

黄河下游放淤改土固堤技术研究

赵世来

(山东黄河河务局, 山东 济南 250013)

摘要:根据黄河下游滩区中小洪水引水挟沙放淤改土固堤的实践, 讨论放淤条件、放淤工程的规划设计、放淤类型, 提出引水挟沙放淤量的计算方法。研究与实践表明, 引水挟沙放淤改土固堤可提高黄河堤防和滩区的抗洪减灾能力。

关键词:黄河; 中小洪水; 引水挟沙; 淤临固堤; 淤滩改土; 防洪减灾

中图分类号:TV698.2+3

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)01-0012-03

黄河下游滩区总面积 3544.45 km², 占河道面积的 83.6%。河南东坝头以上是 1855 年铜瓦厢决口改道后, 河道溯源冲刷形成的高滩, 东坝头以下属中低滩区。由于大堤险工的分割, 河道内有 120 多个大小滩区。滩区地形地貌复杂, 滩面纵比降与相应的河道纵比降大致相同, 受自然和人为因素的影响, 滩面横比降加大, 形成了滩唇高、堤根洼的特殊地形(图 1)。滩内有控导护滩工程、生产堤、村(房)台、串沟、沙荒地、盐碱地、低洼地、坑塘、村塘、堤河等地物地貌。

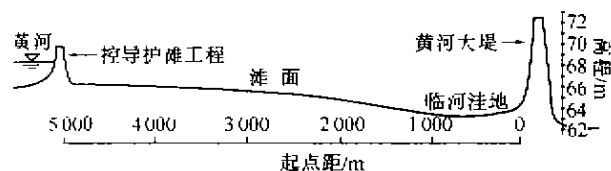


图1 山东省东明县辛店集河道断面示意图

目前, 黄河洪水泥沙尚未得到有效控制, 下游河道仍在以每年 0.05 ~ 0.1 m 的速度继续淤高, 平滩流量由 20 世纪 80 年代中期的 6000 ~ 7000 m³/s 减少到目前的 3000 m³/s 左右。河势多变, 高村以上的游荡性河段, 出现“横河”、“斜河”、“滚河”的可能性增大, 潜在着顺堤行洪的威胁, 对黄河大堤防洪安全极为不利。有计划地开展引水挟沙放淤, 是提高黄河堤防和滩区抗洪减灾能力的有效途径。

1 引水挟沙放淤条件

黄河下游中常洪水, 流量属 5000 ~ 8000 m³/s, 出现频率较高, 含沙量大, 对快速放淤十分有利, 过去曾进行过自然淤滩, 取得了一定成效。自 20 世纪 80 年代以来, 黄河径流发生了较大变化, 下游河道

萎缩, 主槽淤积严重, 行洪能力下降, 中常洪水漫滩机遇增多。因此, 黄河下游滩区实施放淤固堤、淤滩改土除需要有控制工程外, 还与黄河径流变化、洪水类型、放淤时间等因素有关。

a. 适宜放淤的中小洪水。由于黄河径流和下游河道的变化, 中常洪水已不宜控制引水挟沙放淤。黄河花园口“96·8”洪水属于中常洪水, 洪峰流量 7860 m³/s, 水位比 1958 年的洪水位高出 0.91 m, 造成了下游滩区普遍漫滩, 滩区积水深度达 1 ~ 5 m。因此, 中常洪水水位较高, 超出控导工程设防水位, 不宜放淤。黄河下游 3000 ~ 5000 m³/s 的洪水属中小洪水, 此类洪水属常遇洪水, 峰低量大, 含沙量高, 持续时间长, 有利于引水挟沙放淤。东明县南滩进行的放淤淤滩固堤、淤滩改土的实践表明, 在依托控导护滩工程或险工下延工程上建闸引水的条件下, 中小洪水引水挟沙放淤即可进行。放淤时机一般选在 7、8 月份, 这时期来水含沙量在 30 ~ 60 kg/m³, 泥沙粒径小于 0.025 mm 的占 85%, 对提高放淤质量十分有利。

