

上海城市轨道交通车辆基地一体化管理模式研究*

江志彬^{1,2} 唐 雁^{1,2} 来佳雯^{1,2} 黄星煜³ 徐 斌³ 唐新宇³

(1. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海;

2. 上海市轨道交通结构耐久与系统安全重点实验室, 201804, 上海;

3. 上海申通地铁集团有限公司, 200030, 上海//第一作者, 研究员)

摘 要 目的:为解决上海城市轨道交通车辆基地因责任主体众多、业务接口繁杂而导致的诸多问题,同时考虑到未来网络规模进一步扩大、全自动运行线路增多等因素的影响,提出了车辆基地一体化管理模式。方法:通过梳理上海城市轨道交通车辆基地的管理现状,得出车辆基地的明显特征,并提出构建上海城市轨道交通车辆基地一体化管理模式的目标。结果及结论:基于管理现状和目标,针对以往管理模式存在的不足,提出了兼顾未来城市轨道交通网络典型特征(一场多线、全自动运行)的一体化管理架构及岗位设置方案。该管理模式,一方面可以对各管理层级进行精细化定位,明确管理主体的岗位和职能,显著减少业务接口,提升作业安全和效率;另一方面能更好地组织协调基地内各项生产业务,辅助正线的运营,以提高服务质量。

关键词 上海城市轨道交通;车辆基地;一体化管理;一场多线;全自动运行

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.07.005

Study on Integrated Management Mode of Shanghai Urban Rail Transit Vehicle Base

JIANG Zhibin, TANG Yan, LAI Jiawen, HUANG Xingyu, XU Bin, TANG Xinyu

Abstract Objective: To solve various problems caused by the large number of responsible entities and complicated business interfaces of Shanghai URT (urban rail transit) vehicle base, considering the impact of factors such as further expansion of network scale and increase of FAO (fully automatic operation) lines in the future, a vehicle base integrated management mode is proposed. Method: By sorting out the current management situation of Shanghai URT vehicle base, its evident features are obtained, and the goal of establishing Shanghai URT vehicle base integrated management mode is proposed. Result & Conclusion: Based on the management situation and objectives, targeting the shortcomings in conventional

management mode, an integrated management architecture and position setting scheme accommodating future URT networking typical features (one-depot multi-line, FAO) is proposed. By this mode, on one hand, the positioning of various management levels will be refined, the positions and functions of management entities be clarified, the business interfaces be significantly reduced, together with improved work safety and efficiency; on the other hand, the various production business in the vehicle base will be better organized and coordinated to assist main line operation and improve service quality.

Key words Shanghai urban rail transit; vehicle base; integrated management; one-depot multi-line; FAO

First-author's address State Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, 201804, Shanghai, China

0 引言

车辆基地是城市轨道交通运营保障的基地,承担着车辆存放、检修、整备与调试,以及设施设备综合维修与保养等任务,为正线的行车及客运服务提供安全和质量的保障。与正线的车站相比,车辆基地的线路和道岔密集,生产作业强度较高,涉及专业众多,且作业内容主要集中在非运营时段内。因此,科学、合理地运用人力、物力,高效组织基地内的作业内容,确保基地业务流程的有序开展,是全线作业组织的关键。此外,提升城市轨道交通车辆基地的生产组织能力,是我国各城市进入超大规模网络化运营新阶段后所面临的主要任务。

以上海的城市轨道交通为例,目前大部分基地采取的是多方管理模式,存在责任主体多、业务接口繁、衔接成本高和业务流程复杂等问题。一方面,随着新线的接入,客流的快速增长和运营方案

*上海市科学技术委员会课题(18DZ1201404);上海申通地铁集团课题(JS-KY21R005-2/CX-GL20R014-WT-20037)

的复杂化对日常运营过程中车底的出入库安排、资源调配、周转协调、存车线运用和维护策略等提出了更高的要求;另一方面,考虑到车辆基地未来的发展将呈现一场多线,多功能综合,以及需适应 FAO(全自动运行)线路等多种特征,在一体化的运营与维护模式、业务与流程的架构、各业务部门的衔接和网络层面的资源共享等方面需要作进一步优化^[1-2]。

