

全自动运行城市轨道交通线路门禁系统设计要点

刘 毅

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉 // 高级工程师)

摘 要 通过分析全自动运行城市轨道交通线路的特点及其对门禁系统的影响,阐述了确保进入无人驾驶区人员的安全是全自动运行条件下门禁系统需重点考虑的设计内容之一。对比传统城市轨道交通线路门禁系统的设计方案,重点讨论了全自动运行下无人驾驶区的划分、防护及其门禁设置方案,以及与相关专业的联动方案等门禁系统设计要点。提出了全自动运行线路门禁系统设计应增加无人驾驶区监控对象、提高安全等级、补充与人员防护开关联动控制要求、综合运用多种识别装置、完善管理流程等建议。

关键词 城市轨道交通; 全自动运行; 门禁系统; 人员防护开关; 联动控制

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.06.033

Design Points of the Access Control System for Urban Rail Transit Fully Automatic Operation Lines

LIU Yi

Abstract By analyzing the characteristics of urban rail transit fully automatic operation (FAO) lines and the influence of which on the access control system, the key design contents of the access control system design (ACS) is expounded, that is to ensure the safety of personnel entering the FAO area. Compared with the traditional design schemes of the ACS, the key design points of which such as the FAO area division and protection, the ACS and automatic control with the related majors are discussed. On this basis, suggestions to improve the design scheme, such as adding monitoring objects in FAO area, improving safety grade, supplementing the requirements of automatic control with staff protection key switch (SPKS), synthesizing various identification devices and improving the management flow are put forward.

Key words urban rail transit; FAO; ACS; SPKS; linkage control

Author's address China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China

研究热点之一。对于全自动运行线路,业内关注更多的是其信号系统和车辆系统,而对其他非核心系统的匹配设计关注度并不高。在全自动运行条件下,门禁系统如果依然采用传统城市轨道交通线路的设计方案,则会使线路在整体的运营管理上存在安全隐患。

本文分析了全自动运行对门禁系统的影响,结合全自动运行对运营场景的需求,着重探讨了全自动运行线路门禁系统的监控对象、安全等级、联动控制等设计要点,提出了若干建议供相关项目参考。

1 全自动运行对门禁系统设计的影响

全自动运行线路对各设备系统的可靠性、可用性、可维护性和安全性(RAMS)要求极高,因而非核心系统的设计必须与信号系统、车辆系统等核心系统相匹配,并对运营场景、功能要求、设置原则、实现方式等进行深入的研究^[1]。

确保进入无人驾驶区的人员安全是全自动运行条件下门禁系统设计需重点关注的内容。相比传统的城市轨道交通线路,全自动运行线路对门禁系统的监控对象、安全等级、联动控制等方面的设计都提出了更高的要求。

以车辆基地的自动化管理为例。在半自动列车运行(STO)线路中,列车从入库后到出库前,信号系统一般不监控列车状态。而采用全自动运行模式后,列车唤醒出库、清洗维护等操作都需要信号系统去完成。为了保证检修安全,停车列检区被划分成多个防护区域,并分别设置了人员防护开关(SPKS)^[2]。由此,门禁系统在设计上需要相应增加无人驾驶区的监控点、与SPKS联动等内容,而这些新增的设计内容都是传统城市轨道交通线路不曾涉及的。

2 传统线路的门禁系统设计

城市轨道交通传统线路的门禁系统一般采用

全自动运行线路是当前城市轨道交通领域的

运营控制中心(OCC)及车站两级管理,OCC、车站、就地三级控制的方式。多数线路的门禁系统在车站级即集成(或接入)于ISCS(综合监控系统)中,OCC与各车站间的数据传输通道由ISCS提供,车站级的人机界面功能也由ISCS实现。门禁系统在OCC独立设置中央级授权工作站,完成对系统设备的授权管理^[3-4]。

车站级门禁(包括车站和车辆基地)的监控对象应包括:①消防控制室/车控室、信号设备室、通信设备室、供电系统设备室、综合监控设备室、AFC(自动售检票)设备室、站台门设备室等重要设备用房;②重要的管理用房(如票务管理室、站长室等);③部分通道门,包括设备区直通地面的紧急疏散通道门、设备区直通公共区的通道门、设备管理区直通隧道区间的通道门等^[5]。

按监控对象重要性的不同,各门禁点匹配不同的安全等级。其中:设备管理区直通隧道区间的通道门应设三级安全等级的门禁;票务管理室应设不低于二级安全等级的门禁;进入OCC控制室的通道门应设一级门禁;其余监控对象则设置四级门禁。

