

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.02.031

# 苏州市城市中心区建设工程设防水位计算研究

杨 焯<sup>1</sup>, 何 健<sup>2</sup>, 周 颖<sup>1</sup>, 谢榴洋<sup>1</sup>

[1. 悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司, 江苏 苏州 215000; 2. 江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029]

**摘 要:** 基于苏州市城市中心区内枫桥水文站 1977—2016 年和苏州水文站 1952—2009 年历年实测最高水位资料以及枫桥站 1983—2017 年实测年最大 1 h、6 h、24 h 雨量资料, 通过采用 P-Ⅲ 频率适线法和排涝计算进行苏州市城市中心区 100 a 一遇洪水水位以及 100 a 一遇 24 h 暴雨时内涝水位计算, 结果表明: 城市中心区大包围西北片区、东南片区建设工程 100 a 一遇防洪水位分别为 4.86 m 和 4.38 m, 防涝水位分别为 4.70 m 和 4.38 m, 设防水位分别取 4.70 m 和 4.38 m。

**关键词:** 苏州市城市中心区; 建设工程; 设防水位

**中图分类号:** TV122+.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-7716(2023)02-0123-03

## 0 引言

近年来, 随着全球气候变化的影响, 极端天气日益增多, 且由于城市规模快速增长, 自然调蓄功能不断下降, 使得降雨产生的径流量变大, 径流时间缩短, 洪峰流量增大, 出现时间提前等一系列水文变化现象, 导致城市内涝灾害频发, 加剧了城市防洪防涝压力<sup>[1]</sup>。

苏州市地处太湖流域下游, 地势低洼, 上承客水入境, 下受江潮顶托, 排水不畅, 是一个洪涝多发的地区, 尤其是大水年份 5 月至 7 月的梅雨和 8 月至 10 月的台风雨, 常常会造成局部地面积水<sup>[2]</sup>。

洪涝灾害严重威胁城市交通的正常运行以及人民的正常生活。因此, 本文以苏州市城市中心区为例, 研究平原河网地区洪涝水位计算方法及建设工程设防水位的选定方法, 其结果为建设工程竖向高程的设计提供科学依据, 具有十分重要的意义<sup>[3-5]</sup>。

## 1 区域概况

苏州城市防洪依托流域环太湖大堤抵挡西部太湖洪水, 以娄江、吴淞江、大运河为骨干外排通道保障城区洪涝水及时外排, 城市内部通过多年的治理与建设, 逐步形成分区设防的城市防洪工程体系, 城市防御洪涝灾害能力不断提高<sup>[6]</sup>。

苏州城市中心区即为防洪大包围范围, 由现状的城市中心区大包围和金阊新城包围共同组成, 本

文以城市中心区大包围为例, 进行设防水位计算。

现状城市中心区大包围以东至苏嘉杭高速公路、东环路、吴东路一线, 南面与西面以京杭大运河为界, 北以齐白桥河、白洋湾、山塘河、谢家桥浜、312 国道、西塘河、沪宁高速公路一线为界, 保护面积 74.1 km<sup>2</sup>, 防洪标准达到 200 a 一遇。

苏州城市中心区河网密布, 由于地势低平, 河流比降小, 水流平缓, 在局部气象要素或沿河水闸引排水等人为因素的影响下, 河流流向时有顺逆不定。大包围内部水域面积为 4.69 km<sup>2</sup>, 水面率 6.33%, 外排流量为 292 m<sup>3</sup>/s, 排模 3.9 m<sup>3</sup>/(s·km<sup>2</sup>)。

## 2 基础资料

### 2.1 实测水位资料

本研究收集整理了枫桥(63203000)和苏州(63203050)两个水文测站的历年实测瞬时最高水位。枫桥站采用 1977—2016 年系列资料; 2009 年城市中心区实施大包围以后, 苏州(觅渡桥)站与 2009 年之前系列不连续, 并无统计意义, 苏州(二)站 2015 年以后才有监测数据, 因此苏州站采用 1952—2009 年系列实测资料。

