

上海市防御台风战略对策探讨

卢永金

(上海市水务工程设计研究院,上海市 200063)

摘 要:近 20 多年来,上海市进行了大量的防汛设施基本建设,有效地提高了防汛能力,但面对日益严峻的气候条件和日益提高的减灾保安要求,上海的防汛形势仍不容乐观,需要及时采取必要的对策措施。该文从上海台风情况和防汛的基本形势分析入手,探讨了对上海防汛有决定性影响的黄浦江、外围海塘和市区排水三方面存在的主要问题,提出尽快在黄浦江河口建设挡潮闸、评价海塘防御能力,并采取措施确保越浪不垮堤和限制超标准台灾范围、以及加大蓄排能力并完善涉水调度预案等对策设想。

关键词:上海市;防汛战略;台风;风暴潮;挡潮闸;海塘

中图分类号:X4 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)04-0029-04

1 上海市台风及防台工程设施的基本情况

上海滨江临海,北界长江口,南临杭州湾,东濒浩浩东海,横贯市区的母亲河黄浦江上通太湖,下接长江口。潮汐和季风,加上地势低平,决定了上海易受梅雨、暴雨、风暴潮、下泄洪水等影响,并以风暴潮影响为大。

统计表明,上海市平均每年受台风影响 2 次,最多时一年出现 7 次(如 1990 年);最少时一次也没有(如 1950 年、2006 年几乎没有台风影响)。每年从 5 月到 10 月均可能受台风影响,但 8~9 月台风次数较多,平均持续时间为 2~3 d,长的可

达 5~6 d,短的不足 1 d。对上海有严重影响的台风有三类:正面登陆上海;近海北上;在浙江北部登陆后继续西进深入内陆,或北上过程中,中心穿过上海后进入黄海。台风往往伴随大风和暴雨,台风影响期间,伴有 10 级以上大风的占总数的 21%,伴有暴雨的台风占 24%。

台风影响时,长江口江面最多的风向为东北偏北风,这是最利于长江口增水的风向。如增水出现在大潮汛期间,则潮位异常升高。历史上黄浦江口吴淞站年最高潮位都与风暴潮有关。吴淞站近 20 年以来风暴潮增水统计见表 1 (表中潮位基面为上海吴淞基面,下同)。

收稿日期:2007-03-07
作者简介:卢永金(1963-),男,上海人,教授级高工,副院长,从事水利工程设计研究工作。

历史资料反映,自明正统四年(1439 年)至 1990 年的 552 年间,上海共出现严重风暴潮 30 次,平均约 18.4 a 一次,与潮汐具有 18.6 a 长周

依据,有待今后求证。

4 结语

上海地区潮灾的 60 a 准周期性,并非偶然巧合,是从现状和历史信息资料综合分析的成果,具有太阳活动和地球物理作用的背景。

应用可公度性方法,翁文波自 1982~1992 年预测地震、雨洪、干旱灾害共 252 次,统计准确率达 83.7%²,本文引用吴淞站 20 世纪 14 次风暴潮灾,其中 1956 年增水为最大,但高潮位不足 5.0m,属于失信转移状态,若预测遭遇类似情况,则准确率将为 90%。

应用周期规律,上海近期潮灾的预测防范期在 2007~2010 年,其中以 2007 ± 1 年可能出现严重风暴潮灾。由于形成严重风暴潮灾因素复杂,我们对未来几年的预测,还带有不确定的因素。因此,届时必须注意太阳活动等宏观背景及汛期梅

雨变化等相关因素,并密切监测台风发生发展的动态。这样方能防患于未然,为确保城市安全作出一份贡献。

参考文献

[1]肖功建,韦晓.上海城市灾害分析与减灾建设[J].灾害学,2001,5: 71-75.

[2]徐道一.翁文波的信息预测方法及其意义[A].特大自然灾害预测的新途径和新方法[C].科学出版社,2000,91-97.

[3]张家诚,等.气候变迁及其原因[M].科学出版社,1976,126-133.

[4]谢世俊.中国当代气象史稿[M].重庆出版社,1992,430-437.

[5]翁文波,张清.天干地支纪历与预测[M].北京石油工业出版社,1993,147-155.

