准波高并提高 6dB 作为一次波探伤灵敏度,将上棱角最高反射波调至基准波高并提高 6dB 作为二次波探伤灵敏度。

2 探测面粗糙时,应进行打磨。若仍不能满足表面粗糙度要求,当通过补偿能满足探伤要求时,可进行表面耦合补偿,补偿量宜为 2dB~6dB。

附录 B 延伸度测定及 DAC 曲线制作方法

B. 0. 1 相对 3dB 延伸度的测定应按下列方法进行：

1 横向或水平方向延伸度测定：将缺陷最高反射波调至屏幕满幅度的 80%，然后增益 3dB，沿钢轨横向即左右方向移动探头，直至缺陷波幅再降至 80%，测量探头横向移动的距离 m_1 。同时测量探头在同样声程处的点状缺陷上 3dB 声场范围内的横向移动距离 n_1 ，则缺陷的横向延伸度 L_1 可根据下式进行近似计算：

$$L_1 = m_1 - n_1 \quad (\text{B. 0. 1})$$

式中： m_1 ——探头横向移动的距离；

n_1 ——探头在同样声程处的点状缺陷上 3dB 声场范围内的横向移动距离。

2 垂直方向延伸度测定：将缺陷最高反射波调至屏幕满幅度的 80%，然后增益 3dB，沿钢轨纵向即前后方向移动探头，直至缺陷波幅再降至 80%，测量探头前后移动的距离 m_2 。同时测量探头在同样声程处的点状缺陷上的 3dB 声场范围内的前后移动距离 n_2 ，则缺陷的垂直方向延伸度 L_2 可根据下式进行近似计算：

$$L_2 \approx \frac{m_2 - n_2}{\tan \beta} \quad (\text{B. 0. 2})$$

式中： m_2 ——探头前后移动的距离；

n_2 ——探头在同样声程处的点状缺陷上的 3dB 声场范围内的前后移动距离；

β ——所用探头的折射角(°)。

B. 0. 2 距离—波幅曲线(DAC 曲线)的制作应按下列步骤进行：

1 调整探伤仪扫查范围以满足轨头部位探伤需求。

2 选取 CX—60R2 型超声波探伤对比试块的 1 ϕ 横孔作为第一基准孔，将最高反射波调至基准波高。分别在此灵敏度基础上，

依次探测 2[#]、3[#]、4[#] 横孔,并标记对应最高反射波高。

3 以探测距离(声程、水平或深度距离)为横坐标,以 1[#] 横孔基准波高下的 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 横孔反射波高为纵坐标,将 4 点连成圆滑曲线,该曲线即为 $\phi 3\text{mm}$ 横孔 DAC 曲线基准线。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法》GB/T 228.1
- 《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229
- 《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 230.1
- 《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》GB/T 231.1
- 《金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》GB/T 4340.1
- 《焊接接头冲击试验方法》GB/T 2650
- 《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651
- 《金属显微组织检验方法》GB/T 13298
- 《A 型脉冲反射式超声波探伤仪 通用技术条件》JB/T 10061
- 《超声探伤用探头 性能测试方法》JB/T 10062
- 《钢轨焊接 第 1 部分:通用技术条件》TB/T 1632.1

中国工程建设协会标准

城市轨道交通用槽型钢轨闪光焊接
质量检验标准

CECS 429 : 2016

条文说明

目 次

1	总 则	(3 1)
2	术 语	(3 2)
3	基本规定	(3 3)
4	设备与工艺	(3 4)
4.1	设备	(3 4)
4.2	工艺	(3 4)
5	检验方法	(3 6)
5.1	外观检验	(3 6)
5.2	超声波探伤检验	(3 6)
5.3	落锤试验	(3 6)
5.4	静弯试验	(3 7)
5.5	疲劳试验	(3 7)
5.6	拉伸试验	(3 7)
5.7	冲击试验	(3 8)
5.8	硬度试验	(3 8)
5.9	显微组织检验	(3 9)
6	检验规则	(4 0)
6.1	成品检验	(4 0)
6.2	型式检验	(4 0)
6.3	生产检验	(4 0)

