

地铁车辆基地上盖预留开发盖板防排水关键性技术研究

王 兴

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043, 西安//工程师)

摘 要 分析了预留盖板对地铁车辆基地及上盖物业开发的影响,以及盖板的不同使用阶段、不同功能定位对盖板的设计要求。利用分析法得出预留盖板在不同开发时期关键节点的特点。总结了设计过程中适于预留盖板,同时能够兼顾不同使用阶段的防排水优选方案。

关键词 地铁; 车辆基地; 上盖物业; 盖板; 防排水方案

中图分类号 TU823.6

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.06.019

Key Technologies on Drainage Prevention of the Reserve Cover Plate in Metro Vehicle Base Upper Property

WANG Xing

Abstract The impact of reserved cover plate on metro vehicle base and the development of upper property, the application of cover plate at different stages and the design requirements for cover plate functions are analyzed. By using the analysis method, characteristics of the reserved cover plate at key development nodes in different periods are obtained. On this basis, an optimum scheme is concluded, which is suitable for the reserved cover plate, and takes the waterproofing and drainage at different stages into consideration in the design process at the same time.

Key words metro; vehicle base; upper property; cover plate; waterproofing and drainage scheme

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

地铁车辆基地是停放和管理地铁车辆的场所。为了利用地铁车辆基地上部进行物业开发,又不影响基地本体的先期通车运营,在其上部开发条件还不成熟的时候,通常会在前期实施时将地铁车辆基地设计为带有预留上盖条件的建筑。因此,做好预留阶段的防排水处理并兼顾远近期功能,具有重要的实际意义。

本文以成都地铁大丰停车场实际工程为例,介绍预留盖板的关键节点技术。

1 地铁车辆基地预留盖板工程难点

目前,国内地铁车辆基地本体与上盖物业开发的设计单位通常不是同一家,两者的施工周期通常也不同。以首层盖板作为设计界面,将整体物业开发划分为上下两部分。预留开发盖板地铁车辆基地的设计,目前没有针对性的国家规范及图集以供参考。而预留条件下的地铁车辆基地盖板设计就成了设计的重点和难点。地铁车辆基地设计方需在前期设计阶段做好对远期物业开发的兼顾与包容,以确保物业开发实施后上下两部分功能不受影响。

目前我国的建筑屋面排水设计参照规范是《屋面排水设计规范》。但预留开发条件的地铁车辆基地盖板因其特殊性而无法参照该规范执行。

地铁车辆基地预留盖板防排水工程的难点,首先是规模问题:一般情况下,地铁车辆基地的盖板规模都相当大,规模较大的会达到20万~30万 m^2 ,甚至更大,规模较小的也有将近10万 m^2 。巨大的盖板规模是防排水设计的极大难点。其次是功能问题:地铁车辆基地的首层钢筋混凝土盖板,近期功能为盖下建筑的屋面;而在后期开发时,将作为住宅小区的小汽车停车库使用,为室内地面。因此,其排水形式要兼顾永久与临时两种功能需求,而且能够使后期施工的工程废弃量最少,以降低工程总体造价。

2 常规屋面与盖板排水的匹配性分析

2.1 物业开发盖板的特点

在初期,盖板是下部工艺厂房的屋面;在远期,盖板是上部物业开发的小汽车车库。因此设计时需要兼顾两个时期盖板的使用功能。

盖板下部有密集的接触网以及其他管线,为保障运营安全和后期检修,不允许有水管穿过。盖板上部在初期未开发阶段是下部建筑的屋面,直接暴露在室外,如果有雨水必须尽快排除,不能长期积水,否则会造成下部漏水,威胁运营安全。

