



160km/h碳钢动车组侧墙钢结构点焊工艺

许晓航 陈树娟 李希勇

【摘要】 介绍了160km/h高档碳钢动车组侧墙的钢结构、制造工艺及生产难点，并对其新采用的电阻点焊工艺与其原有电弧焊工艺在侧墙钢结构产品质量进行了比对，阐述了点焊工艺的优点及可行性。

关键词： 动车组；侧墙钢结构；碳钢；点焊工艺

1. 概述

160km/h碳钢动车组作为现有25型部备车一个升级换代产品，对整车质量提出了更高的要求。为提高车辆外观质量，需要对车体侧墙进行生产工艺的革新。现有碳钢侧墙的生产工艺采用的方式为CO₂气体保护焊，焊接变形较大，为进一步控制焊接热输入，则考虑采用引入电阻点焊生产工艺。

通过10辆车体的生产，发现将原有蒙皮工序的电弧焊方式改为电阻点焊，可以明显降低侧墙焊接收缩量，提升产品的外观质量。

2. 侧墙钢结构制造流程及主要工艺过程

(1) 侧墙钢结构制造流程 侧墙组成采用MAG焊焊接骨架，双面单点电阻点焊焊接骨架与墙板之间的点焊焊缝。鉴于侧墙骨架的纵横梁接口为MAG满

焊焊缝，骨架收缩较大，所以需要与墙板焊接分开施工。骨架由纵横梁先进行小模块组焊，再拼接成大模块，经过焊后调修后与侧墙板进行点焊，制造流程如图1所示。

(2) 侧墙骨架工序 由于侧墙对外观要求高，所以重点在侧墙平面度上进行攻关。侧墙骨架由多个窗口组成，如图2所示。

为了提高骨架整体精度，将

侧墙骨架在长度方向进行分割，并且考虑到其多窗口、重复性结构特点，故按照一个窗口为一个单元进行分割，如图3所示。

单个模块生产不仅能够保证窗口的精度，还可以将侧墙大量的焊缝提前焊接、调修，降低后一道工序的变形累积。另外，还对单个窗口模块的平面度提出要求，平面度<1mm/m。

完成单个模块生产后，开始

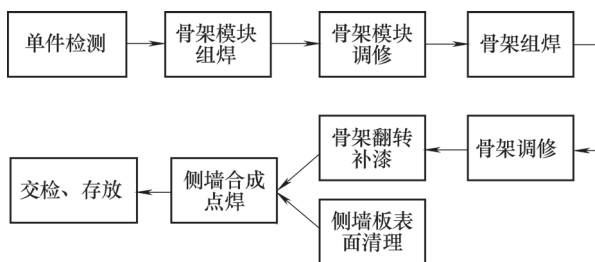


图1 侧墙钢结构工艺流程



图2 侧墙骨架

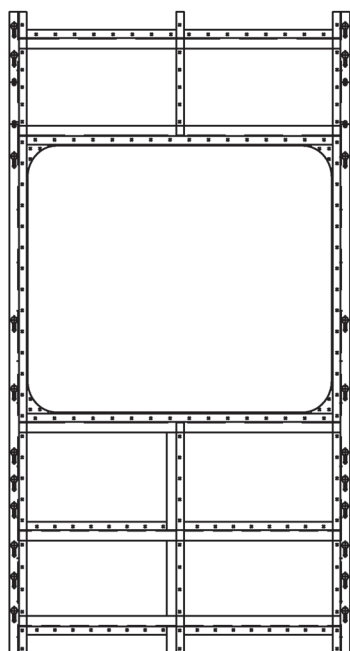


图3 窗口模块

装配整个侧墙骨架，在侧墙骨架胎上将窗口模块进行定位，之后安装纵梁，完成整个骨架的焊接，再次进行骨架调修，平面度 $<1.5\text{mm/m}$ 。

(3) 侧墙蒙皮工序 侧墙蒙皮点焊有两种方式可选，第一种双面点焊（C型钳点焊），第二种是单面点焊（铜台点焊），为了对比效率、质量及损耗，两个侧墙分别使用两种工艺进行施工。

首先，双面点焊：此道工序采用大型点焊焊钳进行施工，预先将侧墙骨架与侧墙板在平台上进行点固，之后翻转置于点焊工装（支撑工装）上使其悬空，然后使用大焊钳进行自动点焊。焊钳焊接侧墙双面受力，待焊接零件贴合较好，再加上焊钳为上下电极杆无分流，焊点质量较好。但是侧墙钢结构摆放在工装上后，由于侧墙上下面存在高度公差，致使焊钳无法跟踪这种高低

变化，造成焊钳焊接过程中侧墙上下面受力不一致，使侧墙平面上凸下陷，平面度下降，如图4所示。

其次，单面点焊：预先将侧墙板在铜台上进行拉紧抻平，点固侧墙板板缝，之后吊运侧墙骨架至工装上，压紧侧墙骨架进行自动点焊。焊机焊接侧墙单面受力，待焊接零件贴合较好，再加上焊机下电极为铜台面，容易产生分流，待点焊位置配合较差的情况下，个别焊点质量相对于C型钳焊接较差。由于使用的铜台为整体铜台，所以可以为点焊过程提供一个平的基准面，同时铜台上可设置压紧机构用来压紧侧墙骨架，使其与墙板贴紧，能有效提升侧墙平面度，如图5所示。

