

城市河道河口闸站工程设计优化分析

吴利华, 胡峥嵘, 颜凝香

(南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210022)

摘要: 以长江岸线南京下关滨江惠民河口闸站工程为例, 提出城市河口闸站的工程特点及技术难点, 对主体结构及衔接段优化, 满足水利功能要求; 同时结合景观、交通、周边环境等影响因素提出设计优化措施, 满足城市发展规划要求。

关键词: 城市河道; 河口闸站; 设计优化

中图分类号: TV66

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2016) 11-0035-04

Analysis of design optimization about urban river estuary gate station

WU Lihua, HU Zhengrong, YAN Ningxiang

(Nanjing Water Planning and Designing Institute Co., Ltd, Nanjing 210022, Jiangsu)

Abstract: Taking Huimin estuary gate station project of Yangtze River in Xiaguan, Nanjing as an example, the characteristics and technical difficulties of urban river estuary gate station are proposed. Optimization implementation of main structure and connection for meeting the requirements of the water conservancy project are developed. Considering the factors of landscape, traffic, and the surrounding environment, optimization design methods are established for suiting the principles of urban planning.

Key words: urban river; estuary gate station; design optimization

0 引言

城市水利工程中在开展河道整治的同时, 因防洪、蓄水及排水等功能要求, 需联合建设水闸及泵站, 即形成闸站工程。此类工程的优点是共同使用一个或几个结构物, 如翼墙、铺盖、边墩等, 相对于分散建设的总造价更低, 并且水闸与泵站运行后可集中管理^[1], 因此在水利工程中应用广泛。

实际工程中闸站工程一般选址于河道顺直段及河势相对稳定的河段, 使进闸和出闸水流较为均匀和平顺^[2]。但在特定条件下闸站工程需建于城市河道河口段, 汛期挡洪、排涝, 非汛期蓄水, 发挥多重功用。但相对其它河段, 河口接近河道交汇处, 水流条件复杂, 这对工程总体结构都存在

安全性影响。另一方面, 随着城市发展规划的推进, 在满足水利功能需求的前提下, 水工构筑物在景观提升、交通设施、施工影响等方面应同步完善。地形条件的制约、城市发展规划的要求导致了城市河道河口闸站工程设计难度越来越大, 且相关实践经验不足。

本文以长江岸线南京下关滨江段惠民河口闸站工程为例, 结合工程特点, 分析方案布置中的技术难点及优化方案, 总结设计经验以供同类工程参考。

1 工程简介

1.1 工程背景及内容

惠民河口闸站工程位于南京下关滨江岸线惠

收稿日期: 2016-08-24

作者简介: 吴利华 (1984-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事水利工程设计工作。

民河入江口,地处南京主城西北。原惠民河为入江外河,河口未设闸,河口处淤积严重,严重影响城市外貌。结合相关规划开展下关滨江环境综合整治工程,惠民河改造为内河,河口建泵站和节制闸以满足城市防洪和环境提升的需要。闸址下游为江边路桥,上游为入江口,闸(泵)室位置受此制约,最终确定闸(泵)室距离入江口 80 m,距离江边路 45 m。闸站位置示意图见图 1。

