

城市轨道交通线网指挥中心建设方案的设计要点

王建文 钟锐楠 谢明华 赵文龙

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州//第一作者, 高级工程师)

摘要 分析了城市轨道交通网络化运营的需求。基于线网指挥中心的职能定位, 分析了线网监控与线网应急的关系、线网指挥中心与线路控制中心的关系以及线网指挥中心与企业信息中心的关系。阐述了线网指挥中心的指标统计分析、应急指挥、信息发布、线网运输策划及基于大数据的拓展等关键业务内容。从平台基本构成及接口设计等角度论述了线网指挥中心系统平台建设方案的设计要点。

关键词 城市轨道交通; 线网指挥中心; 建设方案

中图分类号 F530.7

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.003

Design Points in Metro Network Command Center Construction Plan

WANG Jianwen, ZHONG Ruinan, XIE Minghua, ZHAO Wenlong

Abstract With an analysis of urban rail transit network operation demands, and according to the functional position of rail transit network command center, the relationships between network monitoring and network emergency, network command center and line control center, network command center and business information center are analyzed. The key business contents of the network command center are elaborated, including the index statistical analysis, emergency command, information release and transportation planning, as well as the big data expansion, the design points for network command center platform construction are put forward from the angles of basic structure to interface design.

Key words urban rail transit; network command center; construction plan

Author's address Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

城市轨道交通形成线网后, 换乘枢纽数量大大增加, 乘客出行的线路选择存在多样性, 因此, 城市轨道交通运营单位将面临线网运能匹配、线网客流引导、维修综合调度、紧急事件协调处理及运营服务信息统一发布等一系列问题, 需要建设线网指挥

中心进行集中的调度管理。

在城市轨道交通领域起步较早的北京、上海、广州及深圳等城市已经建成线网指挥中心平台, 国内其它城市的线网指挥中心尚处于建设初期或筹备阶段。本文以处在城市轨道交通线网建设阶段的城市为研究对象, 分析网络化运营的需求, 提出线网指挥中心的职能定位、关键业务和平台建设方案的设计要点。

1 网络化运营需求

1.1 企业内部的需求

1) 企业生产需求。多线运营后, 单线的运营组织方式已不适用于网络化运营形势, 需要一个能够统筹、协调和指挥各线进行跨线作业、线网运能匹配、客流引导、综合维修、信息统一发布的机构和平台, 以避免各线路各自为政, 群龙无首。

2) 企业发展需求。线路数量增多后, 运营组织架构愈渐庞大, 需要制定线网运营生产和管理业务的统一标准和规则, 并能对各条线路监察、监督、考核和评估, 以实现企业精细化管理, 提高企业竞争力。

3) 应急体系需求。线网形成后, 发生紧急事件的概率增大, 影响面加大, 应急处置的复杂程度大, 需建设线网级的应急管理平台, 并与上级政府应急体系对接, 以落实国家、省、市对应应急体系的建设要求。

1.2 国家政策方向的需求

交通运输部于2016年4月下发的《交通运输信息化“十三五”发展规划》以及与科技部于2017年5月联合下发的《“十三五”交通领域科技创新专项规划》中指出, 轨道交通领域应注重运营与管理信息大数据的应用, 采用“互联网+”轨道交通精准服务模式, 实现智能运维与应急处置。城市轨道交通在这些方面的发展应用需求也适合纳入到线网指挥中心平台上实现。

2 线网指挥中心的定位

2.1 职能定位

以国家政策为导向,基于企业网络化运营需求,线网指挥中心机构基本职能定位为:

- 线网行车协调、客运组织、机电设备调度中心;
- 线网运营应急事件处置中心;
- 线网运营信息统一发布中心;
- 线网运营生产统计分析策划中心。

在建设线网指挥中心平台前,须明确线网监控与线网应急的关系、线网指挥中心与线路控制中心的关系、线网指挥中心与企业信息中心的关系。

2.2 线网监控与线网应急的关系

线网监控和线网应急为网络化运营的两大核心业务。二者关系定位不同,相应的线网平台建设方案也不同。

方案一是分别构建线网应急指挥平台与线网监控平台。其中,线网监控平台以线网日常运营调度管理为主,兼顾处理发生在城市轨道交通范畴内的较低等级突发事件。线网应急指挥平台专门负责超出线网监控平台事故处理等级外的运营事故应急指挥,并负责与企业外部应急部门(城市应急办公室等)沟通协调。