对于上述门禁系统的设计原则,全自动运行线路在有人驾驶区与传统线路的要求是基本一致的,区别主要在于对无人驾驶区的要求上。

3 全自动运行线路的门禁系统设计

3.1 无人驾驶区的划分及防护要求

根据运营经验和场景需求的不同,各地对全自动运行线路无人驾驶区的范围划分和防护要求可能存在着一定的差异。本文提出如下原则以供参考:

1) 正线范围内轨行区(含正线停车线)为无人驾驶区;停车线登车平台为有人驾驶区。

2) 车辆基地范围内的停车列检库(不含工作人员通道及登车平台)和洗车库为无人驾驶区(见图1);基地内其余范围可视为有人驾驶区(试车线由于经常有运营人员进行检修维护与试车作业,且作业方式复杂,本文按有人驾驶区予以定义)^[6]。

3) 车辆基地内的有人驾驶区、无人驾驶区间设置转换轨,以进行信号切换。

4) 按照运营场景的功能要求,无人驾驶区防护应考虑视频及入侵报警、门禁、SPKS等防护手段的综合运用,注重相关系统的联锁要求。

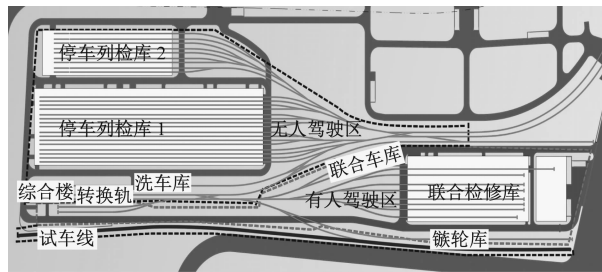


图1 车辆基地内的无人驾驶区划分示意图

3.2 全自动运行涉及门禁的场景需求分析

全自动运行下各类运营场景较为繁杂,本文列举主要场景中与门禁系统的相关要求如下:

1) 在列车正线运行、列车回库、库内正常调车、列车日检等场景中,工作人员需要进入无人驾驶区实施上、下车作业的,在进入登乘平台通道及登车平台与轨行区的分界处应设有门禁。

2) 在无人驾驶区施工、正线各类故障等场景中,工作人员进入无人驾驶区的分界隔离处应设置门禁。

3) 在车辆基地内非正常调车场景中(如列车因故迫停于道岔咽喉区等非正常停车区域),因列车通行需要无法被隔离的重点区域设置保安岗亭及门禁。

4) 在正线存车场景中,停车线应设有登乘平台及从平台直接通往站厅的专用通道,在站厅通道入口处应设有门禁。

5) 无人驾驶区内的门禁系统应与SPKS结合使用。

3.3 全自动运行下的门禁设置方案

3.3.1 正线范围内的门禁设置方案

根据上文的场景需求分析,全自动运行线路正线范围内涉及无人驾驶区与有人驾驶区分界的通道门应增设门禁监控点,并考虑与相关系统的联动控制,具体包括以下方面。

3.3.1.1 站台层设备区直通轨行区的门禁设置

车站站台层设备区走道靠轨行区一侧设置金属网防护栏杆,将轨行区与站台设备区分隔。走道端部下轨行区楼梯处设高栅栏门,此处宜设置安全等级为二级的门禁系统(见图2),并考虑与闭路电视(CCTV)监控系统及SPKS联动。

3.3.1.2 站厅层设备区直通停车线登车平台的门禁设置

带停车线的车站,在停车线之间设置有司机登车平台,该平台高度与有效站台的高度一致。停车

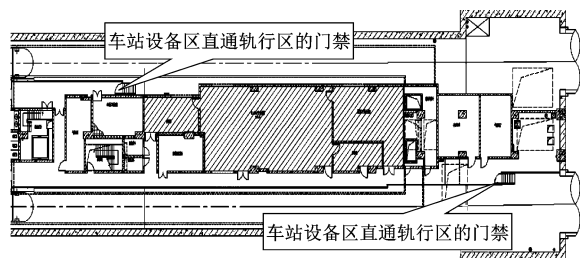


图2 站台设备区直通轨行区的门禁

线登车平台设有钢扶梯通向站厅层设备区楼梯间,紧急情况下司机可通过站厅层设备区走道进行疏散。该楼梯间在站厅层设备区的防火门宜设置安全等级为三级的门禁(见图3),并考虑与 CCTV 监控系统联动,但不需与 SPKS 联动。

