

上海浦东国际机场空侧捷运系统车辆基地空防方案*

冯建龙

(上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 200092, 上海)

摘要 [目的] 机场空侧捷运系统车辆基地空防管控模式直接影响机场的空防安全和车辆检修效率, 上海浦东国际机场空侧捷运系统车辆基地纳入空侧管控区域, 存在“检修效率低、空防管控压力大”等问题, 需对机场空侧捷运系统车辆基地空防方案进行深入研究。[方法] 依托上海浦东国际机场四期扩建工程空侧捷运系统延伸改造的契机, 对车辆基地空、陆侧不同空防方案进行阐述, 分析了车辆基地在不同空防管控模式下的优缺点。基于保障民航安全的前提下将车辆基地纳入陆侧实行精细化分级管控, 提出“捷运车辆维修区”安全防控区的理念。通过进一步梳理机场空防要求下的车辆基地安防设计要点, 提出了适用于轨道交通车辆基地的空防及安检设施。[结果及结论] 陆侧空防管控模式兼顾空防安全和车辆运用检修效率, 但同时也增加了车辆基地规模; 根据空防管控要求, 陆侧车辆基地划分为空侧、捷运车辆维修区及办公区, 空侧与捷运车辆维修区之间设置安检道口。

关键词 机场捷运系统; 车辆基地; 空防安全

中图分类号 U279.1: V35; U298

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.06.046

Air Defense Scheme of Airside MRT Vehicle Base in Shanghai Pudong International Airport

FENG Jianlong

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., 200092, Shanghai, China)

Abstract [Objective] The air defense control mode for airside MRT (mass rapid transit system) vehicle base of the airport directly affects the airport air defense safety and vehicle maintenance efficiency. Incorporating Pudong International Airport MRT vehicle base into the airside control area causes problems like low maintenance efficiency and high air defense control pressure. Therefore, it is necessary to conduct in depth research on the air defense scheme of the airport airside MRT vehicle base. [Method] Relying on the opportunities for the airside MRT extension and renovation in Shanghai Pudong In-

ternational Airport Phase IV Expansion Project, the different airside and landside defense schemes of the vehicle base are expounded, the advantages and disadvantages of the vehicle base under different air defense control modes are analyzed. On the premise of ensuring the safety of civil aviation, the vehicle base is incorporated into the landside to achieve refined and hierarchical control, and the concept of safe control area for MRT vehicle maintenance area is proposed. Key design points of the vehicle base safety protection under the airport air defense requirements is further reorganized, and the air defense and security inspection facilities suitable for rail transit vehicle base are proposed. [Result & Conclusion] The landside control mode takes into account both air defense safety and vehicle maintenance efficiency, but it also increases the scale of the vehicle base. According to the air defense control requirements, the landside vehicle base is divided into airside area, MRT vehicle maintenance area and office area, and a security checkpoint is set up between the first two areas.

Key words airport MRT; landside vehicle base; air defense security

浦东国际机场旅客捷运系统(以下简称“捷运系统”)为一条服务航站楼和卫星厅航空旅客的主要客流通道,其设计、建设及运营贯穿了空防管理理念,全线纳入浦东国际机场空侧区域进行统一管理。捷运系统的车辆基地(以下简称“捷运车辆基地”)作为捷运系统的后勤保障基地,承担了捷运列车、土建及机电系统的运用检修及物资管理等功能,是全线唯一面向陆侧的区域,具有进出人员来源复杂、车辆及物资出入频繁的特点,为全线空防管控的核心和难点。捷运车辆基地自2019年投运以后,已按空侧管理模式运营3年。在此期间,运营部门提出,基地内管控过严,检修生产效率受影响;安检部门提出,基地内存在动火作业、存放易燃易爆等物品,对机场空防管控造成极大负担和未知隐

*上海市市政工程设计研究总院集团有限公司启明星计划项目(K2021K122A);上海市市政工程设计研究总院集团有限公司科研项目(K2020K103)

患。上海浦东国际机场四期扩建工程 T3 航站楼规模调整,其空侧捷运系统线路延伸,车辆基地南移重建。在此契机下,以保障机场安全为前提,研究捷运车辆基地的空防方案,从而提高检修生产效率,降低空防隐患。