2.2 盖板近期排水要求

盖板近期为下部建筑的屋面,需考虑屋面排水措施。下文为类似工程的排水方式。

2.2.1 广场等大型场地排水特点

首先,广场排水的坡度较缓,一般设置排水沟将地面雨水接入道路排水系统。其次,广场下部的覆土本身也具有一定的排水、蓄水功能,雨水在渗入覆土层后达到地下建筑防水层时水量已经很小,不会对建筑造成较大破坏。广场及地下建筑一般均一次实施到位,不存在后期凿除重做问题,也没有需预留永久与临时功能结合的特殊节点需求。因此,盖板排水无法完全参考广场的排水形式,需要寻找适于盖板的新型排水方案。

2.2.2 平屋面排水特点

传统的钢筋混凝土平屋面规模较小,采用有组织重力流排水形式。屋面一般采用结构找坡、建筑找坡两种形式。结构找坡坡度不小于 3%,建筑找坡坡度不小于 2%。此种排水形式应用于盖板排水的可行性分析如下:

采用建筑找坡形式(见图 1),需满足雨水管不可穿越盖板的要求,所以找坡长度将会很大;找坡材料最厚处近 2 m,荷载过大,对结构不利;后期开发时还需凿除找坡材料,废弃量很大。

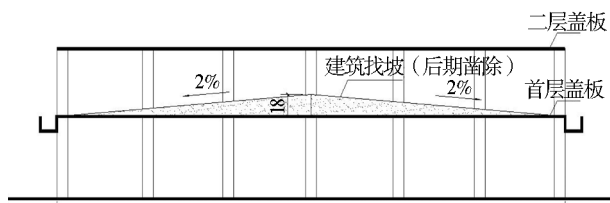


图 1 建筑找坡示意图

结构找坡形式(见图 2)保证了屋面的排水要求,但是在后期开发时,需要大量垫层材料将车库地坪填平以供停车。最厚填充处也将达到 2~3 m,致使建筑整体荷载较大,并且将增加对小汽车车库的层高要求,经济性欠佳。

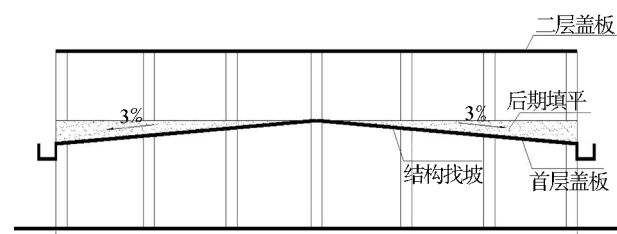


图 2 结构找坡示意图

每一根屋面雨水管的最大汇水面积一般不宜大

于 200 m²,水落管间距 12~18 m。按此标准计算盖板排水立管数量:如果盖板面积为 10 万 m²,则整个屋面需要设置 500 根水落管。这就导致盖板每个长边有 250 个落水立管,这将极大地影响盖板外立面的造型。因此,采用平屋面排水方式不尽妥善。

2.2.3 大跨度金属屋面排水特点

一般情况下,大型金属屋面排水方式广泛采用屋面虹吸系统。若将此排水形式应用于盖板排水,其可行性分析如下:

因为盖板下部不允许雨水管穿过,盖板中部无法设置天沟,因此,只能在盖板边缘处设置 2 条天沟,天沟深度需大于 300 mm 以形成虹吸效果。但天沟密度不能按照普通虹吸屋面考虑,需要重新考量。

2.3 盖板远期车库地面要求

盖板远期作为开发后的小汽车停车库时,地面处理有如下要求:

1) 停车坡度要求:地面坡度尽量缓和。

2) 荷载要求:地面应具有一定的承载能力,不能因长期停车而造成地面开裂、下陷。可以兼顾临时屋面与停车荷载要求的方法有:一是完全按照低标准临时屋面设计,开发后凿除再重新做车库地面。此做法的工程废弃量比较大,造价高,不经济。二是将临时屋面直接设计成停车屋面形式,选用满足停车荷载的建筑材料,开发后直接作为车库使用,避免后期开发时的废弃量。这也将存在一个问题,施工时材料堆放、车辆行驶、预留接口凿除重做等,会对屋面变形缝处造成部分破坏,后期修补工作很难避免。

