

城市轨道交通车辆段和停车场轨道工程 常见专业接口探讨

宫 寅

(中铁上海设计院集团有限公司, 200070, 上海//高级工程师)

摘 要 对目前我国城市轨道交通车辆段和停车场轨道工程与工艺、机电、建筑及结构、站场及路桥、环评等专业的接口存在的问题进行了总结,并给出优化建议。建议如下:柱式检查坑立柱内壁距离宜设计为 1.1 m,需核实工艺专业对不同类型道床长度、钢轨长度、端洗轨轨距、车挡的要求;避免漏埋过轨管线、漏设过轨沟槽、绝缘节设置位置不正确而导致后期整改;采用钢轨接头处立柱加密的设计方案时,需结合扣件选型合理确定加密处扣件间距,避免接头处扣件与钢轨接头夹板冲突;库前截水沟宜采用钢筋混凝土结构,尽量减小截水沟宽度以控制该处的扣件间距,或降低截水沟盖板标高、采用道口板覆盖的方案;为提高立柱的施工质量,可由轨道专业一次施工完成立柱,或采用扣件下方增设铁垫板、铁垫板部分埋入立柱的方案,以及预制立柱方案;站场排水沟和电缆井应避免被道砟覆盖;需做好整体道床-碎石道床过渡段的工后沉降控制;段场上盖开发时需根据上盖开发业态进行环境影响预测及评价,确保轨道减振降噪措施经济合理。

关键词 城市轨道交通;车辆段;停车场;轨道工程;专业接口

中图分类号 U279.1;U213

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.06.027

Discussion on Common Interfaces Between Professions with Urban Rail Transit Vehicle Depot and Parking Lot Track Engineering

GONG Yin

Abstract The problems currently existing in the interfaces between urban rail transit depot and parking lot (hereinafter referred to as 'depot') track engineering are summarized, optimization suggestions for professions include technical process, electromechanics, buildings and structures, stations and road bridges, environment evaluation proposed. The suggestions include: the column inner wall distance of the column inspection pit should be 1.1 m and requirements of technical process profession on different types of track bed length, rail length, washing rail gauge and bumper should be verified; problems

that cause additional reconstruction such as missing rail-crossing pipelines pipelines and rail-crossing troughs, incorrect position of insulation joints should be avoided; when adopting the design scheme of densifying the columns at the rail joint, it is necessary to reasonably determine the fastener spacing at the densified rail joint based on the fastener type selection to avoid contradiction between joint fasteners and rail joint clamp plate; the garage-front intercepting ditch should adopt a reinforced concrete structure, minimizing the width of the intercepting ditch as much as possible to control fastener spacing at this location, or reduce the elevation of the intercepting ditch cover plate and use a crossing plate cover plan; to improve the construction quality of the column, column construction can be completed by track profession in one time, or adopt the plan of adding an iron pad below the fastener with the pad partially embedded into the column, or a plan of column prefabrication; the station drainage ditch and cable well should avoid being covered by ballast; it is necessary to control the post-construction settlement of whole track bed to ballast track bed transition segment; when developing depot overhead property, it is necessary to predict and evaluate the environmental impact based on the overhead property business modes, to ensure that the track vibration reduction and noise reduction measures are economically reasonable.

Key words urban rail transit; depot; parking lot; track engineering; interface between professions

Author's address China Railway Shanghai Design Institute Group Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

我国城市轨道交通项目主要根据线网规划、线路的具体条件及系统设计能力需要,确定车辆基地的功能、规模,以及各项设施的配置,同时合理配置车辆段或停车场(以下简称“段场”)。车辆段可根据其作业范围分为大、架修段和定修段,其中:大、架修段主要承担车辆的大修和架修及其以下修程作业,定修段主要承担车辆的定修及其以下修程作

业。停车场主要承担列检和停车作业，必要时可承担双周/三月检及临修作业^[1]。本文针对城市轨道交通段场中轨道工程常见的专业接口问题进行概述^[2]。

1 段场轨道工程简介

目前,我国城市轨道交通段场线主要包括试车线、洗车线、吹扫线、链轮线、平板车停放线、待修车和修竣车存放线、走行线、牵出线及回转线等^[1],具体项目根据作业需要设置。段场线一般分为库内线和库外线,该线路轨道工程的设计及施工由轨道专业负责^[3]。其与专业接口相关的常规设计标准如下。

1.1 段场无上盖开发

库外线一般采用碎石道床,库外卸料线常采用整体道床,库前平过道采用橡胶道口板碎石道床或整体道床;库内线根据工艺专业要求采用对应型式的整体道床^[4]。试车线采用9号道岔,其他库外线采用7号道岔,股道尽头及预留股道均设置车挡。典型无上盖开发的车辆段轨道工程现场见图1。