1 机场空陆侧定义及管理要求

根据 MH/T 7003—2017《民用运输机场安全保卫设施》,机场空侧区域为航空器活动区,以及与其相毗连的地带、建筑物或其一部分,空侧区域仅限机场内通过安检后的工作人员和旅客进入^[1-2];陆侧区域为机场内旅客和非旅客可自由出入的区域和建筑物。空陆侧之间需要进行严格的物理分隔,设置防入侵报警装置及视频监控等。空陆侧进出口设置安检道口,对进入空侧的人员进行证件查验,并对人身和随身物品、货物、车辆等进行安全防爆检查。

2 车辆基地的空防布置方案

2.1 原捷运车辆基地空防布置方案

原捷运车辆基地内共设置 3 股道,分别为检修线、临修镟轮线、工程车线^[3]。其中检修线、临修镟轮线、检修间、工区用房、办公用房及仓库等设施集中设置在检修综合楼内;临修镟轮线往库后延伸至室外,兼做车辆吊装线;车辆吊装区域位于陆侧范围;工程车线与出入段线平行布置,为露天设置;堆场设于轨道车停放线的东侧,方便装料后上线作业。原捷运车辆基地总平面布置如图 1 所示。

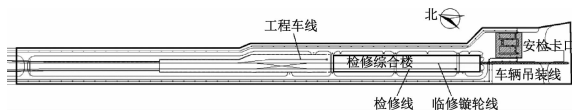


图 1 原捷运车辆基地总平面布置示意图^[4]

Fig. 1 Overall layout plan of the original MRT vehicle base

原捷运车辆基地位于浦东国际机场空侧管控区域。人员、物资进入该车辆基地均须通过车辆基地入口处的安检卡口。安检卡口由浦东国际机场股份有限公司安检部门管控。沿检修综合楼北端墙东西向设置物理围界,作为第二道重要空防防线,以加强内部管控。

按空防对不同区域的防控等级要求,车辆基地划分为隔离区和控制区,如图 2 所示。库前咽喉区及周边环道、检修综合楼内 A/B 检修库为控制区,

其余区域为隔离区。控制区与隔离区间采用铁丝网等物理隔离进行分隔,检修综合楼内的人员及物资需通过设于辅跨的安检用房及库前通道进入控制区。

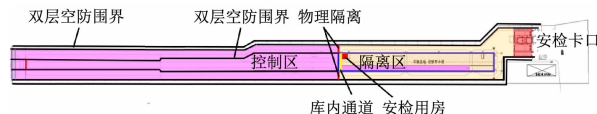


图 2 原捷运车辆基地空防分区示意图

Fig. 2 Schematic diagram of air defense zones in the original MRT vehicle base

车辆基地内每日上线列车,由机场安检人员在检修线登车进行空防检查,确认符合安全标准方可出库^[5]。进入车辆基地的物资及工器具均需由安检进行配合登记,使用完毕之后再行核销。进入车辆基地的工作人员须办理空侧通行证,未经授权的人员及物资不得进入车辆基地。车辆基地内跨越不同管控区域的人员及物资也应得到安检部门的授权。

在三期捷运系统运营后的评估交流中,其运营单位及机场安检部门反馈意见为:① 车辆维修区域与安检区重合,管理职责无法明确切分;② 车辆检修专业程度高,空防管控难度大;③ 基地内人员及物资进出均须安检,加重了基地内的管理负担;④ 车辆检修工艺流程被空防管理分区切割,影响了检修作业效率。

2.2 新捷运车辆基地空防布置方案

浦东国际机场四期扩建工程须考虑运营单位及机场安检部门需求,对基地内空防管理进行调整,实行精细化分级管控。基于此,本文开展维修区模式的新捷运车辆基地空防布置方案研究。

2.2.1 新捷运车辆基地总平面布置方案

新捷运车辆基地采用以检修综合楼为主体的尽端横列式布置,其总平面布置如图 3 所示。

检修综合楼从西向东依次由停车列检库、检修库、临修库、调机库组成。临修库南侧设物资库,东侧设辅助用房。检修综合楼南端为综合楼。

洗车镟轮库设于检修综合楼东侧。镟轮库库前线路兼做材料线,西侧设露天堆场,库后兼做车辆吊装线,西侧设车辆吊装区。易燃品库设于车辆基地东北侧。

车辆基地设两处出入口,基地内环形道路接通各建筑物。

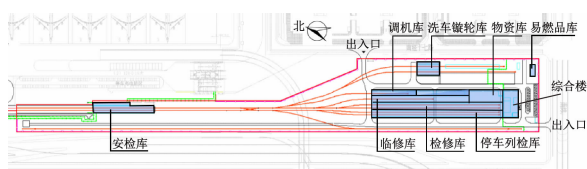
图3 新捷运车辆基地总平面示意图^[6]

