

敞开式下沉立体交通道路排水方案设计

王雅楠

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司天津分公司

摘要: 下沉式立体交通道路受周边地块高程及周边排水系统影响,属城市内涝高发区,排水安全不容忽视,文中提出一种敞开式下沉立体交通道路安全排水系统设计方案及相关设计参数,以期类似规划设计项目提供参考。

关键词: 下沉式立体交通;排水安全;内涝防治;线性调蓄;蓄排结合

一、引言

随着城市交通流量的激增,在主干道路交叉口或铁路轨道处常常需要建设下沉式立体通道,同时,随着城市建设理念的不断发展,出现了多种形式的下沉式立体交通道路。由于要满足车辆通行的净空要求及与周围地块地下空间的结合,通道最低点处的地面往往要远低于周边地面。目前,国内城市下沉式立体通道雨水排放主要通过管道收集运输结合泵站强排的方式排出,但经常由于客水入侵以及排水出路不畅等多方面原因导致下沉式立体通道成为“地下河”,2008年上海“8.25”暴雨导致中环线多处下穿立交严重积水,交通长时间中断^[1],2012年北京“7.21”特大暴雨致使多座立交积水深度达0.3~4.0^[2],2016年天津“7.20”暴雨致使城市下穿立交交通几乎全部封闭,给人们生命及财产安全带来极大隐患。

二、传统下沉道路积水原因分析

结合目前国内城市立体交通及下沉道路排水现状分析,下沉式立体交通道路汛期易内涝的主要原因如下:

(1) 排水防涝系统不完善。一套完善的城市排水防涝系统应该包括源头控制、中途运输及末端蓄存/排放等多体系,即应从起端收集、管渠运输和行洪河道等多层级对雨水排放进行多重控制。但目前,我国多数城市尚未形成完善的排水防涝体系^[1]。

(2) 排水系统设计标准较低^[1,2]。近年来极端天气频发,而长期以来我国大多数城市排水标准基本为1年1遇,立交桥设计重现期2~3a,现有排水能力较低,难以应对超标降雨。

(3) 客水入侵严重。下沉道路出入口处一般设置有横截沟及道路驼峰^[4]等拦截措施,但通常由于考虑景观及行车舒适等需求,使拦截措施保证率较低,加之超标降雨时周边排水不畅导致客水入侵,大大超过了泵站的设计能力。

(4) 收水能力不足。下沉通道一般在低点集中设置排水沟或者多个雨水口,由于地势较低,收水设施易被垃圾袋、树枝等杂物堵塞,造成收水能力不足。

(5) 末端排水不畅。部分泵站供电保证率低,暴风雨天气下受供电中断影响,泵站无法正常工作;部分泵站排水出路与地面排水系统共用管道,影响泵站正常退水^[2]。

三、设计案例

某新区新建城市主干路道路长度约3.5km,红线宽度44m,道路采用双层立体交通断面形式,道路纵坡3.5%左右,道路一侧为敞开下沉式形式,敞开宽度18~36m,标高比上层道路及周边地块低6~7m,下沉段与周边地块地下空间连通,排水安全性要求极高,结合道路断面设计形式及传统下沉道路排水系统存在的问题,创新性采用“线性调蓄+末端强排”结合的排水方式,保障下沉道路的排水安全。

(一) 设计思路与原则

(1) 遵循高水高排,低水低排的原则,两个系统互不连通^[1],严防地面雨水汇入下沉道路排水系统;地面排水系统设计重现期P=5a,结合河道排洪控制,采用inforworks软件模

拟50年一遇工况下管网运行情况,对积水易涝点进行设计优化,保证道路中一条车道的积水深度不大于15cm;(2) 敞开段下沉道路排水采用泵站强排,根据GB50014-2006(2016年版)，“中心城区地下通道和下沉式广场”设计重现期应为30~50a^[3],考虑下沉通道与地下空间连通,排水安全要求极高,本工程取上限P=50a;(3) 按50年1遇24小时降雨量200mm校核雨水管道储存能力,使雨水排放管道兼顾调蓄功能,实现“蓄排结合”的排水模式;(4) 结合末端提升泵站设置初期雨水收集设施,初雨排入周边污水管道后进入污水厂处理,实现对区域内初期雨水径流污染控制。

(二) 设计方案

(1) 防客水措施

地面排水系统结合上层道路防撞护栏设置挡水墙,在靠近绿化带一侧结合景观设计创造景观微地形,物理阻隔有效高度均不低于50m;在下沉通道出入口处设置驼峰并在出入口最低点处间隔5m设置2套横截沟,多重手段严防客水进入下沉通道。

