

城市轨道交通通信系统升级改造中的重点问题 把控及风险管理*

于 超

(中国铁路设计集团有限公司,300308,天津//高级工程师)

摘 要 总结了城市轨道交通通信系统升级改造的原因。以实现各子系统兼容为切入点,提出了通信系统各子系统的改造方案。总结了通信系统机房改造中需重点关注的问题,以及系统割接时的控制措施。分析了通信系统改造的风险源,并提出相应的风险管理措施。

关键词 城市轨道交通;通信系统改造;兼容性;风险管理
中图分类号 U231.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.09.040

Control and Risk Management of Key Issues in Urban Rail Transit Communication System Upgrading and Reconstruction

YU Chao

Abstract Reasons of urban rail transit communication system upgrading and reconstruction are summarized. By realizing compatibility among all sub-systems, reconstruction scheme of all sub-systems of the communication system is put forward. Key issues in the reconstruction of communication system server room and control measures for system cutover are summarized. Risk sources of reconstruction are analyzed, and corresponding risk management measures are given.

Key words urban rail transit; upgrading and reconstruction of communication system; compatibility; risk management

Author's address China Railway Design Corporation, 300308, Tianjin, China

通信系统是支撑城市轨道交通运营、保证运营管理效率和运营服务质量、保障运营安全的重要系统,其设备使用年限一般在10~15年。当前,部分既有线路的通信系统由于设备已达使用年限等原因,迫切需要进行适时改造。

1 通信系统改造原因分析

城市轨道交通通信系统需改造的主要原因

如下:

1) 设备已达使用年限,如上海轨道交通9号线二期工程通信系统的改造。

2) 随着技术的发展,既有设备虽然在使用年限内,但已经很难满足当前运营使用需求,如上海轨道交通3号线、4号线传输系统改造和北京地铁视频监控系統高清改造等。

3) 为改善城市轨道交通运营服务质量,需升级改造或增设相关具有时代特征的系统,如:增设地铁车站内无线网络,自动售检票系统移动支付引起的传输系统改造,信号系统由人工驾驶改为无人驾驶引起的通信专业改造。

4) 因提升地铁运量(增加编组数量等)而引起的通信系统改造,如上海轨道交通2号线列车由4节编组升级8节编组引起的通信系统改造。

5) 因线路运行情况发生改变,部分车站从既有线路剥离引起的改造,如杭州地铁1号线临平支线接入新建杭州地铁9号线引起既有临平支线通信系统的改造。

6) 延伸线或加站工程引起的既有线改造。

2 既有线通信系统改造需要解决的几个问题

2.1 兼容性问题

为节省投资,通信系统改造往往是在原有设备基础上进行加强、升级。由于通信系统产品更新速度快、品牌多,不同厂家产品的系统级协议一般互不兼容,必须解决新建系统与既有线系统工程的兼容性问题。解决新、老系统的兼容性问题,可以打破招投标时对既有品牌选择的局限,减少接口,提高系统的可靠性。解决新老系统兼容性问题是通过

* 中国铁路设计集团有限公司重点课题项目(2020YY240801)

信系统改造的难点,也是评判通信系统改造方案是否为最优方案的重要因素。

2.1.1 传输系统改造方案

城市轨道交通线路级传输系统一般为多业务光纤环网。对于 MSTP(多业务传输平台)和 PTN(分组传送网)设备,其改造方案如下:

1) 若为相同类型(如同为 MSTP 设备),但并非相同品牌时,改造工程可在控制中心增设 1 套传输设备与既有中心级设备采用 STM-N 光接口实现接口互通,如上海轨道交通 9 号线三期工程引起的控制中心传输系统改造。

2) 若并非同规格且非同品牌的传输设备,如 PTN 设备与 MSTP 设备的互联方案主要包括:①各站点业务在控制中心下落方案,这是业界最普遍采用的对接方式,业务在网络之间落地,彼此独立,界面清晰,但其缺点是端到端特性差,故障定位及维护成本较高,恢复效率低;②PTN 内置 SDH(同步数字体系)网关单板,可实现业务端到端配置、OAM(操作维护管理)保护、管理,统一网管平台,但目前暂无标准,仅个别厂家间设备可实现(如华为与中兴)。