3. 生产难点及解决方案

(1) 零件制备 原焊接工艺气体保护焊对待焊接零件接触面仅有表面清理的要求，对粗糙度没有要求，施工前会使用角磨机对零件表面进行打磨处理后再焊接。但是焊接方法更换为电阻点焊时，由于待焊接接触表面粗糙度过大时会造成接触面电阻增大，焊接过程出现飞溅等焊接缺陷，所以零件制备则需要做出调整。

侧墙骨架零件采用3mm耐候

钢板材制，由于表面氧化皮较厚，所以零件制备主要由两道工序组成，第一道工序待焊接面打砂去除表面氧化皮；第二道工序喷涂冷镀锌导电防锈漆，进行防锈处理，避免影响点焊施工。

墙板为2mm冷轧耐候钢板，经测试氧化膜厚度较薄，施工前经过酒精简单擦拭去除表面油污即可满足焊接要求。

(2) 骨架平面度要求 为达到侧墙平面度 $\leq 1.5\text{mm/m}$ ，在前道侧墙骨架工序需对组焊的侧墙骨架平面度提高要求，使其平面度 $\leq 1\text{mm}$ ，并且需要使用平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ 的骨架组焊胎进行组焊，焊后使用专用调修平台进行调平，如图6、图7所示。

(3) 单面点焊 考虑到侧墙为整体侧墙，所以需要有一个整体铜台作为焊接胎面，平台台面平面度需 $\leq 0.5\text{mm/m}$ ，在测试的时候需要使用激光跟踪仪进行取点测量，以保证测试精度。

点焊过程中，为保证，侧墙骨架、墙板及铜台密贴，铜台上需而外设置压紧器，以便将骨架与墙板贴紧，消除点焊焊接时的间隙，避免焊接飞溅。

4. 侧墙不同工艺施工结果对比

(1) 平面度质量 表1显示的为三种焊接方法相比较：熔焊



图4 双面点焊



图5 单面点焊



图6 骨架组焊工装

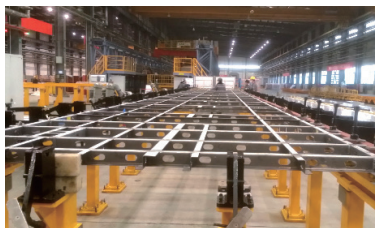


图7 骨架调修工装

的热输入最大，焊接收缩最严重，所以平面度最差；双面单点与单面单点同为点焊，热输入基本一致，相比较熔焊平面度有很大提升，但是单面单点焊接有铜台作为焊接基准面，其平面度效果优于双面单点焊接。

(2) 施工人员及效率 如表2所示，弧焊侧墙主要是焊接侧墙骨架与侧墙板之间的塞焊孔，因为数量庞大，所以需要占用较多的焊工进行作业，人员数量占用最大，但是多点施工，效率高；双面单点主要是设备操作工监控下进行自动点焊，设备出现失误时进行微调，但是受点焊设备数量、焊点的定位及焊接时间的影响，施工时间较熔焊长很多；单面单点虽然也是设备操作

表1 侧墙平面度 (mm/m)

方法	弧焊	双面单点	单面单点
平面度	3	1.5	1.2

表2 人员与效率

方法	弧焊	双面单点	单面单点
人员数量/人	7	3	4
施工时长/h·辆 ⁻¹	1.2	7	9

工监控下进行自动点焊，但是骨架焊接时骨架压紧的调整相对于双面单点较多，故时长与人员相对于单面单点又适当增多。

(3) 施工成本 从表3中可看出，首先单车人员成本弧焊最低，其次双面点焊，最多的是单面点焊，点焊工时长于弧焊。

从表4工装设备上来看，弧焊工艺设备整体投资较少，并且铸铁平台本身有较高硬度，易于维护，成本较低；双面单点工艺用到的自动点焊机一次性投资成本较高，维护方面主要是点焊设备的保养，同时其配属的工装结构简单，易于调整，可应用于平面、多种弧形形式的侧墙结构，灵活可变，工装的维护极低；单面单点工艺设备的保养与双面单点一致，但是其铜台维护十分困难，需定期清理打磨铜台，待铜台减薄到一定程度后，只能报废处理，同时铜台为一体结构，一旦成形不能更改，不灵活，工装上费用远高于双面点焊及弧焊。

5. 结语

经实际生产检测，采用电阻点焊工艺能有效提高侧墙的平面度；在批量大、品种多的项目中可以使用双面单点点焊工艺；在

表3 单车工时 (h)

方法	弧焊	双面单点	单面单点
工时	8.4	21	36

表4 设备及工装 (万元)

方法	弧焊	双面单点	单面单点
焊接设备	电焊机 35	点焊机 2000	点焊机 3000
工装	铸铁侧墙台 270	侧墙支撑 15	点焊铜台 800

一些批量较小、品种少，但是附加值较高的项目中可以使用单面单点焊接工艺。

作者简介：许晓航等，唐山轨道客车有限责任公司。

MW 20171026

武传松教授当选美国焊接学会会士

2017年11月6日上午，美国焊接学会(AWS) 2017年会在芝加哥开幕，来自世界各国的600余位焊接科技专家参加了此次会议。大会开幕式上，举行了新当选的2017年AWS Fellow(美国焊接学会会士)就职仪式。山东大学材料科学与工程学院武传松教授，因其“在焊接科学、工程和技术领域取得的杰出成就和突出贡献”，当选为本年度美国焊接学会会士，并在就职仪式上被授予AWS Fellow奖章和证书奖牌。武传松教授是第一位、也是截止目前唯一一位荣获AWS Fellow荣誉称号的中国(大陆)籍焊接科技专家。



美国焊接学会主席John R. Bray为武传松教授颁发AWS Fellow证书奖牌(山东大学)