

带上盖物业开发地铁车辆基地给排水设计

南 君

中国铁路设计集团有限公司 天津 300143

摘 要：新型城镇化进程推动下，以TOD为导向的地铁车辆基地与其上盖城市空间一体化开发模式，正重构城市三维空间资源利用范式。本研究聚焦地铁车辆基地与上盖城市综合体形成的垂直叠合空间系统，针对其建设时序异步性及功能异质性特征，提出给水排水系统协同设计理论框架。本研究基于功能分异的空间叠合设计策略，从给水系统、排水系统、水消防系统、海绵城市设计四个维度进行分析阐述，为高密度城市立体开发提供重要的理论支撑与工程实践范式。

关键词：带上盖物业开发；地铁车辆基地；给排水设计

引言：随着一、二线城市化进程的不断推进，地铁车辆基地上盖综合开发成为提升城市土地利用效率的重要手段。带上盖开发的车辆基地设计受制于开发时序、运营界面划分等限制性因素，给排水设计方案需要进行详细分析论证，以保证地铁车辆基地高效使用的同时为上盖开发提供完备的预留条件。本文旨在探讨带上盖物业开发地铁车辆基地给排水设计方案，以期为该类型项目的规划与实施提供参考与指导。

1 地铁车辆基地及上盖物业概述

1.1 带上盖物业开发的地铁车辆基地的功能与特点

地铁车辆基地作为轨道交通系统的核心基础设施，主要承担列车停放、检修、整备及应急保障等功能，是城市轨交网络运营安全的重要载体。相较于传统单的地铁车辆基地，带上盖物业开发的车辆基地呈现出显著的工程复杂性：需在车辆基地盖板上方叠加商业、居住等多业态空间，形成“盖下运营+盖上开发”的复合结构体系，此类开发模式因涉及多专业界面协调及全生命周期运维管理，较常规基地建设成本增加约30%-50%，但其土地集约利用效率提升显著，可有效促进轨道交通TOD模式发展，实现城市空间资源的高效复合利用。

1.2 上盖物业的类型与开发模式

地铁车辆基地上盖物业主要包括商业综合体、居住社区及公共服务设施三大类型，其开发以TOD模式为核心，通过垂直整合轨道交通与城市空间资源实现集约化利用。商业综合体依托地铁流量打造复合型商业空间（如东京涩谷Scramble Square），居住社区强调生态宜居性（如新加坡碧山智慧社区），公共服务设施则融合教育、医疗等功能完善城市配套。相较于传统平面开发，此类模式节约用地约40%，通过高密度人流提升物业价值，反哺地铁运营成本。其优势不仅在于经济效益可降

低政府财政压力，更体现在可促进职住平衡、激活区域活力、改善环境质量的社会效益，形成可持续发展的立体城市单元。

2 带上盖物业开发地铁车辆基地给排水设计原则

2.1 给水设计原则

（1）水源优先采用城市自来水（水压应进行现场实测），优先采用市政直供，当市政水压无法满足车辆基地单体供水需求时，采用全自动变频调速恒压给水泵组分压供水，并配备气压罐、消毒装置及自动控制系统。

（2）给水需满足生产、生活和消防用水需求。生产、生活给水系统与消防给水系统分开设置分表计量，满足各用水点对水量、水压、水质的要求。车辆基地室外生产、生活给水管网成环状布置，室内生产、生活给水管网设为枝状。

（3）给水系统设计应遵循水资源高效集约化利用与多源水系统协同优化的核心准则。面对水资源日益紧张的现状，需通过采用节水型设备、优化供水系统布局、结合雨水调蓄回用等措施，降低用水量，提高水资源利用效率。同时可借助物联网智能监测等新技术加强用水管理，建立科学的用水监测与评估体系，实现从水源端到终端的全周期精细化管理。

（4）结合上盖功能分区布局及主要交通道路预留上盖给水引入条件，同时需考虑轨道交通运营方与上盖物业产权主体的管理界面的差异性，单独预留上盖给水管井并与车辆基地运营进行物理分隔，保证上盖物业运营人员的检修功能。

2.2 排水设计原则

（1）车辆基地排水系统分为生活污水、生产废水、雨水；排水采用分类收集，分别处理的排放方式。

（2）生活污水经化粪池处理后（餐厅含油污水通过

隔油池处理),达到排水属地排放标准,经室外污水管网收集后就近排入城市污水管道,并最终纳入污水处理厂。

(3)生产废水主要来自各生产车间,包括洗车排水、检修排水等。由于生产废水大部分为含油废水,需要集中排至废水处理站进行处理,经室外污水管网收集后就近排入城市污水管道,并最终纳入污水处理厂;也可深度处理达到中水回用水质标准后进行回用。