1.2 段场上盖开发

段场上盖开发时,结合开发方案,各项目轨道设计标准不一,库外线采用碎石道床道砟加厚或碎石道床下铺设隔振垫或整体道床,库外线曲线段采用静音钢轨。部分项目试车线采用梯形轨枕道床或钢弹簧浮置板道床或橡胶弹簧浮置板道床,库内



图1 无上盖开发车辆段

Fig. 1 Depot without overhead property development

线根据工艺专业要求采用对应型式的整体道床及无缝线路^[5-6]。试车线采用9号道岔,库外线采用7号道岔,股道尽头及预留股道均设置车挡。典型上盖开发的车辆段轨道工程现场见图2。



图2 上盖开发车辆段

Fig. 2 Depot with overhead property development

2 段场轨道工程与相关专业接口案例及建议

段场轨道工程涉及的主要专业接口汇总见表1。

表1 段场轨道工程涉及的主要专业接口汇总

Tab. 1 Summary of main profesnal interfaces involved with depot and station track engineering

接口专业	具体接口内容
工艺专业	柱式检查坑、壁式检查坑、平过道道床、普通整体道床、架车机股道道床、链轮库股道道床、轮对受电弓检测棚道床、洗车线股道道床、卸料线道床、车体间工艺股道道床、转向架转盘处道床及实训线道床等的型式、长度及技术要求
弱电专业	道床范围的过轨管线、预留过轨沟槽及其信号传输制式采用计轴或轨道电路、道岔编号等
强电专业	过轨及预留槽、杂散电流防护、对地绝缘等
建筑专业	库前截水沟尺寸及型式、柱式检查坑布置型式等
结构专业	各种道床的基础预留、特殊道床界面划分等
站场专业	股道及道岔布置、库外线排水、电缆井或综合管沟与道床的距离、警冲标位置等
路桥专业	整体道床-碎石道床(以下简称“整-碎”)过渡段地基处理、路桥过渡段地基处理等
环评专业	对段场振动噪声进行评价,尤其针对上盖开发段场

2.1 轨道工程与工艺专业接口

段场内工艺设备较多,涉及相关专业协同配合工作较多^[7],同时不同厂家对设备接口要求的细节

不一,因此对于固定式架车机、洗车机、轮对检测设备及链轮设备需特别注意^[8]。此外,段场上盖开发和无上盖开发方案的工艺股道布置不同^[9],采用

FAO(全自动运行)时需注意段场功能分区^[10]。

2.1.1 柱式检查坑道床

针对库内柱式检查坑道床,同一股道左、右股钢轨的两立柱内壁间距一般为 1.1 m 或 1.2 m。建议在满足工艺需求的前提下将该间距尽量协调为 1.1 m,保证立柱断面足够大,即保证扣件套管外有足够的混凝土保护层厚度。若该间距无法满足 1.1 m 时,可将立柱设计为渐变立柱,即立柱顶部套管位置处的两立柱内壁距离为 1.1 m,下部检修空间的两立柱内壁距离为 1.2 m。

2.1.2 平过道整体道床

工艺专业对轨道专业提出库内各类型道床的要求,轨道专业设计时需详细复核各类型道床的位置及长度,避免因工艺专业套用通用提资,局部未落实本工程运营部门的要求,导致出现踏步前道心空缺等类似问题。停车列检库及检修库股道较多,若每股道空缺 3 m,则累计回填混凝土量会增大。

固定式架车机、转向架转盘及铰轮设备等常要求轨道专业预留钢轨伸出量^[11-12],不同厂家对此要求不一致,故施工前务必与工艺厂家核实。一旦轨道施工完成,若预留钢轨长度不符合设备要求而需要整改,将导致轨料浪费及专业间扯皮。

2.1.3 洗车设备的端洗轨

工艺专业提资的洗车设备端洗轨的轨距为钢轨中心至钢轨中心的距离。施工时需注意非钢轨内侧轨顶下方 16 mm 处。一旦道床铺设完成,若轨距有误,洗车设备将无法安装,导致整改困难。

2.1.4 FAO 车辆

采用 FAO 车辆时,车轮前端设障碍物探测装置,库内股道车挡需采用框架式车挡,避免选择车轮挡存在损坏探测装置的隐患。

2.2 轨道工程与机电专业的接口

与段场轨道工程有接口的机电专业主要有通信、信号及杂散电流接触网等^[13]。

2.2.1 过轨及预留槽

各机电专业需提前提供过轨及预留槽需求,施工时机电施工方和轨道施工方需紧密配合,避免漏埋过轨管线后机电施工方破坏整体道床;整体道床需根据机电专业要求提前预留管线用坑,避免后期整改。

