

黄河兰州市区雁滩段河堤设计综述

滕兆杰, 李建本

(兰州市城市建设设计院, 甘肃兰州 730030)

摘 要: 该文就黄河兰州市区雁滩段河堤的水利计算以及堤线布置、堤防高程确定、河堤挡墙结构型式等内容进行了介绍。

关键词: 河堤堤线布置; 河道宽度; 超高值; 冲刷; 兰州市

中图分类号: TV871 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2005)02-0065-03

0 前言

经过 50 年的建设, 在黄河兰州市区段两岸 95 km 的河岸线上, 已建成达到标准河堤 62.3 km, 天然高坎岸线 19 km, 未建达标河堤 13.7 km, 主要分布在黄河南岸的雁滩东段、钟家河段和黄河北岸的沙井驿段, 堤防现状为 4~7 m 的简易土堤, 设防标准只达到 4000 m³/s 左右。随着兰州市的经济发展, 雁滩地区已形成集高新技术开发区、大型市场、大型居住区和部分工业为主的商贸中心, 但其沿河防洪大堤和南滨河东路因资金短缺建设缓慢, 设防能力远远满足不了城市设防标准。防洪大堤的薄弱, 给这一地区带来了一定的灾害隐患。根据兰州市堤防工程现状和经济发展要求, 配合兰州市城市建设总体规划, 对原先建的雁滩地区设防标准低的堤防工程, 将设防标准提高到百年一遇, 达到防洪和美化环境的相互统一。

1 河堤设计概述

1.1 工程规模及建设意义

雁滩河堤西起雁滩南河道取水口, 东至东岗路黄河大桥下, 是兰州市黄河百里风情线中南滨河东路的一个组成部分, 规划全长 7.82 km, 分为滩尖子、宋家滩西段、宋家滩东段、北面滩西段, 北面滩东段 5 段。按照现况建设条件和工程实施的可能性, 提出将雁滩河堤分期进行建设。目前已经建成滩尖子、宋家滩西段共 3 km 的河堤, 剩余的 4.82 km 已经开展前期工作。

雁滩河堤的建设能够起到提高滩地设防标准、完善城市防洪体系、加快城市建设发展的重要作用,

有利于提高城市防洪能力, 保证黄河两岸人民的生命财产安全, 维持社会的繁荣和稳定; 有利于合理开发滩地, 加快雁滩高新技术开发区的建设和发展; 有利于 607# 路的建设, 缓解兰州市东西向交通拥挤的矛盾, 完善城市路网功能, 以使黄河四十里风情线全面贯通; 有利于现有堤防工程设施功能的发展, 提高城市的综合防洪能力, 美化城市环境, 改善城市形象; 有利于改善兰州市的生态环境, 提高减灾防灾能力和水土保持能力。

1.2 工程布置原则及标准

工程设计中重点以城市防洪为主, 力求体现滨河路防洪功能、交通功能、景观功能和综合功能的统一, 保证河道最小宽度不小于 300 m, 并充分挖掘城市深厚的历史文化底蕴和地域特征, 体现以人为本的设计理念, 满足各种不同情感的需求, 突出滨河园景通透疏朗, 迎山纳水的特色, 尽量做到自然布景与规划布景相结合, 本着因地制宜, 合理布局, 减少拆迁, 节约投资, 方便施工的原则进行设计。

兰州市防洪标准为一级堤防工程, 设防为百年一遇, 其流量为 $Q_{1\%} = 6500 \text{ m}^3/\text{s}$, 河道断面控制应不小于 300 m, 河床不能压缩; 二百年一遇复核, 其流量 $Q_{0.5\%} = 6730 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

1.3 工程沿线自然条件

兰州区间的黄河洪水主要来源刘家峡水库下泄流量和刘家峡至兰州区间 4.0 万多平方公里的流域泄水面积, 黄河干流由西固区达川乡入境, 境内长 152 km, 河面宽 150~600 m。黄河兰州段泥沙来自上游水库排沙和区间产沙, 历年平均含砂量为 3.41 kg/m³, 汛期最大含砂量平均值为 17.7 kg/m³, 最小含砂量仅 0.049 kg/m³。兰州属温带半干旱大陆性季风气候, 温差大, 干湿季分明, 具有降水集中的特点。

