



CECS 430 : 2016

中国工程建设协会标准

城市轨道用槽型钢轨铝热焊接 质量检验标准

Standard for quality inspection of groove rail thermit
welding for urban rail transit



中国计划出版社

中国工程建设协会标准

城市轨道用槽型钢轨铝热焊接
质量检验标准

Standard for quality inspection of groove rail thermit
welding for urban rail transit

CECS 430 : 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
城市轨道交通用槽型钢轨铝热焊接
质量检验标准

CECS 430 : 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 1.5 印张 34 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:1580242·937

定价:18.00 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 236 号

关于发布《城市轨道用槽型钢轨铝热焊接 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铝热焊接质量检验标准》,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 430 : 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 3 个附录。主要内容包括:总则、术语、基本规定、材料与工艺、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(地址: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: 李 力 高振坤 崔成林 宋宏图 胡玉堂
丁 韦 毛 伟 沈明生 韩建良 李京增
马德志 高文会 彭 鹏 李金华 赵 国
田 甜 高松福 段 斌 谢 琦 刘 菲
高东海 郭 犇 李育朝 齐 春 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	材料与工艺	(4)
4.1	材料	(4)
4.2	工艺	(4)
5	检验方法	(7)
5.1	外观检验	(7)
5.2	超声波探伤检验	(8)
5.3	静弯试验	(8)
5.4	疲劳试验	(9)
5.5	拉伸试验	(9)
5.6	硬度试验	(10)
5.7	显微组织检验	(12)
5.8	断口检验	(13)
6	检验规则	(14)
6.1	成品检验	(14)
6.2	型式检验	(14)
6.3	生产检验	(15)
附录 A	槽型钢轨铝热焊接操作记录表	(17)
附录 B	超声波探伤技术要求	(18)
附录 C	延伸度测定及 DAC 曲线制作方法	(21)
本标准用词说明		(23)
引用标准名录		(24)
附:条文说明		(25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Material and process	(4)
4.1	Material	(4)
4.2	Process	(4)
5	Test method	(7)
5.1	Visual inspection	(7)
5.2	Ultrasonic inspection	(8)
5.3	Static bending test	(8)
5.4	Fatigue test	(9)
5.5	Tensile test	(9)
5.6	Hardness test	(10)
5.7	Microstructure examination	(12)
5.8	Fracture examination	(13)
6	Inspection rules	(14)
6.1	Final examination	(14)
6.2	Type inspection	(14)
6.3	Production inspection	(15)
Appendix A Operation record sheet for groove rail thermit welding		(17)
Appendix B Technical requirement for ultrasonic inspection		(18)
Appendix C Indicator length determination and DAC		

curve making	(2 1)
Explanation of wording in this standard	(2 3)
List of quoted standards	(2 4)
Addition;Explanation of provisions	(2 5)

1 总 则

1.0.1 为适应现代有轨电车快速发展的要求,完善、规范槽型钢轨的铝热焊接工艺、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、60R2 型槽型钢轨的铝热焊接质量检验和试验。材质为 U75V 的 59R1 型、60R1 型槽型钢轨铝热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铝热焊接质量检验除应执行本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 铝热焊接 thermit welding

以氧化铁为氧化剂,以铝粉为还原剂,加入适量的合金元素,通过氧化还原反应发出大量热量,并生成液态铁合金的一种热剂焊。

2.0.2 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。

2.0.3 打磨灼伤 grinding burns

砂轮打磨钢轨表面产生的伤损现象。

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铝热焊接专业机构培训、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 材料与工艺

4.1 材 料

- 4.1.1 铝热焊剂、砂模应适用于待焊槽型钢轨,包装上的标识应便于识别。铝热焊剂应采用密封包装。
- 4.1.2 铝热焊剂应为松散的颗粒状或粉状,不应成团、结块。
- 4.1.3 铝热焊剂和砂模不应受潮或破损。
- 4.1.4 坩埚应能够实现自动浇铸,且内表面无导致砂粒脱落的凸起或凹坑。

4.2 工 艺

- 4.2.1 铝热焊接工艺应详细列明所需设备、消耗性材料及详细的操作方法,并应包括下列内容:
 - 1 主要操作人员人数。
 - 2 焊接设备使用说明。
 - 3 不同牌号、型号的槽型钢轨所对应的焊剂。
 - 4 槽型钢轨端头的准备及轨缝大小。
 - 5 详细的预热参数。
 - 6 从点燃焊剂到钢水浇铸的时间范围。
 - 7 允许列车通过时焊接接头的温度。
 - 8 对焊接环境的要求。
 - 9 安全事项。
- 4.2.2 焊接操作人员应记录焊接过程,记录内容应符合本标准附录 A 的规定。
- 4.2.3 钢轨焊接接头应进行标识。标识应清晰、端正。标识方式应保证每个钢轨焊接接头能够根据作业记录实现追溯。

