

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.02.022

城镇平急两用雨水调蓄设施规划设计要点研究

龚晓露

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 由于全球气候变化,近年来各地极端天气频发,严重影响城市生产生活,提升城市韧性成为全国各大城市面临的紧迫议题。结合平急两用理念,对地上的广场、绿地、高架,地下的车库、隧道,以及湖泊等多种应急雨水调蓄设施开展形式研究,提出应用场景、实施要点和运维建议,以期为保障城市安全、减轻内涝灾害影响、增加城市韧性提供技术支撑。

关键词: 平急两用;极端天气;雨水;调蓄;规划设计

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)02-0096-05

1 研究背景

由于全球气候变化,近年来各地极端天气频发,郑州“7·20”、海河流域“23·7”、深圳“9·7”等特大暴雨接连发生,对城市生产生活产生重大影响。

国家“十四五”规划要求建设宜居、创新、智慧、绿色、人文、韧性城市,建设源头减排、蓄排结合、排涝除险、超标应急的城市防洪排涝体系,推动城市内涝治理取得明显成效。

2021年4月,国务院办公厅印发《关于加强城市内涝治理的实施意见》(国办发〔2021〕11号),要求各地因地制宜、因城施策、提升城市防洪排涝能力,用统筹的方式、系统的方法解决城市内涝问题。

2022年4月,住建部等三部委发布《“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划》(建城〔2022〕36号),要求全面排查城市防洪排涝设施薄弱环节,系统建设城市排水防涝工程体系,加快构建城市防洪和排涝统筹体系,着力完善城市内涝应急处置体系,以及强化实施保障^[1]。

2023年7月14日,国务院常务会议审议通过《关于积极稳步推进超大特大城市“平急两用”公共基础设施建设的指导意见》,平急两用理念落实在公共基础设施建设是统筹发展和安全、推动城市高质量发展的重要举措。

为此,在做好规划标准设防条件下的城镇排水体系建设的同时,为预防遭遇极端降雨灾害产生的

不利影响,提高城镇应对超标准降雨的能力,需要在城市建设管理中树立平急两用、平急转换的理念,进一步提升城市防汛安全韧性^[2]。

2 设施功能与类型

2.1 设施功能

雨水调蓄设施中的“平急两用”,是该理念在防汛安全保障领域的应用,指部分公共设施在平时满足市民公共需求等永久性设计功能前提下,在遭遇超标准降雨时临时调蓄雨水,减轻内涝灾害影响^[3]。

平急两用雨水调蓄设施有平急转换功能,在平时和超标准降雨时的功能有所不同,平时发挥其原有功能,紧急时可按照预案进行部分设备安装完善和结构调整强化,将设施功能调整为雨水应急调蓄使用,把来不及排放的雨水暂时存储,保障城市重要设施的安全,减轻内涝灾害影响。

2.2 设施分类

按照竖向分布,平急两用雨水调蓄设施主要分为地上调蓄设施、地下调蓄设施和湖泊调蓄设施三类。

地上平急两用调蓄设施是指结合公建等设施,通过必要的措施,在地上形成的临时调蓄设施。

地下平急两用调蓄设施是指利用地下空间,通过必要的措施,在地下形成的临时调蓄设施。

湖泊平急两用调蓄设施是指利用湖泊空间,结合必要的临时措施,形成的临时调蓄设施。

2.3 设施型式

平急两用雨水调蓄设施可分为三大类十种型式。

第1类为地上平急两用调蓄设施,主要包括广场平急两用雨水调蓄设施、操场平急两用雨水调蓄设

收稿日期: 2023-03-11

作者简介: 龚晓露(1981—),女,工学学士,高级工程师,主要从事排水工程设计和研究等工作。

施、绿地平急两用雨水调蓄设施和高架下平急两用雨水调蓄设施等4种型式。

第2类为地下平急两用调蓄设施,根据《城市地下空间规划标准》,考虑主体设施平急功能转换的可行性和经济性,建议重点结合地下交通设施中的地下车库、地下隧道和下立交等3种,地下公共服务中的地下体育设施1种,地下防灾中的人防设施(地下人员掩蔽设施)1种,共计5种型式平急两用调蓄设施。

第3类为湖泊平急两用调蓄设施,是指利用不承担除涝或行洪功能的湖泊空间,经设施改造或同步建设形成的临时雨水存储设施,平时发挥其自身功能,超标降雨时暂时存储不及排放的雨水。