(4)车辆基地办公楼屋面及临时盖板屋面雨水排放设计按10年一遇暴雨强度计算,溢流设施的总排水能力不应小于50年重现期的雨水量;其它建筑物屋面(不含临时盖板)的雨水排放设计按当地5年一遇的暴雨强度计算,溢流设施的总排水能力不应小于当地10年一遇的暴雨强度;车辆基地室外场地暴雨按5年一遇的暴雨强度计算。

3 带上盖物业的地铁车辆基地给排水设计要点

3.1 给水系统设计

(1)带上盖物业的地铁车辆基地给水系统的水源选择通常依赖于城市自来水系统,鉴于地铁车辆基地的用水量大、用水时段集中的特殊性质,需在工程设计阶段进行准确的水量计算,并应根据上盖规划情况进行给水量估算,确定地块的总水量,提资相关市政供水部门,以确保市政管网及水源的合理调配,保证地块供水的稳定性。接入方式上则根据周边市政供水情况优先考虑双路供水系统,当条件困难时,可增设自备水井或蓄水池作为过渡及应急水源,确保在极端情况下仍能维持基本用水^[1]。

(2)车辆基地给水管网应采用环状布置形式,同时需结合上盖物业建筑高度、用水峰值时段及用水量差异,优化上盖给水引入管位置,确保供水压力与水量满足不同业态需求。并结合规划在临时盖板层预留上盖给水泵房、水箱等二次供水设备安装空间,设备区荷载应通过结构专业专项核算。

(3)车辆基地根据热水使用场景划分为集中式与分散式热水供应系统。非上盖区集中式热水系统以太阳能为主要热源,优先采用太阳能等可再生能源。为应对冬季低照度及阴雨天气导致的太阳能辐照不足,系统配置空气源热泵作为辅助热源。上盖区因建筑结构限制,无法部署太阳能系统,故单独设置空气源热泵热水系统。对于用水点分散且用水量较小的单体建筑,采用即热式电热水器,其模块化设计可灵活适配小规模用水需求

3.2 消防给水系统设计

(1)基于建筑功能、防火分区特性差异及运营权属的差异,上盖物业开发消防给水系统与车辆基地分开设

置。车辆基地设计应预留上盖物业开发消防水池、消防设施的安装条件,并预留相关设备荷载。

(2)根据《建筑设计防火规范》、《消防给水及消火栓系统技术规范》、《自动喷水灭火系统设计规范》综合确定车辆基地各单体室内外消防用水量及火灾延续时间;车辆基地各单体内消火栓系统垂直/水平成环。消火栓的设置应保证同一平面有2支消防水枪的2股水柱同时达到室内任何部位。每股水柱流量按不小于5L/S计,高层建筑、厂房、库房和室内净空高度超过8m的民用建筑等场所,消火栓栓口动压不应小于0.35MPa,且消防水枪充实水柱应按13 m计算;其他场所,消火栓栓口动压不应小于0.25Mpa,且消防水枪充实水柱应按10 m计算。消火栓栓口动压力不应大于0.50Mpa;当大于0.5Mpa时,设置减压装置。

(3)室外消防给水管应延车辆基地消防道路敷设形成环状室外给水管网,并设置室外消火栓。带上盖物业开发车辆基地室外消火栓应适当加密,同时室外消火栓应按直接参与火灾扑救工况进行压力校核。

3.3 排水系统设计

3.3.1 废水处理与回用系统

车辆基地生产废水经过格栅去除大的漂浮物后提升至室内,进水管路设置电动多路阀,通过石油类等在线检测设备进行判定,当检测指标符合出水需求时,废水直接排至室外污水管网;当检测指标高于出水需求时,废水进入后续处理系统。通过斜板隔油沉淀池、一体化气浮设备、污泥浓缩池、叠螺机等设备进行初期处理并结合膜生物反应器、多级过滤、光催化氧化技术等进行深度处理,处理后的中水可与雨水调蓄回用设施进行结合,共同作为车辆基地洗车、冲厕、绿化、冲洗等用水场景的回用系统水源。

3.3.2 雨水排水系统

(1)地铁车辆基地上盖与盖下项目因功能差异需严格防火分隔,盖下车辆基地楼板耐火极限不低于2小时,承重构件不低于3小时。临时盖板内排水系统需在上盖平台开洞口,后期封堵难度大且影响运营,故推荐采用外天沟排水形式。屋面排水结合虹吸与重力流技术:咽喉区等小面积区域使用87型雨水斗重力排水,减少立管数量;其余上盖区域面积较大部分采用虹吸系统,以降低立管对外立面影响。临时盖板雨水排水统一接入车辆基地雨水系统,车辆基地雨水系统需预留临时盖板雨水排水量;盖板雨水斗数量需经计算确定,立管应沿角落或结构柱隐蔽布置,避开门窗、走廊等区域。同时,上盖雨水排水还需考虑系统的密封性、抗风压能力和维护便