Fig. 3 Overall layout plan of the new MRT vehicle base

2.2.2 空防总图布置方案

2.2.2.1 捷运车辆维修区

参照机场内航空器维修区,将车辆基地内涉及捷运列车运用、维护及检修的区域定义为捷运车辆维修区,该区域包括停车列检库、检修库、调机库、洗车镟轮库等捷运列车进出的场所,以及配套的车辆检修维护用房。该区域的工作人员主要为车辆检修人员、司机及保洁人员,组成简单,易于管理。为保证捷运列车无安全风险进入空侧,将捷运车辆维修区提级管理,参照空侧标准进行建设和管理,并在该区域外部设置单层物理隔离,对该区域内部视频监控全覆盖。对进入捷运车辆维修区的人员,由捷运系统运营部门进行证件查验、人身及物资搜查、防爆检查等。

2.2.2.2 空防布置方案

新捷运车辆基地空防分区如图4所示。基地内设置两道安防管控分隔,从南向北依次分隔为办公区、捷运车辆维修区及飞行区。办公区为陆侧区域,捷运车辆维修区为提级管控的陆侧区域,飞行区为浦东国际机场空侧管控区域。办公区域包括运转综合楼、车辆吊装场地及易燃品库;捷运车辆维修区包括车辆运用检修设施、物资库及库前咽喉区;飞行区包含出入段线。办公区设置基地主出入口,接南纬八路。

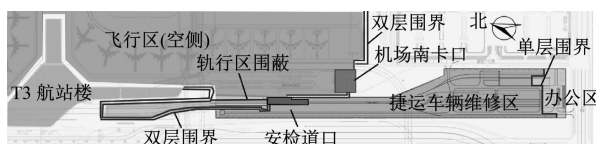


图4 新捷运车辆基地空防分区示意图

Fig. 4 Schematic diagram of air defense zones in the new MRT vehicle base

办公区与捷运车辆维修区之间设单层围界,并在环形道路及吊装线处设围界门。在运转综合楼内设安检用房。人员及小型物资通过运转综合楼内的安检用房进入捷运车辆维修区,大件物资及车辆通过围界门进入。

飞行区与捷运车辆维修区之间设双层空防围界,并在出入段线处设安检道口,以满足捷运列车、工程车辆、随车人员及物资的安检工作。

2.2.3 空防管理下的工艺流程

2.2.3.1 进入捷运车辆维修区的工艺流程

进入捷运车辆维修区的工艺流程如图5所示。

1) 流线1-1。人员及小型物资在运转综合楼内检查室进行安全检查,通过口1进入维修区。

2) 流线1-2。大型物料运输车辆、易燃易爆物品经现场安检人员检查后通过口2进入维修区或通过口3进入物资库。

3) 流线1-3及流线1-4。外运捷运列车在安检人员现场管控下从口6(出入口)进入,并不停车通过维修区,达到陆侧吊装场地,完成车辆吊运,经现场安检人员检查后通过口4由人工推入维修区。

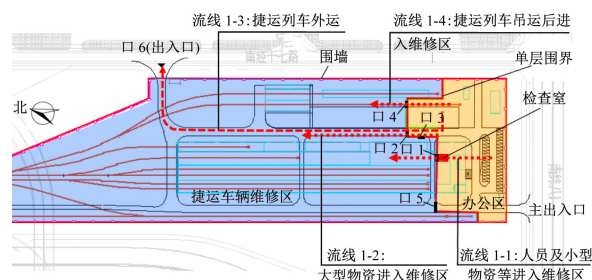


图5 进入捷运车辆维修区工艺流程示意图

Fig. 5 Schematic diagram of the process flow line after entering the MRT vehicle maintenance area

2.2.3.2 进入飞行区的工艺流程

进入飞行区的工艺流程如图6所示。

1) 流线2-1、流线2-2。捷运列车、工程车辆和物资在车辆安检库内进行车辆图像扫描识别、安检人工检查,司机、随车人员进入安检大厅进行人员身份查验、随身物品安全检查。

2) 流线2-3。工区检修人员、小型物资从辅跨侧门进入安检大厅进行安全检查。

3) 流线2-4。安检人员由机场南卡口(空侧)

