

Comparison of Urban Traffic Signal and Railway Signal Development for Municipal Applications

Xin Gao

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

Abstract

The paper focuses on analyzing the development status of railway and urban rail. For the future development, equipment and application, station interlocking and protection, information transmission and reception, speed measurement and ranging, summarize the similarities and differences between the two should learn from each other, absorb the advantages and disadvantages, improve the connection between urban rail and large iron, and prepare for the development of high-speed railway. At the same time combing the big iron and city rail overall framework and the mutual relationship between the signal, to a certain extent, explained the inheritance of the city rail signal and large iron signal, and find the advantages and disadvantages, comparison and analysis of the city rail system signal control becomes more reasonable and effective, thus condensed system control method.

Keywords

signal system; urban rail transit signal system; comparative study; municipal application

城市交通信号与铁路信号发展比较于市政应用

高鑫

中铁第五勘察设计院集团有限公司, 中国·北京 102600

摘要

论文着重分析铁路和城轨发展现状。面向铁路信号系统和城轨信号系统中未来发展、设备机械及应用、车站联锁及防护、信息传送和接收、测速测距等进行了对比和分析,总结了两者之间的异同;比较两者差异长短应互相借鉴,互相吸取优缺点,完善城轨和大铁的对接,为高速铁路发展做好准备。同时梳理了大铁和城轨的整体构架和两者信号间的相互关系,在一定程度上解释了城轨信号与大铁信号的继承性,并找寻了双方的优缺点,进行比较和分析将大铁系统和城轨系统信号控制变得更加合理有效,从而凝聚系统的控制方法。

关键词

铁路信号系统;城市轨道交通信号系统;比较研究;市政应用

1 引言

中国铁路至今已经历一百多年:第一条营业铁路是1876年通车上海吴淞铁路,已有141年历史;中国1881年第一条自主创建的铁路唐胥铁路,至今也存在136年了。

从往昔的人工操作,待守的臂板信号,到现在用灯光来指示信号,通过车站电气集中来提高铁路运输效率进而保证车站行车安全,微机联锁更是发展为铁路重要的信号系统。

中国铁路的一次次提速中,间接缩短了空间的距离。区间信号系统更是列车由普通铁路向高速化铁路转型的关键^[1]。

【作者简介】高鑫(1995-),男,中国河北承德人,本科,助理工程师,从事轨道交通信号与控制系统设计研究。

城市轨道交通作为城市市政建设的关键一环,地铁、轻轨、有轨电车、城际铁路都归属于城市轨道交通领域,是城市基础设施建设的重要环节,城市轨道交通改变了社会的消费、生活及生产方式,对城市的经济运作产生了深远影响。

2 城市轨道交通信号系统简介

城轨信号系统由车辆段信号控制系统和列车运行自动控制系统(ATC)两个部分组成,其拥有列车进路控制、列车间隔控制、调度指挥、信息管理、设备工况监测及维护管理等作用,是一个高效综合自动化系统。城轨系统的信号系统更是从基本的ATC系统向着CBTC系统过渡,实现更快的信号制式,实现一次一次更精准的定位停车,完成速度的飞跃。

3 铁路信号系统简介

铁路信号设备组成:信号继电器,信号机,轨道电路,

转辙机等。铁路信号设备还包括：调度监督、调度集中、车站遥控或遥信设备、机车信号、列车超速防护装置以及驼峰信号、道口自动信号及自动通知等。

4 铁路信号与城轨交通的相同和异同

4.1 铁路信号系统与城市轨道交通信号系统的相同点

城市轨道交通信号系统和铁路交通信号系统都是轨道信号的两个分支之一，两者从运营方式、应用设备、控制模式等方面都有一定的联系，城轨信号可以说是铁路信号在城市上的应用和改良。

4.1.1 城轨信号设备沿用的铁路信号的基本设备

城市轨道交通和铁路交通有基本相同的信号设备，如信号机、轨道电路、转辙机、计轴器、应答器等。

布局方式及会有一些不同，但由于设备大体相同，从而应用形式方面作用是一样的。虽然城轨中信号机放在右侧大铁在左侧但在城规中信号机柱也分为高柱信号机、矮型信号机如图1且都具备车载灯光进行显示且都拥有一定的信号机限界和放置指标，在作用上都是防护列车使列车安全行驶。

