

河道水系调整工程建设方案的技术分析

徐 磊¹, 刘艳雯², 李 聪¹, 张亚倩³

(1. 无锡市水利设计研究院有限公司, 江苏 无锡 214000; 2. 江阴市水利工程有限公司, 江苏 无锡 214400;

3. 无锡太湖学院, 江苏 无锡 214400)

摘要:安桥浜是无锡市新吴区的一条重要引排河道,根据社会经济的发展及无锡市相关规划要求,其里河路至飞凤南路段河道需进行迁改。分析论证表明:河道局部段迁改建设符合相关规划,河道过流能力满足区域排涝要求;工程设计中对新建护岸阶梯式生态框、钢筋混凝土以及木桩3种护岸形式进行了比选,比选后采用的护岸形式既经济科学又注重土地资源的合理使用。建成后的河道彰显了苏南水乡的美丽河流特色。

关键词:河道调整; 建设方案; 护岸比选

中图分类号:TV861

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2024)06-0054-0004

Technical analysis of river system adjustment engineering construction scheme

XU Lei¹, LIU Yanwen², LI Cong¹, ZHANG Yaqian³

(1. Wuxi Water Conservancy Design and Research Institute Co., Ltd., Wuxi 214000, China;

2. Jiangyin Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Wuxi 214400, China;

3. Wuxi Taihu College, Wuxi 214400, China)

Abstract: Anqiao River is an important diversion and drainage river in Xinwu District of Wuxi City. According to the social and economic development and the relevant planning requirements of Wuxi City, the river from Lihe Road to Feifeng South road section needs to be relocated. Analysis and demonstration show that the partial relocation and reconstruction of the river section conforms to the relevant planning. The river's flow capacity meets the regional drainage requirements. This article compares and selects three types of embankment forms: stepped ecological boxes, reinforced concrete, and wooden piles. The chosen embankment form is both economically efficient and considers the rational use of land resources. Additionally, the completed river will meet the requirements for beautiful rivers and lakes.

Key words: river adjustment; construction scheme; embankment comparison and selection

1 基本概况

安桥浜是无锡市新吴区一条4级河道,在硕放街道境内,起于望虞河,迄于徐塘桥河,现状长度3.68 km,与望虞河交汇处建设有安桥浜闸站,为河道主要排涝口门建筑物。安桥浜里河路至飞凤南路段与道路建设、地块开发有交集,且现状河道岸

坡环境较差,与“美丽新吴”宜居城市建设的要求不适应。根据《无锡市区水系专项规划》、《无锡市新吴区水系详细性规划》(2016—2020年)、《无锡空港经济开发区(硕放街道)水系规划》等规划将安桥浜里河路南侧段河道进行迁移改道,满足社会经济的发展要求。

安桥浜为新吴区的一条主要引排河道,按规划

收稿日期: 2024-04-09

作者简介: 徐磊(1991—),男,工程师,硕士,主要从事水利工程设计和建设工作。E-mail:452145607@qq.com

调整后的河道建设首先需满足区域内防洪、排涝要求。其次,近几年,无锡市委、市政府提出了美丽河湖建设,更好地满足人民日益增长的优美水生态环境需求,打造最美河湖水域岸线,充分彰显“水韵无锡”之美,筑牢美丽无锡生态基底,着力解决河湖水域岸线突出问题,优化河湖公共基础设施布局,全面提升河湖水域岸线生态环境、景观绿化、人文底蕴、形象秩序水平,打造美丽河湖“无锡样板”,展现美丽河湖“无锡形象”,不断提升人民群众对河湖环境的满意度、获得感和幸福感^[1-2]。因此迁移改道调整后的河道必须按无锡市委、市政府的要求进行,努力建成美丽河湖。

2 工程布置方案

2.1 平面布置方案

根据《无锡市新区水系详细性规划》(2016—2020年),安桥浜规划底高程0.5 m(吴淞高程,下同),规划河底宽度7 m,规划河口宽度25 m。自里河路起开始在高压线控制走廊与地块红线之间进行新开河道,确保土地可利用程度的最大化。考虑避让现状农用地,在河道新开约200 m后略向东偏移,至飞凤南路后折向东新开河道至飞凤南路老河桥洞。新开河道长度约720 m,加上与老河道的连接段,建设长度970 m。通过河道的过渡,减轻了高压线控制走廊对土地开发利用的影响

