

轨道交通车辆塞拉门门板腰线分色工序的优化

曲 双¹ 郝 瑞² 贾伟男² 岳彩月² 王东阳²

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司新产业事业部, 130062, 长春;

2. 中车长春轨道客车股份有限公司高速动车组制造中心, 130062, 长春//第一作者, 正高级工程师)

摘 要 分析了轨道交通车辆塞拉门门板腰线分色现有工序的整车生产周期长、资源耗用较多及漆膜颜色灰暗等问题。提出将塞拉门门板腰线分色工序前移至厂家,并在严格的工艺标准前提下,提出了质量控制措施,确定门板腰线与车身腰线高度偏差不超过 5 mm。喷涂试验结果表明,优化工序后喷涂效果良好,车身色带具有整体一致性,不增加生产周期。

关键词 轨道交通车辆; 塞拉门; 门板腰线分色; 工序优化
中图分类号 U270.6+5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.04.024

Optimization of Color Separation Process for Rail Transit Vehicle Sliding Plug Door Panel Waistline

QU Shuang, HAO Rui, JIA Weinan, YUE Caiyue, WANG Dongyang

Abstract The problems of long production cycle, high resource consumption and dim paint film color in the existing process of rail transit vehicle sliding plug door panel waistline color separation are analyzed. It is proposed that the door panel waistline color separation process be moved forward to the manufacturer, quality control measures are proposed under the premise of strict process standards, and the height deviation of door waistline and body waistline is determined not to exceed 5 mm. The spraying test results show that the optimized process has good coloring effect and the carbody color band has overall consistency without increasing the production cycle.

Key words rail transit vehicle; sliding plug door; door panel waistline color separation; process optimization

First-author's address New Industry Business Division, CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

近几年,客户对轨道交通车辆的工期要求和外观要求都越来越高:既要生产周期短^[1],又明确要求部件面漆目测无色差^[2]。塞拉门的门板腰线分

色是影响生产周期的关键工序,门板腰线分色质量还会影响人们对整车色带一致性的直观感受^[3]。而现行的门板腰线分色工艺已无法满足要求,需要对其进行优化。

1 门板腰线分色现行工序存在的问题

以金华—义乌—东阳市域轨道交通工程电动客车项目(以下简为“金义东项目”)为例,现有的门板腰线分色工序流程如图 1 a)所示。

现有工序中,在车身分色完成、塞拉门安装且精调后,再进行二次喷涂,以保证门口腰线与车身腰线的平齐。但其作业属于异地交叉作业,存在诸多弊端:可能因施工环境变化导致腰线油漆颜色受空气中杂质影响而变灰暗,降低门板油漆质量^[4];二次喷涂需要等待门板腰线位置处喷漆自然变干,从而延长整车生产周期,降低了生产效率;门板腰线分色需将车身大面积防护,不仅浪费人力物力,还会造成环境污染。

对此,应进一步优化塞拉门门板腰线分色工序,进而提高生产线的流畅性,缩短生产周期,减少油漆施工对环境的影响,提高门板油漆质量,降低工人劳动强度。

2 门板腰线分色工序的优化

进一步分析客车车体制造误差及装配误差发现,影响门板腰线分色的主要因素为:门框的安装定位基准与门机构安装定位基准不统一,安装后的门板有精调和下沉等变动,车身腰线位置不稳定等。

对此,本文提出将塞拉门门板腰线分色工序前移至厂家,要求塞拉门门板带腰线油漆供货。这样既能满足整车腰线与门板腰线高度一致性要求,又能不增加车间操作人员工作量及辅材用量,还能不增加生产周期。

