

哈尔滨地铁安通街大高差地形车辆基地的上盖物业开发设计*

韩秀辉

(中国铁路设计集团有限公司, 300308, 天津//工程师)

摘 要 我国的地铁车辆基地上盖物业开发设计大多基于同一轨面高程。大高差地形的地铁车辆基地上盖物业开发若采用常规的设计方案,会存在土石方工程量较大,以及难以和周边的城市规划有效衔接等问题。以哈尔滨地铁安通街车辆基地为例,在阐述该车辆基地用地条件及周边规划条件的基础上,结合工程特点及物业开发方案,分析了大高差地形车辆基地设计中影响物业开发的因素。提出分级场坪、设地下试车线、股道两侧路基支挡、桥建合一等技术措施,形成了1个地下试车线、2个分级场坪、3个降坡线路车辆基地设计方案。

关键词 地铁; 车辆基地; 上盖物业开发; 大高差地形; 分级场坪

中图分类号 TU984.11⁺³

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.03.026

Superstructure Property Development Design for Harbin Metro Antong Street Vehicle Bases with Large Height Difference Terrain

HAN Xiuhui

Abstract Development and design of metro vehicle base superstructure property in China is mostly based on the same track surface elevation. For metro vehicle base with large height difference terrain, the development of superstructure property using conventional design solutions will have problems such as the excessive amount of earthworks and the poor integration with the surrounding urban planning. Taking Harbin Metro Antong Street Vehicle Base as an example, with an introduction of the land conditions of the vehicle base and the surrounding planning conditions, and combined with the project characteristics and property development plan, the factors affecting property development in the design of vehicle base with large height difference terrain are analyzed. Technical measures such as graded elevation, underground test line setting, road-bed retaining on both sides of the track, integration of bridge

and building are proposed, which led to the formation of a vehicle base design scheme with one underground test line, two graded fields and three downward-slope lines.

Key words metro; vehicle base; superstructure development; large height difference terrain; graded elevation

Author's address China Railway Design Corporation, 300308, Tianjin, China

地铁车辆基地物业开发可提高土地的利用率,推动城市功能节点的形成和运行,优化城市的发展模式^[1-3]。目前,我国地铁车辆基地设计一般基于同一轨面高程进行设计。对于地形上存在较大高差的车辆基地,其土石方工程量较大,且因检修库高度较其他大库高,车辆基地物业开发时难以统一盖顶高度,盖上同一标高成片开发的难度较大。因此,场地高差使得车辆基地及其物业开发设计的部分条件受到限制,进而导致空间布局存在局限性。本文以哈尔滨地铁安通街车辆基地为例,探讨大高差地形地铁车辆基地的设计方案,转化场地劣势,使物业开发设计成为该车辆基地设计的亮点。

1 安通街车辆基地上盖物业开发设计简介

1.1 车辆基地规划用地条件

安通街车辆基地位于哈尔滨市香坊区红星村地块内,北侧为规划路,南侧为规划安通街,西侧为规划红星街,东侧为既有三环路。这4条道路合围地块的面积为61.2万m²,其中,安通街车辆基地占地面积为31.9万m²。此外,在场区中间有1条规划路,路宽40m。该段址地块呈长方形,南北方向的宽度约为470m,东西方向的长度约为1430m。段址地块以农田和红星村民房为主,自然地面高差较大。

* 中国铁路设计集团有限公司科技开发课题(2021BJH010)

1.2 车辆基地总平面布置

安通街车辆基地总平面布置采用运用库与检修库顺接纵列式布置方案,如图1所示:①出入段线由规划安通街下引入场区,出入段线南北两侧各引出牵出线1股,并与各库股道连通;②段内东侧由北至南的建筑单体依次为工程车库及材料棚、运用库、停车列检库、洗车镟轮库;③检修库位于运用库的西侧,包括大架修线、定临修线、静调线、吹扫线及各部件检修区,检修库库前设待修车和修竣车的存放线。试车线位于场区的最北侧。辅助生产及生活办公区集中布置在段内东北侧。

