

# 多线共用 AFC 系统 线路中心设计探讨

李道全 赵华伟

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

**摘要** 以北京轨道交通线网多线共用 AFC 系统线路中心 (MLC) 的工程设计为例,从国内轨道交通线网 AFC 系统架构设计现状着手,分析目前存在的问题;从 MLC 建设目的出发,结合北京市轨道交通线网规划情况及建设时序,对 MLC 建设方案进行比选,确定北京市轨道交通 MLC 建设方案。在我国城市轨道交通业界首次提出 MLC 的概念并力求投入应用,以期对今后国内外轨道交通线网 AFC 系统线路中心 (LC) 的资源共享设计研究有所指导和参考。

**关键词** 多线共用;AFC 系统;线路中心;资源共享;北京城市轨道交通

**中图分类号** U293.22 **文献标志码** A

**文章编号** 1672-6073(2012)05-0071-04

## 1 多线共用 AFC 系统线路中心的建设背景

随着时间的推移,城市轨道交通由“从无到有”发展到“从有到多”,并逐步形成了城市轨道交通网络化运营格局。从 1998 年开始,国内就采用 AFC 系统进行收费,实现了轨道交通的自动和半自动售票、自动检票、计费、收费、统计、结算等全过程的自动化管理。其中,线路中心 (LC) 系统为轨道交通 AFC 系统的核心部分,可实现对所辖线路 AFC 系统运营、票务、收益、维修、培训的集中管理功能。因此,LC 系统的规划设计对整个线网的 AFC 系统规划建设将起到重要的引导性和决定性作用。为了满足网络化运营需求,从“资源共享”角度出发,采用何种 LC 系统的建设模式才能更好地适应轨道交通的建设和发展,是各地轨道交通 AFC

系统的线路中心系统规划建设中一个非常突出的问题,在城市轨道交通建设中得到了各参建单位的高度关注。因此,非常有必要对线网 AFC 系统的 LC 系统的资源共享问题展开探讨,以促进我国城市轨道交通 AFC 系统建设事业的快速发展。

## 2 国内 AFC 系统构成现状及存在的问题

目前,在国内外城市轨道交通的大多数既有和在建线路中,AFC 系统都是按照“一线一中心”的传统设计原则进行构建的:第 1 层是清算系统 (ACC),第 2 层是线路中心 (LC),第 3 层是车站计算机系统 (SC),第 4 层是车站终端设备 (SLE),第 5 层是车票。按此架构形成的建设模式已在国内众多城市中体现,如上海、北京、广州、南京、武汉、杭州、深圳等城市。

各城市轨道交通线网在不断扩大,在建线路也越来越多,若每条线路均设置 LC 系统,将造成投资和资源 (如系统设备、用房等) 上的极大浪费。在 ACC 层面搜集的信息较少,而线路之间的信息在 ACC 下层无法实现共享,同时也增加了运营管理、票务管理、维修管理的定员,造成管理效率较低。因此,在对 LC 系统进行建设时,有必要结合线网建设时序、管理需求等多方面因素,开展对 LC 系统建设模式的研究分析。

## 3 多线共用 AFC 系统线路中心的建设目的

我国目前正处于城市轨道交通建设的高峰期,为了实现线网 LC 系统建设的资源共享化、管理集束标准化、信息安全化、流程动态可视化和位置高度专业化,需进行多线共用线路中心 (MLC) 的建设。

### 3.1 适应系列化标准需要

随着北京城市轨道交通线网 AFC 系统技术的不断发展,在北京市交通委员会的指导下,北京市轨道交通路网公司、北京市地铁建设管理公司及北京市地铁运

收稿日期:2012-06-14 修回日期:2012-08-09

作者简介:李道全,男,高级工程师,从事城市轨道交通弱电系统设计, lidq@buedri.com

营公司等各部门共同参与制定了暂规、标准及规范。在这些文件的指导下,北京的轨道交通线网 AFC 系统已经形成了部分系列化标准产品(如统一读写器等),为 MLC 的规划建设奠定了坚实的基础。为了充分利用北京轨道交通系列化标准成果,落实科学发展观,非常有必要实施 MLC 系统项目。

### 3.2 满足网络化运营需求

国内较早实施 AFC 系统的城市(如天津、上海、广州、北京、南京、深圳等地)均经历了先期单条线路 AFC 系统各自建设线路中心这一过程,随着时间的推移,其弊端越来越明显。为了能更好地满足网络化运营需求,实现城市“一卡通”、轨道交通“一票通”的运营目标,便于乘客在线路间无障碍换乘,保证轨道交通与城市一卡通间的清分及管理,完成运营线路间的清分及管理,解决工程实施中的接口及互联互通等问题,从线网建设及运营角度考虑,非常有必要实施 MLC 项目建设。