1 总 则

1.0.1 现代有轨电车项目的建设在很多方面可以借鉴铁路建设的技术和经验,如其轨道需建成无缝线路,可节省大量的接头零件和线路维修工作量,减少列车的接缝振动,运行平稳,降低噪声,延长线路和车辆装置的使用寿命。但是,现代有轨电车轨道用槽型钢轨与铁路用钢轨截面形状差异较大,在槽型钢轨焊接工艺、接头性能检验和验收标准等方面不能简单参照铁路用钢轨的焊接工艺及检验标准。而槽型钢轨的移动闪光焊接技术在国内为首创,没有针对槽型钢轨的闪光焊接技术条件或标准,因此,为适应当今现代有轨电车快速发展的要求,制定统一的槽型钢轨闪光焊接技术条件,完善、规范槽型钢轨的闪光焊接工艺、检验方法和验收标准,对控制工程质量,规范行业发展,整合国内相关资源,提升国内该行业在国际市场的竞争力具有重要意义。

1.0.2 目前,我国大部分城市新建的现代有轨电车项目都是采用材质为 U75V 的 60R2 型槽型钢轨,另有部分材质为 U75V 的 59R2 型槽型钢轨,而且编写本技术标准所根据的实验数据主要源于 60R2 和 59R2 型槽型钢轨闪光焊接接头,因此在本条中明确表示本标准适用于材质为 U75V 的 60R2 型和 59R2 型槽型钢轨的闪光焊接要求、检验方法和检验规则。又因为 59R2 型和 60R2 型槽型钢轨的截面形状与 59R1 型和 60R1 型非常相似,所以又规定了材质为 U75V 的 59R1 型、60R1 型槽型钢轨闪光焊接亦可参照执行本标准。

1.0.3 本标准是有关城市轨道用槽型钢轨闪光焊接要求的专业性标准,是对城市轨道用槽型钢轨闪光焊接技术的支持性标准。因此,在工程焊接过程中,除应按本标准规定执行外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 槽型钢轨闪光焊接过程中为了提高被焊钢轨之间的结合力,需在焊接后期对焊接接头施加较大顶锻力,热态的钢轨焊接接头会在顶锻力作用下堆积变粗。为了保证焊接接头形状与钢轨形状相似,减少后期打磨工作,需采用与钢轨横截面外形轮廓相同的刀具沿着钢轨表面纵向推进,切除焊接凸出的部分。

2.0.2 在钢轨焊接过程中,铜质电极在机械和液压机构的共同作用下与待焊钢轨紧密接触,并将 $5\text{V}\sim 8\text{V}$ 的焊接电压传送到待焊的两根钢轨,产生 40000A 左右的焊接电流。如果电极与钢轨接触不良,容易导致电极与钢轨之间放电,形成高温电弧,灼伤钢轨,并形成马氏体组织,容易导致线路开通后钢轨在疲劳载荷下断裂失效。

2.0.3 在槽型钢轨闪光焊接过程中,出现在焊缝处的一种面状缺陷。

2.0.4 在槽型钢轨闪光焊接过程中,由于端面温度过高等原因造成的一种焊缝缺陷。

2.0.5 由于人为操作、设备原因或母材尺寸偏差,导致被焊两根钢轨没有对正形成接头错边。

2.0.6 焊接和焊后热处理过程中导致焊缝周围一定范围内的金属变软,形成硬度值低于钢轨母材的区域,称为软化区。

3 基本规定

3.0.1 本条对实施城市轨道用槽型钢轨焊接的人员提出了资格方面的要求。钢轨闪光焊接过程中涉及轨道施工、电气、液压、机械的操作与管理,需要掌握一定的专业技术知识和技能,在现有国家铁路相关部门中,钢轨闪光焊接技术人员均需通过钢轨闪光焊接专业机构组织的培训和考核,本标准也做出了相同的规定。无损检测对确保产品质量和设备运行安全十分重要,具有许多特殊性,探伤人员的水平和经验与检测结果直接相关,因而需要对探伤人员的技术资格进行鉴定与认证,并核发相应级别、相应专业的证书,要求探伤作业人员必须持证上岗,并从事与证书级别和专业相符的工作,以确保无损检测工作的质量。焊缝探伤人员应具有超声Ⅱ级或以上级别的技术资格。

3.0.2~3.0.4 针对城市轨道交通施工过程中槽型钢轨闪光焊接的施工环境和特点,制定了适合操作人员、设备和周边环境的安全规定。

4 设备与工艺

4.1 设 备

4.1.1~4.1.3 城市轨道交通用槽型钢轨闪光焊接工作包含一系列工序,其过程包括焊前处理、焊接、焊后热处理、打磨、矫直和检验。这些工序所需的设备如下:

