

文章编号:1005-0523(2018)03-0056-06

地铁车辆段控制中心(DCC)综合信息系统研究

王孔明¹, 杨文锐², 徐银光¹, 汪 峥¹

(1. 中铁二院工程集团有限责任公司, 四川 成都 610031; 2. 南昌轨道交通集团有限公司, 江西 南昌 330000)

摘要:通过对地铁车辆段生产调度管理现状分析,研究出了一种地铁车辆段控制中心(DCC)综合信息系统,提高了调度效率和准确率。对该系统的功能、软硬件构成、主要技术性能、主要接口等进行了详细阐述。最后对该系统的实际应用情况进行了简单说明。

关键词:地铁;车辆段控制中心;综合信息系统

中图分类号:U291

文献标志码:A

车辆段作为地铁运营的保障基地,承担了车辆检修、车辆运用和全线设备设施综合维修和保养任务。车辆段一般集中设置一处车辆段控制中心(depot control center,简称“DCC”),对段内生产运营进行集中调度指挥^[1]。

目前,相对于高度自动化的地铁正线运营管理,地铁车辆段生产组织调度仍基本采用粗放的管理模式,通过电话、纸质工单流转、人工录入等“人控”方式进行运营生产调度管理,调度所需关键信息的实时性和准确性亟待提高,导致调错车、列车开进无电区、耽误正线行车、人员触电等事故较多。针对上述问题,研制一种地铁车辆段控制中心(DCC)综合信息系统(简称“DCC综合信息系统”),实现段内生产运营组织调度的信息化,切实提高调度效率、准确率,这对于地铁数百个既有车辆段具有较大经济和社会效益。

1 地铁车辆段生产调度管理现状

经调研,国内投运的地铁车辆段一般在DCC内设置车场调度(简称“场调”)、检修调度(简称“检调”)、信号值班员等调度岗位。车辆检修作业、洗车等车辆运用作业、发车(出段向正线发车)、收车(由正线收车回段)、段内调车转线、综合维修施工作业、乘务员派班等均需DCC统一调度。

地铁车辆段内线路具有各自独立的功能,不同的列车需要安排不同级的运用、检修修程,收车回段需结合线路功能、车辆修程和全线运行图等综合调度,发车出段需结合停放股道、线路功能、车辆检修计划和全线运行图等综合调度。各调度需要综合考虑的因素较多,调度人员工作量和难度较大。各调度间需要密切实时交换共享段内列车车号、股道占用、接触网停送电状态、生产计划/任务/状态等关键信息,才能实现对段内作业的调度指挥。段内生产调度管理现状总结如下:

1) 国内车辆段大都仅配置计算机联锁系统,只能显示股道占用情况,无法实现列车车号的连续跟踪显示。实际运营中调度人工记录、电话交换列车车号及停放股道信息。

2) 电力监控系统(PSCADA)一般仅监视到接触网分区上网电动隔离开关,未对运用库等库内股道设置的手动隔离开关实现监视。这些股道的接触网的停送电状态信息需要调度人工记录和电话交换。

3) 车辆段内一般配备PSCADA、联锁等机电设备,车辆检修管理系统、乘务派班管理系统等信息系统较多。DCC内设置有较多各系统设备终端,但各设备间未实现接口和有机联系,存在众多“信息孤岛”,调度所需信息还是需要人工记录、人工交换和人工综合分析。

收稿日期:2018-03-07

作者简介:王孔明(1981—),男,高级工程师,主要研究方向为城市轨道交通工程设计、科研和产品研发。

4) 各车辆段一般在 DCC 内设置金属占线板,由调度在占线板上人工贴磁板,标记列车车号、列车停放股道、接触网停送电状态、生产任务等调度所需关键信息。磁板信息记录方式原始、易滑落、碰错位,实时性和准确性较差。

5) 调度所需关键信息均是人工记录、人工交换,实时性、准确性低下;各调度需要综合的信息量较大,压力较大,出错率较高,导致经常发生以下情况:

- ① 调度人工编制收车/发车计划,对车辆段关键资源掌握的实时性不够,编制效率低下、出错率高;
- ② 录入列车车号和股道信息错误,导致乘务员无法及时上车,耽误正线行车计划;
- ③ 未及时掌握列车检修信息,调度不当值的列车出段,易耽误正线行车计划;
- ④ 未及时掌握股道信息,调度回段列车停放本已占用的股道,影响列车顺利回段,或未及时掌握列车检修计划,调度列车停放到错误的股道,耽误第二天的检修和发车作业;
- ⑤ 未及时掌握接触网停送电信息,调度断电股道的列车发车出段,因接触网断电无法发车,影响行车计划;
- ⑥ 信号值班员未及时掌握所排列进路上的接触网停送电信息,易导致列车开进无电区。