河堤沿线位于黄河河漫滩及黄河 I 级阶地前缘, 地形整体上较为平缓。场区地层上部多为人工

收稿日期: 2004-11-01

作者简介: 滕兆杰(1974-), 男, 甘肃兰州人, 工程师, 从事道桥设计工作。

回填物,以建筑垃圾、生活垃圾为主;下部主要为冲积形成的河床卵石层,阶地基座为砂岩,是良好的构筑物持力层。场地土类型为中硬场地土,建筑场地类别为Ⅱ类建筑场地。沿线普遍存在地下水,含水层主要在卵石层,地下水位埋深变化于0.50~6.40 m之间。

1.4 工程设计

兰州市黄河河床平均比降为0.94‰,河床基本为砂卵石组成,且多卵石边滩及河心滩,全段河道纵向基本稳定,河床冲淤变化相对较小,处于基本平衡状态。河堤设计中结合实际地形,采用堤坡结合方式进行河堤断面设计,并结合黄河主流特征、河床演变及沿线地形起伏曲直的特点,注意妥善解决个别地段滨河路与河堤之间的衔接,达到道路与河堤完美结合。

1.4.1 河道宽度和堤顶超高值的确定

1.4.1.1 河道宽度

(1)依据1996年修订黄河河道规划,原则上河道总宽按350 m控制,一般不小于300 m。

(2)1991~1993年进行的黄河七里河大桥~宋家滩段河道整治模型试验,从河道地形、河相关系、水流及成滩条件进行了分析,得出了整治试验的两个重要参考值:中水最小整治河宽230 m及洪水最小整治河宽300 m。

(3)从水流要素和河床稳定性方面确定黄河兰州段河道总宽应为230~400 m。

经过多年的行洪验证,河道总宽在260~380 m是比较合理的,西沙黄河大桥、七里河黄河大桥、兰州黄河大桥的桥跨均在300 m左右,也验证了这一点。

1.4.1.2 堤顶超高值的确定

按照《堤防工程设计规范》规定,堤顶安全超高值不应小于2 m,该段河堤的实际计算值为1.70 m,但考虑到以下特殊原因,确定雁滩段河堤超高值取1 m。

(1)新建道路临河设置有3~3.5 m宽的人行道,可以作为临时防洪时的抢险道,很容易构筑2 m的安全超高(即再加高1 m)。

(2)经计算,按百年一遇流量6500 m³/s对应标高加1 m超高值能通过二百年一遇的校核流量6730 m³/s。

(3)在不影响黄河安全行洪的前提下,满足兰州市总体规划与黄河风情线的景观要求;黄河兰州段现已建河堤均按1 m超高值建设;适当调整安全超高,有利于道路、河堤和周边建筑的建设。

1.4.1.3 水力计算

对于雁滩段河堤工程的水力计算主要是进行冲刷计算,且选取具有代表性的黄河大断面计算。按照黄河兰州市区段的规划和28个黄河大断面的布置,雁滩段河堤位于黄河21#~25#大断面之间,河道宽度为302~360 m。

(1)一般冲刷

一般冲刷分别按《堤防工程设计规范》公式64-1、64-2和包尔达柯夫公式进行计算,并对以上公式结果分析,结合实际情况和模型试验的资料,采用公式64-1结果作为计算成果。

$$h_p = \left(\frac{AQ_s}{L_1 L_j E d^{\frac{1}{6}}} \right)^{\frac{3}{5}} \frac{h_{\max}}{h_c}$$

(2)局部冲刷

按《堤防工程设计规范》公式65-1、65-2计算水流斜冲防护岸坡产生的局部冲刷,综合比较,采用公式65-1结果作为计算成果。

$$h_b = K_\xi K_\eta B^{0.6} (V - V_0) \left(\frac{V}{V_0} \right)^{n_1}$$

(3)确定最低冲刷线标高

总冲刷深度: $h = h_p + h_b$

最低冲刷线标高: $h_s = H_s - h$, 计算得21#~25#黄河大断面最低冲刷线标高为1505.91~1498.76(旧大沽高程)。

河堤挡墙基底标高按照黄河大断面处最低冲刷线标高确定,并增加1.0 m的安全埋深,确定墙趾标高为1504.91~1497.76。经检算,二百年一遇流量时的最低冲刷标高高于确定的墙趾标高。在满足以上要求的同时,还保证基础处于卵石层中不小于2.5 m,以满足地基承载要求。

