

动车组单车调试工艺及发展趋势

吴艳鹏 陈国锋 隋永锬 陆东宇 刘欢 张阳

(中车长春轨道客车股份有限公司检修运维事业部,130062,长春//第一作者,工程师)

摘要 对动车组传统单车调试工艺进行了总结对比,阐述了以智能调试系统、数字化平台为基础的自动化调试原理。重点介绍了智能单车调试设备、智能端部模拟器和移动控制终端,分析了单车智能调试技术的发展趋势。

关键词 动车组;单车调试工艺;智能调试系统

中图分类号 U270.1⁺⁴

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.02.036

EMU Single Vehicle Debugging Process and Future Development Direction

WU Yanpeng, CHEN Guofeng, SUI Yongkun, LU Dongyu, LIU Huan, ZHANG Yang

Abstract Conventional EMU single vehicle debugging process is summarized and compared. The automatic debugging principle based on intelligent debugging system and digital platform is expounded. Intelligent single vehicle debugging equipment, intelligent end simulator and mobile end terminal are introduced with emphasis. The development direction of single vehicle intelligent debugging technology is analyzed.

Key words EMU; single vehicle debugging process; intelligent debugging system

Author's address CRRC Changchun Railway Co., Ltd., 130062, Changchun, China

动车组单车调试是在车辆装配完成后,针对单台车辆进行的电气调试项目。其主要目的是为了测试每台车是否存在线路故障、部件故障,通过单车调试排查车辆是否存在制造缺陷,从而保证列车编组连挂完成后,每台车故障数量较少,便于顺利开展后续列调工作。

纵观各类动车组单车调试工艺,常见的主要是基于自动化线缆测试设备、硬线模块模拟器和 MVB(多功能车辆总线)网络的控制设备进行功能测试,信息化、智能化水平相对较低。当前基于 MVB、无线网络控制、可编程序的自动化调试系统正在应运而生,将成为未来动车组单车调试工艺的发展趋势。本文将对几种典型的传统单车调试

工艺进行对比,并对智能单车调试系统进行分析研究。

1 传统单车调试工艺

1.1 章鱼试验

章鱼试验^[1](见图1)是 CRH5 型动车组调试中的一项特色试验。该试验主要是基于一种可编程程序的线缆自动测试设备,自动检测线缆导通、绝缘、耐压等性能,确保线路无混线、短路、接地等问题。进行该项试验时,需要人工将测试线缆依次连接到自动测试设备和测试车辆的连接器上,然后运行自动测试设备试验程序且完全通过计算机软件运行,测试完成后自动输出测试报告单。章鱼试验是一种典型的自动化、信息化调试手段,检测的准确度较高,但试验所需测试线缆众多,需要人工将测试线缆按照对应关系一一连接,工作效率上有待提高,且只能对车辆线缆导通及绝缘性能进行验证。



图1 章鱼试验设备和连接线缆

1.2 CRH5 型动车组单车调试工艺

CRH5 型动车组的单车调试工艺主要是基于硬线模拟器进行测试,其使用的硬线模拟器主要包括端部模拟器(见图2)、模块模拟器等,模拟器主要由信号灯和指令开关构成,其中端部模拟器用于与车辆端部过桥连接器连接,以及显示端部连接器信号和输出控制电信号;模块模拟器用于连接车辆远程输入输出模块(RIOM)连接器,替代 RIOM 接收网络信号并输出控制指令^[2]。硬线模

拟器工艺原理简单、观察直观,完全属于一种硬线控制,不涉及列车网络逻辑。但端部模拟器通用性低,不同车型、不同车辆需单独设计不同类型的端部模拟器且占地空间大、安装操作不方便;模块数量众多、分布地点不集中,试验时需要人工连接和拆卸模块,测试时需要多人配合参与,信息化和智能化水平很低。

