

生态护坡在黄河故道整治工程中的应用研究

金 秋, 陈文猛

(江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017)

摘要: 在以往的黄河故道整治工程中, 边坡防护主要考虑的是保证河道的行洪排涝、交通运输安全, 忽略了硬质化护坡对河道生态环境的破坏。随着社会经济的发展, 人们对生态景观和生活品质的要求越来越高, 兼具安全性和景观性的生态护坡得到了越来越多的应用。针对黄河故道地区河道存在防洪隐患、水土流失、水质污染、景观生态退化 4 个方面的问题, 分别提出了适宜的护坡模式, 为今后黄河故道整治工程的生态护坡选型提供理论参考。

关键词: 生态护坡; 黄河故道; 河道整治

中图分类号: TV853

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 02-0037-04

Application of ecological slope protection in old course of Yellow River project

JIN Qiu, CHEN Wenmeng

(*Jiangsu Water Conservancy Research Institute, Nanjing 210017, Jiangsu*)

Abstract: In the past old course of Yellow River renovating project, efficiency of stream channel can be brought in play by slope protection, such as releasing flood, draining water-logged and ensure the safety of traffic and shipping, but damage will be brought to the ecological environment of stream channel due to the rigid slope protection. With the development of social economy, more and more attention are be paid to ecological landscape and quality of life, with a lot of ecological slope protection considering with both safety and landscape has been applied. In view of the hidden dangers of flood control, water and soil loss, water pollution and ecological degradation of landscape in old course of Yellow River, the suitable slope protection pattern is put forward respectively, aiming at offering reference for selection of ecological slope protection in this project.

Key words: ecological slope protection; old course of Yellow River; river renovating

0 引言

黄河故道西起河南省兰考东坝头, 流经豫、鲁、皖、苏 4 省, 至江苏省滨海县套子口入黄海。黄河故道地区属黄泛冲积平原, 土壤由黄河泛滥裹挟的泥沙堆积而成, 全线表层分布为 5 ~ 10 m 的黄泛沉积物。黄河

故道地区河道除局部工程护砌、林草防护外, 水土保持设施缺乏, 林草植被覆盖率低, 水土流失面积大, 约占区域总面积的 85% 左右, 水土流失以雨蚀、风蚀为主, 有“风来起沙, 雨来流沙”之说。由于土壤结构具有颗粒大、透水性强、粘结力小、易于冲刷流失等特点, 在自然降水径流及河滩垦植灌溉流失作用下, 特别是行

收稿日期: 2017-12-27

作者简介: 金秋 (1983-), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事农田水利和水土保持的研究工作。

洪时极易造成河岸护坡坍塌。江河崩岸会造成河道洪水滩地流失,严重威胁防洪大堤的安全,甚至直接使堤防开裂形成洪灾。边坡坍塌还破坏河势稳定,造成沿河工程中诸多难以补救的后果。河道护坡建设长期以来一直是黄泛冲积平原河道整治工程的难题。

以往的河道整治过程中,主要考虑的是保证河道的行洪排涝、交通运输安全,河道断面形式大多单一化,坡面普遍为硬质化材料衬砌,例如浆砌干砌块石护坡,现浇或预制混凝土护坡^[1]。硬质化护坡虽然很好的保证了河道的行洪和航运安全,具有很好的水土保持功能;但河道断面几何规则化,隔断了水体与土壤之间的联系,降低了河道本身的水体自净能力^[2]。同时,均一化的建设改变了河流生态环境的多样性,切断了水、岸之间的交互作用,降低甚至破坏了河道原有的生态功能^[3-4]。因此,河道整治除了保证防洪排涝、交通运输的功能,同时也需要构建美丽的水生态景观^[5]。随着社会经济的发展,以及人们对环境、生态的要求越来越高,在河道整治过程中,传统的护坡模式已不能满足人们的需要,生态护坡在黄河故道整治工程中得到了广泛的应用。

1 适用于黄河故道的生态护坡模式

1.1 防洪固坡型护坡

针对黄河故道中防洪存在严重隐患的河段通常采用植被工程复合型的生态护坡形式,通过木桩、混凝土、浆砌石等工程材料保证边坡的安全,同时结合植被措施进一步加固其稳定性,在工程和生物相互作用下确保河道符合防洪标准。

