

智轨车辆基地的设计实践与探讨

付英东

中铁第四勘察设计院集团有限公司机械动力设计研究院, 湖北 武汉
Email: fuyingdong2013@163.com

收稿日期: 2021年7月19日; 录用日期: 2021年8月27日; 发布日期: 2021年9月3日

摘要

作为中低运量新型轨道交通制式, 智轨具有建设周期短、基础设施投资小、城市适应性高、综合运力强等优势特点, 可有效缓解中小城市的交通通行压力。对于智轨全线建设而言, 智轨车辆基地占地面积大、投资高, 为整个项目的控制性工程, 且涉及专业多, 接口多, 设计复杂。与传统轨道交通段场相比, 智轨车辆基地的工艺设计及总体布局存在明显差异。本文以西安市西咸新区智轨示范线1号线工程(斗门~欢乐谷)鱼斗车辆基地的设计为例, 分析了其设计特点及智轨车辆基地设计中需要注意的因素。

关键词

智能轨道快运系统, 车辆基地, 工艺设计, 总平面布置

Design and Research on Vehicle Base for Autonomous Rail Rapid Transit

Yingdong Fu

China Railway SIYUAN Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan Hubei
Email: fuyingdong2013@163.com

Received: Jul. 19th, 2021; accepted: Aug. 27th, 2021; published: Sep. 3rd, 2021

Abstract

As a new type of rail transit system with medium and low traffic volume, Autonomous Rail Rapid Transit (ATR) has the advantages including short construction period, small infrastructure investment, high urban adaptability and strong comprehensive transportation capacity, which can effectively alleviate the traffic pressure of small and med-sized cities. For the construction of ART, the maintenance base covers a large area and high investment. As a key control project of the entire project, it is involved many specialties, many interfaces, and complicated design. Compared

with the traditional suburban railway maintenance base, the technological design and overall layout of the vehicle base are obviously different. This paper takes the design of Yudou Vehicle Base of Intelligent Rail Demonstration Line 1 Project (Doumen~Happy Valley) in Xixian New District, Xi'an City as an example to analyze its characteristics and factors that need to consider in the design of ART vehicle base.

Keywords

Autonomous Rail Rapid Transit, Vehicle Base, Technological Design, General Layout

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

智能轨道快运系统, 简称智轨, 为采用“虚拟轨道跟随控制技术”, 在“虚拟轨道”上行驶的新式轨道交通, 具有建设周期短、基础设施投资小、城市适应性高等优势特点, 是兼顾运能与投资的中运量轨道交通系统[1] [2]。车辆段场是智能轨道快运系统中的重要组成部分, 担负着全线智轨车辆运用、检修、日常停放等任务[3] [4] [5]。本文以西安市西咸新区智轨示范线 1 号线鱼斗车辆基地为例, 对智轨车辆基地工艺及总平面布局进行设计与研究。

2. 工程概述

西安市西咸新区智轨示范线 1 号线工程(斗门~欢乐谷)起于斗门站, 沿豫章大道、陈之路、丰镐大道、科技六路、沣河东路、昆明三路、丰镐大道走行, 止于欢乐谷站。线路全长 11.9 km, 设站 9 座, 均为地面站。其中斗门站可同地铁 5 号线换乘, 欢乐谷站可同地铁 5、16 号线换乘, 线路沿线串联欢乐谷、诗经里、沣河湿地公园、昆明池、沣东六小、西安轨道交通学院、大型住宅小区等主要客流集散点, 是一条集旅游、交通性质于一体的线路。

全线设鱼斗车辆基地一座, 位于丰镐大道以西、农博园以北地块, 占地面积约 48.8 亩, 主要承担西咸新区智轨示范线 1 号线全部配属车辆的运用、停放任务。

2.1. 鱼斗车辆基地的功能定位与规模

依据《西咸新区低运能轨道交通线网规划》(2021 版), 鱼斗车辆基地定位为具备定修功能的停车场。主要任务如下[6] [7]:

- 1) 承担本工程全部配属车辆的周月检、临修、定修及配属车的运用、停放、列检、车辆洗刷和清扫及定期消毒工作。
- 2) 承担全线事故列车的救援工作。
- 3) 承担停车场内设备、机具的维修和工程车等的整备及维修工作。
- 4) 负责停车场的行政管理和技术管理。
- 5) 承担各系统和房屋建筑等设施的维护、保养、检修工作。
- 6) 承担 1 号线运营中需要的各种材料用品供应工作。