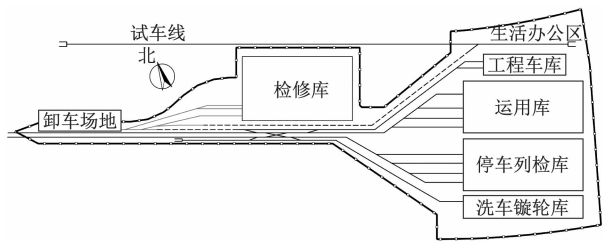


图1 安通街车辆基地总平面布置图

Fig. 1 Diagram of the general layout of Antong Street Vehicle Base

1.3 物业开发方案

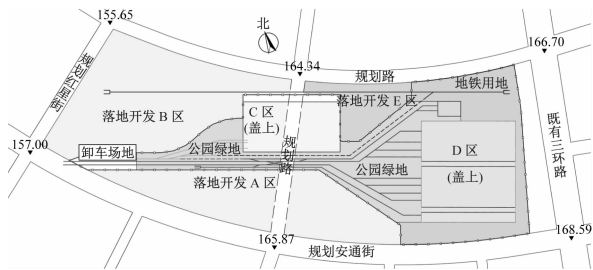
上盖开发后,安通街车辆基地的占地面积约为32.0万 m^2 ;除生活办公区、辅助生产区、卸车场地及部分道路外,地铁大库及咽喉区均设置盖体开发,上盖开发面积共约为22.0万 m^2 ;规划区域内落地开发面积约为29.4万 m^2 。

如图2所示,该基地的物业开发共分为A区、B区、C区、D区、E区、地铁用房白地区及咽喉区,物业开发总建筑面积共计103万 m^2 ,其中:①A区、B区及E区均为落地开发区,其主要业态为住宅,临街设部分商业;②C区为基地检修库区上方,设置幼儿园、商业、公园及停车场;③D区为基地运用设施区上方,盖设置11层住宅及配套的机动车库;④咽喉区上方为代建市政公园;⑤开发地块内另设3条上盖道路,分别为连通D区的1号和2号引桥、上跨检修库的规划市政路(桥)。

2 制约上盖物业开发设计的问题分析

2.1 段址自然地面高差较大

如图2所示,段址地面高程为156.9~167.2 m,自然地面最大高差近10.0 m。段址东侧既有三环



注:图中数字均为对应点位的高程,单位为m。

图2 安通街车辆基地物业开发地块划分示意图

Fig. 2 Plot division diagram of the property development land in Antong Street Vehicle Base

快速路的高程为166.70~168.59 m。南侧规划安通街规划高程为157.0~168.59 m,北侧规划路高程为155.65~166.70 m。大高差地形对车辆基地及物业开发设计造成了较大影响。若采用常规的设计方法,将产生较大的土石方工程量,且难以和周边市政规划条件衔接。

2.2 市政道路上跨场区中部

根据市政规划部门的建议及要求,地铁上盖物业交通需满足上盖物业使用者出行需求的基本功能。因此,设计时应以上盖物业使用者对交通系统的使用需求为出发点,着重解决车辆段上盖区域的高差问题,并加强上盖物业与周围城市空间的联系,发展立体化和多样性的交通空间组织。此外,应注重其对外交通的形式设计,为避免道路系统和城市空间被开发地块割裂,故在场区中部C区检修库上方设规划市政路1条。

因寒冷地区冬季冰雪路况较多,考虑各种机动车辆的动力性能、道路等级、设计速度及地形条件等因素后,规划市政道路的纵坡坡度需小于等于4%。

因C区盖下检修库设有起重机等设备,检修库物业开发盖体标高较D区高出约5 m,这不利于盖上空间形成统一标高,成片开发盖上物业。若检修库及库前咽喉区标高维持原设计,则C区盖顶(考虑覆土)相对规划安通街的最大高差约17 m,这将导致规划市政路两端上盖引桥较长,进而影响地块南北两侧横向市政道路布局。