方案二是构建统一的线网指挥中心平台,既负责线网监控指挥调度,又负责应急指挥,具有全面安全事务管理功能。

方案一将实时监控业务与应急指挥业务分割,并增加了中间环节,增大了协调难度,降低了紧急事件发生时的响应度,并造成了一定的土建和硬件资源浪费。方案二集成度高,两大核心业务统一管理指挥,联动功能强,接口界面和运营组织更加清晰。可见,方案二更具优势。

2.3 线网指挥中心与线路控制中心的关系

在物理选址方面:当城市采用集中式控制中心建设模式时,线网指挥中心与线路控制中心宜纳入一处;当城市采用区域或分散控制中心建设模式时,线网指挥中心可考虑独立选址。

在管理方面:线网指挥中心与线路控制中心一般为上下两个管理层级;线网指挥中心管理着重于运输协调、线网计划编制、应急指挥等宏观管理,是偏向政策性、策划性和信息服务性的管理;而线路

控制中心着重于微观管理。

随着资源共享理念的不断提升和应急指挥流程的不断完善,线网指挥中心的功能定位从早期的“只监不控”发展到现阶段的“能监能控”。新一代线网指挥中心不仅能对跨线合用的设备设施(如跨线合用的主变电站 35 kV 开关,换乘枢纽站内多线合用的区间风机等)进行控制和管理,而且还具备在应急等特殊工况下直接控制车站级广播系统、发布乘客信息及控制视频监控画面等功能。其英文名称也从原来强调“coordinate-协调”的 COCC (Coordinate operation control center),发展为强调“command-命令/控制”的 NCC (Network command center),更能贴近其功能定位。

近年来,随着我国城市轨道交通建设的快速发展,云技术在相关领域的应用日趋完善。将线网指挥中心和线路级控制中心系统承载在同一个云平台上,并将网络化运营的调度指挥管理架构扁平化,是未来的发展方向。

2.4 线网指挥中心与企业信息中心的关系

城市轨道交通运营企业信息中心涉及企业管理、城市轨道交通建设、运营管理、物业开发等管理业务,其部分业务数据来自于各线路的自动化生产系统(包括综合监控系统及信号系统等)。

线网指挥中心平台虽仍属于生产系统的范畴,但其部分业务(如对外发布信息的外网门户等)也会与企业信息中心的业务重合,是线路生产系统与企业信息管理系统之间信息传递的纽带,可看做企业信息化架构的一部分。因此,在线网指挥中心平台的设计和建设初期,就应提前规划、明确和稳定各生产系统及管理系统的业务界面和管理界面,以避免重复建设或难以协同。

3 线网指挥中心关键业务

线网指挥中心的关键业务是基于网络化运营的需求和线网指挥中心的职能定位而提出的。

3.1 指标统计分析业务

线网指挥中心注重从宏观上掌握线网整体的运营动态,并能将线路之间的运营情况进行比较、监督和评价,最终达到提升运营效率的目的。因此,应将各线路上传的生产数据指标化,便于对比和直观掌握。

统计分析业务的指标按专业可划分为以下几类:1 行车信息类指标,包括各线路列车准点率、兑

现率、列车拥挤度等;2 服务设施类指标,包括各线路列车、电力、电扶梯、自动售检票、站台门等各类服务设施设备的可用性、故障次数、平均无故障间隔周期、单次维护时间等;3 客流类指标,包括早晚高峰时段客流变化,平日、节假日、特殊事件时客流的环比、同比等;4 能耗类指标,包括关键设备的电量及能耗等。其中:调度人员可根据客流类指标来定义不同警戒等级及客流状态,并采取相应的应急服务措施(如分流限售、暂时停止售票、临时封闭车站入口等)。根据能耗类指标,线网指挥中心平台

能自动生成能耗数据报告,实现数据排名、同比、环比等分析,为节能决策提供帮助。

上述指标还可按性质划分为绩效类、安全类和服务类。

在数据指标化后,还宜利用曲线图、棒图及饼图等组件来进行数据可视化处理。人机界面展示区域应遵循一定的逻辑关系进行合理地规划,各项技术指标的选取和放置(如图 1 所示)应符合用户的常规查看及使用习惯,使线网的生产数据真正变成有效的信息。