如表 1 所示, 根据智轨列车修程及检修周期, 结合车辆技术条件、运行交路、线路行车数据、配属

车数量、检修任务量, 计算得出检修所需列位数如表 2 所示[8] [9]。根据运用车数量, 结合智轨线网规划特点, 按初期规模进行设计, 可得鱼斗车辆基地的设计规模, 如表 3 所示。鱼斗车辆基地设定/临修线 1 列位, 双周/三月检线 1 列位, 停车列检线 8 列位, 洗车线 1 条。

Table 1. Maintenance regulations and cycle for Autonomous rail Rapid Transit

表 1. 智轨列车修程及检修周期

维保等级	里程/km	周期	检修停时
日常检查	/	每日	0.5 小时
一级修(双周检)	4000	每双周	1 天
二级修(三月检)	25,000	每季度	5 天
三级修(定修)	100,000	1 年	10 天
四级修(架修)	500,000	5 年	30 天
五级修(大修)	1,000,000	10 年	60 天

Table 2. The calculation data of the design for Yudou vehicle base

表 2. 鱼斗车辆基地检修规模计算

修程	初期(列位)	近期(列位)	远期(列位)	备注
大修	/	0.92	0.92	大修采用返厂修
架修	/	0.53	0.53	
定修	0.30	1.47	1.47	
临修	/	/	/	
三月检	0.22	1.44	1.44	
双周检	0.40	2.65	2.65	
列检	8.09	55.91	55.91	

Table 3. The design for Yudou vehicle base

表 3. 鱼斗车辆基地规模

序号	项目	鱼斗车辆基地
1	大架修(列位)	/
2	定/临修线(列位)	1
3	静调线(列位)	/
4	吹扫线(列位)	/
5	周月检线(列位)	1
6	停车列检(列位)	8
7	洗车线(条)	1

2.2. 鱼斗车辆基地周边环境及用地规划

如图 1、图 2 所示, 鱼斗车辆基地位于丰镐大道以西、农博园以北的地块内, 其北侧为在建退水渠, 用地范围呈长条形。选址最长处长 331 m, 最宽处宽 101 m, 占地面积 3.3 公顷。如图 3 所示, 根据现场踏勘, 选址内现状地势较平整, 用地性质为农林用地, 拟规划为交通场站用地, 土地规划为允许建设区, 场内无拆迁房屋。



Figure 1. The map for Yudou vehicle base
图 1. 鱼斗车辆基地站段位关系示意图



Figure 2. The present land use map for Yudou vehicle base
图 2. 鱼斗车辆基地场址现状图



Figure 3. The land capability map for Yudou vehicle base
图 3. 鱼斗车辆基地场址土地规划图

3. 鱼斗车辆基地方案研究

3.1. 车辆基地总平面设计布置原则

在充分分析车辆基地功能需求和充分利用所选地块的地形地貌和周围环境的基础上，以确保修车质量和生产安全，满足工艺要求为前提，以努力提高作业效率，改善劳动条件，节省工程投资为目的，确定主要原则如下[10][11][12][13]：

- 1) 平面布置应满足车辆基地的功能要求，功能分区明确、联络方便、交通顺畅、流程合理、布局紧凑、整齐美观、房屋设施适当集中、用地节省、服务设施完善、环境适宜、经济适用。
- 2) 车辆基地总平面布置应以检修库及停车列检库为主体，统筹考虑综合维修中心、物资总库等各项设备、设施的工作性质和功能要求，按照有利于生产、确保安全、方便管理、方便生活的基本原则合理布置，力求工艺顺畅、作业方便。
- 3) 车辆基地的站场股道、房屋建筑、设备与设施的布置，应根据生产性质、作业要求，结合地形、地貌、地质、水文、气象条件，充分考虑消防、卫生、通风、采光、绿化、环境保护、城市规划等方面的要求。
- 4) 综合维修中心宜集中布置，以利于房屋、设备的资源共享。
- 5) 线路的配置应满足各种生产功能的要求，力求布置顺畅，避免车辆在段(场)内互相干扰，尽量缩短列车的空走距离。
- 6) 车辆基地的主要运用、检修设施按初期规模设计，近期规模在延长线附近新建另一座车辆基地。
- 7) 应根据规划管线的引入合理布置采暖、空调、给水、排水及污水处理设施。车辆基地变配电所应靠近相关的负荷中心设置。
- 8) 车辆基地内应有汽车运输及消防道路。
- 9) 车辆基地的总平面布置应尽量减少对地块周边环境的影响，力争避免侵占既有学校、道路等，以减少工程量，节省投资。