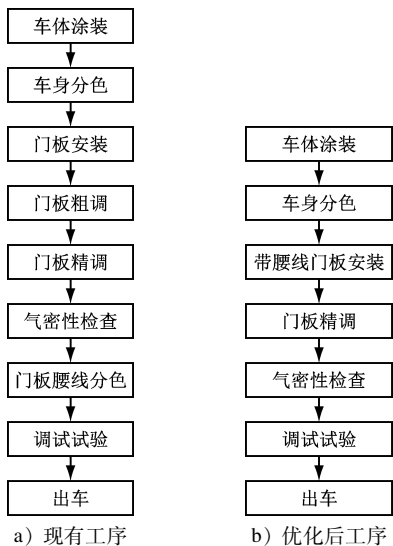


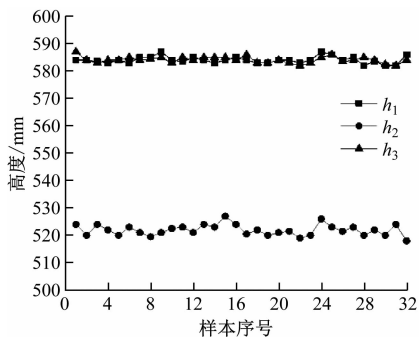
图 1 塞拉门门板腰线分色工序

Fig.1 Color separation process sliding plug door panel waistline

为此,需确定车体制造各阶段的定位基准及门板腰线分色的具体数据标准,并反馈给塞拉门厂家。

2.1 塞拉门门板腰线高度的确定

对时速为 350 km 的高寒复兴号动车组车体腰线数据进行实测,结果如图 2 所示。



注: h_1 为动车组门口两侧车体腰线线下沿距底架边缘上表面高度; h_2 为门板手扣位置距底架边梁上表面的高度; h_3 为两门口间车身中间腰线线下沿距底架边缘上表面高度。

图 2 腰线数据统计

Fig.2 Statistics of waistline data

由图 2 可见: h_1 较为稳定; h_3 受车身挠度及焊接变形的影响,与 h_1 存在小幅度偏差(2 mm 以内); h_2 上下波动较大,最大波动幅值为 7 mm。由此可知,只要门板腰线在 h_2 波动范围内的中间位置,即可满足要求。为保证车身色带一致性,现规定门板腰线允许上下浮动 5 mm。

2.2 工序优化后的质量控制措施

基于测量数据分析制定严格的工艺标准,确定

门板腰线与车身腰线高度偏差不超过 5 mm。此外,还需要对车体腰线及门板腰线喷涂定位基准进行统一控制:设车体腰线线下沿距底架边缘上表面尺寸为 H ,门板腰线线下沿距门板下边界尺寸为 h ,门板下边界与底架边缘上表面间距为 h_4 ,应满足 $H = h + h_4$ 。车身腰线与门板腰线分色定位示意图如图 3 所示。本文以金义东动车组为例,阐述各阶段的门板腰线质量控制措施。

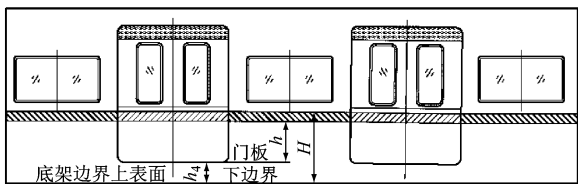


图 3 车身腰线与门板腰线分色定位示意图

Fig.3 Color separation positioning diagram of carbody waistline and door panel waistline

2.2.1 车体制造阶段的控制

金义东项目车体腰线喷涂以窗口上下边缘为定位基准,上下各 A 范围内喷涂黑色窗带,下部是间隔为 B 、宽为 C 的红色腰线。门口位置与窗口位置分色定位示意图如图 4 所示。门口区域按边梁定位,从边梁下边缘向上 H 为红色腰线的上界,门口与窗口直线过渡,其他尺寸依次向上反推。在车体制造环节,控制窗口高度尺寸为 M_0^{+2} mm,门口高度按 N_{+3}^{+5} mm 控制,维持原有制造方式不变。

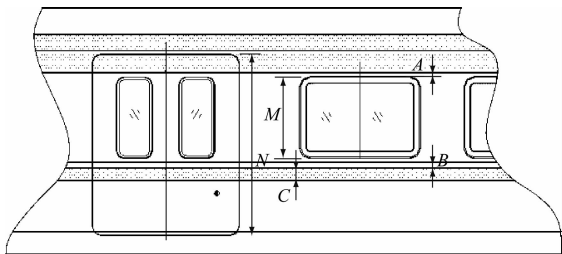


图 4 门口位置与窗口位置分色定位示意图

Fig.4 Color separation positioning diagram of door position and window position

2.2.2 涂装制造阶段的控制

为保证色带精度,门框两侧处色带高度应相同,涂装车间对车身腰线喷涂需选择车体地板面为定位基准,保证门口两侧黑色基准线距车体地板面为 852_0^{+1} mm。在后续供货中,对门板单件按图 5 进行分色喷涂。

