

# 轨道交通车辆空调系统智能控制与大数据应用

康伟<sup>1</sup> 崔军胜<sup>1</sup> 王绅宇<sup>2</sup> 张勇<sup>2</sup> 孟胜军<sup>2</sup>

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司设备研发部, 130062, 长春;

2. 山东朗进科技股份有限公司, 266022, 青岛//第一作者, 教授级高级工程师)

**摘要** 阐述了轨道交通车辆空调技术的发展历程, 分析了智能化变频空调系统中智能控制与诊断、大数据技术应用的现状及发展前景。分析结果可为轨道交通车辆空调系统的智能化研究与应用提供技术参考。

**关键词** 轨道交通车辆; 智能变频空调; 大数据应用

**中图分类号** U270.38\*3

**DOI:** 10.16037/j.1007-869x.2020.04.035

## Intelligent Control of Railway Vehicle Air-conditioning System and Big Data Application

KANG Wei, CUI Junsheng, WANG Shenyu, ZHANG Yong, MENG Shengjun

**Abstract** The development of railway vehicle air-conditioning technology is described, the development of intelligent control, intelligent diagnosis and big data application in variable frequency vehicle air-conditioning are analyzed, in order to provide reference for the research of intelligent rail transit vehicle air-conditioning system.

**Key words** rail transit vehicle; intelligent variable frequency air conditioner; big data application

**First-author's address** CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd. 130062, Changchun, China

在国家十三五“创新、协调、绿色、开放、共享”的规划中, 应对全球气候变化及绿色低碳发展成为重要的发展方向<sup>[1]</sup>。空调系统作为轨道交通车辆的重要组成部分, 变频技术在车辆空调系统中的应用将成为未来发展主流。

随着我国轨道交通行业的快速发展, 车辆空调系统的需求也在快速增长, 同时, 用户对车辆空调系统的智能控制、可靠性、可用性、可维护性、安全性及生命周期成本(LCC)的要求也越来越高。因此, 提高轨道交通车辆空调系统的智能化水平已成为未来的重点发展方向。

## 1 车辆空调技术的发展历程

我国城市轨道交通车辆空调发展主要经历了定速空调、变频空调、智能化变频空调几个主要阶段, 不同阶段代表着城市轨道交通车辆空调系统技术的提升与发展。

### 1.1 定速空调

根据车辆制冷需求及故障模式下的冗余设计需要, 我国城市轨道交通车辆多数采用每台车两台空调机组的配置方案。

初期遵从经济适用原则, 我国城市轨道交通车辆绝大多数为定速空调系统, 采用PLC控制技术实现空调系统的温度设定与控制。

PLC作为列车控制与管理系统(TCMS)与空调机组之间的桥梁, 通过网络通信将空调系统检测数据上传至TCMS。检测的数据仅包括室内环境温度、出风温度及主要部件的故障信息等。

### 1.2 变频空调

随着车辆空调系统节能性与舒适性要求的提升, 变频空调进入了城市轨道交通车辆领域并得到了越来越广泛的应用。

变频空调系统多数采用专用的车辆控制器(简称“车控器”)作为TCMS与空调机组之间的桥梁, 同时增加了排气温度传感器、冷凝温度传感器、蒸发温度传感器、风压传感器等各种传感器。当系统出现异常时, 可通过实时监测数据对空调系统自动进行约束和保护, 并将信息上传至TCMS, 同时提供维护建议。

变频空调系统结合远程监控技术的应用, 可对空调系统运行状态进行简单的分析并提供维护建议。

### 1.3 智能变频空调

为更好地适应城市轨道交通车辆快速多变的

运营环境,对车辆空调系统的控制要求也在不断提高,采用智能化变频控制与诊断技术已成为大势所趋。

通过以太网,将车辆的实时状态及空气参数的变化趋势上传给数据处理中心,数据处理中心将车内外环境温度、载客量、太阳辐射、线路信息等数据通过专业分析处理后,发送指令让空调控制装置更快地调整空调机组的运行状态,实现空调制冷、送风等的实时调节,从而提高车辆运行的舒适性。

同时,数据处理中心还对上传数据进行实时预诊断,并将预诊断结果传送给客户端的预诊断系统软件,客户可以通过预诊断系统软件发布的状态或建议,对设备采取对应的维护或保养措施,以保证空调设备始终运行在良好的状态。空调系统的实时预诊断可实现以下功能:

- 1) 提供实时状态分析,提前进行运行状态的预判与调整,以满足负荷变化的需要;
- 2) 提供预警,预测设备可能发生的故障及潜在影响,及时给出用户报警与处置建议;
- 3) 提供实时状态信息,支撑空调由定时修改为状态修,减少维修、维护时间,降低维护成本;
- 4) 提供性能变化趋势曲线,以此推断空调设备剩余有效使用寿命,指导用户合理安排架修和大修,降低维修成本;
- 5) 提供各阶段信息数据,以此建立空调系统全生命周期数据库和实时诊断系统,制定空调系统部件的维修章程和维修标准,降低全生命周期使用成本。

## 2 智能化与大数据的应用

### 2.1 智能化变频空调组成

智能化变频空调在原变频空调基础上增加了温度采集、振动测量、风压测量、空气流量测量、电流电压测量、冷媒流量测量等功能,实现了智能化预诊断。现以A型车空调机组为例(见图1)介绍智能化变频空调预诊断其实现过程:①测量——各传感器测量数据;②传输——以太网数据传输;③处理及预诊断——对空调机组各部件的预诊断,包括的项目如图2所示。

### 2.2 智能化诊断

目前,城市轨道交通车辆空调系统的智能诊

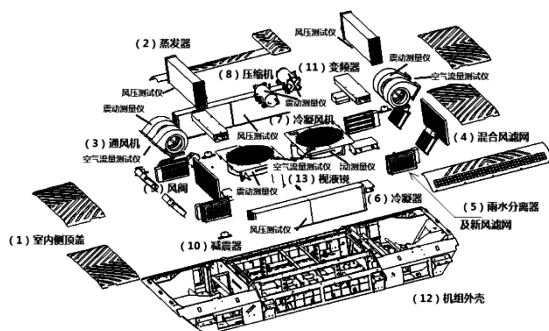


图1 智能化变频空调机组布置示意图

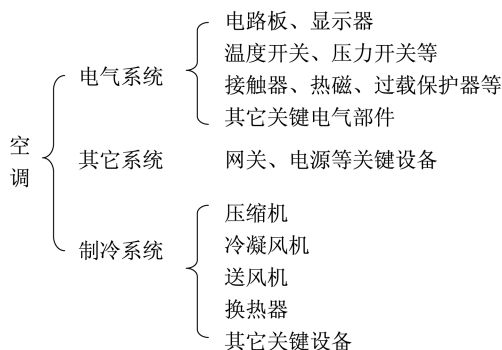


图2 智能化变频空调机组预诊断项目

断技术及大数据技术的应用已经在上海、北京、深圳等地的轨道交通车辆上提出了需求。智能化诊断系统的总体方案如图3所示。

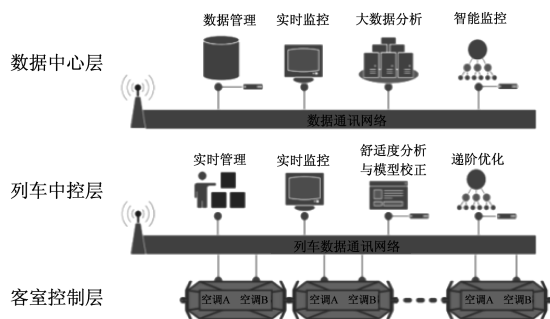


图3 智能化诊断整体架构

整体架构可分为以下3个层次:

- 1) 数据中心层——所有变频空调系统数据监控、采集、数据管理、大数据分析等;
- 2) 列车中控层——将每列车看成关联的系统,通过数据通信,横向对比各车空调运行数据,实现列车空调数据监控、数据管理、优化等;
- 3) 客室控制层——单个车厢空调历史数据对比、数据参考、控制等,可实现各客室空气温度、湿度、PM<sub>2.5</sub>以及风速的稳定控制,实现人体舒适智能控制(PMV)。

轨道交通车辆变频空调的智能诊断系统由以下几个部分组成。

### 2.2.1 数据传输

通过以太网或 4G 网络,作为连通服务器与空调的数据通道。在每个预诊断控制单元配备网络接入设备,通过网络与数据库实时交换数据,支持计算机、平板电脑、手机等终端对空调历史数据和实时运行数据的读取。空调智能诊断系统数据传输模型如图 4 所示。