利性,确保其在极端天气条件下仍能正常运行^[2]。

(2)在城市化进程中,雨水资源化利用已成为缓解水资源短缺、提升城市韧性治理的重要策略,结合雨水排水系统在末端将收集到的雨水经过简单处理后,与废水处理回用系统相结合,共同作为中水回用水源。

3.3.3 污水排放系统

在轨道交通车辆基地与上盖物业综合开发中,污水排放系统的独立性设计至关重要。根据分层规划原则,上盖开发区域与车辆基地的污水排水系统应分别设置,形成物理隔离的排水体系。这种设计既保障了轨道交通设施的运营安全,又避免了不同性质污水的交叉污染风险。受限于上盖开发覆土厚度及荷载要求,车辆基地设计需在盖下预留上盖化粪池等构筑物,同时需同步预留污水管井及市政接驳条件。

3.4 海绵城市设计

(1)为规避冗余设计与过度蓄排,保障地块海绵城市规划设计指标的精准落地,车辆基地与上盖开发的海绵城市建设指标实施需进行差异化管控及相互独立设计,车辆基地海绵设计范围应限定于工艺用地红线内盖板以外区域。针对上盖开发时序差异问题,若前期上盖开发未同步引入海绵设计单位参与,规划设计阶段需采用"超前预留"策略,一方面基于上盖开发潜在需求预判,按最高海绵指标要求在临时盖板预留上盖调蓄池荷载能力;另一方面通过竖向标高控制与覆土层厚度预留,为上盖区后续增设下沉式绿地、雨水花园等设施创造实施条件。

(2)车辆基地临时盖板层通常作为车库层等功能区域而非室外地坪层,临时覆绿设计虽能提升生态效益,但会显著增加结构荷载,且后期物业开发需拆除绿化层,造成资源浪费。因此临时盖板近期可通过降低排水坡度及适当设置混凝土反坎等方式削减洪峰,满足近期的调蓄。

4 给排水设计优化策略与建议

4.1 加强车辆基地与物业开发的协调与融合

上盖物业的整体规划应与车辆基地同步进行,通过功能互补与空间融合实现基地运维与物业价值的共生发展。在规划设计阶段充分考虑上盖物业的用水需求和排水特点,规避后期因功能冲突导致的系统性改造风险。

给排水系统应通过"源-网-端"一体化设计实现与建筑立面的有机整合,其中接口工程需满足功能协同与美学统一的双重要求,采用预制装配式管件与建筑装饰构件同材质同色系处理,隐蔽式管道敷设于结构夹层并通过装饰压条实现视觉弱化。

4.2 加强新技术的应用

在车辆基地给排水系统建设中,物联网、智慧水务与BIM系统平台的深度融合已成为行业转型升级的核心驱动力。基于数字孪生技术的BIM平台构建了涵盖给排水管网、设备设施及运维场景的三维可视化模型,实现设计意图与施工落地的精准传递。南京地铁某车辆基地通过BIM+GIS融合平台,完成管井定位与管线碰撞检测,施工效率提升40%,管线错漏率下降至0.3%以下。采用物联网架构通过LoRa/NB-IoT传感器网络实现2600个监测点数据实时采集,涵盖压力、流量、浊度等12类参数,结合边缘计算节点完成毫秒级异常预警响应。北京某车辆基地应用智慧水务系统集成AI算法构建用水行为预测模型,实现日均节水1200吨,综合用水效率提升至92%;并通过数字孪生驱动的虚拟仿真系统,可模拟100年一遇暴雨工况下排水系统的动态响应,指导防汛预案优化。积极加强新技术的应用,打造更加智慧高效的车辆基地。

结束语

综上,基于TOD模式的立体开发背景下,地铁车辆基地与上盖物业复合体的给排水系统构建呈现高度复杂性。该技术体系需统筹轨道交通基础设施安全运维基准与多业态复合用水需求及差异化排水特征,通过系统性规划与精细化设计确保给排水系统的安全、高效与环保。同时可结合智能监测技术、BIM协同平台、海绵城市设计新技术构建全生命周期管理机制,最终形成安全冗余、资源循环、运维智能的给排水系统架构。未来,随着数字孪生、海绵城市等前沿技术与绿色建造范式的深度融合,给排水系统将向智慧化、集成化方向演进,协同驱动城市集约化发展的高质量转型。

参考文献

[1]方楠楠.地铁车辆基地上盖物业开发给排水设计探讨[J].给水排水,2020,(08):85-86.

[2]陈晓伟.海绵城市理念在地铁上盖物业给排水设计中的应用[J].中国给水排水,2022,(05):50-51.