2 DCC 综合信息系统主要功能

通过对地铁车辆段生产调度管理现状分析,研究出了一种 DCC 综合信息系统。该系统综合车辆、行车、信号、供电等多专业信息至各调度,通过现场实时监测设备或与相关系统接口,实现“信息综合采集、信息综合处理、信息综合电子揭示、作业冲突检查和互锁、自动编制段内行车计划(收车、发车)”等功能,功能构成图如图 1 所示。

DCC 综合信息系统各模块主要功能如下:

1) 信息综合采集模块。

① 接触网停送电监视模块:该模块支持段内所有电动、手动隔离开关的实时监视;支持停送电作业的实时监视;支持停送电作业程序错误的报警。

② 车号识别模块:该模块支持段内列车身份信息的识别。

③ 列车位置跟踪模块:该模块支持段内列车位置的实时跟踪。

④ 系统接口模块:该模块支持与段内信号 ATS 系统、PSCADA 系统、综合维修管理系统、检修管理系统、运用管理系统、出乘派班管理系统、OA 系统等的接口。

2) 信息综合处理模块:该模块支持线路、信号、车号、股道占用、接触网停送电作业及状态信息、生产作业状态信息等的综合处理。

3) 综合信息电子揭示模块:该模块支持图形化展示车辆的在停时间、车辆作业时间、作业状态、位置、接触网停送电、股道、信号等信息;支持多路输出、分屏、切屏显示功能;支持图形缩放、移动功能;支持打印、输出。

综合显示模块即电子占线板,替代传统的金属占线板。

4) 段内行车计划编制模块:该模块支持 ATS 系统接入全线运行图信息;支持人工输入作业计划,预留接入施工管理系统、车辆检修管理系统的作业计划信息的接口;支持人工输入和修改基础信息的功能;支持自动编制行车计划功能;支持自动编制计划所需基础信息的检查和提醒功能;支持人工编制、修改行车计划功能;支持人工编制、修改行车计划时的冲突检查报警和优化建议;支持确认和提报功能;支持打印、导出、导入功能。

段内行车计划自动编制界面如图 2 所示。

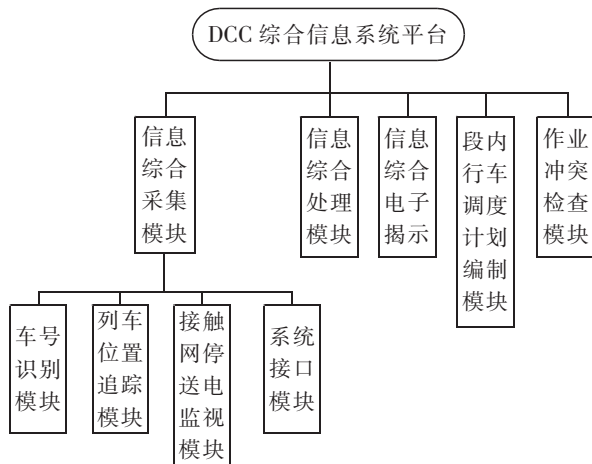


图 1 DCC 综合信息系统功能构成图

Fig.1 The function composition of DCC management information system



图 2 自动编制发车计划界面

Fig.2 The page for automatically drawing up train departure plan

5) 作业冲突检查和互锁模块:该模块支持车辆检修、车辆运用、综合维修施工等之间的冲突检查;支持段内行车与车辆检修、车辆运用、综合维修施工作业之间的冲突检查;支持线路功能与车辆检修、车辆运用任务之间的冲突检查;支持接触网停送电状态与信号进路排列之间的冲突和互锁检查;支持冲突内容的提示和避免冲突的优化建议。

3 DCC 综合信息系统软件架构

DCC 综合信息系统架构采用 C/S 三层架构,系统面向的服务对象为车辆段的各调度人员包含场调、检调、信号值班员、乘务派班员等,系统核心应用功能可归结为信息综合采集、信息综合处理、信息综合电子揭示、段内行车计划编制、系统冲突检查等。系统同时与段内信号 ATS 系统、PSCADA 系统、综合维修管理系统、检修管理系统等接口。系统主要有两种数据存储模式,结构化关系型数据采用 SQLSERVER 数据库存储,非结构化数据存储在以日期命名的文件类型的文件当中。系统运行在以数据库服务器、应用服务器、交换机、防火墙等为基础环境的 DCC 综合信息系统平台之上,其架构如图 3 所示。

