

# 城市轨道交通车辆基地 TOD 上盖物业开发消防设计

刘卫洲

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043, 西安//工程师)

**摘要** TOD(公交引导发展)上盖物业开发是当前车辆基地最重要的一种建设模式,目前我国尚无针对此类建筑消防设计的相关规范,需要对 TOD 上盖物业开发消防设计进行研究。以广州槎头车辆段 TOD 上盖物业开发消防设计项目为研究对象,对盖下车辆基地消防车道设计、防火分隔、建筑耐火等级、火灾危险性类别、安全疏散设计及上盖物业开发消防设计标准等方面进行分析。结果表明:车辆基地与上盖物业开发之间采用耐火极限不低于 3 h 的防火分隔楼板,形成二个独立空间,盖上车库、民用建筑分别执行相应规范,以满足消防要求;盖下车辆基地消防车道上方开设不小于消防车道地面面积 25% 的自然排烟口,同时在消防车道和库区之间设置深度不小于空间净高 30% 的挡烟垂壁,保证盖下消防车道的消防安全和人员的安全疏散要求;盖下建筑火灾危险性类别不应超过丁类,盖下建筑耐火等级相较普通建筑提高一级,按照一级进行设计。

**关键词** 城市轨道交通;车辆基地;上盖物业开发;消防设计;公交引导发展

**中图分类号** U279.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.06.038

## TOD Overhead Property Development Fire Protection Design for Urban Rail Transit Vehicle Base

LIU Weizhou

**Abstract** TOD (transit-oriented development) overhead property development is the most important construction mode for vehicle base currently, and no relevant regulations for the fire protection design of such buildings are available in China. so research on TOD overhead property development fire protection design is needed. Taking the fire protection design project of Guangzhou Chatou Vehicle Depot TOD overhead property as the research object, the fire lane design, fireproof partition, building fire resistance rating, fire hazard category, safety evacuation design and fire protection design standards for overhead property development are analyzed. The results show that fireproof partition with fire resistance limit of no less than 3

hours should be adopted as the floor between the vehicle depot and the overhead property, forming two independent areas that comply with relevant fire protection regulations for automotive garages and civil buildings, to meet the fire protection requirements; natural smoke exhaust vents should be installed on top of vehicle depot fire lane with an area no less than 25% of the lane, and a smoke barrier wall with vertical depth no less than 30% of the space net height between the fire lane and the garage area to ensure fire safety and personnel evacuation requirements for the vehicle depot fire lane; the fire hazard category of the covered depot should not exceed Class D, but the fire resistance rating of it should be one level higher than that of ordinary buildings, and the design should be carried out accordingly.

**Key words** urban rail transit; vehicle depot; overhead property development; fire protection design; TOD

**Author's address** China Railway First Survey & Design Institute Group Co., Ltd., 710043, Xi'an, China

城市轨道交通车辆基地作为车辆停放、检修、清洁整备的场所,具有占地面积大、轨道线网复杂、土地利用率低等特点,这就对区域内城市景观、交通布局及整体功能造成一定的割裂。为解决车辆基地带来的问题,各城市结合自身项目情况,针对车辆基地开展了诸多研究和实践,大体可分为融合城市肌理的全地下停车场、车辆段(以下简称“场段”) + 上盖覆土绿化建设模式<sup>[1]</sup>,基于运营使用舒适度及车辆基地对城市景观影响的地下场段 + 上盖综合楼建设模式<sup>[2]</sup>,场段和上盖物业结合的车辆基地 TOD(公交引导发展)上盖物业开发建设模式<sup>[3]</sup>。在此 3 种建设模式中,车辆基地 TOD 上盖物业开发模式不仅可实现车辆基地的高效复合利用,为城市创造增量开发空间,同时还可降低车辆基地对城市景观的影响,有效融合城市肌理,成为当前车辆基地最重要的一种建设模式。