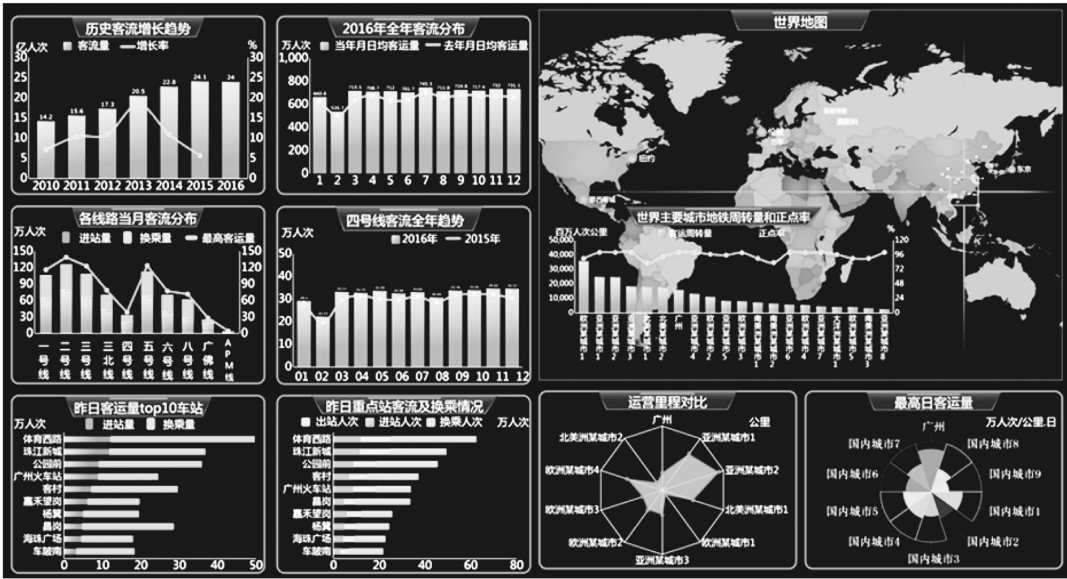


图 1 指标化和数据可视化的线网指挥中心界面

3.2 应急指挥业务

针对运营范围内的突发事件(大客流应急事件及行车应急事件等)和运营范围外部产生的突发事件(极端天气及城市大型活动等),线网指挥中心应具有符合自身特点的应急指挥功能和管理功能。

应急指挥功能包括综合预测预警、数字化应急指挥(包括应急处置、应急值守、应急资源管理、应急预案管理等子功能)、突发事件评估、决策支持、地理信息及路况支持等功能。线网指挥中心应急指挥业务以应急处置工作的数字化、智能化和现代化为目标,围绕“应急指挥、应急联动及数字化预案”的制定和管理来开展。线网指挥中心平台是综合高效的辅助决策工具。

3.3 信息发布业务

线网指挥中心平台作为信息发布的集成平台,应能通过多种通信手段面向三类对象发布两类工况下的信息。其中:两类工况指日常工况和紧

急工况;面向三类对象指对外面向乘客、对内面向公司员工和领导决策层、对上面向上级政府职能部门;多种通信手段包括 PIS(乘客信息系统)、PA(广播系统)、短信平台、网站及移动终端 APP(应用程序)等。具体的信息发布业务内容如表 1 所示。

表 1 线网指挥中心平台信息发布业务内容

对象	信息发布业务内容	
	日常工况	紧急工况
乘客	发布线路路况信息,提供路线查询、出行建议及末班车指引等服务信息	发布乘客疏导信息
公司内部	发布运营的实时动态生产信息、发布跨线的调度指令	发布应急态势和处置指令等抢险信息
上级政府职能部门	向市交委上传线网运营统计报告	与市应急办对接上传和下达各类抢险指令

3.4 线网运输策划业务

线网形成后,各线路运输组织的耦合度更强,交路衔接形式更加复杂。单线编辑行车运行图的方式已不能满足网络化运营的需求,须建立线网级

的运输计划编制及辅助决策平台。该平台应能结合线网路况,利用车辆信息及客流预测数据等输入条件,对各线路的运输计划进行评估,进而提出线间运力配置、线间首末班车衔接等行车计划的调整建议,从整体上优化各条线路的计划运行图,最终实现线网运行图的统一编制、审核、发布及管理。

