

黄河下游防洪工程的生态环境影响分析

刘宪春, 徐宪立

(北京师范大学 地理学与遥感科学学院 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要: 黄河下游的防洪工程在保护两岸防洪安全方面发挥了重要作用, 但也对沿线生态环境产生了相当的负面影响。黄河下游防洪工程具有线长、点多, 以土石结构为主等特点。若从单个工程来看, 其环境影响不大, 但从整个工程体系来看, 其对环境的影响不容忽视: 绵长的工程干扰了河道内外的自然平衡, 影响了生物多样性; 干支流上防洪水库的调蓄对水沙系列的削减作用对河口生态也产生了一定的负面影响; 防洪工程的建设则会诱发新的水土流失。最后, 根据人与自然协调发展的原则, 探讨了改善防洪工程生态环境影响的对策。

关键词: 防洪工程; 生态环境; 影响分析; 黄河下游

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)01-0078-04

中图分类号: TV87; S157

Eco-environmental Impacts Analysis of Flood Control Projects on Lower Reaches of Yellow River

LIU Xian-chun, XU Xian-li

(School of Geography and Remote Sensing Science, Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The flood control projects of the lower reaches of the Yellow River are important to the safety of the zone, but they also have some negative impacts on the environment. The flood control system is extensive and covers different sites, primarily characterized by soil and stone. Single projects have limited environmental impact, but as the impact of the system as a whole cannot be ignored. The system of projects disturbs natural processes within and out of the river. The flood control reservoirs reduce the flow to the estuary, which affects the estuary ecosystem. Construction of projects induces soil and water loss. This paper proposes eco-environmental friendly measures for flood control projects based on the principles of sustainable development.

Keywords: flood control projects; eco-environment; influence analysis; lower reaches of the Yellow River

黄河自桃花峪以下至河口为下游, 长 786 km, 落差 94 m, 平均比降约 1/8 000, 流域面积 2.20×10^4 km², 占全河流域面积的 3%。由于黄河特有的水沙特点, 下游在不断的淤积抬高过程中, 形成了举世闻名的“地上悬河”, 这决定了下游段是黄河防洪的重点段。在与洪水长期的斗争中, 人们修建了大量防洪工程, 这些工程在保护两岸的安全方面发挥了巨大作用, 使黄河下游历经 50 a 未遭受大的洪涝灾害。但是, 这些工程在发挥防洪作用的同时, 也对生态环境有一定的影响。在已往的研究中, 专家学者们着重于从防洪角度出发, 论述工程的规划设计, 但对于防洪工程的生态环境影响研究甚微^[1-2]。随着生态环境的日益恶化, 人们对于工程建设的生态环境影响给予了越来越多的关注^[3-13]。本文从生态环境保护、人与自然协调发展的角度出发, 分析论证了黄河下游防

洪工程对生态环境的影响。

1 黄河下游防洪工程体系及工程特点

1.1 黄河下游防洪工程体系

经过 50 a 多的人民治黄, 黄河下游防洪取得了举世公认的成绩: 修建了三门峡、小浪底、陆浑、故县等干支流水库; 先后 4 次加高培厚了黄河下游 1400 km 的临黄大堤, 初步开展了放淤固堤, 开展了大规模的河道整治; 开辟了北金堤、东平湖等滞洪区; 对河口进行了初步治理; 初步形成了“上拦下排, 两岸分滞”的下游防洪工程体系, 提高了黄河下游抗御洪水灾害的能力, 扭转了历史上频繁决口的局面, 保障了黄淮海平原的安全和稳定发展。

1998 年长江、松花江大洪水以后, 国家加大了对大江大河治理的投入, 黄河防洪工程建设进入了一个

收稿日期: 2004-08-25

资助项目: 教育部博士点基金

作者简介: 刘宪春(1974-), 男(汉族), 山东肥城人, 在读博士研究生, 主要从事资源环境评价与管理, 水土保持等研究工作。电话(010) 62207455 转 1338, E-mail: skch@163.net。

新时期。根据国务院已批复的《黄河近期重点治理开发规划》(2002 年), 近期黄河下游防洪建设的重点是全面加固黄河下游堤防, 加快河道整治, 搞好东平湖滞洪区和滩区安全建设, 加强河口治理。具体项目分类见图 1。