2.2.2 绝缘节设置

轨道专业设计时需满足杂散电流专业相关要求^[14],信号专业采用轨道电路时也需轨道专业配合

设置绝缘节。库内线一般在库前、库中及库尾设置绝缘节,库外线在电化股道与非电化股道间,以及轨道电路有需求地段设置绝缘节,出入线与段场分界的单向导通装置处设绝缘节。轨道施工前需与机电施工方联合确定现场绝缘节位置,避免因绝缘节设置位置不正确导致后期整改^[15]。段场信号专业采用计轴时,无钢轨绝缘需求,仅杂散电流专业及个别工艺设备有绝缘需求。

2.3 轨道工程与建筑及结构专业的接口

2.3.1 库内柱式检查坑立柱布置

库内柱式检查坑立柱布置由轨道专业提资、建筑专业落实。目前,通常采用两种做法:①立柱均采用 1 250 mm 的间距均匀布置;②立柱间距一般采用 1 350 mm,在钢轨接头处采用 580 mm,以提高钢轨接头处的支承刚度。经工程实践,上述两种做法均可满足工程需要,但采用钢轨接头处立柱加密的设计时,需结合扣件选型合理确定加密处扣件间距。并核实在钢轨接头处立柱间距采用 580 mm 的适用性,避免出现接头夹板螺栓与扣件弹条冲突而无法安装的情况。若采用 DJK5-1 型扣件或 CK-1 型扣件时,加密处立柱间距可选取 580 mm;若采用 CZ-1 型扣件时,加密处立柱间距选取 580 mm 将无法安装,此时需调整钢轨接头前后的钢轨长度。

2.3.2 库前截水沟

车辆段单体建筑较多,库门前轨行区范围的截水沟一般由建筑专业设计与施工,特殊情况时由轨道专业设计及施工。库前截水沟处主要存在以下问题:工程中多次出现库前未设置截水沟的情况,属于设计遗漏;库前截水沟宽度、扣件间距较大,填充橡胶嵌条后易踩塌;库前截水沟采用砖砌结构,运营多年后损坏。建议库前截水沟由建筑专业统一设计与施工,截水沟采用钢筋混凝土结构,截水沟宽度尽量压缩以减小扣件间距,或截水沟盖板标高较低可采用道口板覆盖。

2.3.3 道床基础结构

库内各种道床的基础由结构专业设计,图纸会签时需核实其预留的钢筋与基础尺寸是否正确。柱式检查坑地段施工工艺较多,立柱由结构专业一次浇筑完成,或在轨面以下 500 mm 或 600 mm 范围内立柱由轨道专业施工^[16-18]。目前我国个别城市已开展使用预制立柱,但其施工工艺尚需优化。为提高立柱的施工质量,本文建议其可由轨道专业一次施工完成;或可采用扣件下方增设铁垫板,铁垫

板部分埋入立柱的方法;或待预制立柱施工工艺成熟后可采用预制立柱。

2.4 轨道工程与站场及路桥专业的接口

2.4.1 站场

段场库外道岔布置与站场专业存在接口^[16]。此外,工程中常出现道砟覆盖水沟盖板,电缆井设置在道砟范围,库外卸料线未考虑排水导致轮缘槽内积水的情况。建议设计阶段应与站场专业落实下述内容:截水沟与股道的距离足够大,若无法避免截水沟侵入道砟范围,可采用挡砟块或挡砟墙;电缆井与股道的距离应足够大;若有条件,可在库外卸料线整体道床的轮缘槽至股道外侧水沟范围预埋排水管,避免卸料线轮缘槽内积水;若卸料线无设置排水管的条件,务必确保在库前设置截水沟,避免雨水从轮缘槽倒灌至库内的情况发生。

2.4.2 路基与桥梁

试车线存在桥梁时需注意路桥过渡段应由路基专业进行地基处理,避免过渡段不均匀沉降太大引起跳车^[19],尤其雨季该地段不均匀沉降更为明显,个别工程中出现因该地段不均匀沉降较大影响热滑时间节点的情况。段场内整体道床、整-碎过渡段范围的工后沉降要求应及时提资给路基专业,从而进行合理的地基处理。整-碎过渡段一般在道砟下铺设混凝土垫层,混凝土垫层可由路基专业或轨道专业实施,同时应避免设计的混凝土垫层遗漏或设置的混凝土垫层位置错误。