广州地铁 12 号线(以下简称“12 号线”)槎头车辆段紧邻广州地铁 13 号线(以下简称“13 号线”)凰岗站和 12、13 号线换乘站槎头站枢纽综合体,同时靠近珠江西航道,交通便利,地理位置优越,具有巨大的上盖物业开发潜力。槎头车辆段采用“车辆基地+汽车库夹层+上盖物业”的开发模式<sup>[4]</sup>。在满足车辆段正常使用功能的情况下,该车辆段开发出 19 万  $\text{m}^2$  的机动车停车库以及 37 万  $\text{m}^2$  的住宅面积,实现了对车辆基地的高质量复合利用。

## 1 TOD 上盖物业开发车辆段消防设计的难点

TOD 上盖物业开发车辆基地区别于一般的地上、地下建筑,是采用将盖下车辆基地、汽车库以及上盖物业开发等不同性质、不同类型的建筑进行叠加建造的形式。GB 50016—2014《建筑设计防火规范(2018 版)》、GB 50067—2014《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》对此类叠加建造的建筑类型尚无具体的相关规定;GB 51298—2018《地铁设计防火标准》对此类建筑进行了相关说明和规定,但仅明确了防火分隔要求。关于车辆基地上盖后,车辆基地内消防车道顶部不能完全敞开,如何防止火灾发生时烟气在消防车道上空聚集,保证消防车通行和消防救援人员安全,以及增加盖板后盖下人员消防疏散、上盖物业开发的消防设计原则等尚未有相关规定。

本文以 12 号线槎头车辆段 TOD 上盖物业开发为例,结合深圳、苏州等城市对上盖物业开发车辆基地消防设计的研究成果以及文献[5]对盖下消防车道烟气蔓延规律的研究,对上盖物业开发车辆基地的消防设计体系进行全面总结,以期建立完善的消防设计体系,提高车辆基地灭火救援的效率和上盖物业开发的安全性。

## 2 项目概况

12 号线槎头车辆段位于广州市白云区石井镇,采用库区、咽喉区及出入段线全上盖物业开发形式,盖板总面积为 19 万  $\text{m}^2$ 。槎头车辆段上盖物业开发鸟瞰图如图 1 所示。槎头车辆段总平面根据全自动车场进行布置,划分为全自动运行区与人工驾驶区,总建筑面积约 11.3 万  $\text{m}^2$ ,其中盖下建筑面积约 7.7 万  $\text{m}^2$ ,具体功能布局如图 2 所示。



图 1 槎头车辆段 TOD 上盖物业开发鸟瞰图

Fig. 1 Aerial view of Chatou Vehicle Depot TOD overhead property development

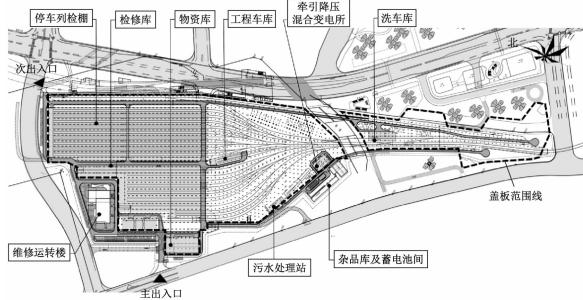


图 2 槎头车辆段功能布局图

Fig. 2 Diagram of Chatou Vehicle Depot functional layout

## 3 消防设计原则

槎头车辆段 TOD 上盖物业开发的消防设计,主要针对盖下车辆基地内的消防车道设计、防火分隔、建筑耐火等级、火灾危险性类别及安全疏散等进行相应研究,以此为基础明确上盖物业开发消防设计标准,并对上盖物业开发提出相关设计要求,以达到消防设计要求。