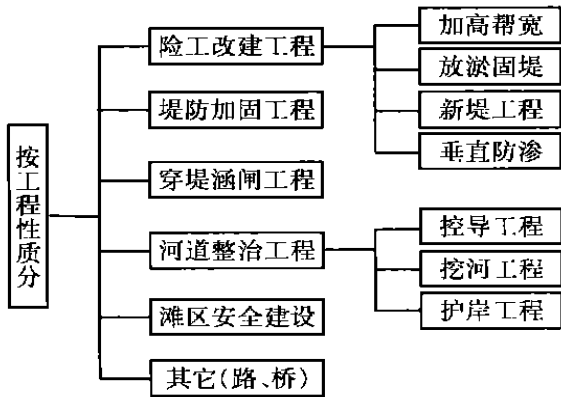


图 1 近期黄河下游防洪建设工程分类图

1.2 工程特点

1.2.1 线长、点多 黄河下游共有各类堤防 2 285 km, 其中临黄堤 1 368 km、分滞洪区堤防 313 km、支流 199 km, 其它堤防 247 km, 渔洼以下堤防 157 km。共有设防堤防长 1 952 km, 不设防堤长 332 km。

黄河下游的河道整治工程主要包括险工和控导护滩工程 2 类, 险工需依附大堤, 修筑有坝、垛和护岸, 具有控导河势和保护大堤之功能; 控导护滩工程修建在滩地前沿, 修筑有坝、垛、护岸, 具有控导河势和护滩保堤的作用。目前, 黄河下游共有各类险工 207 处, 坝、垛和护岸 6 265 道, 工程长 394 km; 控导护滩工程 204 处, 坝垛 3 793 道, 工程长 346 km; 滚河防护工程 94 处, 防护坝 301 道。

下游的分滞洪工程有东平湖水库、齐河展宽区、垦利展宽区。东平湖水库是下游的重要分洪工程, 位于山东境内, 总面积 627 km²。齐河展宽区主要是解决济南窄河段的凌洪威胁, 黄河发生特大洪水时, 用以滞蓄部分洪水。该区面积 106 km², 有效滞洪库容 3.90 × 10⁸ m³, 临黄大堤上建有豆腐窝分洪闸。展宽新堤下端建有大吴泄洪闸。垦利展宽区是以防凌为主, 结合防洪、放淤和灌溉。临黄堤上修建麻湾和曹店 2 座分凌闸, 在章丘屋子修建退水闸 1 座。

1.2.2 以土石结构为主 黄河下游工程除部分涵闸以外, 绝大多数为土石结构。其中大堤主要为土方填筑而成, 险工控导为土坝身, 砌石护面。滩区建设中的避洪村台也由土方填筑而成。

1.2.3 条带分布 河流线状走势决定了沿河工程的

带状分布。大堤随河势蜿蜒而下, 险工依堤而建, 控导工程修于滩地前沿, 束流护滩。这样依靠人为力量将沿河景观分割为条带状, 依次为主河槽、滩地、大堤、堤外景观等。

2 黄河下游防洪工程的环境影响分析

2.1 现状情况下的环境影响分析

2.1.1 干扰自然平衡, 影响生物多样性 黄河下游防洪工程纵贯黄淮海平原, 若从单个工程来看, 其环境影响不大, 但从整个工程体系来看, 它对环境的影响不容忽视。

绵延的大堤是人与洪水长期斗争的结果, 在防护两岸群众安全的同时, 也会带来负面影响。大堤堤顶高程一般高于地面 9~10 m, 最高达到 14 m, 象 2 面高墙将堤内外分割开来, 影响堤内外的物质循环和能量流动。例如在采用截渗墙堤段堤内外的水位互动有可能中断, 动物的迁徙可能受到大堤的阻挡等。

河道整治工程的修建影响河道的天然状态。自然界中, 河流多呈弯曲形状, 整个河势处于不停地演变中, 弯曲与裁弯 2 种作用交替进行。在黄河防洪工程的修建中, 暗含着“束水攻沙”理念, 往往倾向于将散乱的溜势集中成一条主流, 人为将河岸形状变成直线或折线, 减少河流形态的多样性, 同时改变了天然河道中主流浅滩和急流的格局, 导致湿地减少, 动植物栖息地面积萎缩, 影响动植物生存。