1.1.1 混凝土板桩结合植物护坡

板桩护坡施工比较简便,预制混凝土板桩基本沿河口线连续布置,打桩前沿板桩轴线方向埋设导梁,随后架设打桩机械,调入板桩实施打桩,一般沿轴线长度完成30 m以上后,可打拆桩头并浇筑冠梁。板桩离河口外约0.5~2 m,以增加桩前的被动土压力,提高桩的稳定性,板桩高出河道正常水位0.3~0.5 m,垂直插入边坡土层,深度约为河道常水位的2~3倍。板桩以上护坡进行平整后铺植草皮或撒播草籽。此类护坡通过板桩深入河床地底,利用板桩的被动土压力和植被的加固作用来增强护坡的整体性能。混凝土板桩护坡适合用于边坡陡立,河水较深的河段。

1.1.2 木桩结合植物护坡

木桩植物护坡形式与混凝土板桩草皮护坡十分

接近,即将混凝土板桩替换成为松木桩或仿木桩,木桩小头直径大于16 cm,桩与桩之间紧密接触,边坡土层以上木桩一般进行柏油浸泡处理以提高耐久性。木桩植物护坡同样适用于陡坡稳固,其稳定性能较混凝土板桩差,却更加贴近自然,同时取材、施工更加简便。木桩植被护坡目前是黄河故道整治工作中应用最为广泛的护坡形式。见图1。



图1 木桩结合植物护坡

1.1.3 浆砌石挡墙结合植物护坡

对于流速较大、河水冲刷严重的河道凹弯段或者险工段,适合采用浆砌石挡墙植物护坡进行防护。浆砌石挡土墙通常设置在距离河口外约1~2 m,以防止底板前沿土体被冲刷掏空,导致墙身失稳。浆砌石挡土墙与河水接触位置可栽植水生植物,护坡以上部位栽种灌草类植被。浆砌石挡土墙不仅可以支撑住边坡自身稳定,并能有效地抵挡河水的冲刷。见图2。



图2 浆砌石挡墙护坡

1.1.4 模袋混凝土结合植物护坡

模袋混凝土护坡能够很好地帮助坡度较缓、冲刷严重的河道达到防洪标准,保证边坡不发生失稳坍塌。模袋混凝土护坡技术通常会先对护坡坡面进行清理整平,去除杂草、石块等尖锐物体,以防刺损模袋,并在常水位以上护坡部位浇筑一道混凝土顶坎用于固定模袋,随后进行混凝土填充,模袋混凝土与河底通过抛石进行固基。顶坎以上护坡平整后栽种植被。通过在坡面上贴附一层模袋混凝土,对边坡施加更多压力,提高其自身稳定性能,同时可以保护边坡免受流水的直接冲刷破坏。见图3。

1.2 水土保持型护坡形式

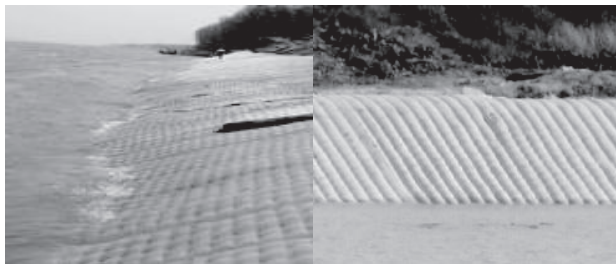


图3 模袋混凝土护坡

针对黄河故道沙区河道边坡水土流失严重的问题, 选择根系发达、固土能力强的乡土物种, 构建乔、灌、草立体物种配置, 可以有效地减少河岸的水土流失。

1.2.1 生态立体种植护坡

河道生态立体种植, 其本质为纯植物护坡, 是植物复合群体在时空上的充分利用。根据不同植物的特性, 利用它们在生长过程中的时空差, 合理地实行科学的间种、套种、混种、复种等配套种植, 形成多种植物、多层次、多时序的立体交叉种植结构^[6]。生态立体种植适合于没有太高防洪要求的农村河道, 在经济还不富裕、土地紧张的地区, 还可以通过在河道边坡和河堤合理种植一定的经济作物, 来增加农民收入, 并解决水土保持中植被种植和养护问题。

立体种植中的乔木, 可拦截部分降水而不致使雨滴直接对坡面进行撞击, 避免造成大动能雨滴的溅蚀, 减少因撞击而溅出的土粒数量, 从乔木上下来的雨滴降落在草本植物上, 然后渗入土壤, 避免了外力与裸露地面的直接接触。乔木植物的蒸腾作用很大, 通过根系对边坡土壤里的水分进行排泄, 减小了坡面土壤里的孔隙水压力, 增加了土壤吸力, 从而提高了土体的抗剪强度, 增加了坡面土体的稳定性, 保护了河道坡面。同样草本植物也可以起到抑制土壤流失的作用。草本植物覆盖在地面上, 能够有效地削弱雨滴对土粒的溅蚀, 随着草本植物覆盖率的增加, 土体的流失量会急剧减少。见图4。



