

现代有轨电车智能控制系统中的车辆定位技术方案

李鸿旭 喻智宏 刘圣革

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

摘要 针对现代有轨电车不同子系统的车辆定位需求,通过对不同定位技术的综合分析,提出最适用于有轨电车的“计轴+感应环方式+信标定位”、“GPS/BD组合+信标定位”、“信标定位”等组合定位方式。

关键词 智能化控制系统;道岔控制子系统;综合调度系统;路口优先设备;车辆定位技术

中图分类号 U482.1;U29-39 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)06-0160-03

车辆定位设备是现代有轨电车智能化控制系统中的重要组成部分,可实现有轨电车进路功能,保证道岔区段的可靠占用检测,提高行车效率;它使调度中心与运营车辆实现信息交互,让调度员了解全线车辆运行情况并实时发布调度命令,使现代有轨电车成为一种实时、准确、高效的综合运输系统;同时它也为乘客提供信息服务,是实现有轨电车路口优先的必要手段。

1 现代有轨电车的定位需求分析

1.1 道岔控制系统对车辆定位功能的需求

在有轨电车“人工驾驶、司机瞭望、保证安全”的驾驶模式下,道岔控制子系统无疑是有轨电车智能化控制系统中保证行车安全和提高行车效率的最关键子系统。根据有轨电车的运营特点,地面设置的进路表示器为有轨电车的主体行车信号。进路表示器的正常开放,需要道岔控制子系统具备相应的联锁功能,而车辆定位设备又是实现联锁功能的基础设备。

现代有轨电车的道岔控制系统进路功能简单,通过对进路控制单组道岔的定反位,实现道岔的单操及锁闭,使道岔控制权具有特定、唯一、一次性。当电车

接近道岔控制区域时,提醒司机进行相关操作或触发自动进路;当电车进入进路内方时,确保道岔区段可靠锁闭,不能控制操纵道岔;电车通过进路后,进路自动解锁,道岔控制权自动释放。

道岔控制子系统对车辆定位需求是建立在传统轨道交通信号联锁的基础上的,又有别于传统轨道交通中信号联锁对车辆定位设备(列车位置检测设备)的要求。车辆定位需求主要表现为:在道岔控制区域内的接近区段、道岔区段和离去区段,对车辆定位功能的安全性、可靠性要求不同;受有轨电车安装条件、运营需求的限制,接近、道岔和离去3个区段采用的车辆定位设备可能不同;其中,道岔区段对车辆定位功能要求最高,要求其控制逻辑严密,符合故障-安全原则。

1.2 综合调度指挥系统对车辆定位功能的需求

国内外大部分有轨电车选用混合车道和半封闭车道,路权相对开放,高峰期行车间隔一般为3~5 min,全地面线的情况下通常采用人工驾驶模式。但是,开放式的运营环境使行车组织更易受外界影响。例如,客流量的突发性变化、运营电车与时刻表的较大偏差、运营电车间距的严重不合理、共线运营电车冲突的情况、电车遇到的特殊情况等,都会对行车造成一定的影响,这就需要立即调整在线运营车辆的运行参数及发车间隔。为实现有轨电车的高效运行,需要配置先进的调度设备,使其具备编制、管理行车、配车计划的功能,能够实现对全线电车的位置、车况、路口等信息的实时监控,满足中心调度决策的需要,有效地避免突发事故和行车拥堵无序的处理。

调度指挥系统对有轨电车车辆定位的需求,是为了满足行车调度的要求,同时还要满足与乘客信息系统的接口,为乘客的出行和乘车提供参考信息,充分提高有轨电车的管理水平和服务质量。

1.3 路口优先设备对车辆定位功能的需求

交叉路口是影响有轨电车运营速度、系统运力的重要因素之一,路口优先设备是有轨电车智能化控制

收稿日期:2013-10-25 修回日期:2013-10-31

作者简介:李鸿旭,男,工程师,从事轨道交通信号设计,13938421710@139.com

基金项目:北京市科委科技计划课题(Z090506006309017)

系统的重要组成部分。不管路口采用何种优先方式，在系统工作时，首先都需要对有轨电车车辆位置进行检测和定位，然后把信息传递给市政交通信号系统，再由市政交通对有轨电车位置信息进行分析、判断和处理，确定一种能使有轨电车优先通过交叉路口的相位，以实现有轨电车路口优先的目的。

1.4 现代有轨电车的车辆定位需求特点

1) 对车辆定位的精度要求不高,设备配置相对简单。有轨电车采用人工驾驶模式,不配置车载 ATP(列车自动防护)设备。不像地铁那样必须实时、精确地获得列车的速度、完整性和位置等信息,因此轨旁设备及车载设备较地铁和轻轨简单得多。

