

## 城市轨道交通主、备用运营控制中心架构设计优化

田茂伟

(卡斯柯信号有限公司西安分公司, 710018, 西安)

**摘要** [目的]在现有模式下,当 OCC(运营控制中心)某核心设备整体故障后,就需要启用 BOCC(备用运营控制中心),这会大幅度增加调度人员运营指挥工作难度。因此需进行 OCC 和 BOCC 架构设计优化研究。[方法]以 ATS(列车自动监控)系统为例进行分析。介绍了 OCC 和 BOCC 中 ATS 系统的配置情况;分析了 OCC 和 BOCC 架构设计优化前后,BOCC 的功能定位、OCC 和 BOCC 的工作原理和切换方式。[结果及结论]OCC 和 BOCC 架构设计优化后,冗余性得到了显著提升,需要调度人员迁移到 BOCC 进行运营指挥的场景大幅减少,ATS 系统故障对相关外部接口系统的影响也明显降低。

**关键词** 城市轨道交通;运营控制中;备用运营控制中心;架构设计;冗余性

**中图分类号** U29-39

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2024.09.047

## Optimization of OCC and BOCC Architecture Design for Urban Rail Transit

TIAN Maowei

(Xi'an Branch of CASCO Signal Co., Ltd., 710018, Xi'an, China)

**Abstract** [Objective] Under the existing modes, when a core equipment in the OCC (operation control center) fails, the BOCC (backup operation control center) needs to be activated, which greatly increases the dispatchers' difficulty in operation command. Therefore, it is necessary to conduct research on optimization of the OCC and BOCC architecture design. [Method] ATS (automatic train supervision) system is taken as an example for analysis. The configuration of ATS system in OCC and BOCC is introduced. The function positioning of BOCC, the working principle and switching mode of OCC and BOCC before and after OCC and BOCC architecture design optimization are analyzed. [Result & Conclusion] The optimization of OCC and BOCC architecture design significantly improves the redundancy, greatly reduces the scenarios requiring dispatchers to move to BOCC for operation command, and obviously decreases the impact of ATS system faults on related external interface systems.

