

Research on Key Points of Flood Control Design for Waterfront Museums in the Northern Area of Haidian District, Beijing — Taking the Northern Branch of the Palace Museum as an Example

Chao Zhang

Palace Museum, Beijing 100009, China

Abstract

The construction site of the North Campus of the Palace Museum is located within the Xiyuhe Village, Xiwang Town, in the mountainous area at the northern part of Haidian District, Beijing. There are abundant natural water resources around the site, such as the Nansha River, Cujiayao Reservoir, May Day Canal, and Hongfeng Canal, especially with the Cujiayao Reservoir right adjacent to the south. For the selection of museum building sites, it is generally required that the site be dry and have good drainage. Therefore, while a waterside museum offers a better landscape effect, it also poses significant challenges to its design and construction. This paper, through the analysis and research of the hydrogeological conditions around the project site, combined with the analysis of flood flow in the surrounding rivers and model simulation, provides suggestions for the design of flood prevention measures within the construction land and the key points of flood prevention design for the museum building.

Keywords

Waterfront museum, Cujiayao Reservoir, Flood control measures, Design points

北京海淀北部地区临水型博物馆防洪设计要点研究——以故宫博物院北院区为例

张超

故宫博物院，中国·北京 100009

摘 要

故宫博物院北院区建设地点位于北京海淀北部山后地区西北旺镇西玉河村范围内，周边存在南沙河、崔家窑水库、五一渠、宏丰渠等丰富的自然水资源，尤其是南侧紧邻崔家窑水库。博物馆建筑选址对于基地选择一般要求场地干燥、排水通畅，因此临水型博物馆在拥有较好景观效果的同时，会对其设计和建设产生较大的影响。本文通过对项目所在地周边水文地质条件的分析和研究，结合建设用地周边河道洪水流量分析和模型模拟，为建设用地范围内的场地设计防洪措施和博物馆建筑防洪设计要点给出建议。

关键词

临水型博物馆；崔家窑水库；防洪措施；设计要点

1 项目建设概况

1.1 项目建设背景

故宫博物院是基于明清两代皇家宫廷建筑群而建立的以展览展示皇家不可移动、可移动文物为主的博物馆，同时也承担着研究、弘扬和传承中华优秀传统文化的职责，据不完全统计现有馆藏文物约 186 万件（套），其中珍贵文物占 90% 以上。

近年来随着博物馆潮，传统文化热的逐年高涨，故宫博物院得到了更大的关注，其文物安全和保护也正面临着越来越多的挑战，主要集中在文物建筑安全隐患、文物藏品储藏与文物建筑冲突矛盾、文物藏品修复与展示空间及条件严重不足等几个方面。为解决开放与储藏、研究与保护、修复与展示所面临的种种安全挑战，故宫博物院十几年来采取了多种措施来缓解所面临的问题，比如进行基础设施维修改造、提升安全防护系统、调整入院参观人数、腾退办公区域增大开放面积等，但仍不能从根本上解决故宫博物院面临的困境，建立新院区便应运而生。

新院区在北京海淀山后地区原故宫博物院崔家窑遗址

【作者简介】张超（1989—），男，中国河南济源人，硕士，工程师，从事建筑工程技术管理研究。

的基础上,进一步扩大用地规模建设,其聚焦解决文物建筑作为展览、修复用房的痛点,确保故宫博物院的不可移动文物得到更有效的保护,对可移动文物进行更系统和细致的维修保养。

1.2 项目概况

故宫博物院北院区建设用地较为狭长,主要以大型文物展览、修复、临时储藏和研究为主,结合景观环境呈园林式布局。其被故宫博物院现状建筑从地理空间上划分为东西两个部分:东侧是用地最大、功能最全面的主体部分,以展览展示和观众服务等对外为主,西侧则是文物储存、修复及研究等对内为主,各功能分区既独立又相辅相成,形成清晰简明且具科学性的功能分区。

1.3 周边河道概况

故宫博物院北院区选址位于上风上水的海淀区,三面环水,北侧为一街相隔的南沙河,东侧为宏丰渠(现为西河儿)、五一渠,南侧紧邻崔家窑水库(现为西玉河水库),周边河道、水域具体情况如下:

