

# 广东广州南沙新区黄阁镇、南沙街防涝思考

黄兆玮 徐辉荣 聂铁锋 颜 迅 刘志敏  
(广东省水利电力勘测设计研究院,广州510635)

**摘要:**根据广州南沙新区自然特性及地形地势特点,结合南沙新区成为国家级新区后的发展规划提出的防涝要求,因地制宜地提出河湖连通、分区治理、水位管理、海绵城市调蓄及智慧管控等5条防涝策略,对南沙新区防涝治涝方案进行积极探索,同时作为解决其他滨海城市防涝问题的参考。

**关键词:**滨海城市;防涝;南沙新区;广州市

中图分类号:TV212.5'3 文献标识码:B 文章编号:1673-9264(2017)01-116-06

DOI:10.16867/j.cnki.cfdm.2017.01.019

## 1 发展背景

南沙区位于广州市南端、珠江三角洲中心,100 km范围内涉及了珠江三角洲经济最发达的城市群,与广州、香港、澳门处在珠江口“人”字形的结构位置,具有优越的区位交通条件。

2012年9月15日,《国务院关于广州南沙新区发展规划的批复》批复广州南沙新区为国家级新区,这意味着南沙新区迎来了新型城市化发展阶段。如何有效组织涉水规划,建立新的水—城平衡,利用好城乡水网体系,在保证整体水安全的前提下突显南沙新区水系特色,通过涉水规划提升城市水价值,打造新型水城典范,具有十分重要的意义。

## 2 自然水文特性

### 2.1 地理位置

黄阁镇、南沙街辖区位于南沙新区核心位置,南沙区政府坐落于黄阁镇,辖区面积约120 km<sup>2</sup>,陆地面积约91.93 km<sup>2</sup>,辖区地处南沙新区中东部,由东侧的狮子洋(小虎沥水道)、西侧的骊岗水道、南侧的蕉门水道、凫洲水道所围,北面与东涌镇毗邻。

### 2.2 气象条件

南沙区地处亚热带季风气候区,属亚热带季风海洋

气候,由于背山面海,海洋性气候特征显著,气候温和潮湿,具有温暖多雨、光热充足、温差小、夏季长等气候特征。

南沙区多年平均气温22℃,年均气温的年际变化不大;多年平均降水量约1 700 mm,降水量年内分配极不均匀;多年平均蒸发量1 100~1 300 mm,蒸发量的年际变化不大,但年内变化相对较大;多年平均相对湿度在80%左右,春、夏最大相对湿度在95%以上,秋、冬最小相对湿度不足10%。

南沙区为台风影响区,台风一般发生在每年的7~9月,据统计,1959~1998年影响南沙区的台风有115次,年均受影响的次数2.85次,最多为5次/年。影响的台风最大风力在9级以上,并带来暴雨,破坏力极大。

### 2.3 洪水

南沙区河道的洪水主要来自西江、北江和流溪河,虎门水道也受东江洪水影响,区内洪水受流域洪水特性制约,具有明显的流域特征。受热带气旋及极地低压天气系统的影响,三角洲暴雨主要分两大类:一是锋面或静止锋、西南槽等类型的天气形成的暴雨,多发生在每年的4~6月,特点是强度大、历时长、雨区广;二是热带天气系统、热带低压、台风形成的暴雨,多发生在每年7~9月,特点是强度大、历时短、雨区范围较小。

收稿日期:2015-11-03

第一作者信息:黄兆玮,男,高级工程师,E-mail:359919791@qq.com。

基金项目:广东省水利科技创新项目(城市防洪治涝体系建设研究,编号:2015-01)。

## 2.4 潮位

(1)潮汐特性。南沙区地处珠江三角洲中部,潮汐属不规则半日潮,即在一个太阴日里(约24小时50分)出现两次高潮两次低潮,日潮不等现象显著,典型日潮位曲线图见图1。由于受径流影响,各站年最高潮位多出现在汛期,尤其是夏季受热带气旋的影响引发的风暴潮,常使口门站出现历史最高潮位,而年最低潮位则出现于枯水期。