3 应用场景

3.1 应用原则

平急两用原则:立足平时、着眼应急,引导城市公共设施在日常服务功能的基础上,通过同步建设或更新改造,增加雨水临时调蓄功能,提高超标雨水

工况下城市内涝风险管控能力,提升城市安全韧性。

安全为先原则:在确保公共设施基本功能正常运行、结构安全不受影响的前提下,聚焦城市生命线工程和重点区域的应急防汛安全保障,合理布局平急两用雨水调蓄设施,提升城市安全韧性^[4]。

集约节约原则:结合平急两用雨水调蓄设施的应用场景,综合考虑设施结构型式、建设成本、运行和恢复费用,优先选择空间集约、减灾效益高、节约费用的建设方案。

3.2 应用场景比选

平急两用雨水调蓄设施的建设,宜根据区域内涝风险,与广场、操场、绿地、高架、地下车库和体育设施、人防工程、地下隧道、下立交、湖泊等应用场景结合,考虑不同类型设施的功能、结构、机电和水文地质等特点,比选地上、地下布置方式,选择具体应用型式,并逐步推进标准化建设。

三类十种平急两用雨水调蓄设施的优缺点及适用场景应用指引见表1。

表1 平急两用雨水调蓄设施应用选型比较表

设施型式分类	优点	缺点	适用场景
第1类: 地上平急 两用调蓄 设施	1.广场平急两用调蓄设施 ①单点调蓄容积较大; ②可灵活拆卸与组装,启用相对简单; ③建设投资和后期恢复费用较低	对广场设施和周边环境有一定影响	适用于面积较大的下沉式广场,可服务自身及周边区域
	2.操场平急两用调蓄设施 ①单点调蓄容积较大; ②可灵活拆卸与组装,启用相对简单; ③建设投资和后期恢复费用较低	①对操场设施和周边环境有一定影响; ②考虑教学区域安全需求,使用时间局限在寒暑假期间	适用于地势低洼操场,优先解决自身积水风险
	3.绿地平急两用调蓄设施 ①可选址空间较多且灵活; ②可灵活拆卸与组装,启用相对简单; ③建设投资和后期恢复费用较低	①对植被和设施有影响,恢复周期长; ②调蓄水质较差时对绿地环境有一定影响,可铺设防渗膜	适用于耐水耐湿植被的公园绿地、街边绿地、道路隔离带,可服务自身及周边区域
	4.高架下平急两用调蓄设施 ①可充分利用高架下的闲置空间; ②可缓解桥面雨水对市政系统造成的负担; ③建设投资和后期恢复费用较低	①须考虑高架设施安全,避开立柱结构及桥墩布置,保护方案较复杂且对环境有一定影响 ②绿化带下凹式单体调蓄设施容积较小	已建高架改造优先服务高架自身,新建高架可兼顾周边区域。
第2类: 地下平急 两用调蓄 设施	5.地下车库平急两用调蓄设施 ①整层利用式单点调蓄容积较大; ②可选址点位较多	①改造难度大,建设和恢复费用较高; ②启用和调度复杂,蓄后恢复周期长	优先结合新建公共建筑和国有企业事业单位地下车库同步建设,服务地块自身及周边区域,作为地上平急两用调蓄设施的补充
	6.地下体育设施平急两用调蓄设施 ①体育设施结构简单,改造难度小; ②单点调蓄量较大	①地下体育设施较少,可选址点位少; ②启用和调度复杂,蓄后恢复周期长	优先结合新建体育设施建设,服务地块自身及周边区域,作为地上平急两用调蓄设施的补充
	7.人防工程平急两用调蓄设施 ①单点调蓄量较大; ②人防设施具有平急两用属性,尤其是退出序列设施,增设调蓄功能可行性较好	①改造难度较大,建设和恢复费用较高; ②启用和调度复杂,蓄后恢复周期长	优先对退出序列的人防设施进行改造,结合新建设施同步配建,服务地块自身及周边区域,作为地上平急两用调蓄设施的补充
	8.地下隧道平急两用调蓄设施 调蓄水量多,进水较为便利	①改造难度较大,须满足结构安全,建设和恢复费用较高,恢复期交通影响较大; ②启用调度复杂,须确保人员生命安全; ③可选址设施较少,且进水位置相对固定	适用于隧道进口位于易涝地区、隧道结构能满足调蓄需求的地下隧道,优先服务周边区域

表 1 (续)