3.2. 出入场线接轨方案设计

车辆基地出入场线接轨点位于线路中部，接轨于线路昆明池西站与昆明池站，接轨站昆明池西站和昆明池站皆为地面标准岛式车站。出入场线采用八字双线接轨，分别与左右线接轨，其接轨示意图如图4所示。

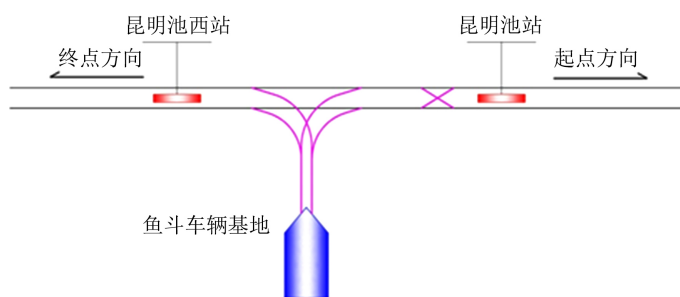


Figure 4. The position relation for Yudou vehicle base and the stations
图4. 鱼斗车辆基地接轨示意图

该方案是鱼斗车辆基地往起终点方向收发列车工艺顺畅，列车通过入场线直接进入车辆基地，通过出场线直接上正线运营。出入场线沿丰镐大道路中绿化带两侧布置，可减少对道路绿化带的改造和破坏，降

低工程投资。因现场环境限制，出入场线走行距离较长，采用混合路权的形式，与社会交通存在相互影响。

3.3. 总平面布置

本次设计针对车辆基地的各主要生产房屋、办公管理用房、生活房屋等，从功能、性质和工艺流程等方面进行了集中、整合，使在功能上更加合理，管理上更加方便，作业上更加流畅，布置上更加集中，对车辆基地在总体布局上简洁、美观提供了条件。针对联合车库相对位置的不同，设计了两个比较方案，分别如图 5、图 6 所示。

方案 I 采用横列式布置方式，联合车库位于车辆基地西侧，其中停车列检库采用 1 线 2 列位尽端式布置，设停车列检 4 条，共计 8 个列位；设周/月检线 1 条和定/临修线 1 条，均采用 1 线 1 列位尽端式布置。入场线设有往复移动式洗车机，采用贯通式洗车方式并可直接入库，工艺较为顺畅。综合楼布置于洗车机北侧，车辆基地北侧依次设有变电所、堆场、物资总库、污水处理站以及水池。设有东北和东南两个出入口与既有丰镐大道相连，车辆基地西南侧设有消防紧急出口与农博园北侧临时土路相连；场内设有环形道路满足消防要求。车辆基地南侧道路上设有试车线，有效长 305 m，该线路兼智轨临时停车线，供临时调车的停放。