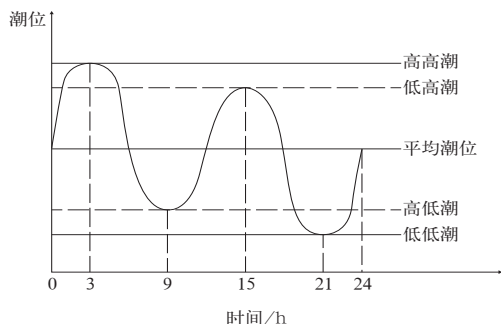


图1 典型日潮位曲线图

(2)潮差。珠江河口潮差不大,一般为1.5 m左右,最大可达3.0 m以上。

(3)海平面上升。通过对南沙站历年潮位统计分析(表1),南沙站高高潮潮位逐步上升,20世纪60年代以后,南沙站的低低潮潮位亦是逐步上升。南沙站多年高低潮平均值为4.60 m,多年低高潮平均值为5.55 m。

表1 南沙站潮位历年变化趋势

年代	潮位/m(广州城建高程)					
	高高潮	高低潮	高潮平均	低高潮	低低潮	低潮平均
20世纪50年代	6.74		5.65		3.71	4.31
20世纪60年代	6.91	4.60	5.64	5.86	3.62	4.28
20世纪70年代	6.88	4.59	5.67	5.45	3.61	4.30
20世纪80年代	6.92	4.60	5.65	5.52	3.64	4.29
20世纪90年代	6.95	4.59	5.66	5.47	3.86	4.47
2000年后	6.97	4.62	5.69	5.52	3.82	4.44
多年平均	6.90	4.60	5.66	5.55	3.71	4.35

(4)设计高潮位。根据“关于发送珠江三角洲主要测站设计潮位复核成果协调会会议纪要的函(珠水规计函[2011]312号)”的成果,区域附近的三沙口站、南沙站设计潮位计算成果见表2。另外由于研究的区域上下游之间有一定的水位差值,按粤水资[2002]40号文《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线(试行)》的成果统一采

用一个设计值。<sup>[1]</sup>

表2 三沙口、南沙站高高潮频率设计计算成果

站名	各级频率设计值/m(广州城建高程)							
	0.1	0.5	1	2	5	10	20	50
三沙口	7.88	7.66	7.56	7.45	7.31	7.19	7.06	6.88
南沙	8.15	7.86	7.72	7.59	7.41	7.26	7.11	6.91
考虑水面线 差异后采用	8.22	7.93	7.80	7.69	7.53	7.40	7.23	7.02

注:广州城建高程=珠基高程+5m

(5)潮位频率曲线。通过分析1989~2009年南沙站逐日潮位,得到南沙站潮位—频率曲线,见表3。

表3 南沙站潮位—频率表

潮位/m	频率/%	潮位/m	频率/%	潮位/m	频率/%
7.7	0.01	6.1	10.09	4.8	59.97
7.4	0.01	6.0	13.35	4.7	63.78
7.2	0.02	5.9	16.79	4.6	68.01
7.1	0.02	5.8	20.57	4.5	72.91
7.0	0.04	5.7	24.84	4.4	78.75
6.9	0.09	5.6	28.89	4.3	84.71
6.8	0.22	5.5	32.90	4.2	90.60
6.7	0.44	5.4	36.84	4.1	95.25
6.6	0.85	5.3	36.99	4.0	98.40
6.5	1.74	5.2	45.20	3.9	99.63
6.4	3.09	5.1	49.09	3.8	99.98
6.3	4.93	5.0	52.31	3.7	100.00
6.2	7.26	4.9	56.17		

## 2.5 洪潮遭遇

根据《广东省防洪(潮)标准和治涝标准》,内洪与外潮遭遇情况如下:(1)南沙区流域内发生设计频率暴雨洪水碰外江5年一遇平均高潮位;(2)外江发生设计频率高潮位碰南沙区内5年一遇平均暴雨洪水。

## 2.6 地形地势

黄阁镇、南沙街位于蕉东联围内,蕉东联围地形是北部低,南部高,中部及中南部为山体,北部东涌镇大部分的地面高程在4~6 m之间,黄阁镇西南边地面较低,高程在4~6 m之间,蕉门河北边地形低于蕉门河南边,北边地块高程在4~6 m较多,蕉门河南边地块高程在6~7 m之间较多,黄山鲁山脚下东、南、西边的地块较高,地块高程一般在7 m以上。