为提升车辆基地的生产作业和资源管理效率,增强安全管控和应急抢修能力,本文在借鉴国内外城市轨道交通车辆基地管理模式的基础上,将上海城市轨道交通车辆基地现存的 2 种管理模式在安全和效率方面进行对比。同时,重点关注 FAO 线路及一场多线型车辆基地,分析其管理需求及目标。最

后,提出符合上海城市轨道交通车辆基地未来发展的一体化管理架构及相应的岗位设置。

1 城市轨道交通车辆基地管理现状

截至 2020 年底,我国 38 座城市累计拥有城市轨道交通车辆基地(运营中)300 余座。上海城市轨道交通的车辆基地数量已达 30 座,其中一场多线型 6 座。其当前的管理模式主要分为 2 种:多方管理模式和一体化管理模式(含 FAO 线路)。其中,大多数的车辆基地采用多方管理模式,即由运营公司和维保公司共同负责车辆基地属地的管理。上海城市轨道交通部分具有典型特征的车辆基地概况如表 1 所示。

表 1 上海城市轨道交通部分具有典型特征的车辆基地概况

Tab. 1 Overview of some Shanghai URT vehicle bases with typical characteristics					
车辆基地名称	服务线路	管理主体	停车列位/列	车辆基地功能	特征
蒲汇塘车辆基地	4 号线	车辆分公司	32	周检、月检、临检	传统典型车辆基地,含 DCC 业务及 PMC 业务,DCC 一体化管理
吴中路车辆基地	10 号线	第一运营有限公司 (以下简称“运一”)	42	日检、临修	FAO 线路车辆基地,POCC 管理 ^[3]
梅陇车辆基地	1 号线	运一、车辆分公司	25	临修、双周检、双月检、架大修、定修	架大修基地(共享),含 PMC 业务,有非电客列车(轨道车),工程车维护与 DCC 业务交叉,多方管理
金桥车辆基地	9、12、14 号线	申通庞巴迪	40	日检、临修	多线共用车辆基地,1 个 DCC + 多驻勤点,DCC 一体化管理

注:DCC—车辆基地控制中心;PMC—物业管理中心;POCC—计划与运营控制中心。

综上,从管理的角度来看,车辆基地具有以下明显特征:

1) 管理业务内容呈现多主体、多接口。简单来说,车辆基地主要负责车辆的整备、保养和维修作业,为正线运营提供状态良好的车辆。但在现场工作中,涉及到的业务内容繁杂,包括行车作业、现场施工、车辆检修、设备维修维护和物资物业保障等;不同专业部门负责各自的业务板块,且接口众多,如何高效协调统一已成为车辆基地的管理瓶颈。

2) 管理技术手段呈现智能化、信息化。随着 5G、物联网和大数据等新兴技术的发展,车辆基地在综合信息展示、计划编制、安全管理和维保管理等方面都有较多的智能化应用。例如:上海城市轨道交通蒲汇塘车辆基地的 DCC 综合管理系统;深圳地铁采取的包括云智能巡更系统、综合安保管理系统、智能内涝标尺和电子禁动牌系统等智能化手段,切实加强了基地内的调度运作效率。但是,目前各城市之间的车辆基地信息化子系统还较为独

立,没有形成有效的整合平台。因此在车辆基地管理的信息化支撑方面仍然有较大的提升空间。

3) 管理职能范围呈现多线路、共享化。城市轨道交通网络化发展的背景下,一场多线型的车辆基地成为发展趋势。为降低运营成本,可考虑多个车辆基地的资源共享,其主要包括车辆架修资源、大修资源、定修资源、综合维修基地资源和物资总库资源等^[4]。但是,车辆基地的资源共享还应考虑大量的检修车取送工作,均衡修、状态修的发展方向,以及设备的全生命周期过程^[5]。

4) 管理模式需考虑与 FAO 线路相结合的趋势。相较于传统驾驶模式,FAO 线路运行模式确实更胜一筹,其无需任何司乘人员,列车的行车作业均由系统自动实现。而今,我国越来越多 FAO 线路正在运营或建设,如上海城市轨道交通 10、14、15、18 号线,北京地铁 3、12、17 号线以及新机场线、燕房线,深圳地铁 14、16、20 号线,广州地铁 10、12 号线等。但由于 FAO 线路与传统线路车辆基地的作业流

