

地下公共空间综合体排水系统设计

段英随¹, 李朝阳²

1. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037
2. 河北省城乡规划设计研究院有限公司, 河北 石家庄 050021
DOI:10.61369/ME.2026040023

摘 要 : 随着城市化进程的加快, 对地下公共空间的综合开发利用日益广泛, 排水系统作为地下公共空间的重要组成部分, 其设计合理性直接关系到地下空间的安全性和舒适性。石家庄市中央商务区北区地下公共空间项目集地下商业、人防、综合管廊、轨道交通等多种功能为一体, 本文结合项目特点分析了大型综合体地下公共空间项目排水系统的设计难点, 对各板块区域的排水系统进行剖析, 并给出了针对性的设计方案, 为类似项目排水系统设计提供一些经验总结。

关 键 词 : 地下公共空间; 排水系统; 下沉广场; 敞口楼梯间; 人防; 地铁

Design of Drainage Systems for Underground Public Spaces Complexes

Duan Yingsui¹, Li Chaoyang²

1. Beijing Urban Construction Design and Development Group Co., Ltd., Beijing 100037
2. Hebei Urban and Rural Planning and Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050021

Abstract : With the acceleration of urbanization, the comprehensive development and utilization of underground public spaces has become increasingly widespread. As a critical component of these spaces, the rationality of drainage system design directly impacts their safety and comfort. The North District Underground Public Space Project in Shijiazhuang's Central Business District integrates multiple functions including commercial use, civil defense facilities, utility tunnels, and rail transit systems. This paper analyzes the design challenges of drainage systems in large-scale complex underground public space projects based on project-specific characteristics, examines the drainage systems across different functional zones, and proposes targeted design solutions, thereby providing valuable insights for similar drainage system designs.

Keywords : underground public space; drainage system; sunken plaza; open stairwell; civil defense; subway

一、工程概况

石家庄市中央商务区北区地下公共空间项目位于规划公园绿地内, 项目地块由解放西街、宁安路、规划支路及北后街围合而成。项目总建筑面积13.74万 m², 集地下商业、人防、管廊、轨道交通等多种功能为一体。地下2层, 局部地下3层, B1层建筑面积5.26万 m², 为商业、车库、地铁南厅、能源中心、智慧中心, B2层建筑面积为6.0万 m², 为车库、能源中心、地铁北厅, B3层为管廊、地铁; 共7处下沉广场。层高: 地面覆土2.5m, B1层6.35m, B2层4.1m, 局部地铁设备层6.5m, B3层5.4m, 地铁站台三层通高区域16.5m, 两层通高区域11.0m。地下公共空间上方为市政道路, 道路上有市政雨、污水管网, 其与本工程同期设计施工, 可接纳地块内的雨、污水排水。

二、设计难点分析

地下公共空间综合体排水系统的设计难点主要有以下几点:

(1) 无法重力自流排出, 排水路径受限

地下空间封闭, 排水路径长且复杂, 难以依靠重力自流排

放, 需设置泵站提升排水, 增加了系统复杂性和成本。

(2) 排水安全性要求高

地下空间排水系统故障影响大, 设计方案需确保系统简单便捷、安全稳定运行。

(3) 消防排水要求高

地下空间火灾风险大, 消防水系统设计标准高, 排水系统需满足及时排出消防废水的要求。

(4) 除常规地下项目的排水难点外, 现结合本项目特点具体分析如下:

B2层和地铁均为人防设防区, 管廊内不设人防, 其他均为非人防区域, 项目设7处下沉广场, 下沉广场下面为人防区, 按规范和当地人防办要求, 与防空地下室无关的雨水管不得进入人防区域^[6], 下沉广场的雨水排放成了一大难题, 集水坑只能设成吊坑, 其直接影响了B2层的功能布局; 其次, 压力排水管的路由在下沉广场内, 同时做到美观和检修方便比较困难。

(5) 在主体土建已施工的条件下, 考虑景观问题, 甲方要求把部分出入口改为敞口形式, 此部分出入口下方原设计未设置排水措施, 集水坑的设置、排水管路以及配电箱的设置位置均有一定难度。

作者简介:

段英随 (1986-), 女, 河北邢台人, 硕士, 高级工程师, 主要从事地铁、市政及民用建筑给排水及消防设计工作。

李朝阳 (1987-), 男, 河北邯郸人, 硕士, 正高级工程师, 主要从事市政给排水规划与设计工作。

(6) B1层为商业区,主要有餐饮、零售、超市等,围绕下沉广场布置,通过下沉广场进行疏散,其下层为人防区,餐饮废水处理及排放、卫生间排水均需在本层内解决,B1层内的排水集水坑设置位置和大小受功能布局 and 结构梁的影响较大,同时B1层的吊坑侵占了B2层的空间。

