

100%低地板有轨电车转向架 构架加工工艺

尉法兵 黄志 刘颖 张彦烨

【摘要】有轨电车是一种介于地铁和公交之间的交通工具，具有投资少、工期短、节能环保、绿色智能等特点，特别是100%低地板有轨电车凭借其方便乘客上下车的突出优点而大受欢迎。转向架作为100%低地板有轨电车的重要部件和关键技术，一直被德国、法国、加拿大等国家所垄断。本文介绍了转向架中最难加工的构架的加工工艺，通过引进、消化、吸收，使我国在100%低地板有轨电车国产化的道路上，迈出坚实的一步。

关键词：100%低地板有轨电车；焊接工艺；转向架构架加工

1. 概述

100%低地板有轨电车是我公司成立以来的首个重大项目，也是我公司未来发展战略的核心产品，自主研发的100%低地板有轨电车采用3模块编组，最高运行时速 $\leq 80\text{km/h}$ ，轴重 $< 12\text{t}$ ，地板面高度350mm，无需站台，

极大的方便了老人、小孩和残障人士的上下车，为现代城市交通体系的完善提供了全新的选择。

100%低地板有轨电车在解决城市核心区换乘、市郊接驳，以及景区旅游观光等方面发挥了重要作用，代表着未来的城市交通发展新方向。

2. 转向架构架的结构特点

(1) 转向架(见图1)构架所用材料 制造100%低地板有轨电车转向架构架的材料有Q345D和06Cr19Ni10(304不锈钢)两种牌号的板材和棒材。

(2) 转向架构架结构组成 100%低地板有轨电车转向架构架的组成如图2所示，由底框、支腿、侧梁三大部件组焊而成。

3. 转向架构架的加工工艺

(1) 转向架构架板材和棒

材的下料 钢板和棒材在下料前和折弯后都需要进行预处理，采用的是酸洗、磷化、涂底漆的处理方式，涂底漆后采用激光、等离子和火焰切割分别对板厚 $\leq 20\text{mm}$ 、20~30mm、30~60mm的板材进行下料，棒材采用锯切方式下料。下料后按设计要求的ISO 13715、ISO 8015、ISO 2768-mk 等级检查表面质量和尺寸，采用数控板材校平机或油压机对其进行校平，校平后用平尺检查。由于在组装焊接后会发生焊接变形及收缩，因此下料板材

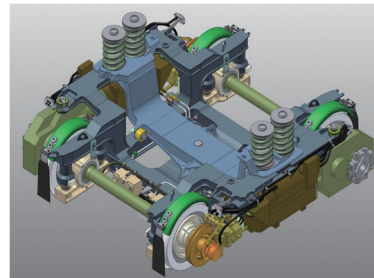


图1 转向架示意

参考文献：

- [1] 王旭友，雷振. 高速列车6005A-T6铝合金型材激光-双丝MIG复合焊[J]. 焊接学报，2012，33(7)：9-12.
- [2] 陈祝年. 焊接工程师手册第2版[M]. 北京：机械工业出版社，2009：1205-1207.

作者简介：岳彩昂等，南车南京浦镇城轨车辆有限公司。

MW 20160922

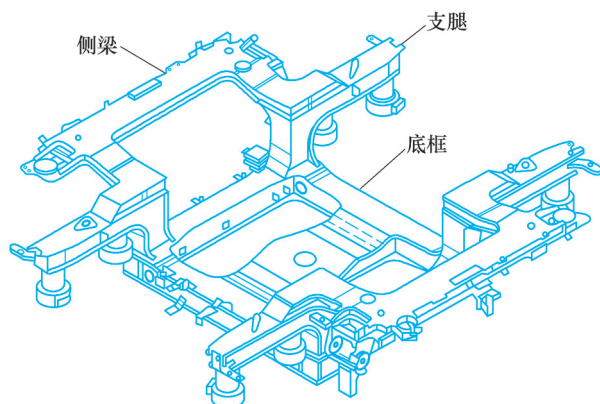


图2 转向架构架示意

也应留有余量，保证焊后尺寸，减少焊后调修工作量。

(2) 转向架构架板材折弯和机加 板材采用精密数控折弯机或油压机进行折弯、成形，折弯后用铜锤进行校正，校正后用样板进行检测，使其满足设计图样要求。板材折弯后，用普通车床或立式车床加工坡口。

(3) 转向架构架的组焊 第一，构架的焊前准备。由于转向架构架为关键件，按ISO 15614《金属材料焊接工艺规范和评定》要求，需进行焊接工艺评定，本次共进行14项焊接工艺评定。所有焊工均需具备ISO 9606-1国际焊工资质证书，并通过焊接工作试件的考核才能上岗。焊前检查焊件是否组装良好，待焊区域是否按照要求打磨到位，焊接设备及工装是否运转正常。

第二，构架的焊接方法。碳钢与碳钢焊接时采用MAG焊（富氩混合气体保护焊），保护气体为Ar80%+CO₂20%；碳钢与不锈钢焊接时采用TIG焊（钨极氩弧焊），保护气体为100%Ar，按机械化程度分为手

工焊、半自动焊和自动焊接。本次生产为首件试制，所有焊接均采用手工焊（TIG焊）和半自动焊接（MAG焊）。

第三，构架的焊接材料。气体保护焊使用辽宁锦泰产的JM—56焊丝， $\phi 1.2$ mm，等同于设计图样要求的 EN ISO 14341-A-G 42 3 M G3Si1焊丝；氩弧焊使用的ER—308不锈钢焊丝， $\phi 0.8$ mm。

