

文章编号：1005-8451（2015）03-0057-04

城市轨道交通全自动停车场信号系统需求分析

吴 卉，杜呈欣

（中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081）

摘要：为提高城市轨道交通停车场运行的安全性和可靠性，本文提出在传统停车场中设置全自动运行区，即建立全自动停车场。根据全自动停车场的列车作业需求，分析信号系统需新增的功能、接口和设备配置。

关键词：城市轨道交通；全自动停车场；信号系统；接口

中图分类号：U231.7 : TP39 **文献标识码：**A

Requirement analysis on Signal System for automatic parking lot of Urban Transit

WU Hui, DU Chengxin

（Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China）

Abstract: In order to improve the safety and reliability of the parking lot of Urban Transit, the paper proposed setting automatic operation area in the traditional parking lot, that was to establish the automatic parking lot. According to the demands of train operation in automatic parking lot, the paper analyzed the needs of adding the function, interface and device configuration of Signal System.

Key words: Urban Transit; automatic parking lot; Signal System; interface

城市轨道交通停车场内每天需要进行大量的列车进出场作业，传统停车场在信号系统联锁子系统办理调车进路后，完全由人工来确保运行过程中的安全，这种方式存在调度员、司机工作量大以及可能的操作失误导致闯信号等问题。鉴于上述原因，考虑建立全自动停车场，即在传统停车场内配置全自动运行区，使得列车在全自动运行区具备CBTC（基于无线通信的列车控制系统）级别下的ATP/ATO（列车自动防护系统/列车自动驾驶系统）功能以及ATS（列车自动监督系统）监控功能，在列车升级CBTC后，由信号系统防护列车运行安全。

全自动停车场与传统停车场的功能变化主要体现在信号系统的改变，下文根据全自动停车场的列车作业需求，对信号系统新增功能、新增接口及配置设备进行分析探讨。

1 全自动停车场的列车作业

1.1 列车出场

收稿日期：2014-11-28

作者简介：吴 卉，助理研究员；杜呈欣，助理研究员。

停车场进路命令由信号系统ATS子系统自动生成，调度人员通过控制中心ATS工作站，为每一周运营服务确定列车，建立列车与时刻表的对应关系。根据确定的规则，ATS子系统按照时刻表发送列车“唤醒”命令，唤醒处于停车位置的列车并设置为头码车，同时ATS子系统自动触发该车到转换轨的列车进路。车载设备接到“唤醒”命令后自动激活，停车场区域控制器根据进路命令，为列车建立进路，并将移动授权传送到车载ATC，车载ATC根据移动授权，由时刻表出场时间触发列车启动，列车在出库时自动升级。列车运行至转换轨处后，根据正线列车计划，自动匹配正线车次号，按照正线列车计划正常运营。

1.2 列车回场

调度人员预先为停止正线运营的每一列车人工确定列车的存放点或是由ATS子系统根据下一个列车计划自动确定列车的存放点，并存入列车号与存放点对应表中。当列车正线运营结束，回到转换轨停稳时，ATS子系统根据出入库计划中指定的列车回库停车列检线，自动将列车设置为头码车，自动

触发到停车列检线的列车进路，列车一直运行到停车线停下。ATS子系统要求列车进行休眠，车载设备应进入休眠状态（非切除）。休眠后，车载设备部分断电，唤醒功能的设备保持通电状态。

1.3 场内调车

调度人员为列车确定车场目的地（转换轨、洗车线或别的存车地点），ATS子系统自动选择折返点及进路信息，并预存在调车作业单中。ATS子系统将优先安排时刻表中的正线服务列车，并能在时刻表间隙自动、适时地插入调车作业单进行调车作业。ATS子系统在向停车场区域控制器下达调车进路命令前，触发列车进入车场调车工况，处于调车工况的列车，由移动授权触发列车启动。

1.4 洗车

洗车作业前，调度人员先将列车调到洗车线（人工排列进路或通过调车任务单）。洗车作业完成后，再用相同的方法将列车调入存车点。停在洗车线上的列车由调度人员通过“车场调度/计划”工作站启动进入“洗车”工况。并由ATS的洗车程序控制列车完成洗车作业。列车在洗车过程中保持3 km/h匀速运行。