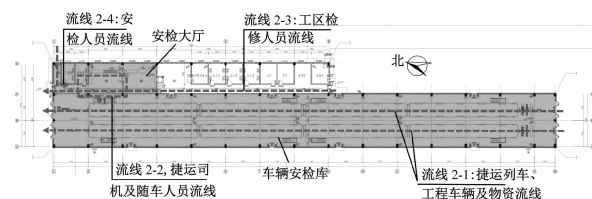


图6 进入飞行区工艺流程示意图

Fig. 6 Schematic diagram of process flow line after entering the flight zone

进入安检大厅。

2.3 车辆基地空防方案对比

原捷运车辆基地与新捷运车辆基地的空防方案对比如表 1 所示。

由表 1 可见,陆侧车辆维修区方案兼顾了空防安全和车辆运用检修效率,但增大了车辆基地的规模,其投资也相应增多。

表 1 车辆基地空防方案对比

Tab.1 Comparison of air defence schemes for vehicle base

项目	原捷运车辆基地空防方案	新捷运车辆基地空防方案
安检道口位置	设于基地出入口	设于出入段线处
安检流线	① 基地分为隔离区和控制区,列车跨区调车、出段前均需安检; ② 人员进入基地进行安检,从隔离区至控制区需二次安检	① 列车、司机及工程车辆出段需在安检库进行一次安检; ② 人员进入捷运车辆维修区需由运营部门进行安检
优点	列车运用维护均位于空侧,利于列车上线的空防管控	① 场内调车在捷运车辆维修区完成,无需安检; ② 除上线外,车辆基地内人员和物资由运营部门管控,无需涉及空防检查,生产管理效率提高
缺点	① 场内调车进行多次安检,影响车辆检修作业效率; ② 车辆检修涉及动火作业,需要将易燃易爆品存放于空侧,增加空防管理负担和未知空防隐患	① 出入段线需设安检库,车辆基地用地、建筑面积增加; ② 列车出入段需多次停车,影响收发车效率

3 新捷运车辆基地空防及安检设施

新捷运车辆基地应根据 MH/T 7003—2017 的要求设置空陆侧的双层分隔围界、防入侵装置及视频监控等,并在空陆侧出入口设置安检道口。

3.1 安检道口

新捷运车辆基地于出入段线处设置安检道口,用于对捷运列车及司机、区间维护人员进行通行准入管理。安检道口内设置车辆检查库、安检大厅及管理用房。安检大厅内设置人员检查通道,设置 X 光安检机、安检门等安检设施。车辆检查库两端设置封闭门,靠近车辆基地侧设置车底扫描装置,对入库车辆进行车底侦测,保存影像资料。大库上方设置凸面镜,对车顶进行反射。卡口配置防爆探测仪,对于人员、货物和车辆进行爆炸物检测。安检道口内实现监控视频全覆盖。

3.2 空防管理围界

新捷运车辆基地空陆侧分界处设置双层空防管理围界,用于防止人员、车辆和可能对航空器造成威胁的动物进入^[1]。车辆基地空陆侧围界间距不小于 3 m,内道围界内侧设置巡场道路,5 m 范围内无遮挡视野的永久构筑物。防入侵报警系统设置在外道物理围界上,视频监控设置在内、外侧物理围界中间。双层空防围界净高不小于 2.5 m,离地间隙不大于 3 cm。车辆基地内从陆侧通往空侧的电力、通信、给排水管沟应在穿越处设置钢栅栏等隔离设施或进行密实封堵^[1]。

3.3 车底扫描系统

安检道口配置车底扫描系统,满足安检人员对捷运列车车底检查。捷运列车与常规汽车相比,具备“车辆长、车底部件复杂”等特点,现有车底扫描设备无法满足捷运列车的安全检查需求。四期捷运车辆基地工程基于技术成熟的地铁 360°全景智能检测系统平台结合空防安全检查要求进行开发,研制适用于捷运列车的车底扫描系统。捷运列车车底扫描系统采用超高清线阵检测模组,单通道每 1 m 输出 1 张图片,捷运列车总长 96 m,共 96 张图片进行线阵拼接。根据空防管理要求配置对刀具或其他危险物品等异物的识别功能,异物识别尺寸不小于 10 mm×10 mm,识别准确率达 99%。通过设置列车测速雷达来解决车辆减速停车工况下的车底图像畸变的问题。研制独立的一套检测系统软件供安检人员使用,通过采取仅上传车底位置图像、筛选较大异物识别等措施,减少数据上传量及识别项点数,从而缩短数据上传时间。平台端实现图像上传与显示同步,在 5 min 内完成图片数据上传,8 min 内完成异物报警数据上传,满足安检部门实时查看车辆安检数据需求。

