



100%低地板有轨电车项目底架钢结构的研究

刘海伟

【摘要】 介绍了100%低地板有轨电车碳钢底架的结构和特点，明确了如何将底架钢结构划分成底架部件，以及底架部件和底架合成时焊接变形的控制方法。

关键词： 100%低地板；底架钢结构；部件划分；焊接变形

1. 概述

100%低地板有轨电车是我公司为成都市提供的，共计48列，车辆采用模块化组装，互相之间采用多自由度的铰接装置连接成一列车，每列车由5个模块组成（编组形式见图1）。本项目车辆为100%低地板有轨电车，走行部为钢轮钢轨制式。车辆在地面或高架线路上运行，该车辆地板面高360mm，为方便乘客上下车，门口处的地板面降至约330mm，极大地方便了乘客的出行。

如图1所示本，项目列车编组由2节带驾驶室的动车（M1和M2）、1节带受电弓的中间车（NP）和2节悬挂车身模块（C1和C2）。本文主要介绍的是M1、M2和NP模块的碳钢材质底架钢结构的结构特点、部件划分形式、焊接变形控制和调修工艺。

2. 底架钢结构的特点

由于M1车和M2车的结构相同，故本文将底架钢结构分

为动车和中间车两种形式（见图2、图3），其中动车长度为5 131.5mm，宽度为2 373mm，高度为668mm。中间车长度为4 254mm，宽度为2 373mm，高度为668mm。

底架钢结构在完工后，需要对底架侧面的侧墙板、四角处的端墙板和端部组成的铰接座板进

行机加和钻孔，以满足后续安装侧墙、端墙和铰接装置的需求。由于本项目的侧墙和端墙均采用铆接和螺栓联接的方式进行安装，故对底架完工后的整体尺寸要求较高。

3. 部件划分工艺性研究

由图2可以看出，中间车底架钢结构为完全对称结构，故

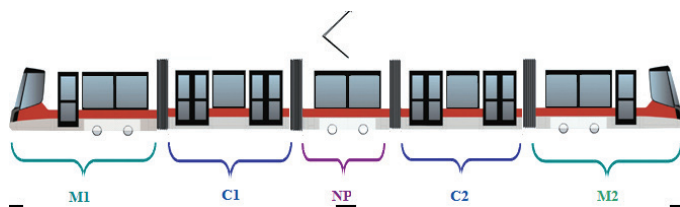


图 1

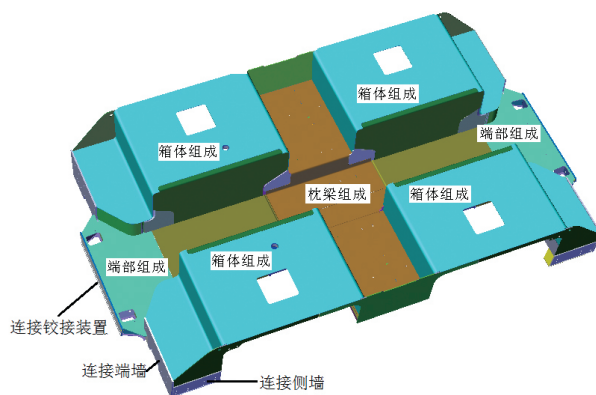


图2 中间车底架钢结构

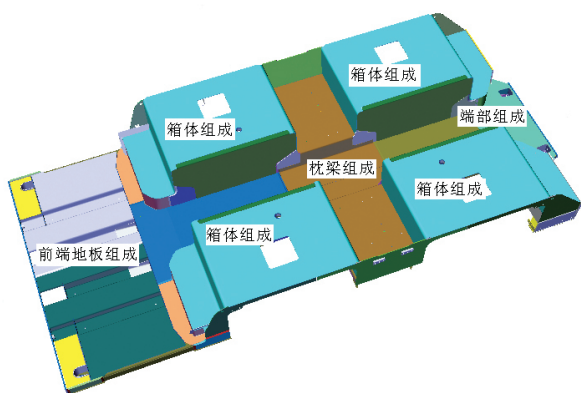


图3 动车底架钢结构

将中间车底架钢结构划分为4个箱体组成（两两对称）（见图4）、两个端部组成（见图5）和一个枕梁组成（见图6）。动车的端部组成和枕梁与中间车完全相同，其中箱体组成中有两个与中间车完全相同，另外两个主体结构中间车相似（见图7），动车含有一个独有的前端地板组成（见图8），故将动车底架钢结构划分为4个箱体组成、一个端部组成、一个枕梁组成和一个前端地板组成。

这样就可以实现使用两个对称的箱体组成工装、一个端部组成工装、一个枕梁组成工装和一个前端地板组成工装来同时满足头车和中间车的箱体组成、端部组成、枕梁和前端地板的生产需求，这样就可以在最大限度的降低工装制造费用的同时满足各部件的生产需求。