1.5 试车

试车线设置于人工运行区，与传统停车场的试车线功能一致，用于列车的动态测试，装备测试所需的信号设备。

试车前，停车场值班员通过本地ATS终端，将列车调入试车线，再由停车场ATS将试车线的控制权交于试车线控制单元。试车结束后，试车线控制单元应先将试车线控制权交回停车场控制单元，然后再通过停车场ATS终端将列车调出试车线。

2 全自动停车场信号系统新增功能

2.1 全自动驾驶

传统的停车场只能人工驾驶，与正线信号系统在出入段线转换轨处切换驾驶模式。全自动停车场分为人工驾驶区和全自动运行区，由正线控制中心统一调度全自动运行区，无需设置转换轨切换信号。

全自动运行区通常包括停车列检库与转换轨间全部进出场和进出库进路，牵出线与停车列检库间

的所有列车进路，列检库内移库进路，转换轨至洗车库前方区段进路。信号系统在全自动运行区新增ATP/ATO子系统设备来实现全自动驾驶功能，其功能要求与正线一致，能以CBTC-AM模式运行，纳入正线管理列车。一般将停车场全自动运行区列车限速为20 km/h停车线停车时，保证列车至车挡的距离不大于3 m。

2.2 中心ATS子系统监控

传统停车场仅由车站级ATS子系统控制，未纳入中心ATS子系统控制范围。全自动停车场将全停车场纳入中心ATS子系统控制范围，列车自“唤醒”至“休眠”全部纳入ATS时刻表管理与控制，系统可以自动排列列检库内的移库列车进路、停车列检库至转换轨以及转换轨至停车列检库的列车进路。因全停车场纳入中心ATS控制范围，全自动停车场信号系统ATS子系统存在中心遥控、本地站控两种控制模式。

(1) 中心遥控模式

中心遥控模式指操作控制权限属于中心ATS子系统的控制模式。由ATS子系统根据行车计划自动执行相应的控制。实现系统的全自动工作模式。

此时控制权在中心，中心调度员具有所有调车及列车进路监控权，停车场值班员仅具有监视权。ATS子系统可以按照当天出入库计划自动办理列车进路和移库列车进路，也可由中心调度员将列车进路转为人工控，人工办理列车进路及调车进路。

(2) 本地站控模式

本地站控模式指中心ATS子系统工作正常或故障时，操作控制权限属于停车场ATS终端的控制模式。正常情况下，全自动运行区由控制中心ATS工作站控制，停车场ATS终端只控制车场人工驾驶区，通过授权，控制中心可将全自动运行区域控制权移交停车场本地ATS终端，由停车场ATS终端控制整个停车场列车运行。

此时控制权在停车场，所有操作均由停车场值班员在本地ATS终端上人工完成，停车场值班员可以对场内所有调车及列车进路进行人工办理，中心ATS工作站只监视不控制。

2.3 区域保护

(1) 人工运行区与全自动运行区的分区防护

停车场内人工运行区与全自动运行区设置围栏隔离，通道处设置门禁，与信号系统联锁。当特殊情况下，如全自动运行区发生火灾，消防车等必须进入时，由安全员刷卡激活门禁或由停车场控制室紧急触发信号系统，激活门禁，信号系统自动对影响区域封锁，禁止该分区的列车移动。

以房屋作为人工运行区与全自动运行区分隔时，两区域间开门应设置门禁。全自动运行区域内车库大门应为全自动提升门或全自动折叠门，大门动作应能实现与信号系统的联锁。

(2) 全自动运行区内的分区防护

将全自动运行区分成若干防护分区，各防护分区入口设门禁，由停车场信号系统为各分区建立逻辑防护，当门禁被激活时，该区域被封锁，禁止该分区的列车移动，该分区也不能接、发车或调车。例如：停车列检库设在全自动运行区内，列检线设置检查坑。为方便管理，每两股道设置为一个防护区，工作人员必须通过库内横向地沟才可进入两股道中间的防护区。从地沟通往该区域的出口设置门禁，当人员进入区域时，门禁被激活，信号系统将该区域封锁，禁止该分区的列车移动，该分区也不能接、发车或调车。列检库分区防护示意图如图1所示。