所有水位资料根据各测站冻结基面与吴淞基面的高差进行了改正。同时, 由于苏锡常地区上世纪过度开采地下水引起了不同程度的沉降, 导致部分水文测站观测水位失真, 不能准确反映河湖水情状况, 特别是大运河水位多年出现矛盾, 本次根据资料掌握情况和有关单位开展的历次水准基面校测成果, 对水位资料作进一步检查复核与沉降修正。各站水位均统一

收稿日期: 2022-05-27

作者简介: 杨焯(1989—), 女, 硕士, 工程师, 从事水利工作。

至镇江吴淞基面高程。

水位资料满足代表性、一致性和可靠性的原则<sup>[7]</sup>。

### 2.2 实测降雨资料

选取枫桥站 1983—2017 年共 35 a 年最大 1 h、6 h、24 h 雨量资料,能较好的反映苏州市城市中心区的降水特性,满足代表性、一致性和可靠性的原则。

## 3 研究方法

### 3.1 防洪计算方法

苏州市城市中心区有枫桥和苏州两个水文站,分别位于西北侧和东南侧,根据枫桥和苏州水文站历年实测瞬时最高水位系列,采用 P-Ⅲ 频率适线法进行相应标准的洪水水位计算,作为建设工程相应标准下的洪水水位。

### 3.2 防涝计算方法

平原河网地区以圩区为主,排涝方式基本为抽排。通过实测历年短历时暴雨系列,采用 P-Ⅲ 型频率适线以及雨型分配,得相应标准的 24 h 暴雨过程,根据各圩区的综合径流系数进行产流计算,然后按各圩区排水管网能力控制进行各时段汇流计算,最后根据河道调蓄能力和泵站排涝能力,得到内河最高水位,作为建设工程相应标准下的防涝水位。

排涝计算工况:汛期假设抽排不受外河水位限制,各圩区取不同的河道预降水位及开泵抽排水位并且所有泵站同时开启。

### 3.3 设防水位选取方法

选用建设工程的设计标准作为洪水水位和防涝水位的计算标准。本研究以设计标准为 100 a 一遇为例。计算方法流程如图 1 所示。

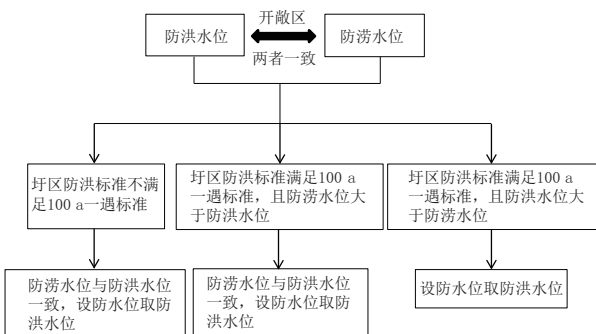


图 1 设防水位选定方法

现状防洪标准不满足 100 a 一遇的圩区,当发生 100 a 一遇洪水时,可认为该状况下为开敞区,因此该圩区内建设工程的防涝水位与洪水水位一致,仅需计算洪水水位,设防水位取洪水水位。

现状防洪标准满足 100 a 一遇的圩区,需计算

100 a 一遇的防涝水位,若防涝水位大于洪水水位,该种情况不符合实际圩区运行,实际上当内河水位高于外河水位时,会将闸门打开,使内外连通,该种情况下也可认为开敞区,因此该防涝水位仅是假设值,防涝水位与洪水水位一致,设防水位取洪水水位;若防涝水位小于洪水水位,认为防涝水位可能发生,设防水位取防涝水位。

## 4 结果分析

### 4.1 洪水水位计算

枫桥和苏州水文站历年实测最高水位系列采用 P-Ⅲ 型曲线进行频率计算,统计参数中,均值采用矩法计算值, $C_s$  与  $C_v$  值根据适线情况和经验选定。适线结果见表 1。