①正线上信号机设置。

第一，在ATC控制区域的线路除了有出站性质以外的其他信号机应设引导信号外都应在道岔防护信号机上设置。

第二，将出站信号机、反方向出站信号机设置在拥有ATC的车站。

第三，设有ATP系统的城市轨道交通，通常不设置通过信号机，由于各地的实际状况不同，从而有些股道区段要进行降级行车，从而启用信号机。

②车辆段/停车场的信号机设置。

第一，在车辆段/停车场入口应设置引导信号机和防护信号机。

第二，在每个线路的尽头都应该设阻挡信号机。

第三，在两条轨道可以同时存在的车站，或停车线中间要设有阻拦信号机进行防护，有时此信号机也能进行调车作用显示。

城轨中轨道以正线，辅助线，车厂线来分类的。但轨道电路却和大铁中几乎一样了，都是由导体，绝缘节，受电设备，送电设备，限流电阻组成，从um71到ZWP2000A，工频到音频无绝缘再到数字轨道电路一次次革新发展到现在的CBTC中联合运用轨道电路也在不停地一步一步地前进。

至于转辙机，道岔的定反位不变，它作用也就不会变化。

计轴设备（见图1）都是用于检测轮轴数来判断进出区段的车载数从而判断检查区间是否被占用，而现在都运用了电子计轴系统，而电子计轴系统都是以线圈互感原理形成磁通使感应交流电和发送电压相反，从而形成脉冲，交由计算机设备完成计算，一般会与应答器联合使用，在城规和大铁

中两者并没有区别。

应答器分为有源应答器和无源应答器。①固定信标。

②给列车传递可变信息。在城轨和大铁中两者都是器械还是没有区别。

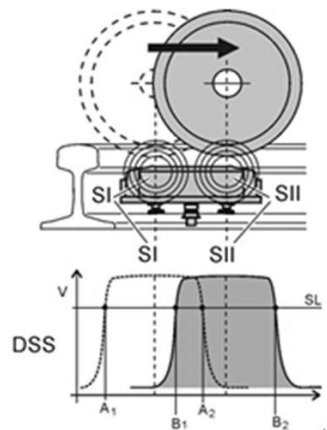


图1 计轴设备

4.1.2 停车点防护

由于闭塞采用的是移动闭塞，大多采用的是曲线模式，从而安全停车点就尤为重要，安全停车点是基于危险点定义的，危险点是列车超越后可能发生危险的点。一般情况下我们利用ATP的防护作用制成如图2的防护曲线，在停车点前有一个危险点，保证列车不越过防护区段，也可以在防护区段前设置5km/h类似的，可以在中间加速或减速，停在危险点前。

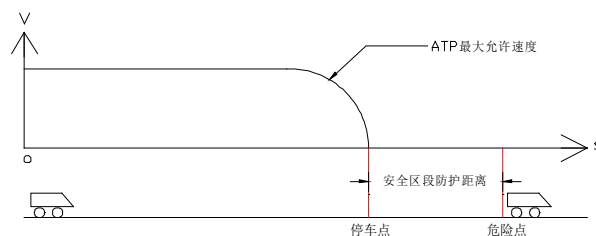


图2 防护曲线图

4.1.3 城轨沿用了铁路基本的联锁的含义

联锁拥有铁路交通及城轨交通基本上是一致的含义，是使信号，道岔和进路建立起来的相互依靠的关系。在铁路上联锁往往局限在车站内部大部分为6502车站联锁，城轨联锁一般包括正线和车辆段为CBTC联锁。但两者作用相似如下：

①检查区段空闲。

通过轨道电路，地面设备等机械收集信息来显示前方股道是否空闲或者被占用。

②建立进路。

保证前方空闲的情况下，锁闭敌对进路和道岔，并将

此信息发送出去。

③进路解锁。

在列车离开此路段时,检查有关设备,条件,使进路回复以前空闲状态的样子。

④信号显示。

当车载信号受阻或车载设备损坏,按照后备模式,信号提示情况下运行。

⑤保护进路。

设立侧冲防护,防止其他因素产生事故。

⑥确定运行方向。

显示并设置车辆在前方股道运行方向。

⑦交换信息。

为ATC提供车站开关,轨旁信息有关的重要信息。

计算机联锁,在城市轨道交通中都有所采用。而计算机连锁如图3所示,都是人机会话层、连锁层、监控层、室外设备组成。

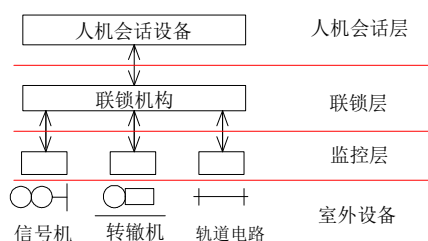


图3 计算机联锁设备示意图

4.1.4 两者都重视速度监督与超速防护(ATP)