(4)弯道超高计算

$$F_b = \frac{BV^2}{2gR}$$

经计算本段弯道超高平均值0.23 m。

1.4.3 堤线和纵、横断面布置

雁滩河堤的堤线和堤高的设置,对于城市防洪和景观的影响很大。由于雁滩滩地的标高、南滨河东路规划标高和道路南侧沿线已建成的永久性大型建筑标高,均为黄河4500~5000 m³/s所对应的标高。为了营造优美、怡人的滨河沿岸景观和视觉风光,同时保证城市防洪要求,雁滩河堤的布置采用堤、坡、路结合的形式。

堤线布置中以河道洪水流向为主,顺应河势,并尽量顾及原有河岸线和枯水河槽的弯曲形态,上下

游平顺衔接。黄河南岸雁滩段河堤的堤线与北岸自然陡坎河岸相协调,与规划线形相一致,在满足泄洪要求及最小河道宽度 300 m 的前提下,对现有旧堤线形局部进行调整,达到渠化黄河的目的。河堤墙顶按黄河流量 $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 对应标高控制,在河堤挡墙墙顶内侧设置 5 m 宽的游览道,将南滨河东路北侧人行道设置在偏离其原位置 3~5 m 处,并使得人行道标高按照黄河流量 $6\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 对应标高加 1 m 超高值控制,在道路的人行道和河堤挡墙之间设有 10~75 m 宽的坡形绿化带,有效克服人行道与河堤挡墙之间 2.0~3.5 m 高差(图 1)。