2) 对定位设备的安全性要求不同,设备选型可以多样化。道岔控制子系统、调度系统和路口优先设备对车辆定位安全性的要求不同:道岔控制子系统车辆定位设备既需配置符合故障-安全原则的定位设备,又需配置一定的非安全定位设备;调度系统对车辆定位的连续性要求较高,但安全性要求不高;路口设备是实现市政交通信号优先的配套设备,满足市政交通信号的功能需求即可,只要定位设备的安全性和车辆定位的连续性满足市政交通信号规范即可。所以,在满足不同子系统定位需求的前提下综合考虑,为各子系统选择最适合的定位设备。

3) 现场条件复杂,应充分考虑可维护性及不稳定性。定位设备需满足槽型轨及正线钢轨与地面平齐的工程条件。在混行路段,定位设备应能正常可靠地工作,且不影响社会车辆及行人的正常通行。定位设备的选型应充分考虑运营后的维修维护,尽量减少对市政道路、绿化草皮的破坏。路口优先随着城市的发展和路口交通状况的变化会出现调整,路口定位设备的选型还要考虑扩展及迁改方便。

2 现代有轨电车中的车辆定位技术方案

目前在轨道交通和城市智能交通(ITS)中,车辆定位设备主要有轨道电路、计轴、信标(应答器)、测速、卫星系统、感应环线、RFID(无线射频识别)、地感线圈(重力感应环)等。结合现代有轨电车中对车辆定位需求的简单性、多样性、可维护性及不稳定性,在有轨电车中宜采用组合定位法,即将适用于轨道交通和城市智能交通(ITS)的不同车辆定位技术相互融合,充分发挥各自的优势,进行优势互补,从而使有轨电车的车辆定位方案安全、实用、经济。

2.1 道岔控制子系统内的车辆定位方案

目前,在国内外采用及正在研发的道岔控制子系统中,车辆组合定位方案主要有 3 种。

2.1.1 方案 1:通信环线 + 轨道电路 + 重力感应环

在道岔控制区域的接近区段,设置通信感应环线,在岔前位置的轨道中央,布置一段长度约 9 m 的无绝缘轨道电路,轨道电路依靠切割磁力线的原理主动检测有轨电车的占用情况,车载无需增加任何收发器设备。在轨道电路后方安装重力感应环,对有轨电车实现出清检测。通过接近区域的通信感应环线,实现电车的接近定位和进路触发;利用轨道电路和重力感应环构成的逻辑组合条件,检查道岔的占用和出清情况;在道岔区段出清之前保持转辙机的锁闭状态,在道岔区段出清后释放道岔控制权。这种方案的轨旁设备布置如图 1 所示。

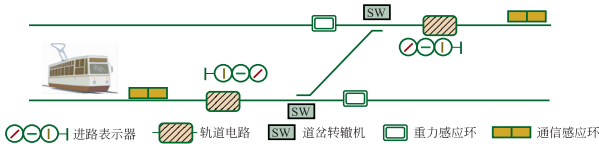


图 1 方案 1 的轨旁设备布置

2.1.2 方案 2:信标 + 重力感应环

在道岔控制区域的接近区段设置信标,在道岔区段设置配置信标和重力感应环,在离去区段设置信标。通过接近区段的信标,实现列车的接近定位和进路触发;信标和重力感应环构成的逻辑组合条件用来检查、判断道岔区段的占用和出清,利用离去区段的信标对电车出清道岔控制区域进行判断。根据道岔区段、离去区段的占用和出清的组合逻辑条件,保持电车在道岔控制区域内转辙机的可靠锁闭状态,实现电车在出清道岔控制区域后道岔控制权的释放。这种方案的轨旁设备布置如图 2 所示。

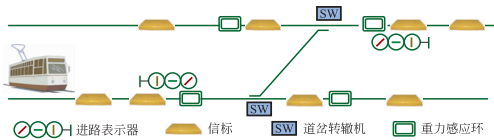


图 2 方案 2 的轨旁设备布置

2.1.3 方案 3:计轴 + 通信环线

在道岔控制区域的接近区段,设置双向通信感应环线,在道岔区段设置计轴器。接近区段的感应环线可实现车辆定位及车地通信(实现进路触发),通过计轴设备实现对道岔区域的可靠占用检测,使电车在出清道岔区段前保持转辙机的可靠锁闭状态。这种方案的轨旁设备布置如图 3 所示。

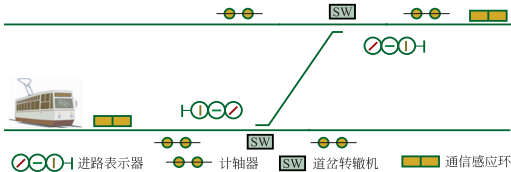


图 3 方案 3 的轨旁设备布置

2.1.4 车辆定位方案的比较

从理论上讲,上述3种方案均能满足有轨电车的车辆定位需求,可在实际工程的实施中结合工程需求和工程环境进行选择。从可靠性、国产化角度考虑,有轨电车道岔控制子系统的车辆定位技术可以优先选择“计轴+感应环”方式。因有轨电车存在不同交路共线运营的情况,为了保证行车安全,使道岔控制子系统的进路功能更为完善,建议在“计轴+感应环”方式的基础上,补充离去检测功能,考虑工程实施方便,建议离去检测采用信标的方式。