- (1)焊前处理——锯轨机、除锈装备;
- (2)焊接——钢轨闪光焊机;
- (3)焊后热处理——热处理设备;
- (4)打磨——打磨机;
- (5)矫直——矫直设备。

焊机、感应加热焊后热处理设备和打磨机均需要电能作为动力,在工地施工过程中总会遇到使用市电不便利的情况。尤其是闪光焊接对电力的需求功率非常大,且为三相不平衡的负载,容易对电网造成污染。因此为了保证施工质量和进度,要求配备发电机组。

因钢轨焊接和焊后热处理工序是槽型钢轨焊接施工过程中的关键工序,直接关系到施工质量,因此在本标准第 4.1.2 条和第 4.1.3 条中分别对该工序的两项主要设备进行了特殊要求。

4.2 工 艺

4.2.1 本条规定了焊前对钢轨进行检查的内容。

4.2.2 如果钢轨端面斜度过大,会导致焊接过程中端面加热不均匀,影响焊接质量,因此本条规定锯切后钢轨的端面斜度不应大于 0.8mm。

4.2.3 在钢轨焊接过程中,铜质电极在机械和液压机构的共同作

用下与待焊钢轨紧密接触,并将 5V~8V 的焊接电压传送到待焊的两根钢轨,产生 40000A 左右的焊接电流。如果电极与钢轨接触不良,容易导致电极与钢轨之间放电,形成高温电弧,灼伤钢轨,并形成马氏体组织,容易导致线路开通后钢轨在疲劳载荷下断裂失效。因此本标准规定焊前必须对电极与钢轨接触的部位进行除锈处理,且需保证电极与钢轨接触良好。

4.2.4 焊接前的钢轨温度直接影响了焊接过程的脉动特性和焊接最终状态的温度场产生,通常在钢轨温度低于 10℃ 的时候,容易引起接头伤损率的上升,因此本条规定焊接前轨温不宜低于 10℃。

4.2.5 打磨灼伤容易使钢轨母材形成马氏体组织,线路开通后在疲劳载荷的作用下形成裂纹源,造成断轨,因此本条规定了打磨过程中应避免形成打磨灼伤。

4.2.6 因为采用感应加热方式对焊接接头进行焊后热处理,其过程主要由设备自动控制完成,基本不受人为因素影响,所以本条推荐采用感应加热方式进行槽型钢轨焊后热处理,有利于保障热处理的质量。

4.2.7 焊接接头平直度出现较大偏差时,如果采用打磨的方式进行矫正,会造成母材磨削过量或破坏轨顶坡的形状,影响行车平稳性,因此本条规定只能用矫直的方法来矫正平直度偏差。在高温状态下,钢轨焊接接头的强度较低,如果进行矫直,容易使接头在外力作用下造成伤损,因此规定了宜在焊接接头处于常温时进行矫直作业。

4.2.8 本条规定了外形精整过程中应该注意的一些事项,最重要的是避免磨削过量和对钢轨造成热损伤。

5 检验方法

5.1 外观检验

5.1.1~5.1.3 条文规定了表面质量、平直度和表面不平度检查方法,强调了平直度检查应在轨头温度低于 50℃ 时进行,其原因是城市轨道用槽型钢轨的断面厚度差异非常大,在由高温向低温冷却的过程中不同部位的冷却速度不一样,产生温度应力,会导致接头的平直度随槽型钢轨温度的改变而变化,因此在高温状态下测量的接头平直度通常具有较大的误差,无法作为验收接头的依据。

5.2 超声波探伤检验

5.2.1~5.2.3 条文对超声波探伤仪和超声波探头及扫查方法做出了规定。

5.2.4 本条对缺陷相对 3dB 延伸度的测定做出了规定。

5.2.5 本条对距离-波幅曲线的制作做出了规定。

5.3 落锤试验

5.3.1~5.3.4 落锤试验是我国最常用和最有效的检验钢轨闪光焊接接头质量的一种试验方法,因此在本标准中要求对城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头进行落锤试验。为了便于检验,采用了与国有铁路相同的检验方法和设备,但是因为城市轨道用槽型钢轨的截面形状与普通钢轨不同,其断面系数也不一样,所以落锤高度也不同。按照试件承受的最大冲击应力一致的原则进行计算后,得到城市轨道用槽型钢轨采用的落锤高度为 2.7m,两次不断。该部分内容还对落锤试样、落锤试验机、温度和记录内容做出了