[6]高建国.中国潮灾近五百年来活动图像的研究[J].海洋通报,1984,9-19.

[7]郑大伟,赵铭.自回归谱技术用于天文地球动力学[J].天文学报,1979,301-307.

[8]刘世楷.从天象与降水的相关概推未来二十五年间中国水旱的趋势[J].北京师范大学学报,1962,24-39.

表 1 吴淞站风暴潮增水统计表

序号	年份	发生日期	增水(m)	高潮位(m)	最大风力(级)	最大雨量(mm)	台风编号
1	1981	9 月 1 日	1.51	5.74	11 ~ 12	22	8114 号台风
2	1983	9 月 27 日	1.17	4.86	8 ~ 10	24	8310 号台风
3	1986	8 月 27 日	1.12	4.50	10	25	8615 号台风
4	1989	8 月 4 日	1.11	5.35	10	90.9	8913 号台风
5	1997	8 月 18 日	1.45	5.99	8 ~ 10	131	9711 号台风
6	2000	8 月 31 日	1.38	5.87	12	79	派比安台风
7	2000	9 月 14 日	1.29	5.4	8	82.8	桑美台风
8	2002	9 月 8 日	0.96	5.53	7	小雨	森拉克台风

期变化相一致;死人及万的年份 10 次,平均每 50 a 一次。风暴潮不仅控制上海的海堤设防,也控制黄浦江及其上游干流堤防的设防高程,市区排水也基本上以台风期间的暴雨强度控制。

1986 年 10 月国务院批准上海市黄浦江及支流 208 km 防汛墙加高加固工程计划任务书,上海市于 1988 年 10 月正式开工,历时 18 a,至 2005 年汛前基本按千年一遇设防标准建成了黄浦江下游 208 km 和新增市区 110 km 的防汛墙;期间,结合治太一期按 50 a 一遇防洪标准建设了黄浦江上游干流段 58 km 的堤防。并于 1997 年汛后至 2001 年汛前,对上海 508 km 中约 93%的海塘进行了达标建设,目前全市海塘的防御能力已由达标前农村地区 20 a 一遇加 10 至 11 级风,提高到农村化地区百年一遇高潮位加 11 级风,城市化地区已达 100 a 或 200 a 一遇高潮位加 12 级风的防御标准。规划至 2010 年全部城市化地区达到 200 a 一遇高潮位加 12 级风的标准。这些工程的建设,极大地提高了上海防台抗灾能力,有力地保障了人民生命财产安全和社会稳定。相对上海的社会经济发展要求及发达国家特大型城市的标准,以防台抗灾的角度看,上海仍有不少有待研究提高的地方。下文从横穿市中心腹地的黄浦江、外围的海塘以及市区排水三个方面加以探讨。

2 黄浦江高潮位抬高,导致设防标准相对下降,黄浦江河口建闸和第二轮治太势在必行

1987 年开始实施的黄浦江防汛墙加高加固工程,是按 1984 年的水文分析成果,以千年一遇的标准设计建设的。20 年来,由于人类活动的日益增多,城市发展日益加快,黄浦江上游太湖流域防洪工程建设、黄浦江沿岸并港建闸、下游长江河口段河床演变以及海平面上升、上海市区地面沉降等方面变化的影响,工情和水情发生较大的变化,超历史最高潮位不断出现。1997 年的 9711 号台风和 2000 年派比安台风时,市中心区黄浦公园

潮位站的历史记录都被刷新,达到 5.72m,超过历史记录 0.5m,相当于 1984 年水文统计的 500 a 一遇高潮位,仅比千年一遇低 0.14m。截止 2004 年的水文统计分析表明,黄浦江高潮位抬升明显,尤其是 20 世纪 90 年代以来,越往上游抬升幅度越大。表 2 是 1984 年与 2004 年高潮位水文统计对比表。

表 2 黄浦江高潮位统计成果对比表(单位:m)

潮位站	0.1%			1%			实测最高	
	1984 年统计	2004 年统计	差值	1984 年统计	2004 年统计	差值	1984 年前	1984 年后
吴淞口	6.27	6.60	0.33	5.74	6.05	0.31	5.74	5.99
黄浦公园	5.86	6.26	0.40	5.40	5.70	0.30	5.22	5.72
米市渡	4.10	4.58	0.48	3.92	3.33	0.41	3.80	4.27