控导工程的修建约束了河水流路, 减少了洪水漫滩机率, 使河流失去浅滩和湿地。浅滩具有曝气作用, 可净化水体, 增加水中氧气含量, 为水生生物提供氧气, 浅滩是某些鱼类的产卵栖息地。漫滩机率的减少, 还切断了滩地肥料供给, 加大主河槽淤积程度。滩区具有滞洪落淤的作用, 洪水减小时, 泥沙积于滩地, 其中的有机质、氮、磷、钾等元素为滩区土地增加肥力, 利于农业生产, 清水回流主河槽, 可冲刷河道。整治工程修建初期往往具有束水冲沙的作用, 但长期以后, 河道重新开始淤积, 淤积量大于冲刷量, 形成槽高于滩的局面, 增加防洪难度。

河道整治建筑物(险工、控导、护岸)的迎水面多采用块石等硬质材料, 使得植物难以生长, 进而影响鱼类、两栖类动物的栖息, 导致沿岸滩区鸟类食物减少, 干扰原有食物链的连续性。

2.1.2 防洪工程体系对河口生态环境的影响 河口是河流生态系统中最脆弱和敏感的典型区域, 也是检验河流退化和河流生命健康与否的重要区域。世界上许多河流在水资源的开发过程中, 往往忽视了对河

口生态的保护,如埃及在尼罗河水利工程的建设和水资源开发过程中,因忽视了河口的生态保护,就付出了河口生物多样性破坏和海水入侵等一系列生态破坏代价^[10]。

黄河口作为世界珍稀鸟类的重要保护生境,以及陆域、江河与海洋生态系统交汇的敏感区域,生态问题十分突出。相对于其它河口而言,黄河口湿地更具有成陆时间晚和生态系统脆弱的特点,生态系统的抗变稳定性很差,对环境扰动的抵抗力低,且极易受到外来干扰的影响而发生失衡。

三门峡、小浪底、陆浑、故县等干流水库作为下游防洪工程体系的重要组成部分,除具有防洪功能以外,还肩负着灌溉、发电、供水等任务。进入 20 世纪 80 年代中期,由于黄河上中游降水量偏少、引黄水量不断增加及以上水库的调节作用,进入下游的基流大幅度减小,黄河下游出现了历史上连续的枯水少沙系列,河口地区来水量明显减少。

1987—2000 年,黄河下游利津站平均年径流量为 $1.44 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 平均年输沙量为 $3.93 \times 10^8 \text{ t}$, 分别为 1987 年以前(1950—1986 年,以下同)年均值的 34.95%、38.35%; 而汛期年均来水量为 $8.77 \times 10^9 \text{ m}^3$, 来沙量为 $3.43 \times 10^8 \text{ t}$, 分别为 1987 年以前年均值的 34.8%、40.86%; 1997—1999 年期间,3 a 平均来水量为 $6.36 \times 10^9 \text{ m}^3$, 平均来沙量 $1.96 \times 10^8 \text{ m}^3$, 泥沙来量减少了 84%。长期的枯水枯沙造成下游河道持续淤积抬高,过水面积减少,河口尾间河道严重萎缩,大大降低了河道泄洪排沙能力,平滩流量已由 20 世纪 80 年代的 $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 减少到 $2000 \sim 3000 \text{ m}^3/\text{s}$, 增加了漫滩机遇,对河道稳定十分不利。下游径流量、泥沙量急剧减少,也使原来以淤积为主的黄河河口海岸变为以侵蚀为主。例如钓口河流路于 1976 年人工改道后,因径流泥沙断绝,在海流、海潮、风暴潮等作用下,钓口河海岸由淤进变为迅速蚀退,通过实测资料计算得出:15 km 宽的海岸线 23 a 平均蚀退 7.67 km, 蚀退国土面积 115 km^2 ^[14]。随小浪底水库的建成和运行,来水来沙量减少的趋势将更为严重,海岸线的蚀退将破坏整个黄河三角洲湿地的自然环境条件。

由于海岸蚀退是与海滩下蚀相生相伴的,海滩的下蚀严重影响到滩涂生物的繁衍生息,破坏该海区的生态平衡。同时黄河携带入海的大量有机质锐减,使海洋生物失去饲料来源,许多珍稀的鱼、蟹和贝类种群趋于缩减,从而造成海洋生态环境退化。

