

苏州河河口水闸工程设计特色

季永兴¹ 卢永金¹ 陈文伟² 饶建江²

(1. 上海市水务工程设计研究院, 上海 200063; 2. 中国水电顾问集团华东勘测设计研究院, 浙江 杭州 310014)

摘要 在简要介绍苏州河河口水闸工程设计背景及工程概况的基础上, 指出其设计特色体现在: 闸址选择满足城市风貌和交通规划要求, 工程标准和工程规模体现经济性和安全性的协调统一, 闸门门型满足灵活启闭、双向挡水和协调环境的苛刻要求, 总体结构布置满足不断流、不断航等施工要求, 施工方案满足中心城狭小空间施工要求和环境保护要求, 通过科学论证工程效益, 提出合理可行的环境保护技术措施。

关键词 苏州河河口水闸; 设计特色; 上海市

中图分类号 TV66 **文献标识码** B **文章编号** 1006-764X(2007)S1-0005-03

1 工程概况

在外白渡桥与乍浦路桥之间的苏州河河口吴淞路闸桥(建于 1991 年)按千年一遇潮位标准设计, 闸上部建有连接苏州河南北两岸的交通大桥。它的建成为解决外白渡桥的交通瓶颈状况、改善苏州河两岸的交通起了积极作用, 同时, 有效地提高了苏州河两岸防汛标准。但随着海平面上升、太湖流域及长江口工情水情变化, 以及上海城市发展的要求, 现有吴淞路闸桥的缺陷凸现。首先, 根据上海市苏州河景观总体规划方案, 苏州河河口段需要以恢复 20 世纪 50 年代风貌为主基调进行整治, 现有闸桥难以与周边环境相协调; 其次, 现有闸桥不适应外滩地区交通布局和规模要求, 制约了外滩地区特色景观和相关产业的发展; 第三, 现有闸桥难以适应“双向挡水、灵活启闭”的新要求, 不适应进一步改善苏州河水质和水环境; 第四, 闸桥设计时的千年一遇高潮位 5.87 m 的重现期标准, 已经达不到现在的 200 年一遇标准, 防洪能力不足。因此, 上海市政府决定拆除老闸, 另建新闻和隧道, 从根本上进行综合整治, 以解决挡潮、调水、景观和交通的需要。

新建的苏州河河口水闸位于与金山路相对的苏州河口, 水闸为单孔净宽 100 m, 与河口同宽, 门型采用液压操作水下卧倒式翻板闸门, 主体结构均位于地面以下, 水闸配套用房设置于南岸现有空箱式防汛墙下和闸墩内。工程防洪标准为千年一遇重现

期, 相应防御水位为 6.26 m, 工程等级为 I 等工程, 主体水工建筑物级别为 1 级, 通航标准维持原 VI 级航道要求, 抗震标准按基本烈度 7 度设防。工程主要包括: 基坑围护、基础钢管桩、闸墩、底板、水下防渗设施、防冲护坦、拦物防撞设施、钢闸门、启闭设备、电气自动控制系统等。

2 设计特色

2.1 闸址选择满足城市风貌和交通规划的综合要求
新建的苏州河河口水闸需满足挡黄浦江千年一遇高潮位、苏州河综合调水、苏州河口景观规划等要求, 同时还不能与外滩苏州河河口交通规划相抵触。在收集了苏州河河口的交通规划、外滩景观规划、苏州河综合调水及河口水文、泥沙等资料, 并分析了现有吴淞路闸桥的设施基础上, 从工程规模、工程投资、交通适应、水沙条件、环境影响、工程风险及景观要求等方面论证了金山路、吴淞路及江西路等 3 个闸址的优缺点, 并最终确定金山路闸址作为工程实施闸址, 兼顾满足挡潮、调水、景观和交通的综合需要。

2.2 工程标准和工程规模体现经济性和安全性的协调统一

根据原闸桥的设防标准、黄浦江防汛墙的设防标准、城市的重要性和苏州河河口水闸保护的范、人口等确定防洪标准, 并根据国内外类似大闸的设防、黄浦江远期防洪措施、溢流对防洪的影响等风险因素确定本工程闸门顶不设安全超高, 既满足功能

作者简介: 季永兴(1970—), 男, 江苏通州市人, 高级工程师, 从事水利工程设计与研究。E-mail: jiyx@sh163.net

要求,又降低工程难度和风险,同时降低工程投资。根据苏州河分段航运规划、河口功能、河口水下地形、冲淤变化、水沙条件、水文条件,设计确定了通航标准,同时根据工程地理位置、抗震规范和工程重要性,确定抗震设防标准。根据选定的闸址,不同规模对结构布置、河口景观和行洪、排涝过水的影响,最终确定工程规模,闸门单孔净宽 100 m。根据工程位置水文频率分析资料,确定水闸设计、运行水位组合和水闸动水操作条件。