经过以上的比较分析,得出预留盖板排水方式设计的几个重要限定因素:盖板上需要做到基本隔绝,不可有雨水管线上下穿行;盖板需满足临时屋面的排水功能;盖板需满足小汽车车库地面要求;盖板上部雨水需尽快排除。

3 实例参照

目前国内已建成的地铁车辆基地盖板排水一般采用经改造的虹吸式雨水系统及重力流雨水系统。

虹吸式雨水系统,排水能力强,能及时有效地组织雨水排出,可节省空间高度,适于大屋面雨水排放。但上盖后期开发后,雨水管道无法利用需拆除,所以采用虹吸式雨水系统较为浪费。如北京地铁 1 号线四惠车辆段、上海轨道交通 14 号线金桥车辆段均采用虹吸式雨水系统。

重力流雨水系统,优点是造价低,拆除浪费较

少;缺点是排水能力不如虹吸雨水系统,雨水立管多,影响建筑的美观,并且净空高度受到影响。成都地铁1号线红花堰车辆段、天津地铁1号线东延线双桥河车辆段则采用重力流雨水系统。

根据目前已搜集到的资料分析,盖板上若大面积采用虹吸排水,则盖板上孔洞较多,板下有多处雨水管线交错,常成为漏水的薄弱点,给运营检修带来不便。盖板若仅采用重力流排水,则排水效率不高,盖板上部常有积水,积水过深时会沿变形缝漏入库内,影响运营使用。故本文在实际工程中采用了虹吸与重力流结合的排水方式,规避两者缺陷。

4 实际工程方案介绍

4.1 工程概况

成都地铁大丰停车场位于成都市新都区石佛

村,紧邻正线与华桂路高架车站接轨,在既有香城大道与规划兴城大道之间,占地约27 ha。

大丰停车场上盖开发的范围为运用库本体。首层9.0 m盖板以下为地铁运用库,9.0 m至14.2 m为后期物业开发汽车库,14.2 m标高以上为后期物业开发小区,为16栋28层的高层住宅。

先期施工至首层9.0 m盖板层。后期开发后实施小汽车车库及住宅部分。目前盖板层已完工,上部开发时序尚不明朗。本文主要讨论首层盖板的防排水处理措施,做好永久与临时功能结合设计,保证在临时屋面阶段不漏水,永久开发阶段易施工。

4.2 盖板防排水方案

权衡考虑盖板排水的几个限定因素及设计难点,参照已有工程的经验,大丰停车场盖板设计采用了永久与临时功能结合且经济合理的方案(见表1)。

表1 盖板防排水设计方案推导优化过程表

设计功能	设计部位	常规设计	优点	缺点	优化后解决方案	比选后应用情况	大丰停车场实际方案
盖板排水设计	广场排水	设置排水沟加快排水速度;覆土层有蓄水功能	排水坡度较缓		采用 0.3% ~ 0.5% 坡度	√	
	屋面排水要求	钢筋混凝土平屋面+建筑找坡	坡度 2%,利于排水	找坡材料荷载大;后期凿除工程量大;落地雨水立管数量多影响立面造型	调整找坡材料	√	
		钢筋混凝土平屋面+结构找坡	坡度 3%,利于排水	需后期填平,增加结构荷载和小汽车车库层高,增大工程投资	调整填充材料	×	
		大跨度金属屋面	虹吸系统排水速度快	仅适用于金属屋面	局部设置虹吸系统	√	泡沫混凝土+0.3%坡度建筑找坡+外挂天沟+虹吸排水
	地库地面要求	停车坡度	坡度不宜过大,不利于停车		利于停车	√	
		荷载要求	停车荷载要求地面材料有一定的强度		满足停车荷载	√	
盖板防水设计	变形缝设计	女儿墙式变形缝	防水效果好	不利于施工车辆行驶;钢筋混凝土女儿墙不利凿除;高度较高凿除浪费大	女儿墙降低高度,调整为砖砌	√	
		停车屋面变形缝	利于后期施工车辆行驶	防水效果较差;后期破坏后难修复	做好防护措施	×	

