

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2018.04.020

厦门地铁 1 号线路况信息 系统实施案例

王建文¹, 王孟强², 鲍志刚³

(1. 广州地铁设计研究院有限公司, 广州 510010; 2. 厦门轨道交通集团有限公司, 厦门 361008;
3. 国电南瑞科技股份有限公司, 南京 210061)

摘要: 城市轨道交通线路实时路况信息对于地铁行车组织、客运管理等运营组织有着重要的意义。介绍厦门地铁 1 号线路况信息系统的实施方案, 利用 LTE 技术实时获取运行车辆状态信息并实时上传至本线综合监控系统, 通过综合监控系统互联自动售检票系统获取客流统计信息, 利用视频监控系统的图像处理功能获取车站内部客流拥挤状态, 并在控制中心中央级综合监控系统对各子系统数据进行集中处理和展示, 为调度人员提供实时的线路运营状态信息, 用以辅助决策, 诸如运能匹配和客流引导等运营组织行为, 并向乘客实时发布城市轨道交通实时路况信息, 提高服务水平。

关键词: 地铁; 实时路况信息; 综合监控系统

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2018)04-0105-04

Practical Project of Road Conditions System on Xiamen Metro Line 1

WANG Jianwen¹, WANG Mengqiang², BAO Zhigang³

(1. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510010; 2. Xiamen Rail Transit Group Co., Ltd., Xiamen 361008; 3. Nari Technology Co., Ltd., Nanjing 210061)

Abstract: Metro road condition information is highly important to the metro train and passenger transit operation organization. This paper discusses the practical project of the road conditions system on Xiamen Metro Line 1, including ISCS (Integrated Supervisory Control System) pick-up train status information through the LTE (Long-Term Evolution) in real time, pick-up passenger flow information through the data interface with AFC (Auto Fare Collect), and pick-up tunnel jam and station jam information through CCTV (Closed Circuit Television) analysis results. The center ISCS in OCC (Operation Control Center) processes all subsystem data to display to the dispatcher through the Human Machine Interface (HMI) to assist in making strategic decisions. The system also can release real-time road condition information to the public, which can improve service levels.

Keywords: metro; real-time road conditions; ISCS

截至 2016 年底, 我国共有 29 座城市开通运营了 129 条运营线路, 总长度达 3 832 km。目前全国已经有 40 余座城市建设或规划建设地铁, 且轨道交通网络化进程将进一步加快^[1]。预计在 2020 年前开通 6 条地

铁线路以上进入网络化运营阶段的城市数量将突破 10 座。线网形成后, 地铁公司将面临着线网运能匹配、线网客流引导、线网地铁运营服务信息统一发布等一系列亟待解决的问题, 而地铁运营方需要获取地铁线网路况信息用以支撑上述业务。北京地铁线网指挥中心 (TCC) 开发了一套线网路况预测系统, 是通过线网前一段时期的客流数据, 预测当天的线网路况状态。广州线网应急指挥中心 (COCC) 开发的一套线网客流信

收稿日期: 2017-07-08 修回日期: 2017-08-24

第一作者: 王建文, 男, 硕士, 高级工程师, 从事城市轨道交通机电系统的设计与研究, noshoe@126.com

息系统,利用各车站每5 min的客流统计数据展示线网的路况情况。以上两套系统均只依赖了自动售检票系统(AFC)上传的客流统计数据,但受到地铁自动售检票系统的技术限制,客流统计数据无法做到实时上传,并且客流统计数据只能侧面反映时间段内进入、离开车站的人员数量,无法实际反映车站站台和区间隧道内在线走行车辆的实际情况。因此北京、广州目前所用线网路况信息系统尚不能实时、直接和相对准确地反映地铁各线路的情况^[2]。

1 系统设计思路

针对现有的路况信息系统不能实时准确地反映地铁线路实际路况情况的问题,笔者在厦门1号线设计之初时,从以下几个既有系统入手寻找改进方法。

1.1 车载监测系统

车载监测系统可以实时采集车辆运行时的各种状态信息,包括列车运行速度、列车故障状态、车厢承重等重要数据,并储存在车载服务器中。上述数据可以大大完善目前线网路况信息系统的一次测量数据,但绝大部分城市的车载信息是在地铁停运、列车进入车辆段车库后,运营人员从车载服务器中手动下载当天的列车数据,只作离线的车辆状态分析与日常维护、检修之用,并未完全利用起来。