## 3 南沙新区治涝存在问题

(1)防涝标准高。根据《广州市防洪防涝系统建设标准指引》规定,采取综合措施,广州市都会区、南沙滨海新城、东部山水新城的中心城区、新建区域的内涝防治标准能有

效应对不低于50年一遇暴雨,南沙滨海新城采用排涝标准为20年一遇至50年一遇24h暴雨不成灾,并采用50年一遇至100年一遇24h暴雨校核。

(2)南沙新区天文潮属不规则半日潮。在一个太阴日里(约24小时50分),出现两次高潮两次低潮,在半天内必然遭遇1次低潮。风暴潮是由于受热带气旋或温带气旋等灾害性天气系统引起的海面异常升高的现象,风暴潮是在天文潮的基础上增加风暴增水,一般持续时间为十几个小时。通过历年南沙站实测潮位统计,南沙站潮位在一个太阴日内发生两次高潮及两次低潮,其中低潮潮位低于5m,低于区域地势高程,这时可利用低潮期间开闸自排涝水,因此,南沙新区防涝主要解决的是受高潮顶托的12h涝水的影响。

(3)区域内已经形成河涌、水闸、泵站为主的排涝工程布局不能满足未来的排涝问题。由于目前南沙新区还在开发过程中,片区内有大量的低洼地可作为调蓄雨水之用,因此现存的排涝体系可以满足目前南沙新区排涝要求。但新区开发后,原本能调蓄雨水的低地将填高开发为商住用地,失去这些地块的调蓄,仅靠现状的河涌、水闸、泵站不足以解决未来排涝问题。

(4)南沙新区地势较低,大部分地块高程处于多年平均潮位与5年一遇高潮位之间,遇低潮可以自排,遇高潮则不能自排。如果仅靠填高区域地块则难以寻找到大量的填土,而且投资将十分巨大,因此合理调整自排、抽排、调蓄比例是解决南沙新区排涝问题的关键。

(5)南沙新区定位高,发展空间广阔,区内地块寸土寸金,制约了雨洪调蓄区域的设置。受高潮顶托又缺乏调蓄区蓄滞作用时,只能靠泵站抽排,这样势必造成泵站规模过大,长年空置浪费。

## 4 南沙新区防涝策略探讨

### 4.1 河湖连通策略

黄阁镇西南边、蕉门河北边地块高程在4~6m较多,地势较低,目前已有乌洲涌、三西涌、西涌、蕉门河等4条骨干河涌,使大山岬北面、东面及南面的水系连为一体,大山岬西面有南涌、塞水涌、南围涌、梅山涌、鬼横涌、坦尾涌6条独排入外江的河涌,独排河涌出口多已建成泵站。黄阁片地势低洼,应选择“调蓄+自排+抽排”相结合的治涝模式,一方面增加调蓄区,另一方面因势利导采用河湖连通的策

略,新开河涌将这6条独排外江的河涌与西涌、蕉门河联为一体,从而将整个大山岬水系连成一圈,使涝水有多个排出口,各出口通过闸泵联排共同排泄区内涝水,这样,在增加了调蓄涌容的同时也增加抽排的安全保证率。

通过新开连涌,增加水面面积0.078 km<sup>2</sup>,安全保证率的提高主要体现在由原来独排河涌一个泵站排出的体系改变为由10个出口10个泵站同时排涝的体系。

### 4.2 分区治理策略

(1)低地涝水治理策略<sup>[2]</sup>。黄阁镇西南边、蕉门河北边地块地势较低,此片选择“调蓄+自排+抽排”相结合的治涝模式,一方面增加调蓄区,另一方面采用河湖连通的策略,使涝水有多个排出口共同排除涝水。南沙街片区黄山鲁山脚下北边地块较低,主要有沙螺湾涌、就风涌、中围涌、私言涌、裕兴河、冲尾涌等6条河涌,均排到蕉门河,裕兴河与槽船涌目前在进港大道通过箱涵相接,不过该箱涵已堵塞造成过流不畅。此片区的治涝可采取河涌连通的策略,打通槽船涌与裕兴河连接,与黄阁片涝区连为一体,通过“调蓄+自排+抽排”相结合的治涝模式解决片区的排涝问题。

