

京杭大运河无锡段护岸加固及断面设计研究

连博¹ 吴延胜²

1. 上海友为工程设计有限公司; 2. 杭州水立科技有限公司

摘要: 护岸加固是保护河岸、湖岸、海岸等水域边界的重要措施, 进行护岸加固工程不仅可以保护人类居住区、农田和基础设施免受洪水、海浪和岸滩侵蚀的威胁, 还有助于维持水域生态系统的平衡和多样性, 因此具有重要意义。本文根据对京杭大运河无锡段现状护岸的结构型式、破损程度、岸后空间分布等情况的分析, 提出了针对性加固的护岸方案。同时, 针对堤顶加高的需求, 研究根据具体情况提出了挡墙上加高方案、护岸结构加高方案和结合绿带新建二级防浪墙方案。研究成果可为相关工程提供参考。

关键词: 京杭大运河; 护岸加固; 断面设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.104

一、工程概况

护岸加固是保护河岸、湖岸、海岸等水域边界的重要措施^{[1]-[5]}, 进行护岸加固工程不仅可以保护人类居住区、农田和基础设施免受洪水、海浪和岸滩侵蚀的威胁, 还有助于维持水域生态系统的平衡和多样性, 因此具有重要意义^{[6]-[10]}。京杭大运河无锡段全长约41.5km, 从东向西穿过无锡市新吴区、滨湖区、梁溪区、惠山区。作为京杭运河唯一一段穿越城市市区的河道, 对沿岸经济发展起到了巨大的作用。然而由于自然条件的变化, 降雨量暴增, 给运河堤防带来的压力愈发的严峻。2015年和2016年的汛期, 运河水位更是上涨到了接近堤岸顶部, 沿线地区防洪压力明显。因此本文以该段堤防加固工程为例, 根据对现状护岸的结构型式、破损程度、岸后空间分布等情况的分析, 并借鉴了航道“四改三”工程和苏州段加固达标的成功经验, 提出了针对性加固的护岸方案, 并得到较好的应用, 研究成果可为相关工程提供参考。

二、堤防断面设计

本次京杭大运河无锡段堤防加固工程以防洪为基本功能, 在充分利用现有护岸、周边已建设施前提下, 根据沿线河段的不同情况, 因地制宜分类进行断面设计。结合前述推荐的加高加固方案, 对全线达标断面进行梳理, 总体上采用(型式I)老挡墙加固+堤顶加高、(型式II)现状挡墙+堤顶加高、(型式III)新建挡墙+堤顶加高、(型式IV)钢板桩加固+堤顶加高4种类型堤

防加固方式, 具体再根据现有堤防结构型式以及沿线地形、岸后情况进行堤防断面的划分。

(一) 老挡墙加固+堤顶加高

本类方案为老挡墙加固+堤顶加高方案, 其中桩基采用预制方桩, 适用于现状护岸破损严重、稳定性不足以及“四改三”未加固的堤段。若岸后具备填筑堤防空间且现状无防汛通道, 结合老挡墙加固增设防洪墙并填筑堤防作为防汛通道; 若周边有市政道路可兼做防汛通道, 则对老挡墙加固处理, 并于岸后新建二级防浪墙以满足防洪高程要求。若堤后为企业岸段或房屋密集, 结合老挡墙加固墙顶增设防洪墙。若岸后为码头段, 结合老挡墙加固墙顶增设可移动防洪墙。根据具体加固型式的不同, 本类型分为型式I-1、I-2、I-3、I-4、I-5、I-6六种具体断面结构。