(2) 雨水收集

结合道路横断面类型,采用加权平均法计算综合径流系数,ψ取0.8;规范要求道路地面集水时间一般取2~10min,集水时间直接影响雨水口布置以及雨水连管管径的选取,故其应根据汇水距离、路面坡度、地面种类等因素合理确定,结合GB 51222-2017《城镇内涝防治技术规范》,地面集水时间按规范中3.3.2-1公式进行计算得 $t_{1.0}=1.5\sim 3\text{min}$ 。结合下沉通道防水底板在中央分隔带内设置平算式双算雨水收水口,雨水口和连管设计能力按管渠设计重现期流量的3.0倍进行设计,雨水口设置间距不大于35m,雨水连管坡度取2%。

(3) 雨水运输及蓄存

系统由雨水仓、初雨截流及强排泵站等组成,初雨截流泵房与强排泵站合建,雨水管道直径 $d_{800}\sim d_{3000}\text{mm}$,管道设计坡度0.6%~1.2%坡向末端雨水泵站,雨水管道在满足运输功能的同时兼顾线性调蓄作用,满足敞开段范围内50年1遇24小时降雨量200mm的存储能力,设计总调蓄能力 8715m^3 ,能够满足在极端天气下因泵站供电中断及末端排水不畅等因素时降雨的全部蓄存。

(4) 雨水泵站及初雨污染防控措施

雨水泵站设置于靠近河道的绿化带内,泵房上部设置1.5m覆土,可种植草本植物或者低矮的灌木,上方打造与周围环境一致的景观绿化。泵房埋深根据泵房容积及进水深度确定。泵房设计为地下二层形式,格栅及控制等设备置于地下一层,地下二层为集水层。

为避免初期雨水对水体环境的影响,结合雨水泵房设置初期雨水截流泵房,雨水泵房平面设计尺寸 $20.6\text{m}\times 11.40\text{m}$,埋深13.6m。泵房进水格栅采用2台回转式格栅除污机,设备参数: $B=1500\text{mm}$ (渠宽 1900mm), $b=30\text{mm}$, $\alpha=75^\circ$, $N=3.0\text{kW}$ 。

雨水泵选用潜水混流泵,共4台,3用1备,设备参数: $Q=1.30\text{m}^3/\text{s}$, H (最大)=11.00m, H (平均)=7.70m, H (最小)=6.70m, $N=205\text{kW}$ 。初期雨水截流泵采用潜水离心泵2台,设计参数 $Q=50\text{m}^3/\text{h}$, $H=20\text{m}$, $N=9.0\text{kW}$ 。

降雨初期时雨水泵房进水闸门关闭,初期雨水截流泵房闸门开启,初期雨水先进入初期雨水截流泵房,通过初雨截流泵房提升后排入市政污水管道后进入污水处理厂处理。雨水泵房可根据天气预报降雨预测,采用边蓄边排或先蓄后排等多种模