中间车底架钢结构采用这样的部件划分，可以通过控制单个箱体组成的长度放长量来控制底架组成两端端墙板之间的长度，通过控制单个箱体组成的宽度放长量来控制底架两侧侧墙板之间的宽度，通过控制单个端部组成的放长量及两个端部组成的组对

尺寸来控制底架两端铰接板之间的长度。这样的部件划分方式能够保证底架放长量的合理分布及底架整体尺寸控制，保证生产出的底架尺寸能够满足后续机加工序的要求。

动车底架钢结构的部件划分原因与中间车类似，不同之处是中间车底架钢结构长度由两端的端部组成决定，而头车是由端部组成和前端地板组成决定，需要通过控制单个前端地板组成的放长量和前端地板与端部组成的组对尺寸来保证底架钢结构的整体长度。

4. 焊接变形控制

本项目的底架钢结构焊接量较大，每个底架钢结构累计使用焊丝约60kg，为控制焊接后底架钢结构的整体变形量，采取了以下控制方法。

（1）增加工艺凸台 在组对端部组成中的8mm厚的支撑板和4mm厚的中部宽板之间的对接焊缝时（见图9），为保证焊后尺寸和焊缝的焊接质量，采取了在对接焊缝中间及两端头处增加工艺凸台的工艺方法（见图10）。此凸台高度为2mm，在焊接此处焊缝时，现对凸台处进行点固，



图4 中间车箱体组成

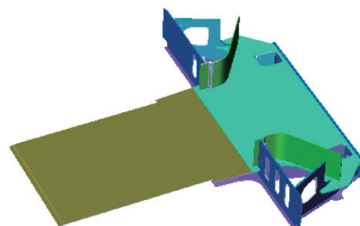


图5 端部组成

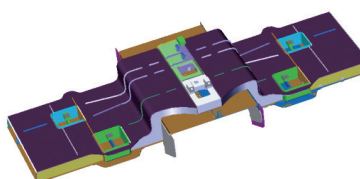


图6 枕梁组成

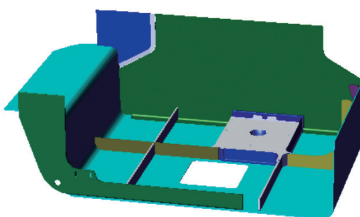


图7 动车箱体组成

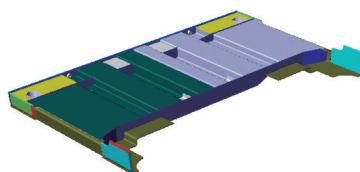


图8 前端地板组成

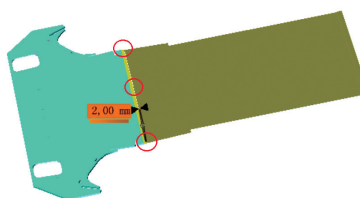


图 9

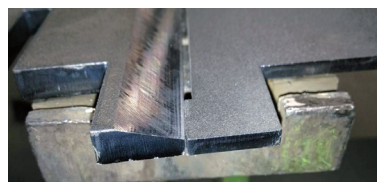


图 10

之后进行焊接，焊接后将两端头凸台伸出的部分进行切除后对此处进行打磨处理，经过此方法控制的焊缝成形良好，焊接变形也得到了有效地控制。

(2) 增加工艺拉筋 在组对端部组成中的折弯板（图11中紫色部件）时，为保证部件在焊接时中间伸出的部分（图11中圆圈处）在焊接时变形量可控且一致，在此处增加工艺拉筋，具体如图12红丝圆圈处。增加此工艺拉筋后，在此处焊接及后续底架合成焊接时，均能保证此板的焊接变形量，后续在底架合成焊接完成后将此工艺拉筋进行切除并打磨。

在组对箱体组成时，主体折弯板上有一方孔（见图13），在焊接方孔上方心盘座时，由于心盘座距离方孔变尺寸过近，导致焊接完成后方孔边缘处变形严重，为解决这一问题，在方孔处增加了工艺拉筋，具体如图14所示圆圈处。增加此工艺拉筋后，在焊接方孔附近处的焊缝时，方孔边缘处的焊接变形得到了有效的控制。后续在底架小件焊接完方孔附近的小件后，对此工艺拉筋进行切除并打磨。

(3) 焊接前预热 底架钢结构中部分料件的厚度为20mm，为保证焊接质量并控制焊接变形，在焊接前需要进行预热（见图15）。

预热原则：① 只对厚度 $\geq 20\text{mm}$ 的料件进行预热，对薄板预热会使其发生变形。② 一次预热即可，预热温度需要控制在 $150\sim 200^\circ\text{C}$ 之间。焊接时会继续产生热量，保证温度 $\geq 150^\circ\text{C}$ ，