**Key words** urban rail transit; OCC; BOCC; architecture

design; redundancy

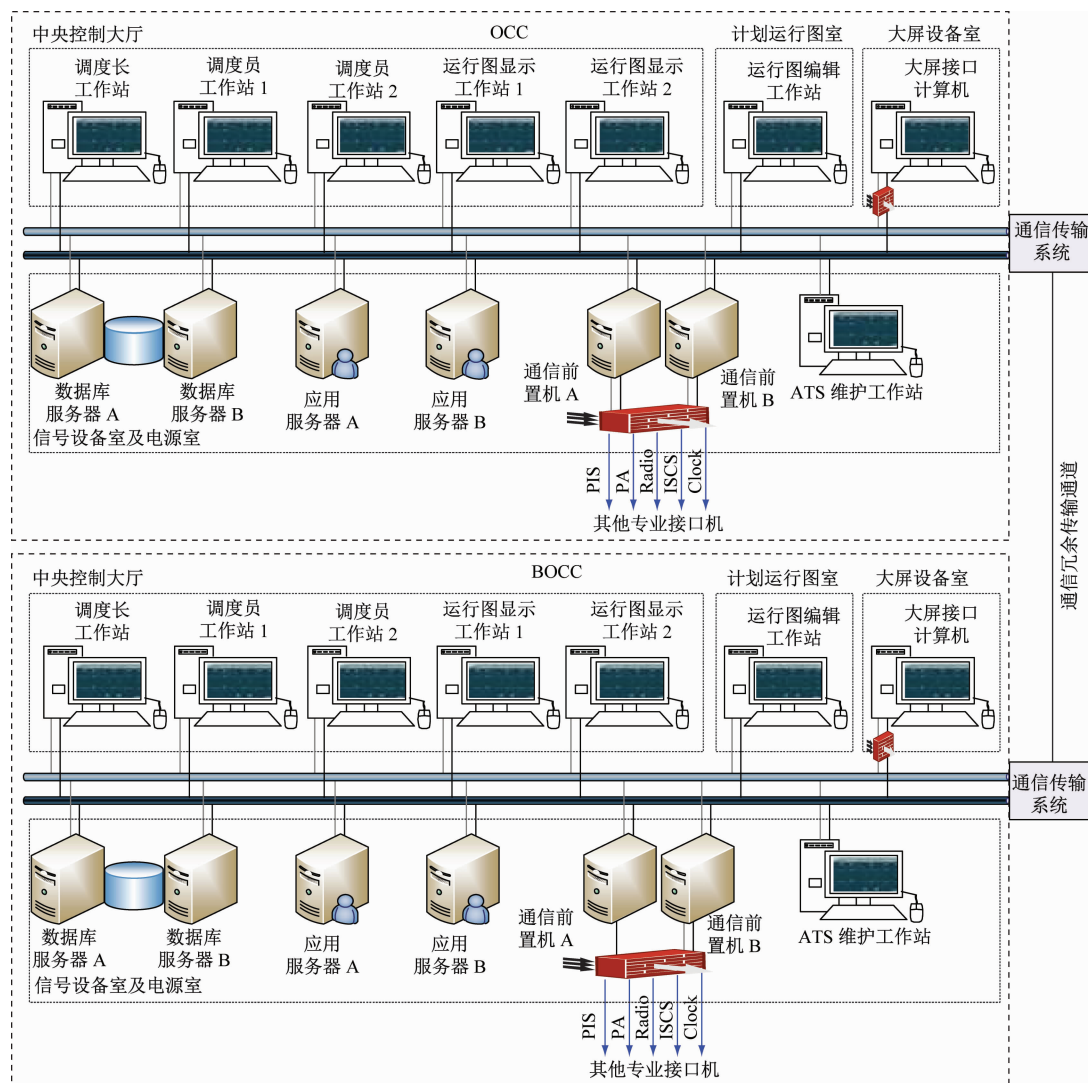
城市轨道交通列车的运营指挥工作都集中于 OCC(运营控制中心)。为了满足在 OCC 设备故障和灾备(如大规模断电、火灾、地震、战争、恐怖袭击等)情况下,还能保障城市轨道交通继续运营,不使运营中断,越来越多城市轨道交通运营方在新建线路中都设置了异地 BOCC(备用运营控制中心)。既有线路也在陆续增加和完善其相应的异地 BOCC。常态下,调度人员在 OCC 指挥全线列车运行,在 BOCC 无人值守。仅在 OCC 设备故障或遇到灾备等极端情况下 OCC 陷入瘫痪时,才需要整体启用 BOCC,相应的调度人员也需要从 OCC 迁移到 BOCC 进行全线运营调度指挥。

根据目前 OCC 和 BOCC 的架构设计,当 OCC 某核心设备如数据库服务器、应用服务器、通信前置机等双机故障后,就需要启用 BOCC。根据此设计定位,BOCC 启用的场景比较多,这样就增加了调度人员的工作难度。ATS(列车自动监控)系统是调度员指挥列车运行的中枢系统,因此本文以 ATS 系统运行模式为例,分析 OCC 和 BOCC 架构设计优化前后 BOCC 的功能定位、OCC 和 BOCC 的工作原理和切换方式。

## 1 OCC 和 BOCC 中 ATS 系统配置

ATS 系统在 OCC 配备冗余的数据库服务器、冗余的应用服务器、冗余的通信前置机、若干中心工作站(含调度长工作站、调度员工作站、运行图显示工作站、运行图编辑工作站、维护工作站等)、大屏接口计算机等。

ATS 系统在 BOCC 的配备与 OCC 的一样。在 BOCC,通过通信传输系统为双控制中心 ATS 系统提供的可靠冗余数据传输通道,与 OCC 互为热备冗余(见图 1)。为控制成本,也可仅在 BOCC 配备单套数据库服务器、应用服务器、通信前置机和调度员工作站。