b. 中低滩区需要进行放淤改土。黄河下游中低滩区, 主要是指东坝头至陶城铺, 区间面积 1471 km², 占下游滩区面积的 41.5%。这里既是“横河”、“斜河”、“滚河”的首防河段, 又是滩区的重点治理区域。以菏泽地区为例, 该地段黄河堤防长 157 km, 属游荡性河段, 堤沟洼地约占 1/2, 洪水顺堤行洪威胁严重。淤临河洼地固堤有利防洪, 增加耕地面积, 可达到事半功倍的效果。另外, 中低滩区荒地较多, 沙化、盐碱、涝洼、坑塘地面积达 1.43 万 hm², 同样需要引水挟沙淤滩改土加以治理。

c. 引水挟沙放淤可实施工程控制。黄河下游中

作者简介: 赵世来(1962—), 男, 山东青州人, 教授级高级工程师, 硕士研究生, 主要从事防洪工程建设管理研究。

低滩区灌溉引水工程,均建在控导护滩工程或险工下延工程上,其中一部分引水闸按淤灌结合模式设计,渠首闸和输水干渠具有灌溉、放淤的功能。东明县南滩王夹堤至老君堂长约 20 km 的控导护滩工程上,建有王夹堤、马厂、大王寨、王高寨、辛店集、李焕堂和司胡同等引水闸。其它滩区也有类似情况,如东明县西滩的堡城闸和北滩的冷寨闸、鄄城县董口滩的苏酒庄闸和葛庄滩的安庄闸等。

2 引水挟沙放淤工程

2.1 引水口

a. 临时口门,专为放淤而设的口门,这种引水口是临时性的,位置一般选择在控导护滩工程弯道的下部,引水角与大河主流线成 $45^\circ \sim 90^\circ$ 夹角,同时要对口门进行柳石裹护以防止洪水冲刷。

b. 固定口门,引水挟沙放淤结合滩区灌溉而设的引水闸,这种引水闸建在控导护滩工程的联坝上,属砌石和混凝土混合式的永久性涵闸,引水闸的设计,既要满足放淤的引水流量,又要考虑枯水季节灌溉引水水位,例如菏泽地区黄河滩区的一些灌区引黄闸,引水挟沙设计流量为 $20 \sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$,灌溉引水的设计引水水位为大河枯水流量 $400 \sim 450 \text{ m}^3/\text{s}$ 对应的水位。

2.2 输沙渠

输沙渠道根据引水挟沙放淤要求,采用输沙冲淤平衡原理设计断面尺寸,确定渠道的水流挟沙能力,渠道断面采用梯形水力最佳断面,渠道的设计流速应满足不冲和不淤条件,设计时以临界不冲流速条件为依据,用临界不淤流速作为核检。

黄河下游滩区土质多为沙质土壤,其临界不冲流速可用列维公式计算^[1]:

$$v_n = k \sqrt{gd_{cp}} \ln \frac{R}{7d_{cp}} \quad (1)$$

式中: v_n 为临界不冲流速, m/s ; d_{cp} 为渠床土粒平均粒径, m ; g 为重力加速度, m/s^2 ; k 为与渠床土壤密实程度有关的经验系数,对于密实土壤 $k = 3.2$,对于较松土壤 $k = 2.8$; R 为水力半径, m 。

临界不淤流速与水流挟沙能力有关,水流挟沙能力可用下式计算^[2]:

$$\rho = 7700 \frac{v^3}{gR\omega} \left(\frac{H}{B} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

式中: ρ 为水流挟沙能力, kg/m^3 ; v 为断面平均流速, m/s ; H 为平均水深, m ; R 为水力半径, m ; ω 为加权平均泥沙沉降速度, m/s ; B 为水面宽, m 。

在引水放淤完成以后,应按灌溉面积所需的引水能力及时修改渠道断面。

2.3 围堤

淤区围堤,一般按放淤流量的相应水位推算淤区地面高程以上的水位,在此之上加上防风浪高即为淤区围堤高程,围堤断面为梯形,一般顶宽 $1.5 \sim 2.5 \text{ m}$,边坡 $1:2$,以确保放淤安全。