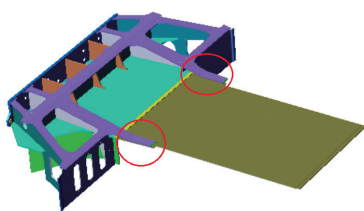


图 11

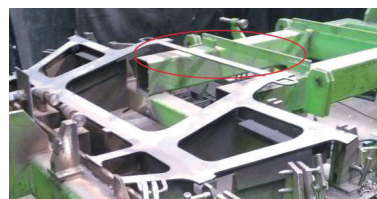


图 12

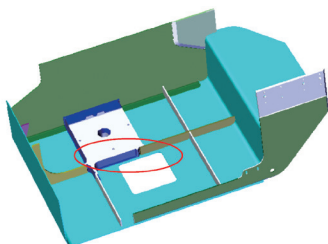


图 13

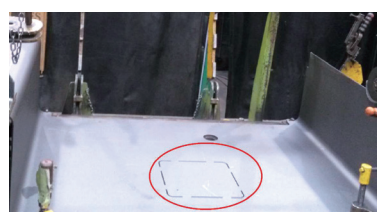


图 14



图 15

在焊接时需要使用测温笔或者测温枪及时测量焊缝温度，焊缝温度 $\leq 200^\circ\text{C}$ （尤其在多道焊缝时温度易超过 200°C ）。③ 只对焊缝附件处进行预热，即焊接哪里，预热哪里。

(4) 使用合理的焊接参数 本底架钢结构焊接量较大，在焊接时必须严格按照通过试验验证的焊接参数（见附表），避免因参数改变后热输入的不同而导致的焊接变形。

(5) 合理设置放长量 在部件组对时适当设置放长量，以保证底架合成时不会因放长量不够而导致部件之间产生间隙的情况发生。

经过验证，本项目的底架钢

结构在生产部件时，箱体组成需放长 4mm ，以保证底架合成时底架四角处厚板之间放长量能够达到 8mm ；铰接座需要放长 $6\sim 8\text{mm}$ ，以保证底架合成时端部组成之间放长量能够达到 10mm 。由于铰接座后端为压马腿结构，所以超出的放长量可以通过调节压马腿的搭接长度进行消除。

(6) 合理焊接顺序 在焊接部件及底架合成时，必须严格按照经过试验验证的焊接顺序进行焊接，避免因焊接顺序改变而导致不同的焊接变形。

在底架合成焊接过程中，需要两个焊工同时对称进行焊接，以保证底架焊接变形对称一致，

经过验证后的部分焊接参数

参数	焊道或焊层	方法	填充金属		焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹	接头简图
			等级	直径/mm				
参数1	1	135	G4Si1	1.0	190~210	20~22	40~50	
参数2	1	135	G4Si1	1.0	190~210	20~22	40~50	
	1	135	G4Si1	1.0	200~220	20~22	40~50	
	1	135	G4Si1	1.0	200~220	20~22	40~50	
参数3	1	135	G4Si1	1.0	190~210	20~22	40~50	
参数4	1	135	G4Si1	1.0	190~210	20~22	40~50	
	1	135	G4Si1	1.0	200~220	20~22	40~50	
	1	135	G4Si1	1.0	200~220	20~22	40~50	

保证底架焊接后的整体尺寸。

(7) 焊后自检 在部件及底架合成焊接完毕后, 需对各关键尺寸进行检查, 保证焊接后的尺寸能够满足自互检记录单的要求, 符合后续工序的需求后才能进入下一工序。

5. 结语

通过本方案控制后, 生产出的底架钢结构满足了底架的整体尺寸公差要求和焊接质量要求,

以及后续底架机加工序的需求, 为保证本项目的整体质量打下了良好的基础。

此项目为我公司新引进的平台项目, 具有一定的代表性, 后续在生产其他项目时也可以借鉴本项目生产制作过程中采取的控制手段。

参考文献:

[1] 吕刚.城市轨道交通车辆概论

[M].北京: 北京交通大学出版社, 2011.

[2] 孙景荣.实用焊工手册[M].北京: 化学工业出版社, 2002.

[3] 孙景荣.焊接结构冷作与焊接技术入门[M].北京: 化学工业出版社, 2009.

作者简介: 刘海伟, 中车长春轨道客车股份有限公司工程技术中心工程技术部。

MW 20170321

激光焊接技术破解新能源车充电难题

受锂电池充电速度缓慢制约, 新能源汽车推广进程缓慢。武汉企业研发的“全极耳激光焊接”工艺, 解决了动力电池快充快放的物理限制, 5~20min即可将一辆大巴车的锂电池充满。

湖北省科技厅东湖国家自主创新示范区联络协调办公室介绍, 全极耳工艺是由武汉逸飞激光公司率先在国内提出并推广, 能有效降低电池结构内阻, 满足动力电池高功率放电需求, 从而实现快速充电。全极耳动力电池结构复杂, 其中一个关键工艺是铜与铜的焊接和厚板

向箔材的穿透焊接, 这个工艺有极高难度。目前, 该公司正在为国内动力电池生产龙头企业设计制造两条国内最大的圆柱动力锂电池柔性加工智能自动化生产线, 单条生产线一天可生产5万只锂电池。(楚天都市报)