注:PIS—乘客信息系统;PA—广播系统;Radio—无线系统;ISCS—综合监控系统;Clock—时钟系统。

图1 典型OCC和BOCC中ATS系统设备配置

Fig. 1 ATS system equipment configuration in typical OCC and BOCC

数据库服务器用于存放时刻表信息、列车编组信息、列车运行信息、告警信息等,供系统调用和用户查看。应用服务器是ATS系统信息处理的中枢,将获取到的站场信息、列车信息和告警信息等发送给工作站和大屏显示,并处理调度员的各种信号设备遥控、列车远程控制等操作请求,同时还负责自动调度和自动调整、在线时刻表和派班计划编辑、用户管理、编组管理等操作的后台处理。通信前置机用于ATS系统与PIS、PA、Radio、ISCS、Clock等外部系统接口,负责转发ATS系统与外部系统的数据消息。中心工作站用于显示站场信息及列车信息,并提供各项控制和管理的人机操作界面。大屏接口计算机用于将ATS系统信息传送到大屏上进行显示。

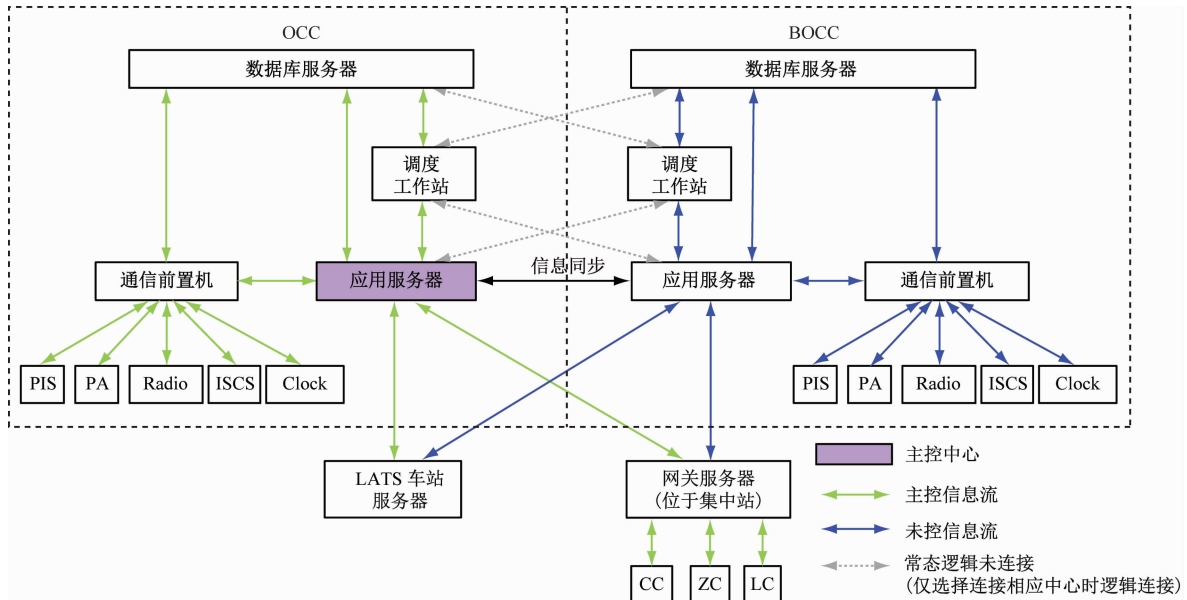
## 2 OCC和BOCC既有架构设计

### 2.1 功能定位

本设计原则中,BOCC的功能定位是整体作为OCC的备份。仅在OCC遇到突发状况导致其行车指挥功能丧失时,BOCC临时接管线路指挥权;OCC功能恢复正常后,立即接管线路指挥权。

### 2.2 工作原理

OCC和BOCC既有ATS系统运行模式为主控模式(见图2),以应用服务器是否是主控作为控制节点,即只有该中心应用服务器状态为主控时,该中心才具备控制权限。此模式的特点为:①OCC、BOCC的主控状态升级、降级仅能通过人工手动操作完成。②OCC、BOCC同时只能有一个为主控状



