

# 地铁既有线信号系统上叠加点式功能的改造方案设计

陈 通

(大连地铁建设有限公司,116021,大连//工程师)

**摘 要** 地铁既有线的信号系统改造需求日益增大,如何在不影响既有线运营条件下有效地进行改造具有重要的现实意义。根据大连地铁 3 号线的运营现状、投资状况以及我国城市轨道交通信号设备技术发展情况,对固定闭塞制式信号系统的改造技术方案进行了探讨和研究,提出了一种既有线信号系统改造方案设计的新思路。

**关键词** 地铁;信号系统;改造;点式系统

**中图分类号** U231.7

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2019.08.036

## Design of Transitional Upgrading Scheme for the Overlay Intermittent Function in Existing Metro Signal System

CHEN Tong

**Abstract** With increasing demands for the reconstruction of the existing metro line signal system, it is of great significance to upgrade the metro signal system with less impact on the existing line operation. Based on the operation and investment status of Dalian metro Line 3, as well as the development of urban rail transit signal equipment technology in China, in this paper the technical reform scheme of the fixed signal occlusion system is discussed and studied, a new design scheme for the reconstruction of existing signal system is propose.

**Key words** metro; signal system; reconstruction; intermittent system

**Author's address** Dalian Metro Construction Co., Ltd., 116021, Dalian, China

大连地铁 3 号线全长 48.9 km,设 12 座车站、1 个车辆段和 1 个控制中心。其现有信号系统主要包括调度集中(CTC)系统、列车自动防护(ATP)系统及计算机联锁(CI)系统,自 2002 年开通至今已运行超过 15 年,达到规定的大修周期及信号设备寿命周期。

## 1 大连地铁 3 号线改造基本情况

### 1.1 改造需求

大连地铁 3 号线为固定闭塞制式 ATP 系统,采用阶梯式速度曲线控制方式,主要由 WG-21A 型无绝缘移频轨道电路和车载 ATP 系统组成。随着既有信号系统使用年限的增加,设备处于严重老化状态,可靠性下降,故障率高发,已影响到了行车安全和准点率。同时,随着客流量的不断增长,现有系统无法缩短列车追踪间隔。为此,需要对其信号系统进行改造,达到确保运营安全和缩短运营间隔的目的。

### 1.2 改造内容

基于通信的列车控制(CBTC)系统在既有线改造中具有无可比拟的优势,它可独立于既有信号系统设备进行安装调试和运行。因此,对大连地铁 3 号线固定闭塞信号系统的升级改造设计为 CBTC 系统。

改造的内容包括:联锁系统,CTC 系统,车载 ATP\ATO 设备,电源设备,转辙机、信号机,车地通信设备材料,控制中心大屏,以及电缆、箱盒和组合设备等。车辆段联锁、轨道电路等设备不进行改造。

由于既有信号设备室面积较小,在升级阶段无法满足新、旧设备并存,因此部分设备集中站需要重新规划设备室,保证至少有 70 m<sup>2</sup> 的场地。同时,依据信号设备室和区间设备位置对电缆路径重新规划。既有信号系统结构如图 1 所示。

### 1.3 改造原则

改造过程需要平滑过渡至 CBTC 系统。为了安全高效的完成改造内容,实施中应遵循如下原则:

1) 新系统设备的安装、调试、系统倒接,以及既有信号系统后期拆解过程中,不应影响线路的正常运营。

2) 既有列车车载设备更新改造时间较长,改造方案需考虑新、旧系统装备列车的混合运营,列车

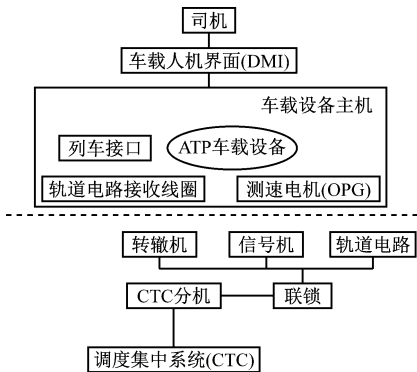


图 1 既有信号系统结构图

追踪间隔应满足既有系统的需求。

3) 在整个系统倒接过程中,运营时段既有信号系统的控制不会被中断,系统运营效率不会降低。

4) 在改造过渡期间保证现有的安全运行程度和运行效率,在整个系统过渡阶段所有运行列车均有车载 ATP 防护。

为尽量不影响线路的日常运营,涉及到既有设备和线路的安装调试工作都需安排在夜间停运后进行。所以,改造实施的基本思路是设置倒接开关/设备,对新、旧设备进行倒接。白天运营时段,倒接开关/设备处于“运营”位置,接通既有信号设备,保证线路日常运营的正常进行;在运营结束后,倒接开关/设备被调至“调试”位置,接通新设备进行调试,直至最终调试完成。