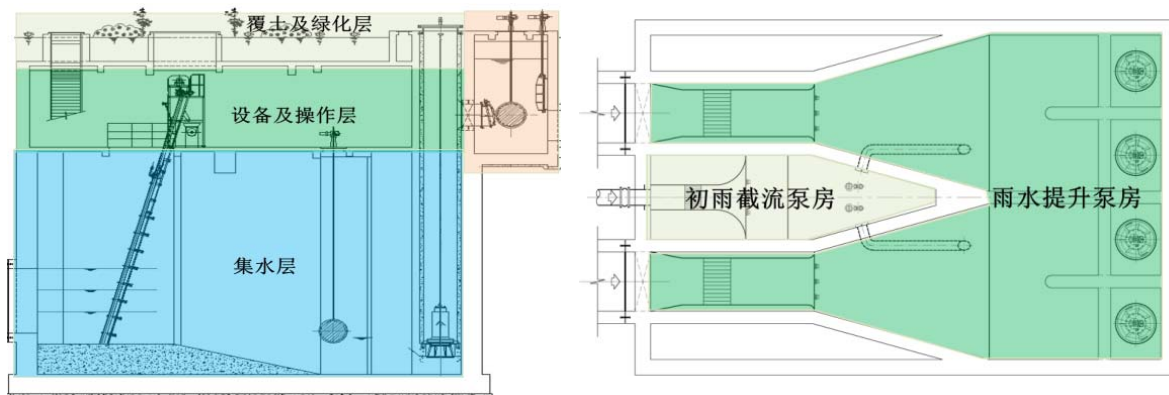


图1 雨水泵站平面及竖向设计图

式。

(5) 防地下水措施

由于下层路处于地下常水位以下，道路结构设计采用类似U型槽结构，在检查井与底板连接处设置橡胶止水带，防止地下水进入排水系统。

(6) 出水设施

泵站出水采用2孔3000×1500mm箱涵独立出水，排放口处流速0.43m/s，雨水经泵站提升后直接排入附近行洪河道。

(7) 积水及液位监测

在管道沿线检查井内设置水位监测终端用于监测管网水位，依据各窨井的水位数据和高程关系，获得派生的管段水位差信息和管道的水位坡降数据，并从管道的水位坡降变化，还原出管网真实的运行状况。在道路沿线醒目位置设置水位标尺，标明积水深度及警示标语，结合路灯及标牌等设施设置路面积水监测装置，在下沉道路进口液晶交通指示牌上实时显示积水深度^[1, 2]，当积水深度达到预警水位时封闭通道入口，同时数据上传至智慧城市控制调度中心，有利于科学有效开展防汛排涝。

汛排涝。

结语

下沉式立体交通是城市交通的咽喉部位，必须高度重视其排水安全，防止内涝频发而威胁人民群众生命及财产安全，本文结合道路设计断面形式，提出下沉式立体交通蓄排结合的排水工艺，多措并举，能够极大提高排水安全性，同时又能避免初期雨水排入接纳水体而带来的环境污染，以期为类似下沉式立体交通排水规划设计提供参考和借鉴。

参考文献

[1] 张辰, 吕永鹏, 邹伟国等. 下穿式立体交叉道路排水防涝设计的若干思考[J]. 城市道桥与防洪, 2014, 11(11): 5-7.
 [2] 张韵, 黄鸥, 陈祥瑞, 郭磊. 北京市下凹式立交桥内涝积水原因与治理对策[J]. 中国市政工程, 2013, 168(S1): 62-64.
 [3] GB 50014—2006, 2016 年版, 室外排水设计规范[S].
 [4] 沈磊, 徐剑国. 中环线(浦西段)地道出入口排水设计分析[J]. 中国市政工程, 2007, (A01): 55, 59.

(上接第160页)

最具性价比的材料。此外，在对混凝土进行配制的过程中，需要严格按照实验所确定的配合比要求，结合现场环境做好配合比的优化，严格控制各项施工材料的用量，做好现场材料和半成品的保管工作。

(三) 做好施工过程中的温度控制

由于温度会导致物体的热胀冷缩而导致温度裂缝问题，因此，在工程施工过程中需要严格控制施工温度。这不仅可以选择具有较低水化热的水泥，或者通过添加剂的应用来减少水泥用量，做好对水泥发生水化反应时所释放的热量。而且可以在施工中的混凝土浇筑和养护等环节严格按照施工技术标准进行施工操作，结合施工现场环境温度采取保温或者冷却等手段，保证环境温度达标并对混凝土裂缝起到有效预防作用。

(四) 做好后期的混凝土养护和工程管理工作

在工程施工完成之后需要立即开展养护工作，由专业的养护人员结合现场温度等条件，在考察近期天气变化规律和气象预报等因素之后，制定详细的养护计划并严格执行，做好施工之后的保温、保湿、覆盖等养护工作，防止养护作业中工程表面被阳光直射或者受到强风影响。通过人工方式进行保温或降温来避免混凝土内外温差过大而导致温度裂缝。此外，在工程运营阶段，需要由专业队伍开展定期道路桥梁的检修和养护工作，及时发现病害或隐患并进行处理，防止其演变为更为严重的事故。同时还要由交管部门做好车辆管理，避免出现超载问

题，合理控制交通量，做好对道路桥梁工程的保护工作。

五、结语

道路桥梁工程施工中一旦出现裂缝问题，不仅影响其美观，而且还会由于没有及时处理而导致钢筋和混凝土被腐蚀、影响其结构承载力的问题，增加出现质量和安全事故的概率。因此，从设计、施工、外界因素以及养护、运营管理等各方面分析造成裂缝的原因之后，提出了相应的预防措施，此外还要加强对施工人员的管控，结合不断引入的新技术和新材料、设备等加强对施工人员的培训，加强对施工过程的管控，切实保障施工质量，有效预防裂缝问题。

参考文献

[1] 马晓岚. 道路桥梁施工中裂缝成因及预防措施[J]. 住宅与房地产, 2019(12).
 [2] 白平章. 论述道路桥梁施工中裂缝成因及预防措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(019): 2528.
 [3] 徐瑞峰. 关于道路桥梁施工中裂缝成因及预防措施应用分析[J]. 建筑·建材·装饰, 2018, 000(009): 61.
 [4] 蔡忠德, 付晨曦. 道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施[J]. 建材发展导向(下), 2019, 017(005): 215.
 [5] 吉庆. 道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施分析[J]. 智能城市, 2019, 5(08): 166-167.