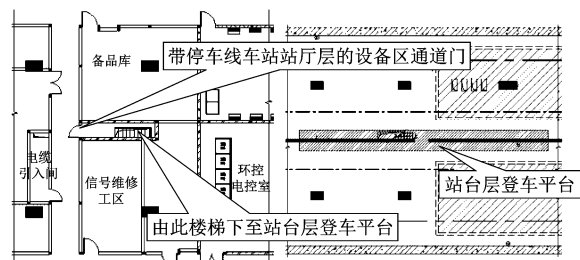


图3 站厅层设备区直通停车线登车平台的门禁

3.3.1.3 区间风井直通轨行区的门禁设置

区间风井最底层设备区走道靠轨行区一侧设置金属网防护栏杆,将轨行区与区间风井分隔。走道端部下轨行区楼梯处设高栅栏门,此处宜设置安全等级为二级的门禁系统(见图4),并考虑与 CCTV 及 SPKS 联动。

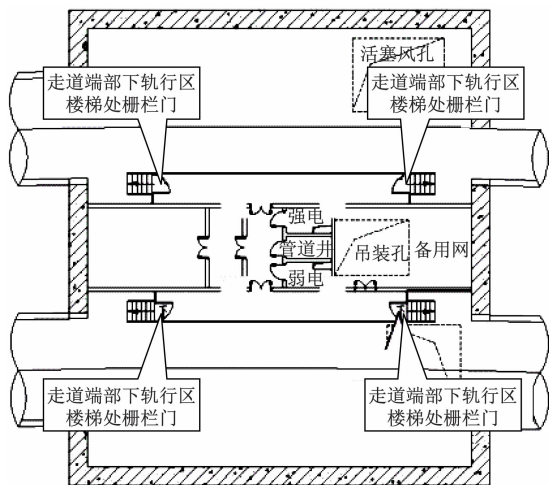


图4 区间风井设备区直通轨行区的门禁

区间风井通往地面门可设置推杠锁及安全等级为四级的门禁系统,并宜与 CCTV 监控系统联动。

3.3.2 车辆基地的门禁设置方案

车辆基地内涉及无人驾驶区的场所主要有停车列检库、洗车库及转换轨,其中停车列检库的门禁设置相对复杂。

3.3.2.1 停车列检库内的门禁监控点设置分类

库内门禁点设置需结合安全防护分区和运营管理流程统筹考虑,大致可以分为三类:

1) 库内工作人员通道入口处(全库共1处),即图5中“门禁1”。此处门禁点的作用在于禁止无关人员进入工作通道,是人员进入列检库的第一道防护,宜设置安全等级为三级的门禁,不与 SPKS 联动。

2) 登车平台入口处(全库共12处),如图5中“门禁2”所示。此处门禁点仅供登车而无需进库内低地面的工作人员使用。登车工作人员在授权通过“门禁1”、“门禁2”后,抵达对应的分区登车平台。此处门禁安全等级宜与“门禁1”保持一致,无需打开分区防护开关(即不与 SPKS 联动)。

3) 进入库内低地面的入口处(全库共4处),如图5中“门禁3”所示。有进入库内无人驾驶区作业需求的人员在授权通过“门禁1”、“门禁3”后,进入到库内防护分区低地面区域。此时需确保 SPKS 已打开,分区内列车无移动授权。“门禁3”的安全等级宜为二级^[7],有条件的情况下还应与 CCTV 监控系统联动。

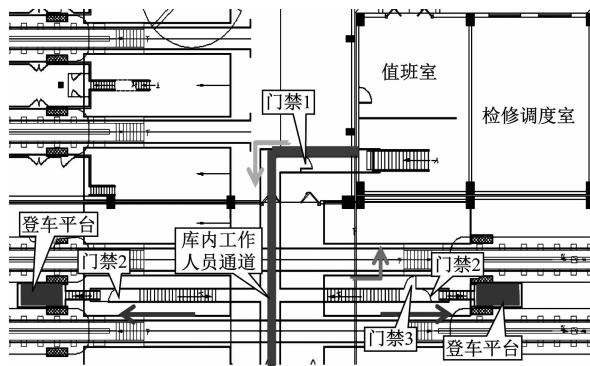


图5 停车列检库内的门禁分类

3.3.2.2 车辆基地内其他场所的门禁监控区

除停车列检库外,车辆基地内其他需增设门禁设置点还包括洗车库有人驾驶区与无人驾驶区的分界入口处、咽喉区自动控制区域有人驾驶区与无人驾驶区的分界入口处。这两处均宜设置安全等级为二级的门禁,并与 SPKS 开关联动,以确保人员进入无人驾驶区时所对应的防护区内列车无移动