4.2.4 焊接接头焊筋表面应符合下列规定：

- 1 最多可出现 3 个最大尺寸不超过 2mm 的气孔。
- 2 焊筋表面夹渣或夹砂等缺陷不应侵入钢轨的横断面内,其最大尺寸应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 焊筋表面夹渣或夹砂等缺陷的最大尺寸

缺陷面积 (mm ²)	缺陷深度 (mm)
≤10	≤3
≤15	≤2
≤20	≤1

4.2.5 经打磨后的焊接接头轨头部位应符合下列规定：

- 1 不得出现裂纹、未熔合。
- 2 气孔数不应大于 1 个,气孔尺寸不应大于 1mm。
- 3 在轨头下颚与焊筋边缘交界处半径为 2mm 的区域内(图 4.2.5),可出现 1 个气孔、夹渣或夹砂,缺陷尺寸不应大于 1mm。

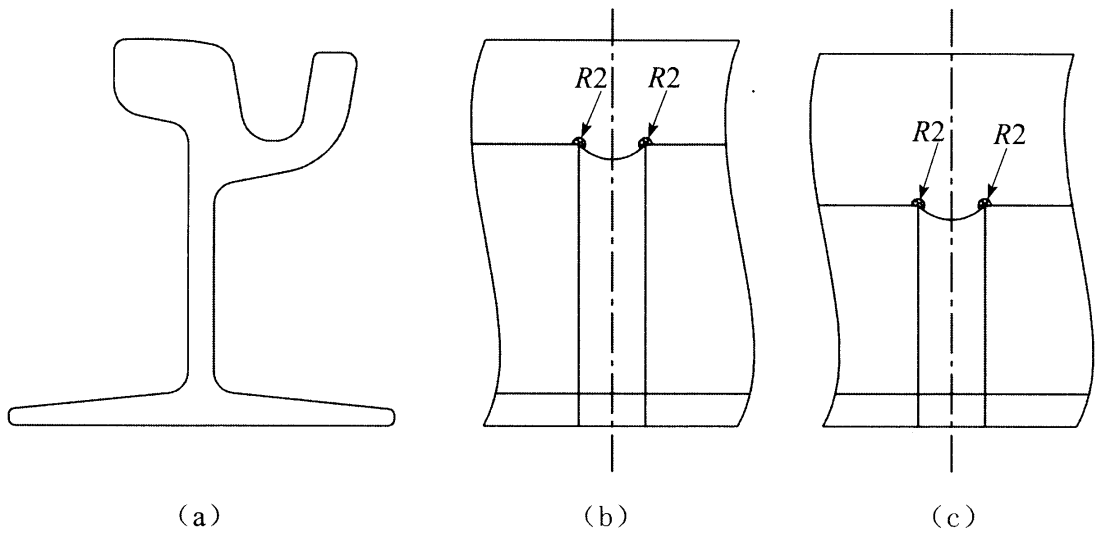


图 4.2.5 允许出现缺陷区域

4.2.6 槽型钢轨铝热焊焊接接头质量应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 槽型钢轨铝热焊焊接接头质量要求

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	表面不平度不大于 0.2mm 。焊接接头及其附近槽型钢轨表面不应有裂纹、明显压痕、划伤、碰伤、打磨灼伤等伤损
超声波探伤		(1) 轨头部位: 不应大于或等于 $\phi 3$ 长横孔当量; (2) 轨腰部位: 不应大于或等于 $\phi 3$ 竖孔当量; (3) 轨底部位: 不应大于或等于 $\phi 3-6\text{dB}$ 竖孔当量; (4) 缺陷当量比 1)、2)、3) 规定的缺陷应小于或等于 3dB , 延伸长度不应大于 6mm ; (5) 焊缝中不应存在裂纹、未焊合等面状缺陷
静弯	轨头受压	$F \geq 1100\text{kN}, f_{\max} \geq 10\text{mm}$
	轨头受拉	$F \geq 1000\text{kN}, f_{\max} \geq 10\text{mm}$
疲劳		$F_{\min} = 60\text{kN}, F_{\max} = 300\text{kN}$
		支距: 1.0m , 载荷循环次数: 2×10^6 , 不断
拉伸性能		$R_m \geq 780\text{MPa}$
硬度	焊缝硬度	$H_P \pm 20 (\text{HBW} 10/3000)$
	软化区宽度	$w \leq 20\text{mm}$
显微组织		焊缝、热影响区不应出现马氏体及魏氏组织, 焊缝显微组织应为珠光体加少量铁素体
断口		不应出现疏松、缩孔或由焊接引起的裂纹等缺陷; 允许出现少量气孔、夹渣或夹砂等缺陷, 最大尺寸为 2mm 时, 允许数量 1 个; 最大尺寸为 1mm 时, 允许数量 2 个

注: H_P 为焊接接头热影响区外两侧钢轨母材的平均硬度。

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(图 5.1.2)应位于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。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。

