

水环境治理工程中堤岸防护设计探讨

Discussion on the Design of Embankment Protection in Water Environment Treatment Projects

汪新明

Xinming Wang

南京市市政设计研究院有限责任公司 中国·江苏南京 210008

Nanjing Municipal Design and Research Institute Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210008, China

摘要: 河道堤岸防护是水环境治理工程中的重要内容。随着水环境治理工程越来越多,在工程实施时,往往会遇到河湖整治、岸坡治理、边坡防护等项目。为了保证人们的生命财产安全,河湖堤防安全显得尤其重要。由于堤岸工程具有较高的技术要求,需要相关人员提高专业技术水平、掌握先进工艺,从而达到工程整体效果。论文将对堤防设计原则、护岸、护脚类型做简要介绍,并结合某案例简述堤岸防护设计要点,为类似工程提供了借鉴经验。

Abstract: The protection of river embankments is an important part of water environment management engineering. With the increasing number of water environment management projects, projects such as river and lake regulation, bank slope regulation and slope protection are often encountered during the implementation of these projects. In order to ensure the safety of people's lives and property, the safety of river and lake embankments is particularly important. This paper will briefly introduce the principles of embankment design, bank protection, and foot protection types, and briefly describe the key points of embankment protection design based on a certain case, providing reference experience for similar projects.

关键词: 水环境治理; 堤岸防护; 抗渗设计

Keywords: water environment treatment; embankment protection; impermeability design

DOI: 10.12346/etr.v5i12.8894

1 引言

随着国家和人民对生态环境的重视,近年来水环境治理工程越来越多。而在水环境治理工程中,往往会遇到河湖整治、岸坡治理、边坡防护等分项工程。为了保证人们的生命财产安全,河湖堤防安全的重要性不言而喻。

在实施时,很多工程师往往对堤防构造及应对方法了解不深,为后期堤防工程埋下安全隐患。论文对堤防设计原则、护岸、护脚类型做简要介绍,并结合某案例简述堤岸防护设计要点,为在水环境治理工程中遇到类似问题的同仁提供借鉴。

2 设计原则

堤岸线的布置与护岸结构形式选择,应在河道过水断面满足设计洪水安全通过的前提下,根据城市总体规划要求统一进行。

水环境综合整治工程中堤岸线布置及护岸设计遵循下列原则:

①河道堤岸线与河势流向相适应,力求平顺,各堤段平缓连接,以保持良好的水流流态和优美的线型;②堤防、护岸工程尽可能利用现有堤防和有利地形,修筑在比较稳定的岸滩上,留有适当宽度的滩地,尽可能避开软弱地基、深水地带、古河道等;③生态护岸应满足河道功能及自身稳定要求;④河道景观布置时需重点考虑与地形的结合,以避免“大填大挖”的现象,降低造价;⑤尽量减少刚性结构,增强护岸在视觉中的“软效果”,美化工程环境;⑥进行水文调研分析,确定水位变幅范围,结合植物调查结果,选择适用区域和部位的合适植物;⑦尽量采用自然的材料,避免二次环境污染;⑧布置建筑物时考虑人们的亲水要求;⑨原有堤岸护砌较完好,如无开挖或施工破坏,原则上不再另行护砌。

3 护岸类型

护岸形式根据河道断面类型可以分为直立式、斜坡式两种形式^[1,2],其中直立式多采用挡墙形式,斜坡式则分为水面

【作者简介】汪新明(1982-),男,硕士,高级工程师,从事水工结构、地下工程、建筑结构设计研究。

以上、水面以下和护脚三部分，常水位以上宜设平台（通常不高于 0.5m），常常结合景观设计设置步道。高度较大的河岸和堤防需要在中间设置戕台，每段护坡的底部都应设护脚。

下面重点介绍斜坡式护岸形式及设计步骤。

因性能要求，斜坡式护岸采用不同的材料和构造。水面以上（常水位或景观水位）采用植物护坡，辅助三维网、植草砖等固土措施满足生态和景观要求，高大边坡可以采用衬砌拱或混凝土框格等结合排水设计边坡。

水面以下需要考虑水流冲刷、水下植物生长环境等问题，护坡以硬质材料为主，可以采用传统材料：浆砌块石、干砌块石、水下抛石等；体现生态性的材料：雷诺护垫、生态混凝土、连锁混凝土砌块等。