注:LATS—车站ATS;CC—车载控制器;ZC—区域控制器;LC—线路控制器。

图2 OCC和BOCC既有架构设计中ATS系统主控模式下信息流示意图

Fig. 2 Schematic diagram of ATS system information flow under main control mode in the existing OCC and BOCC architecture design

态。③若应用服务器为非主控状态,则该中心仅具备监视功能。④正常情况下,只有将主控中心的应用服务器主控状态降级后,原处于非主控的中心才能申请升级为主控中心。⑤主控中心冗余的应用服务器均故障的情况下,原处于非主控的中心能直接申请升级为主控中心。⑥OCC、BOCC的数据库服务器、通信前置机完全独立,数据分别存储在各自数据库服务器内。⑦用户登录信息、系统参数、编组信息只能从OCC向BOCC同步,且只能在OCC为主控时进行添加、删除、修改操作。⑧当天计划只有在基于周计划自动创建的情况下,OCC和BOCC才能自动同步;其余情况下对当天计划的操

作,只影响主控中心。⑨OCC和BOCC的调度工作站、大屏可以通过菜单自行选择连接OCC或BOCC。⑩当OCC和BOCC调度工作站同时连接主控中心时,其控制权限为互斥关系,即其中某个中心的调度工作站具备控制权限时,另一控制中心的调度工作站只能监视不能控制,若其需要控制权限,则需先注销另一中心具备控制权限的调度工作站用户,释放权限。外部接口信息以主控中心通信前置机的输出/输入为准。

### 2.3 切换设计

主控模式下OCC和BOCC切换设计如表1所示。

表1 主控模式下OCC和BOCC切换设计

Tab.1 OCC and BOCC switching design under main control mode

故障类型	OCC	BOCC	运营影响	外部接口影响
OCC 电源故障/整体不可用	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 数据库服务器整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 应用服务器整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 通信前置机整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 调度工作站整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 调度工作站部分故障	正常运行	正常运行	无影响	无影响
OCC 传输通道整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	外部接口切换到 BOCC
OCC 传输通道冗余故障	正常运行	正常运行	无影响	无影响

### 2.4 优缺点

优点:定位明确,结构相对简单;同时只有一个

中心有控制权限,能有效防止BOCC误操作。

缺点:数据库服务器、应用服务器、通信前置机

其中一个完全故障,就需要切换到 BOCC,调度人员需赶往 BOCC,外部接口信息需切换到从 BOCC 的通信前置机获取,因此增加了运营的难度和与外部接口切换复杂性;非基于周计划自动创建的当天计划,在控制中心做修改操作时,非控制中心无法同步;用户登录信息、系统参数、编组信息在备用中心为主控时也无法添加、修改、删除。

### 3 OCC 和 BOCC 架构优化设计

#### 3.1 功能定位

对目前主、备用运营控制中心架构的缺点进行优化,在优化后的设计原则中,BOCC 的功能定位,可整体作为 OCC 的备份,也可部分作为 OCC 的备份。即当 OCC 局部设备如数据库服务器、应用服务器、通信前置机故障时,调度员无须赶往 BOCC。

#### 3.2 功能优化

优化后,OCC 和 BOCC 的 ATS 系统运行模式

为等价模式(见图3)。主要做了以下优化设计(为便于描述,以下默认 OCC 为主控状态):①OCC 和 BOCC 的数据除分别存储在各自数据库服务器内外,还同时存储到对方数据库服务器内。当 OCC 数据库服务器故障后,可直接对 BOCC 数据库服务器读写;当 OCC 数据库服务器恢复后,可继续对其进行读写,其故障期间的数据也能通过 BOCC 数据库服务器读取。②OCC 对当天计划的操作,均实时同步到 BOCC 的应用服务器。③OCC 和 BOCC 通信前置机同时与外部接口交叉连接且交互完全相同的信息。在 OCC 通信前置机正常情况下,外部接口系统优先与 OCC 通信前置机连接并进行信息交互;在 OCC 通信前置机故障情况下,如外部接口系统从 OCC 通信前置机接收的 ATS 系统信息超时,应选择 BOCC 通信前置机发送过来的信息作为信息源;此时,只有当 BOCC 通信前置机接收的 ATS 系统信息超时,才再从 OCC 通信前置机接收消息。