2.3 地面试车线切割地块

结合上文所述的市政道路上跨场区中部问题、上盖开发方案及白地区开发需求,试车线如按原高程设置,将会切割白地开发的B区、E区及车辆基地办公生活区,不利于规划路合围地块内的土地利

用,严重影响物业开发的品质和效益。

3 问题的解决思路

为保证地块土石方工程量的经济合理性,以及地块与周边市政规划的有效衔接,结合安通街车辆基地的地形条件,该车辆基地内线路宜顺势西低东高。但是,GB 50157—2013《地铁设计规范》要求库外停放车的线路坡度不应大于 1.5‰,否则地铁车辆将无法停放(会溜车),因此,该车辆基地地块不能顺势整体设计为斜坡,可研究分级场坪方案的可行性。

为满足场区中部市政规划路布置条件及坡度要求,需尽量缩短规划市政路两端引桥的长度,在保证盖下各处净空尺寸要求的前提下,可考虑优化大库高度及降低轨面高程的可行性。

为保证物业开发白地 B 区、E 区及车辆基地办公生活区的成块土地利用,结合上文所述的地形高差问题及规划要求,可研究试车线下卧至地面下的可行性。

综上,安通街车辆段上盖设计的解决思路为:通过采用段内线路(检修库联络线)拉坡,将检修库及其库前咽喉区轨面高程下调,同时将试车线按全地下线设置,通过试车线联络线拉坡使检修库前咽喉区与试车线连接,并保证试车线结构顶板与物业开发地下机动车库底板间距离为 1 m,以便于白地 B 区、E 区及车辆基地办公生活区的成块土地利用。

4 具体设计方案

4.1 分级场坪及地下试车线设计方案

4.1.1 降低检修库高度及轨面高程

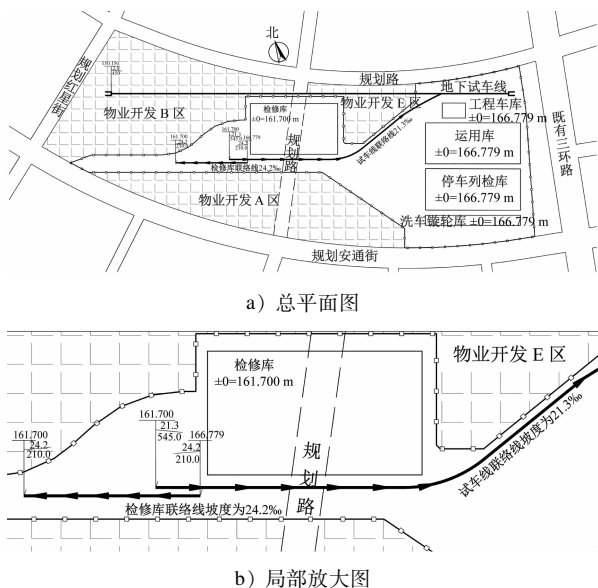
受车辆部件吊运及检修工艺的影响,检修库比运用库高。运用库与检修库区盖顶标高若取齐,可利于盖上物业的成片开发。一般大架修基地检修库工艺所需净高为 11.5 m,且本工程在检修库上方有 1 条规划道路需上跨,需适当降低检修库高度及轨面高程,方能实现盖上物业的成片开发。

检修库工艺所需净高的控制因素主要是大吨位起重机所在跨。经研究,为满足库内车辆检修吊运部件需求,结合当地的运营检修经验,起重机走行轨轨顶标高不宜低于 8.11 m,其中,吊钩至大库轨面高度为 7.31 m,吊钩距走行轨轨顶 0.80 m。

通过调研不同起重机供应商的设备,欧标起重机比国标起重机尺寸小,更利于降低检修库高度。

经过对比主流设备供应商欧标起重机的产品参数,得出检修库工艺净高需求约为 10.4 m。同时考虑大库管线、灯具及梁板等的空间设计要求,结合段内运用库区大库高度设计情况,确定检修库盖板顶的标高为 14.5 m,与运用库区盖板高程一致。