1.3.1 南沙河

南沙河发源于海淀区西北部地区,自西向东途经海淀区和昌平区,最终汇入沙河水库,用地范围内的宏丰渠(又称西河儿)和五一渠均为其13条支流之一,作为海淀北部地区重要的防洪排水通道,也起到了观赏景观的作用。

故宫博物院北院区建设用地周边南沙河流域段,横断面为土渠梯形,河底纵坡约为1‰~0.33‰,现状河深约3~5.8米,河上口宽约100~152米;该段河道内常年有水,主要为河道基流及上游流域范围内生活污水。该段河道上现有跨河桥3座,上庄新闻、上庄旧闸2座。

1.3.2 宏丰渠和五一渠

宏丰渠起源于京密引水渠,后经崔家窑水库(现西玉河水库)汇入南沙河,崔家窑水库到南沙河段又称为西河儿,此段存在大片荒地并没有规范引导和维护,现状较差。

五一渠同样起源于京密引水渠,最终汇入宏丰渠西河儿段。目前海淀区于2022年启动了五一渠生态治理,但是北院区用地范围内部分未纳入治理范围,现状维护较差。

1.3.3 崔家窑水库

根据2016年出台的《北京市防洪排涝规划》,崔家窑水库(现西玉河水库)定位为区级蓄洪区,主要承接宏丰渠、五一渠防洪排水,其占地面积12.6公顷,蓄洪量为10万m³,启用标准为20年一遇,运用标准为50年一遇。

2 项目区域防洪评价分析

2.1 项目区域河道治理情况

为持续提升海淀区水环境质量和水生态健康水平,努力建设洁净、生态的良好生态水环境,海淀区自2016年起推出了“水清岸绿”行动计划。

2016年编制了《海淀区水系生态治理工作方案(2016—

2020) - “水清岸绿”行动计划》,其中崔家窑湿地生态治理工程治理范围为宏丰渠干流规划丰贤中路桥至南沙河口段(包括崔家窑水库),治理长度3.28km;五一渠规划路至崔家窑水库入口段,治理长度699m;团结渠规划上庄路桥至宏丰渠汇入口段,治理长度500m(见图2)。

2020年海淀区在《海淀区水系生态治理工作方案(2016—2020) - “水清岸绿”行动计划》的基础上,发布了《“水清岸绿”行动计划(2020-2025年)》,助力区域内生态文明建设,其中五一渠综合治理工程,五一渠综合治理工程治理范围为从京密引水渠以北140m处起始,至皇后店路以北520m处结束,治理长度约为5.49km,并于2023年完工(见图1)。

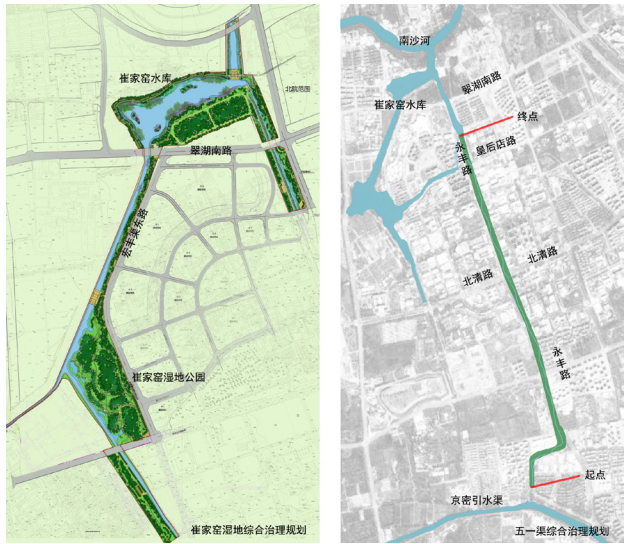


图1 北院区周边生态治理工程总平面示意图

2.2 故宫博物院北院区用地范围防洪标准的确定

按故宫博物院北院区建筑规模分类,其为特大型馆。按故宫博物院所藏文物等级类比,北院区建成后将暂时存放大量用于展览、修复及研究工作的一级文物占比将超过50%。

《防洪标准》(GB50201-2014)未对博物馆类单体或者群体建筑划定防洪标准,但是明确指出防护对象应考虑多方面因素,通过综合分析论证确定防洪标准。因此参照文物古迹的等级和防洪标准(见表1),拟建议故宫博物院北院区用地范围防洪标准应不低于100年一遇。