3) POS(包封装同步光纤网络)单板透传,PTN 报文穿越 SDH/MSTP 中间网络,PTN 作为 MSTP 网络的客户层,PTN 层面实现端到端特性,两个网络之间设置联通保护,网管层面单独管理,PTN 网络之间端到端特性,远端需要 PTN 设备对穿越的 PTN 报文进行解封装。另外也可通过 ML-PPP(多链路点对点协议)透传,将 ML-PPP 作为 NNI(网络节点协议)接口使用,与对端 E1(欧洲 30 路脉码调制)或者其它 STM-N 接口共同实现分组业务的承载,但成熟度较差。常用的 PTN 与 MSTP 互联方案的优缺点对比如表 1 所示。内置 SDH 单板 PTN 设备与 MSTP 互联方案方案如图 1 所示。

表 1 PTN 与 MSTP 互联方案优缺点对比表			
项目	落地对接	POS 透传	PTN 网关单板
组网部署	部署简单	节点保护困难	部署简单
业务互通	分段终结	业务分组不同层次	端到端部署
端到端 OAM	无法互通	OAM 透传,需额外带宽	OAM 自动转换,开销低
端到端保护	中间节点无法保护	中间节点无法保护	配置灵活,稳定性高,端到端保护
DCN 网络	无法互通	无法互通	端到端互通,统一网管
带宽利用率	一般	差	高
成熟度	高	高	较高

注: DCN——分布式数据控制;OAM——操作维护管理。

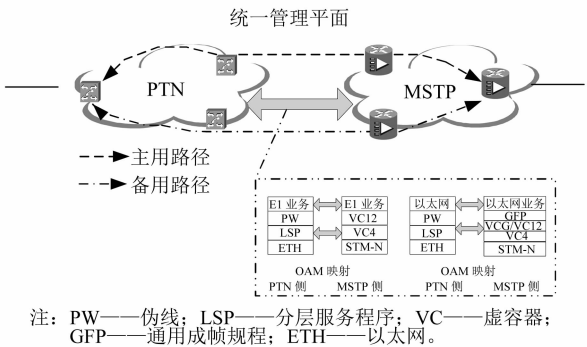
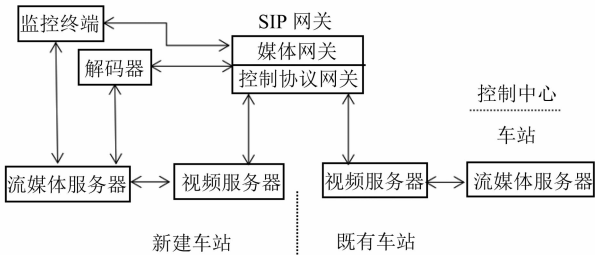


图 1 PTN(内置 SDH 单板)与 MSTP 互联方案

2.1.2 视频监控系统改造的兼容方案

视频监控系统改造的难点是:需在兼顾既有系统的前提下,实现不同厂家系统平台间的对接。对于符合 GB/T 28181—2011《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》的既有有线视频监控系统,一般可实现不同厂商系统平台的互联。对于不符合 GB/T 28181—2011 要求的系统平台,则需开发设置互联网关设备,实现协议转换和视频流转换。对于监控域,可选用 ONVIF(开放型网络视频接口论坛),实现末端设备如视频流、控制指令、配置数据等数据的互通。改造过程可通过二次编解码等技术手段解决不同协议标准视频流的互编互解问题。新增视频监控系统与既有系统的互联方式如图 2 所示。



注: SIP——会话初始多媒体通信协议。

图 2 新增视频监控系统与既有系统的互联示意图

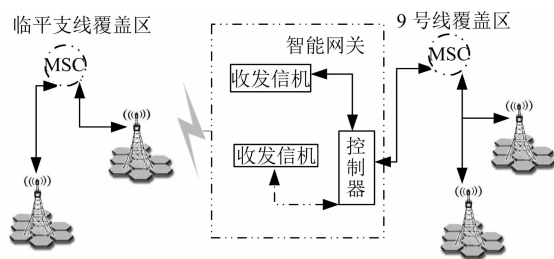
2.1.3 专用无线通信系统改造的互联方案

目前城市轨道交通专用无线通信系统一般采用 TETRA(泛欧集群无线电)集群调度系统或 LTE(长期演进)系统。目前,不同厂家,特别是国际品牌的厂家间的 TETRA 系统接口协议互不开放,仅可实现空中接口的互通。为了解决此问题,可由第三方在控制中心或线网中心开放增设智能无线网关。