设施型式分类	优点	缺点	适用场景
9. 下立交平急两用调蓄设施	①现状下立交多为易涝点, 作为平急两用调蓄设施, 进水较为便利; ②单点调蓄水量较多	①启用须确保人员生命安全; ②对下立交通道内的设施有一定影响, 恢复周期较长, 恢复期对交通影响较大	适用于易涝地区附近的下立交, 服务自身及周边区域
第3类: 湖泊平急两用调蓄设施	①单点调蓄容积大, 可与周边景观协调布置; ②建设投资和后期恢复费用较低	对原有湖泊水环境会产生不利影响, 且恢复时间较长	优先选用相对封闭、不承担区域除涝和行洪功能的内湖, 服务周边区域

4 规划设计要点

4.1 地上式平急两用雨水调蓄设施

(1) 广场平急两用雨水调蓄设施

主体设施为位于城市内的各类型城市广场, 利用下沉空间或通过增设临时围挡设施而形成的调蓄空间。围挡设施可采用密封防水膜、挡水板等, 根据广场功能可选用固定安装或移动式安装。调蓄水深宜综合考虑挡水设施的材质、连接方式等因素, 通过经济技术比较后确定, 池体有效水深一般为 0.5~1.5 m。调蓄设施应设置疏散通道和警示牌。

广场平急两用雨水调蓄设施应设置专用雨水入口, 进水位置应根据极端天气时积水情况、调蓄设施位置和周边环境综合确定。入口标高宜高于汇水地面, 并通过数学模型模拟计算确定。广场平急两用雨水调蓄设施进水可采用地表漫流进水、管道溢流进水、水泵提升进水等方式。雨水蓄后排放可单独或综合采用重力放空、虹吸排水放空、水泵放空等方式。

在应急使用后, 应有序开展蓄后维护, 及时恢复广场的日常功能。主要包括: 临时挡水设施、进出水泵及配套管道的拆除, 场地消毒、清洁, 储备物资复位, 以及广场日常设备的检修等。

(2) 操场平急两用雨水调蓄设施

主体设施为操场下沉空间或通过增设临时围挡设施而形成的调蓄空间(见图 1)。新建学校操场宜采用下沉式建设及固定安装的挡水设施; 已建学校操场根据实际情况, 增设固定安装或移动安装的挡水设施。挡水设施可采用密封防水膜、挡水板、高强度玻璃墙等。

操场平急两用雨水调蓄设施的进出水方式、蓄后恢复等要求与广场设施基本一致。考虑到教学区域安全需求, 使用时间建议在寒暑假期间。

(3) 绿地平急两用雨水调蓄设施

主体设施为利用绿地空间形成的临时调蓄设施。新建低洼绿地内宜种植耐淹植物。绿地调蓄设施

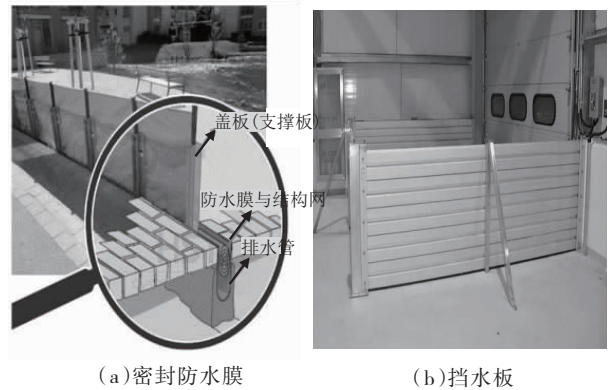


图 1 雨水临时围挡示意图

可利用下凹式绿地临时蓄水, 下凹深度应根据设计调蓄容量、绿地面积、植物耐淹性能、土壤渗透性能和地下水位等合理确定; 也可在绿地周边增设应急围挡进一步增大调蓄容积, 临时挡水设施宜提前预埋相应基础装置, 调蓄时可快速启用。当调蓄的水质较差时, 可铺设防渗膜, 减少对绿地环境的影响。调蓄设施的水深宜结合绿地、市政道路的竖向布置等因素综合考虑, 绿地调蓄设施的调蓄水深一般为 0.5~1.5 m。

进水优先采用地表漫流进水方式, 也可管道溢流进水和水泵提升进水等。调蓄雨水的排空时间不应大于绿地中植被的耐淹时间。

绿地平急两用雨水调蓄设施在使用后, 应及时进行蓄后恢复, 以便复原绿地的使用功能, 主要包括: 进出水泵及配套管道的拆除, 植物状态评估及恢复, 相关设备的检修, 储备物资复位等。

(4) 高架下平急两用雨水调蓄设施

主体设施为在城市各类型高架道路下部, 通过下沉空间或增设临时围挡设施而形成的调蓄空间(见图 2)。新建高架下调蓄设施宜采用下沉式建设及固定安装的挡水设施; 已建高架下根据实际情况, 增设固定安装或移动安装的挡水设施。挡水设施可采用密封防水膜、挡水板、高强度玻璃墙等。调蓄设施的水深宜综合考虑高架安全性、挡水设施的材质、连接方式、区域内涝风险等因素, 经技术经济比较后确