2.2 河道断面方案

2.2.1 新建护岸断面比选

本工程由于靠近高压线,从施工安全角度不考虑使用直接打混凝土预制桩作为护岸的形式。仿木桩护岸易变形、岸线平整度不易控制,浆砌块石护岸建设中块石采购运输较为困难,因此这两种方案也不考虑使用。部分生态护岸如舒布洛克护岸,由于需要使用锚杆,施工质量难以控制,加上无锡地区以前出现过大面积坍塌的事故,因此也不考虑此种护岸形式。从本工程地勘土质情况、工程区场地建设条件及美丽河湖建设要求等角度综合考虑,对使用阶梯式生态框的生态护岸形式、传统的钢筋混凝土护岸以及木桩护岸3种形式进行比选,3种护

岸形式基本特征见表1。

(1)阶梯式生态框为预制定型产品,生态框表面镂空,可作景观效果处理。施工时内部填充石材、土体、沙袋等,起到防护作用的同时,可生长植被,保持水体交流。此种护岸形式依靠自身重力能维持护岸稳定,稳定性较好^[3-4]。

(2)钢筋混凝土护岸也是非常成熟的护岸形式,优点是安全性好,缺点是生态性较差。考虑到钢筋混凝土的生态景观性较差,也可以使用化妆模板在护岸临水侧勾凸缝,提高护岸的景观效果,但造价偏高。

(3)木桩护岸优点:一是经济、实用,而且对周边环境的影响较小。二是生态。桩与桩之间的空隙使水体与墙后土体有充分的接触,维持了河岸的生态环境。缺点是高度受控制,如要增加高度,投资增加比较大。在水位变化区木桩比较容易腐烂。

经过比选,阶梯式生态框护岸较钢筋混凝土护岸投资省,且生态性、稳定性好,本工程拟使用阶梯式生态框护岸。

2.2.2 护岸断面方案

根据《无锡市新区水系详细性规划》(2016—2020年)的河道安桥浜河道断面要求,安桥浜规划底高程0.5 m,河底宽度7 m,河口宽度25 m,规划边坡坡比1:2.5。此次安桥浜改道段新开河道河底高程0.5 m,河底宽度7 m,河口宽度25 m,边坡坡比1:2.5。新开河道断面见图1。

安桥浜岸坡顶高程按6.0 m控制。在高程2.5~4.5 m建设生态护岸,护岸后布置压顶,压顶顶高程4.75 m,上设栏杆,压顶后设置1 m宽平台,然后以1:2.5斜坡放坡至6.0 m后设置3 m平台,再以1:2.5坡度顺接至现状地面。压顶后侧平台及斜坡上种植草皮,与周边道路衔接。充分考虑工程的亲水、生态及绿化美化的效果。

3 防洪、排涝影响分析验算

3.1 防洪影响

根据《堤防工程设计规范》(GB50286—2013),堤防顶高程计算公式为

表1 护岸形式基本特性

序号	护岸形式	优点	缺点	造价/(元/m)
1	阶梯式生态框护岸	稳定性及景观效果较好	对河道转弯半径要求较高	6 500~7 000
2	钢筋混凝土护岸	稳定性好、技术成熟	生态景观性差	8 000
3	木桩护岸	经济、实用,生态性好	高度受控制,水位变化区容易腐烂	2 500