### 3.1 盖下车辆基地消防设计

#### 3.1.1 消防车道设计

根据 GB 51298—2018 的规定:车辆基地设置两个外接城市道路的出入口供消防车通行,在停车列检棚、检修库及物资库周围形成环形消防车道,并在停车列检棚两列位间沿横向设置可供消防车通行的道路。槎头车辆段盖下消防车道布置如图 3 所示。

由于车辆段上方设置盖板,盖下消防车道顶部无法敞开,发生火灾时,为防止停车列检棚、检修库等相邻库内火灾烟气通过与消防车道分隔处的开口溢流至消防车道,保证盖下消防车道安全,故对盖下消防车道采取以下措施:

1) 在库区与消防车道之间设置较深的挡烟垂

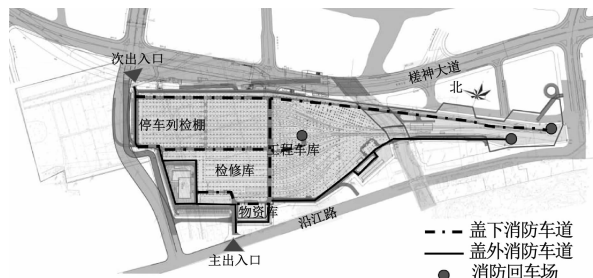


图3 槎头车辆段盖下消防车道布置图

Fig. 3 Diagram of Chatou Vehicle Depot covered fire lane layout

壁,阻止火灾发生时库区内火灾烟气通过开口部位蔓延至消防车道内,保证消防车道安全。盖下车辆基地中的咽喉区、出入段线是车辆进出库区的区域,主要布置有轨道和控制设备,列车在此区域只通过、不停靠,其火灾危险性低。而停车列检库、检修库、工程车库等库内停放多列列车,列车上存在座椅、地板、侧板、广告牌、电气设备、电线电缆及装饰装修材料等固定可燃物,一旦列车发生火灾,火势及其烟气将向周边蔓延。因此,消防车道的火灾危险性主要来自停车列检库、检修库及工程车库等库区。

因此,本项目在停车列检库、检修库及工程车库与相邻且位于盖板下的消防车道间采用挡烟垂壁进行分隔,挡烟垂壁深度按不小于该空间净高的30%即2.55 m进行控制,远超GB 51251—2017《建筑防烟排烟系统技术标准》一般场所规定的挡烟垂壁500 mm深度的要求,可充分防止火灾发生时烟气进入消防车道内。

2) 上盖车辆基地中消防车道不仅用于消防车行驶和停靠作业,而且要满足盖下库区等空间人员安全疏散的要求,其安全性较建筑内其他空间要求要高,属于绝对安全区域。若库区和消防车道间挡烟垂壁不足以阻止烟气而使其溢流至消防车道上方,同时为排除消防车运行时产生的废气,在消防车道上方结合上盖物业开发布置,设置自然排烟开口。结合文献[5]对盖下消防车道烟气蔓延规律的研究,当消防车道开孔率达到25%后,再增加开孔率对车辆基地内消防车道排烟效果不大。本次设计自然排烟开口面积按不小于消防车道地面面积的25%进行控制,以确保排出蔓延至消防车道的烟气,同时此要求也远高于GB 51251—2017《建筑防烟排烟系统技术标准》对一般场所进行自然排烟所需开口面积的要求(一般场所的自然排烟口面积为不小于排烟场所地面面积的2%)。

具体设计中,除穿越停车列检库内部的可供消防车通行的道路外,对于停车列检库、检修库、物资库及工程车库等区域周围位于盖下的环形消防车道,在其顶部或侧墙设置自然排烟口,开口面积按不小于消防车道地面面积的25%确定且开口均匀布置。依据GB 51251—2017《建筑防烟排烟系统技术标准》,侧向开设的自然排烟口距离库房外边缘不大于30 m,顶部开设的自然排烟口的间距不大于60 m。消防车道顶部开孔布置和自然排烟方式如图4—图5所示。