图4 生态立体种植边坡

1.2.2 植物网垫复合型护坡

植物网垫复合型护坡通常采用孔隙率较高的土工网, 网垫的空隙中添加有草籽和土料。草籽生长透网垫后, 其根系深入边坡土壤层, 植被、网垫、根系与边坡合为一体, 形成了一层紧贴于边坡坡面的坚固结皮, 可以有效地防止边坡土壤因降水侵蚀或河水冲刷而流失。这类植被网垫复合型护坡可用于流速较急的河道中, 能够进一步改善黄河故道边坡土层结构特性, 弥补土壤砂性过大的缺陷, 提高土壤的抗蚀性能, 目前这类护坡形式在黄河故道沙区河道边坡水土流失防护中发挥着巨大的作用。见图5。



图5 植物网垫复合型护坡

1.2.3 连锁式砌块护坡

连锁式砌块护坡通过砌块间的紧密结合, 可将各砌块连接形成整体, 为护坡坡面提供一个稳定、柔性的保护层, 连锁式砌块阻断了雨水和河流对边坡土壤的直接接触, 抑制坡面受侵蚀破坏, 在有砌块覆盖情况下的边坡土层几乎不会发生土壤流失情况, 即使是急流水体的河道中依然可以保证边坡稳定。同时连锁砌块采用了空心模式, 在孔内可种植植物, 既有利于增加护坡的生态性, 又可以减少混凝土材料对水陆系统间交替所带来的约束。见图6。

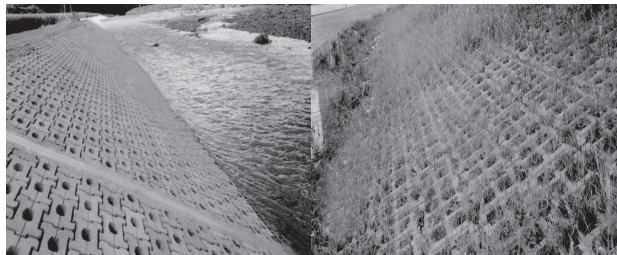


图6 连锁式砌块护坡

1.3 生态净水型护坡

针对黄河故道一些河段水质污染的问题, 通过净水石笼或生态混凝土护坡, 发挥植物和微生物的净水作用, 增加水体中生物的多样性, 提高水体的自身净化能力。

1.3.1 净水石笼护坡

净水石笼护坡是采用铁丝网或格宾网制成方笼, 在笼中加入石块、泥土和净水填料等, 形成一个结构

性整体,锚固于坡脚和边墙。石笼顶部一般栽植水生植物,同时石笼填充后所留下的孔隙较大,十分有利于微生物的生长。因此,可以很好地利用石笼中的净水材料、水生植被以及微生物来吸收降解降水径流带来的面源污染与河流水体中的污染物质。净水石笼护坡比较适用于坡度缓的河道护岸。见图7。



图7 净水石笼护坡

1.3.2 生态混凝土护坡

生态混凝土是以粗骨料为主制造出来的具有特殊结构和表面特性,具有良好通透性,能与环境协调共处的混凝土。相对于传统的混凝土,生态混凝土最大的优点就是存在极多的单独或连续空隙,拥有一定的透水性能,同时可以实现植被和微生物的生长,令其具有净化水质的生态功能^[7]。目前生态混凝土在黄河故道多处河道、水库、蓄水池等边坡防护和水景观建设工程方面有着广泛应用。见图8。

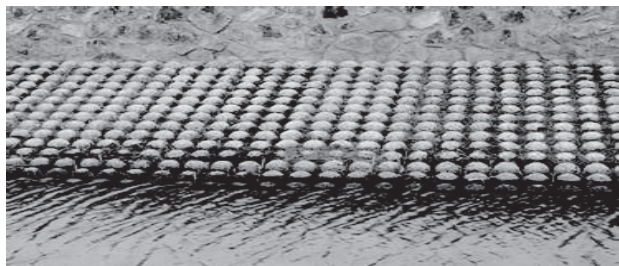


图8 生态混凝土护坡

1.4 生态修复型护坡

针对黄河故道生态退化的河段,采取植生卷材护坡、生态袋护坡等护坡模式,为生物创造良好的生存环境,构建良好的河道生态系统。

1.4.1 植生卷材护坡

植生卷材护坡技术通过在边坡上铺设并锚固植生卷材,将种子、有机质和植被发育基础材料用专门机械压送注入到卷材内,从而在边坡表面形成长期稳定的植物生长基础层。该技术能够实现硬质或其他不适植被生长条件坡面的永久性绿化,达到生态系统修复效果。植生卷材造价低廉,施工简便,同时应用范围广,目前黄河故道中高陡岩质性边坡、传统河