型式I-1的挡墙现状为浆砌石结构, 在“四改三”未进行改造, 破损较严重。采用C30的250mm×250mm预制方桩加固方案, 桩长8m, 间距0.8m, 在老挡墙前打钢筋砼预制方桩, 浇水下砼出水面形成平台。考虑打桩时需避开现状挡墙前趾, 下部平台宽度定为1.3m, 上部通过锚筋将覆面砼与老挡墙连为整体, 墙顶高程恢复至5.50m。结合老墙加固在其上部新建石材防浪墙, 墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。墙后现状无防汛通道, 且具备填筑堤防空间, 填筑堤防至设计堤顶路面高程5.50m, 堤顶宽度为8m, 其中布置4m宽防汛通道+4m绿化, 自堤顶内侧以1:3的坡比接至现状地面。图1为型式I-1断面结构图。对于型式I-2断面结构, 结构主要差别在于岸后为核心城区岸段, 可利用临近市政道路兼做防汛通道。根据断面设计原则, 从有利于运河沿线水文化、水景观的整体打造, 降低对陆域现状景观或绿化廊道不利影响、节约用地等方面考虑, 在现状护岸与市政道路之间绿色廊道区域新建二级景观实体防浪墙, 墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。对于型式I-3和型式I-4, 结构墙体加固方案与型式I-1基本相同, 因此设计图未列出。型式I-3主要差别在于在现状护岸与市政道路之间绿色廊道区域新建二级防浪墙的型式有所区别, 采用透明防浪墙, 墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。型式I-4岸后主要为码头段, 采用移动防浪墙的方案。另一方面, 型式I-5在惠山区部

分岸段挡墙已加高至6.20m。根据断面设计原则,考虑岸后紧邻道路和房屋,无设置二级墙的条件,因此,本设计在现状墙顶设置透明防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50m。对于最后的型式I-6,结构加固方案与型式I-1基本相同,主要差别在于新吴区西岸部分岸段岸后有高填土景观造型。当岸后地形顶高程 $\geq 6.50\text{m}$ 防汛高程时,仅对挡墙进行加固不再进行堤顶加高。当岸后地形顶高程 $< 6.50\text{m}$ 时,按照前述加高方式分段选取进行加高。

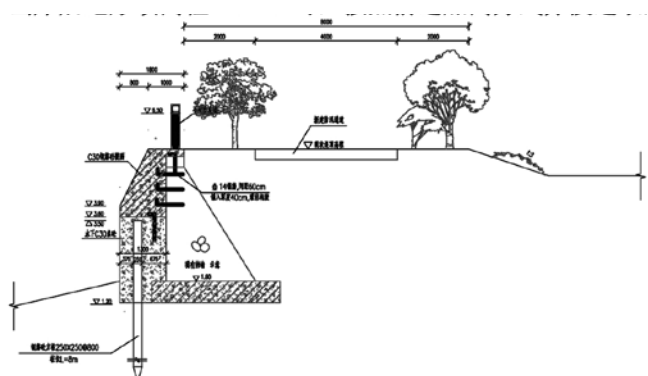


图1 型式I-1断面结构图

(二) 现状挡墙+堤顶加高(型式II)

本类方案为现状挡墙+堤顶加高方案,适用于现状护岸结构基本完好可直接利用的堤段。若岸后具备填筑堤防空间且现状无防汛通道,于岸后增设二级防浪墙并填筑堤防兼做防汛通道;若岸后有市政道路可兼做防汛通道,则于岸后适合位置新建二级防浪墙以满足防洪高程要求。若岸后为采用永久性防洪墙加高后对现状运营和生产造成不便的特殊岸段,如码头段,采用移动防汛墙的方案。根据具体加固型式不同,本类型分为型式II-1、II-2、II-3、II-4、II-5、II-6六种具体断面结构。

型式II-1挡墙现状结构完好,墙顶高程约5.50m。墙后现状无防汛通道,且具备填筑堤防空间,为合理控制征地,紧邻现状挡墙新建防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m,填筑堤防至设计堤顶路面高程5.50m,堤顶宽度为8m,其中布置4m宽防汛通道+4m绿化,自堤顶内侧以1:3的坡比接至现状地面,如图3所示。型式II-2墙顶高程约5.50m,与型式II-1主要差别在于岸后为核心城区岸段,可利用临近市政道路兼做防汛通道。该断面仅需在现状护岸与市政道路之间绿色廊道区域新建二级景观实体防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。型式II-3断面适用于核心城区局部岸段,挡墙现状结构完好,墙顶高程约5.50m,后