4 结语

本文结合上海浦东国际机场空侧捷运系统车辆基地空防方案进行研究,分析车辆基地位于空侧及陆侧的优缺点。研究发现,若车辆基地位于空侧,会降低车辆运用检修工作效率,增加空防、运营

部门管理压力。在满足空防要求的基础上,应对车辆基地实行精细化分级管控。针对新车辆基地空防方案,提出捷运车辆维修区概念,对纳入陆侧管控的捷运车辆维修区提级管理。

本工程是我国首个机场空侧捷运系统陆侧车辆基地项目。在设计过程中,严格执行 MH/T 7003—2017《民用运输机场安全保卫设施》,并与当地的民用航空管理局、机场安检部门等单位进行多轮沟通对接,最终制定适用于轨道交通车辆基地的空防方案及安检设施。这为今后机场捷运系统车辆基地空防设计提供了新思路。

参考文献

- [1] 中国民用航空局. 民用运输机场安全保卫设施: MH/T 7003—2017[S]. 北京:中国民航出版社,2017.
Civil Aviation Administration of China. Security facilities of civil transportation airport: MH/T 7003—2017[S]. Beijing: Civil Aviation Publishing House, 2017.
- [2] 陈萌. 空侧旅客捷运系统中返流流程的研究: 以上海浦东国际机场为例[J]. 交通与港航, 2021, 8(4): 70.
CHEN Meng. Research on backflow in airside MRT system: taking Shanghai Pudong International Airport as an example[J]. Communication & Shipping, 2021, 8(4): 70.
- [3] 戴晓坚. 浦东国际机场卫星厅及捷运系统工程[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019.
DAI Xiaojian. Satellite hall and MRT system project of Pudong international airport[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Techni-

cal Publishers, 2019.

- [4] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 上海浦东国际机场旅客捷运系统工程初步设计说明书[R]. 上海: 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 2015.
Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd. Preliminary design specification for Shanghai Pudong International Airport Passenger Rapid Transit System Engineering[R]. Shanghai: Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., 2015.
- [5] 郑晓嘉. 上海浦东国际机场空侧捷运系统运营安全管控实践探索[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(增刊1): 68.
ZHENG Xiaojia. Practical exploration on operation safety management and control of air-side MRT system in Shanghai Pudong International Airport[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(S1): 68.
- [6] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 上海浦东国际机场四期扩建工程旅客捷运系统车辆基地初步设计[R]. 上海: 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 2022.
Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd. Preliminary design specification for Passenger Rapid Transit System Vehicle Base of Shanghai Pudong International Airport Phase IV Expansion Project[R]. Shanghai: Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., 2022.

· 收稿日期:2023-07-11 修回日期:2023-11-04 出版日期:2024-06-10

Received:2023-07-11 Revised:2023-11-04 Published:2024-06-10

· 作者:冯建龙,工程师,fengjianlong@smedi.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议

© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

2024 年 4 月份城市轨道交通运营数据

2024 年 4 月,31 个省(自治区、直辖市)和新疆生产建设兵团共有 54 个城市开通运营城市轨道交通线路 310 条,运营里程 10 273.7 km;实际开行列车 338 万列次,完成客运量 27.6 亿人次,进站量 16.5 亿人次。4 月份,客运量环比减少 0.5 亿人次,降低 1.6%,同比增加 2.2 亿人次,增长 8.8%。

4 月份全国总运营里程的平均客运强度为 0.896 万人次/(km·d),环比增长 1.3%,同比增长 2.4%。其中,地铁、轻轨、市域快速轨道等大运量线路共 270 条,运营里程 9 576.4 km,完成客运量 27.1 亿人次,进站量 16.1 亿人次;单轨、磁浮等中运量线路共 7 条,运营里程 202.5 km,完成客运量 3 797 万人次,进站量 2 757 万人次;有轨电车、自动导向轨道等低运量线路共 33 条,运营里程 494.8 km,完成客运量 1 123 万人次,进站量 1 069 万人次。

本月新增运营里程 34.1 km,新增运营线路 1 条,为青岛地铁 6 号线;新增运营区段 1 个,为绍兴地铁 1 号线支线南段。本月核减开通运营城市 1 个,核减运营里程 8.4 km,核减运营线路 1 条,为珠海有轨电车 1 号线。

(来源:交通运输部网站)