(2)山洪治理策略。南沙街片区黄山鲁山脚下东、南、西边的地块较高,地块高程一般在7m以上,区内调蓄水面不足,而且目前片区大部分已经开发为城区,再难以找到大片的调蓄水面,因此可采用高水高排的策略,选择重力自排的模式,建设系列的截洪沟把山洪截走,直接排往外江。

由于山洪相对城市雨涝而言,洪峰更快更大,洪水过程尖瘦,多伴随泥石流,这部分洪水如果进入雨水管网容易造成管网的阻塞,所以实行山洪与雨涝分排的策略,对于大山岬、黄山鲁、日本仔山,山上已建成山塘、水库、矿坑,可调蓄收集山洪,在蓄纳山洪的同时将污泥沉淀下来,山下则通过修建截洪沟截到附近河涌。分区治涝策略见图2。

### 4.3 水位管理策略

水位管理即区域内部水位的控制方式。不同的水位管理方案将对防洪、排涝、水上交通、水景观等产生重要影响。水位控制方式的选择取决于与水相关的功能对水位控制的要求,同时又受控于所在区域的陆域高程。黄阁镇与南沙街片区需要确定的控制水位主要有:

(1)正常水位。即日常内河涌保持的水位,主要能满足通航、景观的要求。根据南沙区域潮位频率曲线,50%频率南沙潮位是5.01m,即南沙站的多年平均潮位是5.01m,

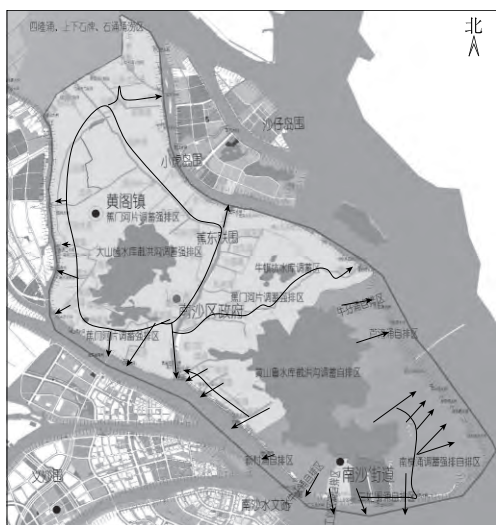


图2 分区治涝图

因此正常水位定为5.00 m。

(2)正常高水位与正常低水位。即日常河涌水位变动的上、下限范围,在此范围内,能满足通航与景观的要求。正常高水位又作为排涝调蓄时的起调水位。根据南沙站多年高低潮平均值为4.60 m,多年低高潮平均值为5.55 m,考虑景观的要求,正常高水位与正常低水位之间的水位差不宜太大,并能利于通航,综上确定正常高水位是5.30 m,正常低水位是4.50 m。

(3)极端天气预降水位。当发生风暴潮期间遭遇区内降暴雨,基本不考虑自排,需先预降河涌水位,以充分利用河涌的调蓄,再通过泵站抽排来排涝。

遭遇极端天气时需预降水位,一般而言,预降水位越低越能增加河涌调蓄能力,但为了保证能较短时间内通过泵站抽排预降水位以应对极端情况,并且保证涌内停靠的游艇不会搁浅,预降水位确定为4.50 m。为了在排涝期间腾出涌容蓄纳涝水,停泵水位设置为4.00 m,以应对超标

准暴雨涝水。

(4)排涝安全管控水位。即在区内发生暴雨涝水时,经过内河涌调蓄及水闸、泵站的运行,内河涌能达到的最高水位,城市建筑只有在此水位以上方能不受涝水的影响,因此排涝安全管控水位尤为重要,此水位的确定需要综合考虑潮位、地形、经济投资等因素。

表4列出了6种不同排涝安全管控水位自排概率、填方量、加泵规模的比较。从6种方案的调蓄涌容来看,管控水位越高自排机会越多。5.50 m、5.60 m方案自排概率较低,经常要开泵抽排;管控水位5.80 m自排的概率为79.43%,填方增加的投资与削减的泵站投资基本相当;管控水位为6.00 m时,自排概率增加到86.65%,但填方投资增加较多,削减的泵站投资不明显;管控水位为6.30 m、6.50 m的方案,自排概率增加不多,但增加的填方投资过多,不再有削减泵站投资的效益。综上考虑管控水位为5.80 m的方案较为适宜。