1.2 无线通信 LTE

近年来,地铁的车地无线通信已逐渐采用第四代移动通信技术——LTE技术。其中LTE-M是针对轨道交通综合业务定制的专用通信系统,无线传输带宽最高可达20M。车地无线通信系统一般用于承载包括基于无线通信的列车自动控制系统(CBTC)、乘客信息系统(PIS)、车载视频监控、车地语音通话等业务,但鲜有承载地铁车载监测系统的案例。

1.3 综合监控系统

综合监控系统(ISCS)接口众多,数据完备,是一个多专业关联的大型监控系统^[3]。随着数据处理和存储技术水平的提高,综合监控系统集成互联范围的深度和广度也将增强,为信息共享和数据融合提供了良好的基础。综合监控系统本身互联了AFC系统、信号系统和通信的各子系统,并具有强大的上位人机界面的组态和展示功能^[4]。因此,在厦门1号线设计时,考虑充分发挥ISCS的优势,通过无线通信手段和系统间的数据接口,实时采集车辆、AFC、信号等子系统的数

据,实现路况信息系统的相关功能。换句话说,

路况信息系统即是ISCS系统的一个业务功能模块^[5]。通过上述分析,厦门1号线所提出的具体设计思路为:由车载监测系统采集在线走行车辆上多种类型的现场数据:如列车运行速度、列车故障状态、各车厢承重等数据,并利用LTE车地无线通信技术,实时上传地面,车载监测系统在车辆段设置地面服务器,并与ISCS接口^[6-7],通过ISCS的传输网上传至控制中心。控制中心的ISCS将上述实时数据与各车站自动售检票系统的非实时统计数据加权处理,提供一种能够实时、基本准确地反映实际情况的路况信息系统,来解决目前线网路况信息系统的不足。其中,对各车站自动售检票系统数据由车站ISCS负责采集并上传至控制中心ISCS。

此外,还可考虑引入视频分析功能,对站台、车厢内的视频监控系统(CCTV)画面进行智能化分析,如判定单位面积的乘客数量,便可确定站台、车厢内的人员密度,此数据可通过一定的算法与客流信息、车厢载重信息相互融合、校正,得到更加准确的乘客密度数据。

2 系统组成

实现地铁实时路况信息系统功能需要部署的软硬件设备包括:1)车载监测子系统:由车载监测单元、车辆传输总线、车载服务器及相关软件组成。2)车地无线通信子系统,由车载无线通信主机、车载无线终端、车站无线基站、车站地面服务器及相关软件组成。3)车站综合监控系统:由车站综合监控服务器、前端处理器及相关软件组成。4)地面通信传输骨干网络:由各车站、控制中心的网络交换机、光纤链路及相关附件组成。5)控制中心子系统:由中央级综合监控服务器、中央级综合监控工作站、信息发布设备设施相关软件组成。

实现此功能可分为3个步骤:数据采集;数据传输;数据分析和发布。

数据采集是从多个子系统中采集多种类型数据的过程,车载监测子系统负责采集在线车辆的状态信息,车站综合监控系统负责采集车站自动售检票系统的分时段客流统计数据,视频监控系统监控画面并对视频进行分析处理。

数据传输分为车地无线传输过程和地面有线传输过程,车载子系统通过车地无线通信子系统,将数据传输至地面服务器,与综合监控系统采集到的其他数

据，统一通过地面传输网络上传至控制中心综合监控系统中央级服务器。

中央级服务器对上述数据进行整合和处理，在中央工作站人机界面通过组态图形进行展现。其中列车载重、速度和状态信息均为实时数据，可以直接表现车辆的满载率情况以及列车在区间的运行正常或阻塞与否。另外，中央级服务器通过结合车站自动售检票系统采集分时段进出站客流数据以及车站站台视频监控画面分析得到的站台的客流密度数据，可以反映目前车站空间内的拥挤程度。若列车载重超额或在区间阻塞，车站空间拥挤程度大于本线设计标准或运营的预设值，则将在人机界面上进行可视化的展示。上述结果可以向社会统一发布。地铁实时路况信息系统结构如图 1 所示。