智能无线网关可实现两个系统间的单呼、组呼、短消息、紧急呼叫、优先级呼叫、漫游切换等功

能。智能无线网关由集群桥接中心和互联网关等设备组成。集群桥接中心对注册(漫游)到新线 TETRA 系统内的用户移动性进行管理。当此号码漫游到老线 TETRA 系统时,集群桥接中心通过接收新线交换中心通知得知用户(设为 A)进入到新线 TETRA 网络内,集群桥接中心使用 A 用户号码及相关组信息通过某个桥接基站向原来的系统进行登记,由此在老线和新线 TETRA 系统间建立了个人用户、组用户之间的对应关系。整个需要漫游的系统内的号码既要在老线 TETRA 系统开户,也要在新线 TETRA 系统中开户。

互联网关需安装在对方基站信号覆盖的场所,通过互联网关可检测原系统对应基站的所有信息,并能将这些信息报告给集群桥接中心以更新其相应的数据。互联网关在必要时能将两个系统间的呼叫(单呼、组呼、短数据等)对接起来。互联网关由控制器、多个 TETRA 反向信道机组成,与桥接中心采用 IP/E1 连接,配合原系统基站作为 2 个系统间的互联设备。杭州地铁 9 号线与临平支线专用无线改造工程的互联方案如图 3 所示。



注: MSC——移动业务交换中心。

图3 杭州地铁临平支线与9号线 TETRA 系统改造方案

2.1.4 其他子系统改造方案

1) 专用调度电话系统改造方案:既有线路专用调度电话系统改造主要采用在控制中心、车站分别设置主系统(或中心交换机)、分系统(或车站交换机)的方案。对于不同制式的专用调度电话系统的改造,可考虑增设调度服务器方式实现互联。但考虑专用调度电话主系统设备的成本不高,一般可优先考虑全线统一更新交换设备,部分模拟分机以及机房至分机的线缆均利用旧有的。也可采用仅在中心及新建车站设置全新交换机,既有车站采用数字拉远方式,在既有分机设备基础上增设调度分机。

2) 公务电话系统改造方案:新增系统与既有系统若均为程控交换设备,可直接通过 2M 数字中继实现互联。对于承载专用调度功能的不同厂家软

交换电话系统,虽然一般均基于 SIP 协议,但由于各家接口标准化仍未做到完全统一,仍需在城市轨道交通具体调度业务功能、多媒体功能的基础上对接口协议进行标准化。

3) 乘客信息系统改造方案:对基于车地无线通信的乘客信息系统进行改造时,采用统一的车地通信制式是互联的基础。目前需改造乘客信息系统的城市,一般都已建设线网编播平台,对视频直播补包、IP 地址规划等均已进行统一部署。线路侧设备若为不同厂家的,可通过替换既有线路车站播控设备、增设接口服务器或直接接入线网编播中心的方式实现互联。但改造过程中应充分考虑新增系统与既有信号系统、广播系统的接口问题。

2.2 机房、电源、空调通风问题

改造过程中应首先核实既有通信系统机房是否满足升级需求,主要包括机房面积和机房荷载。一般可通过增设蓄电池散力架等方式解决机房荷载问题。对于原机房面积确实无法满足扩容需求的,可在原通信系统机房附近对办公等用房进行改造,增加机房荷载、一级负荷电源和机房空调等设备设施。同时,还应核实新增设备的用电量、通信电源设备容量、自通信机房至变配电所的两路电源线径一级变配电所侧的开关容量等。

2.3 系统割接

系统割接的顺利实施是通信系统改造成功的决定性因素。在系统割接前,应制定详细的施工方案,并应经运营单位评审通过后实施;应明确系统割接的组织机构和职责,做好系统割接前各项准备工作及技术要求;应根据工作量确定天窗点数量和工作内容,预估影响范围和施工注意事项;应制定详细周密的施工组织计划,明确风险控制点;应制定应急预案、安全保障措施和安全风险卡控表。在既有线施工时,还应考虑文明施工及环境保护。