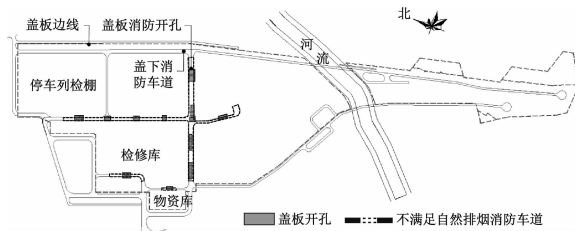
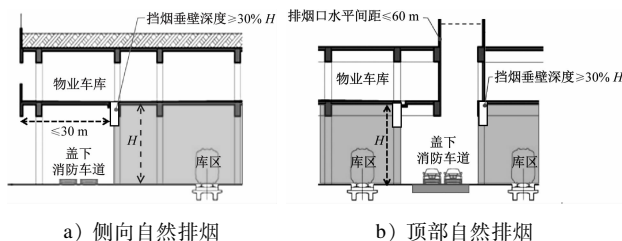


图4 槎头车辆段盖下消防车道顶部开孔布置

Fig. 4 Diagram of Chatou Vehicle Depot covered fire lane top openings layout



a) 侧向自然排烟

b) 顶部自然排烟

注:H为盖下消防车道净高。

图5 槎头车辆段盖下消防车道侧向、顶部自然排烟形式  
Fig. 5 Side and top natural smoke exhaust form of Chatou Vehicle Depot covered fire lane

### 3.1.2 防火分隔设计

上盖物业开发车辆基地采用将盖下车辆基地、汽车库以及上盖民用建筑等不同性质、不同类型的建筑叠加的形式进行建造,现行规范对此种叠加的建筑类型尚无具体的相关规定。本次设计根据GB 51298—2018第4.1.7条,在车辆基地与盖上建筑之间设置耐火极限不低于3 h的防火分隔楼板,将盖下和盖上建筑防火完全分隔。分隔后,盖下和盖上建筑所在层均可视为独立消防安全面,即可根据各自建筑类型按照对应规范采用独立消防系统。槎头车辆段上盖物业开发竖向分隔如图6所示。

由于GB 50016—2014中对3 h耐火极限的楼板厚度及钢筋保护层厚度未进行相应的规定,结合文献[6]对上盖物业开发城市轨道交通车辆基地盖

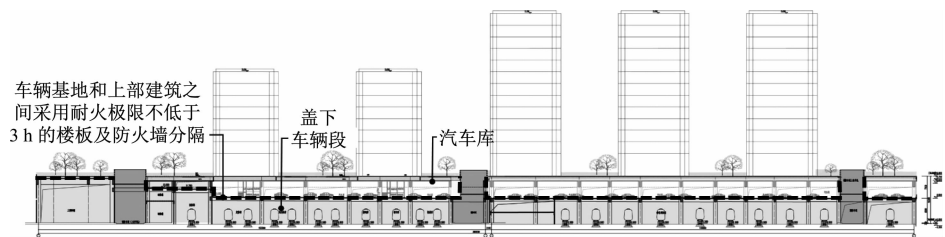


图 6 槎头车辆段上盖物业开发竖向分隔图

Fig. 6 Vertical profile of Chatou Vehicle Depot overhead property development

板结构耐火性能的研究,为满足 3 h 耐火极限要求,楼板厚度取值不应小于 170 mm;同时调研各地已实施的上盖车辆基地楼板的保护层厚度及构件耐火时限<sup>[7]</sup>,为满足耐火极限要求,楼板厚度为 170 ~ 300 mm,保护层厚度为 20 ~ 50 mm。综合已有研究成果和实际工程案例,本次设计建筑构件消防设计如表 1 所示。