## 2 地铁信号系统改造的通常设计方案

### 2.1 轨旁系统与车载系统进行倒接(方案一)

轨旁系统倒接(如图 2 所示)发生于既有系统正常运营模式与新系统 CBTC 模式之间;倒接过程所涉及的所有阶段,系统均具备车载 ATP 防护。

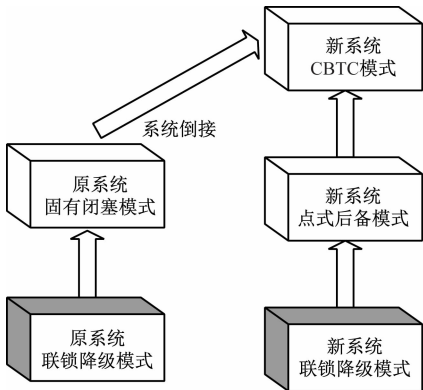


图 2 轨旁系统倒接方案

车载系统部分调试期间采用新旧设备同时存在的方案,新车载 ATP 在夜间调试时使用,而白天运营时段使用旧车载 ATP。后期系统开通后,将拆除旧车载 ATP 系统,仅保留新车载 ATP 系统。其改造顺序如图 3 所示。

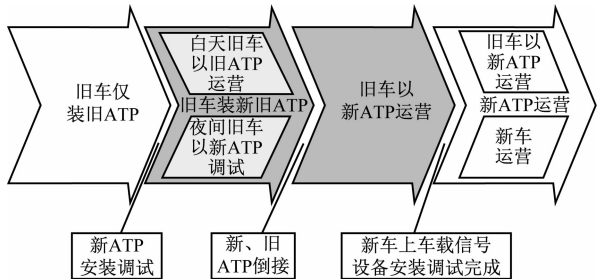


图 3 车载系统改造顺序

### 2.2 车载系统兼容旧设备(方案二)

第一阶段对车载系统进行改造,使其兼容既有轨道电路系统,一次性将车载设备改造安装;第二阶段改造轨旁系统,替换既有 ATS(列车自动监控)、联锁等设备,调试期间进行倒接,实现固定闭塞系统向 CBTC 移动闭塞系统的平稳过渡。

## 3 大连地铁 3 号线信号系统改造方案设计

上述方案一是地铁信号系统改造过程中经常采用的一种方法。它的问题在于车载新、旧设备同时存在,需要占用客室的场地较大。同时这种方案是先拆除旧机柜,腾出位置留给新机柜,待调试完成开通后再拆旧,车载设备需要拆两次;此外,人机界面也需要倒切,非调试时段如果倒切,管理有问题,也会影响车辆正常运营。整个改造过程中的难点在于车载设备的更新,因此改造方案应尽量减少这一部分的工作内容。方案二可以一次性将车载设备改造安装,但是问题在于需要兼容旧的轨道电路设备,这对于一部分系统设备工作量非常大。

考虑到如何尽量减少车载设备的改造工作,同时现有设备系统不必要兼容旧的轨道电路设备,可以采用在既有系统基础上叠加点式功能的方案:轨旁首先增设信号机及点式信标,旧装备车仍由既有 ATP 设备提供防护,新装备车由新点式 ATP 提供防护;叠加完成后,配有新旧装备的列车可同时在线运行和混合追踪,以支持列车和轨旁的同步改造。为方便运营组织,新、旧装备车均按信号显示行车。既有轨旁和车载系统的更新改造,将按照如图 4 所示三阶段实施。