黄河尾间水量不足严重的影响着黄河三角洲国家级自然生态保护区的生存和发展。这一湿地生态

保护区分为 2 大片,主要是现行清水沟流路和原钓口河流路冲淤形成的新生湿地,总面积为 1500 km^2 , 计有各种生物 1917 种,其中属国家重点保护的野生动植物资源 50 种,是中国被列入“东亚—澳洲涉禽保护区网络”的 2 处自然保护区之一。其中属国家一级保护的珍稀濒危鸟类有 7 种,属二级保护鸟类 33 种,观测资料显示,每年途经该区的候鸟达 1.00×10^6 只,是中国乃至全球重要的鸟类保护基地。黄河水量不足使黄河通过漫滩自流灌溉保护区的几率大为减少,得不到黄河水沙资源的有效补充,大片湿地进入干旱状态;北部保护区则因海潮侵入作用使生物资源量下降。

2.1.3 形成近堤坑塘、堤沟,影响周围居民生活 黄河下游段大堤多是在民埝的基础上修筑而成,迄今已有 100~200 a 历史。期间大堤决口多有发生,决口堵复时往往只注重堤身恢复,就近取土,忽略其上下游地基连续作用,因此在临背河形成近堤坑塘,致使每年汛期渗水、管涌、滑坡、裂缝等险情不断发生,危及堤身安全。另外,多年来黄河大堤在加高帮宽或机淤时,多在临河侧近堤处取土,形成了堤根低洼地带和堤沟河,局部较深处形成坑塘。据调查,仅山东段就有 344 km 堤沟河和 282 处近堤坑塘亟需处理^[15]。这些坑塘堤沟积水以后,杂草丛生,蚊蝇繁殖,传播疾病,影响近堤人民的健康。

2.1.4 消耗大量土石材料,影响土地利用 防洪工程的修建耗用了数量惊人的土石方。据统计,截至 1993 年,黄河下游防洪工程建设共完成土方 $1.01 \times 10^9 \text{ m}^3$, 石方 $1.21 \times 10^7 \text{ m}^3$ ^[11]。工程填筑的土料为黏土和壤土,如果按 0.067 hm^2 土地可挖取壤土 500 m^3 (黏土 300 m^3) 计算,则需破坏 $6.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 土地,且这些土地多为耕地。如此大规模的土方利用,将破坏两岸土地质量,影响农业生产。石方的大规模消耗,加速了工程附近山石开采的速度,造成局部的山林破坏。

2.1.5 景观孤立,缺乏生机活力 黄河大堤堤顶高程一般高于地面 9~10 m,最高达到 14 m,顶宽 9~12 m,边坡为 1:3,蜿蜒上千公里,可以看作一道人为景观。但是由于堤身土料保水保肥能力差,植被覆盖低,观赏性很差。险工、控导、护岸等坡面采用石质护坡,难以与周围天然环境融合,给人以灰、冷、硬的感觉,缺乏生机。

2.2 下游防洪工程建设的环境影响

下游防洪工程除了运行期具有上述生态环境影响以外,在工程建设期也将产生一定的生态环境影响(见表 1)。

表 1 黄河下游防洪工程建设的环境影响

施工类型	施工项目	潜在影响
工前清场	工前拆除	扬尘污染 噪声污染 破坏土地、景观
	表层土剥离	表层土流失
	地面清理与平整	废弃物流失 金属废弃物扩散 传播病媒
交通运输		扬尘和尾气污染 物料散落与飘落 交通噪声
主体工程 施工	开挖及弃土	水土流失 破坏植被、降低 土地肥力
	坝体填筑	占压土地 废弃物污染 水土流失 噪声污染
完工清场	完工拆除 施工迹地	废弃物污染 景观、土地利用影响
临时 设施	宿营地	环境卫生不良感染疾病
	临时道路	影响土地利用 水土流失
	机械停放场	冲洗废水污染
	供电设施	噪声污染 空气污染 油污污染
	材料仓库	物料散漏污染
	临时材料堆放场	物料流失与飘散污染
	搅拌场与预拌场	废水污染 噪声污染
滩区建设 与移民	卫生设施	不洁饮用水危害人体健康 生活污水污染 生活垃圾污染 粪便污染
		影响土地利用 水土流失 生物多样性