另外,对上海最大可能高潮位进行了专题研究。研究表明,台风的强度、移动速度、持续的时间和移动路径直接影响台风的增水,台风越强增水越大,但台风的强度也不是无限制地增强,它随纬度减弱较快(以台风所在纬度气压的历史最低值来代表);台风运动慢,大风作用的时间长,造成的增水就大;反之,台风运动快,大风作用的时间短,造成的增水就小。在对影响上海的大量台风路径分析的基础上,选定具有代表性的 5 612 号台风和 8 114 号台风路径作为典型台风路径,并在此基础上进行合理平移,应用 ECOM 模型进行数值试验计算,得到黄浦江吴淞口可能产生最大增水可达 3.67 m。相应市中心黄浦公园处的可能最大高潮位约为 8.0 m。这个值超过现状防汛墙顶达 1.0 m,高出外滩地面近 5.0 m。

整个黄浦江现状实际防御水平下游仅为 200 a 重现期,中上游则不足 200 a,已经是国家规定防洪标准的下限,与《国务院办公厅 <转发水利部加强太湖流域 2001 ~ 2010 年防洪建设若干意见> 的通知》(国办发(2001)089 号)中,上海市黄浦江干流段及主要支流与按千年一遇高潮位设防的要求相差很远。而且,由于黄浦江防汛墙大多数是在 20 世纪

50、60 年代兴建的低标准防汛墙上多次加高加固而成,高潮位时渗水漏水时常可见。防汛墙基础差,隐患多,外观不雅,与上海的地位极不相称。

面对日益突出的严峻形势,对策措施只有两条,其一是再次加高加固防汛墙,其二是在黄浦江河口建挡潮闸。如果再次加高加固防汛墙,考虑海平面上升等影响,即使不考虑今后水情、工情的进一步变化以及超标准的最大可能潮位,按 40 a 设计寿命,市中心黄浦公园附近的墙顶高程约 8.5 m,比现状增高约 1.5 m,匡算投资约需 60 亿元,动拆迁和施工的社会影响大,景观差,建设周期长,这是下策,难以接受。

黄浦江河口建挡潮闸的设想由来已久,断断续续开展了多年的研究,内容涉及水文、河势、航运、城市规划及建设、工程结构等各方面,初步选址在距河口 5.8 km 的长航锚地,主通航孔单孔净宽 225 m,门底高程 -12 m,门顶按一万年一遇设防高程约为 8.5 m。按此设想,黄浦江防御水平将由现在的不足 200 a 提高到万年,闸内最高水位可控制在在建闸的百年一遇高潮位以下,防汛战线将由现在的数百公里堤防集中于一闸,不仅投资比再加高加固防汛墙节省近 20 亿元,且建设的社会矛盾少,运行管理的可靠性也大大提高。国外荷兰鹿特丹新水道挡潮闸、英国伦敦泰晤士河挡潮闸、俄罗斯圣彼得堡涅瓦河口挡潮闸以及在建的意大利威尼斯河口挡潮闸,都说明以挡潮闸代替防汛墙是提高城市防汛能力的可靠、可行的选择。在黄浦江河口建挡潮闸是解决上海市防汛的根本措施,技术和经济等方面不存在不可逾越的障碍,应抓紧研究和建设。

黄浦江河口建闸,可以彻底扭转黄浦江防汛的被动局面,但并不能解决黄浦江防台防汛的所有问题,尤其是中上游地区。随着新一轮太湖流域治理工程建设的实施,太湖地区的防台防汛能力得到了极大的提高,但黄浦江上游大泖港等重要支流的过流大大增加,上游来水和下游潮水上溯影响加大,近几年台汛期间当地高潮频现,崩岸塌墙甚至堤顶越流都有发生。这些河流是太湖水系的一部分,治理要求涉及总体部署要求,因此,加快太湖流域第二轮治理的研究和实施步伐,有助于改善上海西部地区防汛条件,提高上海的总体防台能力。