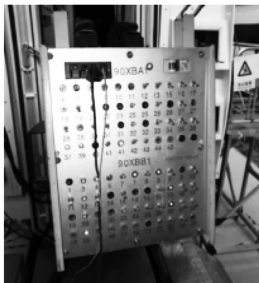


图 2 传统端部模拟器

1.3 CRH3 型动车组单车调试工艺

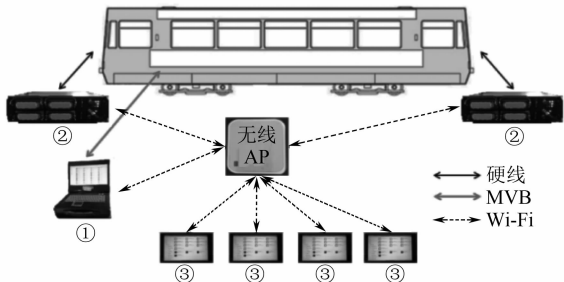
CRH3 型动车组单车调试工艺主要是基于多功能总线控制设备 (SIMIT 试验台 (见图 3)) 进行测试。SIMIT 试验台^[3]通过 MVB 与车辆的 MVB 进行通讯,并与车辆网络设备构成一个小型网络系统,此种网络系统并不具备自动计算和控制能力。SIMIT 试验台承担主控单元的作用,亦是列车网络对外的人机接口,操作人员可以通过 SIMIT 试验台进行车辆状态反馈、温度及版本的读取与检测工作,同时可以发出各种控制指令,实现继电器控制或部件功能启动。该系统的优点是准备工作简单,仅需将 1 根 MVB 连接器与车辆 MVB 接口连接即可,控制相对集中、人员无效走动少,相比硬线模拟器效率更高;缺点是 SIMIT 试验台属于进口设备,采购和维护成本高昂,同时试验时此试验台是唯一的控制设备,不利于各系统人员同时操作,另外必须与硬线端部连接器配合使用,信息化和智能化水平不足。



图 3 SIMIT 试验台

2 智能单车调试系统

智能单车调试系统是利用单车智能调试设备、智能端部模拟器和移动终端搭建而成的列车网络控制系统,可模拟中央控制单元功能进行单车电气功能调试。调试时,智能调试设备通过 MVB 与被测试车辆进行连接,智能端部模拟器通过硬线与被测试车辆端部模拟器连接,智能调试设备、智能端部模拟器、移动终端通过无线 AP (接入点) 服务器形成网络通讯。智能单车调试系统信息化、智能化程度高,系统构成如图 4 所示。



注：① 代表单车智能调试设备；② 代表端部模拟试验器；③ 代表操作终端。

图 4 智能单车调试系统示意图

2.1 单车智能调试设备

智能调试设备 (见图 5) 是一种国产化的基于 MVB 控制调试设备,可以完美替代西门子公司 SIMIT 试验台,且应用车型相比 SIMIT 试验台具有更大优势,可以在基于 MVB 网络结构的车辆进行全面推广,目前可应用在 CRH3、CRH5 和中国标准动车组 (CR400BF) 等多个平台的动车组上。单车智能调试设备^[4]通过 MVB 与待测试车辆连接,通过控制程序模拟相关组件间收发 MVB 信号,从而来判断和检测被测车厢的电气信号,以控制车辆部件启动。根据被测车型、车辆的不同,单车模拟试验台测试程序的界面分为不同车型、不同车辆的界面,各车型界面包含不同子系统的试验操作界面。这些子系统试验操作界面都是直观的视窗交互界



图 5 智能调试设备

面,不仅可以接收测试人员的电气接通、断开指令,也可以采用各种图标动态显示被测对象的电气连接状态,更重要的是智能调试设备的测试程序可升级,具有拓展网络外设备的功能,更加便于信息化和智能化开发^[5]。

2.2 智能端部模拟器

智能端部模拟器(见图 6)是一种可以基于 MVB 或无线网络控制的、更加智能化和信息化的输入输出控制模块,可以与智能调试设备配套使用,能够通过无线网络或 MVB 与智能调试设备实现网络连接,可以在智能调试设备、移动终端监控器上控制智能端部模拟器发出控制指令,或查看智能端部模拟器接收的反馈信号状态,可以有效替代传统类型的硬线端部模拟器。