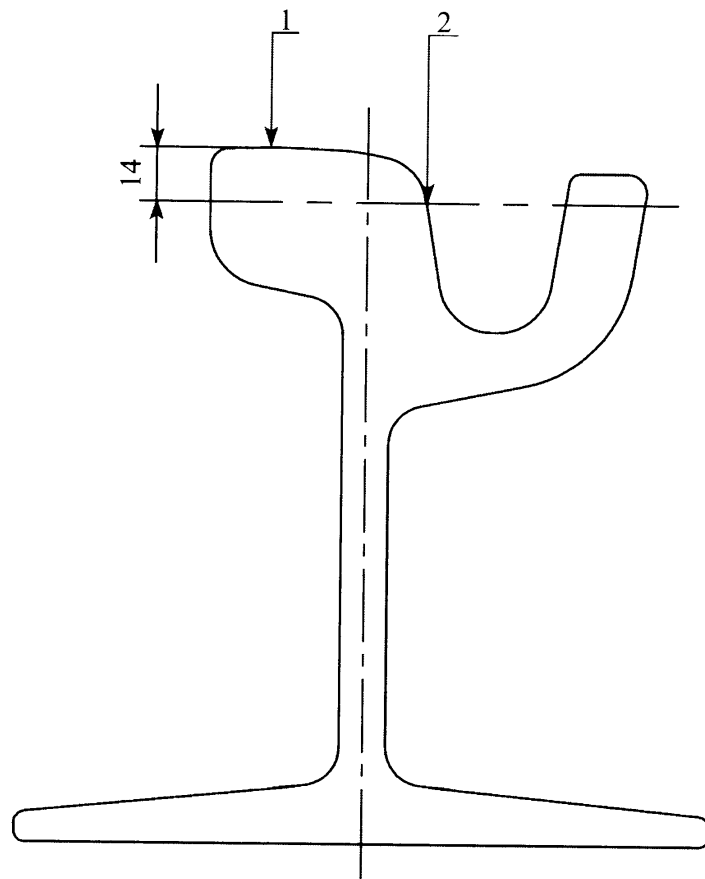


图 5.1.2 平直度测量位置示意图

1—垂直测量点；2—水平测量点

5.1.3 焊接接头经外形精整后的轨头及槽型钢轨的表面不平度应符合下列规定：

- 1 表面不平度不应超过 0.2mm。
- 2 焊接接头及其附近槽型钢轨表面不应有裂纹、明显压痕、划伤、碰伤、打磨灼伤等伤损。

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第 B.0.1 条和第 B.0.2 条的要求。

5.2.2 探伤前应对检测系统进行校准,试块、探伤灵敏度校准应满足本标准第 B.0.3 条和第 B.0.5 条的要求。

5.2.3 探伤扫查方法应满足本标准第 B.0.4 条的要求。

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

5.2.5 距离-波幅曲线(DAC 曲线)的制作可按本标准第 C.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 B 的规定执行。

5.3 静弯试验

5.3.1 试件的平直度和表面质量应符合本标准第 4.2.4 条～4.2.6 条的规定,并通过探伤检验。试件长度应为 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,焊缝居中,焊缝中心承受集中载荷。

5.3.2 试件温度应为 10℃～40℃。

5.3.3 静弯试验机的要求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 压头移动速度不应大于 1.0mm/s 或加载速率不应大于 80kN/s。

5.3.5 每个试件应按静弯试验次序编号,记录载荷和支距中间的

对应挠度。

5.4 疲劳试验

5.4.1 试件的平直度和表面质量应符合本标准第 4.2.4 条～4.2.6 条的规定,并通过探伤检验。焊缝中心应位于试件中央,允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。试件长度不应超过支距外 100mm;最短长度应超过支距外 50mm;支距长应为 1000mm。

5.4.2 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,支距中央轨头焊缝中心处应承受集中载荷。

5.4.3 疲劳试验应采用脉动弯曲疲劳试验方法;疲劳载荷频率应为 $5\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$,载荷比应为 0.2;最大载荷应记为 $F_{\max}$,最小载荷应记为 $F_{\min}$;载荷循环次数应从达到要求载荷时算起。

5.4.4 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:

$$F = \frac{\sigma_{\max} \times 4W}{L} \quad (5.4.4)$$

F ——施加在钢轨上的载荷(N);

$\sigma_{\max}$ ——最大疲劳应力(MPa), $\sigma_{\max}$ 取 217MPa;

L ——试件支距(mm);