大丰停车场运用库盖板共设置8条变形缝、1条平行于轨道和7条垂直于轨道。将盖板划分为16个分区,每个分区为1块盖板带1栋高层住宅。

采用建筑找坡形式,以中间平行于股道的变形缝为分水线,向2个长边以坡度0.3%找坡;在盖板边缘设置天沟汇聚雨水,天沟内设置虹吸系统(见图3)。盖板边缘无法设置天沟的部位,在尽量靠近盖板边缘的位置设置下沉集水坑,内置虹吸雨水斗。集水坑深度满足屋面雨水计算及虹吸排水要求(见图4)。

外挂天沟采用金属天沟形式,兼顾外立面美观

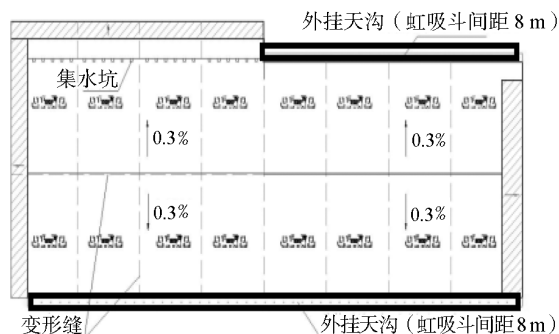


图3 盖板外挂天沟示意图

的同时也便于后期开发时的拆除。经过雨水流量计

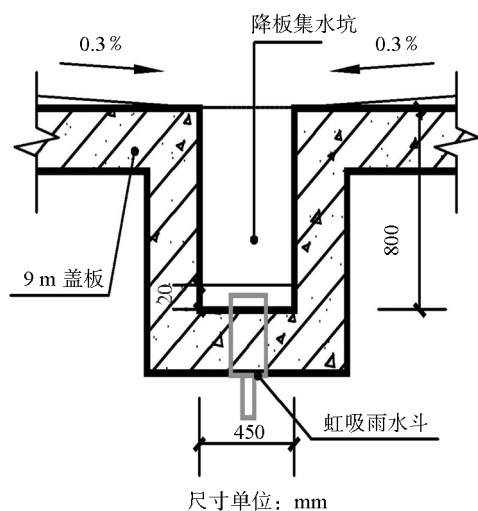


图4 盖板集水坑示意图

算后,在天沟内设置足够数量的虹吸雨水斗,形成虹吸雨水系统,如图5、图6所示。

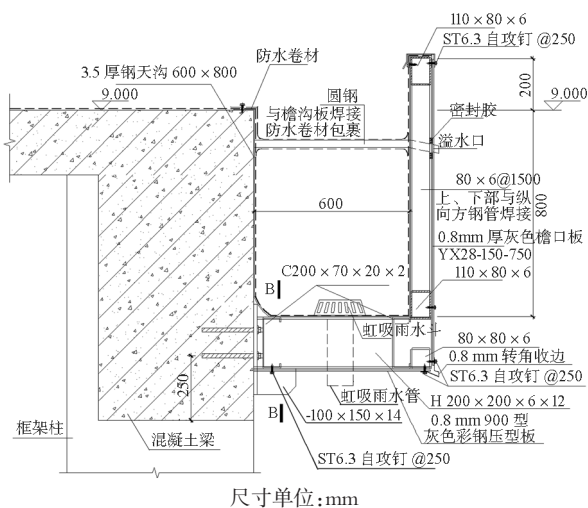


图5 外挂天沟剖面图



图6 大丰停车场外挂金属天沟施工照片

屋面找坡材料选用泡沫混凝土。泡沫混凝土耐

久性好,轻质、保温、隔热、隔音,抗震性能好。良好的隔音效果能减弱地铁车库对上部开发的噪声干扰。可以达到与结构同等的耐久年限。

本次设计推荐采用密度 600 kg/m^3 、强度 5.0 MPa (LC5.0) 的泡沫混凝土作为屋面保温找坡材料,同时满足施工及后期车库要求。在泡沫混凝土上加刚性保护层,后期开发时可直接在此保护层上做车库地面。

