

黄浦江河口建闸工程规划研究

陈美发

(上海市水务局,上海 200040)

摘要:为维持上海市千年一遇高潮位设防标准,对继续加高加固防汛墙和黄浦江河口建闸这两个方案进行分析比较,认为无论从对黄浦江最高水位再次突破历史记录的适应性、安全性来看,还是从景观、经济、工期和综合效益来看,黄浦江河口建闸挡潮是长治久安的合理抉择,推荐了闸址、闸区总体布置、工程结构型式和挡潮闸运行方式,并提出了工程投资匡算和预计施工工期。

关键词:挡潮闸;河口;工程规划;黄浦江;上海市

中图分类号:TV66;TV212.5+3

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2001)05-0012-02

由上海市科委领导,上海市水务局主办,集24个部门和单位有关科技人员3年心血而完成的“黄浦江河口建闸工程规划研究”,于2000年12月通过专家评审,研究成果达国内领先水平,本文对这一研究成果作一简要介绍。

1 上海市区防汛形势再度严峻

上海市区黄浦江两岸原来无防汛墙,从20世纪50年代起,由于出现越岸的高潮位,才开始修建防汛墙;此后,黄浦江不断出现刷新记录的高潮位,并带来不同程度的水灾,多年来不断新建、改建和加高加固防汛墙。1981年9月8114号台风侵袭上海,黄浦公园站水位达5.22m,又突破历史记录,外滩防汛墙出现越浪,汛情危急,市区防汛安全引起上海市委、市政府的高度重视和党中央、国务院的殷切关注。1982年8月,水利电力部受国务院委托会同交通部和上海市人民政府在上海联合召开上海水利座谈会,讨论如何提高上海市区防汛能力;提出加高加固市区防汛墙和建苏州河口挡潮闸,以及研究黄浦江河口建闸。上海市区208km防汛墙加高加固工程,1988年开工,2001年方可全面完成;苏州河口挡潮闸(现名吴淞路闸桥)1990年建成投入使用。

但是,1997年9711号台风侵袭上海,吴淞站和黄浦公园站水位再次突破历史记录,黄浦公园站水位达5.72m,超过上一次历史记录0.50m,距1984年水利电力部批准的千年一遇设防水位仅差0.14m,上海市区防汛形势再度严峻。根据市委、市政府领导批示,经

有关部门多次论证和专家评审,市科委于1998年1月正式立项“黄浦江河口建闸工程规划研究”。

研究表明,近1个世纪来,由于全球气候变暖,海平面上升、陆地沉降和风暴潮加剧等自然环境因素变化,以及人类社会活动影响,黄浦江沿岸水位出现了趋势性抬高,特别是20世纪80年代以来更加明显。1984年《黄浦江潮位分析》报告,米市渡、黄浦公园、吴淞站千年一遇设计水位,分别为4.10m、5.86m、6.27m。本研究依据延续到1999年长达88年的水位资料系列重新做了黄浦江潮位分析,上述三站千年一遇设计水位分别为4.56m、6.25m、6.56m;考虑海平面上升和地面沉降,远景2050年千年一遇设计水位分别为4.94m、6.62m、7.08m。值得重视的是,黄浦公园站现行千年一遇设防水位5.86m,比本课题研究分析的200年一遇设计水位5.87m还低,亦即市中心区黄浦江防汛墙防洪能力已降为不足200年一遇。要维持黄浦江防汛墙千年一遇防洪标准,可供选择的措施是继续沿黄浦江全线加高加固防汛墙或者在黄浦江河口建闸,两者必择其一。

2 黄浦江河口建闸势在必行

为了平行比较继续加高加固防汛墙和黄浦江河口建闸这两个解决上海市区防汛问题的基本方案,在本规划研究阶段防洪标准暂时仍按千年一遇考虑,在可行性研究阶段进一步论证闸内外防洪标准。