程有较大差异,因此在管理模式上有待进一步创新。

2 上海城市轨道交通车辆基地管理模式分析

2.1 车辆基地管理需求及目标

随着新线的不断建成,上海城市轨道交通即将迈入超大规模网络运营时代,车辆基地的类型多且

数量大。因此,有必要进一步统一和优化其管理模式,提升网络运行效率、安全管理水平及资源管理能力,为城市轨道交通网络提供更加安全高效的服务。表 2 分别从功能、布局、场地、机构、业务、资源和新技术等 7 个方面的特征分析了上海城市轨道交通车辆基地的管理现状及需求。

表 2 上海城市轨道交通车辆基地的管理现状及需求分析
Tab.2 Management situation and demand analysis of Shanghai URT vehicle bases

特征分类	现状	需求
功能特征	业务体系不完善、生产生活(车辆供给、维修保养、物资仓储,以及文娱生活)较为独立	完善业务体系以满足各项功能需求,更好地提供生产生活服务
布局特征	物理布局分散,即车辆基地采用物理隔离的方法分布在城市各处,故障抢修队按专业分散在网络各处等	建立区域化、多专业的综合抢修队伍
场地特征	内部按照业务条线,划分为若干专业属地化地块,如生产区、生活区;其中生产区又按车辆、通信信号、工务等专业划分	建立场区统一管理标准及日常/应急联动管理体系
机构特征	责任主体众多,包括运营公司及维保公司下属的 6 家单位	需要统一牵头机构
业务特征	业务接口多,对外接口运营、调度及政府管理部门,对内与 5 家公司存在接口	寻找精简的接口
	层级化明显,从高到低分为 3 层:综合管理业务(含对外业务)、调度指挥业务、协同作业业务与属地业务	确立对应的管理组织架构
资源特征	时间窗、通道资源有限,总体资源稀缺	统一高效调配
	基地内各项资源都由各家公司独自消耗,使用较为分散	统一调配及统筹管理
新技术特征	FAO 线路需确认具有高运能、高准点率、高可靠性,以及人工和运营成本低等特点,且未来 FAO 线路会逐步增多,但传统的车辆基地管理模式与未来的技术演变契合度不高	设置 FAO 线路需确认车辆基地管理架构

鉴于以上分析,将上海城市轨道交通车辆基地管理模式的构建目标总结如下:

- 1) 统一管理主体,精简业务接口。从车辆基地功能的角度,系统地梳理各业务流程,并依据功能定位推导车辆基地的业务架构,设置岗位职级统筹现场管理工作;同时,简化管理接口,例如 DCC 接口内化场景中,原有大量的电客列车调车任务由 2 个部门间的协商实施调整为 1 个部门安排实施。
- 2) 关注岗位复合,提升工作效率。DCC 可根据基地内实际情况对调车作业指导书进行优化升级,简化不必要且不影响安全的作业流程,提升调车效率,根据申庞数据,调车时间可减少 10% 以上。相较传统的配检司机单独设立,一体化管理后,配检司机可与车辆维修人员岗位复合,同时 DCC 值班员职位可优先安排消防证持有者上岗,实现人力资源的整合。
- 3) 注重应急联动,保障作业安全。设置专门人员统筹综合抢修队伍,保障线路正常运营。维保专

业调度与 DCC 对接,由 DCC 直接分配故障维修任务,并掌握车辆故障情况;由车辆基地管理中心负责排查风险隐患,统一对车辆基地内生产作业及设施设备状态进行风险管控。

4) 结合 FAO 线路,需确认一场多线等复杂场景,优化管理架构。相较于传统的有人驾驶模式,FAO 线路需确认模式具有全自动、高可靠、低成本等优势,在技术上可以实现故障自诊断和自处理、高度冗余设计,具有强大的感知能力^[6-7]。未来,需要合理的管理模式,来统筹优化大规模城市轨道交通网络衍生的 FAO 线路及一场多线型车辆基地。

2.2 管理模式对比分析

从管理主体的角度来说,大多数的车辆基地仍采取多方协作管理的模式,又称为专业管理模式。以上海城市轨道交通为例,其管理业务分别由车辆分公司、供电分公司、通号分公司、工务分公司和后勤分公司等分管。这种管理模式下,导致管理接口多、管理任务重和管理难度大,极易造成协调不畅