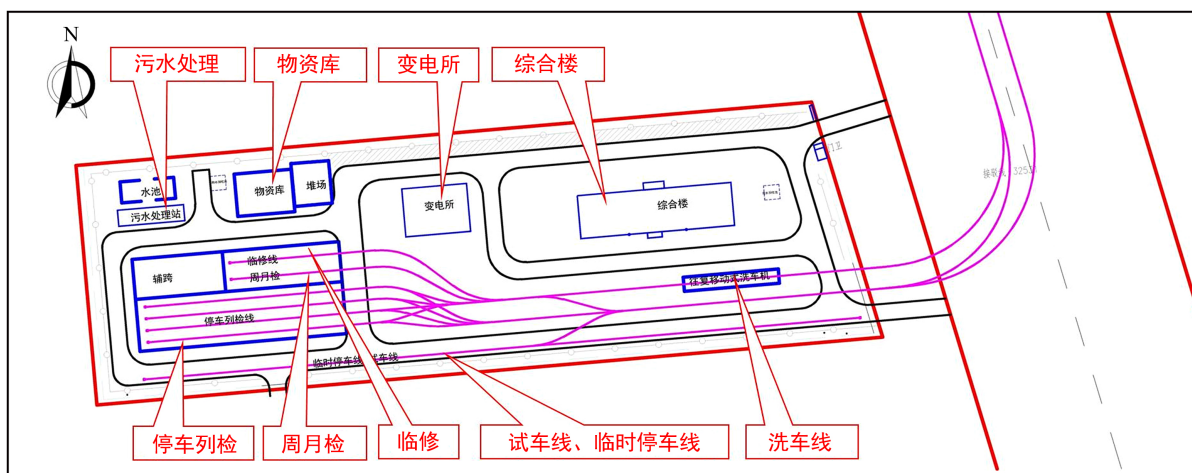


Figure 5. The general layout I for Yudou vehicle base

图 5. 鱼斗车辆基地总平面布置方案 I

方案 II 采用贯通式布置方式，联合车库位于车辆基地南侧，停车列检线采用贯通式与尽端式结合的布置方式，周月检线和临修线紧邻停车列检库布置，采用尽端式布置。在入场线设洗车区，洗车线与走行线合设，采用贯通式作业方式。综合楼位于场址东侧、洗车区南侧，而变电所、物资总库、污水处理站以及水池均设在联合车库北侧。设有东北和东南两个出入口与既有丰镐大道相连，车辆基地西南侧设有消防紧急出口与农博园北侧临时土路相连；场内设有环形道路满足消防要求。车辆基地南侧道路上设有试车线，有效长 305 m，该线路兼智轨临时停车线，供临时调车的停放。

与方案 II 相比，方案 I 洗车线平行入场线采用贯通式布置于联合车库前，作业较为顺畅，洗车效率高。房屋布置较为紧凑，人员较为集中。综合比较，在咽喉布置方面，方案 I 与方案 II 均工艺流程，满足智轨收发车及工艺需求；从洗车工艺布置方面，方案 I 与方案 II 洗完车后均可直接通过咽喉区进行停车；从人员布置方面，方案 I 工艺区与办公区分区合理，而方案 II 部分办公人员需穿越轨行区，存在一定的安全隐患。因此，从整体行车流畅性和综合楼布局上综合考虑，选择采用方案 I 作为设计的推荐方案。

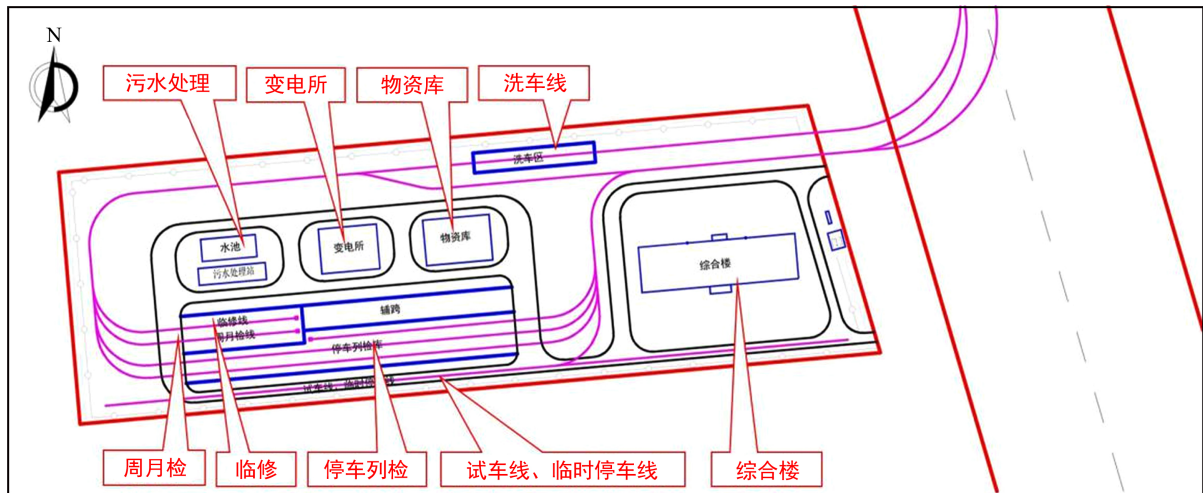


Figure 6. The general layout II for Yudou vehicle base
图 6. 鱼斗车辆基地总平面布置方案 II

4. 鱼斗车辆基地工艺设计及特点

根据推荐的总平面布置方案,将智轨的运用、检修库房进行集约化布置,构建联合检修库[14][15][16]。如图 7、图 8 所示,联合检修库由停车列检库、周月检及定/临修库和相应的辅助房屋组成。