授权。

3.3.3.3 与相关专业的联动方案

全自动运行线路门禁专业在设计时需特别重视人员进入无人驾驶区的安全,确保人员进入时所在分区内列车无移动授权。与传统城市轨道交通线路相比,实现这一目标需要增加门禁系统与 SPKS 等相关专业的联动方案,并结合运营场景梳理相对应的管理流程。

3.3.3.3.1 从硬件接口角度出发的门禁系统与 SPKS 联动方案

根据 SPKS 的设置情况,门禁系统可增设主控制器(SPKS 集中设置在车控室/运转值班室/应急处置室等场所时)或就地控制器(SPKS 分散设置在对应防护分区附近时)与 SPKS 的硬线接口,用以供门禁系统接收 SPKS 的开关量输出信号(提示 SPKS 已打到开启位)。只有当 SPKS 打开到位时,对应门禁点的读卡器才验证授权;而当 SPKS 处于关闭状态时,对应的特定门禁点则无法使用任何门禁卡刷卡。

此方案的缺点在于门禁系统没有与 SPKS 复位关联,存在闭环漏洞(出于信号系统整体安全性的考虑,信号系统一般不支持门禁反馈信息作为 SPKS 的复位输入),因此有必要在管理流程上加以补充。

3.3.3.3.2 从管理流程角度出发的门禁系统与 SPKS 联动方案

建议的参考方案为:在车站综合后备盘(IBP)操作台或车辆基地调度控制中心(DCC)工作台增设一组仅支持 SPKS 按钮钥匙开锁的专用抽屉,抽屉数量宜与 SPKS 分区一一对应,抽屉中装有已经授权的门禁卡若干,此卡能且仅能刷开需与 SPKS 联动的特定门禁。

当工作人员需要进入无人驾驶区时,首先将 SPKS 调整到开启位(此时 SPKS 按钮上的钥匙方可拔出)。在确认相关区段封锁成功后,由值班主任使用 SPKS 按钮钥匙打开对应分区的门禁抽屉,取出专用门禁卡并回锁抽屉。人员刷卡进入无人驾驶区时,通过门禁系统记录人员信息,必要时还可联动 CCTV 摄像予以确认。

工作人员从无人驾驶区返回时应遵循原进入时的路线。值班主任确认全部人员已出清无人驾驶区、所有门禁卡均归还后,锁住门禁抽屉,将 SPKS 复位,最后关闭 SPKS 盖板,完成一个完整作

业流程。

3.3.3.3 与 SPKS 联动门禁点的监控界面要求

上述门禁系统与 SPKS 的两种联动方案在实际项目中可根据运营需求结合起来运用。所有与 SPKS 联动的门禁点,在操作时均应在车站级 ISCS 监控界面和 OCC 的 ISCS 监控界面中有特别提示,使之纳入重点监管范围。

3.3.3.4 与 CCTV 监控的联动要求

全线所有无人驾驶区与有人驾驶区的分界处均建议设置 CCTV 监控,并宜与分界隔离门处的门禁系统实施联动。门禁系统的就地控制器应增设与 CCTV 监控就地设备的硬线接口。当有读卡器验证授权时,由就地控制器发出干接点信号,提示 CCTV 监控界面跳转到对应的摄像头窗口。

3.4 其他设计建议

3.4.1 多识别手段的综合运用

为确保进入无人驾驶区的人员安全,本文在分析无人驾驶区与有人驾驶区分界处的门禁设置方案时,建议此类门禁安全等级均设为二级(即按规范要求,进门侧应设密码键盘或其他识别装置^[5])。除地铁中运用较多的密码键盘外,建议全自动运行线路的门禁系统在设计时可进一步考虑如指纹识别、二维码识别、人脸识别等多识别手段的综合运用。

现以增加了二维码授权管理功能的门禁系统为例,除上文提及的 SPKS 联动管理流程外,拟进入无人驾驶区的工作人员还需提前向 OCC 管理人员申请二维码授权,待与 SPKS 相关联处的门禁点读卡器读取二维码成功后再刷专用门禁卡。这两种确认方式均生效后,人员方可进入无人驾驶区。多识别手段的综合运用不仅是确保关键监控对象安全的需要,也可为完善相应的管理流程增加可靠保障。

3.4.2 安全评估要求

为提高全自动运行线路的安全性,有些全自动运行项目在建设时还专门考虑了对工程核心设备系统(含 ISCS)进行安全评估(含 RAMS)。

门禁系统作为 ISCS 集成子系统之一,在设计阶段也应考虑相关的 RAMS 要求,以确保 ISCS 总体指标达到相对应的安全等级要求。

4 结语

目前,上海轨道交通 10 号线已实现了有人值守

(下转第 146 页)