近半个世纪以来,黄浦江市区防汛墙经历了5次加高加固,在历次抗御台风高潮中发挥了巨大

基金项目:上海市科技发展基金资助项目(972312054)

作者简介:陈美发(1946—),男,江苏镇江人,高级工程师,上海市水务局总工程师,主要从事水利工程规划设计和水动力学数值模拟研究

作用;但是,由于不少防汛墙是因陋就简地在原有驳岸基础上修建起来的,几经加高加固,墙身断面已成畸形,头重脚轻,再要在其基础上加高加固,整体稳定性问题较大,一些岸段要推倒重建。市区黄浦江208 km防汛墙加高加固工程,原计划投资8亿元,而迄今耗资已逾13亿元。在此期间,由于市区扩大又需新增加防汛墙107 km,据匡算,市区208 km防汛墙和新增市区107 km防汛墙按1999年分析的千年一遇设防水位再度加高加固,投资约需46.6亿元;若按预估远景2050年千年一遇设防水位加高加固,投资约需60亿元;工期均长达十几年。

即使再度加高加固防汛墙,市区防汛仍存在风险,将来黄浦江最高水位再次突破历史记录,设防水位的重现期又随之降低,而且一旦发生漫溢甚至溃决,墙越高灾情越重。相比之下,河口建闸大大缩短防线长度,可以做到长治久安,倘若遇到超标准的高潮位,仅几百米宽的门顶漫溢过水,水量有限,不致于危及闸内防汛安全;同时,遇太湖流域特大洪水时,通过闸门启闭,可加速行洪,减轻黄浦江上游地区洪涝水的压力。从这方面来看,黄浦江河口建闸势在必行。

按本研究分析,若要维持千年一遇防洪标准再次加高加固市区防汛墙,即使当前,就需平均加高1.5 m以上,而2050年仍要维持千年一遇设防标准,则需平均加高2.0 m左右,在景观上难以接受。相比之下,河口建闸不但闸内不需再次加高加固防汛墙,而且可以适当降低防汛墙,增加亲水性,有利于滨江景观带的规划建设;同时,河口挡潮闸本身设计巧妙也可成为旅游观光景点。从这方面来看,黄浦江河口建闸也是势在必行。

据《上海市城市总体规划(2020年)》,黄浦江内的港区、船厂逐步外移后,通过闸门启闭可发挥河口挡潮闸的其他综合功能:枯水年份,通过关闸可阻止中下游污水上溯,同时可引调太湖清水改善黄浦江水水质,能提高黄浦江上游取水口水质保证率;冬春季,通过关闸可拒咸潮入侵黄浦江。从这方面来看,黄浦江河口建闸也是势在必行。

国外一些沿海城市,如英国伦敦、荷兰鹿特丹,为了防御风暴潮的侵袭,也经历了从加高加固防洪堤(墙)到河口建闸的过程,他们的经验值得我们借鉴。

伦敦曾多次遭受潮灾,1928年伦敦遭遇有记录以来最高洪潮水位5.20 m,潮水漫溢堤顶,此后将流经伦敦的泰晤士河堤岸加高至5.28 m;1953年的一次风暴潮把泰晤士河潮位抬高至5.41 m,此后又把沿河堤岸加高到5.80 m;若按千年一遇潮位要求堤顶筑至6.90 m,但伦敦仍处在可能发生的洪水威胁

之中。经过比较论证,发现把泰晤士河防洪堤修得更高从经济角度看是不可行的,土地需求也无法承受;从社会角度看,伦敦人希望能够看到他们的泰晤士河。最后决定采用建闸方案,并适当加高河口与挡潮闸之间的防洪堤。1972年国会通过《泰晤士河挡潮闸及防洪法》,推动了挡潮闸的设计和建设。1974年动工,1984年投入使用,耗资5亿英镑。