4.3 变形缝防水方案

车辆基地盖板规模巨大,结构设计时难以避免会将盖板划分为多个区域,各区域之间的变形缝处成为了下部车辆基地容易漏水的薄弱环节。防水处理尤为重要。

4.3.1 变形缝形式

针对变形缝的处理,有几种传统形式以供选择,下面对各个处理方式的优缺点进行分析。

1) 钢筋混凝土女儿墙式变形缝。女儿墙采用钢筋混凝土,外侧包裹附加防水卷材与屋面防水卷材相接,顶部加设变形缝装置。此种变形缝整体性好、防水效果好。但是后期物业开发时,施工车辆需要在 9.0 m 板上行驶,需要拆除高出 9.0 m 板的变形缝女儿墙,对盖板变形缝进行封堵处理。钢筋混凝土女儿墙在后期拆除时会对主体结构造成一定程度的破坏,影响防水效果。

2) 停车屋面式变形缝。不设女儿墙,变形缝装置埋入屋面做法内,完成后与屋面完成面平齐,便于开发时施工车辆在 9.0 m 板上行驶,但是防水效果较女儿墙式较差。并且施工杂物会容易掉落进受损变形缝中影响后期防水效果,引起下部漏水。

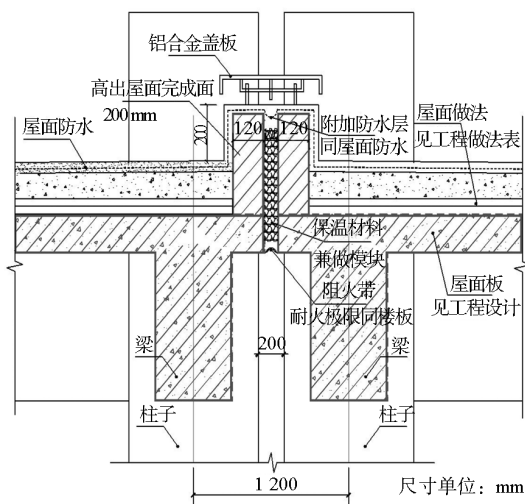
4.3.2 实际工程变形缝方案

在大丰停车场盖板工程中,在女儿墙式变形缝的基础上做一些优化改造。

1) 平行于股道的变形缝。该方向变形缝双柱轴线距离受股道限界要求无法再加宽,故在维持柱间距 200 mm 的情况下,将变形缝两侧的板向中间挑出,仅留 100 mm 宽变形缝;缝两侧砖砌女儿墙,高出屋面完成面 200 mm 。缝内填充保温材料兼做模块,下部做阻火带,耐火等级同楼板。上部女儿墙用防水卷材包裹,并做附加防水层,顶部做铝合金盖板。

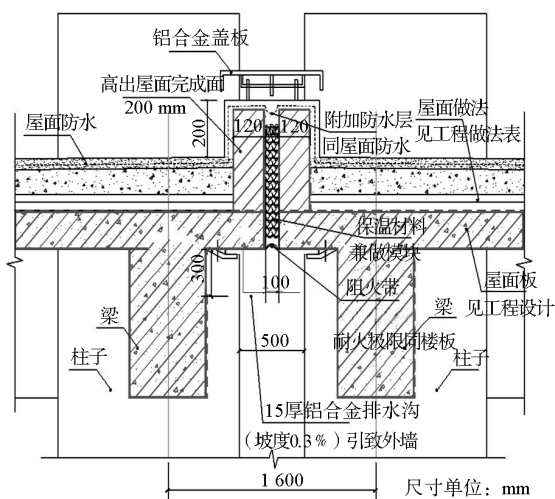
2) 垂直于股道的变形。该方向轴线距离较自由,将柱间距由原本的 200 mm 宽加宽至 500 mm 。将变形缝两侧的板向中间挑出,仅留宽 100 mm 变