甚至重复作业的问题。然而,一体化管理模式下,责任划分明确,管理接口大大减少,车辆基地内的所有业务,包括车辆停放及日常保养、车辆检修、列车救援、设备设施维护、物资供应和技术培训等均由指定部门统一管理。这显著地提高了车辆基地的管理效率,有利于车辆基地日常工作的顺利开展。

因此,一体化管理模式在业务接口精简、工作效率提升、作业安全保障、多场站管理协同,以及新技术适应等方面表现出更为明显的优势。其中,以基地内调车和开放进路 2 个场景为例,2 种管理模式下的效率性和安全性的对比如表 3 所示。

表 3 2 种管理模式下效率性和安全性的对比

Tab. 3 Comparison of efficiency and security under two management modes			
管理模式	类别	特点	具体内容
多方协作管理模式	基地内调车	调车作业按正线出车执行,效率较低	司机需按照正线出车检车流程作业,单次调车时间超过 30 min
	开放进路	调车作业多方多次确认,安全系数高	① 设备值班员确认进路上是否具备条件; ② 交由运转值班员再次确认进路; ③ 将进路信息发给信号楼值班员确认; ④ 信号楼值班员开放进路
一体化管理模式	基地内调车	属地管理部门统筹,优化作业指导书,作业效率高	DCC 提前安排司机待命,缩短响应时间,同时优化调车作业指导书,司机调车无需检查客室,减少调车时间 10% 以上
	开放进路	属地管理部门多人员确认,安全系数较高	① DCC 调度员确认进路; ② DCC 调度员确认调车路线; ③ DCC 调度员开放进路

3 一体化管理架构及岗位设置

车辆基地的管理构架主要由 3 个部分组成:① DCC,其主体功能是车辆供给、维修保养,负责停车车辆基地生产区域内的生产组织管理;② PMC,其主体功能是物资仓储、生活服务,负责车辆基地生活区域的管理;③ 委外协调的部分,其主要包括乘务、工务、车辆、通号、供电、物后班组等。考虑到 FAO 线路需确认线路在接发车等作业过程中的差异性,车辆基地一体化管理模式及岗位设置方案如图 1 所示。

1) 设立车辆基地区域负责人(区域车场长),采取常日班制度,管理区域内多个车辆基地,并负责车辆基地总体管理,包括业务制定、标准制定、考核评价等。

2) 对于单个车辆基地业务,设立车辆基地负责人(车场长),采取常日班制度,负责状态监控、监督考核、业务协调、应急指挥等业务,执行所在属地的管理权。同时,应当保证其与车辆基地总体管理主体相一致。

3) 车辆基地值班负责人(值班车场长),采取四班运转制度^[8],部分车辆基地可根据车辆基地工作量,在常日班工作时间与车场长进行岗位复合。具体细分业务包括 DCC 和 PMC 两大块,其中 DCC 负责协调乘务、工务、车辆、通号、供电班组,承担车辆基地生产调度、交叉生产业务职能;PMC 负责协调物后班组,承担物资管理、后勤管理两大类职能,包括物资仓储、能耗管理、安保消防、基建维修等。

4) 各职能岗位包括信号楼值班员、运转值班员、设备值班员、安防值班员、司机、保安等,分别履行相应的职责。此外,在一场多线的情况下,各岗位职能将会进行略微调整:信号楼值班员设置多名,单独负责各条线路,配合运转值班员完成车辆基地行车管理工作;运转值班员下设 XX 号线驻勤点运转值班员,负责协助运转值班员落实本线路行车作业任务,以及协助设备值班员对本线路基地内

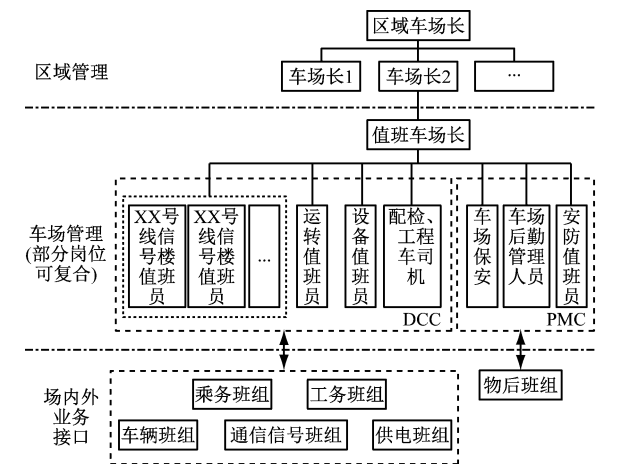


图 1 车辆基地的一体化管理模式及岗位设置
Fig. 1 Integrated management mode and position setting of vehicle base