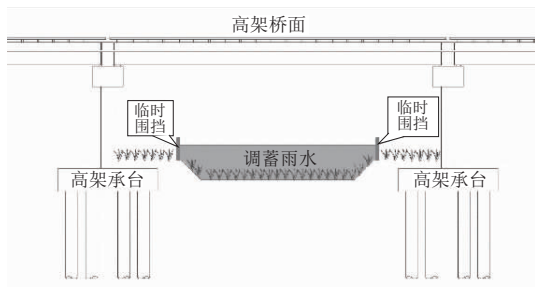


图2 高架下平急两用雨水调蓄设施立面示意图

定,池体有效水深一般为 0.5~1.5 m。调蓄设施应设置疏散通道和警示牌。

高架下调蓄设施宜设置专用雨水入口,并应在极端天气过后及时放空。在应急使用后,应有序开展蓄后维护,及时恢复高架下部空间的日常功能。

4.2 地下式平急两用雨水调蓄设施

(1)地下车库和地下体育设施平急两用雨水调蓄设施

主体设施为由地下车库或地下体育设施组成的地下调蓄空间。

结合新建地下设施同步建设的平急两用雨水调蓄设施,应根据地区防灾规划和土地出让条件要求,对地下车库结构按雨水调蓄工况的荷载进行受力设计复核,地下车库内各类设施按满足耐淹水或可尽快恢复的标准建设,变电所、消防泵房和污水泵房等附属设施不得位于调蓄空间的同一层(见图3)。

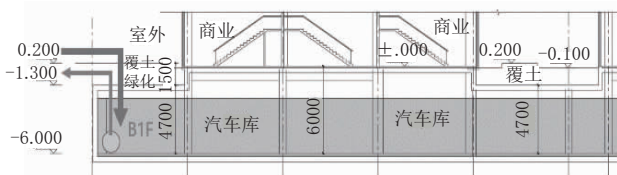


图3 地下车库平急两用雨水调蓄设施立面示意图 (整层利用式)(单位:mm)

对已建地下车库或地下体育设施进行改造形成的平急两用雨水调蓄设施,变配电等设施不得与调蓄空间处于同层,改造建设前须经结构等专业评估,并对地下室内各类设施按耐淹水标准或可以尽快恢复的标准复核。

地下车库或地下体育设施的平急两用雨水调蓄设施可采用局部围挡式或整层利用式。进水位置应根据极端天气时积水情况、调蓄设施位置和周边环境综合确定。有条件的地下停车库可设置AGV车辆搬运机器人。雨水调蓄设施应在极端天气过后及时放空,以水泵放空为主。

地下平急两用雨水调蓄设施在使用后,应及时进行蓄后恢复,以便复原地下车库或体育设施的使

用功能。主要包括:进出水泵及配套管道的拆除,场地消毒、清洁,通风换气、有毒有害气体的检测,主体结构、地下功能评估及复位,相关设备的检修,储备物资复位等。

(2)民防工程平急两用雨水调蓄设施

主体设施为由民防工程组成的地下调蓄空间。电站、水库、地铁等生命线或重要设施内的民防工程不得用做民防平急两用雨水调蓄设施。结合地下室修建的民防设施,可参考地下车库平急两用雨水调蓄设施建设要求,并不得影响内部供电、供水、通风等生命线工程。

(3)地下隧道和下立交平急两用雨水调蓄设施

主体设施为由地下隧道或下立交组成的地下调蓄空间。

结合新建地下隧道或下立交同步建设的平急两用雨水调蓄设施,应根据地区防灾规划要求,在有需要平急两用雨水调蓄的区域,对地下设施结构按雨水调蓄、未调蓄雨水等工况的荷载进行受力设计,各类地下设施按满足耐淹水或可尽快恢复的标准建设,变电所、消防泵房、雨水泵房等附属设施不得位于调蓄空间内。

对已建地下隧道或下立交进行改造形成的平急两用雨水调蓄设施,改造建设前须经结构等专业评估。现浇整体式衬砌结构(多为明挖法修建),可根据地区防灾规划要求,对其结构按雨水调蓄工况的荷载进行受力设计或复核,各类设施按满足耐淹水或可尽快恢复的标准改造;预制装配式衬砌结构(多为盾构法修建),不应进行雨水调蓄设计。变电所、消防泵房、雨水泵房、废水泵房等附属设施不得位于调蓄空间内。对地下隧道或下立交内各类设施按耐淹水标准或可以尽快恢复的标准复核。