### 3.3 节省项目建设投资

按北京轨道交通建设规划,1 个 MLC 项目包括大约 10 余条线路的车站 AFC 系统的接入,也就是说,1 个 MLC 系统的建设规模相当于将 10 余条线路 LC 系统整合了的规模。无论是从设备的配置、用房、用电还是从工程实施等方面看,建设 MLC 项目的总投资都少于各自独立建设线路中心项目的总投资。为此,从节省建设投资考虑,非常有必要实施 MLC 项目。

### 3.4 提高系统经济效益

通过实施 MLC 项目,一方面,可以最大限度地实现资源共享,大大降低建设成本和运营成本,促进管理的规范化;另一方面,在设备系统的采购上,可以按国内供货商的技术特长选择产品,再自行组合成系统,从而大大提高国产化率,降低建设投资。另外,从某种意义上来说,MLC 项目实质上就是对北京轨道交通 AFC 系统的一个提前规划,可实现北京轨道交通 AFC 系统的“分期建设”目标,做到投资效益最大化。

## 4 北京轨道交通 MLC 建设方案比选

随着 AFC 系统技术的发展,按不同的城市轨道交通规划建设特点,MLC 的建设方案主要有两种。

### 4.1 方案 1:MLC 与 ACC 分开设置的方案

在此方案中,城市轨道交通自动售检票系统根据业务和应用划分为 5 个层次:第 1 层是城市轨道交通清分系统(ACC),第 2 层是线路中央计算机系统(LC),第 3 层是车站计算机系统(SC),第 4 层是车站

终端设备(SLE),第 5 层是车票。

ACC 是轨道交通整个线网 AFC 系统的控制管理中心,实现对轨道交通线网内各运营商的统一协调以及系统和安全的统一管理,负责轨道交通各线一票通及一卡通的运营管理、票务管理,负责轨道交通与一卡通系统的清算、对账及与各线路间的清算,负责对外的信息服务,实现轨道交通各线路 LC 系统的有效接入。

MLC 是轨道交通 AFC 系统多线共用线路的管理中心,在轨道交通网络化运行下接受 ACC 指令,实现对所监控接入线路的运营管理,并向 ACC 上传交易数据;与 ACC 进行对账;实现对所管辖接入线路票务及设备的管理;当出现通信故障必须由 MLC 独立运行时,独立管理所监控接入线路系统的运行。各线路上的车站计算机系统通过线路数据汇聚设备,直接与 MLC 连接。

MLC 与 ACC 分开设置的方案如图 1 所示。

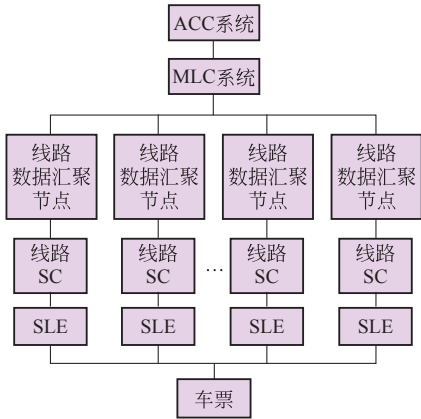


图 1 MLC 与 ACC 分开设置的方案

### 4.2 方案 2: MLC 与 ACC 合并设置的方案

将原 ACC 清分清算功能集中到 LC 系统,其系统架构分为 4 个层次:第 1 层是线路中央计算机系统(含城市轨道交通清分系统),第 2 层是车站计算机系统,第 3 层是车站终端设备,第 4 层是车票,即建立一个集成 ACC 的 MLC。

集成 ACC 的 MLC 是将城市轨道交通线网中所有的线路统一设置为 1 个 LC 系统,各线路上的车站计算机系统通过线路数据汇聚设备直接与 MLC 连接。集成 ACC 的 MLC 相当于 AFC 系统的中央数据处理系统,负责获取全线网的所有交易数据,同时负责线路的运营管理及与一卡通、线路间的清分清算。