①自然原型+植物护岸，适用范围：坡度缓或腹地大的河段；土体稳定，水流流速不大于 1.5m/s。②混凝土框格梁和拱形骨架植草护岸，适用范围：坡面较高，土体易流失，水面以上护坡。③绿化混凝土护坡，适用范围：坡面土体易流失，河道水流流速不大于 1.0~2.5m/s。④生态砌块护坡，适用范围：坡面土体易流失，河道水流流速不大于 1.0~2.0m/s。⑤干砌块石护坡，适用范围：坡面土体易流失，河道水流流速较大（2~4m/s）。⑥钢丝网块石（格宾护垫），适用范围：护坡坡面土体易流失，河道水流流速较大（2~4m/s）。

4 护脚类型

根据使用材料及施工方式的不同，工程中常用的护脚分为如下几种：

①抛石护脚：抛石护脚适用于有滩地和缓坡的河岸段内，优点是防护效果较好，维修方便；缺点是体积较大，不易进行景观覆绿。造价最低。

②铅丝石笼护脚：铅丝石笼抗冲刷性能较好，一般用于水流流速为 2~4m/s，适应河床变形能力强，防护效果稳定。铅丝石笼的结构形式有箱形和圆柱形，石笼可用铁丝或镀锌铁丝编织。铁丝使用年限约 5 年左右；镀锌铁丝使用年限可达五十年左右。造价较低。

③打桩护脚：适用于冲刷严重的陡岸，堤脚护砌较深，一般有钢筋混凝土桩、钢板桩、木桩等。对于使用环境较差，承载力要求较高的情况，钢筋混凝土桩比较适宜，但是钢筋混凝土桩施工周期较长，造价较高。

5 工程实例

论文结合中部省份某河道整治案例，对堤岸防护简述其设计要点。

5.1 结构设计形式

对于坡度较缓，且具备放坡空间的情况，现状水位以上宜采用生态石笼挡墙，挡墙以下采用抛石，抛石坡度缓于 1:3，并不少于 5m，底部护脚厚度不小于 2m；挡墙以上采用不少于 3m 宽生态石笼护坡连接浆砌块石挡墙，出常水位后采用缓于 1:3 的斜坡至现有驳岸。挡墙采用浆砌块石结构，上顶宽 800mm，下底宽 1600mm，高度约 1500mm。工程设计断面如图 1 所示。

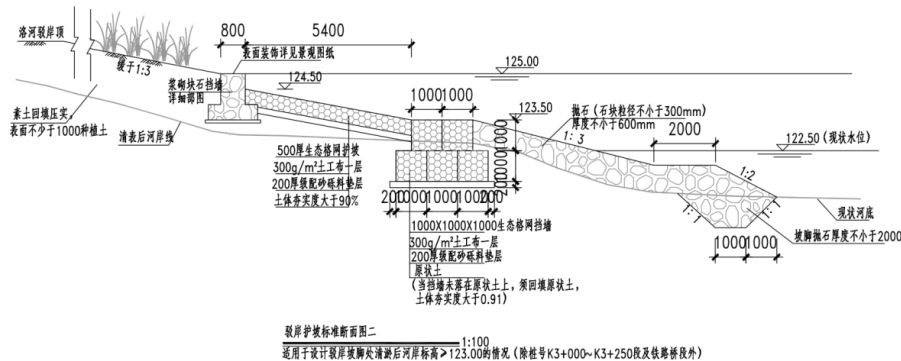


图 1 工程设计断面

5.2 边坡稳定计算

5.2.1 计算方法

根据 GB 50286—2013《堤防工程设计规范》^[3]，堤身在景观填土后抗滑稳定计算采用瑞典圆弧滑动法，基本公式如下：

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \cos \alpha - b \sec \alpha - Q \sin \alpha] \tan \phi' + c' b \sec \alpha\}}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M / R]}$$

5.2.2 计算参数

根据不同工况，选择填土及未经处理的岩土参数，按总

应力法进行计算，采用天然快剪强度指标。

5.2.3 计算荷载及工况

计算荷载包括自重、静水压力、土压力、堤顶荷载等。根据各工况分析确定，选取稳定渗流及水位骤降期最不利工况验算边坡稳定。

5.2.4 计算成果

采用北京理正软件研究院开发的理正岩土计算软件进行边坡整体稳定计算，计算成果见表 1。

表1 边坡整体稳定计算工况汇总表

计算位置	稳定渗流期迎水坡		水位骤降期迎水坡	
	计算值	允许值	计算值	允许值
典型断面	1.541	1.30	1.626	1.20

计算成果表明,施工完成后,堤身边坡整体稳定安全系数在正常运行情况下大于1.30,在非正常运行情况下大于

1.20,满足规范要求,可以保证堤身边坡的整体稳定。

典型断面计算工况一(稳定渗流期)如图2所示。

典型断面计算工况二(水位骤降期)如图3所示。

5.3 河道冲刷深度计算

依据GB 50286—2013《堤防工程设计规范》附录D相关条文规定^[3],采用顺坝及平顺护岸冲刷深度计算公式,将代入参数,求得局部冲刷深度 $h_s=2.00\sim 2.78\text{m}$ 。