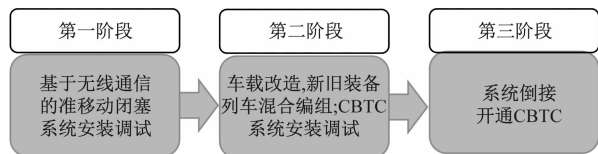


图4 叠加点式三阶段方案

在既有系统基础上叠加点式 ATP 系统,旧装备车仍基于 ATP 速度码进行防护,新装备车以点式

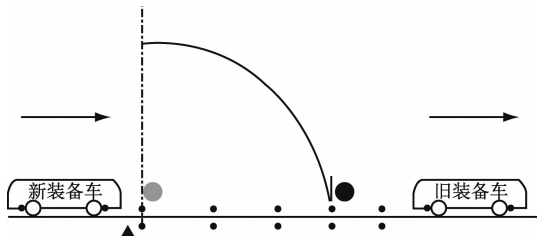
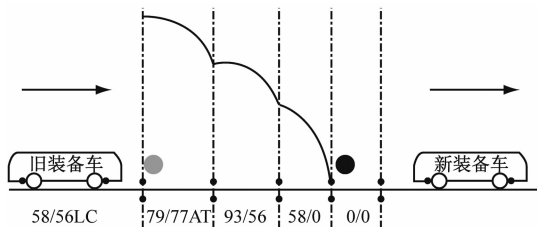


图5 叠加点式系统列车追踪示意图

ATP 模式运行(如图5所示)。运行中,既有设备保持不变,维持旧装备车的运行;新设定位信标和点式信标、出站信号机和必要的区间通过信号机,以支持新装备车以点式模式运行;利用既有继电器实现对新设信号机和动态信标的控制;为统一运营组织方式,新、旧装备车均根据信号显示,以信号机-信号机闭塞方式运行。



## 4 大连地铁3号线信号系统改造实施设计

### 4.1 改造步骤

- 1) 系统设计阶段——完成信号系统改造方案的详细设计、接口设计和现场定测等内容。
- 2) 安装调试阶段——完成轨旁和车载设备的安装和静态调试工作。
- 3) 动车测试阶段——在夜间接通新的轨旁和车载设备进行调试。
- 4) 新系统试运行阶段——完成新系统综合联调等各项测试,具备载客试运行条件后,对旧信号设备进行拆除。

### 4.2 实施设计

#### 4.2.1 轨旁及车载设备改造

轨旁既有信号机、转辙机、室外线缆及箱盒均需要更新,室内新设 ZC(区域控制器)、CI、ATS、维护监测及 DCS(数据通信子系统)网络设备;增加倒切装置,实现调试阶段室外信号机、转辙机控制的灵活倒切。

既有旧装备列车需要分批运回车辆厂改造为

CBTC 装备列车,然后在非运营时间上线完成点式模式的调试。调试完成的列车,可上线投入运营,与旧装备列车混合编组运营。

列车改造内容包括:

- 1) 驾驶台改造:安装新的司机驾驶显示单元 TOD、驾驶模式开关、发车按钮、自动折返按钮。
- 2) 车载机柜替换:按照新的车载机柜尺寸改造底座及固定机构。
- 3) 增加首、尾端列车线及车端连接器。
- 4) 换装新的 DF16 型 6 通道速度传感器。
- 5) 安装车、地通信天线及信标读取天线。
- 6) 修改 CC(中央计算机)与车辆接口电路,如门控电路等。
- 7) 新设 ATO 与车辆管理系统(TMS)接口。

#### 4.2.2 调试倒切

在既有防雷分线柜侧设置新、旧联锁设备控制倒切开关,实现既有转辙机、信号机的控制倒切;在新设防雷分线柜侧设置新旧联锁设备控制倒切开关,实现新增信号机和点式信标控制的倒切。倒切装置安装如图6所示,倒切装置位置如图7所示。