准要求。同时应目测墙板凹凸不平较明显处,进行多点测量,测量的 z 值不应大于4 mm。

表1 侧墙平面方向平度标准

数值段/mm	平度标准/%
$\cdot \leq 1.5$	≥ 75
$1.5 < \cdot \leq 2$	≤ 20
$\cdot > 2$	≤ 5

用弧形样板分别检测侧墙板与弧形样板的间隙,以及门扣铁立柱到弧形样板的间隙。对测量得到间隙数值要求如下:中墙板以下间隙不大于2 mm;中墙板以上的位置间隙允许向内4 mm 闪缝;上墙板位置的闪缝间隙相互间差值不大于3 mm。

对焊点凹痕测量检测的标准是图6的 h 不大于外侧板板厚的10%^[3]。如果外侧墙板采用2 mm厚度的材料,则侧墙点焊的凹痕 h 应不大于0.2 mm。在实际生产中,若目测发现焊点的压痕较大时,应进行测量。若凹痕超过外板厚度的10%,要对R100的球形电极头^[4]进行修整。如果修整电极头后仍然不能满足凹痕检测标准的要求,则应对焊接参数进行调整,直到实现要求为止。

5 结语

对于表面不涂装的不锈钢车辆,在车体钢结构交付下道工序时,均要进行侧墙平度检测、断面凹

凸检测、车辆内部的内高内宽,以及对角线尺寸的检测。本文所述检测方案的先进性在于检测不会对车辆外观造成质量损伤,得到的检测数据能够真实体现车辆的结构尺寸状态,对不符合标准的位置进行调修,使之能够达到平度等标准要求,并满足下道工序对车辆内部部件安装的需求。检测时需要将平度检测、断面检测、焊点凹痕检测等方法同时在同一台车上使用。单独使用其中的方法不能真实体现车辆的实际质量状态。

本方案使用的专用检测尺和弧形检测样板制造简单、制造成本低、质量轻,便于进行手持操作,具有较强的实用性能。其它类似的孤型断面的车辆,以及碳钢或不锈钢材质的车辆均可以借鉴本检测方案进行检测。

参考文献

[1] 日本标准协会. 不锈钢车辆用冷轧不锈钢钢板及钢带订货技术条件(日本企业标准):YC-IH—2001[S]. 东京:日本标准协会,2001:3.

[2] 康丽齐,张雪峰,邵有发,等. 表面不涂装不锈钢车侧墙平度检测工艺:2015 1 0396971. 7[P]. 2018-03-27.

[3] 日本标准协会. 点焊作业标准(日本企业标准):YC-IH—2002[S]. 东京:日本标准协会,2002:4.

[4] 日本标准协会. 点焊用电极:JIS C 9304—1999[S]. 东京:日本标准协会,1999:10.

(收稿日期:2018-06-19)

(上接第142页)

的全自动运行。另外,南京、武汉、成都等地的多条在建线路也在执行全自动运行的技术标准^[8]。除核心系统外,全自动运行条件下非核心系统的优化设计也应引起足够重视。门禁系统作为保障运营安全的重要手段,有必要针对全自动运行线路技术特点进行匹配设计。全自动运行下的门禁系统设计应在增设无人驾驶区监控对象、提高安全等级、补充联动控制要求、综合运用多种识别手段、完善管理流程等方面做出改进。

参考文献

[1] 梁久彪. 地铁无人驾驶工程的匹配设计[J]. 城市轨道交通研究,2014(2):74.

[2] 陈华银,杜时勇. 无人驾驶地铁人员防护开关方案研究[J]. 铁道通信信号,2018,54(2):84.

[3] 张道,王文荣,徐强. 上海轨道交通10号线门禁系统设计方案[J]. 城市轨道交通研究,2011(3):92.

[4] 王建文,罗慧. 地铁门禁系统与综合监控系统集成案例[J]. 都市快轨交通,2013,26(2):108.

[5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁设计规范:GB 50157—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2013:218.

[6] 王亚丽. 基于全自动运行技术的南京地铁7号线高架车辆段设计[J]. 城市轨道交通研究,2018(10):144.

[7] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 南京地铁7号线工程初步设计 第二十篇 门禁系统[R]. 武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2017.

[8] 张艳兵,王道敏,肖衍. 城市轨道交通全自动运行的发展思考[J]. 城市轨道交通,2015(9):74.

(收稿日期:2019-03-14)