表1 文物古迹的等级和防洪标准

等级	文物保护的级别	防洪标准[重现期(年)]
I	国家级	≥100
II	省(自治区、直辖市)级	100~50
III	县(市)级	50~20

2.3 周边水域洪水线分析

崔家窑水库上游主要由宏丰渠汇入,控制流域面积为40.5km²,采用瞬时单位线法计算20年、50年、100年一遇流量为168m³/s、205m³/s、239m³/s。依据《翠湖南路(六环路—京包高速)跨沿线河道桥梁的规划意见》,崔家窑水库以上

规划 20 年、50 年一遇流量为 $165\text{m}^3/\text{s}$ 、 $199\text{m}^3/\text{s}$ ，误差较小，因此 100 年一遇流量可参考瞬时单位线法计算结果（见图 2）。

五一渠控制流域面积为 5.9km^2 ，采用瞬时单位线法计算 20 年、50 年、100 年一遇流量为 $27.6\text{m}^3/\text{s}$ 、 $37\text{m}^3/\text{s}$ 、 $42\text{m}^3/\text{s}$ 。依据《五一渠工程治理规划》和《翠湖南路（六环路—京包高速）跨沿线河道桥梁的规划意见》，五一渠规划 20 年、50 年、100 年一遇流量为 $27\text{m}^3/\text{s}$ 、 $32\text{m}^3/\text{s}$ 、 $40\text{m}^3/\text{s}$ ，误差在可控范围以内，因此 100 年一遇流量可参考瞬时单位线法计算结果（见图 2）。

2.4 周边河道（渠）洪水计算分析

2.4.1 计算方法及工况的选取

计算方法的选取。北院区建设选址处位于南沙河流域平原区，三面环水，西面为高地，研究范围内河道坡度较缓，

河道较为顺直、规整，鉴于特殊地理位置和建设项目的的重要性，需通过 MIKE21 构建河道与建设区的二维模型详尽模拟南沙河干流、宏丰渠、崔家窑水库及五一渠入河口处的洪水漫溢和水流流态、预估河势的发展趋势对建设项目的影 响，可以真实反映出河道漫溢位置 and 随地形发展的淹没区域，也可以反映出河道在突变断面和转弯处的水流流态。

建设区域洪水分析。通过模型模拟计算，建设项目洪水风险来源于南沙河和宏丰渠漫溢。因原始地貌为低洼林地，建设用地区域内淹没水深达 $1.22 \sim 2.66\text{m}$ ，建设区域的 100 年一遇淹没水深为 41.35m 。100 年洪水位宏丰渠超标洪水，洪水冲开崔家窑水库北岸宏丰渠主流宽度由 60m 增加至 165m ，通过建设区域的流速接近 1m/s （见图 2）。

