



铝合金车体车顶结构修补工艺

曹兴华 王亚婷 孙景南 吴斌

【摘要】 针对车顶不同受损部位结构特点, 本文采取了有针对性的修补工艺, 同时分析了焊接接头形式、焊接顺序、补板形状等因素对返修结果的影响, 明确了合理的焊接参数, 保证了铝合金车体车顶结构修补质量。

关键词: 铝合金车体; 车顶; 焊接修补

日前由于某地铁车辆受电弓发生故障, 导致电客列车MP2车部分设施受损, 受损系统主要集中在受电弓平顶位置。本文重点对事故中受损的平顶板、平顶边梁及受电弓安装座修补工艺进行分析。

1. 车顶结构及受损位置

图1为发生故障的地铁车顶结构, 主要由2根车顶边梁、1个受电弓平顶、2个客室空调平顶和3个圆顶模块组焊而成。该车

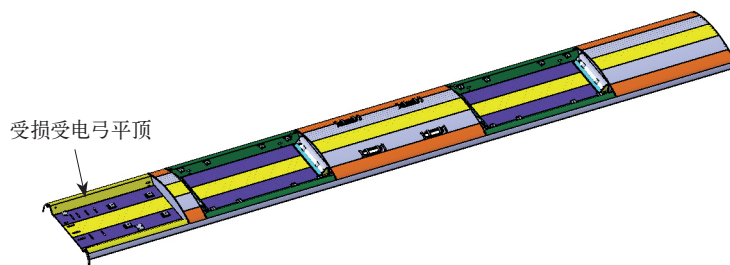


图1 地铁车顶结构

受损结构位于受电弓平顶位置, 该平顶由2根平顶边梁及3块平顶板焊接而成, 其中受损位置具体如图2中①~⑧所示, 现将其分为

I、II、III三个区域: 其中I区①~③为平顶板缺陷、II区④~⑧为受电弓支座缺陷、III区⑥为受电弓平顶边梁缺陷, 具体如图3

线, 很多尺寸仍不便于测量, 所以增加框架式安装工装, 以车顶长度及宽度中心线为基准, 较大程度降低了附件安装难度。

(5) 更严密的车顶试漏手段 将车顶本身试漏使用涂抹肥皂水后风枪从车顶上侧吹气泡试漏方法作为第一道试漏工序, 考虑车体总组装后车顶状态发生变化可能有新增裂纹情况, 增加二次淋雨试漏, 同时对疑似缺陷点

采用PT测试, 将所有缺陷及漏雨隐患点消除, 确保车顶无漏水。

5. 结语

经实际生产检测, 所增加措施完好解决生产中的一些问题, 为以后的生产打下良好的基础。

参考文献:

[1] 王宗杰. 工程材料焊接技术问答[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

[2] 王艳敏, 李全柱. 25G型铁路客车模块化实施[J]. 铁道机车车辆工人, 2012(3).

[3] 内田 博行. 日本不锈钢车辆技术[J]. 国外铁道车辆, 2001, 38(4).

作者简介: 许晓航等, 唐山轨道客车有限责任公司制造技术中心。

MW 20170321

所示,车顶材料6005A化学成分如表1所示。

2. 焊接修补方案

在满足设计部门对受损位置的强度计算报告的基础上,综合考虑受损位置结构特征,方案包括如下内容。

(1) I区可选修补方案有如下两种:一是将原缺陷挖除后,在原缺陷部位下加永久垫板,形成对接焊缝进行修补。二是将原缺陷挖除后,在其上覆盖一块铝板,形成搭接焊缝进行修补。相比较方案一,方案二操作难度小,易于保证焊缝质量,针对车顶结构密封性要求高的特点,故现场修补选用方案二的焊缝接头形式。

(2) I区平顶板贯穿部位有两处,分别为图2、图3所示的②、③位置处。针对该处平顶下层板的修补,根据现场缺陷大小,位置②采用焊接修补,位置③采用铝修补剂进行修补。