两个大库区盖板取齐后,因检修库区较运用库区轨面低,需通过降坡来实现股道的连接。检修库联络线及试车线联络线的设计方案如图 3 所示,将场区检修库联络线(长度为 210 m)设置 24.2‰的坡度,可将检修库轨面高程由 166.779 m 降低至 161.700 m。应用本设计方案进行上盖开发后,场区东侧岔群区及运用库、停车列检库、洗车线轮库及工程车库的设计轨面高程均为 166.779 m,场区西侧岔群区及检修库的轨面高程为 161.700 m。



注:坡度单位为‰;其它数据单位均以 m 计。

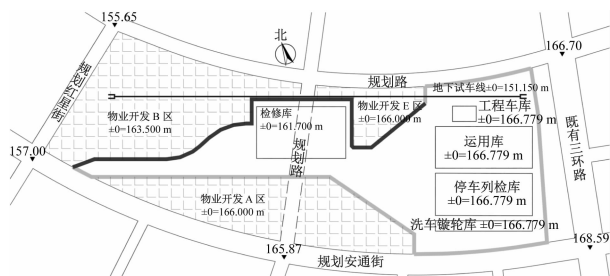
图 3 检修库联络线及试车线联络线平面布置

Fig. 3 Plane arrangement of overhaul garage link line and test line connection

4.1.2 防内涝措施及排水设计

1) 由于检修库及库前咽喉区标高下调后,其地面较物业开发的 B 区和 E 区低,故需在“外高内低”的区域(图 4 的粗深色线条)设置截水挡墙。考虑内涝积水水位,挡墙采用钢筋混凝土结构,挡墙比段外地面高 0.5 m;检修库及库前咽喉区排水顺坡向规划安通街西侧,接入市政雨水管网。

2) 此区域盖体边沿局部设置挡水墙,并通过公园与落地开发区之间的梯台将盖上雨水分别引导至 A 区、B 区及 E 区。物业开发规划 A 区、B 区及



注:坡度单位为‰;其它数据单位均以 m 计。

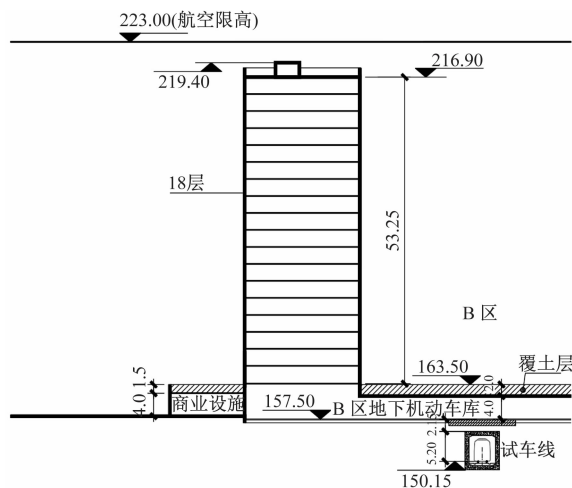
图 4 截水挡墙位置示意图

Fig. 4 Location diagram of water-retaining wall

E 区地面需向外顺坡,雨水不得流入段内。

4.1.3 地下试车线

试车线位于车辆基地北侧。由于试车线需与外界及场段其他线路封闭隔离,若采用常规的地面线则会影响到物业开发整体效果,故采用地下试车线设计方案。此外,由于物业开发的 B 区和 E 区均有地下机动车库,试车线高程应以车库下部作为控制节点。图 5 为地下试车线与物业开发 B 区的横断面图, B 区的地面高程为 163.50 m,其地下机动车库的地面高程为 157.50 m。同理计算得到 E 区的地面高程为 166.00 m,其地下机动车库的地面高程 160.00 m。



注:图中高程和尺寸均以 m 计。

图 5 地下试车线与物业开发 B 区的横断面图

Fig. 5 Cross-sectional view of underground test line and property development in section B