3 针对外围海塘,评估实际防御能力,研究控制超标台灾损失的对策措施

上海的海堤达标从 1997 年 9711 台风后开

始,2001 年基本完成,几年来虽经历了麦莎、卡努等台风的考验,但这些台风没有一个正面袭击上海或从上海登陆,影响上海的风力都没有达到设计防御标准,现有海堤真正的防御能力究竟如何,有待分析和考验,特别需要研究如何控制遭遇类似卡特里娜超强台风的灾害损失和受灾范围,摆在面前的有下列几项工作。

3.1 研究风潮联合作用,科学统一设防水平

本次达标采用的标准是,农村低地区 100 a 一遇高潮位加 11 级风,城市化地区是 100 a 一遇或 200 a 一遇高潮加 12 级风,并规定风是正向袭击。这个标准相对于上海原有的“八五”标准,即堤顶高程 8 m,堤顶宽 5 m,标准有所提高,也是欧美发达国家 20 世纪 60、70 年代前较普遍接受的表达形式,它的缺点是以确定的风速反映不确定的台风,没有统计的概念,不能反映不同堤段因潮向不同,存在发生的重现期大不一样的真实情况。上海经常性风向夏季为东南风,冬季为西北风,而受台风影响的强风向则是东北风。在杭州湾一侧,堤防面南偏东,遭遇 12 级风正面袭击的重现期超过 300 a;而在长江口下游南岸的浦东国际机场附近,堤防面东偏北,遭遇 12 级风正面袭击的重现期不足 50 a。因此,同样按 200 a 一遇高潮位加 12 级风设防的浦东国际机场的防御水平,大大低于按同样标准设防的上海化学工业区;位于上海东南角的临港新城,一侧面向杭州湾,一侧面向长江口,整个堤防采用的统一的 200 a 一遇加 12 级风标准,必然存在两侧标准差异的不合理标准。

与内陆江湖堤防不同,沿海一线防台防潮的设防要素除了水位还有风浪,而且往往风浪的作用比水位更重要,水位与风浪又常常是两个不完全相关的事件,不同地区相关性不一定相同,同一地区相关性多大,风与潮的联合概率分布如何,急需深入研究。以风与潮组合概率的形式表达海堤的设防标准,是国际上的一个趋势,有利于对现有海堤进行科学的风险评价,有利于将新建或已有海堤加高加固到一个合理的水平。

3.2 关注涌浪作用,加强波浪观测等基础工作

上海在已建的达标海塘中,至今未对涌浪给予足够的认识,都是按风成浪的机理,选择适当的风区给定设计风速,用莆田公式推算近岸波浪要素,或用二维数值模型,考虑糙率和浅水变形等因素推算近岸波要素。此方法在上海多数海塘堤段是合适的,但是随着近年大规模的围垦,海堤逐步向深水推进,在横沙东滩和南汇东滩发现了新的

情况,即台风在福建、浙江南部登陆,头顶艳阳高照、清风习习,风速不超过五六级,但堤前波浪汹涌,甚至有个别巨浪超过堤顶。这种情况显然是外海长波传入的涌浪作用,但因缺乏必要的观测资料,设计建设中难以准确掌握。因此,建立必要的水文波浪观测系统,积累原始资料的工作有必要进一步加强。