停车列检库按 1 线 2 列位尽端式设计,由 4 条线组成,线间距为 5.0 m。结合智轨车辆外形尺寸(长 30.2 m、宽 2.65 m、高 3.4 m),最大化减小检修地沟的宽度,在进库第一列位设置长 37 m、深 1.3 m、宽 0.9 m 宽的壁式检查坑。智轨列车在进库第一列位完成车底检查后,驶入第二列位停放,可有效减少调车作业次数,提高智轨运用、检修的作业效率。智轨列车可通过接触网快充、充电桩慢充两种充电形式对车辆储能系统进行充电。为满足智轨列车的充电需求,提高检修效率,减少调车工作,在停车列检库的每一列位均设置智轨充电桩。智轨充电口与司机驾驶室同侧,因此库内智轨充电桩设计在驾驶室左侧,距线路中心线 1600 mm 处。

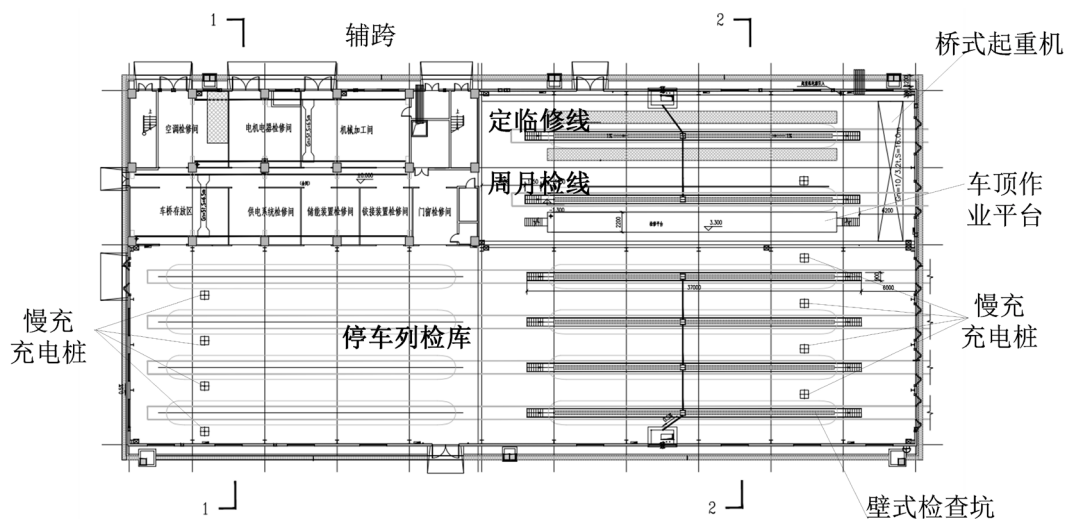


Figure 7. The equipment layout for the maintenance workshop
图 7. 联合检修库平面布置示意图

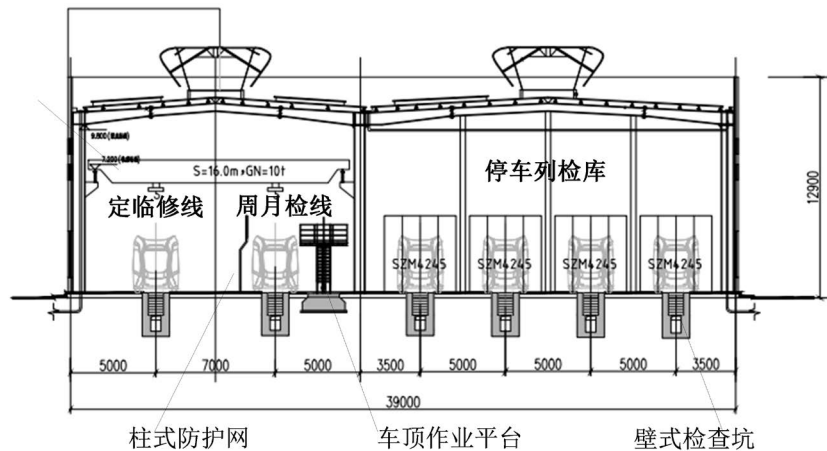


Figure 8. The cross-section drawn for the maintenance workshop
图 8. 联合检修库剖面图

定/临修线按 1 线 1 列位设计，设置壁式检查坑，坑内设照明和动力插座，并配备移动式架车机，可用于架车作业。地面表面强度要求能够承受 80 N/cm^2 的集中载荷。

周月检线为 1 线 1 列位设计，设置 37 m 长、1.3 m 深、0.9 m 宽的壁式检查坑 1 处，坑内设照明和动力插座，与临修线共用一台 10 t 起重机。与地铁车辆不同，智轨列车为路面行驶的胶轮系统新型轨道交通制式，进库时须依靠人工驾驶，考虑到行驶误差，避免与库内作业检修平台及对侧防护网相撞，应尽量减少该工艺设备的设置。因此，在满足检修工艺需求的情况下，鱼斗车辆基地仅在周月检线设长为 32 m 的单侧车顶作业平台。

5. 小结

本文以西安市西咸新区智轨示范线 1 号线工程鱼斗车辆基地为例，研究了适用于智轨车辆基地的工艺设计及总平面布置方案。采用智能虚拟轨道跟踪技术，消除传统钢轮钢轨的物理制约，实现智轨车辆基地轨道虚拟化，保证车辆运用和检修的高效率。车辆基地总平面采用功能分区、集约化布置方式，将办公区与检修区分离，使其在功能上更加合理，管理上更加方便，作业上更加流畅，布置上更加集中。在工艺上从智轨车辆特点出发，优化了检修地沟、车顶作业平台、智轨充电桩等的设计与布局，使其检修工艺更加流畅，具有较强的借鉴意义与社会、经济效益。

参考文献

- [1] 冯江华, 胡云卿, 肖磊, 等. 智轨电车智能驾驶技术展望[J]. 控制与信息技术, 2020(1): 113-120.