3.5 基于大数据的拓展业务

线网指挥中心平台采集全线网生产系统的数据,具有庞大的数据支持,适合进行针对大数据分析挖掘的高级应用。

运营管理方面:可利用客流大数据进行客流预测预警等精细化分析;结合行车数据进行线网仿真来辅助新线的规划建设;通过对乘客出行路径的采

集分析,验证和优化清分清算模型,制定合理的票价;通过对各类机电设备运行状态和能耗数据的分析,找到维修维护和能源使用的最佳方案。

资源开发方面:基于客流分布、舆情分析等手段,可实现房地产定向开发和广告定向投放。

4 平台建设方案设计要点

4.1 平台基本构成设计

为实现线网指挥中心的业务功能,需要搭建一个线网级系统平台,作为运营线网中心机构的工具。

线网指挥中心平台可按四层网络架构的思路部署软硬件。四层网络架构包括线网接入层、线网传输层、数据处理层和应用管理层。线网指挥中心平台网络拓扑图如图 2 所示。

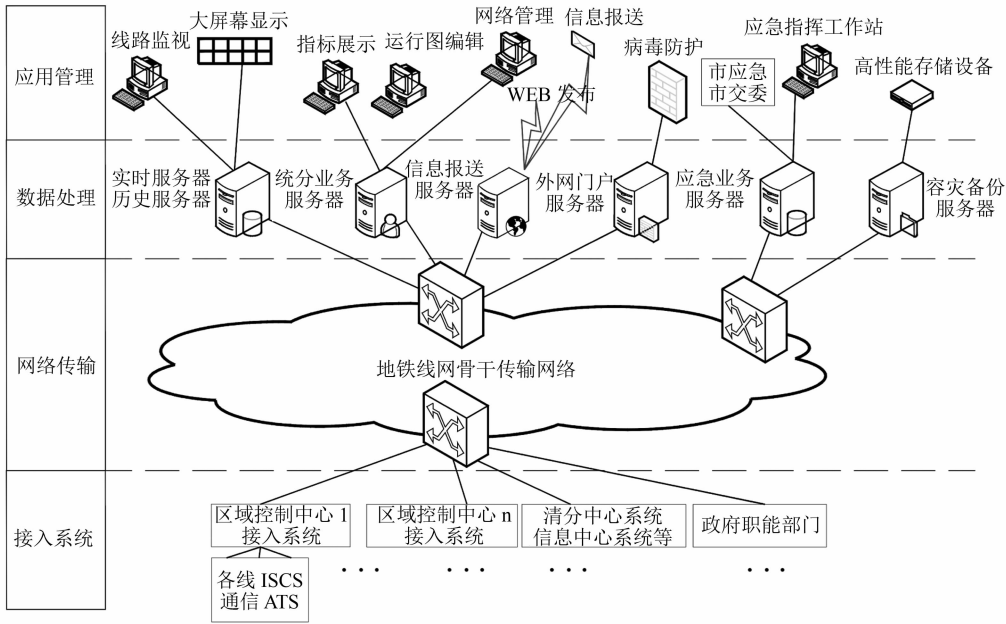


图 2 线网指挥中心平台网络拓扑图

从系统构成来看,线网指挥中心平台可划分为线网监控及应用系统、线网通信系统两大部分。

线网监控及应用系统由接入系统、数据处理平台、人机交互平台、大屏幕系统、网络管理系统、复示及灾备系统、测试及培训系统等构成。其中,数据处理平台一般采用由独立服务器分担处理不同业务的软硬件部署方案,多种关键业务模块普遍由不同厂商分包建设。在商务模式和运维水平可控的条件下,可利用云平台的虚拟化技术,并整体部署计算资源和存储资源,使多个业务均衡共享云平台资源,以实现更大的经济效益。

线网通信系统由线网传输系统、线网调度电

话、线网无线统一调度系统、线网视频监控系统、线网时钟系统等构成,用以辅助实现线网关键业务。

线网指挥中心平台可根据产品特点,选择统一平台方案或多平台综合方案。多平台方案中的线网综合监察业务、应急指挥业务及指标统计业务虽各自采用独立软件,但其人机界面须做到界面集成,且其展现均应采用统一的风格和操作模式。