由于线网的所有信息都由集中式线路中心系统统一处理,所以集成 ACC 的 MLC 需要具备较大的存储容量和高速处理能力。同时,由于集中管理,所以对集中式线路

中心的可靠性也提出了较高的要求。从投资的角度看,这种方案节省投资,可以实现资源共享及网络化管理。

MLC 与 ACC 合并设置方案如图 2 所示。

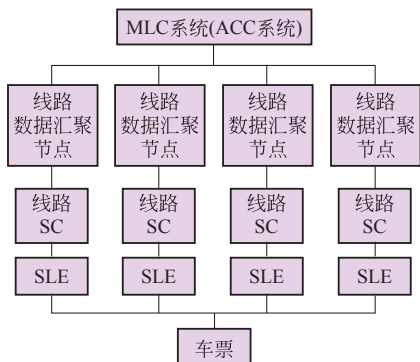


图2 MLC 与 ACC 合并设置的方案

### 4.3 北京市轨道交通 MLC 建设推荐方案

2009 年北京轨道交通线网 LC 系统概况及线路建设规划时序如表 1 所示。

表 1 2009 年已开通线路 LC 系统构成概况

线路名称	运营主体	备注
M1	北京地铁运营公司	合设 LC 系统,由原人工售票改造而成
M2	北京地铁运营公司	
M4	京港地铁运营公司	单建 LC 系统
M5	北京地铁运营公司	单建 LC 系统
M8(一期)	北京地铁运营公司	合设 LC 系统
M10(一期)	北京地铁运营公司	
M13	北京地铁运营公司	单建 LC 系统
八通线	北京地铁运营公司	单建 LC 系统
机场线	北京地铁运营公司	单建 LC 系统

由表 1 可知,截至 2009 年,除 M1 与 M2、M10 一期与 M8 一期合建 AFC 线路中心系统外,其余均采用“一线一中心”的建设模式。而 M8 一期在 M8 二期建成后,将从 M10 一期剥离,纳入 M8 二期设置的 LC 系统。按 2009 年的线网规划,2010 至 2015 年,将建成开通亦庄线、房山线、昌平线、大兴线、M15 一期、M6、M9、M8、M10 二期、M7、M14 共 11 条线路,除大兴线已确定运营主体为京港地铁运营公司外,其余运营主体均暂定为北京地铁运营公司。

由于上述规划线路建设期间隔较短,相对集中,因此很有必要对同一家运营主体管理的亦庄线、房山线、昌平线、M15 一期、M6、M9、M8、M10 二期、M7、M14 等 10 余条线路进行 LC 系统资源共享。结合 2009 年北京轨道交通线网线路建设规划的特点,同时考虑到北京

轨道交通线网 ACC 已于 2008 年投入使用,线网内存在两家运营商,ACC 必须本着公平、公正、公开的原则进行清分对账,因此推荐北京市轨道交通 MLC 建设采用方案 1:MLC 与 ACC 分开设置。

## 5 北京轨道交通 MLC 具体实施方案

## 5.1 MLC 总体构成

北京市轨道交通 MLC 由正式中心、灾备中心组成,按北京市建设规划,MLC 正式中心设置在小营轨道交通指挥中心大楼内,MLC 灾备中心设置在 M13 指挥中心大楼内。MLC 正式中心主要由运营中心、维修中心、票务中心、接入测试中心、调试中心等系统组成。MLC 灾备中心主要由灾备运营中心、灾备维修中心、灾备票务中心等系统组成。MLC 体系框架如图 3 所示。

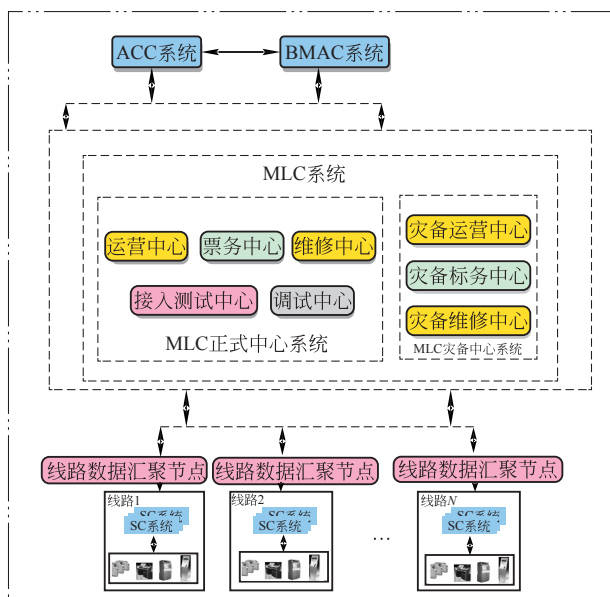


图 3 MLC 系统框架

## 5.2 与所辖线路 AFC 系统数据汇聚节点方案

为了确保在调试及运营阶段各线路能独立安全运行,界面明确,各条线路之间、各线路与 MLC 之间网络相对隔离,同时在安全方面各自责任界面无相互交叉,有必要设置各线路 AFC 系统线路数据汇聚节点。

线路数据汇聚节点由防病毒服务器、防火墙、入侵检测系统、交换机、路由器、工作站、机柜等设备组成。线路数据汇聚节点所配置的设备安装在各线路 OCC 机房(控制中心或临时中心)内,各线路通信专业提供线路数据汇聚节点与 MLC 接口所需的 2 个独立 10/100(Mbit/s)以太网接口,带宽分别为 100 Mbit/s,接口位置在各线路 OCC 机房(控制中心或临时中心)