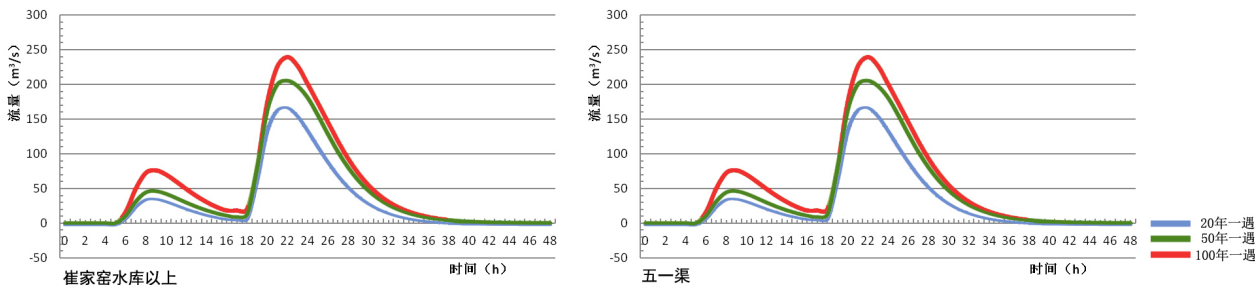


图 2 周边河道（渠）20 年、50 年、100 年一遇洪水过程线

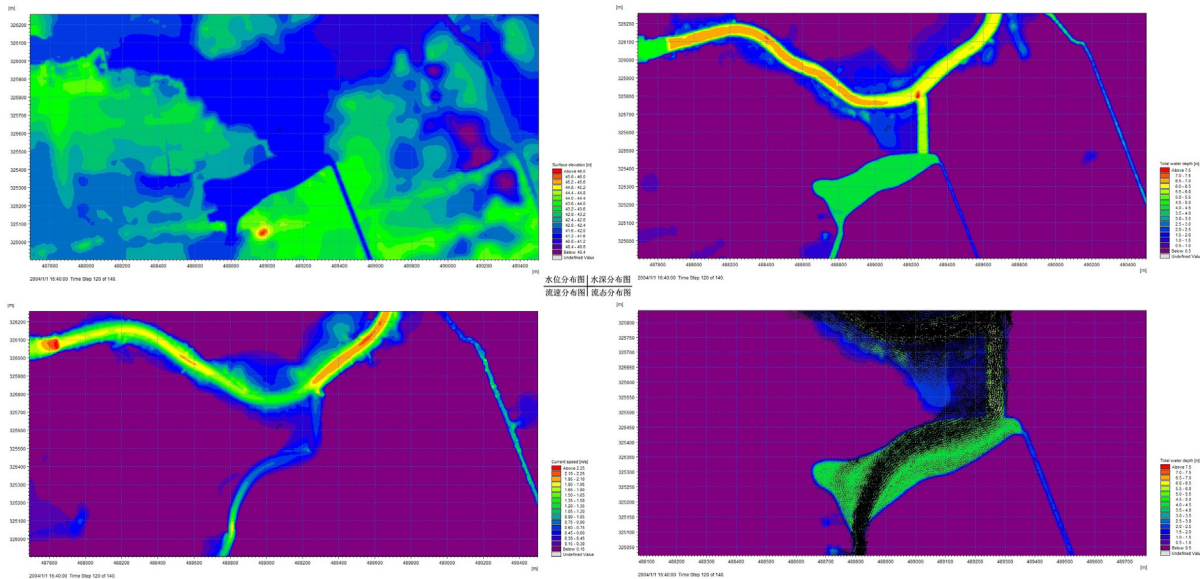


图 2 淹没水位、水深及流速分布及局部流态图

3 故宫博物院北院区防洪综合评价

故宫博物院北院区位于南沙河上庄新闻至宏丰渠入口段右岸，河道上口宽约 100m ，本段河道尚未按规划进行治理。建设项目防洪标准为 100 年一遇，高于南沙河河道防洪标准 20 年一遇洪水，因此只需采取适当的防护措施。南沙河、崔家窑水库、宏丰渠内常年有水，冬季结冰，根据气候与气象条件，不会形成大的冰凌灾害，因此对防凌影响不大。

建设项目建筑物（跨河桥、穿河管线除外）均位于南沙河、宏丰渠、崔家窑水库绿化隔离带外，未在河道行洪断面内布置阻水建构筑物，未引起河道内流场、工程区段的局部流态变化，不影响堤防交通、防汛抢险、管理维修等方面的要求，对河道标准内泄洪、河势稳定亦基本无影响。

建设项目用地范围三面环水，地下建筑规模约为 4万 m^2 ，采用明挖施工方式，由于河道内常年有水，河底为天然

地基,施工期间坑内降水等作业可能会引起管涌现象,容易造成河岸坍塌和破坏,对堤防护岸极为不利,建议对周边水库及渠采取必要的防护措施。

4 防洪措施与设计要点

结合对故宫博物院北院区建设区域内河道(渠)的洪水分析和防洪综合评价,在项目建设过程中,需关注场地周边防洪措施和建筑物本身的防洪设计,保障项目后续建设和运营过程的安全性。