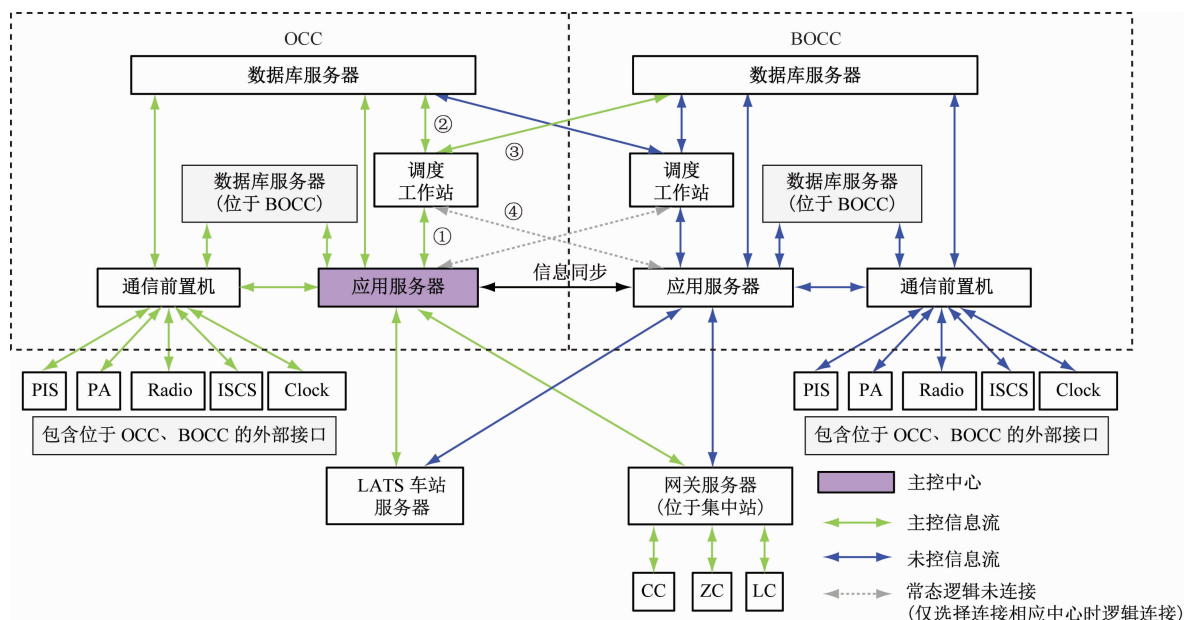


图3 OCC 和 BOCC 架构设计优化后 ATS 系统等价模式下信息流示意图

Fig. 3 Schematic diagram of ATS system information flow under equivalent control mode after OCC and BOCC architecture design optimization

#### 3.3 切换设计

等价模式下 OCC 和 BOCC 切换设计如表 2 所示。

#### 3.4 优缺点

优点:在保留当前只有一个中心有控制权限优点的基础上,系统冗余功能更加灵活,仅在 OCC 整体电源故障、所有调度工作站完全故障和传输通道

整体故障的场景,才需要调度人员赶往 BOCC;在 OCC 部分和整体故障的情况下,外部接口均无须切换到备用控制中心,对其他专业影响较小。

缺点:结构相对比较复杂且信息交互量略微增多;由于需要同时与 OCC 和 BOCC 的通信前置机连接,因此增加了外部接口系统连接的复杂度。

虽然结构稍显复杂,但对现场来说只需要增加



表 2 等价模式下 OCC 和 BOCC 切换设计

Tab. 2 OCC and BOCC switching design under equivalent control mode

故障类型	主用控制中心	备用控制中心	运营影响	外部接口影响
OCC 电源故障/整体不可用	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	无影响
OCC 数据库服务器整体故障	抢修	正常运营	无影响	无影响
OCC 应用服务器整体故障	抢修	正常运营	无影响	无影响
OCC 通信前置机整体故障	抢修	正常运营	无影响	无影响
OCC 调度工作站整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	无影响
OCC 调度工作站部分故障	正常运营	正常运营	无影响	无影响
OCC 传输通道整体故障	抢修	启用	调度人员赶往 BOCC	无影响
OCC 传输通道冗余故障	正常运营	正常运营	无影响	无影响