4.2 接口设计

线网指挥中心平台不仅要与每条线路的综合监控系统、信号系统、通信系统和城市轨道交通清分系统、企业信息化平台等设置数据接口,还要与政府职能部门(如城市交通委员会、城市应急办公室、公安部

门等)设置数据接口。接口数量多且繁琐。在其它城市曾发生过天价改造费用或承包商撤场无法服务的情况,因而城市轨道交通建设经营单位应尽快制订落实线网指挥中心的接口标准和数据标准,并确定每条线路接入系统分摊的接口费用。

此外,在接口设计和实施过程中,应具备“大数据”思维,尽可能全面地采集线路侧的各类生产数据,不作过度的剔除和筛选,以确保未来大数据应用的“有米可炊”。

5 结语

线网指挥中心是城市轨道交通发展到一定阶段的“必需品”,是城市轨道交通运营最高级别的生产系统,具有显著的社会效益和经济效益。

经调研,如果城市轨道交通线路开通超过 3 条,则其网络化运营需求趋于明显,因此建议线网指挥中心与该市第三条或第四条城市轨道交通线路同步开通运行。部分城市虽尚未开通城市轨道交通线路,但会在短时间内建设形成线网,应及时开展线网指挥中心的定位、规模及选址等规划性研究。

城市轨道交通运营单位应提前考虑线网管控中心部门的筹备建设,宜在线网建设之初,将行车策划、

清分及客服等线网层面的业务及职能划归到线网管控部门统一管理,以便于统一思路和协调业务。

线网各类标准和规范的制定工作也宜提前开展。具体内容包括接口标准(如线网指挥中心与线路综合监控、信号等系统的接口标准)、数据标准和业务标准(如应急预案管理规则、信息发布规则、线网运营协调管理规则)等。

参考文献

- [1] 田时沫,鲁放,杨珂,等.2017 年中国城市轨道交通运营线路统计与分析[J].都市快轨交通,2018,30(1): 4.
- [2] 王建华,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(6): 23.
- [3] 任红波.城市轨道交通运营绩效考核指标体系探讨[J].城市轨道交通研究,2013(1): 21.
- [4] 王建华,郑作铿,王孟强,等.地铁线网路况信息系统: 201620794270.9[P].2017-02-16.
- [5] 成都轨道交通集团有限公司.成都地铁线网指挥中心(COCC)工程设备采购、系统集成及服务标用户需求书[R].成都:成都轨道交通集团有限公司,2016.
- [6] 西安地下铁道有限责任公司.西安市线网(应急)指挥中心(NCC)工程设备采购、系统集成及服务标用户需求书[R].西安:西安地下铁道有限责任公司,2017.

(收稿日期:2018-06-08)

(上接第 5 页)

线路换乘系数比远离中心区线路的换乘系数小。对于外围线,当其沿线周边存在较大的客流集散点时,其换乘系数往往较大。

3) 对于环线,线网网络化程度较低城市的环线,其换乘系数较大;靠近市中心的环线的换乘系数比远离市中心的环线的换乘系数大。

4) 开通换乘时间较短的线路,其换乘系数也可能较大。对于内部线、半径线和切向线,有换乘站的线路其开通次年的换乘系数一般会出现较大下降。

5) 换乘站增加,很可能使直径线、半径线、切向线的换乘系数小幅增长,但是,同时也存在线路换

乘系数下降的情况,需要进一步分析。

参考文献

- [1] 赵昕,顾保南.2018 年中国城市轨道交通运营线路统计和分析[J].城市轨道交通研究,2019(1): 1.
- [2] 季登极,顾保南.中国内地城市快速轨道交通线网换乘系数分析[J].城市轨道交通研究,2019(4): 1.
- [3] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通 2015 年度统计和分析报告[J].城市轨道交通,2016(2): 14.
- [4] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通 2016 年度统计和分析报告[J].城市轨道交通,2017(1): 20.
- [5] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通 2017 年度统计和分析报告[J].城市轨道交通,2018(4): 6.

(收稿日期:2019-12-05)