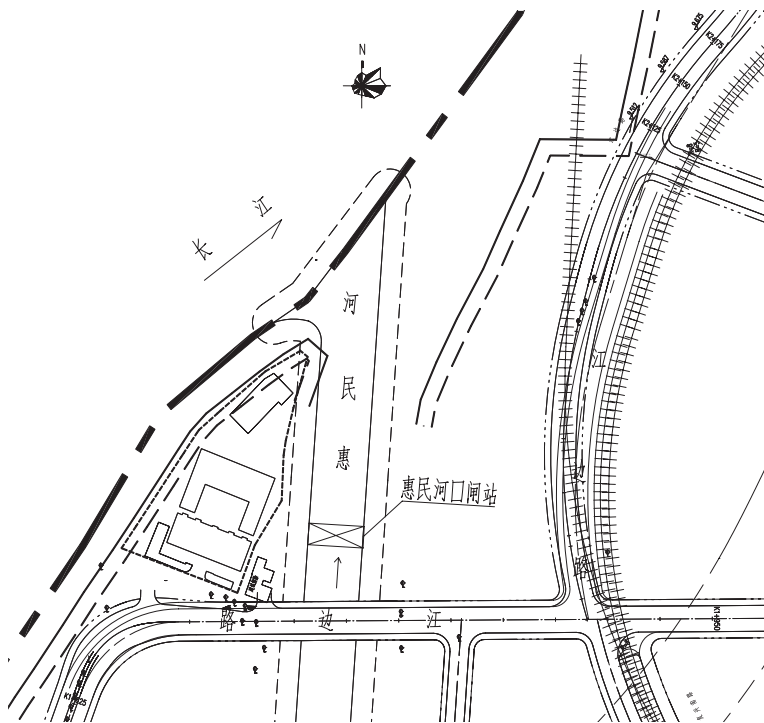


图 1 工程位置示意图

节制闸正对河道中心布置,泵室并列布置在节制闸的东侧。工程纵向全长 112.08 m。其中:闸(泵)室段长 22.0 m;长江侧依次为设钢筋混凝土消力池(长 15.0 m)、素混凝土海漫(长 30 m)、防冲槽(顶宽 6.0 m);惠民河侧依次为钢筋混凝土护坦(长 15.0 m)、素混凝土海漫(长 24.0 m)。垂直水流方向闸(泵)室部分总宽 36.4 m,其中闸室宽 23.6 m,两孔一联结构形式;泵室宽 12.8 m,四孔一联。节制闸配电、金属结构设备与泵站的配电管理房结合考虑,均布置在泵站管理区内。长江侧设置工作便桥沟通两岸,与两岸堤防形成封闭防洪圈。详见以图 2、图 3、图 4。

1.2 工程特点

泵站功能为城市排涝,设计流量为 $10 \text{ m}^3/\text{s}$,节制闸主要功能为挡洪和排水,排水流量约 $25 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

(1)内河常水位为 6.5 ~ 7.0 m,汛期长江水位高于内河水位时,关闸挡洪,同时运行泵站将雨水

由内河提升至长江,减轻内河的防汛压力。

(2)当汛期内河因降雨产生洪水且水位满足自排要求无需运行泵站时,可开闸行洪,尽快下泄上游来水。

(3)非汛期关闸蓄水,使内河保持景观水位 6.5 ~ 7.0 m。

2 工程技术难点

2.1 地形条件制约及总体方案布置不对称

本工程位于惠民河河口,闸站距离入江口 80 m,距离江边路 45 m,总体方案设计既要尽量避免上游道路对工程的干扰影响,又需考虑到下游水流条件的均匀顺畅。而左侧节制闸、右侧泵站的不对称结构布置方式也造成了两岸衔接段结构不对称,确保主体结构安全性的同时还要兼顾各部分结构物的协调性。

2.2 兼顾综合功能要求

本工程位于下关滨江岸线惠民河口上,是主城区唯一一段直接接触长江的城市岸线,除满足基本的水利功能、承担城市防洪要求外,同时还需要兼顾景观、交通功能,考虑工程对周边环境影响,提升工程综合功能水平,提升滨江城市形象。

3 优化设计分析

3.1 主体结构布置优化

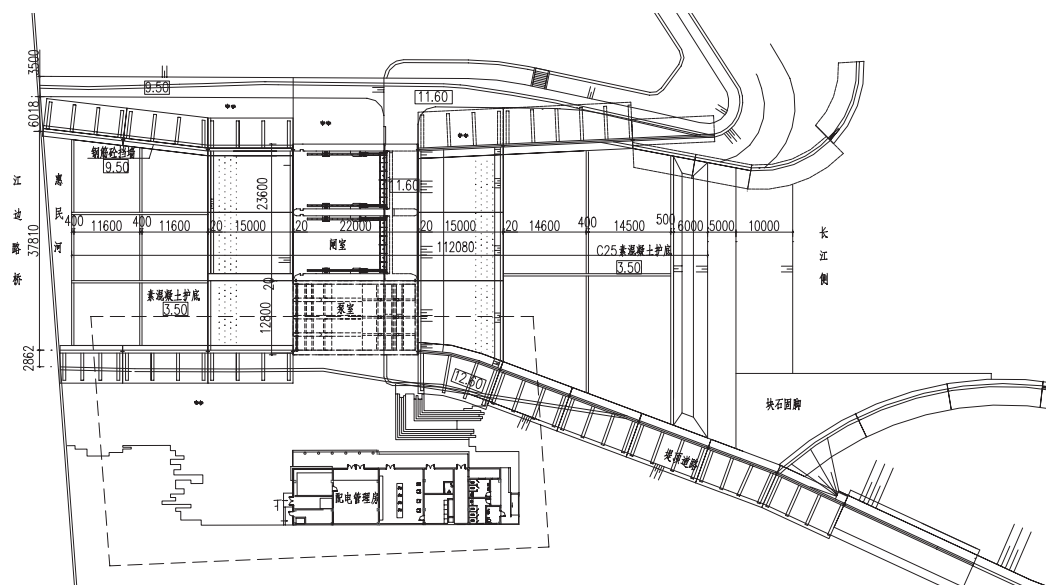


图 2 工程总平面布置图 (尺寸单位: mm)

