

武汉市汤逊湖、南湖地区系统性内涝的成因分析

陈雄志

(武汉市规划研究院, 湖北 武汉 430014)

摘要: 2016年6月30日—7月6日武汉市遭遇连续强降雨,汤逊湖和南湖周边地区严重内涝,引发社会公众和住建部的高度关注。通过对降雨、外排能力、湖泊水位控制、用地竖向以及广受关注的水面减少等因素的分析,系统阐述了该地区内涝的综合成因,对蓄排结合地区排水防涝系统的构建有一定的参考借鉴作用。

关键词: 蓄排结合; 系统性内涝; 成因

中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0007-05

Analysis on the Causes of Systematic Waterlogging of Tangxun Lake and Nan Lake Region in Wuhan city

CHEN Xiong-zhi

(Planning Institute in Wuhan, Wuhan 430014)

Abstract: A continuous rainfall occurred in Wuhan City from June 30 to July 6 in 2016 caused a serious waterlogging in Tangxun lake and Nan lake region, which triggered the high concerns from the society and the Ministry of Housing and Urban-Rural Department. Based on the analysis of causes such as rainfall, drainage capability, control of lake water level, vertical planning on urban field and widely-concerned decrease of water surface, the comprehensive causes were elaborated systematically which can be referred for constructing drainage and waterlogging prevention system in storage-drainage combined areas.

Key words: storage-drainage combined; systematic waterlogging; causes

2016年6月30日—7月6日武汉市遭遇连续强降雨,汤逊湖和南湖地区的几个雨量站的周降雨量均突破历史极值,达到565.7~719.1 mm。在7月6日的降雨过程中,湖水满溢,沿湖地区大面积内涝。由于内涝范围广、时间长而引起社会的普遍关注和业界的热议,并将主要原因指向武汉的填湖问题。为探索类似地区的防涝对策,按照住建部的专题调研要求,武汉市政府组织完成了《关于武汉市排水防涝的自评报告》,从降雨、排水设施建设、湖泊调蓄、水域演变和建设用地竖向控制等方面,对汤逊湖、南湖地区的系统性内涝成因进行了全面分析。

1 排水系统基本概况

汤逊湖、南湖地区属于汤逊湖水系,该水系由西侧的长江大堤和北、东、南三方的自然高地围合而

成,总汇水面积为456 km²,水系内大部分地区的地面高程低于长江汛期水位,汛期涝水必须通过泵站抽排才能出江。水系内有12个湖泊和7座小型水库,湖泊及水库的水面面积共计81.1 km²。水系汇水范围涉及洪山区、东湖新技术开发区和江夏区,建设用地共有148 km²,常住人口为177万人。

汤逊湖水系现有解放闸、陈家山闸和海口闸等3座出江自排闸,有海口泵站(老站)、海口泵站(新站)和汤逊湖泵站等3座抽排泵站。

按汇水特征及调度运行关系划分,汤逊湖水系有8个子汇水区(见图1)。直排区径流通过巡司河、夹套河、青菱河汇集,长江低水位时由陈家山闸和解放闸自排进长江,长江水位升高不能自排时,由汤逊湖泵站抽排出江;汤逊湖、南湖、野芷湖、黄家

湖、青菱湖、野湖等 6 个子汇水区的径流先入湖调蓄,然后通过港渠进入直排区,经自排或抽排入长江;海口子系统的大部分区域降雨经港渠汇集,由海口闸或海口泵站出江,超过出江能力的来水再进入神山湖调蓄。各子汇水区的特征见表 1。

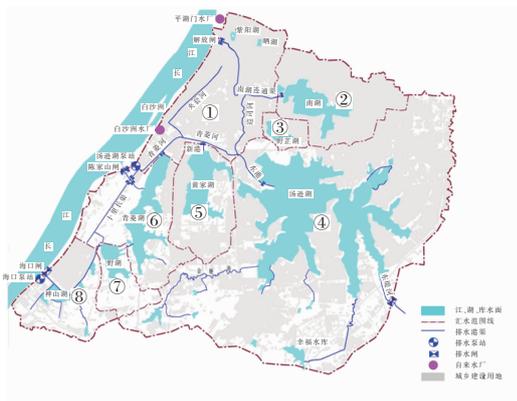


图 1 汤逊湖水系排水格局简图

Fig.1 Schematic diagram of Tangxun lake drainage system

表 1 汤逊湖水系分区汇水特征

Tab.1 Characteristics of different catchment area in Tangxun lake region

项 目	汇水面积/ km ²	湖库面积/ km ²	水面率(不 含坑塘)/%
直排区	57.68	0.26	0.45
南湖汇水区	40.16	7.7	19.17
野芷湖汇水区	6.37	1.6	25.12
汤逊湖汇水区	238.07	49.73	20.89
黄家湖汇水区	30.06	8.1	26.95
青菱湖汇水区	41.68	8.8	21.11
野湖汇水区	13.38	3	22.42
海口子系统	28.58	1.93	6.75