规定。

5.4 静弯试验

5.4.1 本条规定了用于静弯试验的试件应该符合的要求。

5.4.2 在高温状态下,城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头的强度高、韧性好,容易掩盖静弯试验中的接头缺陷;在低温状态下,城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头的强度低、韧性差,容易引起合格接头断裂,导致试验结果不准确。因此,本条规定静弯试验应在槽型钢轨温度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时进行。

5.4.3 为了便于检验,采用了与国有铁路相同的检验方法和设备。

5.4.4 加载速率会影响城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头的瞬时受力状态,影响最终试验结果,因此本条规定了加载压头移动速度不应大于 1.0 mm/s (或:加载速率不应大于 80 kN/s),目的是保障实验结果尽量少的受到外界因素的影响。

5.4.5 本条规定了静弯试验的记录内容。

5.5 疲劳试验

5.5.1 本条规定了用于疲劳试验的试件应该符合的要求。因为槽型钢轨的温度会对试验结果造成影响,本条规定其温度应为室温。

5.5.2、5.5.3 条文规定了城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头疲劳试验载荷和次数要求,以及对应的计算方法。

5.5.4 本条规定了疲劳试验的记录内容。

5.6 拉伸试验

5.6.1 本条规定了城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头拉伸试验取样位置和数量。由于槽型钢轨截面形状较普通钢轨复杂,为不对称结构,为了能够更加准确地反应焊接接头的质量,本条规定取

样数量较现行行业标准《钢轨焊接 第1部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 中的规定多一个,且取样位置也不相同。

5.6.2 由于 59R2 和 60R2 型槽型钢轨的轨腰和轨底的厚度小,无法按照《钢轨焊接 第1部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 中的要求进行取样,因此根据现行国家标准《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651 和《金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法》GB/T 228.1 的有关规定,拉伸试样采用直径 $d_0 = 5\text{mm}$, $l_0 = 5d_0$ 的比例试样。

5.6.3 因为闪光焊接接头存在灰斑类的局部缺陷,可能导致个别试样的强度非常低,但对接头的整体强度影响不大,规定了分别取 10 个试样的抗拉强度和断面收缩率的平均值作为试验结果。

5.7 冲击试验

5.7.1 本条规定了城市轨道用槽型钢轨闪光焊接接头冲击试验取样位置和数量。由于槽型钢轨截面形状较普通钢轨复杂,为不对称结构,为了能够更加准确地反应焊接接头的质量,本条规定取样数量较现行行业标准《钢轨焊接 第1部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 中的规定多一个,且取样位置也不相同。

5.7.3 因冲击试验结果离散性比较大,所以取 10 个试样的平均值作为试验结果。

5.8 硬度试验

5.8.2 本条规定了轨顶面布氏硬度取样位置和测点分布,由于槽型钢轨与普通钢轨的断面形状之间的差异,导致测点分布不同于现行行业标准《钢轨焊接 第1部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 中的要求。

5.8.3 城市轨道用槽型钢轨对硬度要求较高的部位主要集中在轨顶坡和轨顶踏面的部位,所以纵断面硬度取样只取轨头中包含侧线部分,没有必要取全部纵断面。

5.8.4 硬度试验的数据处理方法沿用了现行行业标准《钢轨焊接 第1部分:通用技术条件》TB/T 1632.1 中的要求。

5.9 显微组织检验

5.9.1、5.9.2 条文规定了焊接接头显微组织检验取样位置和检验方法。

6 检验规则

6.1 成品检验

6.1.1~6.1.3 条文规定了成品检验的范围、内容和要求。成品检验是对城市有轨电车项目轨道施工过程中生产的每一个槽型钢轨闪光焊接接头进行的检验,检验内容包括外观质量和超声波探伤两部分。只有通过成品检验的槽型钢轨焊接接头才能通过验收,成为合格接头。

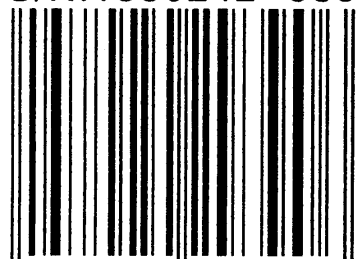
6.2 型式检验

6.2.1~6.2.5 型式检验是对焊接装备、人员和焊接工艺进行的总体评价,型式检验合格后方可批量生产。

6.3 生产检验

6.3.1~6.3.4 生产检验是对焊接装备、人员和焊接工艺进行的稳定性评价。

S/N:1580242•939



9 158024 293906 >

统一书号:1580242•939

定价:19.00 元