(3) I区修补过程中将①、②、③缺陷挖除后形成的方孔,以及焊接修补所需铝补板,拐角处均修磨成R10~R15mm圆角,以减少焊后的应力集中现象。

(4) II区受电弓支座焊接修补时,采取④→⑧→⑤→⑦的交叉焊接顺序,可以减小焊接变形及应力集中。

(5) 鉴于车顶结构密封性要求高的特点,III区⑥处缺陷修补仍选用操作相对容易的搭接焊接接头形式。要求修补铝补板弧度与待修补弧度一致,能够达到减小焊接间隙,提高焊缝质量的目的。受电弓边梁铝补板尺寸如

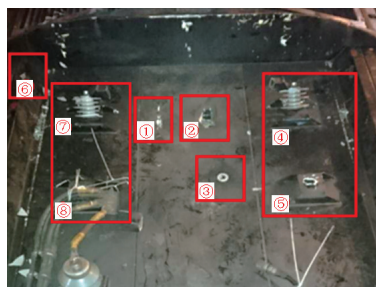


图2 受损受电弓平顶



图3 主要受损区域细节

表1 6005A的化学成分(质量分数) (%)

元素	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr
含量	0.60~0.90	≤0.35	≤0.1	≤0.1	0.40~0.60	≤0.1	≤0.1	≤0.1

图4所示。

3. 修补前准备工作

(1) 为避免焊接修补时损坏车内精密电子元件,焊前要求将车辆解编,并在每辆车轮对与轨道间增加(65~75)邵氏硬度,绝缘值≥100MΩ的绝缘胶皮。

(2) 需拆除受电弓下部车顶部分内装部件,主要包括:车顶板、散流器、侧顶板、车顶横梁、风道,并对二位端电器柜做好防护,避免在焊接修补中受损。

(3) 接好风管,电缆等,连接地线焊接时,地线夹持在靠近焊接位置的车体结构上,须有牢固有效的夹紧装置。夹持部位无油漆、污垢、锈蚀等杂质,露出金属光泽。

4. 焊接修补工艺流程

(1) I区平顶板焊接修补
本区修补工艺流程为:平顶上层板①~③处缺陷挖除→平顶下

层板①、②处缺陷挖除→补焊平顶下层板②→铝修补剂修补平顶下层板③→补焊平顶上层板①~③→补焊处渗透探伤及补漆处理,工区修补如图5所示。

第一,①~③处缺陷尺寸分别为:60mm×180mm、120mm×180mm、40×40mm,相应的平顶上层板开孔尺寸分别为100mm×200mm、150mm×200mm、60mm×60mm,并将开孔处拐角修磨成R10~R15mm圆角。

第二,针对受损②③位置处的贯穿缺陷,对平顶下层板进行开孔处理,将缺陷完全去除,将开孔处拐角修磨成R10~R15mm圆角。

第三,清洗打磨待焊接区域后,从平顶正面将105mm×160mm×3mm补强铝板置于平顶下层板受损②处,按

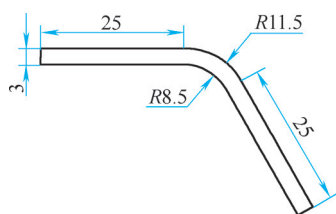


图4 受电弓边梁铝补板(长度:50mm)

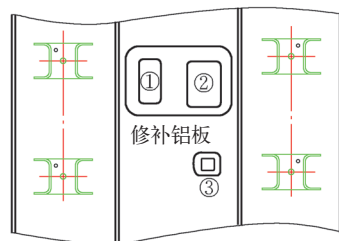


图5 I区修补示意

照表2焊接参数，从平顶上方以平焊位置段焊补强板，段焊要求为焊接60mm，间隔60mm。

第四，针对平顶下层板受损③处，在车内用配切的铝板垫在穿透处，确保能覆盖住穿透处；用铝修补剂在平顶正面对下层板穿透的圆孔处修补，待铝修补剂凝固硬化后拆除背面垫板。

第五，采用400mm×300mm×3mm补强铝板，将受损①②位置处覆盖并与左右侧的平板搭接；采用100mm×100mm×3mm补强铝板，将受损③位置处覆盖并与左右侧的平板搭接。