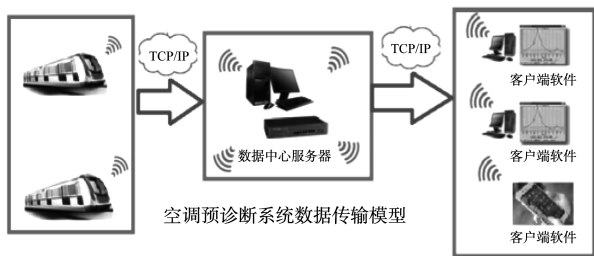


图4 空调预诊断系统数据传输模型

### 2.2.2 信息存储与查询

通过对不同数据用途分层存储,提高数据检索速度,减小数据存储占用空间。将冷数据与热数据分别管理,提高数据利用率。存储空调运行程序并实现空调控制程序版本控制,支持车控器对最新控制程序采用 FTP 协议同步,并提供自动更新允许控制。支持空调零部件信息查询,实现现场维护人员控制,并自动生成日志。空调智能诊断系统数据存储状况如图 5 所示。

### 2.2.3 数据处理

通过预诊断算法对数据库中的数据进行过滤和分析,找出空调系统运行过程中存在的隐患。其数据处理过程图 6 所示。

### 2.2.4 信息服务部分

通过信息服务子系统将数据处理结果发送到

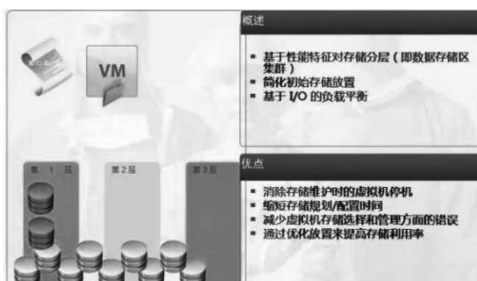


图5 数据存储示意图

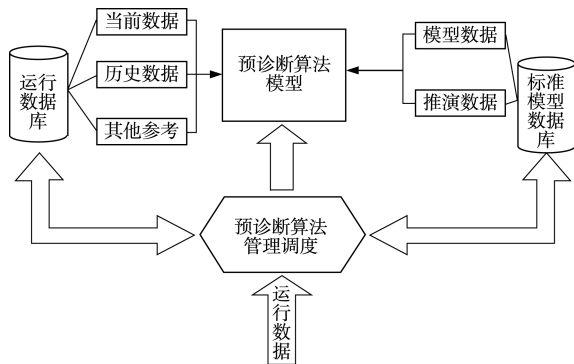


图6 数据处理示意图

指定位置和人员,提示空调系统存在的潜在隐患,方便检修人员及时维护。

## 3 结语

智能控制与诊断、大数据技术已成为未来轨道交通车辆变频空调应用的发展方向。这不仅将会把轨道交通车辆运行舒适性与稳定性带向新的高度,而且对轨道交通车辆设备的智能化发展推动也具有重要的意义。

## 参考文献

- [1] 汪鸣. 全面解读“十三五”轨道交通发展思路、出路和未来[R/OL]. (2018-04-02) [2019-05-18]. [https://www.sohu.com/a/226994193\\_380149](https://www.sohu.com/a/226994193_380149)

(收稿日期:2019-07-13)

## 全国41个城市轨道交通全部恢复运营

截至2020年4月3日,全国31个省(区、直辖市)和新疆生产建设兵团的所有地级以上城市、县级市全部恢复了地面公交服务。此前,已开通城市轨道交通的41个城市也已全部恢复运营。

据了解,为有力支撑企业复工复产和社会经济平稳运行,交通运输部近期多次印发通知,指导各地交通运输主管部门在当地疫情防控工作机制领导下,根据辖区内低风险、中风险、高风险县(市、区、旗)名单,落实分区分级管控要求,科学有序恢复道路客运、城市公共交通(含城市轨道交通)和出租汽车(含网约车)等运输服务。截至4月3日,疫情期间部分城市暂停的地面公交和轨道交通服务全部恢复运营。(摘自2020年4月5日央广网“中国之声·新闻和报纸摘要”)