另外,国家应加大政府部门间协调,把分散在各部门间(如上海相关地区的部门就有海事局、海洋局、海军、水利部长江委和上海水务等)的资料有效地利用起来。

3.3 评估现状,消除隐患,优化结构,确保越浪不垮堤

上海的海堤基本上是土堤外包硬质消浪护面加防浪墙的复式结构,消浪护面结构多为栅栏板、螺母体或砌石;防浪墙多为直立或弧形钢筋混凝土墙,也有浆砌石防浪墙;路面多为沥青混凝土或混凝土结构,也有泥结石或碎石路面;内坡以草皮护坡加排水沟。这种结构总体上是硬壳罩土——“两面光”。值得关注的两类问题是:其一,在超标准风暴潮作用下,堤顶大规模越浪,海堤决口的机理是什么?与同标准或设防标准更低的允许越浪的“三面光”海堤相比,抵御大灾的能力哪个更强?有无必要对现有海堤进一步改造?如果改造,怎样更安全、更经济,且能体现生态环境的要求?这是一项较大规模的基础性应用研究,涉及水力、岩土、结构、材料、乃至生物与环境等学科,要寻找一种结构,既经济、美观,又能在发生超标准大越浪的情况下不易溃决。其二,如何及时发现硬壳下堤身和堤基的缺陷?如何监视并及时把握漫长防线上台风期间的异常情况?廉价、快捷、可靠的非开挖堤身探伤,和易维护、能防盗的自动化监测传输设备,急待研发和进一步推广使用,能够有险即报,防患未然。

3.4 保护并利用二线老海堤,控制超标台风致灾范围

围涂造地是解决土地问题首选策略,随着社会经济的进一步发展,这方面的力度还在不断加大。随着深中海堤的立起,熟悉的堤前高滩没有了,带来的不仅是河势和生态上的问题,直接面临的是防台保安问题。一方面缺少了堤前高滩的消浪作用,另一方面由于堤前水深,波浪增强,超强台风在两个因素的综合作用下,对新建海堤构成了巨大的考验,潜在的风险也许要较长的时间才能显现。新围海堤建成后,老海塘如果能够完全保留,或不得已只在局部开缺,或只削掉堤顶超高部

分,在遭遇超标准风暴潮时,万一外围海堤溃决,内侧老海堤能发挥巨大的减灾作用。原因是,外围海堤不可能被全线扫平,堤内进水后其消浪作用很大,保留的二线老海堤替代挡潮,新老堤联合作用,必将极大地保障老堤内的防御水平,有效地控制和减少台风致灾范围,达到防灾减灾目的。

4 统筹城市建设规划,保障蓄排条件,策划调度预案,提高市区排水能力

随着城市的发展,大批河流被填没,而地区汇水能力大大增加,排水除涝的要求极大提高。解决这方面矛盾的基本思路就是“蓄、排、调”。

蓄,即加大城市蓄水能力,一方面严格控制水面率,保证城市应有的排蓄水河道,同时结合城市绿地、公园等场所建设,设立调蓄水池,既减轻泵站排水压力,又可减少雨污水放江入河的环境问题,应将“蓄”的要求纳入城市规划,强制性执行。

排,即加大城市管网收集和泵站排水能力,台风暴雨期间,局部小时降雨强度达100 mm,目前上海大部分城区排水能力为1 a一遇小时暴雨(36 mm/h),有些改建困难的老城区排水能力仅为半年一遇,排水标准总体不高。2005年8月美国南部遭遇的卡特里娜飓风给我们的启示中有两点:一是风力特别强,达15~16级,在此强风下人员外出抢险是不可能的,因此要求外围的海堤和防汛墙要够高、够强,挡得住,立得稳;另一点是暴雨特别强,一天200~300 mm降水普遍超过了上海市排水设防能力,如果发生像当时的新奥尔良有泵开不出,有水不能排,灾难性的后果不言而喻。因此,进一步扩大排水能力,确保现有排水能力能及时发挥,是一个值得特别关注的问题。

集中暴雨比长时间中小雨对上海的影响更大,但集中暴雨往往是局部的,这就有条件采用“调”的措施来减少暴雨灾害。研究表明,通过对苏州河两岸水系的调度,可以大大降低苏州河高水位,从而提高地区排水能力,减少城区积水时间,这种研究值得深化和推广,编制运行预案,积极演练,适时投入使用。

5 结语

上海防汛形势不容乐观,随着社会经济的进一步发展,防汛的风险日益增加,需要引起有关方面的充分重视,早作筹划,及时采取对策。本文从上海台风情况和防汛的基本形势分析入手,探从上海台风情况和防汛的基本形势分析入手,探

“卡特里娜”飓风对上海市海塘管理的启示

徐双全, 朱宪伟

(上海市水务局, 上海市 200122)