W ——钢轨下部断面系数(mm^3)。

5.4.5 试验记录应包括载荷循环次数和结果。

5.5 拉伸试验

5.5.1 焊接接头拉伸试验试样取样(图 5.5.1)数量应为 10 个。

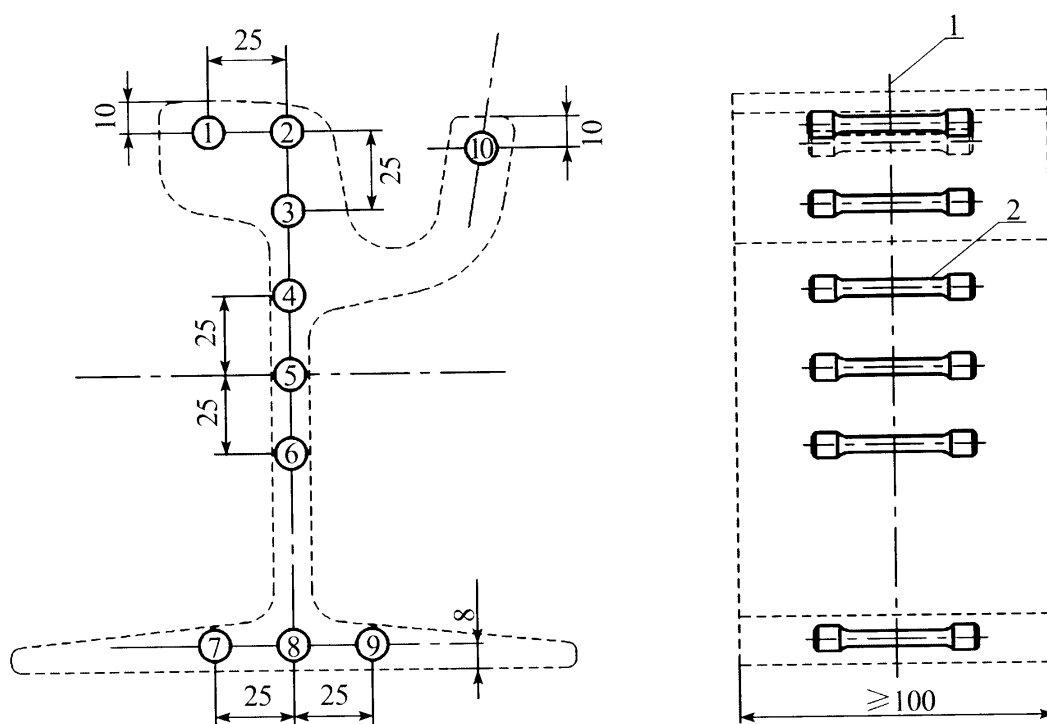


图 5.5.1 拉伸试验取样位置示意图

1 焊缝中心;2 拉伸试样

5.5.2 拉伸试样应采用直径 $d_0 = 5\text{mm}$ 、 $l_0 = 5d_0$ 的比例试样。试样加工尺寸及试验方法应按现行国家标准《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。

5.5.3 试验应取 10 个试样的抗拉强度平均值 R_m 作为试验结果。

5.6 硬度试验

5.6.1 轨顶面焊缝硬度试验应按现行国家标准《金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法》GB/T 231.1 的有关规定执行。

5.6.2 轨顶面焊缝硬度检测应在轨顶面焊缝中心横向位置(图 5.6.2)取样,并应按下列步骤进行:

1 将焊接接头轨顶面加工除去 2mm。

2 在焊缝中间位置检测 3 点布氏硬度,计算平均硬度值,记为焊缝硬度;在焊缝两侧母材上分别检测 3 点,计算平均硬度值,

记为母材平均硬度 H_P 。

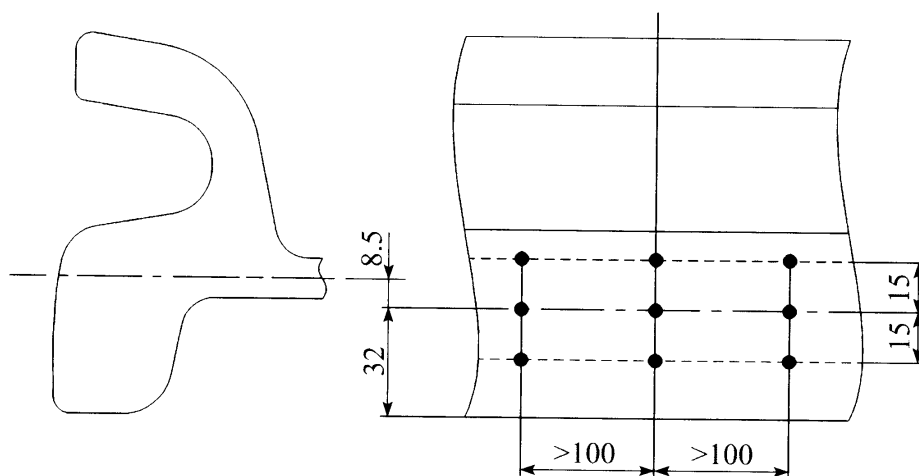


图 5.6.2 焊缝硬度试验示意图

5.6.3 软化区宽度试验应按现行国家标准《金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法》GB/T 4340.1的有关规定执行,试验力应为 294.2N;或按现行国家标准《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的有关规定执行,应采用 HRC 标尺。