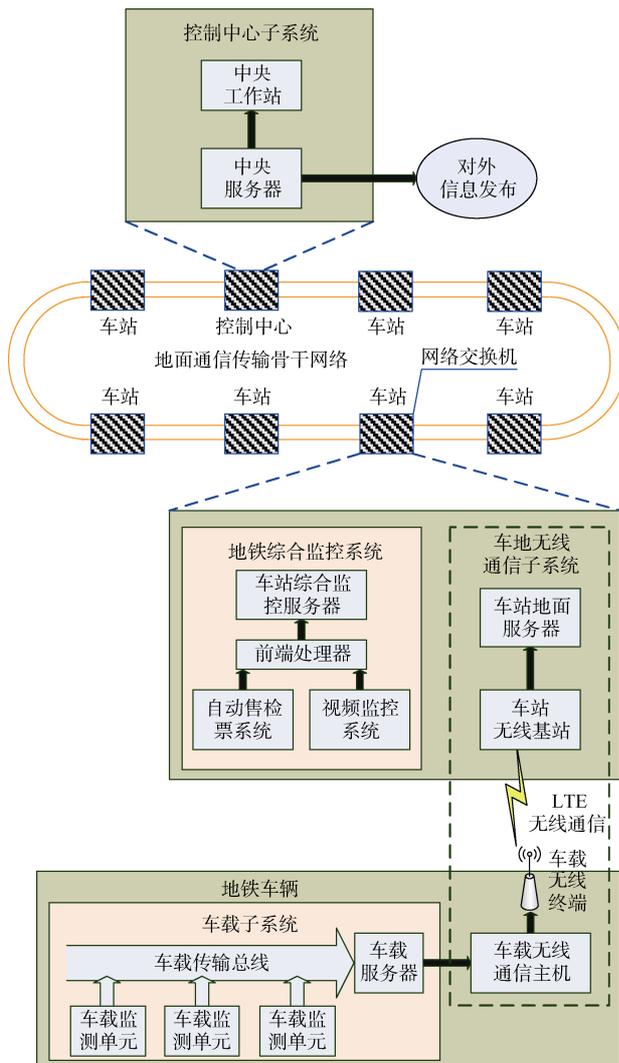


图 1 地铁实时路况信息系统结构

Fig. 1 Metro real-time road conditions system structure

3 具体实施方案

下面结合地铁实时路况信息系统结构与厦门 1 号线的实施做进一步说明。每列地铁车辆上设置车载监测子系统，车载监测子系统里的车载监测单元指各类传感器、变送器，可以将测量到的车厢载重数据、列车行驶速度数据、列车故障状态数据通过车辆传输总线上传至位于车头的车载服务器。车地无线通信子系统与车载监测子系统在车辆上建立以太网有线数据接口，车载服务器将实测数据与列车信息实时上传至车载无线通信主机。车载无线通信主机通过车载无线终端，利用 LTE 无线通信技术，向车站无线基站发送无线信号，厦门 1 号线 LTE 专门为列车车载监测子系统提供了 1M 的专用带宽^[9]。车站内各无线基站利用有线传输，将本站接收到的列车数据集中于本站地面服务器，最终实现在线车辆数据的地面化。

在地铁车站中，综合监控系统集成互联了众多机电电子系统，包括互联了车站自动售检票系统（AFC）和视频监控系统（CCTV）。综合监控系统的前端处理器（FEP）与自动售检票系统间采用通用标准的 Modbus TCP/IP 工业协议通信，采集分时段客流统计数据（如每 5 min 客流量）。同时，综合监控系统采用 H.264 或 MPEG-2 视频流协议采集车站及车厢上的视频监控画面。在本实施方案中，在综合监控系统的服务器中增加了车站视频画面分析功能，通过分析得出目前车站站厅、站台以及车辆的初始人流密度数据。

地铁各车站由综合监控系统设置网络交换机，通过光纤环网组成全线的地面通信传输骨干网络，所有车站的综合监控系统服务器、无线通信子系统的地面服务器通过此网络，将各类数据汇总于控制中心子系统中央服务器中。

综合监控系统中央服务器采集到所有车站的车辆、客流、视频监控分析数据后，通过特定的算法，得出每座车站、每个区间的路况状态，并通过形象的组态界面展示出来，供运营调度人员直观地了解情况，此外，还能通过微博、微信、电视、广播、短信等通信手段，向社会公众发布，提高地铁运营的服务水平和应急保障力度。如线网路况信息系统可以实时准确得知某座车站的人流已达饱和，或者某个区间隧道发生车辆阻塞，便可以及时引导乘客改乘其他线路或其他交通工具，避免造成更严重的事故。图 2 是厦门 1 号线实时路况信息的人机界面画面。