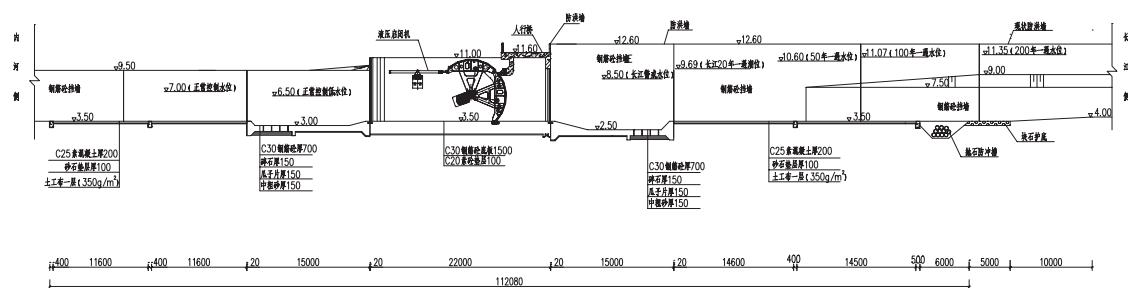


图 3 闸室纵向剖面图 (尺寸单位: mm)

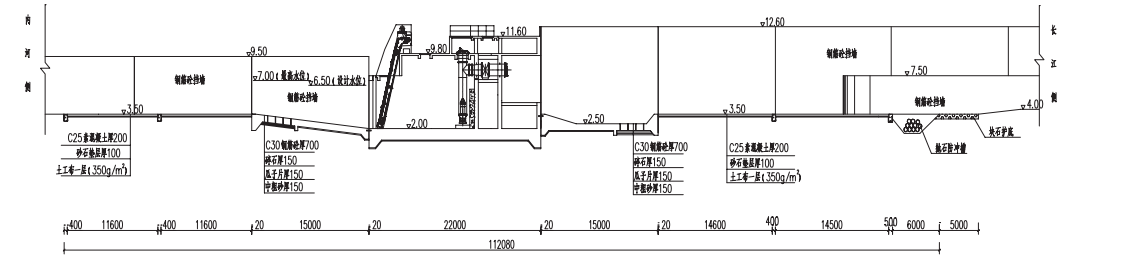


图 4 泵室纵向剖面图 (尺寸单位: mm)

水闸与泵站联合布置时,当垂直水流方向尺寸不超过经验范围,闸室与泵室常设计为共用一块底板的方案。但因水头高度要求使得闸室与泵室底板顶面高程通常存在高差。工程中常通过过渡段设倒角来协调。本工程中闸室与泵室两者高差为 1.5 m,如若采用倒角协调高差,过渡段连接处尺寸最厚可达 2 m,根据相关研究^[3],大体积水工混凝土浇筑后短期内水化温升过高,易造成严重的裂缝问题。水工构筑物底板、墩墙作为结构主体部分直接影响到工程使用寿命及性能,应预

防温度裂缝的出现。结合该问题最终优化为闸室与泵室间作分缝处理的方案,闸室边墩与泵室边墩间缝宽 20 mm,同时泵室与闸墩连接部位设 1 圈止水,包括两侧垂直止水(高程 3.30 m~顶部,距离闸墩两侧边距 200 mm,吴淞高程,下同),底部水平止水(高程 3.30 m)。闸泵分缝的布置方式,保证了结构间的相互独立,不仅有效地防止温度裂缝问题,同时对上部荷载传递导致的地基不均匀沉降也有好处。

3.2 下游衔接方式优化

工程主体结构距离入江口约 80 m, 为保证水流条件均匀顺畅, 消能防冲措施应在河口前完成。受地形条件的制约, 使得下游防洪墙的衔接方式直接影响到出流状况。泵室外侧与现状防洪墙相距较近, 施工条件允许新建防洪墙可直接沿原路线布置, 而闸室侧由于堤后不可拆迁, 沿原路线布防洪墙开挖会影响堤后范围。因此, 下游防洪墙的布置需结合水力条件与施工可行性共同分析确定。经各方案比选, 最终确定了闸室侧防洪墙向河道内侧前移 10 m, 经 52 m 长度衔接至现状堤线, 平面采用八字形的布置方式。该优化方案避免了常规设计中圆弧翼墙衔接至堤顶防洪墙的方式, 确保了防洪墙开挖在可实施的范围, 同时通过 5° 扩散角控制闸室下游在合理的出水流态范围。