表 1 建筑构件消防指标设计统计

Tab. 1 Statistics of building component fire protection index design

构件名称	设计厚度/mm	保护层厚度/mm	耐火极限/h
现浇整体式梁		50	3
现浇整体式板	170	30	3

注:当梁、柱、墙中纵向受力钢筋的保护层厚度大于 50 mm 时,宜对保护层采取有效的构造措施,如在保护层内配置防裂、防剥落钢筋网片;构件中受力钢筋保护层厚度不小于钢筋的公称直径。

3.1.3 建筑耐火等级及火灾危险性类别

车辆段增加上盖盖板后,火灾发生后烟气不易扩散导致火灾扑救难度增大。因此,盖下建筑火灾危险性类别按照不超过丁类进行控制,即将火灾危险性等级超过丁类的建筑单体放于盖外,以此减少盖下可燃物数量,降低盖下火灾危险性;同时盖下建筑耐火等级相较普通建筑提高一级,均按照一级进行设计,以提高建筑构件的燃烧性能及耐火极限,为火灾发生后的扑救争取更多时间。

3.1.4 安全疏散设计

车辆基地内建筑体量大,基地内停车列检库、

检修库,以及工程车库作为列车日常停放、检修及清洁场所,使用功能明确、火灾危险性低,且消防车道进行了防排烟设计。因此,将库区开向消防车道的门视为安全出口,但此安全出口并非直通室外,人员到达消防车道后还需进一步疏散至室外。

为进一步加强人员利用消防车道疏散的安全性,在消防车道 1.0 m 以下的墙面或柱面上设置灯光疏散指示标志,其间距按照不大于 20 m(转角区不大于 1.0 m)进行控制。

3.2 上盖物业开发消防设计

3.2.1 上盖物业开发消防设计标准

由于车辆基地上盖物业开发类项目为“盖下工业建筑+汽车库+上盖民用建筑”的叠加建造形式,目前尚无包含项目所有特点的规范,根据 GB 51298—2018《地铁设计防火设计标准》中“盖下车辆基地与上盖物业开发通过防火分隔形成二个独立的消防界面”,上盖车库防火标准按照 GB 50067—2014 执行,上盖物业开发防火标准按照 GB 50016—2014 执行。

3.2.2 对上盖物业开发设计要求

消防车道的顶部自然排烟开口与盖上物业开发建筑的防火间距根据广东省工程勘察设计行业协会建筑工程消防技术协调委员会出具的文件,与盖上地面连通的盖下开孔、盖上车库开口等与盖上建筑的防火间距应符合粤公通字[2014]13 号《广东省公安厅关于加强部分场所消防设计和安全防范的若干意见》<sup>[8]</sup>的要求,见表 2。

表 2 与盖上地面连通的盖下开孔、盖上车库开口等与盖上建筑的防火间距

Tab. 2 Fire protection spacing of covered depot openings, overhead garage openings connected to overhead ground and overhead buildings

项目	不同地下建筑类别、不同地面建筑类别耐火等级下的防火间距/m								
	民用建筑			丙、丁、戊类厂房、库房			高层民用建筑		甲、乙类厂房、库房
	一、二级	三级	四级	一、二级	三级	四级	主体	裙房	
丙、丁、戊类生产车间、库房	10	12	14	10	12	14	13	6	25
其他场所	6	7	9	10	12	14	13	6	25

注:防火间距按地下建筑有窗外墙或采光井边缘与相邻地面建筑外墙的最近距离计算。

## 4 结语

槎头车辆段 TOD 上盖物业开发项目消防设计体系,针对盖下车辆段考虑了完备的消防措施,以此为基础明确了上盖物业开发消防设计标准,并对上盖物业开发提出相关设计要求,从而实现盖下及上盖物业的消防安全。

随着城市化进程的不断加快,城市存量土地急剧消耗,后续各地针对车辆基地上盖物业开发的实践将会越来越多。槎头车辆段 TOD 上盖物业开发项目建立的消防设计体系,可为同类型项目的消防设计提供相应的指导及借鉴,有利于推动城市土地高效集约利用,为城市发展创造多样性的价值。