从整个工程的建设过程来看, 扰动地表, 破坏植被, 诱发新的水土流失是工程建设引起的最大环境问题。如果按大堤高 10 m, 顶宽 10 m, 边坡 1: 3 计算, 每新修 1 km, 将会永久占地 7 hm^2 , 填筑土方 $3.50 \times 10^5 \text{ m}^3$, 由此可推断, 工程建设将导致大量植被被清除。根据已有工程调查, 工程建设扰动地表以后, 可使水土流失量增加 5~ 10 倍, 工程弃渣流失比在 30% 左右, 如遇

暴雨, 弃渣可能全部流失, 造成恶劣的环境后果。

3 环境影响控制对策

3.1 强化生态型护坡技术的应用, 防止水土流失

淤区和大堤边坡以及控导险工的非裹护段在多年的设计中均考虑了植草措施, 但由于设计粗糙加之后期管理不善, 致使效果很差。草皮护坡的设计中应注意 3 个问题, 草种的选取问题; 种植密度问题; 混播问题。护坡草种应选择那些矮茎蔓延的爬根草, 适应黄河土壤瘠薄干旱的特点, 而且还应满足生长迅速, 能在短期内覆盖坡面, 越年生或多年生, 适应粗放管理, 成本较低等要求。草皮护坡的种植应遵守种群密度制约的原理。根据经验, 一般草种的单株营养面积为 $4 \sim 12 \text{ cm}^2$, 单位面积 (m^2) 期望形成株数为 $800 \sim 2500$ 株^[6], 根据工程坡面瘠薄干旱的特点, 种植密度以下限为宜。至于险工控导等建筑的裹护段及护岸护坡, 可考虑采用新材料、新技术, 改善传统护坡灰、硬、冷的局面, 营造生态型护坡。

3.2 规划设计中将生态环境作为工程目标的一部分

3.3 采用环境保护作业方法, 减低工程建设中的危害

工程建设期的环境危害主要表现在扰动地表, 诱发新的水土流失及弃渣流失等方面。为了降低工程建设的环境危害, 应采取环境保护作业方法。对于临时堆放的材料与弃渣, 要采取遮盖、围护等措施, 以减少散落和流失。土料和弃渣的运输过程中要用篷布遮盖防止散落。工程完工后, 弃渣不能随意弃于河道和滩地, 应将弃渣收集起来集中堆放于堤后低洼处, 并进行表面覆土回填绿化。对于施工迹地, 要进行清理和表土回填, 在满足生态环境和堤防安全的要求下, 进行美化和绿化。

为防止建成后的水土流失, 除进行草皮防护以外, 还应根据当地暴雨及堤顶和河道整治建筑物、坡面汇流情况, 合理设置纵横排水沟。工程建设与生态建设的结合是一个发展的必然趋势。今后的防洪工程建设应坚持人与自然协调发展的理念, 在保证防洪工程的社会效益前提下, 努力促进生态效益的增长, 最终实现沿岸区域国民经济的可持续发展。

(下转第 87 页)

发展经济模式。在市场经济发展中,养殖业的发展主要以第 2 种模式为主。

3.3.3 白庄生态系统中养殖业可持续发展建议 白庄试点在太行山区水土保持型生态农业建设中是一种探索和示范。经验表明,在太行山石灰岩地区生态农业建设中养殖业的发展应重点考虑以下几个问题。

(1) 生态的恢复和建设要超前进行。即畜牧养殖业的发展规模应以不破坏植被为原则,首先发展林果业和实施人工种草,在恢复植被,防止水土流失的同时,为将来畜牧业的发展积累食源。

(2) 调整和改善牲畜饲养方式。乱放乱牧是造成石灰岩山区水土流失的主要因素,因此在发展畜牧业过程中要根据当地的植被情况,规定放牧区。同时,应积极在改善牲畜品种,推广舍饲上下功夫。

(3) 正确处理经济建设和生态建设的关系。太行山区以植被少、水土流失严重、经济发展落后为特点,因此,小流域的治理和建设应以发展林果、恢复植被为主,这是流域经济发展的基础。只有打好坚实的基础,才能保证山区经济发展的可持续性。