2.4 退排水

淤区退排水工程是引水挟沙放淤工程的组成部分,也是放淤的关键工程之一。要求退排水渠道畅通,必要时可修建临时工程,退排水的形式有两种:一种是直接退入黄河,不能自排时由机泵提排;另一种是结合引黄穿堤涵闸或虹吸排入背河,供堤外农田灌溉或城市工矿利用,但在淤区末端进入穿黄闸前,需要修建退水闸,以控制淤区水位,保证淤积均匀和退水的安全,例如东明县南滩淤临区退水口选在淤区末端的谢寨穿黄闸前,鄄城县葛庄滩的淤临区退水口选在旧城穿黄闸前,并在淤区末端建退水闸,控制淤临区退水。

3 引水挟沙放淤类型

a. 淤临河洼地,临河洼地的形成,有两个原因:一是洪水漫滩时,泥沙首先在滩唇沉积,形成河槽两边滩唇高,滩面向堤根倾斜的地势;二是大堤培修时,在临河取土,降低了地面高程,临河洼地较一般地面低 $2 \sim 3 \text{ m}$,宽度 $300 \sim 900 \text{ m}$,长度短则 $2 \sim 3 \text{ km}$,长则 $10 \sim 20 \text{ km}$ 。这些洼地常年积水,杂草丛生,土地荒芜,利用中小洪水淤临固堤,可提高临河洼地地面高程,洪水漫滩水深减少、流速减缓,可降低顺堤行洪对堤防造成的危害;同时,可增加耕地面积,改善滩区的生态环境。

东明县南滩淤临区,采用自上而下、多口门逐段放淤方式,引水挟沙放淤工程布置如图 2 所示,已经利用王高寨干渠和辛店集干渠先后进行了引水挟沙淤临固堤试验,临河洼地淤高 $1 \sim 2 \text{ m}$,堤根常年积水状况得到改善,新增耕地面积 200 hm^2 ,该淤滩区事先规划了自淤临区上口到谢寨闸长约 20 km 的排水渠,待临河洼地淤好以后统一开挖,以控制整个滩区退水和地下水位,防止涝碱灾害发生。

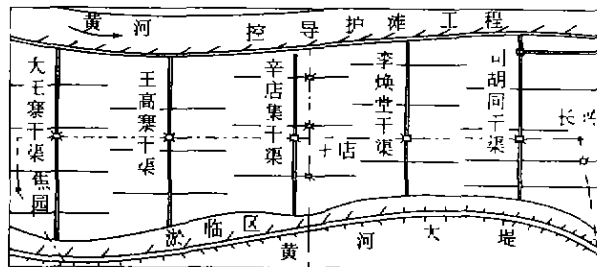


图 2 东明县南滩引洪淤临区工程布置

b. 淤滩改土. 滩区内有些地方地势低洼, 漫滩积水和降雨积水难以自排, 土地盐碱化或沙化, 需要进行淤滩改土、抬高滩面, 增加耕地面积, 提高土地肥力. 东明县王店乡的许庄、赵庄和安庄, 有一低洼地 333 hm². 在实施淤滩改土规划中, 按 3 个村庄的村界划成 3 个淤区. 在淤区末端建临时退水口, 控制淤区水位.

c. 淤村塘洼地. 在黄河下游中低滩区, 由于洪水漫滩机遇较多, 修建避水村(房)台需大量取土, 在村庄四周形成了许多坑塘, 小则 1 hm² 左右, 大的可达 10 多 hm². 在东明县王店乡的 6 个村中, 其总面积 533 hm², 村塘面积占 5.2%. 这些村塘常年积水, 既影响土地利用, 又为漫滩洪水淹没村庄提供了条件. 通过引水挟沙淤村塘洼地, 增加了耕地和村(房)台修筑土源, 减轻了洪水漫滩对村庄的威胁.

d. 淤串沟. 黄河历次洪水在漫滩行洪过程中冲成的大小串沟, 纵横交错, 有的直通临河堤根, 有的则顺河流或与河道成斜交. 据统计, 黄河下游滩区共有大小串沟 89 条, 总长 356 km, 东坝头以下中低滩区的串沟占很大比重. 由于串沟多属独立存在的沟槽, 进行淤改时就需根据串沟距河流的距离、退水条件分别规划设计, 并视洪水适时放淤. 淤串沟的引水方向宜与串构成 30°~45°夹角, 引水流量不宜过大. 自流引水挟沙淤串沟的引水口门, 最好利用滩区已修建引黄涵闸, 单独开挖引渠引水放淤.