2 内涝情况及特征

2016 年 7 月 6 日 9:00 以前,武汉市中心城区共出现 162 处车辆无法通行的道路渍水。至 12:00,除南湖、汤逊湖地区外,全市交通基本恢复正常。至 23:00,渍水点已减少至 15 处;南湖、汤逊湖因湖水满溢,周边渍水区域呈面状分布,虽经全力抢排及向牛山湖及海口子系统紧急分流,大部分区域渍水仍在 12 日才消退,北港教师小区等 6 个地势显著低洼的小区渍水在 15 日以后才陆续消退。汤逊湖水系的海口子系统今年未出现明显的渍水现象。

3 降雨因素分析

3.1 月降雨过程和特征

武汉市在 2016 年 6 月 16 日—7 月 15 日期间,

共经历了 6 月 19 日、7 月 1 日—2 日、7 月 5 日—6 日等 3 次暴雨过程,每次降雨都达到了大暴雨级别,武汉雨量站和江夏雨量站的 30 d 累积降雨量为 872.8、1 023.2 mm,分别占武汉市年均降雨量的 69.2% 和 81.1%。武汉市 2016 年 6 月中旬—7 月中旬降雨过程如图 2 所示。

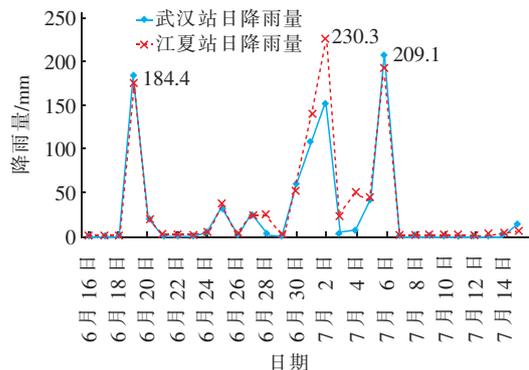


图 2 武汉市 2016 年 6 月中旬—7 月中旬降雨过程

Fig.2 Rainfall process from middle June to middle July 2016 in Wuhan city

3.2 周降雨特征

在汤逊湖水系范围从北至南有化工学院站、华农大站、青菱站和江夏站等 4 个气象雨量监测站,各站于 2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日的一周降雨数据见图 3。一周降雨强度从西北往东南逐步增大,最大 1 h 降雨量相当于 5~7 年一遇的水平,最大 24 h 雨量相当于 20~30 年一遇水平,最大 3 d 降雨量相当于 15~50 年一遇水平,累计 7 d 降雨量超过解放以来的历史记录(1998 年 7 月 17 日—23 日降雨量达到 538.5 mm)。

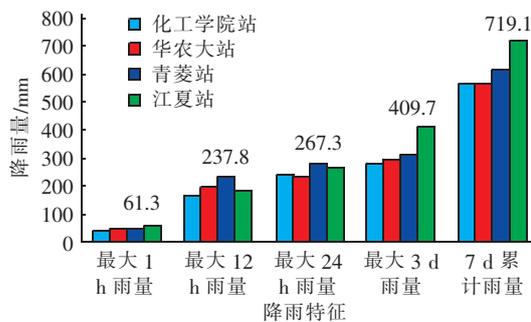


图 3 汤逊湖地区 6 月 30 日—7 月 6 日降雨特征

Fig.3 Rainfall characteristics of Tangxun lake region from June 30 to July 6 in 2016

3.3 小结

2016 年 6 月—7 月的降雨强度重现期,呈现出由短历时、长历时到超长历时迅速增加的特征,特别

是超长历时降雨,已远超汤逊湖水系原 20 年一遇 3 日暴雨 5 日排完的农田排涝标准。对于直排系统,这样的降雨特征是有利的,相应的汉口地区内涝较轻。但对于蓄排结合的排水系统,由于连续降雨导致湖泊调蓄能力被前期降雨所利用,在后期暴雨时没有足够的调蓄容积来调节暴雨径流,并最终表现为系统性的内涝现象。