摘 要:该文收集整理“卡特里娜”飓风袭击美国新奥尔良市之后新奥尔良市受灾情况资料,简述了该飓风重创美国的原因和美国自身的深刻反思。通过对上海市与新奥尔良市的社会经济等情况比较,从台风发生频率、潮位、地面沉降、防灾能力、日常管理、防汛手段等方面分析了上海市海塘防汛的近忧和远虑。详细阐明了“卡特里娜”飓风对上海市海塘管理的启示,以指导今后防汛防台工作。

关键词:“卡特里娜”飓风;海塘;滩涂;管理体制

中图分类号:TU998.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2007)04-0033-04

0 前言

2005 年 8 月 29 日,“卡特里娜”飓风在美国南部墨西哥湾沿岸地区登陆,给路易斯安纳、密西西比和亚拉巴马等州造成巨大破坏,受灾范围几乎与英国国土面积相当,被认为是美国历史上损失最大的自然灾害之一。在受灾最重的密西西比州,遭飓风袭击最严重地区 90% 的建筑已“完全消失”。路易安纳州首府新奥尔良市的防波堤被摧垮,决口 150 m,洪水淹没了全城面积的 80%,要排干洪水则需要 36~80 d,灾民需要 3~4 个月才能重返家园。据国际风险评估机构 RMS 估计,此次飓风至少毁坏了 15 万处产业,损失金额在 250~1 000 亿美元之间。国际著名评级机构标准普尔的一份报告称,其所造成的经济损失至少达到 500 亿美元。美国第三季度国内生产总值将因此减少 0.5 个百分点。据悉,目前已正式确认的死亡人数为 1 209 人。

从地理位置、河流入海口、气候条件和经济繁荣等方面情况看,上海市都与新奥尔良市有相似之处,而人口和经济聚集度、社会影响力远比新奥尔良市要大,并且上海市地处太平洋的西海岸,每

年都会遭受台风的影响,随着全球变暖的影响,台风发生的频率和强度会愈来愈高。深刻反思飓风“卡特里娜”重创美国的原因,对海塘工程的防御标准、可靠性、防汛预案等作进一步深入研究,可为海塘工程建设、管理和防汛提供可靠的决策支持。

上海市政府和市领导非常重视“卡特里娜”飓风事件,市长韩正同志在看了《“卡特里娜”飓风对美造成巨大损失其经验教训值得上海借鉴》报道后,作了重要批示:“城市防灾,有近忧,有远虑,参考世界各地的经验教训对我们有益”。

1 上海市与新奥尔良市比较

上海市地处中国海岸线中心,北滨长江,东临东海,南依杭州湾,大部分地区都位于坦荡低平的长江三角洲冲积平原上。其气候属于亚热带季风气候,温和湿润,雨水充沛。位于同一纬度位置的新奥尔良市地理位置和气候环境与上海市相似(见表 1)。其位于密西西比河三角洲河口,墨西哥湾的北部,同属亚热带季风气候。相似的地理位置和气候环境,造成了两个城市在夏季经常性受台风(飓风)的侵袭。但从城市面积、人口、经济聚集度、社会影响力几方面来看,上海市的影响力远比新奥尔良市要大(上海面积是新奥尔良的 7 倍,人口是新奥尔良的 28 倍)。如果飓风“卡特里娜”发

收稿日期:2007-03-07

作者简介:徐双全(1975-),男,上海市人,工程师,硕士,主要从事海塘工程管理、水下地形测量、GIS、遥感等方面的研究工作。

讨了对上海防汛有决定性影响的黄浦江、外围海塘和市区排水三方面的存在的主要问题,提出在尽快黄浦江河口建设挡潮闸、评价海塘防御能力并采取措施确保越浪不垮堤、限制超标准台灾范围和加大蓄排能力、完善涝水调度预案等对策设想。

上海的城市建设日新月异,建设方式和理念不断创新,但作为防汛设施有其自身的特点,隐蔽

内容多,使用期长,潜在的缺陷常常要等到大灾时才能暴露,因此,应尽快建立防汛工程审图制度,从政府层面、从长治久安的角度,对防汛项目进行安全性把关。另外,外围水闸建设与通航要求往往存在矛盾,应从和谐社会建设的政治高度,统筹水闸安全与船只过闸避风的要求,应该注意到船只不能过闸而在闸下紧急抛锚避风,带来船只失控撞闸的安全风险更大。