1953年,荷兰西南地区遭海水侵袭,死亡1853人。灾难过后,国家立即通过一项三角洲法案,决定除保留新水道和西席尔德两个入潮口门供鹿特丹港和安特卫普港船只进出外,全线封闭其余入潮口门,缩短海岸线、加固堤岸。新水道建闸方案当时曾作为选择方案予以考虑;但由于鹿特丹港的发展,而选择加高加固新水道沿岸及相邻潮汐河道防洪堤岸方案。然而,20世纪70年代,人们反对在城市地区加高大堤;因为根据此方案,许多地方的历史建筑将遭到破坏。于是,活动型风暴潮挡潮闸的想法又重新提了出来。荷兰政府于1987年重新提出在修筑大堤和修建风暴潮挡潮闸两者中择其一。经过技术和财政方面的可行性研究,得出结论:按1987年价格计算,选择风暴潮挡潮闸需要化费14.5亿荷兰盾(其中:新水道挡潮闸8.4亿荷兰盾,部分大堤补充加固工程4.1亿荷兰盾,两者合计12.5亿荷兰盾;欧州港挡潮工程2亿荷兰盾),而选择对已有全部大堤加高加固,要化费18亿荷兰盾,选择风暴潮挡潮闸方案投资较低,可节省3.5亿荷兰盾。风暴潮挡潮闸可使鹿特丹水位超过高于阿姆斯特丹水准基面(NAP)3.60 m的几率从平均百年一遇降低至万年一遇。选择建风暴潮挡潮闸代替荷兰南部大堤加高加固,在费用、环境影响及其安全性等方面都是吸引人的;况且,建风暴潮挡潮闸要比加固大堤工期短20年。工程计划在对环境影响的评估完成后6个月内就被批准。1987年荷兰政府决定建造新水道挡潮闸,1997年竣工投入使用。

3 黄浦江河口建闸工程规划简介

a. 闸址选择。可供选择的4个闸址,从下游向上游依次是吴淞公园、张华浜、水产码头、共青森林公园。通过对地质条件、两岸环境、建闸对河势及河床变形影响、港航部门意见、工程布置及工程造价、闸下防汛墙加高加固、两岸景观和拆迁难度等八个方面的分析研究,初选吴淞公园和水产码头两处闸址。这两处闸址各有利弊,规划研究阶段着眼于港航部门意见,暂推荐水产码头闸址(距河口约8.7 km),在可行性研究阶段再作进一步比选论证。

(下转第64页)

面摊铺 20 cm 左右嵌挤型二灰结石,再铺设 10 cm 左右 AC 结构类型的沥青混凝土面层;经过 2 年日交通量达 1.5 万~2 万辆的运营,目前使用状况良好,路面裂缝很少.应该说,处理方案是切实可行的.

苏州 324 省道昆太线段,老路原行车道水泥混凝土路面宽 9.0 m,两侧慢车道沥青路面各为 3.0 m.原有老路路面平整,全线 6.0 km 仅 7 块板出现单条裂缝,板块弯沉抽查值见表 3.

由表 1 及表 3 可知,昆太线段单点弯沉均小于 $40 \times 10^{-2} \text{ mm}$,其中 $l \leq 20 \times 10^{-2} \text{ mm}$ 占 60%,且板块传力效果较好,这种路况采用直接加铺沥青面层是完全可以的.根据上海市政工程管理处、同济大学的实体试验经验,不加任何措施的纯沥青罩面层,接缝反射到罩面层的临界弯沉值为 $24 \times 10^{-2} \text{ mm}$,采用特种金属网有效地防止早期裂缝的临界弯沉为 $30 \times 10^{-2} \text{ mm}$.本工程控制板块单点弯沉值 $l \leq 25 \times 10^{-2} \text{ mm}$,弯沉差 $\Delta l \leq 10 \times 10^{-2} \text{ mm}$,不满足弯沉指标者,对板块进行注浆,注浆板块比例约为 20%~30%,折合为 90 元/ m^2 ,沥青面层最小厚度为 10 cm,面层下设玻纤格栅.