(7) B2层为人防,平时为小型汽车库,战时为紧急人员掩蔽部和紧急物资库,其顶部因下沉广场、B1层餐饮废水及卫生间排水产生多处吊坑集水坑,且车库的下部局部B3层为地铁站台层和管廊,该部分车库本身排水集水坑的布置同样要考虑避开地铁轨行区和管廊,影响了其功能布局及使用空间。

(8) B3层为地铁站台层和管廊,B3层正上方为人防车库,B2层的排水需在本层解决,且集水坑的位置应避开地铁轨行区以免侵占轨行区限界,或发生漏水事故直接威胁地铁安全运营。

三、排水系统设计

(一) 雨水排水系统

(1) 下沉广场雨水排水

下沉广场受雨面地面雨水和广场区域内的楼、扶梯基坑排水合用一套雨水排水系统,理由如下:

- 1) 下沉广场区域下方为人防区,雨水集水坑只能做成吊坑,设置位置受限因素较多。
- 2) 下沉广场周边为商场,没有条件设置雨水泵房,集水坑内潜污泵扬水管及附件裸露在地面上不美观。
- 3) 广场区域内的楼、扶梯基坑已占据一部分B2层的高度空间,且其排水同样不能进入人防内,故基坑单独设置集水坑则坑底距B2层地面最多剩1m多的高度空间,此空间已无利用价值。
- 4) 从经济性、安全性及平时运营维护角度出发,两者合用排水系统更具优势,减少了土建费用和设备购置费及其平时的维护检修费用,降低了雨水跑冒滴漏的风险,大大减轻了物业管理工作人员的平时维护检修工作量。具体做法如图1所示:

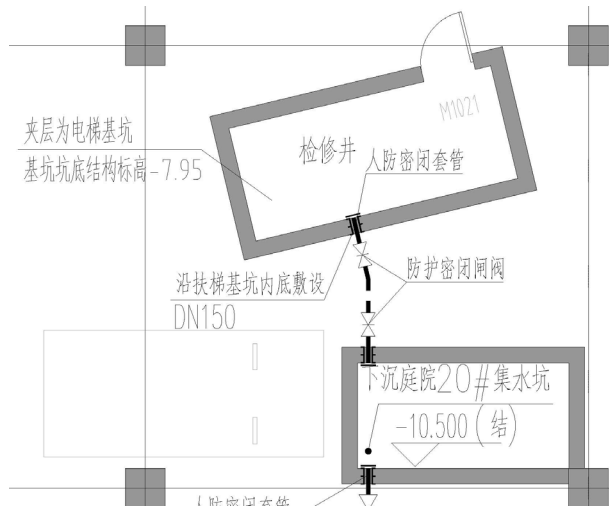


图1 下沉广场雨水排放典型做法

下沉广场雨水集水坑直接做到B2层底板上,结构受力条件好,集水坑结构安全性高,电梯和扶梯基坑下方还有2.55m的高度空间,可作为车位或工具间等被充分利用。集水坑做中间盖板,采用格栅盖板,盖板上部留有1.3m的空间,水泵扬水管的附

件做在此空间内,实现了下沉广场地面以上空间的美观和合理使用,另外集水坑深度达4m多,中间盖板的设置也在一定程度上减小了人员坠落意外事故的伤亡程度。

(2) 改造敞口楼梯间雨水排水

敞口楼梯间雨水量按石家庄市50年一遇暴雨强度计算,降雨历时按5min计算,设计降雨强度 $q_j=6.97L/s \cdot 100m^2$ 。由建筑专业设排水沟收集,经排水沟流入雨水集水坑,雨水经潜污泵提升后排至室外雨水检查井。敞口楼梯平台雨水集水坑内潜污泵自带的控制箱,以及扬水管上阀门和止回阀等附件在楼梯间明装部分需要设置防护栏或锁具,以防非工作人员误操作,水泵控制箱加漏电保护装置。

下面以典型出入口“LT-34#敞口楼梯”为例说明其排水设计方案:

受雨面由两个梯段和休息平台组成,受雨面1包含平台一、梯段一和平台二,受雨面积共 $20.72m^2$,排水最低点在平台二处,受雨面2包含梯段二,受雨面积为 $6.45m^2$,排水最低点在平台三处,拟采用的方案有如下两种:

方案一,受雨面1和受雨面2的雨水排放系统各自独立,分别设置截水沟、集水坑和雨水泵机组,如图2所示:

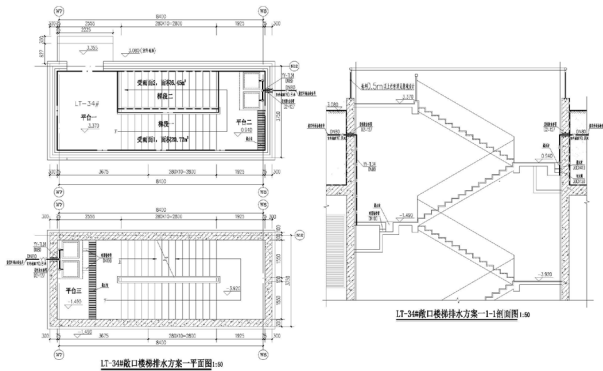


图2 排水方案一平、剖面图

方案二,受雨面1和受雨面2的雨水集中排至整个受雨面的最低点平台三处,受雨面1只设置截水沟,通过地漏和排水管重力排至设在平台三处的集水坑,集水坑内设置雨水泵机组将雨水提升排至室外雨水检查井,如图3所示:

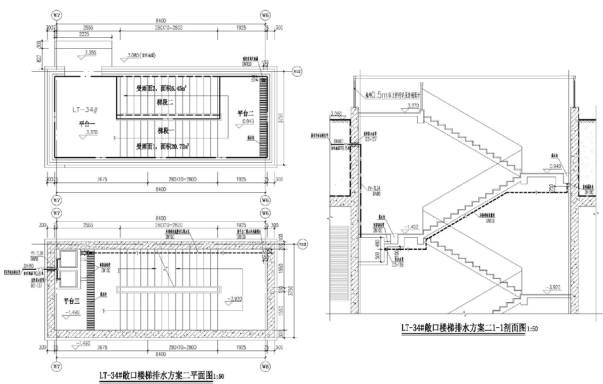


图3 排水方案二平、剖面图

对比两种方案,本次设计选用方案二,理由如下:

- 1) 敞口楼梯总的受雨面面积小,产生的雨量不大,设置一套泵机组既满足使用功能又在休息平台的结构受力范围内。
- 2) 设置一套泵机组减少了对楼梯空间的侵占,同时减少了设备

的运维工作量。

3) 减少排水系统与室外排水管网的接口, 降低了雨水倒灌风险。

4) 方案二中平台二下沿平台底部及梯段底敷设 DN100 的重力排水管沿楼梯间侧墙排至平台三处的集水坑吊坑, 整个管道路由均不侵占楼梯间的疏散空间。

(二) 生活排水系统

(1) 餐饮废水排水

餐饮商铺下方为人防区, 废水的收集处理及排放均需在本层内解决, 在厨房就地设置一个集水坑吊坑, 厨房区域降板 500mm, 集水坑坑底与 B2 层梁底齐平, 以不影响地下二层的空间利用为原则, 集水坑内设置油水提升泵^[1], 隔油间内设置油处理设备, 每个隔油间服务周边几个厨房。餐饮废水提升至隔油间的隔油处理设备之前均为含油废水, 其对就地隔油处理设备的处理效果和提升泵的性能要求较高, 为减少商户间的互相影响, 考虑个别商户管道检修不影响其他店铺的正常营业, 放大汇合管段的管径, 减少汇合管段的长度, 同时加强物业管理水平, 做到对商户一级隔油处理监管到位。厨房排水做法如下:

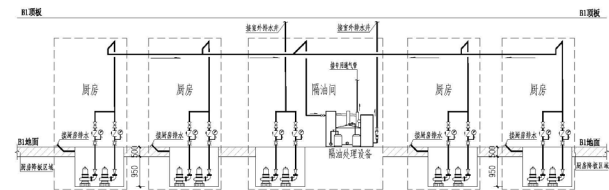


图4 厨房排水示意图

(2) 卫生间排水

卫生间下方为人防区, 其排水系统设计为同层排水, 与结构配合卫生间区域内的结构板下沉, 同时梁做成下翻梁, 结合结构梁的布置及下层功能布局, 布置卫生间排水用集水坑, 内设一体化污水提升装置。