4.1 周边及场地防洪措施

由于故宫博物院北院区地下文物储藏的特殊需要,参考国内外大型公建的防水防洪方案,需要考虑特殊的防洪方案,确保文物的保护万无一失。建设用地区域周围的崔家窑水库、宏丰渠、五一渠均为北侧南沙河的泄洪区,其主要洪水来源主要为为海淀西部山区及翠湖、永丰片区、上庄镇等建设区洪水。为减少上述灾害对文物安全的影响主要对周边河、湖、桥、闸等采取以下措施:

项目建设应结合海淀区“水清岸绿”行动计划中崔家窑湿地生态治理工程、南沙河综合治理工程以及五一渠综合治理工程方案和施工进度,尤其是涉及崔家窑水库、建设用地区域内五一渠河堤等重点位置的建设统筹考虑,以确保建设用地区域的防洪安全。

着重考虑建设项目的竖向设计,场地高程应设计高于场地防洪标准 100 年一遇高程以上,同时建筑物的 ± 0 标高、地下室出入口标高应高于场地高程 0.5m 以上,并在关键位置采取防淹、防涝措施。

优化桥梁设计方案,必须与崔家窑水库闸相结合,满足各项管理规定的同时需满足河道防洪要求。

重点关注建设项目的场地功能布局,文物储藏功能、展示功能布局应距离崔家窑水库尽可能远的位置,可考虑建设用地区域的西北部分。

建设项目临河近,地下建筑建设体量大,施工跨汛期应编制好施工组织设计方案,确保施工期防洪安全;在基坑开挖过程中,做好自身防渗工程,确保施工期因降雨、地下水位变化引起的施工安全。

日常管理注重防灾培训。

4.2 建筑物防洪设计要点

故宫博物院北院区文物库房设计按重要目标防护工程

设防,文物库房按战时封闭掩埋考虑,不设置战时主要出入口、物资运输口及水箱、通风系统等,因此除临时展厅外,文物展厅建议在二层及以上布置,文物库房布置于地下,选位尽可能远离水面。建设用地区域防洪标准 100 年洪水位比场地最低高程低 1.33 米、比建筑物 ± 0 高程低 1.48 米,因此可保证北院区建筑不被洪水淹没,同时避免倒灌。其中,地下文物库房应重点考虑以下要素:

沿湖或河道位置设围堰,将两侧隔开,内侧设蓄水池,观测动态水位,及时排水,防止压力水浸泡地下室。地面雨水按照目前雨水利用规范和海绵城市要求设置雨水系统及时排出。

建筑距离水库距离较近,地下水位较高,地下室文物库房的防水及防潮处理。这方面的防护措施主要是建筑自身的保护,仅正常的地下室防水处理会有一定的风险。具体措施为双层地下室外墙的构造处理,中间部分兼做设备管沟;地下室底板架空处理,避免地下室漏水殃及文物库房。

在文物展示用房、文物修复用房、文物暂存库房和办公服务用房首层外门口外应设置截水沟,与院区内雨水管网联通,及时排除小股较低水位洪水。

在文物修复用房地下文物库房的总库门处、文物修复用房和办公服务用房首层外门处、文物展示用房地下临展库房和暂存库房门处设置防洪挡板,高度 500mm。此做法可阻挡水位较高的洪水漫灌进室内,进而流入地下,威胁文物。

文物修复用房和文物展示用房的夹壁墙走道中都设有排水集水坑,可将进入本层的洪水排入市政管网。

设置手摇抽水机,在紧急情况下用人力抽水。

参考文献

- [1] 王旭东.使命与担当—故宫博物院95年的回顾与展望[J].故宫博物院院刊. 2020(10):006-016.
- [2] 动态信息.“平安故宫”工程实施五年故宫博物院北院区项目正式启动[J].遗产与保护研究. 2018,3(10): 20.
- [3] 王微.海淀区南沙河(上庄闸—一区界)治理工程洪涝风险分析[J].北京水务. 2022(05) 37-40+70.
- [4] 李添雨.基于MIKE 21模型的沙河水库水环境模拟及修复技术研究[D].北京:中国农业科学院.2024.
- [5] 房星宇.关于故宫博物院北院区防洪安全的思考和建议[J].门窗.2017(07):230-231.