5.6.4 软化区宽度试验按下列步骤进行:

1 取焊接接头纵向断面(图 5.6.4),在一条距轨顶面 4mm 的纵向直线上检测维氏硬度或洛氏硬度,从两侧熔合线开始逐渐延伸至未受热影响的母材 20mm 处,测点间距为 2mm。

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与母材交界的熔合线(图 5.6.2 中的 B 线和 C 线)。

3 将所得到的硬度测量记录在(坐标)图上。在未受影响的钢轨母材上测量不少于 10 点硬度值,计算平均硬度值记为钢轨母材硬度值 H_P 。在熔合线外侧(AB 间和 CD 间),将硬度值低于 $H_P - X$ 的宽度作为软化区宽度,记为 w 。X 的取值可按表 5.6.4 确定。

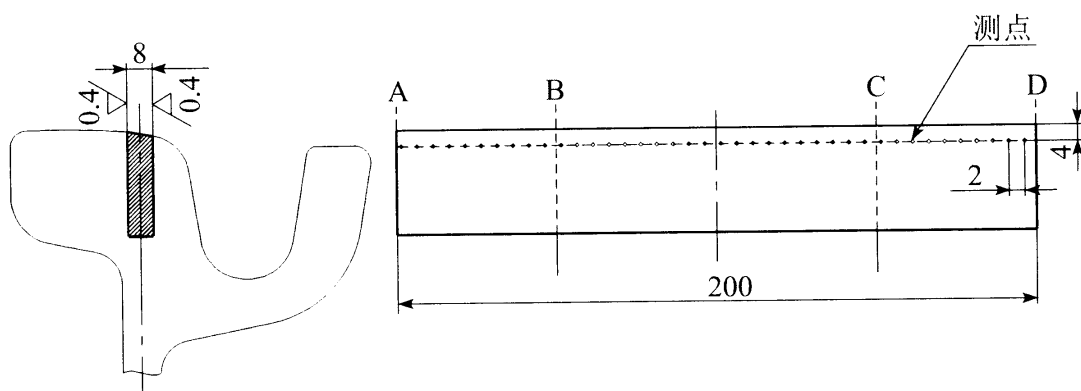


图 5.6.4 软化区宽度试验取样示意图

表 5.6.4 X 取值

检 验 方 法	热 轧 轨
维氏硬度	10
洛氏硬度	1.5

5.7 显微组织检验

5.7.1 焊接接头显微组织检验取样位置应位于轨头和轨底中心 (图 5.7.1 阴影部位箭头指向面为观察面)。轨头应取样 2 处, 试样 1 的非观察面应距离钢轨中轴线 7mm 处, 试样上表面应与轨顶平齐, 焊缝熔合线应位于试样中心, 试样大小为 $12\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$; 试样 2 一侧应距离钢轨中轴线 7mm 处, 试样上表面应与轨顶平齐, 焊缝中心线应位于试样侧面, 试样大小为 $12\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。轨底应取样 1 处, 位于轨底中轴线处, 焊缝熔合线应位于试样中心, 试样大小为 $12\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。