OCC 和 BOCC 通信前置机与外部接口系统间交叉网络连接即可;对于因增加该连接而增加的复杂度,只需稍微改动外部接口系统与通信前置机的连接策略即可实现。

#### 4 结语

综上所述,OCC 和 BOCC 架构设计优化后,ATS 系统切换到 BOCC 的场景明显减少,同时 ATS 系统故障对 PIS、PA、Radio、ISCS、Clock 等外部接口系统的影响也明显降低了。

#### 参考文献

- [1] 李彦华. 轨道交通信号系统 SIL 定级实例探讨[J]. 铁路通信信号工程技术, 2018, 15(10): 91.  
LI Yanhua. SIL determination cases of urban rail transit signal systems[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2018, 15(10): 91.
- [2] 董超, 张昱敏, 刘德伟. 城市轨道交通列车自动监控系统主备控制中心切换方案[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26

(5): 263.

DONG Chao, ZHANG Yumin, LIU Dewei. Main and backup OCC switchover proposal for urban rail transit ATS system[J]. Urban Mass Transit, 2023, 26(5): 263.

- [3] 刘涛. 地铁全自动运行控制中心信号系统冗余设计方案[J]. 铁道通信信号, 2021, 57(9): 88.  
LIU Tao. Redundancy design scheme of control center signal system in FAO metro[J]. Railway Signalling & Communication, 2021, 57(9): 88.
- [4] 张海鹏, 刘灵. 趋中心化 FAOTS 系统在香港南港岛线的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2022(14): 192.  
ZHANG Haipeng, LIU Ling. The application of centralized FAOTS system in south island line[J]. Electronic Technology & Software Engineering, 2022(14): 192.

• 收稿日期:2024-01-12 修回日期:2024-03-21 出版日期:2024-09-10  
Received:2024-01-12 Revised:2024-03-21 Published:2024-09-10  
• 通信作者:田茂伟,工程师,13681646176@163.com  
• ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 263 页)

- DENG Zhixiang. Research on signal system selection for suburban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2017, 20(5): 7.
- [5] 江明. CTCS-3 级系统发展历程及技术创新[J]. 铁路通信信号工程技术, 2020, 17(1): 2.  
JIANG Ming. Development history and technological innovation of CTCS-3 train control system[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2020, 17(1): 2.
- [6] 王秀丽. 市域铁路到发线有效长度探讨[J]. 中国铁路, 2018(8): 28.  
WANG Xiuli. The study on the effective length of suburban railway receiving-departure track[J]. China Railway, 2018(8): 28.
- [7] 席武夷. 国铁 CTCS 与城市轨道交通 CBTC 列控系统的多网融合方案研究[J]. 铁道通信信号, 2021, 57(10): 81.  
XI Wuyi. Research on solution to multi-network integration of

CTCS for national railway and CBTC for urban rail transit[J]. Railway Signalling & Communication, 2021, 57(10): 81.

- [8] 刘实秋. 重庆城市轨道交通快线列控系统选型分析[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18(1): 66.  
LIU Shiqiu. Analysis of selection of train control system for Chongqing urban rail express[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2021, 18(1): 66.

• 收稿日期:2022-05-15 修回日期:2022-06-21 出版日期:2024-09-10  
Received:2022-05-15 Revised:2022-06-21 Published:2024-09-10  
• 通信作者:全宏宇,高级工程师,tsy\_quanhy@qq.com  
• ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license