

## 上海城市轨道交通通信系统布局规划研究\*

朱俊<sup>1\*\*</sup> 张郁<sup>2</sup> 曾贵华<sup>3</sup>

(1. 上海申通地铁集团有限公司, 201103, 上海; 2. 上海地铁维护保障有限公司通号分公司, 200235, 上海;

3. 上海交通大学电子信息与电气工程学院, 200240, 上海//第一作者, 工程师)

**摘要** 为积极适应上海城市轨道交通超大规模网络化运营的发展要求,深入分析了上海城市轨道交通通信系统的现状及潜在的管理风险。在此基础上,对未来上海城市轨道交通通信系统的网络节点布局及各通信子系统建设进行了统一规划,以构建平台化生态管理体系,促进通信系统网络级综合性管控能力的持续提升。

**关键词** 城市轨道交通; 通信系统; 布局规划; 建设原则

**中图分类号** U231.7

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2021.11.007

## Research on Layout Planning of Shanghai Urban Rail Transit Communication System

ZHU Jun<sup>1\*\*</sup>, ZHANG Yu<sup>2</sup>, ZENG Guihua<sup>3</sup>

**Abstract** To proactively accommodate the development requirements of super-large-scale network operation of Shanghai urban rail transit, the current situation and potential management risks of Shanghai urban rail transit communication system are analyzed in depth. On this basis, layout of network nodes and subsystem construction of the future Shanghai urban rail transit communication system are planned uniformly, so as to build a platform-based ecological management system, and to promote continuous elevation of the comprehensive management and control capability of communication system at network level.

**Key words** urban rail transit; communication system; layout planning; construction principle

**First-author's address** Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

为适应上海城市轨道交通超大规模网络化运营的要求,上海地铁维护保障有限公司通号分公司(以下简称“通号分公司”)积极构建与超大规模网络相匹配的“安全至上、开放合作、创新进取、追求

卓越”的平台化生态管理体系,完善以智能运维平台为核心、各专业网络级平台为架构、设备统型为基础的设备管理模式,以推动对各专业设施、设备最终形成网络级、综合性的管控能力,实现对各子系统的垂直管控。本文对上海城市轨道交通通信系统的现状进行了全面分析,对通信系统的网络节点布局进行针对性的调整和优化,并对通信系统各子系统的建设进行统一规划。

## 1 上海城市轨道交通通信系统现状分析

## 1.1 通信系统构成

城市轨道交通的通信系统是指列车运行、负责公务联络和传递各种信息的基础手段,是保证列车安全、快速、高效运行不可缺少的重要保障。通过通信系统,城市轨道交通内部各系统能够紧密联系,提高城市轨道交通的整体运行效率。上海城市轨道交通通信系统主要包括传输子系统、公务电话子系统、专用电话子系统、专用无线子系统、技术防范子系统、广播子系统、乘客信息子系统、时钟子系统等。根据各子系统的技术特征,可以按照线网级系统和线路级系统进行分类,如表1所示。

表1 上海城市轨道交通通信系统的分类

Tab.1 Classification of Shanghai rail transit communication system

分类	特征	涉及子系统
线网级子系统	需进行线网级核心交换或核心数据下发的系统	高速数据网、专用无线、公务电话、专用电话、上层网时钟、信息、技防等
线路级子系统	单线具备系统业务功能	广播导乘、线路时间、线路传输等

\* 上海申通地铁集团有限公司博士后科研工作站项目(LS21R063)