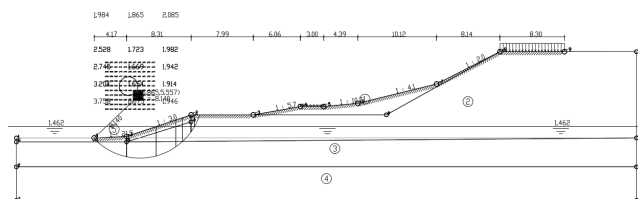


图2 稳定渗流期计算结果

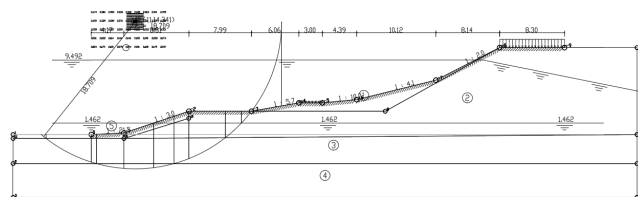


图3 水位骤降期计算结果

5.4 大堤防渗计算

5.4.1 大堤防渗影响工程

本工程需建设的下沉广场位于北岸大堤上,根据要求施工时需挖除一部分原有大堤。大堤填筑材料为卵石,青灰色、灰色、杂色,主要由卵砾石及粉质粘土组成,局部砂粒含量较大。工程开挖前堤宽为45m,开挖后堤防宽度最小处约14.5m。该广场迎水坡根据景观要求采用填土修复,背水坡靠近滨河北路位置采用钢筋混凝土挡墙结构,基础埋深1.7m。需进行广场开挖对大堤渗流影响分析,计算主要考虑允许比降及渗流量。

5.4.2 防渗计算

本工程填土料采用粉质粘土,密实度不小于0.95,干容重不小于 17kN/m^3 ,黏粒含量为10%~35%(塑性指数7~20)。填筑土料含水率与最优含水率的允许偏差为 $\pm 3\%$;不得含有任何杂物,须分层夯实,每层厚度不大于250mm。

计算渗流时考虑堤防为均质土基,水流流态为稳定流,荷载组合工况为:①临水侧为设计洪水位,背水侧为相应水位;②临水侧为设计洪水位,背水侧为低水位或无水。

计算软件采用理正岩土渗流分析软件,计算方式为有限元分析。

①洪水工况。百年一遇洪水位为133.45,二十年一遇洪水位为130.78,因本工程位于百年大堤上,计算按百年一遇考虑。经计算,大堤渗流量为 $58.196\text{m}^3/\text{d}$ 。大堤允许水流比降为0.11,小于允许比降0.169,大堤渗流安全。

②常水位工况。大堤迎水面设计常水位为125.00,背水坡为地下水较深,按124.10考虑,经计算,渗流量为 $1.61\text{m}^3/\text{d}$,大堤允许比降为0.01,小于允许比降0.169,大堤渗流安全。抗渗计算统计表见表2。

表2 抗渗计算统计表

计算工况	计算水位(m)	大堤允许比降	计算比降	渗流量(m^3/d)
百年一遇洪水工况	133.45	0.169	0.11	58.196
常水位工况	125	0.169	0.01	1.61

6 结语

①在水环境治理工程中,堤防安全尤其重要,除了需要进行合理设计,更要考虑施工季节、工程措施及环境保护等,并制定一定的安全预案,尽可能消除一些潜在风险。

②该工程从竣工至今已经安全运行四年多,经受了多次洪水的考验,目前堤岸状态正常,说明本工程中采用的设计方法是适用且合理的,在以后类似工程中可以参考和借鉴。

参考文献

[1] 董亚会.河道治理堤防整治工程设计探讨[J].陕西水利,2023(5):74-76.
 [2] 张文杰.浅谈堤防防渗技术及设计[J].治淮,2022(7):28-30.
 [3] GB 50286—2013堤防工程设计规范[S].