- [2] 明小松. 智能轨道快运系统在我国城市的适应性研究[J]. 铁道勘测与设计, 2019(2): 100-103.
- [3] 龚辉波, 周再玲, 刘增华, 等. 智能轨道快运、有轨电车与地铁的车辆基地总平面布置及占地指标对比分析[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(9): 67-70.
- [4] 李经纬. 尚双塘车辆段的设计实践与探讨[J]. 现代城市轨道交通, 2011(2): 63-65.
- [5] 周虎, 王曦鸣. 现代有轨电车车辆段总平面设计与实践[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(3): 30-33.
- [6] 贾晓宏. 地铁地下式停车库的设计特点分析[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(3): 157-161.
- [7] 杨晓. 北京地铁 28 号线北京东站停车场总平面布置研究[J]. 现代城市轨道交通, 2017(10): 42-46.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通技术规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
- [9] 熊盛. 市域铁路灵昆修造基地工艺设计创新与实践[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(3): 77-82.

-
- [10] 李强. 有轨电车车辆基地总图设计研究[J]. 现代城市轨道交通, 2018(11): 44-48.
- [11] 姚幸. 有轨电车与地铁的车辆段比较[J]. 城市轨道交通研究, 2015, 18(7): 133-137.
- [12] 徐久勇. 地铁车辆段尽端式总平面布置研究[J]. 铁道工程学报, 2014(6): 93-98.
- [13] 占俊. 智能虚拟轨道交通车辆基地总平面布置方案研究[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(9): 70-74.
- [14] 江帆. 佛山轨道交通车辆段总平面布置及出入段线方案研究[J]. 科学技术创新, 2019(8): 104-106.
- [15] 黄波. 蒙自现代有轨电车车辆段工艺设计特点[J]. 四川建筑, 2018, 38(4): 25-28.
- [16] 童开荣. 轨道交通工程车辆段主要设施工艺设计的探讨[J]. 地下工程与隧道, 2003(2): 21-24+48.