\*\* 通信作者

1.2 通信系统潜在的管理风险点

- 1) 目前上海城市轨道交通通信系统多个线网级专业的主备核心设备分散在 6 个 OCC(运营控制中心)内,不利于故障的及时抢修和设备的集中管理,且需要占用较多的资源(如供电资源、人力资源和配套用房等)。
- 2) 根据上海申通地铁集团有限公司(以下简称“上海申通地铁集团”)的规划方案,至 2025 年底,上海城市轨道交通共有 23 条运营线路,这已经超出了上海轨道交通网络运营调度指挥大楼(以下简称“3C 大楼”)线网级系统机房的承载能力。此外,部分既有线路在 3C 大楼的线路级系统机房容量已接近满负荷,没有额外的空间可用以承担大修改造期间所需要的设备轮转。
- 3) 部分线路分时、分段建设,造成了同一条线路通信系统的技术方案和设施设备不统一,设备品牌杂乱,这既影响了厂家研发设计和维护支持能力,还对通号分公司的设备维护和线路更新改造带来了困难。
- 4) 缺乏跨供应商的线网级综合网管,各线路设备状态信息割裂,不同供应商提供的网管界面及功能差异较大,智能运维接口不清晰,缺乏可扩展性。
- 随着上海城市轨道交通网络规模的持续增大,对设备的可靠性要求也不断提高,既有通信系统的架构和布局已不能满足新形势下的要求。由于通信系统引起的各类故障有可能导致客流积压、造成较大的运营影响,还可能会影响到正常维护工作的

开展。为此,必须以上海申通地铁集团“国内领先,国际一流”的战略目标和“三个转型”的发展要求为指导,着眼于谋划超大城市轨道交通通信系统的整体战略布局,统筹各通信子系统的发展需求,将通信系统建设成为引领高质量城市轨道交通发展的重要桥梁,推进上海城市轨道交通的数字化转型。

2 上海城市轨道交通通信系统的发展规划

2.1 整体布局

根据相对集中、逻辑收敛、因地制宜、负载均衡、统一配置的原则,同时综合考虑 3C 大楼的容量现状及“十四五”期间大修改造线路的机房轮转需求,拟建立以 3C 大楼为线网级和线路级的设备主中心,以东宝兴路 OCC 大楼、金桥停车场和隆德路 OCC 大楼作为设备分中心的通信系统新布局。设备主中心和设备分中心统称为设备中心,是全线网各类通信子系统核心设备的物理集中点,可部署各子系统的线网级核心设备和线路级中央设备。

考虑到运营需求、维护需求、技术需求、安全防灾需求和管理成本的平衡,同时更好地匹配智慧维保的逻辑架构,通号分公司拟以设备中心布局 and 原维护部配置为基础,设置多个数字化的运维中心,以部署各类网管监控设备,负责线路级和线网级系统设备的运维监管,以及智慧维保底层数据的统一治理和应用,并对接线网级智慧维保系统,实现通信系统全专业网络级监管的管理理念。上海城市轨道交通通信系统的整体布局如图 1 所示。



图 1 上海城市轨道交通通信系统的整体布局图  
Fig. 1 Overall layout of Shanghai rail transit communication system

2.1.1 设备中心线网级通信子系统的布局规划

如表 2~3 所示,经核算,各线网级通信子系统的主、备核心设备分别需要 75 个和 72 个机柜安装位置。其中:主用核心设备放置于 3C 大楼内,需要 250 m<sup>2</sup> 的机房面积;备用核心设备放置于东宝兴路 OCC 大楼内,需要 240 m<sup>2</sup> 的网管室面积。

当前,通信系统大部分线网级的既有核心设备

所在的物理节点已逐步向 3C 大楼和东宝兴路 OCC 大楼这 2 个节点汇聚,只有公务电话、专用电话和 TETRA(泛欧集群无线电)3 个子系统的核心设备分设在他处。TETRA 的线网级主核心设备虽然部署于西藏北路专用无线 TETRA 系统交换中心内,但 TETRA 将逐步退出上海城市轨道交通,后续的新线建设及老线改造中均不再使用 TETRA 子系

表 2 3C 大楼通信线网级系统核心设备机房数量测算表

Tab.2 Number of core equipment rooms for network level communication system in 3C building

设备类别	机柜数量/个
主用及预留 LTE(长期演进)	15
主用及预留高速数据网	16
主用及预留公务软交换	15
主用及预留专用软交换	8
主用上层时钟	1
传输系统管理平台	3
技防系统管理平台	8
MMIS(多媒体管理信息)	9
合计	75

表 3 东宝兴路 OCC 大楼通信线网级系统核心设备机房数量测算表

Tab.3 Number of core equipment rooms for network level communication system in Dongbaoxing Road OCC building