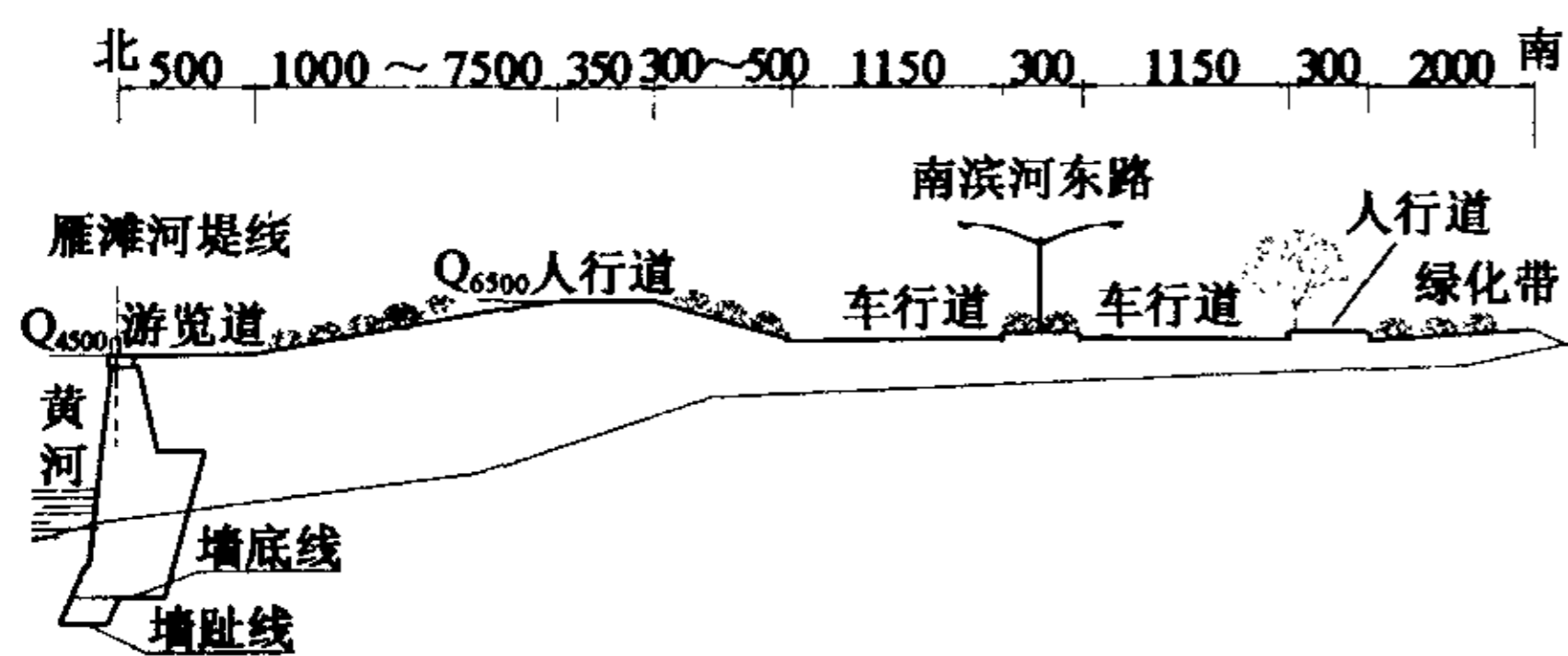


图 1 堤、坡、路结合断面示意图

1.4.4 河堤挡墙结构型式

本设计对河堤挡墙结构采用浆砌块石砌筑,挡墙结构采用衡重式或重力式结构,并采用俯斜式挡墙。虽然此型式的挡墙墙后主动土压力较大,截面面积较大,但墙背填土夯实很容易,并且墙体重心较低,墙面坡也较陡,占地较少,抗震性好;同时结构简单,施工方便,稳定性好。

对于该型式的挡墙断面,采用公路设计手册《路基》(第二版)挡土墙设计计算公式。并采用 3 种荷载组合计算,最终以最不利荷载组合(车辆荷载+挡土墙本身重力+前后墙浸水后的各种附加力+静水压力)控制设计。

1.4.5 施工导流和施工方案

河堤围堰工程按照 IV 级防洪标准设计,黄河兰州段 20 年一遇分期洪水流量:1~4 月为 $1\,250\text{ m}^3/\text{s}$,5 月为 $2\,000\text{ m}^3/\text{s}$,6 月为 $2\,350\text{ m}^3/\text{s}$,7~9 月为 $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$,10 月为 $3\,800\text{ m}^3/\text{s}$,11 月为 $1\,290\text{ m}^3/\text{s}$,12 月为 $1\,250\text{ m}^3/\text{s}$ 。为方便施工和降低工程投资,在主河槽偏南的滩尖子河堤段采用草土围堰(断面为矩形,宽度为高度的 2 倍),其它凸岸和浅滩段采用草袋土围堰(顶宽 3.5 m)。按照流量特点和工程的特性,提出以下实施方案:

(1)在丰水期的 6~10 月,完成前期工作,主要是设计、工程沿线征地、拆迁和临时便道。

(2)在枯水期的 11~5 月,进行围堰,土方和河堤挡墙的砌筑。

1.4.6 建筑材料及施工要求

河堤挡墙采用 M 7.5 水泥砂浆砌块石,1:2 水泥砂浆勾凸缝,墙体应错缝砌筑,石料中的间隙用小石块与砂浆填筑,不得全用砂浆填塞大间隙,不允许出现通缝和过大的三角缝,砂浆须饱满。石料应经过挑选,质地均匀,无裂缝,不易风化,强度大于 30 MPa,并尽量选用较大的石料砌筑,其石料厚度不小于 15 cm,石块重量 50~150 kg。

挡墙每 15 m 设沉降缝一道,内塞沥青砂板,沿内、外、顶三方堵塞,填深为 20 cm。河堤墙背要求采用砂砾土回填,干容重为 19 kN/m^3 ,相对密度为 0.60,不得采用杂填土填筑,回填土密实度不小于 95%。挡墙应设置泄水孔和反滤层。反滤层材料采用土工布。要求回填线以上墙背部分先热涂沥青两遍,然后铺设土工布。

1.5 工程管理与环境影响评价

依照兰州市的市政管理体制,项目可由城市市政管理机构进行管理,并要掌握汛期工作情况和形状变化,定期和不定时采用专门观测仪器进行观测,特别是在洪水位变化迅速时,对堤身和堤基进行观测。

河堤工程的建设,可减少河岸冲刷,提高蓄土保水能力和土壤肥力,促进农业增产增收,改善兰州市的生态和地质环境,提高减灾防灾能力和水土保持能力。同时对改善黄河行洪条件,保证黄河两岸人民的生命财产安全,发展两岸经济,方便群众生活,美化城市,改善城市形象将起到十分重要的作用。但工程在施工期间的开挖和弃土,对环境会产生短期的负面影响,可通过文明施工减弱其影响。

2 结束语

黄河兰州市区雁滩段河堤的布置采用堤、坡、路相结合的形式,不仅有利于现有堤防工程设施功能的发挥,提高城市的综合防洪能力,又可以改善当地的生态环境,促进经济的发展,同时也促进了黄河河道的进一步规范,增加通航价值,为居民的休闲娱乐创造优美环境。

• 短讯 •

建设部宣布,自 2004 年 1 月 1 日至 10 月 31 日,共发生建筑施工事故 872 起,死亡 1 027 人,比 2003 年同期分别下降 18.88% 和 17.51%