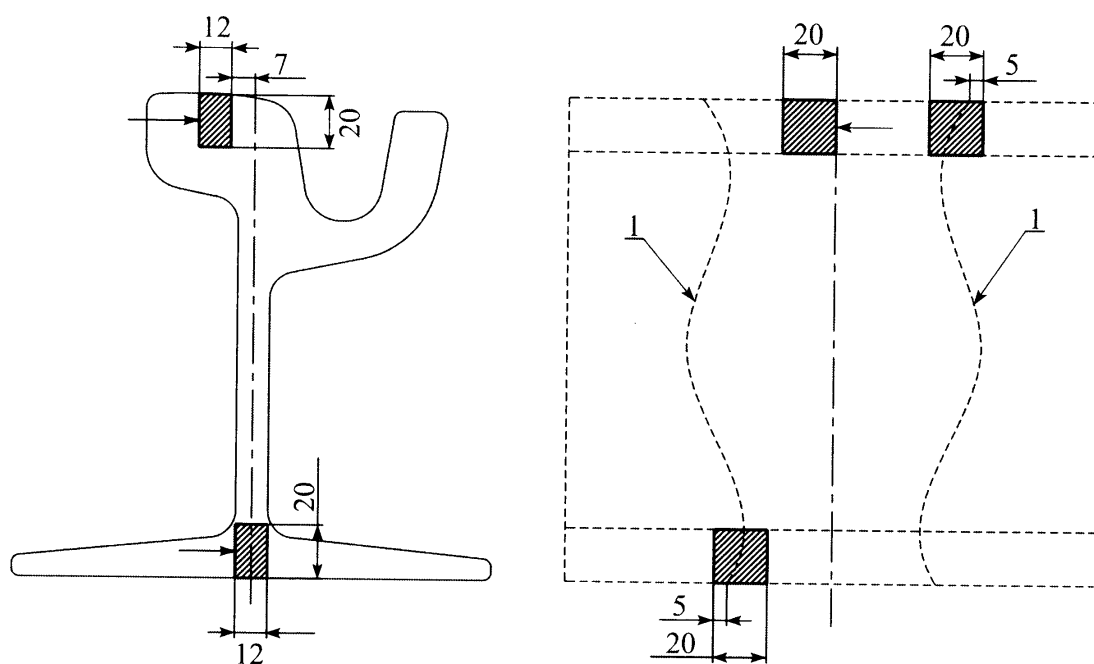


图 5.7.1 显微组织取样示意图

1—热影响区与母材交界线

5.7.2 试验方法应按现行国家标准《金属显微组织检验方法》GB/T 13298 的有关规定进行。

5.8 断口检验

5.8.1 断口检验应利用静弯试验断口进行,应采用肉眼检查或借助放大镜观察断口。

5.8.2 检验记录应包括断口面的缺陷和缺陷细节。

6 检验规则

6.1 成品检验

- 6.1.1 每个焊接接头应进行成品检验。
- 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第 4.2.4 条～第 4.2.6 条的有关规定。

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 焊轨组织初次焊接槽型钢轨。
 - 2 采用新型焊剂或调整工艺。
 - 3 停产一年后恢复生产前。
 - 4 取得型式检验报告的时间已满五年。
 - 5 生产检验结果不合格。
 - 6 槽型钢轨钢种、钢轨生产厂、钢轨轨型之一改变，首次焊接时。
- 6.2.2 已经各自通过了焊接型式检验的不同厂家生产的槽型钢轨的焊接，在全部生产检验项目合格的情况下，可焊接生产；在生产检验不合格的情况下，应进行这两种槽型钢轨之间的焊接型式检验。
- 6.2.3 型式检验的项目及试件数量应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 型式检验的项目及试件数量(个)

外观	探伤	静弯		疲劳	拉伸	硬度	显微组织	断口
		轨头 受压	轨头 受拉					
全部 试件	全部 试件	8	2	3	1	2	1	10 (利用静弯试件)

6.2.4 型式检验受检试件所用槽型钢轨的生产厂、型号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。

6.2.5 型式检验结果符合本标准第 4.2.4 条~第 4.2.6 条规定的试件为合格试件。静弯受检试件、疲劳受检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。

6.2.6 型式检验报告中,应明示焊轨组织名称、焊接材料的型号及生产厂、主要焊接操作人员姓名及操作许可证编号、槽型钢轨生产厂、槽型钢轨型号、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 连续焊接 300 个接头。
- 2 两次焊接生产间隔达 6 个月及以上。
- 3 更换主要焊接操作人员。

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)

外 观	探 伤	静 弯		硬 度	断 口
		轨头受压	轨头受拉		
全部试件	全部试件	2	1	2	10(利用静弯试件)

注:外观检验合格后的试件作为静弯试件。

6.3.3 静弯受检试件应连续试验合格。

6.3.4 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第 4 章的有关规定。检验合格方可继续生产。

6.3.5 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，应判定为生产检验结果不合格。

附录 A 槽型钢轨铝热焊接操作记录表

表 A 槽型钢轨铝热焊接操作记录表

日 期	年 月 日	焊接接头标识	
里 程	行线 股 km m		
钢轨型号			
钢轨材质			
操作时间	时 分 至 时 分		
气 温	C	作业前轨温	C
		作业完毕轨温	C
拉前轨缝	mm	拉轨压力	MPa
轨 缝	上部 mm 下部 mm	起 拱	mm/m
氧 气	高压 MPa 低压 MPa 流量 L/min	燃 气	类型： 高压 MPa 低压 MPa 流量 L/min
预热时间	min		
焊剂编号			
反应时间	s	平静时间	s
推瘤时间	min		
计时者		对轨者	
装卡砂模者		预热者	
打磨者			
备 注			

附录 B 超声波探伤技术要求

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

- 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。

B.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 的有关规定执行,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描范围的需要。
- 2 回波频率及其误差应符合下列规定:
 - 1) 回波频率应大于或等于 4MHz。
 - 2) 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)。

B.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- I A 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如图 B.0.3 所示。