设备类别	机柜数量/个
备用及预留 LTE	15
备用及预留高速数据网	22
备用及预留公务软交换	15
备用及预留专用软交换	8
主用上层时钟	1
传输系统管理平台	3
技防系统管理平台	8
合计	72

统,因此 TETRA 的线网级主核心设备无需再行搬迁。

此外,线网级系统的特点是其核心设备需要经高速数据网连接各线的线路侧设备。当前上海城市轨道交通高速数据网络拓扑结构方案如图 2 所示,2 个核心入口节点分别位于东宝兴路 OCC 大楼和 3C 大楼。因此,东宝兴路 OCC 大楼和 3C 大楼具备了成为各通信子系统线网级核心设备节点的条件。因此,未来的通信系统的线网级设备中心可选择以 3C 大楼为主、东宝兴路 OCC 大楼为辅,形成主备异地冗余的模式。图 2 中,其余的高速数据接入点均为既有线路侧的高速网入口。

2.1.2 设备中心线路级通信子系统的布局规划

1) 3C 大楼:作为综合型设备的维护主中心,涵盖了所有线网级系统主用核心设备以及大部分线路(1 号线、2 号线、5 号线、7 号线、14 号线、15 号线、17 号线、18 号线、19 号线、20 号线、21 号线、23 号线和崇明线)系统级核心设备的部署。由专业化的业务管理团队负责指导、监督全线网相关设备的运维及应急抢修,以及 3C 大楼内线网级系统核心设备及线路级系统核心设备的日常维护。

2) 东宝兴路 OCC 大楼:目前东宝兴路 OCC 大楼是 3 号线、4 号线的 OCC,后续将作为综合型设备维护副中心,用以部署线网级系统备用核心设备,以及 3 号线、4 号线、8 号线的线路级系统核心设备。依托维护部负责 3 号线、4 号线、8 号线线路级核心设备的日常维护。

3) 金桥停车场:拟将金桥停车场作为线路级设备维护副中心,用以部署 6 号线、9 号线、12 号线的线路级系统核心设备,并由维护部负责其日常维护。

4) 隆德路 OCC 大楼:目前 11 号线、13 号线、16

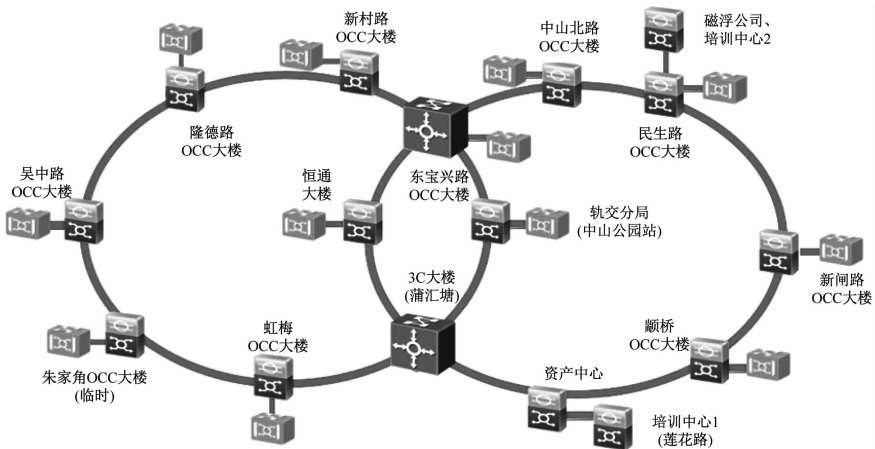


图 2 上海城市轨道交通高速数据网拓扑结构图

Fig.2 Diagram of Shanghai rail transit high speed data network topology structure