## 参考文献

- [1] 李昱. 国内首个地下地铁停车场消防设计[J]. 都市快轨交通,2013,26(2):112.  
LI Yu. First firefighting design of underground metro parking yard in China[J]. Urban Rapid Rail Transit,2013,26(2):112.
- [2] 朱洪波. 地铁地下停车场设计探讨[J]. 铁道标准设计,2017,61(5):152.  
ZHU Hongbo. Study on the design of metro underground parking lot[J]. Railway Standard Design,2017,61(5):152.
- [3] 朱明勇. 徐州轨道交通1号线杏山子车辆段上盖开发方案研究[J]. 铁道标准设计,2016,60(2):153.  
ZHU Mingyong. Research on the strategy for cover property development of Xingshanzi Depot on Xuzhou Metro Line One[J]. Railway Standard Design,2016,60(2):153.
- [4] 中铁第一勘察设计院集团有限公司. 广州市轨道交通十二号线工程施工图设计(第三十九篇 第四册)[A]. 西安:中铁第

一勘察设计院集团有限公司,2022.

China Railway First Survey & Design Institute Group Co., Ltd. Construction drawing design of Guangzhou Rail Transit Line 12 (volume IV, chapter 39) [A]. Xi'an: China Railway First Survey & Design Institute Group Co., Ltd., 2022.

- [5] 谢宝超,易俊彦,黄先健,等. 车辆基地内消防车道顶部开孔自然排烟效果研究[J]. 安全与环境学报,2022,22(3):1257.  
XIE Baochao, YI Junyan, HUANG Xianjian, et al. Study on the effect of natural smoke exhaust with holes on the top of fire lanes in the subway vehicle base[J]. Journal of Safety and Environment, 2022, 22(3): 1257.
- [6] 张新,罗俊礼,徐志胜,等. 带上盖物业地铁车辆段盖板结构耐火性能研究[J]. 铁道科学与工程学报,2018,15(4):986.  
ZHANG Xin, LUO Junli, XU Zhisheng, et al. Study on fire resistance performance of the cover plate upon subway vehicle depot with over development of building[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2018, 15(4): 986.
- [7] 代刚. 宁波市轨道交通4号线东钱湖车辆段上盖开发项目的设计思路及创新性技术应用[J]. 城市轨道交通研究,2021,24(12):167.  
DAI Gang. Design scheme and innovative technology application of Ningbo Rail Transit Line 4 Dongqian Lake Depot superstructure development project [J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(12):167.
- [8] 广东省公安厅. 加强部分场所消防设计和安全防范的若干意见;粤公通字[2014]13号[A]. 广州:广东省公安厅,2014.  
Guangdong Provincial Public Security Department. Opinions on strengthening fire protection design and safety precautions in public space; YGTZ [2014] No. 13 [A]. Guangzhou: Guangdong Provincial Public Security Department, 2014.

(收稿日期:2022-07-27)

(上接第200页)

- [9] 于琳茗,周虎利,张浩. 城市轨道交通高架车站站台型式研究[J]. 城市轨道交通研究,2020,23(6):82.  
YU Linming, ZHOU Huli, ZHANG Hao. Research on platform types for urban rail transit elevated station[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(6):82.
- [10] 赵志宏. 西安地铁三号线高架段景观设计研究[J]. 铁道工程学报,2019,36(5):59.  
ZHAO Zhihong. Research on the landscape design of elevated section of Xi'an Metro Line 3[J]. Journal of Railway Engineer-

ing Society, 2019, 36(5):59.

- [11] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 杭州至海宁城际铁路工程可行性研究报告[Z]. 武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2014.  
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd. Feasibility study report on Hangzhou-Haining Intercity Railway project [Z]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 2014.

(收稿日期:2022-08-28)

欢迎访问《城市轨道交通研究》网站

www. umt 1998. tongji. edu. cn