3.3 闸门及启闭机设备的选型及优化

闸站主要功能为挡洪和排水, 非汛期蓄水为主, 水位差变化较大, 承受双向水头。由于工程位于惠民河入江河口处, 淤积状况严重, 卧倒门及底轴翻板门不适用, 直升门或弧形门具有承担双向较高水头的特点, 与本工程的使用功能不适宜。考虑到闸站位于滨江, 河道两岸为高档商务办公住宅区, 节制闸若采用直升门, 与周边环境不相适应。因此, 确定采用弧形门方案, 与周边景观相适应。但如采用传统的弧形闸门, 闸室上方需要设置较高的启闭机排架, 显然不够美观。因此, 对闸门型式布置进行了优化: 压缩闸门弧面半径, 降低支铰铰心位置, 配套 QHSY-2×320 kn/2×125 kn-5.8 m 液压启闭机, 启闭机采用后拉布置, 油缸卧式布置, 中铰支承在闸墩内侧面的牛腿上。

3.4 防洪与交通、检修功能兼顾

河口闸站工程本身应具备通行条件以沟通两岸堤防。结合防洪功能, 将防浪墙与交通桥巧妙结合, 同时兼顾检修功能。闸墩顶距离泵室顶有一定的高差, 经分析确定交通桥沿闸(泵)室下游侧齐平布置, 闸室侧人行桥结合防洪墙与胸墙布置, 采用整浇钢筋混凝土梁板结构, 桥面高出闸墩 0.6 m, 泵室顶板局面加高至桥面高程, 一侧预留检修孔, 一侧为交通廊道。交通桥下游侧边缘设置 150 mm 厚防浪墙, 并同两侧防洪墙衔接。交通桥结合防洪、检修功能的设计方式, 不仅避免重复建设, 简化结构形式, 同时实用美观, 达到良好的景观提升效果。

3.5 支护措施设计

城市水利工程实施时用地问题往往协调困难。本工程惠民河堤后左岸为军区用地, 右岸局部为

保护建筑。因此, 工程施工开挖时, 为避免对两岸造成影响需采取相应的支护措施。经方案比选分析^[4], 惠民河左岸采用 $\phi 1000$ 灌注桩与 $\phi 600$ 深搅桩结合的支护方式。其中, 灌注桩间距 1.2 m, 桩长 30 m, 共 98 根, 深搅桩套打, 桩与桩搭接 200 mm, 桩长 12 m, 共 294 根。施工时先将现状防洪墙拆除至墙后现状地坪高程, 再进行支护桩施工, 支护桩位置避开房屋, 待支护桩满足设计强度再进行基坑开挖。该措施保证周边建筑物免受影响, 取得了较好的支护效果。

4 结论

城市河口闸站具有防洪、排涝、交通景观等方面的功能, 设计及施工过程十分复杂, 需要综合考虑多方面影响。论文结合长江岸线南京下关滨江段惠民河口闸站工程进行研究, 形成以下结论:

(1) 城市河口闸站的建设, 能够有效地保证城市防洪、排涝等水利功能要求, 但地形条件的制约及城市发展规划加大了设计难度。

(2) 闸室与泵室底板高差较大时, 通过闸室与泵室分缝并做止水处理的方式, 有效避免大体积混凝土的温度裂缝问题。

(3) 左岸下游段防洪墙向河道内侧前移, 确保实施的可行性及水流条件的良好。

(4) 采用压缩闸门弧面半径, 降低支铰铰心位置的优化方案, 保证启闭功能要求的基础上提升滨江城市形象。

(5) 闸室与泵室顶部交通桥兼顾防洪、检修功能, 一体化设计方式可实现多重功能要求。

(6) 工程实施中采用灌注桩与深搅桩结合的支护措施, 避免对周围开挖的影响。

参考文献:

- [1] 陈宝华, 张世儒. 水闸 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [2] 江苏省水利勘测设计研究院有限公司. 中小型水利水电工程典型设计图集水闸分册 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [3] 朱伯芳. 大体积混凝土温度应力与温度控制 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [4] 冯微. 深基坑支护技术在水利工程中的应用 [D]. 南京: 河海大学, 2006.

(责任编辑: 王宏伟)