2.5 轨道工程与环评专业的接口

针对段场上盖开发工况,环评专业需根据上盖开发业态进行环境影响预测及评价,并将预测及评价结果作为轨道专业采用减振降噪措施的依据,从而避免减振措施太强造成工程投资浪费,或减振措施不足无法满足环评要求^[20]。轨道专业确定具体的减振措施后,需与结构、路基、站场等专业落实轨道结构的预留高度及其对应的地基处理措施^[21]。

3 结语

城市轨道交通工程段场涉及专业较多,本文结合段场工程现场出现的问题,分类梳理了轨道工程常见的专业接口,并提出相关建议如下:柱式检查坑立柱内壁距离宜设计为1.1 m,需核实工艺专业对不同类型道床长度、钢轨长度、端洗轨轨距、车挡的要求;避免漏埋过轨管线、漏设过轨沟槽、绝缘节设置位置不正确而导致后期整改;采用钢轨接头处

立柱加密的设计方案时,需结合扣件选型合理确定加密处扣件间距,避免接头处扣件与钢轨接头夹板冲突;库前截水沟宜采用钢筋混凝土结构,尽量减小截水沟宽度以控制该处的扣件间距,或降低截水沟盖板标高、采用道口板覆盖的方案;为提高立柱的施工质量,可由轨道专业一次施工完成立柱,或采用扣件下方增设铁垫板、铁垫板部分埋入立柱的方案,以及预制立柱方案;站场排水沟和电缆井应避免被道砟覆盖;需做好整体道床-碎石道床过渡段的工后沉降控制;段场上盖开发时需根据上盖开发业态进行环境影响预测及评价,确保轨道减振降噪措施经济合理。

参考文献

- [1] 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, 2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of metro: GB 50157—2013[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.
- [2] 扈慧娜. 城市轨道交通轨道工程接口设计[J]. 建筑知识, 2017, 37(2): 34.
HU Huina. Interface design of urban rail transit project[J]. Architectural Practice, 2017, 37(2): 34.
- [3] 姜晓文. 城市地铁车辆段轨道设计[J]. 城市建筑, 2014(2): 11.
JIANG Xiaowen. The design of city metro vehicle trajectory[J]. Urbanism and Architecture, 2014(2): 11.
- [4] 赵红光. 南京地铁车辆段轨道技术综述[J]. 都市轨道交通, 2010, 23(6): 54.
ZHAO Hongguang. Review of track technologies of Nanjing Metro depot[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2010, 23(6): 54.
- [5] 尹华拓. 地铁车辆段上盖开发振动噪声综合控制路线分析[J]. 都市轨道交通, 2018, 31(3): 10.
YIN Huatuo. The integrative program for vibration and noise control in a subway depot with superstructures[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2018, 31(3): 10.
- [6] 李晨. 地铁上盖物业开发车辆段减振降噪措施[J]. 科技创新与应用, 2019(12): 130.
LI Chen. Vibration and noise reduction measures for metro superstructure development depot[J]. Technology Innovation and Application, 2019(12): 130.
- [7] 董海涛. 地铁车辆段工艺设备项目管理[J]. 设备管理与维修, 2019(17): 13.
DONG Haitao. Project management of process equipment in metro depot[J]. Plant Maintenance Engineering, 2019(17): 13.
- [8] 赖于坚. 地铁车辆段三大检修工艺设备的技术接口[J]. 都市轨道交通, 2007, 20(5): 92.
LAI Yujian. Technical interfaces of equipments in metro depot