2.2.3 预组装制造阶段控制

门框安装:不同的门框安装,有不同的定位方

式。门框可以根据门框的下边缘定位,也可以根据其上边缘进行定位^[5]。不同的定位基准会使门框因自身公差而影响门的高低,门相对位置的浮动将直接影响门板腰线与车身腰线的统一性。对此,本项目所有门框的安装统一以门框下部为定位基准,定位尺寸为 5_0^{+1} mm,见图6。

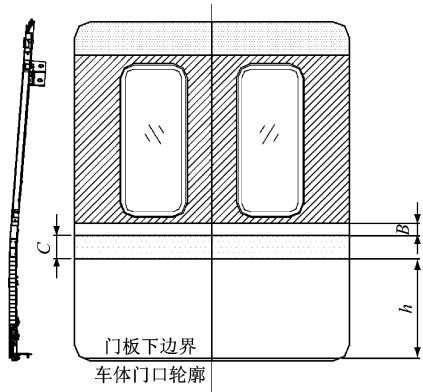


图5 门板腰线分色示意图

Fig. 5 Color separation diagram of door panel waistline

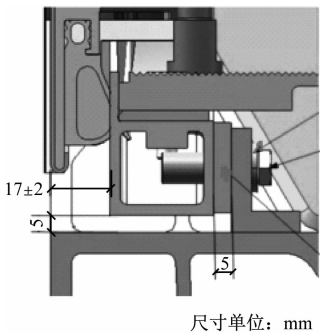


图6 门框安装定位示意图

Fig. 6 Installation and positioning diagram of door frame

门机构安装支架:均以门框上边缘做为定位,只不过公差带不同而已。此公差带的不同与门框的定位不同有关。门框定位统一后,若门框高度相同,此处公差带也应统一,以充分吸收车体门高公差。吊架机构安装面距密封框的下边缘(81 ± 1) mm,如图7所示。

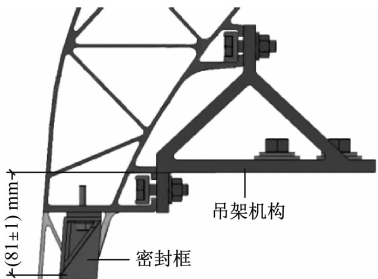


图7 门机构安装支架定位示意图

Fig. 7 Positioning diagram of door structure mounting bracket

门机构安装:均以门框上边缘来定位,机构总成侧横梁的下边距上密封框下沿距离为 83_{-1}^{+3} mm,见图8。

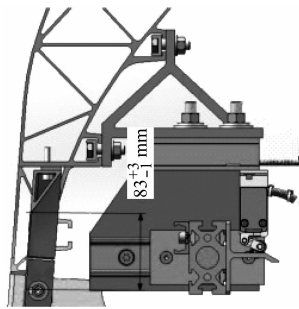


图8 门机构安装示意图

Fig. 8 Installation diagram of door structure

2.2.4 总组装制造阶段控制

门板的安装以腰线进行定位,保证门腰线与车体腰线偏差不超过3 mm,且开关落入门框后不倾斜、不错位、不卡滞。在淋雨试验及气密试验后进行门的精调时,在保证门的功能的前提下,保证门腰线与车体腰线偏差不超过 ± 5 mm,且总高低差不超过5 mm。

3 试喷涂效果

进行金义东项目4台车门板腰线分色喷涂试验,试验效果见图9。从图9可以看出,整车色带一致性良好。经统计,喷涂试验中所有门板腰线与车体腰线偏差均不超过5 mm,满足门板腰线分色技术要求。



图9 门板腰线分色喷涂试验效果

Fig. 9 Test effect of door panel waistline color separation

进一步统计分析可知,由塞拉门厂家实施门板腰线分色工序能大幅度实现降本增效:可提高生产效率,节约人工成本2.65万元;可降低劳动强度,杜绝返工作业,相应降低成本约20.00万元;能提高产

品质量,避免材料损失费用0.13万元;总成本节省约36.00万元,非常适用于现车批量生产。

4 结语

针对轨道交通车辆塞拉门门板腰线分色工序不合理的问题,本文提出将该工序前移至厂家,并提出了具体实施过程中的门板腰线分色质量控制措施。这需要各环节严格执行。该工序优化后既能保证整车色带美观,又能提高生产效率,实现降本增效,可在其他类似项目中推广应用。

