



铝合金车体底架边梁结构 修复工艺

赵佳佳 孙景南 吴斌

【摘要】 通过对铝合金车体底架边梁结构修复工艺进行分析, 根据结构特点提出了采用永久焊接垫板、挖补的修复工艺。分析了焊接位置及焊接顺序等诸多因素的影响, 制定了合理的焊接返修工艺, 确定了合理的工艺参数, 保证了铝合金车体底架边梁的返修焊缝质量。

关键词: 铝合金车体; 挖补; 焊接工艺

地铁车辆在运营服役一段时间或固定里程后, 需要对车辆进行解编架修以恢复车辆的性能。某地铁公司因解编过程中操作失误, 导致车辆在轨道上发生了溜车现象, 最终造成车辆车体结构发生了多处磕碰、擦伤。本文重点对车体底架边梁位置处的局部160mm×60mm面积撕裂区域修

复工艺进行分析。

1. 底架边梁的结构特点及修复位置

底架边梁为长大中空闭式铝合金型材结构, 材质为6082 T6。撕裂位置为底架边梁内侧立面位置 (见图1箭头所示位置), 撕裂区域尺寸为160mm×60mm×10mm。从边梁

撕裂位置正视图 (见图2) 可以看出, 边梁受到快速冲击载荷的影响, 边梁立面单层板局部区域整体发生断裂、凹陷、脱离母体现象, 同时靠近断口位置母体型材发生轻微变形及卷边现象, 该区域平面度约2mm。

2 结构修复的总体方案及分析

保障。

参考文献:

- [1] 王文翰. 焊接技术手册[M]. 河南: 河南科学技术出版社, 2001.
- [2] 徐峰. 焊接工艺简明手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2009.

作者简介: 肖昌武等, 中车贵阳车辆有限公司。

4. 工艺结果验证

通过上述焊修工艺及切实可行的操作方法, 成功解决了电机壳焊修后圆筒变形、焊接盲区焊接困难、精加工后加工面焊修等难题。生产的电机壳分别在国内和美国通过三坐标检测全部合格, 关键部位经超声波 (UT) 检测符合技术等级要求。产品通过了GE公司的认证, 并获得批量订单, 实现了批量供货。

5. 结语

电机壳是GE公司检验我公司

能力的一个关键项目, 对我公司拓展海外市场、树立公司品牌有着重要意义。通过电机壳项目的产品开发, 使我们的铸钢件焊修工艺得到进一步提升, 形成了自身多项创新技术。

该项目攻关成功, 它标志着我公司制造工艺水平的提升, 同时也为我公司加大和GE公司的合作, 走高附加值产品路线奠定了基础。此外, 还突破了我公司多年生产摇枕、侧架的一些传统技术思想, 为在激烈的市场竞争中实现产品结构调整提供了技术

MW 20160416

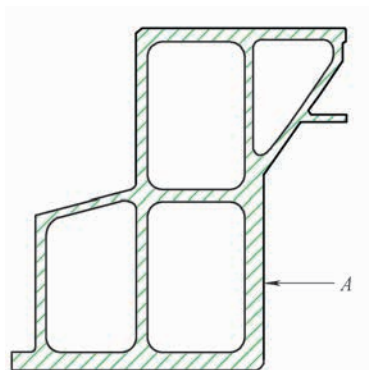


图1 某地铁项目底架边梁断面示意



图2 边梁撕裂位置示意

主要包括以下几个方面：

第一，根据型材采购技术规范中要求，该处型材表面的平面度要求为0.5mm。为了保证挖补修复后此处平面度，需对撕裂位置的母材进行扩大化铣削，去除发生轻微变形及卷边的型材，以保证焊后结构的平面度。

第二，为了保证修补后的底架边梁原貌，需要下料等厚度10mm、材质为6082 T6的铝板进行焊接修复，同时采用承载能力强的对接接头形式。为保证对接接头焊接质量，采用公司成熟的熔化极惰性气体保护焊（MIG），且母材与补板都制备焊接坡口。

第三，采用铝合金永久垫板，由于铝合金在高温时强度很低，液态铝流动性能好，所以在焊接时焊缝金属易产生下塌现象。为了保证焊头而不致塌陷，铝合金焊接时常采用垫板来拖住

熔池及附近金属。

第四，根据边梁撕裂位置判断，此处的焊接位置涉及到PC、PF，焊道层数由对接板厚决定，一般3mm为一层，10mm时为三层，层间做好焊道清理及清根工作。焊接接头形式如图3所示。

第五，针对6082 T6铝合金材料，焊丝选用抗裂性强、抗气孔性优、强度性能好的ER5087。

第六，为了保证此处焊缝的焊接质量，保证焊缝熔深，要稳定焊接操作过程中的电弧，使用氩氮混合气体（70%Ar+30%N₂）。

根据上述总体方案，准备符合要求的焊接工艺规程（WPS）及焊接评定。

3. 焊前准备

（1）结构缺陷确认 通过现场对撕裂位置进行尺寸测量，撕裂区域面积为160mm×60mm。但是靠近断口位置母体型材发生轻微变形及卷边现象，该区域平面度约2mm，为保证修复后平面度能够满足设计平面度0.5mm要求，需扩大挖补区域为240mm×85mm。