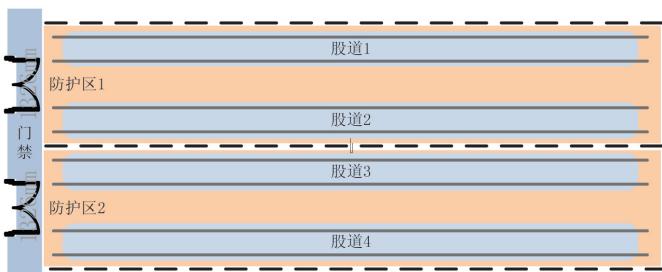


图1 列检库分区防护示意图

2.4 自动洗车

全自动停车场将洗车机的洗车程序整合到信号系统ATS子系统中，由ATS子系统控制实现全自动洗车，停车场工艺专业执行洗车操作。

3 全自动停车场信号系统新增接口

全自动停车场信号系统接口图如图2所示。

3.1 与停车场车库门的接口

停车场车库门由建筑专业实现，信号系统的计

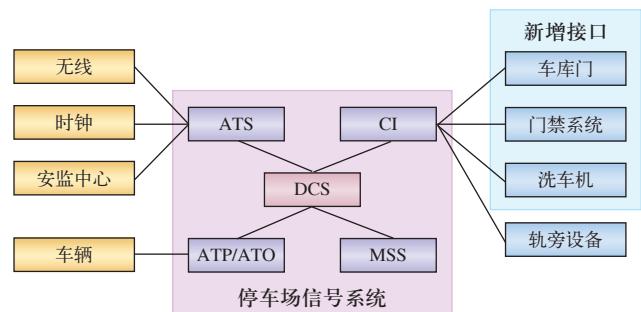


图2 全自动停车场信号系统接口图

算机联锁设备与门电机控制电路以硬线接口，门电机接收信号系统的命令控制车库门的开启与关闭。

3.2 与门禁系统的接口

停车场增加人员防护设备，信号系统与其硬线接口，能了解人员活动的区域，实现对车辆进路的相关联动控制。停车场全自动运行区门禁系统与信号系统接口，停车场信号系统应为各分区建立逻辑防护，当门禁被激活时，该区域被封锁，禁止该分区的列车移动，该分区也不能接、发车或调车。

3.3 与洗车机的接口

信号系统与洗车机接口，信号系统增加自动洗车模式以支持自动洗车功能，信号系统的计算机联锁设备与洗车机以硬线接口，信号系统接收洗车机发来的洗车线状态和清洗模式，能够控制车辆以设定的模式和速度通过洗车机，完成洗车作业。

4 全自动停车场信号系统设备配置

在停车场内配置独立的ZC（区域控制器）设备，与联锁设备、ATS设备及车载ATP/ATO设备，与正线设置的DSU（数据存储单元）设备共同组成完整的信号系统。停车场的停车列检库及全自动运行区均设置无线接入点以实现无线覆盖，以保证列车可以以CBTC级别进入全自动运行区。列车可根据运营需求选择在全自动运行区的运行级别。

根据以上分析，全自动停车场信号设备配置如下：

- (1) 设置一套ZC设备，负责根据CBTC列车所汇报的位置信息以及联锁子系统所排列的进路和轨道占用/空闲信息，为其控制范围内的CBTC列车计算生成移动授权，保证其控制区域内CBTC列车的安全运行；(2) 设置一套联锁设备，负责完成管辖区域内的所有联锁功能及与轨旁ZC之间的接口和数