4 抽排能力因素分析

4.1 抽排设施的设计规模

汤逊湖水系现有 3 个抽排泵站。其中,汤逊湖泵站建于 1976 年,原设计能力为 $120 \text{ m}^3/\text{s}$,在 2012 年将原 800 kW 电机改造为 1 000 kW 电机,设计能力提升到 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 。海口泵站老站建于 1972 年,设计规模为 $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。为保障通用汽车武汉基地的防涝安全,规划建设规模为 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ 的海口泵站新站以取代老站,新站土建工程在 2016 年汛期已完工,但只完成 2 台机组的安装,实际抽排能力为 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 。2013 年规划新建规模为 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 的江南泵站,在今年汛期尚处于泵站用地的协调阶段,未开始实质性建设。

4.2 抽排设施的实际效能

4.2.1 来水通道过流能力不足

汤逊湖水系直排区和 6 个湖泊汇水区的出水,均需经南湖连通渠、巡司河、青菱河、十里长渠、东港等骨干渠道才能到达出江泵站,由于上述渠道多年来未清淤,渠底淤泥普遍为 $0.6 \sim 1.0 \text{ m}$ 。同时,各渠道沿线陆续形成了多处违建、临建的阻水卡口,进一步降低了渠道的过流能力。经初步核算,渠道实际过流能力只有原设计标准的 60% 左右。海口子系统自身的来水通道为近年新建或改造,过流能力满足规划需求,由于受野湖至新十里长渠的运输连通通道规模不足的影响,虽经紧急扩挖仍只能运输 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右,对其他子汇水区的协排作用有限。

4.2.2 泵站自身的运行效率下降

汤逊湖泵站和海口泵站老站均建于 20 世纪 70 年代,距今已有 40 年历史,泵机效率下降明显。根据有关单位的检测结果^[1],汤逊湖泵站抽排流量较设计下降约 47%。更换电机后的理论抽排能力虽有 $150 \text{ m}^3/\text{s}$,但实际抽排能力不足 $120 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

4.2.3 外江水位高于泵站设计水位

暴雨期间长江汤逊湖出口段水位为 $25.7 \sim 26.6 \text{ m}$ (黄海高程,下同),较汤逊湖泵站原设计选

取的 23 m 外江平均洪水水位高 $2.7 \sim 3.6 \text{ m}$,导致泵站实际抽排能力明显低于设计流量。

4.2.4 抽排设施实际能力核算

按照抽排设施相关影响因素的分析,汤逊湖泵站的抽排能力将远小于 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 的设计规模,预计为 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 。按照 2016 年 7 月降雨后各湖水位平均每日下降不足 0.1 m 的实际情况核算,汤逊湖泵站的实际平均抽排规模仅为 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 。海口子泵站抽排能力只有规划的 50%,该区域虽未出现明显的渍水现象,但对全系统的协排能力只有 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右。

4.3 小结

汤逊湖水系的地形地势条件导致汛期防涝高度依赖出江泵站抽排,按照有效应对 50 年一遇暴雨的防涝标准,全系统的抽排规模需求为 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由于既有泵站及通道效率下降,规划泵站及通道未及时建设,导致现状抽排能力显著低于规划要求,这是本次内涝的主要原因。武汉市在灾后已经启动了规划江南泵站的建设和,并要求在 2017 年汛期投入使用。

5 湖泊水位调控因素分析

5.1 湖泊水位控制情况

汤逊湖水系的湖泊面积为 78.8 km^2 ,利用湖泊调蓄是汤逊湖水系防涝的主要措施。规划确定的汤逊湖和南湖雨前水位分别为 17.65 m 和 18.65 m ,并按常规调蓄水深 1.0 m 加超标调蓄水深 0.5 m 核算出湖规模。从两湖的实际水位(见图 4、5)可以看出,2016 年 6 月 18 日的湖泊实际水位分别较规划控制的雨前水位高 1.67 、 0.61 m ,7 月 6 日的湖泊最高水位较超标核算水位分别高 1.92 、 1.09 m 。