表 1 各站点年最高水位频率分析成果表

序号	站名	起止年份	$n/a$	$E_z$	$C_v$	$C_s/C_v$	1%
1	枫桥站	1977—2016	40	3.82	0.11	2.0	4.86
2	苏州站	1952—2009	58	3.47	0.10	4.0	4.38

枫桥站采用 1977—2016 年共 40 a 观测的年最高水位进行 P-Ⅲ 频率曲线拟合,得 100 a 一遇洪水水位为 4.86 m;苏州站采用 1952—2009 年共 58 a 观测的年最高水位进行 P-Ⅲ 频率曲线拟合,得 100 a 一遇洪水水位为 4.38 m,见表 2。

表 2 各站点 100 a 一遇洪水水位

序号	水文站	河道	100 a 一遇水位 /m
1	枫桥站	京杭大运河	4.86
2	苏州站	京杭大运河	4.38

城市中心区大包围西北片区以枫桥水文站为参考测站,城市中心区大包围东南片区以苏州水文站为参考测站,根据排频计算结果,100 a 一遇防洪分别为 4.86 m 和 4.38 m。

### 4.2 防涝水位计算

#### (1) 设计暴雨

采用枫桥站 1983—2017 年共 35 a 实测年最大 1 h、6 h、24 h 系列雨量资料,通过 P-Ⅲ 型适线法分别进行暴雨频率计算,均值采用矩法计算值, $C_s$  与  $C_v$  值参考《江苏省水文手册》和适线情况选定。枫桥站短历时暴雨频率计算成果见表 3。

根据《江苏省暴雨洪水图集》(1984 年)最大 24 h 设计雨型分析原则,其采用同频率组合和典型概化雨型相结合的方法,雨型考虑了主峰出现位置在三分之二处对工程较不利的形式,对工程设计偏安全,确定雨型采用“84 图集”最大 24 h 设计暴雨雨型分

表3 枫桥站 1983—2017年短历时雨量频率计算成果表

时段	各项参数			相应频率设计值
	均值/mm	$C_v$	$C_s/C_v$	均值/mm
最大1h	51.83	0.40	3.0	117
最大6h	76.27	0.42	3.0	178
最大24h	107.49	0.40	3.5	248

配表进行时段雨量分配,成果如图2所示。

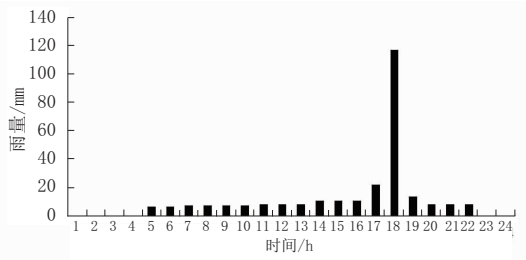


图2 100 a一遇最大24 h暴雨过程

## (2)防涝计算结果

苏州城市中心区大包围面积 74.1 km<sup>2</sup>,大包围内部水域面积为 4.69 km<sup>2</sup>,水面率 6.33%,综合径流系数为 0.75,最低控制水位 2.6 m。

排涝计算工况:河道预降水位 2.6 m,泵站排涝总流量为 292 m<sup>3</sup>/s。水位大于 3.2 m 时开泵抽排,水位大于 3.8 m 时考虑泵站可能失效。城镇管网重现期按规划 5 a 一遇计算。假设抽排不受外河水位限制,按 15 min 一个步长,计算河道水位变化。遇 100 a 一遇降雨时计算结果如图 3 所示。