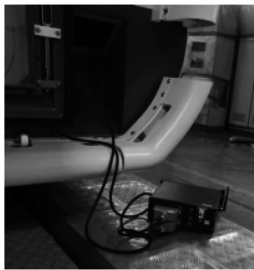


图 6 智能端部模拟器

智能端部模拟器具有以下特点：

1) 采用 ARM(进阶精简指令集机器)架构的中央处理器,是一种具有多路数字输入输出单元,能够实现对车端连接器的电源输入、线间短接和电

压测量的可编程逻辑控制。

2) 具有以太网、CAN(控制器局域网)、RS485 和 Wi-Fi 网络接口,可以和智能调试设备无缝连接,实现自动调试和实时数据采集。

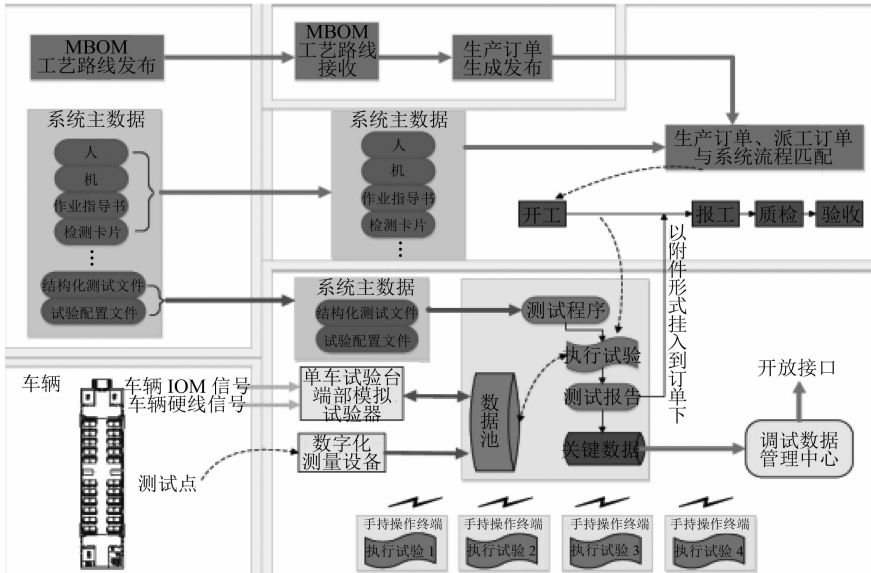
3) 统一了所有的适配器标准,能够做到所有车型通用,避免了各车型适配器选型错误。

2.3 移动控制终端

移动控制终端使用 8~10 寸(26.64~33.33 cm)的 PAD(平板电脑)或手机,且通过无线网络与车间服务器进行连接。移动终端上开发配备专用的 APP(应用程序),打开 APP 即可像在智能调试设备上一样对车上信号进行实时操作和记录,携带方便,在无线网络范围内任何地点均可控制车辆功能,可以实现多人同时操作且互不影响。APP 解决了只能通过智能调试设备控制车辆和人员无效走动的问题,减少配合试验人员数量,大大提高了调试效率;同时移动终端可以对试验结果进行影像记录,便于质量追溯。

3 自动化单车调试工艺发展趋势

自动化单车调试工艺是未来技术发展的趋势,智能单车调试系统是实现自动化单车调试的基础。在智能单车调试系统的基础上,额外增加服务器,且在服务器上开发数字化调试平台软件,以及在终端上开发单车调试 APP,从而建立数字化平台系统,即可实现可编程的自动化调试。单车数字化调试平台结构如图 7 所示。



注：MBOM 代表扩展 BOM (物料清单)；IOM 代表输入/输出多路复用器。

图 7 单车数字化调试平台结构

单车数字化调试平台的主要功能如下:

1) 可根据结构化测试文件生成自动化/半自动化测试程序,实现纸质文件的电子化,从而在多终端上实现车辆调试。

2) 可对列车 MVB 网络信号和车端列车硬线信号进行自动采集和控制,并将数据信息自动填入调试记录单。

3) 可实现部分可联网测量设备的数据采集,并将数据信息自动填入调试记录单。

4) 可自动生成试验报告,试验报告暂定存放到服务器的指定位置。

通过数字化平台的应用可以实现自动化测试和自动诊断,例如,使用动车组主断路器闭合功能时,直接点击运行数字化平台中的试验程序,数字化平台将按照试验程序依次通过无线网络控制智能端部模拟器发出主断环路建立的模拟指令,控制主断使能继电器闭合;然后控制智能模拟器发出主断路器闭合指令,通过 MVB 控制车辆输入输出模块执行主断闭合;主断闭合后,其常开、常闭触点状态通过车辆输入输出模块经 MVB 反馈给智能调试设备,智能调试设备再通过无线网络反馈至数字化平台,数字化平台即可根据程序自行判断主断是否

(上接第 139 页)

2.3 热压温度对酚醛树脂复合材料性能的影响

热压温度对酚醛树脂体系的反应速度及表面质量有着重要的影响。随着热压温度的逐渐增加,得到各种表面质量的复合材料。热压温度低于 50℃时,树脂固化速度与反应剂汽化速度无法同步,导致复合材料的表面质量不均匀,甚至出现大泡孔;热压温度为 80~100℃时,树脂固化速度和反应剂汽化速度相匹配,可以得到表面质量细腻均匀的复合材料;热压温度高于 100℃时,反应剂汽化速度超过树脂固化速度,导致树脂包裹不住气泡,相邻泡孔之间容易并孔而形成大泡孔,制备的复合材料出现泡孔粗大、泡孔有空洞的现象。因此,热压温度应控制在 80~100℃。

2.4 调整生产工艺对酚醛树脂复合材料的影响

改进料件的铺叠工艺可以提高产品质量、降低成本和劳动强度。例如,和谐号列车的托板因改变铺叠工艺,减少了泡沫预浸料 3/4 的使用量,同时提高了产品的强度。

3 结论

1) 酚醛树脂复合材料的临界氧指数达 45.0%,

正确闭合,判断合格后自动填写程序化试验记录。

4 结语

本文介绍的智能单车调试设备和智能端部模拟器是单车调试信息化、智能化的基础,在动车组调试工作中已经进行了充分验证。目前数字化平台建设已初见成效,正在全面进行推广应用。未来基于智能调试系统和数字化平台的调试工艺将替代传统的调试工艺,成为一种新兴的智能化、自动化调试技术。

参考文献

- [1] 邸建财,王欣,孙玲玲.章鱼试验法在轨道交通车辆电气配线测试中的应用[J].城市轨道交通研究,2019(2):120.
- [2] 杨鹏.列车通信网络远程输入输出模块研究[D].北京:北京交通大学,2014.
- [3] 杨佳丽.SIMIT 试验台在新一代高速动车组中的应用[C]//中国智能交通协会.第八届中国智能交通年会论文集.北京:中国智能交通协会,2013:296-299.
- [4] 李洋,乔毅,薛旭.基于 MVB 网卡的中国标准动车组单车模拟调试平台[J].自动化技术与应用,2018(9):91.
- [5] 王兆安,黄俊.电力电子技术[M].北京:机械工业出版社,2000.

(收稿日期:2020-09-05)

且在明火燃烧过程中未出现熔化、滴落、卷曲等现象,火焰中表面逐渐结碳。

2) 酚醛树脂材料在热压反应过程中随时间的延长,树脂的固含量逐渐增大;反应时间控制在 1.1~1.4 h 时,树脂的固含量较为合适,复合材料的表面性能良好。

3) 酚醛树脂的热压时间对反应速度有重要影响。随着热压温度的改变,复合材料的表面质量有所不同。热压温度为 80~100℃时,可以得到表面质量细腻均匀的复合材料。

4) 改进的生产工艺可以提高酚醛树脂的产品质量、降低生产成本。

参考文献

- [1] 林美如.酚醛泡沫塑料研制和开发[J].化工时刊,1990(12):23.
- [2] KYOCHIKA N, MATSUMOTO K. Binder for casting molds, molding mixture, and method for manufacture of casting molds: 0899150[P]. 1996-06-15.

(收稿日期:2020-09-05)