2.3 闸门门型满足灵活启闭、双向挡水和协调环境的苛刻要求

在选定的闸址和工程规模确定的条件下,由于黄浦江与苏州河交界的河口为上海市的核心地带,从水闸的功能要求、运行工况、景观环境要求和施工的可行性对闸门的门型提出了更高要求。根据 1997 年以来对河口水闸的研究,从水上、水中、水下三类初选,再根据原吴淞路水闸改造设计方案国际征集的 6 件应征作品初定了单扇液压卧倒门、多扇液压卧倒门和浮箱下卧门 3 个方案,最后从施工难度、设备制造与土建结构可行性、维护检修难易、运行控制灵活性、景观环境影响程度、工程投资大小等方面进行综合比选,推荐单扇液压卧倒门,即水下翻板门(活动坝)方案(图 1)作为最终的实施方案,既满足防御黄浦江苏州河口千年一遇高潮位、双向挡水、启闭灵活、施工期不断航要求,又满足结构物总

体布置与周围环境相协调,满足苏州河河口景观规划要求。

2.4 总体结构布置满足不断流、不断航等施工要求

水闸采用单跨 100 m 液压操作水下卧倒式翻板闸门门型,并且施工期苏州河不能断流、不能断航,经研究,根据闸址位置、工程规模、闸门门型、周边环境条件、施工条件等特点最终选定场外预制、现场拼装的总体结构方案。水闸基础为 3 个钢壳浮式沉井加钢管桩支承的闸墩,闸墩兼作启闭机房,闸底板采用空箱薄壁混凝土结构,闸门底轴安装在底板上,通过启闭机房内的液压设备驱动(图 2)。除启闭机房、水闸底板支承墩及上下游护坦需现场施工外,其余均采用预制构件,在厂内或船坞内制造完毕后,经黄浦江浮运至现场沉放,保证施工期间河道不断流、航道不断航,将施工对河道的防汛能力及闸址周边环境影响降至最小。

2.5 施工方案满足中心城狭小空间施工和环境保护要求

工程位于上海市的最繁华地段,两岸又有海鸥饭店、俄罗斯领事馆、外白渡桥、人民英雄纪念碑、外滩历史博物馆、外滩防汛墙等重要建筑物,施工场地狭小,同时,又要满足不断流、不断航要求,为此,需要进行大量水下施工,故施工难度大,质量要求高。因此,在确定场外预制、现场拼装的总体结构方案后,又选定格构式 U 形地下连续墙基坑围护方案,

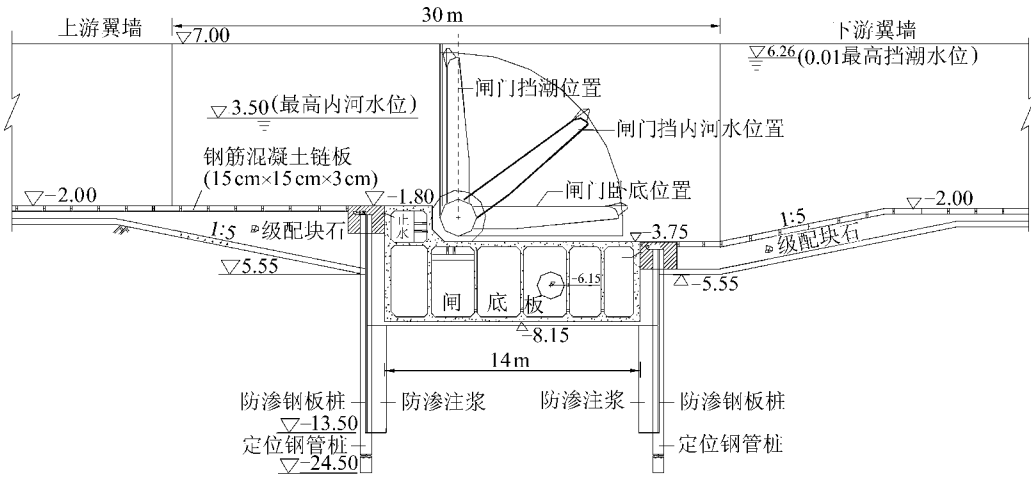


图 1 水闸结构横剖面

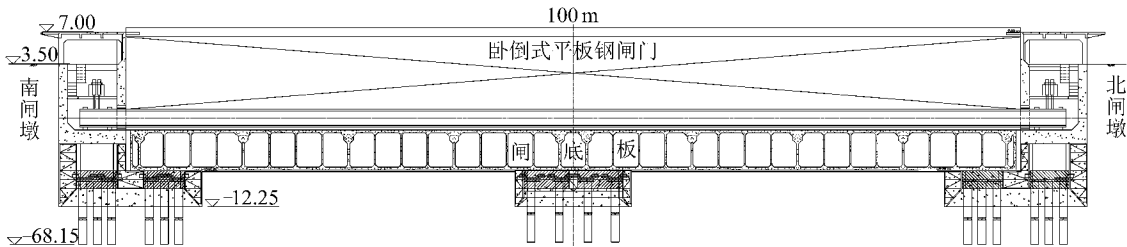


图 2 水闸结构纵剖面图

满足开敞无支撑的施工条件。工程施工过程中周边建筑物未发生结构影响,情况良好。预制钢壳沉井在船坞制造后浮运至现场沉放、浇注混凝土、下沉、沉桩、浇注启闭机房,闸墩顺利完成。闸底板在外高桥造船基地的船坞内预制,并安装完1000多t的闸门、底轴等主体金属结构件后,整体浮运至现场沉放,通过限位措施,沉放结果满足要求。