(收稿日期:2001-04-04 编辑:马敏峰)

(上接第 13 页)

b. 工程布置.对双铰浮体卧倒门、浮箱门、浮动扇形门和有轨浮箱直升门 4 种门型方案做了工程布置,推荐有轨浮箱直升门方案.闸底板采用预制钢筋混凝土空箱浮运沉放结构,采用桩基协同抗滑;边墩和翼墙采用地下连续墙结构.施工期开挖临时航道,不断航施工.

c. 挡潮闸运行.就抗御台风高潮而言,预报吴淞站高潮位 5.50 m 情况下关闸挡潮,关闸频次 5~10 a 一次,每年至多关闸一次.

d. 工程投资匡算和施工工期.吴淞公园闸址方案投资匡算约为 39.78 亿元,水产码头闸址方案投资匡算约为 41.99 亿元,均低于再次加高加固防汛墙投资匡算.施工工期约 5 a,短于再次加高加固防汛墙施工工期.

(收稿日期:2001-04-29 编辑:熊水斌)

(上接第 30 页)

b. 流道进口上缘安置垂直隔板,可以有效消除流道进口前的漩涡.

c. 无整流设施方案流道内喇叭口下易产生涡带,经优化的消涡设施方案,可有效消除涡带,改善流道内的流态.

d. 引水最低水位水泵启动时,进水流道顶板将受约 8.5 kPa 的负压作用,结构设计时应充分考虑顶板负压的影响.水泵稳定运行工况,脉动压力的平均

324 省道绕城改线段西段,该段老路结构及弯沉指标见表 1 和表 3,从表面看,该路段弯沉指标良好,但根据苏州机场路等相似路面结构实例来看,一旦开放大交通,特别是重型交通,路面结构立刻会全面崩溃,因此,该种路面结构不能直接加铺沥青面层,需加设结构补强层.虽然板块脱空现象不明显,但基层空隙大,故仍需对路面基层进行注浆加固.

4 结 语

上述列举了路网改造的实例.同样的混凝土路面黑色化改造,3 个路段分别采取了 3 种不同处理方案.尽管处理效果有待进一步观察,但改造思路和方法是可行的.笔者的体会是:

a. 水泥混凝土路面黑色化改造,必须调查分析清楚老路路况,包括板块弯沉值、差异弯沉值、弯沉值成因、老路路基和路面结构现状.

b. 防反射裂缝处置方法较多,应根据平、纵、横及老路交通量大小等灵活运用.

c. 本文所提板块弯沉临界指标、注浆弯沉控制值应注意有关试验路段的边界条件,不能生搬硬套.

(收稿日期:2001-04-04 编辑:马敏峰)

强度不大,且属低频脉动.

e. 设计流量下进出水流道的水头损失分别为 0.131 m 和 0.330 m,出水流道对效率的影响远大于进水流道的影响.

参考文献:

- [1] 田家山.水泵及水泵站[M].上海:上海交通大学出版社,1989:71~77.
- [2] 蔡坤、董瑾、曾正,等.导流锥节能原理及设计安装[J].排灌机械,1997(1):20~24.
- [3] 徐辉、王高鹏、张宜.轴流泵进口导流体的研制[J].排灌机械,1995(3):3~6.

(收稿日期:2000-04-06 编辑:张志琴)

(上接第 37 页)

4 结 语

双向轴流泵正向、反向运行效率较高,空蚀性能好;能根据不同的扬程要求,可选用任意轴流泵水力模型;泵体结构和安装形式多样,可为贯流式、立式、卧式等各种不同型式.通过在淮安市两座低扬程双向灌排结合轴流泵站建设中的应用研究可见,在有灌、排结合双向要求的低扬程泵站工程中,采用双向轴流泵及泵站方案与“一站四闸”枢纽方案、“闸站结合”双向流道方案、整体调头方案以及“S 型叶片”方案相比均有突出优点.因此,推广应用双向轴流泵及泵站技术有着巨大的社会、经济意义.

(收稿日期:2000-03-06 编辑:熊水斌)