第六，清理待焊接区域油漆灰尘、油污，对待焊接区域进行目视检测（VT）及渗透探伤（PT），确保在焊接区域附近板材无缺陷；将补强铝板盖于平顶上层相应位置的平顶板上，分段点固，再按照表2焊接参数满焊补强板，焊接完成后清除黑灰，用角磨机对焊缝余高、接头进行修磨。

第七，对焊接区域及周边10mm范围内进行100%目视检测和渗透探伤，焊缝的缺陷质量等级应符合ISO 10042—B要求。修补完成后对修补处涂刷绝缘漆。

（2）Ⅱ区受电弓支座焊接修补 Ⅱ区修补工艺流程：切除

变形受电弓安装座→支座下方油漆去除→受电弓支座满焊→受电弓支座渗透探伤及补焊处刷漆。

第一，用角磨机将图2所示型材的上层板④⑤⑦⑧处受电弓安装座切除，从支座根部用切割片或者往复锯切割，不能伤及母材。支座切除后，用千叶片打磨残留焊缝根部，打磨后高度与平顶平齐或略高于平顶板，不留锐边和毛刺。

第二，按照图样要求尺寸确定受电弓支座安装位置，去除支座下方油漆，对待焊接区域进行目视检测（VT）及渗透探伤（PT），以确保待修补母材无裂纹等缺陷。

第三，清洗打磨待焊接区域后，按照表3所示焊接参数满焊受电弓支座。

第四，对焊接区域及周边10mm范围内进行100%目视检测和渗透探伤检测，焊缝的缺陷质量等级应符合ISO 10042—B要求。

（3）Ⅲ区平顶边梁焊接修补 Ⅲ区修补工艺流程：待焊接处裂纹清除→待焊接处油漆去除→组焊修补铝板→修补处渗透探伤及补焊处刷漆。

第一，用旋转锉、角磨机对损伤部位进行打磨，将损伤部位边角区域修磨圆滑，将待焊接处的灰

尘、油污及残留的油漆清洗干净，并用不锈钢丝刷清理待焊区域。

第二，对待焊接区域进行目视检测（VT）及渗透探伤（PT），确保待修补母材无裂纹等缺陷。探伤完成后先用环保清洗剂将待焊接处的探伤液等清洗干净，再用不锈钢丝刷清理。

第三，清洗打磨待焊接区域，将铝补板（尺寸见图4所示）盖于平顶边梁上层受损处的平顶板上分段点固，再按照表2焊接参数对补强板进行满焊，焊接完成后清除黑灰，用角磨机对焊缝余高、接头进行修磨。

第四，焊后对焊接区域及周边10mm范围内进行100%目视检测和渗透探伤检测，焊缝的缺陷质量等级应符合ISO 10042—B要求。修补完成后对修补处涂刷绝缘漆。

5. 结语

通过综合分析焊缝接头形式、焊接顺序、补板形状等因素对返修结果的影响，最终确定了合理的焊接修补工艺，确保了铝合金车体车顶结构修补质量。不仅在短期内保证了该受损车辆上线运营，而且经济、社会效益显著。

参考文献：

- [1] 周万盛，姚君山.铝及铝合金的焊接[M].北京：机械工业出版社，2006.
- [2] 王炎金.铝合金车体焊接工艺[M].北京：机械工业出版社，2011.

作者简介：曹兴华等，中车南京浦镇车辆有限公司。

表2 焊接参数

焊缝	焊接位置	焊接方法	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·s ⁻¹	热输入 /KJ·mm ⁻¹
Z3	PB	131	160	18.5	15	0.16

表3 焊接参数

焊缝	焊接位置	焊道	焊接方法	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·s ⁻¹	热输入 /KJ·mm ⁻¹
6HY	PB	1	131	228	20.5	23.1	0.16
		2	131	196	22.0	10.0	0.34