据传输；(3) 设置 DCS (数据通信系统) 设备，包括信号系统间通信的骨干网设备以及用于场内车地通信的 AP、天线；(4) 设置一套车站 ATS 分机及现地控制工作站、ATS 派班工作站及附属设备。实现停车场的 ATS 监控功能；(5) 在每条列检库线设置一个应答器，用于实现列车唤醒功能。在出库信号机处再设置一个无源应答器，与唤醒应答器结合实现列车出库定位功能；(6) 在进场信号机内方设置校轮应答器，用于列车出段初始校轮功能；(7) 在牵出线信号机内设置无源应答器，用于列车折返后定位功能。

5 结束语

全自动停车场是以信号系统为主导的，结合机

(上接 P56)

任务或服务进行整合，站机平台利用 SOA 将业务服务层与上层功能模块层横向隔离。并通过业务接口总线，实现统一业务接口与多态业务子系统插件隔离，实现子系统功能插件与子系统业务服务接口插件对接的目标以及将业务功能的多样性和多变性与平台层隔离，实现纵向解耦。同时，通过业务接口总线的模式，扩展业务服务类型，实现横向解耦。

3 系统应用与测试

地铁信号系统运行状态在线监测系统于 2013 年 8 月通过了由北京地铁运营有限公司组织的专家评审，目前已在北京地铁的 13 号线及昌平线进行试点部署。在应用过程中，其功能不断得到完善。系统的应用为提高地铁信号设备维护水平发挥了重要作用。如昌平线西二旗站 2 号道岔作为昌平线目前在此站唯一投入使用的折返道岔，每日需搬动 200 余次，对道岔及转辙机状态有极高的要求，部署本系统后维护人员可以不受时间限制在值班室内实时观察转辙机缺口的影像，在第一时间了解转辙机工作状态，从而提前发现故障隐患。

4 结束语

地铁信号设备运行状态在线监测系统，是北京

电系统、工艺布置、站场线路等各系统的综合系统，全自动停车场的实现将减少人为因素带来的误操作风险，提高列车出入场作业的安全性和可靠性，是未来城市轨道交通新线建设的发展方向，也是实现全自动无人驾驶轨道交通系统的必要环节。

参考文献：

- [1] 金 华. 城市轨道交通全自动无人驾驶信号系统功能分析 [J]. 铁路计算机应用, 2014, 23 (1).
- [2] 王曰凡. 全自动无人驾驶系统—全新理念的城市轨道交通模式 [J]. 城市轨道交通研究, 2006 (8).
- [3] 任安萍. 浅谈我国全自动无人驾驶地铁的发展 [J]. 科技视界, 2012 (25).

责任编辑 方 圆

地铁运营有限公司为解决地铁快速发展带来的设备管理难题而研发的一套远程信号设备监测报警系统，通过一系列核心关键技术的研发，研制了高扩展性、便捷性、实用性的信号设备在线监测平台，实现了对道岔、有源应答器、轨道电路以及信号系统电源的在线监测、异常管理以及智能辅助决策，提高信号设备的运营维护水平，系统的研制和推广将提高地铁的运营服务水平，具有广泛的推广前景。

参考文献：

- [1] 中国城市轨道交通年度报告课题组. 中国城市轨道交通年度报告 2012 [M]. 北京：中国铁道出版社， 2012.
- [2] 马金松，秦亚明，杨云国.TJWX-2000 型信号微机监测系统设计 [J]. 铁道学报, 2003 (1): 54-58.
- [3] 刘彦斌，彭 强. 基于 PC104 的铁路道岔监测系统的设计与实现 [J]. 铁路计算机应用, 2007 (8): 20-22.
- [6] 陆 欣，丁晓明，裘正定.CAN 总线在道岔密贴缺口监测系统中的应用 [J]. 铁路通信信号, 2007, 43 (6): 20-21.
- [7] 王立延.LWJ2000 铁路信号微机监测系统 [J]. 铁路计算机应用, 2004, 13 (5): 39-40.
- [8] 郑 林. 铁路信号微机监测计算机辅助设计 [J]. 铁路计算机应用, 2005, 14 (5).
- [9] 张 杰，李家才. 计算机网络在铁路信号中的应用 [J]. 铁道通信信号, 2002, 38 (12): 1-3.

责任编辑 方 圆