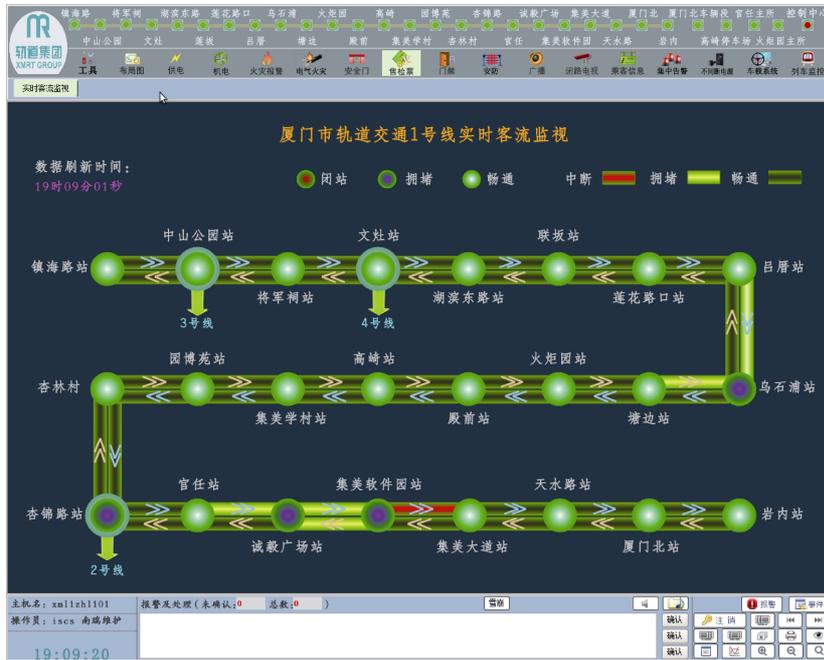


图 2 实时路况信息系统人机界面^[5]
Fig. 2 Metro real-time road conditions system HMI^[5]

针对精确获取车站及车辆上乘客数量的问题，目前还存在一种技术路线，通过与移动运营商合作，获取手机用户在特定区域的位置信息，此方案可在未来线路中进一步研究落实。

厦门 1 号线实时路况信息系统已经完成开发、测试和现场实施，目前正处于综合联调和试运行阶段，厦门 1 号线已于 2017 年底开通运营，笔者也将继续跟踪与此功能相关的实际运营情况。

4 结语

我国城市轨道交通发展到现阶段，一方面已经从单纯的保开通、保安全的根本需求，逐步认识和发展到重视乘客乘车体验和面向乘客服务的层面；另一方面，在大数据时代背景下，地铁行业也在加强对数据的充分利用^[10]，虽然综合监控系统已经存在于地铁行业十余年，但依据拥有的数据所能创造出的“财富”还有许多尚未发掘。本次厦门 1 号线实现了实时的路况信息系统功能，也只是将地铁弱电系统中很小的一部分既有数据的价值利用起来，是一次积极的尝试，希望起到抛砖引玉的作用，使数据能更好地为运营所用，服务大众。

参考文献

[1] 刘宇, 樊佳慧, 贺力霞, 等. 2016 年中国城市轨道交通运营线路统计与分析[J]. 都市轨道交通, 2017, 30(1): 4-6.
LIU Yu, FAN Jiahui, HE Lixia, et al. China's operational

urban rail transit lines, 2016: statistics and analysis[J]. Urban rapid rail transit, 2017, 30(1): 4-6.
[2] 王建文, 郑作铿, 等. 地铁线网路况信息系统: 中国, 201620794270.9[P]. 2017-02-16.
[3] 厦门轨道交通集团有限公司. 厦门市轨道交通 1 号线一期工程综合监控系统集成工程用户需求书[A]. 厦门, 2015.
[4] 魏晓东. 城市轨道交通自动化系统与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
[5] 国电南瑞科技股份有限公司. 厦门地铁 1 号线一期工程 ISCS 软件设计文档[G]. 南京: 国电南瑞科技股份有限公司, 2016.
[6] 厦门轨道交通集团有限公司. 厦门市轨道交通 1 号线一期工程车辆采购用户需求书[A]. 厦门, 2015.
[7] 国电南瑞科技股份有限公司. 厦门地铁 1 号线一期工程 ISCS 与车辆车载系统接口文件[G]. 南京: 国电南瑞科技股份有限公司, 2016.
[8] 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
Code for design of metro: GB 50157—2013[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.
[9] 厦门轨道交通集团有限公司. 厦门市轨道交通 1 号线一期工程专用通信系统用户需求书[G]. 厦门, 2015.
[10] 王建文, 唐敏. 新一代城市轨道交通综合监控系统的发展趋势[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17(6): 23-26.
WANG Jianwen, TANG Min. On the development trend of new generation metro ISCS[J]. Urban mass transit, 2014, 17(6): 23-26.

(编辑: 王艳菊)