地铁车辆基地控制中心(DCC)综合信息系统

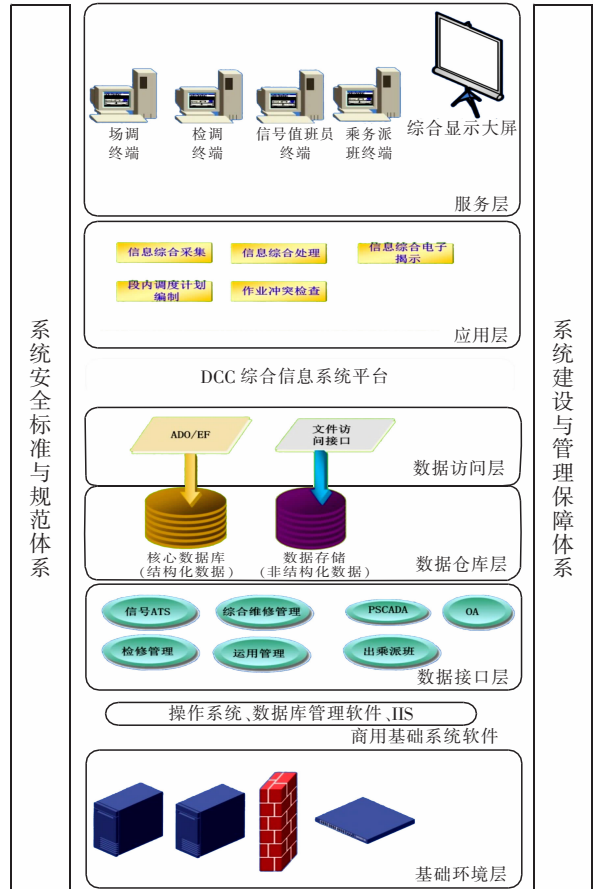


图 3 DCC 综合信息系统软件架构图

Fig.3 The software structure of DCC management information system

4 系统硬件网络构成

DCC 综合信息系统可以独立实施,也可以作为子系统纳入车辆段运营及维修施工综合管控系统^[2]。DCC 综合信息系统采用分布式网络结构(详见图 4),主要由“现场层监测设备-中间传输层-DCC 中心应用展示层”三级网络构成。

1) 现场层监测设备:该设备主要由基于 RFID 的列车车号识别和定位监测系统、接触网停送电直接监测装置、接触网停送电作业监控系统等现场监测设备构成,负责监测并向上层实时传输车号信息,列车定位信息,接触网停送电信息,作业平台门禁信息、接地状态、隔离开关停送电等接触网停送电操作状态信息等。

2) 中间传输层:该层主要负责汇集各现场层监测设备采集传输的实时信息,并传输给 DCC 中心层。中间传输层主要由交换机、数据服务器、应用服务器、接口服务器、传输网络等组成,服务器采用双机热备冗余以提高系统可靠性。有线传输采用光纤环网,连接现场层监测设备至 DCC;无线传输采用 Zigbee 无线网络。

3) DCC 中心应用展示层:该层主要是为 DCC 内各调度人员和乘务派班员提供终端应用和展示,并为各调度人员和乘务派班员提供大屏展示车辆段动态信息等共享信息。

DCC 中心层主要设场调工作站、检调工作站、信号值班员工作站、乘务员派班员工作站等,可以实现基础数据输入修改、段内监测信息综合实时动态揭示、收车/发车计划自动编制和人工编制修改、段内行车调度流程管理、乘务员排班、接触网停送电作业流程监控管理等;并设 LED 大屏幕用于车辆段关键信息的集中揭示。