第四，构架的组装焊接。由于构架的底框、支腿、侧梁都是箱形焊接结构，组装时基本都采用腹板、肋板与下底板点焊定位，再扣上上顶板的顺序进行组装焊接。值得注意的是，由于箱型结构在焊接完整个构架后成了封闭的腔体结构，所以在每个箱体结构成形前预留5~10mm工

艺孔不焊接，待整个构架焊接完毕，并做完热处理后进行补焊预留工艺孔。根据EN 15085焊接质量体系要求，当板厚>8mm时，需加引弧板和收弧板，在组焊前应检查各单件的尺寸、坡口尺寸和钝边是否满足要求，同时在组焊过程中要保证组焊各部件时的间隙，以保证焊接质量。

底框、支腿、侧梁完全焊好后，检查各组件尺寸，对有平面度要求的部件还需进行校正，并对三大部件组焊成构架时的焊缝区域两侧20mm宽度范围内打磨至金属光泽，不得有油污、锈蚀、底漆等。支腿与底框焊接时（见图3），需对支腿组焊完后再进行坡口加工（图3中300焊缝处），然后与底框组焊。本次采用的是HTM—28GR型龙门加工中心对支腿坡口进行加工，图4为坡口加工现场。该支腿由16mm和10mm两种厚板组焊而成（焊接参数见附表），同时又是曲面结构，焊完后变形较严重，因此在加工同一块板的坡口时存在坡口角度和钝边大小不均匀的现象。为此应在总焊夹具上对各部件结合处进行点焊固定，图5为现场焊接。施焊前，应检查焊机性能是否良好，并在试板上按照焊接工艺文件调节点固焊参

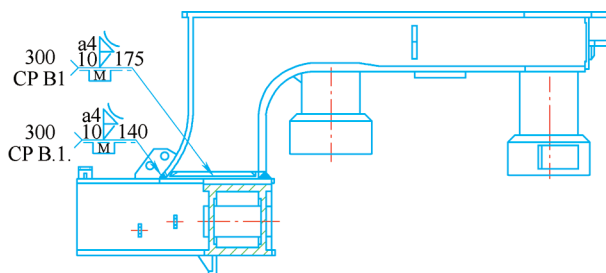


图3 支腿与底框的焊接



图4 支腿坡口加工

焊接参数

焊道	焊丝	直径/mm	电流/A	电压/V	焊速/mm·min ⁻¹	电流种类/极性
打底	JM-56	1.2	163~170	22~25	250~350	DC+
填充	JM-56	1.2	163~170	22~25	250~350	DC+
盖面	JM-56	1.2	180~220	22~25	250~350	DC+

数。点固焊后应对焊缝的引弧和收弧部位打磨，彻底去除引弧和收弧部位的缺陷，并打磨圆滑过渡，从而有利于下道焊缝的焊接。

(4) 转向架构架的涂装和机加工 组焊完毕的构架进行去应力退火处理（退火温度550~600℃），来消除焊接应力，然后整体抛丸，接着进行第一道底漆的喷涂，上数控龙门铣床进行机加工，完毕后焊接电缆支架等小部件，再进入喷漆房进行第二道底漆和面漆的喷涂。图6为做完面漆后的构架。

4. 结语

100%低地板现代有轨电车是

为我公司的核心产品，转向架构架的加工制造作为重中之重，通过我公司设计和工艺部门合理的工艺方案，按照EN15085《轨道车辆及其部件的焊接》的要求，从加工开始，就要求各参与成员对各环节进行严格控制，既缩短了生产周期又降低了生产成本，同时保证了转向架构架的焊接质量及机加工质量，为转向架装配提供了良好的基础，进而为有轨电车提供了强有力的质量保障。更重要的是通过转向架构架的加工，提升了我公司相关人员的管理、技术、工艺、质量和生产能力，更加熟悉了转向架的加工过

程，为后面量产打下了坚实的基础，也为公司认证EN15085焊接质量体系储备了人才。

参考文献：

- [1] 郭丽娟，等. 100%低地板有轨电车转向架构架制造工艺[J]. 焊接技术，2013，42（11）：60-62.
- [2] 刘志平，等. 地铁车转向架焊接工艺[J]. 焊接技术，2011，39（8）：38-40.

作者简介：尉法兵等，通号轨道车辆有限公司。

MW 20160922



《金属加工（冷加工）》 2016年第20期要目

国外医疗零件的电加工技术
国产手术器械制造技术的进步
与差距

微创医疗器械与精密数控加工
精密制造技术在3C模具中的
加工优势

3C产品专用针头的设计及
针头电极的数控加工

圆弧内导体的数控加工工艺
轨道车辆用螺钉座加工工艺
某型核电接管加工余量的

检测方法与实践
灌胶压板的工艺技术分析
多轴钻的拓展应用
薄壁铜壳体加工技术与装夹
滚动直线导轨副的设计安装技巧
先进的珩磨工艺和珩磨工具
手工磨麻花钻的检验方法
机床用自动刹车机构设计



图5 构架焊接示意

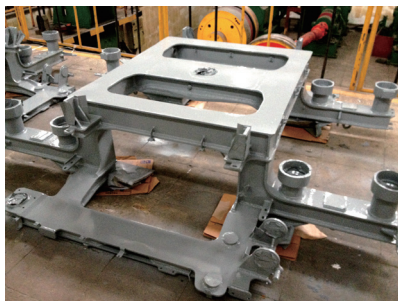


图6 面漆后的构架