另一方面,由于片区内地势较低,大部分高程现状为4~6 m,规划后的道路高程也仅为6.0~6.3 m,为保证雨水管道有一定的坡降流入河涌,管控水位亦不宜过高,以5.80 m为宜。总之,对于黄阁镇及蕉门河南侧的地块低的地区,排涝安全管控水位确定为5.80 m。

对于重力自排区,要保证在外潮顶托时也能自排出外海,因此其排涝安全管控水位设定较高,采用50年一遇高潮位7.69 m。

#### 4.4 海绵城市调蓄策略

海绵城市就是比喻城市像海绵一样,遇到有降雨时能够就地或者就近吸收、存蓄、渗透、净化雨水,补充地下水、调节水循环;在干旱缺水时有条件将蓄存的水释放出来,并加以利用,从而让水在城市中的迁移活动更加“自然”。

表4 各种排涝安全管控水位方案的比选

排涝安全管控水位方案	5.50 m	5.60 m	5.80 m	6.00 m	6.30 m	6.50 m
50年一遇12 h洪量/万m <sup>3</sup>	1 663					
可自排的几率/%	67.10	71.11	79.43	86.65	95.07	98.26
需填方量/万m <sup>3</sup>	2 725	3 014	3 594	4 173	5 042	5 622
调蓄涌容/万m <sup>3</sup>	586.20	737.32	980.06	1 141.89	1 385.02	1 547.11
需加泵规模/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	399.22	315.27	180.41	90.51	-44.57	0.00
填方投资/亿元	13.62	15.07	17.97	20.87	25.21	28.11
加泵投资/亿元	4.47	3.53	2.02	1.01	-0.50	0.00
填方及加泵总投资/亿元	18.10	18.60	19.99	21.88	24.71	28.11

南沙新区土地资源珍贵,难以有条件建设大片的湖泊调蓄,因此应充分利用已有矿坑、山塘,并在此基础上,按照城市总体规划,在现有的池塘低地建设7个调蓄湖及4个调蓄绿地,规划总面积2.66 km<sup>2</sup>(见图3),对于调蓄绿地提出高程控制要求:调蓄绿地底高程不超过4.00 m,当发生暴雨时,通过泵站或者自流可以将涝水引入绿地,涝水退去后,通过泵站抽排回附近河涌。

公园及公共绿地雨水利用技术措施还有集中建筑群屋顶雨水、运动场地雨水应设有集中收集系统,并设置降



图3 规划调蓄湖及调蓄绿地分布图

雨初期弃流装置;园区道路及铺装均应采用环保型透水材料,减少雨水径流量;绿地建设应尽量发展下凹式绿地,绿地与土壤之间设贮水层、透水层等办法以减缓雨水地表径流的速度,减少绿化的人工浇灌用水;园区宜设置雨水湿地、雨水生态塘、雨水花坛等自然生态处理措施,并将净化后的雨水纳入雨水回用系统;园区景观建设应充分利用雨水资源,绿化、喷灌、喷泉以及各种景观水体尽量优先使用雨水;园区排水灌渠应设置渗透措施,宜建设渗透渠或使用渗透管材,以增加雨水的渗入量,减少雨水的径流量。

#### 4.5 智慧管控策略

在水务信息管理系统(包括信息采集、传送、处理、数据库等)和大中型水闸、泵站的自动控制系统基础上,根据

洪、潮水文特性,建立洪水、潮水演进模型,根据接收上游洪水信息、下游潮水信息和降雨信息进行处理,预测外江和内河涌水位变化。

(1)正常调度原则。通常情况下,通过闸门开闭控制内河涌在正常低水位4.50 m至正常高水位5.30 m,以保持景观、通航水位。由于蕉门河西出口潮位一般高于东出口的潮位,为使内河涌水流流向稳定,利于污染物排入外江,采用西进东排的联调策略,即当蕉西水闸外水位高于内河涌水位时开闸引入内河涌,控制内河涌水位不超过5.30 m,当蕉东水闸外水位低于内河涌水位时开启蕉东水闸排水出外江,控制内河涌水位不低于4.50 m。