形缝。板上女儿墙及缝内填充做法不变。拉开的柱间距使变形缝女儿墙避开了上部预留柱的范围,在后期破除上部预留柱时可避免对变形缝的破坏。女儿墙高出屋面 200 mm,即保证了变形缝的防水处理,又最大限度地节省了工程投资,利于后期开发破除改造。利用加宽的 500 mm 柱子间距在盖板之下加设金属排水沟,防止变形缝破坏后雨水漏入库内,又可防止开发施工时杂物落入变形缝中。拉宽的柱间距为排水沟的安装维修留出了人员操作空间。排水沟隐藏于梁高范围内,不影响库内接触网及其他管线,见图 7、图 8。



注:本做法适用于垂直于股道方向变形缝

图7 大丰平行于股道变形缝大样



注:本做法适用于垂直于股道方向变形缝

图8 大丰垂直于股道变形缝大样

造。

(1) 变形缝改造。凿去部分变形缝处砌体墙,砌体墙外侧砌筑防水混凝土反坎,上部铺设防水卷材及附加卷材层,顶部参照停车屋面做法加设不锈钢盖板,板顶与建筑完成面平齐。板下金属引水槽可以继续保留作为防护措施。

(2) 虹吸系统改造。地铁场段在投入使用以后,盖板下部将密布接触网及各专业管线。开发后若要拆除无用的虹吸管,操作起来会危及人员及地铁运营安全;并且上盖汽车车库内产生的是污水,虹吸管仅适用于雨水,虹吸管道无法供给汽车车库污水排放使用。鉴于此,建议保留板下部虹吸雨水管,采用防水混凝土封堵盖板上部孔洞,做好卷材等防水措施。外挂金属天沟及天沟下部虹吸关系可拆除。

5 结语

“地铁+物业”综合开发模式已经成为城市轨道交通可持续发展的重要模式,优先发展地铁车辆段上盖物业成为未来的发展趋势。随着越来越多的预留开发盖板地铁车辆基地的建成,本工程在预留上盖物业开发盖板的防水、排水方案及节点处理等方面的建设经验,将给后续工程提供积极的参考价值。

参考文献

- [1] 高虹.地铁车辆段预留上盖开发消防设计研究[J].轨道交通工程学报,2008(12):107.
- [2] 蔡文杰.浅谈屋面防水工程的施工方法及质量要求[J].中国房地产业,2012(12):192.
- [3] 袁锋.城市轨道交通车辆段综合开发模式研究[J].铁道设计标准,2013(1):130.
- [4] 负虎.地铁车辆段上盖开发相关问题及应对措施[J].铁道设计标准,2015(7):165.
- [5] 温清.有上盖开发的地铁车辆段设计[J].城市轨道交通研究,2016(7):133.
- [6] 李强.地铁车辆段上盖物业开发设计研究[J].现代城市轨道交通,2017(3):38.
- [7] 王岳颐,卢源,金山.北京地铁车辆段上盖综合开发设计优化[J].都市轨道交通,2017(6):21.
- [8] 张晔,刘钢.车辆基地综合开发结构预留技术研究[J].建筑结构,2017(7):57.
- [9] 张邦力.物业开发地铁车辆段首层盖板高度影响因素分析[J].铁道设计标准,2017(11):155.
- [10] 吴清芬.轨道交通车辆段上盖板地雨水排水分析与研究[J].隧道与轨道交通,2018(1):50.

(收稿日期:2018-11-16)

4.4 开发后改造

后续物业开发时需对临时防排水系统进行改