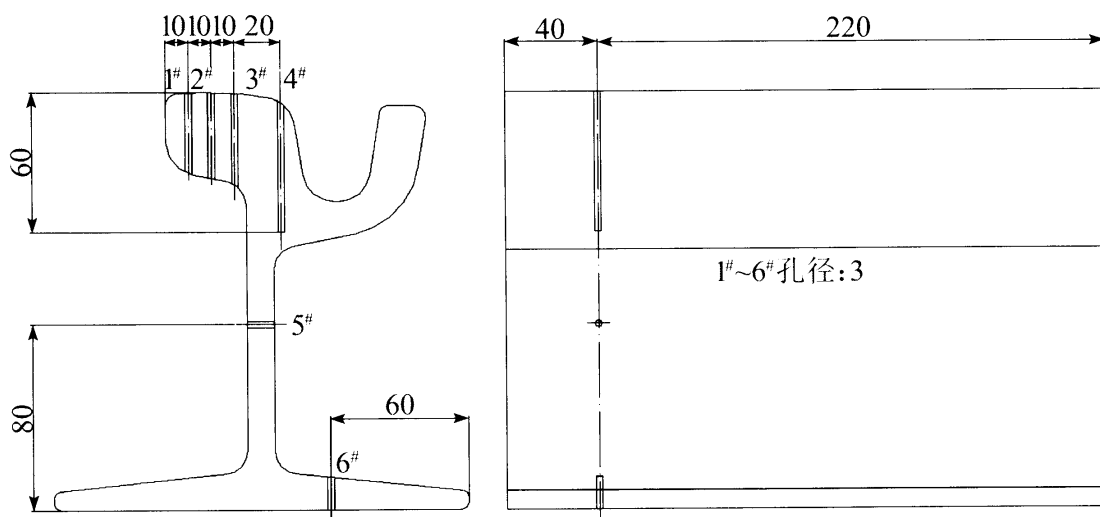


图 B.0.3 CX-60R2 型超声波探伤对比试块尺寸及人工缺陷

B.0.4 扫查方法应符合下列规定:

- 1 宜采用 $K \geq 2$ 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 $K \geq 2.5$ 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。

B.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-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。当仍不能满足表面粗糙度要求，但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 C 延伸度测定及 DAC 曲线制作方法

C.0.1 相对 3dB 延伸度的测定应符合下列规定：

1 横向或水平方向延伸度测定应按下列步骤进行：

- 1) 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 。
- 2) 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 。
- 3) 计算缺陷的横向延伸度 L_1 。缺陷的横向延伸度 L_1 可按下式进行近似计算：

$$L_1 = m_1 - n_1 \quad (\text{C.0.1-1})$$

2 垂直方向延伸度测定应按下列步骤进行：

- 1) 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 。
- 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 。
- 3) 计算缺陷的垂直方向延伸度 L_2 。缺陷的垂直方向延伸度 L_2 可按下式进行近似计算：

$$L_2 = \frac{m_2 - n_2}{\tan \beta} \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中： β ——所用探头的折射角(°)。

C.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^号 横孔做为第

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 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
《金属显微组织检验方法》GB/T 13298
《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铝热焊接
质量检验标准

CECS 430 : 2016

条文说明

目 次

1	总 则	(29)
2	术 语	(30)
3	基本规定	(32)
4	材料与工艺	(33)
4.1	材料	(33)
4.2	工艺	(33)
5	检验方法	(34)
5.1	外观检验	(34)
5.2	超声波探伤检验	(34)
5.3	静弯试验	(34)
5.4	疲劳试验	(35)
5.5	拉伸试验	(35)
5.6	硬度试验	(36)
5.7	显微组织检验	(36)
5.8	断口检验	(36)
6	检验规则	(37)
6.1	成品检验	(37)
6.2	型式检验	(37)
6.3	生产检验	(37)

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,减少列车的接缝震动,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,其铝热焊接用砂模完全不同,在工艺、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铝热焊接工艺及检验标准。而我国目前处于现代有轨电车项目建设的起步阶段,并没有针对槽型钢轨的铝热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,制订统一的槽型钢轨铝热焊接技术条件,完善、规范槽型钢轨的铝热焊接工艺、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的材质为 U75V 的 60R2 型槽型钢轨,另有部分材质为 U75V 的 59R2 型槽型钢轨,而且编写本技术规程所根据的实验数据主要源于 60R2 和 59R2 型槽型钢轨铝热焊接接头,所以在本条中明确规定本标准适用于材质为 U75V 的 60R2 型和 59R2 型槽型钢轨的铝热焊接要求、试验方法和检验规则。又因为 59R2 和 60R2 型槽型钢轨的截面形状与 59R1 和 60R1 非常相似,所以规定了材质为 U75V 的 59R1、60R1 型槽型钢轨铝热焊接亦可执行本标准。

2 术 语

本标准给出了有关城市轨道交通用槽型钢轨铝热焊接的专用术语,这些术语如铝热焊接仅从本标准的角度赋予其含义,但涵义不一定是术语的定义。同时分别给出了相应的推荐性英文术语,仅供参考。

2.0.1 铝热焊接的广义概念是利用金属氧化物和金属铝之间的放热反应所产生的过热熔融金属来加热金属而实现结合的方法。其中金属氧化物可能是氧化铁、氧化铜等,但在本标准中仅指以氧化铁为氧化剂,以铝粉为还原剂,加入适量的合金元素,通过氧化还原反应发出大量热量,并生成液态铁合金的一种焊接城市轨道交通用槽型钢轨的热剂焊。

