

江河护岸新技术

——四面六边透水框架群

张文捷 王玢 麻夏 王南海 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

江河护岸新技术

——四面六边透水框架群



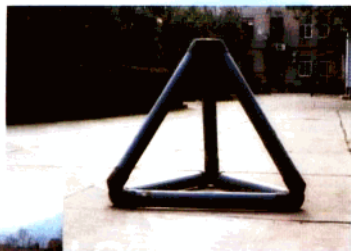
钢筋混凝土框架



毛竹充沙框架



长江牛角茭堤崩实况



再生塑料充沙框架



长江马湖堤崩岸实况

PDG



江河护岸新技术

——四面六边透水框架群



长江九江段赤心堤框架群护岸效果(1)



新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿克陶县盖孜河马场大弯道四面六边透水框架护岸工程及效果图

PDG

江河护岸新技术

——四面六边透水框架群



江西抚西堤楼下段框架群护岸
1998年汛后效果



瑞昌市狗头矶下腮框架群护脚效果



长江九江段赤心堤框架群护岸效果(2)

PDG

江河护岸新技术

——四面六边透水框架群



长江九江段东升堤框架群护岸效果



长江九江段江新洲堤框架群护岸效果



长江九江段赤心堤框架群护岸施工现场



长江钢筋混凝土框架群护岸施工现场



山东长清县黄河大堤框架群护岸施工现场



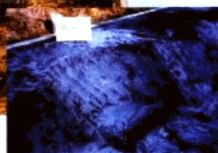
江西南昌赣江南新联圩框架群护岸施工现场

江河护岸新技术

—— 四面六边透水框架群



南昌大桥桥头框架护岸



框架群治理崩岸水工模型试验(浑水)



抛投区内外水流流态

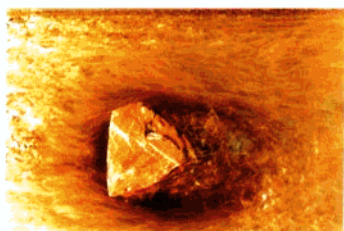


框架群护岸水工模型试验(清水)



江河护岸新技术

——四面六边透水框架群



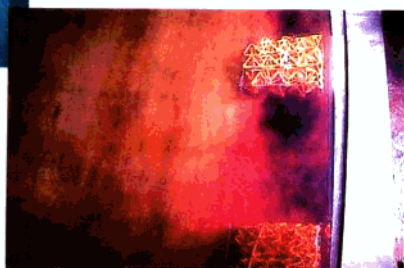
块石近区冲刷



间隔抛投区冲刷形态



杆件绕流流态



平面流态



立面流态

框架群间隔内示踪液分布图

序

洪水灾害是世界上大多数国家的主要自然灾害之一。新中国成立以来，全国开展了规模空前的江河治理和防洪体系建设，水患得到了有效的控制。但是，我国人多地少，随着社会、经济的发展、城市化进程的加快和土地利用规模的扩大，洪水灾害依然是影响社会、经济、人民群众生存发展和生态环境的心腹大患。1998年长江、松花江全流域大水给国民经济发展造成了巨大损失，广大军民与洪水搏斗的惊心动魄的场景至今印象尤深、令人难忘。

“科技是第一生产力”。新中国成立50多年来，在防洪减灾工作中，从洪水发生的规律、洪水预报与报警、水库防洪调度、江河治理到抗洪抢险等各方面都采用了大量的先进技术。1998年大洪水后，全国开展了大规模的江河整治和防洪体系建设，目标是建成以防洪工程为基础、工程与非工程措施相结合的完善的防洪减灾体系。很多科技新成果、新技术和新工艺在这一体系建设中得到应用和推广。四面六边透水框架对江河护岸固脚技术就是其中一项。

四面六边透水框架护岸固脚技术，机理新颖，结构简单，造价较低，效果良好，适用面广，不仅可用于河道整治的护岸固脚，也可以用于桥墩或其他水下建筑物的基础保护等方面。四面六边透水框架群的工作特点是：自身稳定、减速促淤，减少水流速率可达40%~70%，能够将岸边局部流速降到不冲刷河岸甚至泥沙淤积的程度，以此保护岸脚。常用的实体护岸技术，如抛石、混凝土模袋、钢筋混凝土铰

链排等，往往因基脚淘刷，导致下抛块体大量流失或工程失稳崩塌。从这个角度看，四面六边透水框架在护岸固脚方面有难以取代的优点。

江西省水利科学研究所推广四面六边透水框架技术已有8年之久，他们以科学的态度，持之以恒的精神，坚持科研—实践—科研—实践的路线，先后在西北水利科学研究所、江西省水利科学研究所、河海大学水力学试验所反复进行了水工模型实验研究，又经过包括长江、黄河在内的20多项实验工程的实践检验，使该技术趋于完善和成熟。为使这一技术得到全面推广，又总结出一套设计、施工、监理的方法。根据多年的知识与经验积累，写成了这本专著。这是一件很有意义的工作，我相信本书的出版将有力地促进这项先进技术的应用与推广。

胡振鹏

2002年8月

前 言

护岸工程是河道整治工程的重要内容，也是堤防工程的重要部分。工程看似简单，但是由于护岸工程涉及诸多因素，例如河道的河势与演变，水流的三要素：流量、流速、水深的变化，河岸及河床的地质构成，以及水土保持、气象等的变化，都使护岸工程具有其特殊性与复杂性。不同河道有不同河道的特点，同一河道的上、中、下游也各不相同，由于影响因素是不断变化的，因而护岸工程也是一种动态工程，不是一劳永逸的。广大水利工作者长期以来对护岸工程不断探索、实践，对护岸工程的认识逐步加深，护岸工程形式也越来越多，越来越符合河道演变的规律，越发实用和有效。