以 B 区下方的试车线为例,进一步对其轨面高程进行计算。由于装修面厚度为 0.15 m,下翻梁高度为 1.00 m,则 B 区地下机动车库的底面高程为 $157.50 \text{ m} - 0.15 \text{ m} - 1.00 \text{ m} = 156.35 \text{ m}$ 。试车线按明挖考虑,则其结构覆土高度为 1.00 m,结构顶

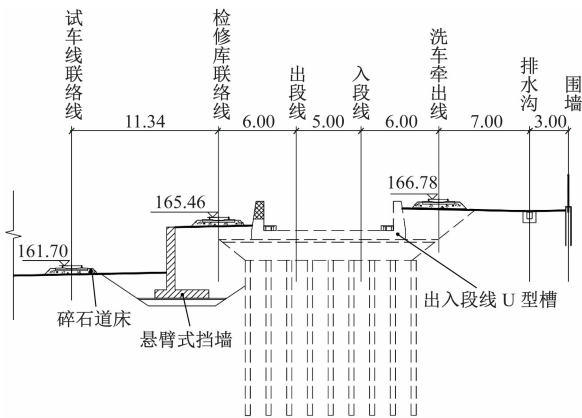
板厚度为 0.70 m,接触网安装高度按 4.50 m 计。由此可得到 B 区试车线的轨面高程为 $156.35 \text{ m} - 1.00 \text{ m} - 0.70 \text{ m} - 4.50 \text{ m} = 150.15 \text{ m}$ 。

4.2 股道两侧大高差地形路基支挡方案

运用库大咽喉区股道通过检修库联络线降坡,以降低高程的方式与检修库前小咽喉区和小咽喉区股道连接。试车线联络线同样以降坡方式连接地下试车线。这两个下坡股道的两侧区域存在较大高差,应设置支挡结构。

试车线联络线全长为 702 m,最大坡度为 21.3‰,分为敞开段与暗埋段。因试车线联络线北侧地面高程较小、南侧地面高程较大,其敞开段 U 型槽考虑采用不等高结构,并验算不等高处结构是否能满足倾覆和滑移等稳定性要求。

检修库联络线与南侧岔群区高程差处采用悬臂式挡土墙,试车线联络线起始端敞开段采用 U 型槽挡土墙,分别如图 6 及图 7 所示。



注:图中高程和尺寸均以 m 计。

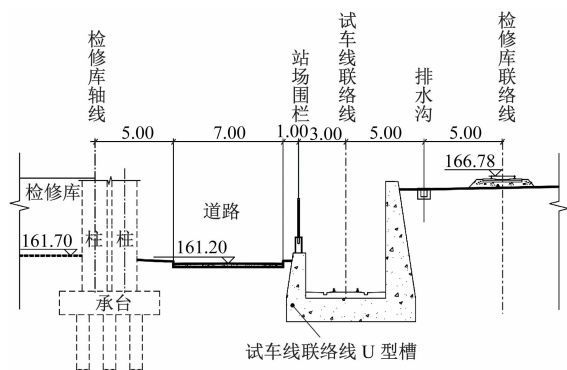
图 6 检修库联络线与南侧岔群区的断面图

Fig. 6 Section diagram of the overhaul garage link line and the south-side turnout group area

4.3 检修库采用桥建合一方案

按照哈尔滨市政府及规划部门的意见,上盖物业开发后需要在检修库及咽喉区屋面增加 1 条穿越车辆基地盖上的市政二级道路。该道路为双向四车道,道路宽度为 40 m,其中机动车道宽为 15 m,两侧为绿化带、非机动车道及人行道。按照常规做法,市政道路穿越上盖区,需按照高架桥梁的方式进行设计与建设。