(2)排污调度原则。蕉门河网河有多个水闸可控制水流,如果蕉门河网河中某一段河涌的水体产生污染,需要将此污染排出,则可以在外江高水位时打开最近河涌水闸引净水入涌,外江低水位时打开附近另一水闸排水出涌。其他水闸保持关闭。

(3)排涝调度原则。排涝期,利用调蓄、自排、抽排相结合的方式,河涌起调水位是正常高水位5.30 m,当发生内涝水位超过5.3 m时,如果内河涌水位高于外江,则开闸排涝。如果内河涌水位低于外江,则打开泵站抽排,同时利用河涌涌容调蓄,控制排涝最高水位不超过5.80 m。

(4)极端情况的调度原则。如果在风暴潮时期适逢发生区内涝水,先预排水位至4.50 m,为防洪闸门关闭,需全部启用泵站抽排,停泵水位为4.00 m,通过抽排及河涌调蓄,将内河涌水位控制在5.8 m以下。

## 5 结 论

通过分析南沙新区气象、潮汐、地形地势、水系结构等条件,因地制宜地提出河湖连通、分区治理、水位管理、海绵城市调蓄及智慧管控等5条防涝策略,为南沙新区防涝治涝方案进行了积极的探索。

### 参考文献

[1] 黄兆玮, 聂铁锋, 颜迅, 等. 蕉东联围黄阁镇及南沙街片雨水规划[R]. 广东省水利电力勘测设计研究院, 2008.  
 [2] 水利电力部水利水电规划设计院, 长江流域规划办公室. 水利动能设计手册(治涝分册)[M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.

(下转第127页)

“杜鹃”等台风的袭击。通过传统水利技术,宁波已构建了一系列防汛工程、非工程措施体系,但是随着社会经济的快速发展、城市的迅速变迁,每年防汛建设成果往往赶不及解决新出现的问题,如何让防汛工作追上社会进步的步伐成为水利管理部门面临的新问题。

在水利信息化步入新的发展轨道,智慧水利进入实质性建设阶段后,水利信息化建设亟须以互联网技术为载体和媒介,将传统水利专业技术融合升级。为了科学的防汛防台工作,增加防台、防汛工作的预见期,宁波防汛工作者在过去几年先后尝试新的技术升级信息化建设理念,为政府、行业、公众提供更加可靠、优质、便捷的服务。例如在近4年来,依赖于充分的准备和科学的调度,宁波在抗击“海葵”“凤凰”“灿鸿”“杜鹃”台风过程中实现零死亡,尤其是应对2015年7月的“灿鸿”台风和2015年9月的“杜鹃”台

风,全新智能的防汛模式、一体化的防汛减灾体系实现了地区汛情精准预警、科学预报、及时调度、便捷发布,取得了突出的社会、经济效益,也反映出宁波市灾害防御机制日臻完善、以人为本理念得到了有力的贯彻。

#### 参考文献

- [1] 曾焱,王爱莉. 全国水利信息化发展“十三五”规划关键问题的研究与思考[J]. 水利信息化, 2015(1):14-19.
- [2] 邹长国,余亮亮. 宁波市水利信息化关键问题研究[J]. 浙江水利科技, 2013(1):29-30.
- [3] 徐宁,聂倩. 宁波市水利信息化综合管理平台的设计与实现[J]. 地理空间信息, 2014(3):102-104.

责任编辑 马 啸

(上接第120页)

## Study on urban waterlogging prevention in Nansha new district of Guangzhou City

*Huang Zhaowei, Xu Huirong, Nie Tiefeng, Yan Xun, Liu Zhimin*

(Gongdong Hydropower Planning and Design Institute, Guangzhou, 510635)

**Abstract:** According to natural characteristic and topography in Nansha new district, a waterlogging prevention system is developed to meet the demand of rampant urban development. Five methods are introduced for urban waterlogging management in this district, including: building connection between rivers and lakes, various solutions for different areas, water level management, and implementing “sponge city” principles. These methods may be used as references to solve waterlogging problems in other coastal cities.

**Keywords:** coastal city; waterlogging prevention; Nansha new district; Guangzhou City

责任编辑 马 啸