4 结 论

(1) 在对白庄小流域自然和社会经济现状调查的基础上,利用 Visual Basic 6.0 语言编制和建立了小流域综合治理决策支持系统,并利用该系统完成了白庄小流域的治理规划工作。该流域决策支持系统可完成对流域水土保持现状评价、中远期经济发展和农

业生态变化预测等多方面的功能。

(2) 通过实施工程措施和生物措施,建立了石灰岩山区“顶梁截蓄、沟坡拦蓄、坡脚存贮、蓄满疏排”“三蓄一排”的完整的工程防护体系,保证了流域 10 a 一遇降雨就地拦蓄,20 a 一遇降雨不破坏工程,为白庄小流域果粮牧业的正常生产和流域经济的可持续发展打下了坚实的基础。

(3) 围绕建立水土保持型生态农业这一目标,开展了优化种植、果林生态、品种嫁接等方面的试验研究工作。首次提出并建立了在不破坏山体结构的前提下建立生态经济型植物墙体系,初步建成了水土保持型生态农业试验区。找到了一条在太行山石灰岩山区因地制宜发展林果、增加植被、保持水土、促进经济发展的生态经济建设之路。

(4) 通过对白庄村畜牧业现状进行综合分析和评价,对试区内部生态系统的循环机制进行深入调查与分析,找到了畜牧业发展的症结所在。山场草地的退化和破坏,关键是缺乏整体规划、合理开发利用和有效的监督管理。找出了决定流域内发展牲畜数量的 2 个因素:一是市场需要,即系统内外对牲畜及其产品的需求能力;二是流域内部植物的饲料转化量,即系统内对其内部供养牲畜的支撑能力。针对太行山石灰岩山区生态农业建设的现状,提出了小流域在其不同的发展时期畜牧养殖业“以饲料量定牲畜,以市场定发展”的建设模式,进一步拓宽了山区农业生态建设的发展思路。

(上接第 81 页)

[参 考 文 献]

- [1] 胡一三.黄河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1996.
- [2] 崔建中,张喜泉.黄河下游标准化堤防建设的思路与对策研究[J].人民黄河,2002,24(4):11—12.
- [3] 董哲仁.生态水工学的工程理念[J].中国水利(A刊),2003(1):63—66.
- [4] 蒋固政,张先锋,常剑波.长江防洪工程对水生动物和鱼类的影响[J].人民长江,2001,32(7):39—41.
- [5] 王金生.创新思路干水利,重视生态建堤防[J].中国水利,2002(12):44—46.
- [6] 郭乔羽,李春晖,崔保山,杨志峰.拉西瓦水电工程对区域生态影响分析[J].自然资源学报,2003,18(1):50—57.
- [7] 张云芳.拉西瓦水电工程对生态环境影响预测[J].西北水力发电,2002,18(3):24—27.
- [8] 朱文,刘挂文,郭英丰.河道治理工程水土保持设计[J].水资源保护,2002(2):9—10.
- [9] 樊晋生,王明鉴.浅谈引黄联接段工程占地对环境的影响[J].山西水利科技,2001(3):92—94.
- [10] 姜翠玲,严以新.水利工程对长江河口生态环境的影响[J].长江流域资源与环境,2003,12(6):547—551.
- [11] 于辉.输水工程建设中的若干环境问题[J].水资源保护,2003(1):47—49.
- [12] 王国平,张玉霞.水利工程对向海湿地水文与生态的影响[J].资源科学,2002,24(3):26—30.
- [13] 吴俊,王培.南水北调对长江口生态环境影响的综合分析[J].科技导报,2002(2):13—16.
- [14] 王春华,由宝宏,程义吉.黄河口西河口水利枢纽工程建设探讨[J].水利建设与管理,2003(1):13—14.
- [15] 李冰,等.黄河近堤坑塘对大堤稳定的影响分析[Z].黄河网.2001,12.
- [16] 张俊云,周德培.厚层基材喷射植被护坡植物选型设计研究[J].水土保持学报,2002,16(4):163—165.
- [17] 雷阿林,余继跃,李进.堤防护岸工程施工环境保护作业方法研究[J].中国水利,2002(12):77—79.