4 引水挟沙放淤量计算

黄河下游引水挟沙放淤, 一般采用动水、静水或动静水结合等放淤形式. 放淤引水量及淤积量是进行控制放淤和淤积效果的重要指标. 在中小洪水有控制引洪放淤之前, 应对淤区进行地形测量, 根据来水来沙情况, 适时进行放淤. 淤区的引水量和泥沙淤积量计算, 与渠道引水流量、水流含沙量、引洪时间、放淤面积、淤深等因素有关.

淤区引水量按下式计算^[1]:

$$W = \frac{h\gamma A}{S_{cp}} \quad (3)$$

式中: W 为放淤引水量, 10⁴m³; h 为淤积深度, m; γ 为淤泥干密度, t/m³; A 为放淤面积, hm²; S_{cp} 为引水平均含沙量, kg/m³.

淤区泥沙淤积量按下式计算^[2]:

$$W_s = 86400 \frac{\alpha\beta}{\gamma} SQT \quad (4)$$

式中: W_s 为泥沙淤积量, m³; α 为泥沙澄清系数, 选用 0.95; β 为输沙损失系数, 选用 0.95; S 为引水含沙量, kg/m³; Q 为引水流量, m³/s; T 为放淤天数, d.

5 结 语

利用黄河中小洪水引水挟沙淤临固堤、淤滩改土, 具有显著的社会效益和经济效益. 临河低洼地淤高后, 可减少洪水漫滩后造成的顺堤行洪威胁, 防洪减灾作用巨大. 就黄河堤身抢险而言, 一次可节省抢险费用几十万元甚至上百万元. 放淤改土可把常年积水、杂草丛生的临河洼地改造成良田. 1989~1995 年东明县南滩淤临区先后淤出土地共计 200 余 hm², 小麦产量 3750 kg/hm², 一季收小麦 75 万 kg, 经济效益十分显著. “96·8”洪峰过后, 鄄城县苏泗庄一营房淤临区及时开闸引水, 淤临面积 105 hm², 达到了预期目标. 若菏泽地区临河洼地全部淤改成良田, 则可新增耕地面积约 4000 hm².

黄河下游滩区灌溉引水工程, 多数考虑了引水挟沙放淤要求, 为有效利用黄河中小洪水有控制地引水挟沙放淤提供了条件. 从黄河干流水沙变化来看, 因上游调蓄, 沿途用水量增大, 加之小浪底工程建成后, 在其运用初期下游高村以上河道将引起冲刷^[3]. 因此, 要利用当前有利时机, 积极推广引水挟沙淤临固堤、淤滩改土技术, 消除顺堤行洪险情, 改善滩区生态环境, 提高黄河堤防和滩区的抗洪减灾能力.

参考文献:

- [1] 华东水利学院. 水工设计手册(第八卷)[M]. 北京: 水利电力出版社, 1984. 133.
- [2] 黄河水利委员会. 黄河防洪志[M]. 郑州: 河南人民出版社, 1991. 141.
- [3] 赵业安. 黄河下游河道演变基本规律[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998. 36.

(收稿日期: 2000-08-28 编辑: 张志琴)

天生桥二级水电站厂房高边坡

天生桥二级水电站厂房区高边坡工程(见封面照片), 由国家电力公司贵阳勘测设计研究院设计, 1996 年获全国优秀工程设计银奖. 该边坡人工开挖高度 380 m, 为砂岩、页岩、泥岩和少量薄层灰岩构成的典型层状边坡, 稳定性差, 变形破坏型式有楔形滑动、倾倒、溃屈、蠕动和古滑坡等. 在地质勘探和测试的基础上, 对多种边坡变形破坏机理进行了深入研究, 并进行了三维非线性有限元分析和极限平衡分析, 同时应用变温相似材料做了变摩擦系数的模型试验. 工程设计采用减载、抗滑桩、锚杆及无粘结预应力锚索、控制爆破和排水等综合手段治理边坡(包括两个逾百万立方米的滑坡), 开挖总方量 410 万 m³, 治理面积 50 余万 m², 并设置了先进的监测系统. 监测成果证明, 综合治理措施达到了保证边坡稳定的预期效果, 保证了电厂安全施工和正常生产, 仅有效治理两个滑坡, 就取得了节约投资 1700 万元和节省工期一年半的显著效益.

(李红灵供稿)