3 通信系统改造过程中的风险识别及风险管理

城市轨道交通通信系统改造工程主要存在技术风险和施工风险两种风险。通过建立既有情况调查信息库、编制施工方案和计算书、组织进行施工方案评审等可降低技术风险。项目施工风险直接影响到项目目标的顺利实现,包括施工安全风险、进度风险和质量风险。项目施工前,应合理估

(下转第 196 页)

4) 施工方案要兼顾安全和效率。以确保施工安全和提高施工效率为目的,提高施工的机械化、自动化、智能化程度,充分满足天窗施工条件,确保设计理念落地。

3 整体道床改造工程实施建议

- 1) 整体道床改造方案受多种因素影响,方案的制定应“因线制宜,因事施策”。
- 2) 对于特殊地质段、临线大型工程重要节点,应编制整体道床应急抢修预案,以最大程度降低紧急事故造成的不利影响。
- 3) 搭建合理的城市轨道交通运营维护体系。建议将针对病害治理的整体道床改造纳入该体系的“状态修”范围,而不是“故障修”,通过应急抢险抢修方式进行处理。
- 4) 随着我国社会主要矛盾转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾,城市轨道交通面临环保升级需求,而现行环评标准较低,已难以满足人民的需要。针对以振

动噪声投诉为特色的环保升级,建议从日常运营维护、常规改造、整体道床改造、产品升级等多个方面研究建立分级应对处理系统。

5) 随着整体道床改造需求的不断增长,为确保城市轨道交通的正常运营,提供高品质的城市轨道交通服务,开展整体道床改造成套关键技术及设备的研究已十分紧迫,建议积极开展相关技术的研究工作。

参考文献

[1] 纪红波. 对地铁钢轨病害成因及处理措施的浅析[J]. 科技展望,2015(13): 12.

[2] 宋佳. 对地铁线路病害成因及处理措施的浅析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2016(15): 6049.

[3] 赵振江,乔小雷. 地铁隧道整体道床病害机理及防治措施[J]. 城市轨道交通研究,2014(12): 98.

[4] 郭建平,刘维宁,雷黔湘,等. 北京地铁 4 号线钢轨异常波磨调查及整治措施[J]. 都市快轨交通,2011(3): 10.

(收稿日期:2021-02-12)

(上接第 193 页)

算风险发生概率及风险发生损失,制定项目风险分析表,与非行车直接相关子系统应适当增加风险加权值。同时,应依据风险发生的概率和发生响应风险所产生的损失,制定风险接受准则。表 2 是某项目通信系统改造所采用的风险接受准则,其中 A 是可忽略的风险、B 是可接受的较小风险、C 是较高需要进行管理的风险、D 是严重的风险。通过专家风险评价指标的风险矩阵评分结果,基于最低合理可行原则将风险矩阵 C、D 两种风险纳入项目风险评价指标体系中。制定相关责任方的追责措施,风险值越大,发生风险后对相关方的惩罚措施越严厉。

表 2 某通信系统改造风险识别表					
风险 概率	不同风险概率下的风险损失				
	1	2	3	4	5
5	C	C	D	D	D
4	B	C	B	D	D
3	B	B	C	C	D
2	A	B	B	C	C
1	A	A	B	B	C

4 结语

确保运营安全是通信系统改造工程的重点。

制定合理、可行、经济的通信系统改造方案可在一定程度上保障安全运营安全。实现不同厂家产品的兼容,可以减小通信系统改造工程对既有设备规格和品牌的依赖、节省投资。在改造过程中,应结合既有设备、网络特点,充分考虑技术发展和后续扩展的可能性,采用统一、开放性的标准和协议;同时,应充分识别改造风险源,制定相应的风险防范措施,提升城市轨道交通通信系统改造工程的品质和安全。

参考文献

[1] 王艺桦,黄鑫,李芹. 电力调度软交换系统的互联互通设计[J]. 电测与仪表,2018(18): 70.

[2] 王贤亮,龙腾,严金华. 基于 SIP 协议的软交换系统接入设备兼容性研究[J]. 计算机工程与应用,2019(增刊 1): 391.

[3] 范颖慧. 影响上海轨道交通信号系统关键设备使用寿命的因素分析[J]. 城市轨道交通研究,2017(6): 86.

[4] 张立东. 基于开放协议的城市轨道交通视频监控系统[J]. 城市轨道交通研究,2015(3): 69.

(收稿日期:2020-07-25)