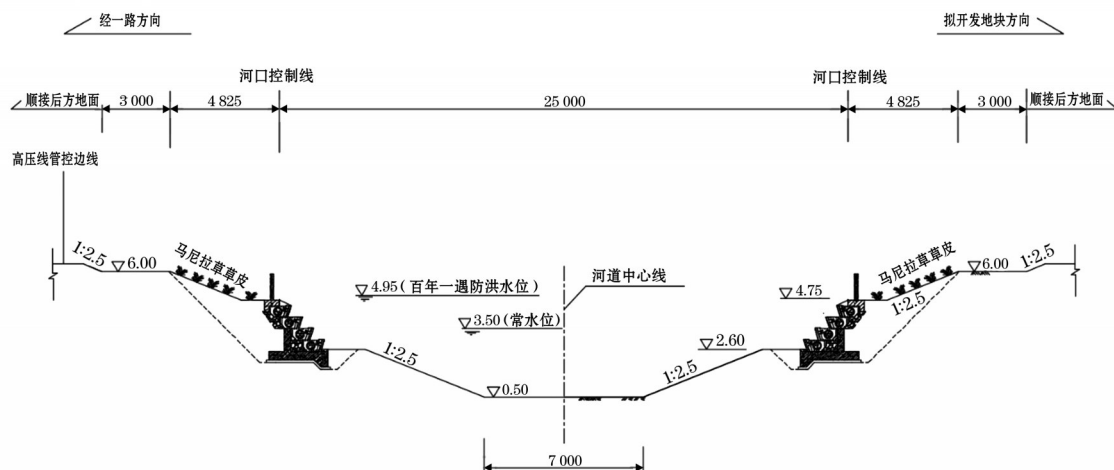


图1 新开河道断面

$$Z = Z_p + A + R + e \quad (1)$$

式中: Z 为堤顶高程; Z_p 为防洪设计水位; A 为安全超高; R 为设计波浪爬高; e 为设计风壅高度。

按照《无锡市城市防洪规划报告》(2017—2035年),新区片环鸿东路以西防洪标准为100年一遇,相应的水位为4.95 m。按3级堤防安全超高按0.7 m计算,安桥浜为内河河道,水流整体平缓,流速较小,因此波浪爬高与风壅水面高度合计按0.1 m计算。防洪设计水位与安全超高、波浪爬高与风壅水面高度之和为5.75 m。工程所在区域平面地面高程大部份在6.0 m左右,因此岸坡顶高程取为6.0 m,可以满足防洪要求。

3.2 排涝影响

3.2.1 河道过流能力验算

根据《无锡市新区水系详细性规划》(2016—2020年)确定的河道断面方案,按照河道防洪设计水位4.95 m计算,河道过水断面面积约为76 m²。根据《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288—2018),安桥浜河道的不冲流速取为0.7 m/s,则河道可过流流量为53.2 m³/s。

安桥浜口门节制闸闸门在不同闸门开度时的流量计算如下:

当 $e/H \leq 0.65$ 时为闸孔出流:

$$Q = \sigma_e u B e \sqrt{2gH_0} \quad (2)$$

式中: Q 为过闸流量; H_0 为计入行近流速水头的堰上水深; B 为闸门总净宽; e 为闸孔开度; u 为流量系数; H 为闸前水头; g 为重力加速度,可采用9.81; σ_e 为孔流淹没系数,当下游水深大于收缩断面水深的共轭水深,闸孔为淹没出流,按《水闸设计规范》(SL265—2016)表A.0.3-2查得。

当 $e/H > 0.65$ 时为堰流:

$$Q = \sigma \varepsilon_2 m B \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (3)$$

式中: σ 为堰流淹没系数; ε_2 为闸门的垂直收缩系数; m 为堰流流量系数,可采用0.385。

经过计算,安桥浜内河侧水位为4.95 m时,河道可过水流量为53.2 m³/s,而安桥浜望虞河口门处的安桥浜闸站水泵设计流量为10.5 m³/s。安桥浜闸站在安桥浜水位为4.95 m,望虞河水位为常水位3.10 m时,闸门过闸流量为49.31 m³/s,河道可过水流量远大于闸站的水泵设计流量,也大于水闸的过闸流量,因此可满足汛期排涝要求。

3.2.2 河道迁移改建后水头损失验算

使用以下2种工况计算分析河道水头损失,工况1为使用安桥浜闸站水闸泄洪且内河侧水位为4.95 m,工况2为使用安桥浜闸站水泵抽排且内河侧水位为4.95 m。工况1安桥浜新、老河道流速为0.65 m/s,工况2安桥浜新、老河道流速为0.14 m/s。

沿程水头损失的计算公式为:

$$h_f = \lambda L / (4R) \times v^2 / (2g) \quad (4)$$

$$\lambda = 8g / C^2 \quad (5)$$

式中: λ 为沿程阻力系数,计算为0.035; L 为河道长度; R 为水力半径,计算为2.8 m; v 为河道流速,m/s; C 为谢才系数,m^{1/2}/s。

经计算,工况1新河道沿程水头损失为49 mm,老河道沿程水头损失为40 mm。工况2新河道沿程水头损失为2.3 mm,工况2老河道沿程水头损失为1.8 mm。

本次调整后河道采用2个近似90°的转弯段,对水流有一定阻力,因此必须对局部阻力进行分析。

本次计算采用《水力计算手册》(第二版)弯道的局部损失公式为

$$h_j = 0.05 \left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g} \right) \quad (6)$$

式中, v_1 、 v_2 为急弯两端断面的平均流速。

经计算,工况1新河道局部水头损失为4.5 mm,工况2新河道局部水头损失为2 mm。

综合考虑沿程水头损失和局部水头损失,工况1新河道较老河道新增的水头损失为13.5 mm,工况2新河道较老河道新增的水头损失为2.5 mm,新增水头损失不大,对防洪、排涝基本无影响。