利用隧道或下立交已有空间调蓄的,调蓄水深根据隧道和下立交高度确定,并预留超高。

地下隧道或下立交平急两用雨水调蓄设施应当有组织地进水,在使用后及时用水泵排空。蓄后应及时恢复原有通行功能,除清洗通风外,还应对主体结构和交通功能进行评估及复位。

4.3 湖泊平急两用雨水调蓄设施

主体设施为利用湖泊自身调蓄空间形成的临时调蓄设施。新建湖泊应在规划设计阶段,分析周边的易涝点、地势低洼地带的积水风险,在湖泊深度上预留一定的余量作为临时调蓄容积使用。已建的湖泊在汛期须密切关注气象预报,在超标暴雨前对湖泊

水位进行预降。

湖泊平急两用雨水调蓄设施的平面布局和规模应根据其功能定位、地形地貌、区域排水防涝、防洪和水系规划、景观要求等因素确定。湖泊护岸、护坡设计,应满足调蓄水位变动对结构的要求,护岸、护坡和雨水管渠出水口的结构设计应相互协调,可设置应急围挡,提前预埋相应基础装置,调蓄时可快速启用,湖泊周边应增设安全围栏以及声光警示装置。

作为平急两用雨水调蓄设施的湖泊,如须新增填占调蓄库容的涉水构筑物,如人工岛、亲水平台、滨水栈道、游船码头等,必须经过排水防涝影响论证后方可建设。

进水方式可分为三类,分别为地表漫流进水、管道溢流进水和水泵提升进水。进水位置应根据极端天气时积水情况、调蓄设施位置和周边环境综合确定。湖泊调蓄设施宜通过构建生态护坡和陆域缓冲带等生态措施,削减进入湖泊的雨水径流污染。

湖泊平急两用雨水调蓄设施应在极端天气过后及时放空,当湖泊与外河相连通时,应利用周边河道放空;当湖泊与外河不连通时,宜通过周边市政管网放空。应及时进行蓄后恢复,以便复原湖泊的使用功能,评估及复位湖泊内涉水构筑物功能,并进行湖泊水质检测。

5 结 语

城市内涝防治是一项系统性工程,涉及源头减排、雨水管渠、排涝除险等工程性措施和应急管理等非工程性措施,是一项跨地域、跨部门的系统工程^[5]。结合平急两用理念开展雨水调蓄设施的规划建设是在应急层面的一种尝试,其规划选址应该结合城市地形、市政雨水系统和河道水系等各项要素,依托区域规划雨水排水系统,根据内涝风险评估结果,明确布局和规模,并征询相关利益主体意见。新建平急两用雨水调蓄设施应依托相关主体设施的建设,同步建设施工和验收。通过改建增加调蓄功能的设施在改造过程中须充分论证,并进行相关的事前损失及风险评估预测,在满足主体设施自身安全的前提下,确保增设调蓄功能方案的科学性和可操作性。

参考文献:

- [1] 张辰.基于韧性安全的城镇内涝防治技术标准与规划研究[J].上海建设科技,2022(6):1-5.
- [2] 周宏,刘俊,高成,等.我国城市内涝防治现状及问题分析[J].灾害学,2018,33(3):147-151.
- [3] 张辰,章林伟,莫祖澜,等.新时代我国城镇排水防涝与流域防洪体系衔接研究[J].给水排水,2020,46(10):6-9.
- [4] 夏军强,董柏良,李启杰,等.近年城市洪涝致灾的水动力学机理分析与减灾对策研究[J].中国防汛抗旱,2022,32(4):66-71.
- [5] 谢映霞.城市排水与内涝灾害防治规划相关问题研究[J].中国给水排水,2013,29(17):4-6.

~~~~~  
(上接第 51 页)

“自平衡”,该桥梁结构不对基础产生水平推力,可适用于各种地质条件,在适用性、经济性和桥梁景观等诸方面均有较高推广价值。

本文的研究成果可为类似建设条件下的桥梁设计提供有益参考。

### 参考文献:

- [1] 吴抗昇.三向斜拉桥拉索施工[J].建筑施工,1990(4):31-32.
- [2] 胡方健,何飞,汤秋华,等.空间三叉张弦梁人行桥:中国,201610008350.1[P].2016-04-06.
- [3] 邹小洁,马磊,王浩,等.Y型主梁的大跨度桥梁结构:中国,202110826622.X[P].2021-10-08.