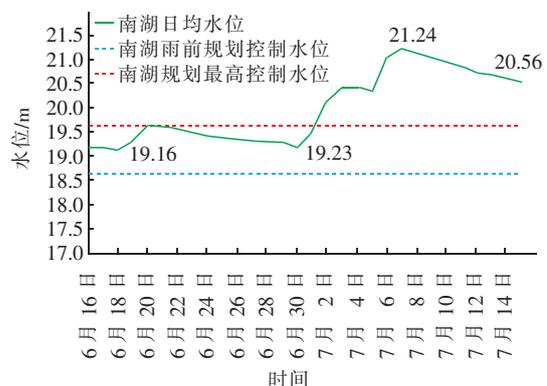


图 4 南湖水位变化过程

Fig. 4 Curve of water level of Nan lake

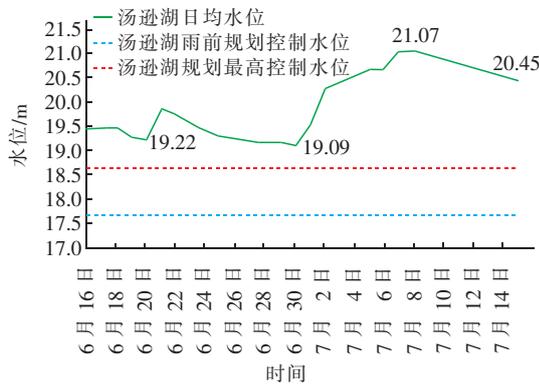


图5 汤逊湖水位变化过程

Fig. 5 Curve of water level of Tangxun lake

5.2 湖泊雨前水位调控不到位的主要原因

5.2.1 湖泊权属与功能

汤逊湖水系内的湖泊,除直排区的紫阳湖、晒湖已经完成征用且不再承担养殖功能外,其他湖泊都还有养殖功能,其权属也仍为农村集体所有。南湖近年来开展了退养的相关工作,但因面积大、涉及渔业人口安置规模大、费用高等具体原因,还没有完全实现退养。渔民为增加养殖收益,反对将汛前水位下降到规划控制的低水位。

5.2.2 水质与饮用水源保护

① 汤逊湖水系范围内现已建成黄家湖、汤逊湖、纸坊、金口等4座污水处理厂,由于收集系统不完善,导致2003年3月开工建设的黄家湖污水处理厂一期工程2014年才投入试运行。按2016年的统计,尚有巡司河、夹套河、青菱河和东港沿线的建成区污水尚未得到有效收集,污水直排入河导致水体黑臭。

② 陈家山闸和汤逊湖泵站分别位于白沙洲水厂上游3.7 km和3.1 km处,虽然满足饮用水源二级保护区对排口的间距要求,但因白沙洲对江水流态的影响,岸边排水不易完成全断面混合。解放闸位于平湖门水厂上游1.0 km处,在水厂取水口的二级保护区范围内,规划提出将平湖门水厂改为增压站的工程还未实施。现状排口在非汛期排水时易对自来水水源水质产生不利影响。

③ 基于上述原因,在长江非汛期时,系统外排闸站都需要控制外排流量,自排时两个闸的外排流量一般都不超过 $10 \text{ m}^3/\text{s}$,非汛期抽排时外排规模一般控制在 $40 \text{ m}^3/\text{s}$ 以内,导致汛前难以将湖泊水位

下降到规划要求的低水位。

5.3 小结

2016年的汛前湖泊水位显著高于规划控制的低水位,减少湖泊调蓄量约 $0.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。按规划水位校核,7月6日的降雨不会出现湖泊满溢问题,周边地段渍水将呈点状分布,且能在当天消退,不会对居民生活产生显著影响。东沙湖水系内涝较轻,其核心就是汛前水位基本控制在规划低水位。

6 水域减少因素分析

历史上,武汉是古云梦泽的一部分。清末湖广总督张之洞为治理水患,先后修建了武昌南北大堤和汉口张公堤,仅武昌地区即有 133 km^2 湖底出露为陆地。20世纪50—70年代,以减少血吸虫疫区和增加耕种土地为目的,大规模的围湖垦地、驱水屯田减少约 154 km^2 的湖泊水面。20世纪八九十年代起,城市建设大规模提速,“向湖泊要空间”继续成为挑战。南湖、汤逊湖周边地区在20世纪90年代开始实施大规模的城市化过程,南湖周边鱼塘大部分改为城市建设用地,减少水域面积约 2.5 km^2 。若能保留上述水域作为蓄水空间,其调蓄容积可以等效降低南湖和汤逊湖水位约 0.1 m ,但湖泊最高水位仍将高于 21 m 。2003年和2016年南湖周边水域变化情况见图6。



图6 2003年、2016年南湖周边卫星图

Fig. 6 Satellite picture of Nan lake region in 2003 and 2016

7 建设用地竖向因素

20世纪90年代,建设用地竖向以湖泊最高控制水位加 1 m 作为规划的最低控制要求,要求南湖周边为 20.65 m 以上、汤逊湖周边为 19.65 m 以上,2010年的城市总体规划中将该标准提高到 1.5 m ,相应建设用地的竖向要求南湖周边为 21.15 m 以上、汤逊湖周边为 20.15 m 以上。在具体建设过程中,由于填方成本、与原有农业道路衔接等因素,部分小区建设时没有严格遵循上述标准,南湖周边的北港教师小区、南湖雅园、南国SOHO、风华天城、零柒社区等小区地面高程低于 20 m 。经统计,南湖周

(下转第13页)