作业和动车施工进行辅助登记、注销、跟踪。

FAO 线路的车辆基地一体化管理模式,需要关注与正线运营过程的高效协同性,其分为 2 种场景:① 常态化运营条件下,基地内的行车业务由 OCC (运营控制中心)进行管理,这有利于精简人员,同时便于统一安排行车作业,顺利完成一整套自动唤醒、自检、运行、进站、开关门、离站、折返、回库、清洗和休眠等作业,以提高行车效率;② 应急条件下,为充分保障车辆基地内的行车安全,行车作业相关业务可由 DCC 的岗位复合人员进行临时接管,进行相应的处置,待系统恢复正常后再交回 OCC 管理。因此,一体化管理架构下,除了可以加强基地资源的共享、增进各职能岗位的联动和减少工作人员的配置外,还有利于优化现场业务流程和提高应急处置效率。

4 结语

车场管理模式与网络结构、技术特征、管理体制、业务模式等关系密切,应结合不同城市、不同线路的特征需求进行具体分析。本文提出的一体化管理模式是结合上海城市轨道交通的特点来分析的,一方面可以对各管理层级进行精细化定位,明确管理主体的岗位和职能,显著减少业务接口,提升作业安全、效率;另一方面能更好地组织协调基地内各项生产业务,辅助正线的运营,提高服务质量。未来,随着管理体制、业务范围及技术手段的不断更新,一体化的管理架构与人员配置仍然有待进一步优化与完善。

参考文献

- [1] 王传福,刘连连.中国城市轨道交通的发展趋势分析[J].城市轨道交通研究,2019,22(10):22.
WANG Chuanfu, LIU Lianlian. Analysis on the future development trend of urban rail transit in China[J]. Urban Mass Transit,

2019, 22(10): 22.

- [2] 田俊芹.城市轨道交通线网车辆基地资源共享研究[J].铁道工程学报,2015,32(12):86.
TIAN Junqin. Research on the resource sharing of depot in urban rail transit network[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2015, 32(12): 86.
- [3] 王晓倩.城市轨道交通全自动运行线路运营控制中心管理模式创新[J].城市轨道交通研究,2019,22(增刊2):16.
WANG Xiaoqian. Management mode innovation of operating control center for urban rail transit fully automatic operation line[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(S2): 16.
- [4] 顾保南,叶霞飞.城市轨道交通工程[M].3版.武汉:华中科技大学出版社,2015.
GU Baonan, YE Xiafei. Urban rail transit engineering[M]. 3rd ed. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2015.
- [5] 郭泽阔,陈菊,冯万慧,等.基于线网全寿命成本控制目标的车辆基地资源共享研究[J].都市快轨交通,2020,33(3):33.
GUO Zekuo, CHEN Ju, FENG Wanhui, et al. Depot resource sharing based on line network life-cycle cost control target[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020, 33(3): 33.
- [6] 许治威,徐永能,景顺利.全自动无人驾驶地铁功能分析及故障应对[J].兵器装备工程学报,2020,41(7):143.
XU Zhiwei, XU Yongneng, JING Shunli. Fully automatic unmanned subway function analysis and fault response[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2020, 41(7): 143.
- [7] 马伟杰,王伟雯.上海城市轨道交通10号线全自动运营实践及启示[J].城市轨道交通研究,2019,22(增刊2):1.
MA Weijie, WANG Weiwen. Practice and enlightenment of fully automatic operation on Shanghai Rail Transit Line 10[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(S2): 1.
- [8] 江志彬.城市轨道交通网络列车运行组织与管理[M].上海:同济大学出版社,2018.
JIANG Zhibin. Organization and management of train operation in urban rail transit network[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2018.

(收稿日期:2021-01-22)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821