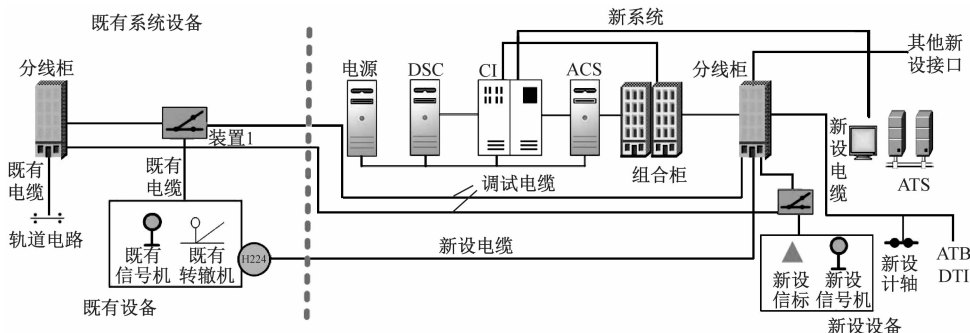


图6 倒切装置安装示意图

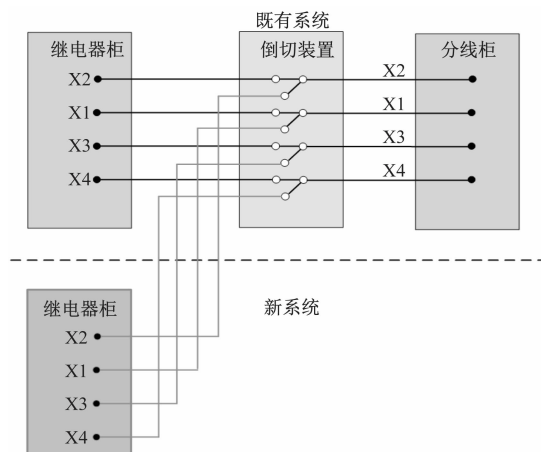


图7 倒切装置位置示意图

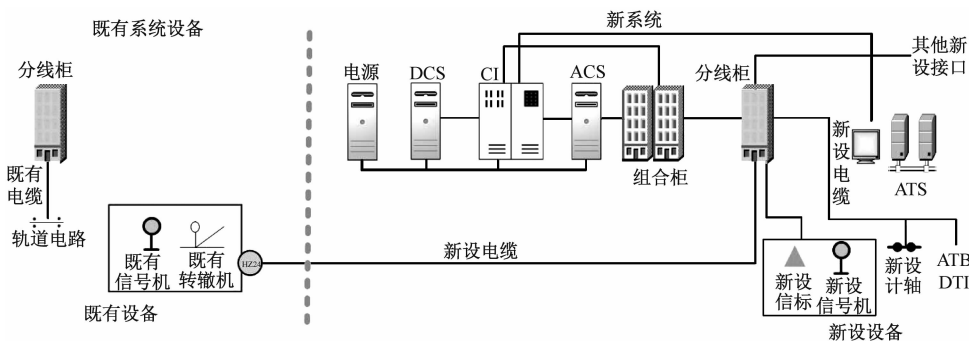


图8 倒切装置拆除后示意图

## 5 结语

地铁既有线信号系统的改造是一项非常复杂的系统工程,而且通常情况下都要求保证次日线路正常运营,因此新系统的调试、割接等只能在夜间完成,这势必造成其施工作业时间短、安全风险系数高的情况。因此,合理的方案设计和策划,是地铁既有信号系统改造成功的重要因素。叠加点式功能的改造方案,可以减少工作量、缩短施工周期和降低成本,同时不影响地铁既有线的正常运营。

## 参考文献

[1] 钱丽芳,谭喜堂,申朝旭.北京地铁1号线运能现状及提高措

施[J].城市轨道交通研究,2012(2):69.

[2] 姬翠玲.地铁信号系统更新改造探讨[J].现代城市轨道交通,2006(5):33.

[3] 陈光.基于贯通运营的地铁延伸段信号系统设计与改造[J].城市轨道交通研究,2018(9):139.

[4] 马永恒.城市轨道交通信号系统改造倒接方案设计[J].微电机与应用,2015,10(19):7.

[5] 刘瑞铭.重庆轨道交通2号线较新段通信系统改造方案设计与研究[J].数字通信世界,2017,9(6):51.

[6] 廖理明,鄯洪民.轨道交通延伸工程车站信号改造方案[J].铁道通信信号,2007,43(11):30.

[7] 韩臻.既有地铁线路运能提高信号系统局部改造方案举例[J].铁路通信信号工程技术,2014,11(1):84.

(收稿日期:2019-01-18)

欢迎访问《城市轨道交通研究》网站

www.umt1998.com