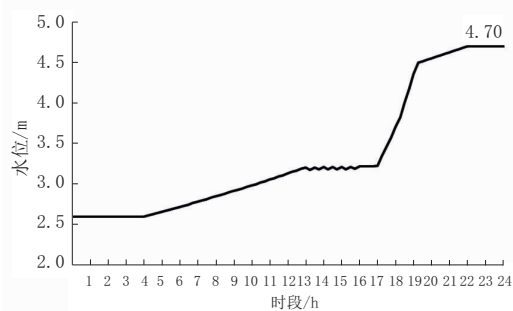


图3 城市中心区大包围遇 100 a 一遇暴雨时内河水水位变化图

根据计算,城市中心区大包围内遇 100 a 一遇 24 h 暴雨时内河水水位最高达 4.70 m。圩区内涝水位小于西北片区外河洪水位(采用枫桥水文站排频值),该种情况符合工程实际运行,防涝水位为 4.70 m;圩区内涝水位大于东南片区外河洪水位(采用苏州水文站排频值),该种情况不符合工程实际运行,防涝水位同防洪水位。

## 4.3 建设工程设防水位选取

根据以上城市中心区大包围的建设工程防洪水位和防涝水位计算结果以及设防水位选取方法,得苏州城市中心区大包围建设工程 100 a 一遇设防水位

取值结果见表 4。

表4 城市中心区大包围建设工程 100 a 一遇设防水位取值

序号	片区	100 a 一遇防洪水位/m	100 a 一遇防涝水位/m	100 a 一遇设防水位取值/m
1	城市中心区大包围西北片区	采用枫桥水文站排频值 4.86	4.70	4.70
2	城市中心区大包围东南片区	采用苏州水文站排频值 4.38	同防洪水位 4.38	4.38

## 5 结语

本文基于苏州市城市中心区内枫桥水文站 1977—2016 年和苏州水文站 1952—2009 年历年实测最高水位资料以及枫桥站 1983—2017 年实测年最大 1 h、6 h、24 h 雨量资料,通过采用 P-III 频率适线法和排涝计算进行苏州市城市中心区 100 a 一遇洪水位以及遇 100 a 一遇 24 h 暴雨时内涝水位计算,得出以下结论:

(1)城市中心区大包围西北片区建设工程防洪水位的计算以枫桥水文站为参考测站,城市中心区大包围东南片区建设工程防洪水位的计算以苏州水文站为参考测站,根据各站实测水位资料排频计算结果,100 a 一遇防洪水位分别为 4.86 m 和 4.38 m。

(2)城市中心区大包围内遇 100 a 一遇 24 h 暴雨时内河水水位最高达 4.70 m,圩区内涝水位小于西北片区外河洪水位 4.86 m,该种情况符合实际工程运行,防涝水位为 4.70 m;而圩区内涝水位大于东南片区外河洪水位 4.38 m,该种情况不符合实际工程运行,防涝水位同防洪水位 4.38 m。

(3)城市中心区大包围西北片区建设工程 100 a 一遇设防水位为 4.70 m,东南片区建设工程 100 a 一遇设防水位为 4.38 m。该计算结果得出的城市中心区内建设工程设防水位,为工程设计竖向提供科学指导。

### 参考文献:

- [1] 朱焱,杨金彪,朱莲芳,等.苏州城市化进程与城市气候变化关系研究[J].气象科学,2012,32(3):317-324.
- [2] 刘俊,徐向阳.苏州市洪涝灾情评估系统研究[J].灾害学,1999,14(3):22-26.
- [3] 陈柳杰,杜玲.建筑物防洪防涝设计[J].建筑科学,2014(23):61.
- [4] 黄炳祥.城区防洪工程规划设计中有关问题的探讨[J].水利科技,2000(1):65-66.
- [5] 姜雨.水利工程规划中的防洪防涝设计研究[J].科学展望,2015(31):74.
- [6] 袁雯,杨凯,唐敏,等.平原河网地区河流结构特征及其对调蓄能力的影响[J].地理研究,2005(5):717-724.
- [7] 朱杰.水位统计分析中的几个问题[J].水文,2004,1(5):28-31.