2.0.2 在槽型钢轨铝热焊接工艺中以熔炼和铸造过程为主,为了满足工艺需求,一般在焊缝周围设置有浇口、冒口等浇注、排气和补缩结构。但是,在焊接完成后需要去除这些结构,通常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,切除焊缝外多余的部分。

2.0.3 在打磨过程中砂轮高速旋转,并与钢轨摩擦产生大量的热量。通常打磨过程中砂轮不断移动,产生的热量会通过钢轨和空气迅速扩散,不至于使钢轨局部温度过高。但是,当砂轮定点打磨时,大量热量在短时间内产生在一点,钢轨温度也随之迅速升高,造成灼伤,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。

2.0.4 在槽型钢轨铝热焊接过程中,由于预热温度或浇注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 焊接和预热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铝热焊接人员提出了资格方面的要求。由于钢轨铝热焊接技术的专业性比较强,其焊接特点和工艺过程完全不同于其他焊接方法,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,钢轨铝热焊接技术人员均需通过国家铁路主管部门认可的机构组织的培训和考核,因此本规程也规定实施城市轨道用槽型钢轨铝热焊接的人员应经过专业机构培训和考核。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,要求探伤作业人员应持证上岗,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 条文针对城市轨道交通施工过程中槽型钢轨铝热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 材料与工艺

4.1 材 料

4.1.1~4.1.4 铝热焊接材料因生产厂家不同而有所不同,但其基本原理均为通过铝粉与氧化铁发生氧化还原反应放出大量热量并生成液体铁,随后浇注到砂型当中形成焊缝。因此,不同厂家生产的铝热焊接材料具有一定的共性,在本节内容中对其性状、包装盒标示等内容进行了规定。

4.2 工 艺

4.2.1~4.2.4 由于不同厂家生产的槽型钢轨铝热焊接材料的操作工艺相差较大,本标准没有明确规定具体的操作工艺要求,施工过程中应严格根据所选用的铝热焊接材料对应工艺手册执行。为了实现对铝热焊接施工过程的控制和追溯,本节规定了施工过程中的记录内容和标识要求。

5 检验方法

5.1 外观检验

5.1.1、5.1.2 条文规定了表面质量、平直度和表面不平度检查方法。第 5.1.2 条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。

5.1.3 表面不平度是将 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 本条规定了超声波探伤仪、探头、试块、试验方法、扫查方法及数据处理的相关内容。

5.3 静弯试验

5.3.1、5.3.2 本条规定了用于静弯试验的试件应符合的要求。在高温状态下,城市轨道用槽型钢轨铝热焊接接头的强度高、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铝热焊接接头的强度低、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℃~40℃ 时进行。

5.3.3 为了便于检验,采用了与国有铁路相同的检验方法和

设备。

5.3.4 加载速率会影响城市轨道用槽型钢轨铝热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 1.0mm/s(或加载速率不应大于 80kN/s),目的是保障实验结果尽量少地收到外界因素的影响。

5.4 疲劳试验

5.4.1 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。

5.4.3、5.4.4 条文规定了城市轨道用槽型钢轨铝热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 拉伸试验

5.5.1 本条规定了城市轨道用槽型钢轨铝热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》TB/T 1632 中的规定多一个,且取样位置也不相同。

5.5.2 由于 59R2 型和 60R2 型槽型钢轨的轨腰和轨底的厚度小,无法按照现行行业标准《钢轨焊接》TB/T 1632 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。

5.5.3 因为铝热焊接接头存在气孔、夹渣类的局部缺陷,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,本条规定了分别取 10 个式样的抗拉强度和断面收缩率的平均值作为试验结果。

5.6 硬度试验

5.6.2 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》TB/T 1632 中的要求。硬度试验的数据处理方法沿用了现行行业标准《钢轨焊接》TB/T 1632 中的要求。

5.6.3 城市轨道交通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,通过检测维氏硬度或者洛氏硬度来判定软化区宽度。

5.7 显微组织检验

5.7.1 本条规定了焊接接头显微组织检验取样位置和检验方法。

5.8 断口检验

5.8.1 铝热焊接过程是一个集熔炼、铸造和焊接于一体的复杂过程,其焊缝区的金属又为铸态组织,所以其中存在的缺陷复杂多样,包含气孔、夹渣、缩孔、裂纹等。检查断口是检验焊缝内在缺陷的最直接的一种办法,本标准规定通过检验断口来检查气孔、夹渣、缩孔、裂纹缺陷是否符合本标准第 4.2.6 条中的规定。

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铝热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

6.2.1~6.2.7 型式检验是对焊接材料、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

6.3.1~6.3.5 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。由于城市有轨电车项目中所焊接的槽型钢轨多为25m长短轨,焊接施工的工作效率大大高于高铁或普通铁路中500m长钢轨的焊接工作效率,因此对生产检验时完成的接头数量增加至500个。

S/N:1580242·937



9 158024 293708 >

统一书号:1580242·937

定价:18.00 元