（2）修补区域撕裂母材清除 对挖补区域用记号笔进行划线标记，利用风动直磨机配合火焰型铣刀对撕裂位置母材进行打磨去除，周围预留1~2mm型材余量用砂纸磨头进行精磨。上述母材清除完成后，对边梁型腔断面进行目测及渗透（PT）探伤，以

确保待修补的母材无裂纹缺陷，对修补区域撕裂母材清除彻底。

利用风动铣刀对探伤后无缺陷的母材型腔进行手工坡口制备，严格按照35°单V坡口，预留2mm钝边执行。如果坡口过小，会导致焊缝未熔合以及焊缝过窄，从而使焊缝的强度降低；而坡口过大，易导致焊接时焊缝塌陷以及焊缝焊穿的可能。上述坡口制备过程中使用坡口角度尺进行测量。

（3）焊接垫板及补板的下料 根据需要修补的型腔尺寸，机加工下料焊接垫板，采用与边梁同材质的5mm铝板进行下料。为了便于后道工序垫板在型腔内的放置，且放置后易于保证补板与母材表面的平面度，采用两块U形垫板组合的方式进行。

机加工下料等厚度、等材质的240mm×85mm铝板作为焊接补板，同时制备焊接坡口：35°单V坡口，预留2mm钝边。

4. 焊接修复

（1）焊接环境 环境温度通常控制在10℃以上，湿度控制在70%以下。

（2）垫板安装 通过定位焊的方式将垫板安装于待修补的边梁型腔内（见图4），垫板与边梁型腔内表面贴严，定位焊缝避免施加在拐角位置。点固完后对焊缝打磨修整成平面，并用焊接补板进行试装配，保证装配后补板与边梁外表面的平面度。

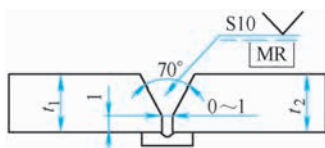


图3 焊接接头形式



图4 垫板安装

(3) 补板安装 通过定位焊的方式将补板安装于已装垫板边梁型腔内（见图5），补板与垫板表面贴严，定位焊焊缝避免施加在拐角位置。定位完后对焊缝打磨修整成平面，并用水平尺测量点固后的补板与边梁的平面度，保证装配后补板与边梁外表面的平面度 $<0.5\text{mm}$ 。

(4) 焊接参数的选择 在保证熔合良好的基础上，焊接电流越小，瞬时热输入量越小，焊接时变形就越小，焊接位置的平面度就易保证，同时不易产生焊接裂纹缺陷。电流的选择可以比正常焊接时小10%~15%，焊接参数如附表所示。

(5) 焊前预热 由于底架边梁修补区域的板材厚度已超过8mm，所以焊接前需要对焊缝区域进行预热，以免出现焊接裂纹。预热温度为100~120℃。

(6) 焊接顺序 该处为12mm单层板焊接，因板厚较厚，整个补板周围都要进行多层多道焊接，故焊接过程中产生的应力较大，若焊接顺序不当，就会使焊接应力增大，同时焊接变形不可控。通过经验摸索出来的合理焊接顺序应是对称焊接，如图6所示。满焊前，先按照焊接顺序进行段焊，增加结构刚性，减少焊接结构变形。同时焊缝间隙预留3~4mm间隙，这样既能保

证焊接时能够焊透，同时又可以减少工件的收缩变形。

(7) 焊后焊缝外观检查及PT检测 焊后对焊缝进行外观检查和PT探伤检测，无咬边、焊瘤、凹陷、气孔、表面裂纹及焊

接变形等缺陷。焊后对焊缝余高进行磨平处理。焊后焊缝外观如图7所示。

5. 结语

通过对铝合金车体底架边梁撕裂位置结构修复进行工艺分析，制定了合理的焊接修复工艺，确定了合理的工艺参数，保证了铝合金车体底架边梁的返修焊缝质量，效果良好。短时间内确保了溜车车辆顺利上线运营，方便了市民低碳出行，社会、经济效益显著。



图5 补板安装

焊接参数

序号	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 /m·min ⁻¹	热输入 /kJ·mm ⁻¹
1	10HV	PF	1	131	174	20.4	7.3	0.39
			2	131	165	21.8	4.3	0.67
			3	131	165	22.6	4.2	0.71
2	10HV	PC	1	131	180	20.0	9.7	0.3
			2	131	175	23.0	8.6	0.38
			3	131	175	20.0	5.0	0.50

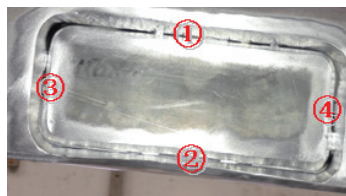


图6 焊接顺序示意

注：①~④代表焊接顺序。



图7 焊后焊缝外观

参考文献：

- [1] 王炎金. 铝合金车体焊接工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2011.
- [2] 陈祝年. 焊接工程师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2002.

作者简介：赵佳佳等，南车南京浦镇车辆有限公司。

MW 20160516