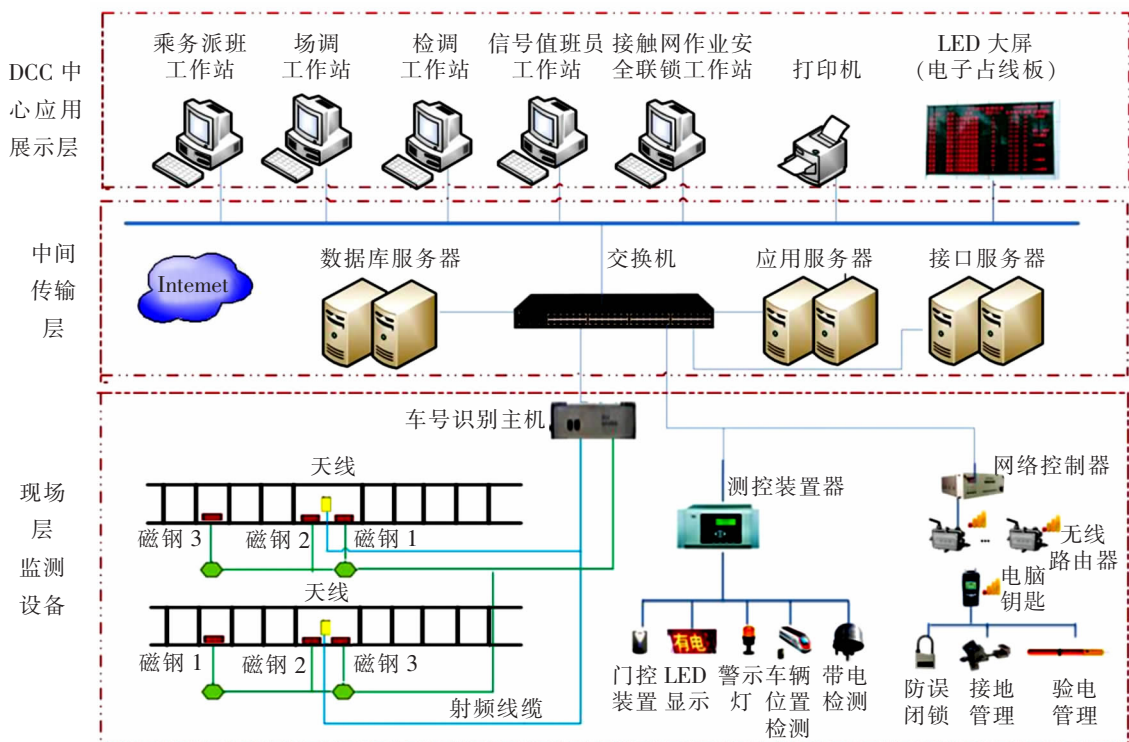


图4 DCC综合信息系统硬件网络构成图

Fig.4 The hardware structure of DCC management information system

5 系统主要技术性能

1) 硬件平台:包括:服务器-Intel Xeon CPU 双核 1.86 GHz,内存 8G,硬盘 400 G;客户机-Intel Core CPU 双核 2.5 GHz,内存 4 G,硬盘 100 G,屏幕分辨率,1 024×768 及以上。

2) 软件平台:包括:微软 VS.NET2010、Oracle11g、IIS6.0+.NET Framework4.0;运行的操作系统-服务器 Windows server2008 R2 及以上版本,客户机 Windows XP/7/8。

3) 安全性:系统各类用户有严格的登录及操作权限认证机制。

4) 响应时间:① 现场数据自动获取、传输并显示至终端设备,时间不超过 5 秒;② 各类数据综合处理分析、检查冲突互锁响应时间不超过 3 秒;③ 收车/发车计划自动编制平均响应时间不超过 3 秒。