方紧邻人行步道及市政道路,二级防浪墙布置的空间受限制,故该段拆除现状护岸结构顶部的镂空栏杆,墙顶加设二级透明防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m,以满足防洪高程的要求。型式II-4、II-5、II-6断面适用于核心城区局部岸段,挡墙现状结构完好,墙顶高程约5.50m,与前三者设计思路相似,因此未列出。其中型式II-4与II-2主要差别在于在现状护岸与市政道路之间绿色廊道区域新建二级防浪墙的型式有所区别,采用透明防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。型式II-5考虑到景观、通行等要求但不宜设置永久性的二级防浪墙进行加高,这类岸段可采用翻板门防洪墙,闸门顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。型式II-6的断面挡墙现状结构完好,墙顶高程约5.50m,岸后主要为码头段,采用移动防浪墙的方案。

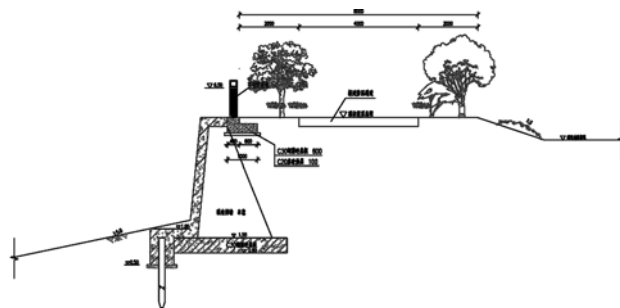
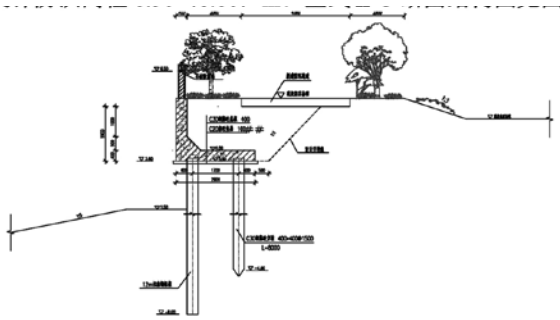


图2 型式II-1断面结构图

(三) 新建挡墙+堤顶加高(型式III)

本类方案为新建挡墙+堤顶加高方案,本方案适用于:现状护岸破损严重难以修复且现场具备拆建条件的堤段、局部现状没有护岸的堤段,新建高桩承台钢筋砼挡墙以满足防洪要求。根据具体加固型式不同,本类型分为型式III-1、III-2两种具体断面结构。

型式III-1断面特性如下。新建挡墙顶高程5.50m,墙身厚400mm,底板顶高程3.60m,底板厚400mm,底板宽2900mm。基础采用“前钢板桩+后方桩”基础形式,拉伸钢板桩桩长12m,密排布置,方桩规格为250mm \times 250mm,桩长8m,间距1.5m。墙顶上部采用石材防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m,墙后现状无防汛通道,且具备填筑堤防空间,填筑堤防至堤顶路面高程5.50m,堤顶宽度8m,其中布置4m宽防汛通道+4m绿化,自堤顶内侧以1:3的坡比接至现状地面。而对于型式III-2,本断面新建钢筋砼防浪墙方案与型式III-1基本相同,区别在于岸后为码头段,采用移动防浪墙的方案,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。型式III-2断面结构图见图3。



(四) 板桩加固+堤顶加高(型式IV)

本类方案为钢板桩加固+堤顶加高方案,本方案适用于现状护岸堤前淘刷严重岸段和现状护岸破损严重且堤后紧邻大中型企业、房屋,距河口较近拆迁难度较大的岸段,根据具体加固型式不同,本类型分为型式IV-1、IV-2、IV-3三种具体断面结构。