2.6 科学论证工程效益,提出合理可行的环境保护技术措施

工程建成后,从可以使苏州河东引西排和西引东排综合调水方案成为现实看,本设计可以有效改善苏州河及其下游支流水质,同时,能够按需要维持一定的苏州河水位以满足城市景观和两岸亲水要求,并在一定的时段内通过门顶溢流在苏州河上产生一个人工瀑布的景观。因此,设计论证的本工程的环境效益十分巨大;从为满足城市总体规划,提供拆除现有苏州河闸桥,实施地下隧道方案条件,满足上海市黄浦江北外滩的总体规划需要看,设计论证的本工程社会政治效益也非常明显;另外,从北外滩将与现外滩共同形成上海的经济金融中心,为上海带来更大的发展机遇看,设计论证的本工程经济效益将十分巨大。同时,设计针对施工期对周边环境、通航、疏浚对水质等环境影响进行评价,并提出了保护对策措施。

3 结 语

苏州河河口水闸工程采用一扇单孔净宽100m的翻板闸门作为挡水结构,防御千年一遇高潮,在国内外尚属首例。翻板闸门门叶采用竖向悬臂梁结

构,由底轴旋转直接驱动。使闸门孔口的宽度不再受梁高的制约,致使单扇闸门的宽度达百米之巨。该门型的研究成果是对挡水闸门设计的一种突破,目前,该门型已获国家实用新型专利。另外,该项目位于上海市苏州河河口、外滩风貌区,毗邻人民英雄纪念碑、外白渡桥、上海大厦和俄罗斯领事馆等重要保护建筑物,施工难度高、结构复杂,涉及专业多,而且,施工期要求不断航、不断流,因此,在研究过程中采用诸多开创性、超常规的设计思路,如:场外制作现场拼装的总体结构及施工方案、格构式U形地下连续墙基坑围护措施、水下设备30年免维修设计、100m超长轴的结构形式、节间连接、支承方式的研究、两岸百余米间启闭设备的同步控制等等。因此,该工程的设计和研究成果独特,具有创新性,技术水平国内领先。

随着近年来世界气温变暖,海平面不断上升以及各类灾难性气候的频发,给沿海城市和一些河口城市特别是那些重要的、特大型城市的城市防御体系带来了新的研究课题,如何使用有限的工程手段来保障城市的安全,已成为当务之急。根据发达国家(荷兰、英国、德国等)的研究结果和已建工程的经验,在河口处设闸是一个行之有效的工程措施。目前,我国已有多个城市和地区正在或即将开展这方面的工作。本工程的设计研究成果和完成的工程建设对此将具有非常好的借鉴意义和指导意义,尤其是在那些经济发达、人口稠密、景观要求较高的城市和地区更具现实意义。

(收稿日期 2007-01-15 编辑 熊水斌)

· 简讯 ·

河海大学“高土石坝应力变形分析理论与应用研究”项目通过教育部科技成果鉴定

2007年4月1日,教育部在北京组织并主持召开了河海大学“高土石坝应力变形分析理论与应用研究”项目的科技成果鉴定会。由河海大学殷宗泽教授领衔的项目组自1973年始就开展了土石坝非线性应力变形分析的研究,是国际上该领域开拓者之一。项目主要理论创新成果包括:提出了土体的椭圆-抛物双屈服面弹塑性本构模型,建立了一种有厚度的接触面单元,在真三轴仪试验研究基础上提出土体变形柔度矩阵应具有的性质;从虚位移原理和“节点领域”流量平衡关系建立比奥固结理论的有限元方程,提出了基于增量计算的心墙土石坝初次蓄水变形的分析方法,提出了用有效应力法与总应力法相结合分析水力劈裂的方法,提出了反映堆石体长期变形的椭圆-抛物双屈服面流变模型,运用Serff的等价结点力概念,改进了Taniguchi的地震永久变形计算方法。以上理论成果已广泛应用于我国高土石坝工程的设计研究(如已建的三峡二期围堰、小浪底土坝等)和在建或拟建的十几座200m和300m高土石坝,为解决工程中的关键性问题提供了依据,取得了显著的经济和社会效益。鉴定委员会一致认为:该项目成果系统地发展了土石坝应力变形分析理论,也是对土力学理论和高土石坝设计理论的贡献,具有重要的学术价值,所提出的新方法和新理论,促进了非线性有限元应力变形分析被纳入土石坝设计规范,成为目前我国高土石坝设计的重要手段,推动了我国这一研究领域的发展;该项目研究处在该领域的前沿,反映了我国土石坝应力变形分析的水平,总体上处于国际领先地位。

(本刊编辑部供稿)