ATP的速度限制分为两种:一种是固定速度限制,如区间最大允许速度,列车最大允许速度;另一种是临时性的速度限制,如面对事故维修时速度限制。

- ①列车最大允许运行速度;
- ②列车最大允许速度;
- ③区间最大允许速度。

某些特殊区域的临时限速以降低速度,功能满足了在某一特定地点低速运行的要求,如某些铁路的运行。ATP单元作为输入,通过沟通渠道的所有临时限速发送到汽车,车载ATP接收从路边ATP授权,与相应的跟踪部分的临时限速信息一致。ATP系统总是被密切监控以达到速度限制,一旦被超越,首先发出警告,然后紧急刹车,并作记录。

ATP系统是ATC系统的安全部分,具有速度保护、零速度检测和门限等功能。ATP提供速度限制信息,使列车在安全线之间保持平衡,使列车能够在限速的情况下运行。在连锁的区域,ATP保证开关锁,确保只有一列火车同时占据这一段。在高速铁路和城市轨道中使用的大部分ATP,一般是在大铁中运行,使用块调节时间控制,在之前的车辆跟踪确保其安全性和高效率。

4.1.5 测速与测距

ATP系统使用一个安装在轮轴上的速度传感器来测量火车的速度,并在驾驶室内产生一个速度曲线。ATP系统的

列车定位是以轨道电路为基础的,在运行距离测量的轨道电路中,依赖于记录的轮转,并预测转换的车轮直径,从而求出速度和距离。

对铁路而言,运用以下3种传感器进行测速:

①使用高铁测速雷达。

运用开普勒原理,控制距离测出速度,保证列车安全。

②轮轴脉冲转速传感器。

在高速铁路中,轴脉冲速度传感器广泛应用于磁电、光电、离心式、霍尔式等多种速度传感器。

③惯性加速度传感器。

对城轨而言,列车测速系统作为车载系统的一部分,由采集设备、接口单元和主处理单元构成。当然采集设备也是利用以上的传感器提供给列车的感知能力,接口单元负责传输和原始数据处理,主处理单元负责计算。

而测距都是轨道电路感知车辆位置根据位置进行对比测量,测速测距几乎是同时进行,然后交给系统进行评估确定画出距离曲线^[2]。

4.2 铁路信号系统与城市轨道交通信号系统的区别

城市轨道交通信号系统和铁路信号系统在信息传导和列车控制,还有车辆运营方面都几乎,但在的终极控制理念还是有很大不同之处的:城市轨道交通更加注意交通密度,掌握列车追踪间隔是控制的核心,和铁路信号系统不仅要缩短列车追踪间隔,间隔远低于大城市铁路,更重要的是提高运行速度,增加产能。所以这两个信号系统之间的差别比一般的要大得多。以下作简要分析。

4.2.1 铁路信号系统和城轨信号系统的发展渊源不同

铁路信号系统的技术来源于独立开发开始,基本设备定位有自己的知识产权,目前高铁技术还通过引进,消化,改善——自主创新实现更大程度的本地化,基本上达到了标准统一、完整的系统,产品有自己的独立的配套科研、教育、设计、制造、施工维修团队,这是一套完整的具有中国特色的铁路信号系统。

城轨则是初期基本沿用外国的城轨经验,没有完全自主的知识产权,也没有完善的工作规范和标准。

4.2.2 信号系统的构成方式不同

城市轨道交通信号系统主要由ATC系统和车辆段联锁系统组成,ATC由ATS\ATO\ATP三个系统组成。城轨车辆段类似于铁路的区段站,其行车组织工作主要包括编解、接发及调车,城轨交通车辆段的信号设备远多于其他车站,通常独立采用一套联锁装置。城市轨道交通信号灯颜色的选择,应该能够显示清晰,容易识别,容易记住和有足够的基本需求,如轨道交通规划计算机连锁的距离和铁路车站计算机连锁通用,但不同组合电路和铁路控制。