型式IV-1挡墙现状主要为浆砌石结构,墙前淘刷、墙体破坏较严重。采用拉伸钢板桩加固方案,桩长12m,密排布置,考虑打桩时需避开现状挡墙前趾。为保持与周边结构立面的一致性,上部通过锚筋将覆面砼与老挡墙连为整体,墙顶高程恢复至5.50m。结合老墙加固在其上部新建石材防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。墙后现状无防汛通道,且具备填筑堤防空间,填筑堤防至设计堤顶路面高程5.50m,堤顶宽度为8m,其中布置4m宽防汛通道+4m绿化,自堤顶内侧以1:3的坡比接至现状地面。设计图见图4。相比之下,型式IV-2主要差别在于墙后现状已有市政道路可兼作防汛通道,该断面在新建护岸与市政道路之间绿色廊道区域新建二级景观实体防浪墙,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m。对于型式IV-3和型式IV-4结构现状及墙体加固方案与型式IV-1基本相同,因此未列出。前者主要区别在于岸后为码头段,采用移动防浪墙的方案,墙顶高程为设计防洪高程6.50(6.60)m,后者在于新吴区西岸部分岸段岸后有高填土景观造型。当岸后地形顶高程 $\geq 6.50\text{m}$ 防汛高程时,仅对挡墙进行加固不再进行堤顶加高。当岸后地形顶高程 $< 6.50\text{m}$ 时,按照前述加高方式分段选取进行加高。

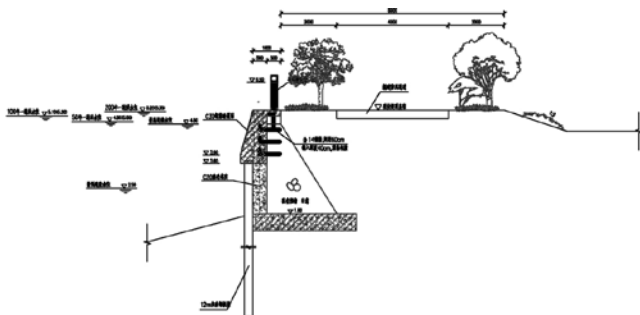


图4 型式IV-1断面结构图

结论

(1) 护岸加固方案的选择应综合考虑结构型式、破损程度和岸后空间分布等因素。贴壁加固适用于结构型式较为完好、仅存在局部破损的护岸;新(拆)建护岸适用于结构严重破损、无法修复的护岸;钢板桩加固适用于需要加强整体稳定性和抵御冲击力的护岸。

(2) 堤顶加高方案的选择应考虑岸后空间利用、经济性和项目推进难度等因素。挡墙上加高方案适用于岸后空间有限且有建筑物、工厂等存在的岸段;护岸结构加高方案适用于具备筑堤空间且无防汛通道的岸段;结合绿带新建二级防浪墙方案适用于岸后景观绿化完好、可利用且临近市政道路的核心城区岸段。

参考文献

- [1] 顾雷. 基于混凝土桩板护岸技术的河道边坡加固方法研究[J]. 水利技术监督, 2023(03): 164-167.
 - [2] 马骥腾. 预制生态护岸病害成因分析及加固方案探讨[J]. 治淮, 2023(03): 27-29.
 - [3] 陈忠, 付建利, 陈怡宁. 某河道堤防及护岸加固中施工导流设计技术研究[J]. 地下水, 2022, 44(06): 266-268.
 - [4] 梁绍光. 小型河道疏浚加固治理中的清淤护岸技术应用[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(10): 136-139.
 - [5] 曹新福. 南城县芦河水黄狮渡河段土堤加固与护岸设计分析[J]. 陕西水利, 2022(06): 75-77+81.
 - [6] 刘永利, 张家鑫, 邵光辉. 波浪桩在生态修复护岸加固工程中的应用[J]. 山东水利, 2022(03): 26-28.
 - [7] 李亮亮. 松木桩作为基础加固结构在护岸工程中的应用及结构计算[J]. 珠江水运, 2021(14): 59-61.
 - [8] 田丽英. 灌注桩结合短桩技术在河内河道护岸加固中的应用[J]. 中国水运(下半月), 2019, 19(06): 117-118.
 - [9] 许春虎, 陈永辉, 石刚传. 加固护岸板桩土压力计算模型研究[J]. 水电能源科学, 2016, 34(09): 157-160+130.
 - [10] 郑红. 长螺旋钻孔混凝土灌注桩护岸加固设计[J]. 东北水利水电, 2016, 34(01): 8-9+24.
- 作者简介: 连博, 1990年5月, 男, 汉, 江西省南城人, 中级工程师, 学士学位, 研究方向: 水利设计。