5) 列车车号识别准确率:99.99%。

6) 系统可靠性:① 平台涉及的硬件设备在一个维护周期内保证稳定运行;② 在单台应用/数据服务器出现问题时,平台可保持不间断访问。

7) 系统恢复时间:在平台出现一般性问题时,在 10 分钟内可自动重启或还原正常工作状态。

8) 系统可扩展性强,易于升级:系统采用可扩展的技术架构,预留数据集成接口。

9) 数据输入/输出格式和指标:输出数据为系统的信息展示和维护的 HTML 页面及满足管理需求的 Office 文档、图形及表格。

6 系统主要接口

DCC 综合信息系统与相关机电系统、信息系统的主要接口详见图 5。

DCC 综合信息系统与相关机电系统、信息系统的主要接口内容,详见表 1。

表 1 DCC 综合信息系统与相关系统接口表

Tab.1 Interface between DCC management information system and other systems

序号	接口系统	接口内容	备注
1	ATS 系统	向 DCC 信息系统提供列车收发车时刻表、时钟信息。	
2	车辆段信号系统	向 DCC 信息系统提供列车位置追踪信息(绑定车号),段内股道、道岔、进路的复示信号。	如果接口实施困难,则考虑设置车号识别和定位监测系统
3	PSCADA 系统	向 DCC 信息系统提供接触网停送电状态信息	如果接口实施困难,则需要实施接触网停送电直接检测装置
4	综合维修管理系统	维修管理系统向 DCC 信息系统提供维修计划(含作业内容、作业人员)、作业任务及开工/完工时间信息;信息系统向其提供段内行车计划、车辆任务/状态、车辆/股道/接触网停送电信息。	
5	车辆检修管理系统	维修管理系统向 DCC 综合信息系统提供车辆检修计划(含作业内容、作业人员)、车辆检修任务、检修作业开工/完工时间、车辆状态信息;DCC 综合信息系统向其提供段内行车计划、车辆任务/状态、车辆/股道/接触网停送电信息。	
6	车辆运用管理系统	向 DCC 信息系统提供车辆运用作业计划(含作业内容、作业人员)、运用作业任务及开工/完工时间;DCC 综合信息系统向其提供段内行车计划、车辆任务/状态、车辆/股道/接触网停送电信息。	
7	出乘派班管理系统	向 DCC 综合信息系统提供当值乘务员信息;DCC 综合信息系统向其提供收车、发车计划。	
8	OA	根据 OA 的具体功能,分析确定接口。例如有些地铁将施工管理纳入 OA 系统,则接口与综合维修管理系统相当。	
9	其他信息系统	根据线路实际情况具体分析确定。	

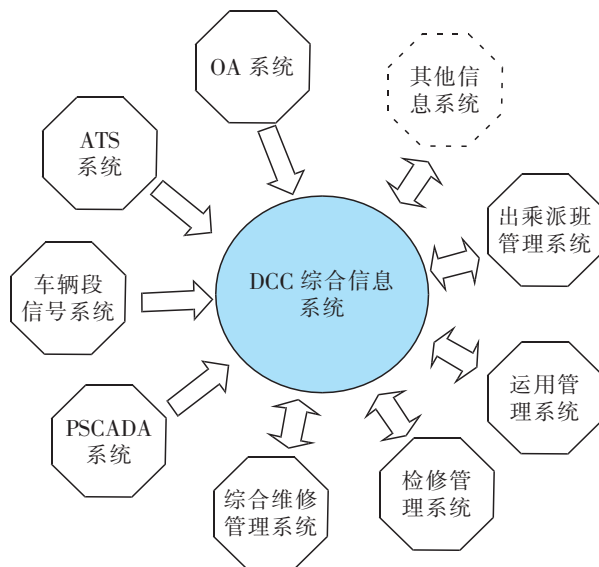


图 5 DCC 综合信息系统与相关系统接口示意图

Fig.5 Interface between DCC management information system and other systems

7 结束语

DCC综合信息系统于2015年通过中国铁路工程总公司组织的科技成果评审,达到了国际领先水平,填补了地铁车辆段调度管理信息化的空白。该系统已在成都地铁和兰州地铁等地铁得到应用。

参考文献:

- [1] 王孔明,李芾. 杭州地铁1号线七堡车辆基地调度模式设计[J]. 城市轨道交通研究,2013,16(3):121-129.
- [2] 徐银光,王孔明,汪峥,等. 城市轨道交通车辆基地运营及维修施工综合管控系统研究[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2016.
- [3] 熊亮,张锴. 一种新型接触网开关综合监控系统的设计与实现[J]. 华东交通大学学报,2012,29(4):86-91.
- [4] 张婧. 城市轨道交通综合监控系统联动功能设计[J]. 自动化应用,2016(2):75-76.
- [5] 吴晓,王孔明,易立富,等. 城市轨道交通车辆基地信息化系统接口设计指南[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2015.
- [6] 刘峰博,干叶婷,周峰. 大数据技术在轨道交通应急辅助决策系统中的应用设计[J]. 华东交通大学学报,2016,33(2):56-62.
- [7] 杨文锐,王孔明,乔海洋. 南昌地铁1号线车辆检修库安全联锁系统研究[J]. 华东交通大学学报,2015,32(6):20-26.
- [8] 薄海青. 车辆综合检修信息管理系统[J]. 铁道标准设计,2008(3):115-121.

Study on Comprehensive Information System of Metro Vehicle Depot Control Center

Wang Kongming¹, Yang Wenrui², Xu Yinguang², Wang Zheng¹

(1.The 2nd China Railway Engineering Group Co. Ltd., Chengdu 610031, China;

2. Nanchang Rail Transit Group Co. Ltd., Nanchang 330000, China)

Abstract: Based on the analysis of the status quo of production scheduling management of the metro depot, a comprehensive information system of metro vehicle depot control center (DCC) was established in this study, which can improve the efficiency and accuracy of dispatching. The function, the hardware and software composition, the main technical performance and the main interface of the system were also described in details. Finally, the practical application of the system was briefly explained.

Key words: metro; depot control center; comprehensive information system