(三) 人防车库及设备机房排水

车库排水包含消防废水和地面冲洗废水, B1 层车库属于非人防, 其排水按每个防火分区不少于 2 处排水集水坑设计, B2 层为人防区, 平时功能为汽车库, 排水量按消防设计流量的 80% 计算^[6], 车库分散设置集水坑用于收集消防废水, 给水泵房、消防泵房、蒸发冷凝机房、报警小室、干、湿垃圾房等有排水需求的设备房间设置集水坑收集房间内的平时和事故排水, 废水经潜污泵提升后排至室外雨水检查井。

战时各防护单元生活污水池由平时集水坑兼做, 排水设施做平战模式转换措施, 口部设染毒水池收集战时洗消废水, 战后该废水经消毒后由手摇泵软管将水排至室外。

(四) 局部 B3 层相关区域排水

B3 层为地铁站台层和管廊, 该区域对应的上方为 B2 层人防

车库, 其排水避开 B3 层区域设置集水坑。管廊内排水考虑地下结构渗水量按 $0.05\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 计算^{[3]、[4]}, 最不利条件下渗水面积为 2721m^2 , 渗水量为 $0.0057\text{m}^3/\text{h}$; 水管检修放空水量按放空长度最大距离 (本次为 150m) 考虑: 最大供冷管径为 DN1000, 则排水量为 117.8m^3 ; 6 小时放空计算, 每小时约 19.7m^3 ; 综上, 管廊内设计排水量约为 $19.706\text{m}^3/\text{h}$ 。同时, 潜水泵扬水管设置热力管道泄水预留口, 供热管道检修放空时, 高温废水由管线单位管道泵加压排入管道, 直接从管道内排出, 不进入集水坑。在管廊两侧设置排水沟, 内部下沉区域设置局部集水坑, 管廊内部废水通过边沟汇入集水坑, 再通过潜水泵排污泵抽排至室外。

(五) 远期地铁线预留工程排水

本工程远期地铁线只预留土建结构, 远期开通时所需各类排水构筑物均预留到位, 敞口风亭及出入口近期全部封堵, 在地下空间内部区域的风亭及站厅层均不产生结构渗漏水, 车站外围护结构的防水等级为一级, 也不产生结构渗漏水^{[3]、[4]}, 故该部分近期无需配置排水设备。车站为人字坡两端均设有主废水池, 废水池的总容积按满足远期开通时排消防废水的标准设计, 远期开通时有排水需求的各类机房、风亭、出入口及局部低点均预留集水坑, 开通前如出现事故排水采用移动泵抽排可操作性强、经济适用且便于运营管理, 待远期地铁线建设开通前转换为采用潜污泵自动排水模式。

四、结论

(1) 地下公共空间综合体排水系统设计相较于地面建筑更为复杂, 需综合考虑多方面因素, 其排水系统应在满足规范和排水安全的前提下力求简便。

(2) 下沉广场地面雨水与其电扶梯基坑排水合并设置集水坑, 集水坑设双层盖板, 排水泵扬水管附件在两层盖板间布置; 楼梯间有盖敞口的改造工程, 应结合现状条件设置雨水排水措施, 各受雨面雨水通过排水沟和管道汇合至一处集水坑, 水泵控制箱以及扬水管上阀门等附件在楼梯间明装部分需设置防护栏或锁具, 控制箱设漏电保护装置。

(3) 餐饮废水及卫生间排水均不进入人防区, 人防车库排水系统平战结合并做战时转换措施, 集水坑位置避开其下部地铁轨行区和管廊, 吊坑集水坑的位置和尺寸结合其下层功能布局及梁高进行合理布置, 尽量减少对下层使用空间的影响。

(4) 管廊排水除考虑结构渗漏水外还要设置管道检修泄水排水措施, 采用集水坑与排水泵扬水管预留接口相结合的方式以减小土建排水设施的规模。

(5) 远期地铁线预留工程, 以尽量减少远期土建改造为原则, 做好排水系统相关土建设施的预留预埋, 并考虑近期事故排水措施。

参考文献

- [1] 广州国际金融城地下空间给排水设计及排水要点分析 [J]. 给水排水, 2020, 46 (07).
- [2] GB 50014-2021, 室外排水设计标准 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2021.
- [3] GB 50108-2008, 地下工程防水技术规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.
- [4] GB50157-2013, 地铁设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [5] GB50838-2015, 城市综合管廊工程技术规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [6] GB50038-2005, 人民防空地下室设计规范 (2023 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2023.