号线的线路级系统核心设备均部署于此大楼。未来保持现有配置不变,由维护部负责其日常维护。

远期建成的新线可按相对集中、因地制宜的原则,增设线路级设备维护副中心,以部署线路级系统的核心设备,并成立维护部负责其日常维护。

### 2.1.3 通信系统数字化运维中心的布局规划

结合通号分公司既有的维护部配置,未来的通信系统拟在 3C 大楼(线网级子系统维护)、东宝兴路 OCC 大楼(线网级子系统及 3 号线、4 号线、8 号线线路级子系统维护)、金桥停车场(6 号线、9 号线、12 号线线路级子系统维护)、新闸路 OCC(1 号线、2 号线、17 号线线路级子系统维护)、陈太路停车场(7 号线、14 号线、15 号线线路级子系统维护)、澄江路车辆段(5 号线、19 号线、23 号线线路级子系统维护)、川杨河车辆段(18 号线、20 号线、21 号线线路级子系统维护)和隆德路 OCC 大楼(11 号线、13 号线、16 号线线路级子系统维护)共 8 个点设置数字化运维中心。这些数字化运维中心也是各维护部的驻点,负责所辖线路的具体运维工作。数字化运维中心以专业复合为基础、远程监控为依托,以合理集约化为目标,采用集中化跨区域维护指挥、属区域化管理的维护模式。

## 2.2 通信各子系统的建设原则

1) 通信系统设备应做到型号相对统一。各子系统在平台化建设过程中,应严格规范设备准入标准,使得供应商的数量限制在 2~3 家,以形成良性竞争,确保更新改造的设备可以适应各子系统平台建设体系,以进一步提升设备的规范性和相互兼容性。此外,线路级设备选型应能满足全线网跨线整站替换的要求,以提高备品备件的通用性、降低维护成本。

2) 线路级通信子系统存在二次开发需求的,需进行深度协同,形成标准规范。为了确保二次开发设备能够在全线网内通用,需要明确规范二次开发设备之间的通信协议,以及对外接口的形态和协议。

3) 线网级通信子系统的核心设备应基于半生命周期进行建设。线网级核心设备由至少 2 家供应商提供,并保证不同供应商提供的 2 套核心设备能够互联互通,以形成供应商之间的良性竞争,避免单个供应商中断服务造成的恶性影响。同 1 个供应商的 1 套核心设备应采用“1 主+1 备”的异地灾备冗余配置方式,以提高系统的可靠性。当某套核心设备的生命周期过半时,应引入第 2 套主备核心设备,以降低核心网改造和线路改造之间的相互影

响,保证信号大修改造期间线路的平稳过渡,同时分担全网线路负载,减少故障及检修的影响范围。

4) 设置通信各子系统的综合网管。综合网管应具备在运营期间跨供应商全网络动态监测设备状态和业务运行的能力,实现对其专业系统设备状态的监控,以及故障的实时诊断、显示、存储、查询及信息上报等功能,为系统设备浸入式的平台化管理提供基础。

5) 通信系统应对接智能运维系统。通信各子系统需进一步提升平台化、浸入式的管理能力,对接智能运维平台,以实现各子系统平台在智能运维平台体系中的统筹建管,推进各子系统的智慧运维工作。通信各子系统运维工作应围绕智能运维平台进行,使维护工作逐步从分散型向网格化管理过渡,并通过智能运维平台的大数据分析,指导优化维护策略。

## 3 结语

为了适应上海城市轨道交通超大规模网络化运营的发展,制定通信系统乃至整个运维体系的整体规划已迫在眉睫。本文研究分析了上海城市轨道交通通信系统的现状和潜在风险点,按照相对集中、逻辑收敛、因地制宜、负载均衡、统一配置的原则,对通信系统进行了整体布局的规划,并对通信各子系统的建设规划提出了具体要求,以期促进上海城市轨道交通通信系统的持续发展。

## 参考文献

- [1] 中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会. LTE-M 系统总体架构及系统功能规范: CZJS/T 0062—2016[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016: 1.  
Technical Equipment Professional Committee of China Association of Metros. General system architecture and function specification for LTE-M: CZJS/T 0062—2016[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2016: 1.
- [2] 施聪. 城市轨道交通通信信号专业的智能运维系统[J]. 城市轨道交通研究, 2020(8): 172.  
SHI Cong. Communication and signal intelligent operation and maintenance system in urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2020(8): 172.
- [3] 李樊. 数字化转型下的城市轨道交通信息化规划总体方案研究[J]. 铁路计算机应用, 2020(11): 14.  
LI Fan. Overall plan of urban rail transit information based planning under digital transformation[J]. Railway Computer Application, 2020(11): 14.

(收稿日期: 2021-04-27)