道硬质护岸和干旱沙土区河道护坡等多采用此类护坡技术进行生态绿化改造。见图9。



图9 植生卷材护坡

1.4.2 生态袋护坡

生态袋护坡具有使用简便、植物生长率高、绿化效果长久稳定等特点,是现在护坡绿化中重要方法之一。生态袋护坡原理与植生卷材护坡相似,所采用的生态袋也称植生袋,由专用机械设备,按特定生产工艺将肥料、草种、保水剂等定植于抗老化土工布中制成具有一定形状和强度的土工袋,以代替一般的护岸砌块。生态袋护坡适用于坡度较小的河岸,在生态袋安置稳定后,植物可以穿过袋体自由生长,同时在植被物种选择上生态袋更具多样性,有利于生态系统的快速恢复和边坡环境向自然化还原。见图10。

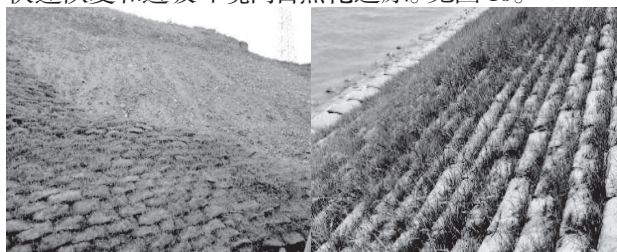


图10 生态袋护坡

1.5 景观亲水型护坡

为了使黄河故道的自然条件和历史文化得到充沛的体现,需打造独特的河道景观,并搭建亲水平台,供人们休闲娱乐。

1.5.1 景观型山石护坡

通过抛石技术,在坡面和坡脚摆放山石,石块间和坡面栽植水生植物和灌草,营造出独有的自然氛围。这类护坡还可以参照园林驳岸的设计方法进行布局,更加体现出园林风格,景观效果突出。景观型山石护坡适用于坡度较缓、流速小的河道。见图11。

1.5.2 亲水平台护坡

河岸带较宽的河道适合建设亲水平台护坡,这种类型的护坡是根据不同水位变化和河道断面,设计不

(下转第48页)

(上接第40页)



图 11 景观型山石护坡

同等级的活动平台,布置了不同景观风格的浮床、驳岸、亭阁等,能够满足全年都提供优美的河道风景和舒适的休闲空间。亲水平台护坡投资大,设计时需全面考虑河道水位的升降,植被选择也需合理搭配,在



图 12 亲水平台护坡

有条件的城市河道中可以积极推广亲水平台护坡,以改善城市环境,提高生活质量。见图 12。

2 结语

黄河故道具有独特的自然条件和深厚的历史文化,然而目前江苏省黄河故道存在着防洪隐患、水土流失、水质污染、景观生态退化 4 个主要问题。通过对已建运行的生态护坡的调查研究,提出了能够有效解决上述问题的生态护坡模式。适合加强防洪稳定

的有混凝土板桩植物护坡、木桩植物护坡、浆砌石植物护坡和模袋混凝土植物护坡;提高水土保持能力的有生态立体种植护坡、植物网垫复合型护坡和连锁式砌块护坡;有效净化水质的有净水石笼护坡和生态混凝土护坡;改善景观亲水功能的有景观型山石护坡和亲水平台护坡。生态护岸对于维护黄河故道的水土保持功能和生态完整性具有非常重要的应用价值。生态护坡有利于河道净化,还原清澈见底、水草丰茂、鱼虾洄游的自然生态景观,保证青山碧水,美化我们的生存环境。

参考文献:

- [1] 汪洋,周明耀,赵瑞龙,等. 城镇河道生态护坡技术的研究现状与展望[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1):88-92.
- [2] 陈小华,李小平. 河道生态护坡关键技术及其生态功能[J]. 生态学报, 2007, 27(3):1168-1176.
- [3] 何衡,陈德春,魏文白. 生态护坡及其在城市河道整治中的应用[J]. 水资源保护, 2005, 21(6):56-58.
- [4] Coppin N J, Richards I G. Use of vegetation in civil engineering [M]. Butterworths, 1990.
- [5] 夏继红,严忠民. 浅论城市河道的生态护坡[J]. 中国水土保持, 2003(3):9-10.
- [6] Morgan R P C, Rickson R J. Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach.[J]. Soil Technology, 1995, 8(1):75-76.
- [7] 居江. 河道生态护坡模式与示范应用[J]. 北京水务, 2003(6):28-29.