参考文献

- [1] 王姣,陶桂东,秦文照. 客车塞拉门、车窗技术水平分析[J]. 铁道车辆, 2007, 45(1): 27.
WANG Jiao, TAO Guidong, QIN Wenzhao. Analysis of technology level of plug doors and windows on passenger cars[J]. Rolling Stock, 2007, 45(1): 27.
- [2] 夏荣文. 轨道车辆涂装零部件之间的色差控制技术探讨[J]. 交通节能与环保, 2021, 17(4): 156.
XIA Rongwen. Discussion on color difference control technology between rail vehicle coating parts[J]. Transport Energy Conserva-

tion & Environmental Protection, 2021, 17(4): 156.

- [3] 李丰,高振强,孙运其,等. 标准动车组塞拉门门板色带分色新型工艺[J]. 机车车辆工艺, 2020(6): 14.
LI Feng, GAO Zhenqiang, SUN Yunqi, et al. A new color separation technique for color strip on door plate of sliding-plug door on standard EMU[J]. Locomotive & Rolling Stock Technology, 2020(6): 14.
- [4] 陈杰. 动车车体涂装漆面质量控制的方法研究[J]. 内燃机与配件, 2019(10): 154.
CHEN Jie. Study on quality control method of paint surface of motor car body[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2019(10): 154.
- [5] 张志南,赵峻松,尹志春. 动车组塞拉门智能化组装工艺可行性分析[J]. 广东科技, 2018, 27(6): 68.
ZHANG Zhinan, ZHAO Junsong, YIN Zhichun. Feasibility analysis of intelligent assembly process for plug door of EMU[J]. Guangdong Science & Technology, 2018, 27(6): 68.
- [6] 勾波. CRH3 型动车组塞拉门安装工艺设计[J]. 中国科技博览, 2013(13): 277.
GOU Bo. Installation process design of sliding plug door for CRH3 EMU[J]. China Science and Technology Review, 2013(13): 2.

(收稿日期:2022-07-31)

(上接第109页)

的部分气隙铁心的设计方案在不增加产品成本和改变外形的同时,能显著提高产品的抗直流偏磁性能,满足2 500 V甚至4 000 V直流偏磁电压设防要求。

采用部分气隙铁心设计的25 kV电压互感器,必须进行样机的直流偏磁电压试验并获得验证通过。试验时直流电压和交流电压串联后同时施加到电压互感器的一次绕组。在一次绕组回路用有效值电流表测量一次励磁电流。一次回路施加的直流电压和交流电压以及一次励磁电流的测量误差应不超过 $\pm 5\%$ 。一次绕组的温升通过一次绕组的电阻值计算。试验通电时间应不少于3 h。除有特别要求外,试验结束时测得的一次绕组温度应不超过130℃,温升不超过110℃。

参考文献

- [1] 王向东,王汉东. HXD1B型电力机车高压电压互感器故障分析及建议[J]. 铁道机车车辆, 2010(6): 101.

WANG Xiangdong, WANG Handong. Fault analysis and suggestions of HXD1B electric locomotive high voltage transformer[J]. Railway Locomotive & Car, 2010(6): 101.

- [2] 任朝阳. HXD1B机车JDZXW2-25A2型高压电压互感器炸裂原因分析[J]. 铁道机车车辆, 2011, 31(4): 107.
REN Chaoyang. Analysis of bursting reasons of JDZXW2-25A2 high voltage transformer for HXD1B locomotive[J]. Railway Locomotive & Car, 2011, 31(4): 107.
- [3] 周福林,李群湛,贺建闽,等. 基于概率的机车过分相过电压仿真实测及其机理研究[J]. 机车电传动, 2008(6): 13.
ZHOU Fulin, LI Qunzhan, HE Jianmin, et al. Research on simulation, practical measurement and mechanism of locomotive overvoltage and passing neutral-section based on probability[J]. Electric Drive for Locomotives, 2008(6): 13.
- [4] 秦晓灵. 电力机车过关节式电分相过电压分析与防护[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
QIN Xiaoling. Electric locomotive passing articulated phase insulator overvoltage analysis and protection[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2007.

(收稿日期:2022-07-31)