2.2 综合调度指挥子系统车辆定位方案

在青藏铁路 ITCS 列控系统、城市智能化交通和有轨电车中,GPS(全球定位系统)的定位技术得到了广泛的应用。但是,GPS的所有权、控制权、运营权都属于美国国防部,虽然免费向中国开放,但并不承诺保证使用,我国的CDMA网络,曾经因为美国GPS未授权,出现过瘫痪事件。为保证现代有轨电车定位信息的连续性和可靠性,有必要采用GPS/BD(北斗)组合定位系统。这样,BD与GPS系统定位互为备份,可以更好地实现精确定位。

GPS/BD组合定位系统虽然大大提高了电车定位的精度,但在20 000、21 500 km的高度,GPS、北斗卫星信号的传输和接受还是很容易被地形、地物、城市高楼群、立交桥遮挡,会降低定位精度,存在定位盲区。为有效解决卫星定位的误差、盲区以及存在无效定位信号的问题,必须增加一定的辅助设备,采用组合定位的方式,可获得满足运营调度需要的定位精度。鉴于在道岔区域的通信方式优先选择“感应环线+信标”方式,为减少工程设备配置类型,方便工程实施,综合调度指挥子系统车辆定位方案建议采用“GPS/BD组合+信标定位”方式。

2.3 路口优先设备中的车辆定位方案

路口优先设备的可靠性,取决于路口市政交通信号设置、有轨电车专用信号灯的可靠性和电车车辆定位设备的可靠性。市政交通信号无论是供电电源还是其控制设备,均无相应的冗余设施,其可靠性相对于有轨电车的智能化系统要低。路口优先设备存在不稳定性,因为这种设备最易随着城市的发展以及路口总体交通状况的变化而调整,所以是有轨电车配套设施中最不稳定的设备。

根据道岔控制系统选型和调度管理系统设备选型,为减少轨旁设备选型,减少车载设备的增加,道口优先设备中的电车定位设备既可以选择感应环线,也可以选择信标。考虑到路口优先设备中车辆定位设备的可靠性要求低,以及设备位置的不稳定性,同时为了减少设备在安装和维护时对市政道路路面造成破坏,建议选择工程实施相

对简单的无源信标作为路口优先设备中的车辆定位设备。

3 结语

通过对轨道式现代有轨电车智能化控制系统车辆定位需求的分析,通过对不同车辆定位方式的比较,提出道岔控制子系统选择“计轴+感应环+信标”的定位方式,综合调度指挥系统选择“GPS/BD组合+信标”的定位方式,路口优先设备选用“信标定位”的方式。随着现代有轨电车的复兴,国内很多厂商均在进行有轨电车控制系统的研发;随着技术的发展,会有更先进、更可靠、更简单的有轨电车车辆定位设备出现。为此,需要相关部门统一技术标准,使有轨电车车辆定位技术向标准化、产业化方向发展。

参考文献

[1] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 沈阳市浑南新区现代有轨电车一期工程1、2、3、5号线初步设计[G]. 北京,2010.

[2] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 沈阳市浑南新区现代有轨电车一期工程1、2、3、5号线施工图[G]. 北京,2012.

[3] 苏蕊,刘晓娟.“北斗”卫星导航系统在铁路行业中的应用[J]. 铁路通信信号工程技术,2011,8(6):29-30.

[4] 傅世善. 闭塞与列控概论[M]. 北京:中国铁道出版社,2006.

[5] 王少飞,高乃明. 基于RFID技术的快速公交(BRT)车辆定位方案[J]. 智能交通与城市信息,2012(12):81.

[6] 王灏,田振清,周楠森,等. 现代有轨电车系统研究与实践[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.

[7] 贾文婷. 城市轨道交通列车运行控制[M]. 北京:北京交通大学出版社,2012.

[8] 徐炜. 城市轨道交通列车定位系统[J]. 北京:铁路通信信号工程技术,2009(6):41-44.

[9] 林瑜筠. 城市轨道交通信号[M]. 北京:中国铁道出版社,2008.

(编辑:郭洁)

Vehicle Positioning Technology Solutions in Modern Trams' Intelligent Control System

Li Hongxu Yu Zhihong Liu Shengge
(Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: According to the demand of modern tram vehicle positioning of different subsystems, through a comprehensive analysis of the scheme of different positioning, authors proposed the positioning modes which are the most suitable for the tram, such as "axle counter + induction loop + beacon positioning", "GPS/BD + beacon positioning", "beacon positioning" and the combination of fixed positioning.

Key words: intelligent control system; turnout control subsystem; integrated dispatching system; intersection priority equipment; vehicle location technology