4 结 语

安桥浜迁移改建工程于2022年10月前完成工程设计,2023年1月正式开始施工,至同年5月完工。经

历汛期防洪排涝的运行,防洪排涝符合设计要求。阶梯式生态框新颖的断面形式,加上两侧草坪绿化的配套,河道与周边环境相互融合,水清、河畅、岸绿、景美,得到了沿线领导和群众的赞扬和肯定。

参考文献:

- [1] 华烨,常露,宋伟新. 深入推进无锡市美丽河湖建设的实践与思考[J]. 水资源开发与管理, 2023, 9(9): 47-52.
- [2] 施桢炜,袁萍,王浩渊,等. 锡山全域幸福河湖建设实践与思考[J]. 中国水利, 2022(8): 56-57.
- [3] 李新仕. 阶梯式生态框在建设生态护岸中的应用[J]. 水利科技, 2023(4): 46-48.
- [4] 施红兵,张宇亮,王涛. 阶梯式生态框挡墙在南通中创区水系整治中的应用[J]. 江苏水利, 2020(1): 27-30.

(上接第53页)

钢筒体变形的变化规律相似,最大变形均出现在筒体底部,且筒体内水位越低,筒体最大变形越大。当工况1低水位时,材料2的筒体最大变形位移为169.75 mm;工况3高水位时,材料2的筒体最大变形位移为111.64 mm,因材料2高密度聚乙烯的弹性模量远小于玻璃钢,其变形较材料1玻璃钢大,是材料1玻璃钢筒体的2.6~3.2倍。推荐大筒径地埋式一体化预制泵站的筒体材料为玻璃钢。

3 结 论

(1)筒体的应力主要受筒体外地下水浮力控制,不同运行工况时筒体的最大应力均位于筒体与底部交接处,且水位越低,筒体最大应力越大,最大应变也越大。

(2)相同工况时,筒体最大变形位移均随着筒体壁厚的增大而减小;相同壁厚方案时,随着筒体内水位的增加而筒体最大变形位移逐渐减小。

(3)高密度聚乙烯与玻璃钢加工制作的筒体的最大应力及应变均随着筒内水位的升高而减小,最大应力所在位置均为筒体与底部交接位置,两种材料筒体变形的变化规律相似,最大变形均出现在筒体底部。在相同壁厚时建议优先采用玻璃钢材质。

参考文献:

- [1] 王盼,施建业,张闻,等. 一体化泵站自清洁流动特性研究及优化[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(2): 124-130.

- [2] 胡凯. 一体化预制泵站的自清洁[J]. 通用机械, 2019(11): 15-17.
- [3] WANG K, HU J B, LIU H L, et al. Research on the deposition characteristics of integrated prefabricated pumping station[J]. Symmetry, 2020, 12(5): 760.
- [4] 蒋红樱,李尚红,周春峰,等. 一体化泵站流动特性数值模拟分析[J]. 江苏水利, 2020(2): 56-60.
- [5] 杨雷,李方玉,赵江. 一体化预制泵站的流体分析[J]. 机械制造, 2023, 61(11): 39-42, 53.
- [6] 李清,康灿,孟祥岩,等. 大流量工况下预制泵站内部流动特征[J]. 水利水电技术, 2018, 49(3): 83-88.
- [7] 夏瑞超,刘厚林,张子旭,等. 基于DPM和RSM的一体化预制泵站结构优化[J]. 流体机械, 2021, 49(5): 33-40.
- [8] 胡凯,周跃,陈晶晶. 一体化预制泵站有效容积的优化设计[J]. 通用机械, 2016(3): 77-79.
- [9] 张子旭,王凯,陈昆,等. 不同运行方式对一体化预制泵站流动特性和筒体强度的影响[J]. 中国农村水利水电, 2019(4): 162-167, 171.
- [10] 冯俊豪. 一体化泵站泵坑设计及流动数值分析[J]. 中国给水排水, 2016, 32(21): 108-110.
- [11] 彭安群,牟乃景. 基于智慧排水理念的SPS智慧型一体化预制泵站[J]. 通用机械, 2020(9): 49-52.
- [12] 祝雅杰,何智才,杜晓冻,等. 基于工业互联网的一体化泵站智慧运管系统[J]. 中国给水排水, 2020, 36(22): 164-168.
- [13] 陆轶,杨雷,牟天伟. 一体化干式预制泵站的检测[J]. 机械制造, 2021, 59(4): 63-64, 70.