通信专业配线架的外侧;通信专业提供从线路 OCC 机房(控制中心或临时中心)通信配线架外侧至小营东辅楼 TCC 通信配线架外侧的传输通道,MLC 专业负责从小营东辅楼 TCC 通信配线架外侧至 MLC 传输通道的施工。

5.3 与所辖线路 ISCS 系统接口方案

今后,北京市轨道交通的待建线路均要接入 MLC,这些新待建线路的综合监控系统(ISCS)需直接与 MLC 接口,取消 ISCS 与各接入线路 AFC 系统(线路中心 LC)的接口。为了满足运营需求,各新待建线路通信专业提供 ISCS 所需的 2 个独立 10/100 (Mbit/s) 以太网接口,带宽分别为 10 Mbit/s,接口位置在各新待建线路设备机房(控制中心或临时中心)通信专业的配线架外侧;通信专业提供从各新待建线路设备机房(控制中心或临时中心)通信专业配线架外侧至小营东辅楼 TCC 通信配线架外侧的传输通道;MLC 专业负责从小营东辅楼 TCC 通信配线架外侧至 MLC 传输通道的施工。

6 结语

随着我国城市轨道交通建设步伐的加快,做好轨道交通线网 AFC 系统线路中心资源共享是十分必要的,可达到事半功倍的效果。线网 LC 系统为线路的重要节点,是构成线网的重要元素,与建设方案与建设时序、运营主体等密不可分。在国内城市轨道交通线网 AFC 系统线路中心资源的整合实施过程中,北京轨道交通线网 AFC 系统率先于 2010 年年底建成并投入使用。经过近两年的正常运营,证明了 MLC 达到了预期的建设目标,提出的资源整合方案是成功的,实现了所管辖线路之间的信息、人力、物力等方面的资源共享,实现了对运营控制、票务管理、维修培训的资源共享、管理集约和成本节约,对今后国内外轨道交通线网 AFC 系统中 LC 系统资源共享的设计研究具有重要的指导意义和参考价值。

参考文献

[1] 邓先平,陈凤敏.我国城市轨道交通 AFC 系统的现状及发展[J].都市轨道交通,2005,18(3):18-21.  
[2] 王健,张宁.南京地铁 AFC 系统网络化建设中面临的问题初探[J].轨道交通,2006(6):48-50.  
[3] 朱沪生.上海城市轨道交通网络化运营管理思考[J].现代城市轨道交通,2007(4):10-13.  
[4] 李道全.自动售检票系统主干网数据流量分析[J].都市轨道交通,2006,19(1):100-102.  
[5] GB 50157—2003 地铁设计规范[S].北京:中国计划出版社,2003.  
[6] GB/T 20907—2007 城市轨道交通自动售检票系统技术条件[S].北京:中国标准出版社,2007.

(编辑:郭洁)

Discussion on the Design of Multiple Line Center Computer of AFC System

Li Daoquan Zhao Huawei

(Beijing Urban Engineering Design and Research Institute, Beijing 100037)

**Abstract:** In this paper, engineering design of the Multiple Line Center Computer (MLC) of Beijing rail transit network AFC system is taken as an example. Existing problems are analyzed based on present domestic situation of rail transit network AFC system architecture design. From the perspective of the objective of constructing MLC, with consideration of Beijing rail transit network planning and construction sequence, Beijing rail transit MLC construction scheme has been confirmed. It was the first time in China that MLC system was proposed and put into practice in urban rail transit industry. The system also has important guiding significance and practical reference value for the future design of LC system of urban rail transit network AFC system at home and abroad.

**Key words:** multiple lines in common use; AFC system; Line Center (LC); resource sharing; Beijing urban rail transit

南京 4 年内将建成 8 条地铁线,运营里程近 400 km

据悉,未来 4 年内,南京将建成通车 8 条地铁线,届时这个城市通车的地铁线路将达到 10 条,运营里程近 400 km。这 8 条地铁线包括市内线路、过江线路、城际线路等,分别为地铁 3 号线、4 号线一期、10 号线一期、机场轻轨线(宁高一期)、宁天城际一期、宁和城际一期、宁高城际二期(禄口新城南站至高淳)、宁溧城际(禄口新城南站至溧水),运营里程超过 300 km。届时,南京的轨道交通在城市公共交通中的比重将提高到 40% 左右,初步形成以地铁为主体的公共交通体系。

摘编自 www.chinametro.net 2012-09-03

到 2030 年西安将建成 15 条地铁线

未来西安在城市建设中将加强对土地资源的高效利用,避免“摊大饼”式扩张。

在城市综合发展中,西安明确提出要打造“公交都市”的目标,按照《西安市综合交通规划》的要求,到 2030 年,建成 15 条轨道交通线路(576 km)、4 条 BRT 公交线路、3 条郊区快速公交、市区设置公交规划专用道 60 条(720 km),以大大提高城市交通对资源的利用效率。

摘编自 www.chinametro.net 2012-09-12