- [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2007, 20(5): 92.
- [9] 陈威. 地铁车辆段上盖物业开发对工艺设计影响的研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(8): 179.
- CHEN Wei. Study on the influence of the development of the superstructure property on the process design of the subway car depot[J]. Engineering and Technological Research, 2019, 4(8): 179.
- [10] 高照学. 基于无人驾驶的地铁车辆段总图设计探讨[J]. 现代城市轨道交通, 2017(4): 46.
- GAO Zhaoxue. Discussion on depot layout design for automatic train operation[J]. Modern Urban Rail Transit, 2017(4): 46.
- [11] 夏季. 全自动驾驶模式下地铁车辆段洗车机技术接口分析[J]. 现代城市轨道交通, 2018(5): 21.
- XIA Ji. Analysis of car washer technical interface in metro depot under fully automated operation mode[J]. Modern Urban Rail Transit, 2018(5): 21.
- [12] 姚应峰. 地铁车辆段数控不落轮镟床设计接口分析[J]. 铁道标准设计, 2013, 57(6): 163.
- YAO Yingfeng. Analysis on design interface of CNC underfloor wheel lathe in rolling stock depot of metro[J]. Railway Standard Design, 2013, 57(6): 163.
- [13] 刘森. 地铁车辆段机电安装工程重难点分析及解决措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(32): 37.
- LIU Miao. Analysis on the difficulties and solutions of electromechanical installation project in metro vehicle depot[J]. Theoretical Research in Urban Construction, 2018(32): 37.
- [14] 张立国, 丁静波. 城市轨道交通轨道与供电杂散电流接口设计研究[J]. 铁道标准设计, 2013, 57(5): 24.
- ZHANG Liguang, DING Jingbo. Research on interface design between track and stray currents in power supply system of urban rail transit[J]. Railway Standard Design, 2013, 57(5): 24.
- [15] 于志永. 地铁车辆段杂散电流的特征分析及防护[J]. 城市轨道交通研究, 2017, 20(10): 44.
- YU Zhiyong. Analysis of stray current characteristics in metro depot and protection measures[J]. Urban Mass Transit, 2017, 20(10): 44.
- [16] 蔡向辉. 城市轨道交通轨道设计接口常见问题探讨[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(2): 21.
- CAI Xianghui. Discussion on common track design interface problems of urban rail transit[J]. Railway Standard Design, 2020, 64(2): 21.
- [17] 张克能. 地铁车辆段柱式检查坑短柱优化及质量控制[J]. 山西建筑, 2018, 44(9): 67.
- ZHANG Keneng. The optimization and quality control of short column of column check pit for metro vehicle section[J]. Shanxi Architecture, 2018, 44(9): 67.
- [18] 高晓新. 城市轨道交通轨道工程与相关专业接口的设计与管理[J]. 铁道标准设计, 2011, 55(1): 55.
- GAO Xiaoxin. Design and management of the interface between urban rail transit rail engineering and related disciplines[J]. Railway Standard Design, 2011, 55(1): 55.
- [19] 李长杭. 路桥过渡段路基路面设计要点及沉降处理措施[J]. 绿色环保建材, 2019(5): 85.
- LI Changhang. Key points of subgrade and pavement design and settlement treatment measures in road-bridge transition section[J]. Green Environmental Protection Building Materials, 2019(5): 85.
- [20] 周建军. 刍议城市轨道交通车辆段物业开发减振降噪设计[J]. 科技与创新, 2017(14): 37.
- ZHOU Jianjun. Discussion on vibration and noise reduction design of property development in urban rail transit depot[J]. Science and Technology & Innovation, 2017(14): 37.
- [21] 吴青松. 地铁车辆段上盖物业开发综合减振降噪措施[J]. 山西建筑, 2018, 44(11): 162.
- WU Qingsong. On comprehensive vibration reduction and noise reduction measures for the superstructure development of metro depot[J]. Shanxi Architecture, 2018, 44(11): 162.

(收稿日期:2021-01-13)

(上接第 151 页)

- [2] 王立夫, 王金山, 刘东军, 等. B 型铝合金地铁车辆车体制造工艺[J]. 轨道交通装备与技术, 2013(1): 1.
- WANG Lifu, WANG Jinjin, LIU Dongjun, et al. Manufacturing processes of type B aluminum metro vehicle bodies[J]. Rail Transportation Equipment and Technology, 2013(1): 1.
- [3] 王炎金. 铝合金车体焊接工艺[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- WANG Yanjin. Welding technology of aluminum alloy car body[M]. 2nd ed. Beijing: China Machine Press, 2011.
- [4] 沈革新. 运用反变形方法合理控制铝合金车顶焊接变形[J]. 热加工工艺, 2016, 45(3): 240.
- SHEN Gexin. Reasonable control of welding deformation of aluminum alloy roof with reversible deformation method[J]. Hot Working Technology, 2016, 45(3): 240.
- [5] 张春飞. 轨道交通在我国城市公共交通系统中的重要地位[J]. 北方交通, 2008(1): 143.
- ZHANG Chunfei. Important position of orbital transportation in municipal common transport system in our country[J]. Northern Communications, 2008(1): 143.
- [6] 周晖, 王旭东. 浅谈地铁铝合金车体及其设计[J]. 铁道车辆, 2000, 38(增刊1): 53.
- ZHOU Hui, WANG Xudong. Discussion on the aluminum alloy metro carbody and its design[J]. Rolling Stock, 2000, 38(S1): 53.

(收稿日期:2020-12-30)