桥梁上部结构由桥面、主梁和支座 3 个部分组成。市政高架桥梁通常采用橡胶支座,其在使用过



注:图中高程和尺寸均以 m 计。

图 7 试车线联络线 U 型槽断面图

Fig. 7 U groove profile diagram of test line connection

程中会产生较大的振动及变形,容易造成检修库结构的不均匀沉降,并影响检修库内起重机的正常使用。此外,橡胶与混凝土两种结构之间的保温、防水也很难处理。为此,经多次方案对比后最终选定将市政路桥与房屋建筑合建的设计方案。设计时,应结合机动车的车道荷载及机动车的冲击系数,房屋建筑区域应按照建筑结构规范要求进行设计,市政道路区域应满足桥梁规范的相关要求。经与哈尔滨市规划、市政及交管等部门沟通后,在上下屋面的道路前设置限高杆,并采取严格限制货车驶入上盖道路、只允许小车通行等限行措施,这样既可降低工程造价,又可减小市政道路对盖下的影响。

5 结语

在哈尔滨地铁安通街车辆基地物业开发的设计过程中,充分利用了基地的地形条件及周边规划条件,因地制宜、因势而建,形成了 1 个地下试车线、2 个分级场坪及 3 个降坡线路的车辆基地。其中:1 个地下试车线是将试车线做成地下线,以避免地面

试车线对开发地块的分割;2 个分级场坪中的第 1 个是运用库区及其库前轨行区,第 2 个是检修库区及其库前轨行区,第 2 个较第 1 个高程下压了约 5 m;3 个降坡线路分别为从运用库轨行区到检修库轨行区的线路、从检修库轨行区到试车线的线路,以及车辆基地连通正线的出入段线。

本工程是东北地区上盖物业开发规模体量最大的一项工程,同时也是黑龙江省首例上盖物业开发项目,设计过程中与当地市政规划部门及物业开发单位进行了多轮沟通对接,持续优化各设计方案(包括市政规划控项调整、上盖引桥方案优化、盖板开孔排烟方案优化等)。对于涉及多个专业的设计方案,则根据其设计标准进行了合理性分析,以集约利用城市轨道交通用地,与周边的物业开发工程良好衔接。

参考文献

- [1] 王栋,郭荣林. 地铁车辆段场坪高度的研究[J]. 铁道工程学报, 2011, 28(12): 99.
WANG Dong, GUO Ronglin. Research on field plateau height of metro vehicle depot[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2011, 28(12): 99.
- [2] 袁锋. 地铁车辆基地物业开发关键点探讨——以上海金桥车辆基地为例[J]. 铁道标准设计, 2013, 57(5): 127.
YUAN Feng. Key points of real estate development for rolling stock depot of metro—a case study on Jinqiao Rolling Stock Depot of Shanghai Metro[J]. Railway Standard Design, 2013, 57(5): 127.
- [3] 闫雪燕,崔屹,付勇. 城市轨道交通车辆段物业开发研究[J]. 都市快轨交通, 2014, 27(6): 31.
YAN Xueyan, CUI Yi, FU Yong. Research on the property development for urban rail transit depots[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2014, 27(6): 31.

(收稿日期:2021-07-19)

(上接第 137 页)

- [2] CENELEC. Railway applications — the specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) — part 2: systems approach to safety: EN50126-2:2017 [S]. Brussels: CENELEC, 2017.
- [3] American Society of Civil Engineers. Automated people mover standards: ANSI/ASCE/T&DI 21-21 [S]. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2021.
- [4] 赵小文,王忠杰,王嘉鑫,等. 胶轮轨自动旅客运输系统的技术特点及应用[J]. 城市轨道交通研究, 2019, 22(11): 18.
ZHAO Xiaowen, WANG Zhongjie, WANG Jiaxin, et al. Technical characteristics and application of rubber tire automated people mover[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(11): 18.

- [5] 何理. 城市轨道交通危险源分类优化方案及应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2015, 11(5): 104.
HE Li. Study on optimization scheme of hazards classification in urban rail transit and its application[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2015, 11(5): 104.
- [6] 李志刚,徐平,王国利. 地铁运营系统安全风险辨识流程及危险因素研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(增刊 1): 34.
LI Zhigang, XU Ping, WANG Guoli. Safety risk identification process and risk factors of subway operation system[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2019, 15(S1): 34.

(收稿日期:2020-12-12)