铁路信号系统包括车站联锁设备、区间闭塞设备及编组站驼峰控制系统及列车运行自动控制系统等组。车站联锁装置由一个信号、开关和开关机锁定装置、继电器、轨道电

路、计数装置、感应线圈的转发器和信号电源面板组成,利用上面的设备组合控制站在铁路信号联锁装置上。

4.2.3 闭塞制式不同导致地面/车上信息传输方式不同

城市轨道交通主要用于准移动闭塞或移动闭塞的区间控制。列车轨道的最小运行间隔仅为安全保护距离,在目前的速度制动中常用的最小正常轨道列车的运行速度,直到停车制动距离和安全保护距离,由列车前后的动态关系决定。

而铁路信号系统大多采用固定闭塞方式,大铁依据发展史来说人工闭塞,半自动闭塞,自动闭塞准移动闭塞到移动闭塞,还有特殊的站间闭塞等,自动闭塞常用于双线区段,半自动闭塞常用于单线区段,站间闭塞是指两站间无通过信号机使用的闭塞方式,使用较少。如今多用的是自动闭塞和站间闭塞如图4所示。

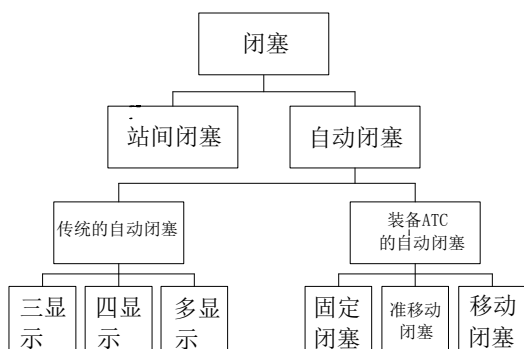


图4 闭塞结构图

4.2.4 车门控制

城轨车门控制远远高于铁路,在城轨中ATP系统有关,检测车门的作用。如图5所示车载系统发送指令直到屏蔽门动作都是ATP控制。

在铁路系统中,除高铁外几乎都是人工开关门,由乘务员在列车停稳后手动开门而在列车开始运行前开始关门而在高铁老车是在高铁列车进站。停稳后,司机会按下全列车车门打开的按钮,随后全列车车厢靠着站台一侧的车门就会打开。新车则是自动化控制。

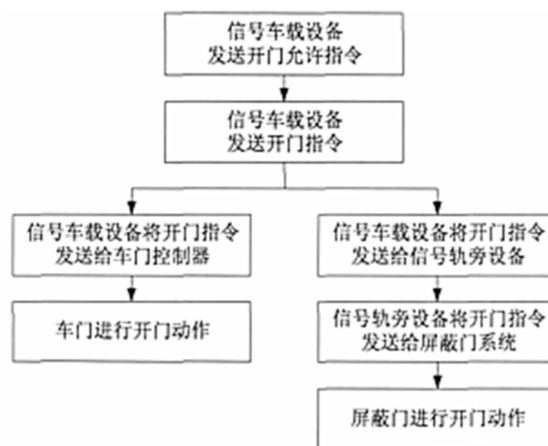


图5 车门开门流程图

4.2.5 行车间隔不同

城轨和铁路相比,城轨有一个明显的特点是密度高,效率高,如今修筑的城轨和地铁,往往都提出列车间隔在2min(甚至90s)左右的要求。为了有更高的安全保证,城轨的监控系统也比大铁灵敏,耐用,精度高得多。

对于大铁而言,因为是远程所以运用的行车闭塞,不可能有2min的要求,由于中国运用的是区间闭塞而非时间闭塞,闭塞分区也是有长度的,大体为1200~1500m^[3]。

5 结语

综上所述,铁路信号系统和城轨信号系统相比较,存在很多不同,但高速铁路与城市轨道交通信号系统相比,列车运行控制系统基本理念一致,目前,中国应将某些城轨控制技术移植向高速铁路,但高速铁路具有闭塞分区长,行车速度快、联锁及道岔控制复杂等特点,所以高速铁路应针对自己的特点在城市轨道交通列车运行控制系统的基础上进行改造和创新。

城市轨道交通信号的发展,是市政建设迈向现代化、自动化、智能化的需要组成部分,城市轨道交通的发展水平,是检验城市市政建设水平的重要指标。

参考文献

- [1] 林瑜筠.城市轨道交通信号[M].北京:中国铁道出版社,2008.
- [2] 林瑜筠.计算机联锁[M].北京:中国铁道出版社,2010.
- [3] 杨光,唐慎敏.几种典型的轨道交通运行控制系统的比较研究[J].铁道学报,2009,31(1):6.