本书介绍的四面六边透水框架群护岸固脚技术，是对10多年来众多的工程技术人员的研究成果、实践经验的一个总结。四面六边透水框架群能降低岸边流速，改岸边局部冲势为不冲或淤势，从而达到稳定河道，保护堤岸的目的，多年的研究成果和实践效果证实，这是一项十分有效的护岸新技术。推广这项护岸固脚技术是大家的共同愿望。特别是首先研究这项技术的水利部西北水利科学研究所的韩瀛观先生，他领衔研究此项技术时已近70高龄了，为推进此项技术的研究与推广，他不顾年迈体弱，跑立项，跑推广，极力推荐此项技术。韩老这种献身水利科技事业的精神、坚忍不拔的意志力，对我们是激励、鼓舞，更是一种鞭策。韩老1999年不幸去世了，本书的编辑出版，是对韩老的最好告

慰与纪念。

本书共分5章，第一章由张文捷编写，介绍了江河崩岸险情和护岸固脚各种技术；第二章由王南海编写，介绍了四面六边透水框架群护岸固脚的机理及水力特性；第三章由王玢编写，介绍了江西、新疆的几个工程实例；第四、五章由麻夏编写，介绍了工程设计及工程监理及质量评定。

在研究、推广框架群护岸技术的过程中，得到了水利界各级领导的大力支持与各水利部门的通力协作，没有他们的支持与协作，就不可能在较短的时间内积累这么多成功的工程实践经验，框架群护岸技术就难以推广。我们特别感激江西省水利厅、江西省长江干流江岸堤防加固整治工程建设指挥部、西北水利科研所、河海大学水力学研究所以及孙晓山同志、周春天同志、张耀哲同志和很多其他单位与同志，他们给我们的研究工作给予了鼎力相助，在此表示深深的谢意。

本书蒙江西省副省长胡振鹏博士题写序言，在此，一并表示深切的感谢。

希望本书能给河道整治和堤岸防护提供技术上的一种新选择。

编 者

2002年8月

目 录

序

前 言

第一章 概述	1
§ 1-1 江河护岸险情简述	1
§ 1-2 护岸固脚技术的分类	4
第二章 四面六边透水框架群护岸固脚机理及水力特性	18
§ 2-1 减速护岸固脚机理	20
§ 2-2 杆件截面形式对减速率的影响	24
§ 2-3 框架群架空率对减速作用的影响	26
§ 2-4 杆件长宽比与减速率的关系	27
§ 2-5 框架群平面布置对近底流速的影响	29
§ 2-6 框架群的长度和间隔长度对近底流速的影响	33
§ 2-7 框架群的高度对减速率影响	35
§ 2-8 框架群的宽度对减速率的影响	36
§ 2-9 近岸流速对框架群减速效果的影响	36
§ 2-10 顶冲水流及弯道对框架群减速效果的影响	37
§ 2-11 结论	39
第三章 工程实例	40
§ 3-1 江西省九江长江大堤赤心堤固岸工程	40
§ 3-2 江西省九江长江江新洲堤头北岸固岸工程	54
§ 3-3 新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿克陶县盖孜河马场大弯道 河道整治工程	70

第四章 工程设计	82
§ 4-1 设计原则和要求	82
§ 4-2 减速范围的确定	83
§ 4-3 横断面设计	84
§ 4-4 平面布置	86
§ 4-5 结构尺寸及选材	87
§ 4-6 施工组织设计	89
第五章 工程监理与工程质量评定	96
§ 5-1 工程施工监理	96
§ 5-2 工程施工质量评定与验收	100
附录 A 框架制作质量标准	104
附录 B 施工质量评定表	108
参考文献	120

第一章 概 述

§ 1-1 江河护岸险情简述

洪涝灾害是我国危害最大,造成损失最严重的自然灾害。长江、黄河等七大江河的中下游及沿海平原地区,其面积占国土总面积的8%,拥有全国人口的40%和35%的耕地,其工农业总产值占全国的75%,是中国人口最密集、经济最发达的地区。这些地区严重的洪涝灾害,极大地影响到国计民生、社会稳定,是中华民族世代代的心腹之患。

江河堤防是我国防洪工程最重要的组成部分,特别在各河道中下游较平坦的地域,堤防是防御洪水的最后屏障,对堤防工程而言,危害性最大的险情莫过于堤基渗流破坏和迎流顶冲的崩岸,这两种险情都有其突发性、灾难性,如不预先防治,可导致大堤的突然溃决,因此,必须给予高度的重视。

长江的崩岸,主流的摆动对岸坡的冲刷引起种种险情,黄河河势的游荡性,年年威胁堤岸的稳定和堤身的安全。在毛昶熙、段祥宝、毛佩郁同志的交流论文《江河崩岸治理的认识及其初步研究成果》中提到下列数据:长江中下游3600km江岸,崩岸长度就有450km,在“98.8”洪水中沿江崩岸险情就发生了300余起,可见长江崩岸的严重性。黄河泥沙高的主要原因是晋陕峡谷两侧的黄土滑塌所产生,由于黄土的直立性,在水力风力作用下,淘刷悬空后,重力塌岸所致。游荡性河道水流形态的最大特点是宽、浅、散、乱,在河道内最易形成斜河、横河。斜河横河一旦发生,水流将首先漫出主槽直冲滩地。由于滩地土质多为散状沙质土料组成,抗水流冲刷能力非常弱,造成滩地大量坍塌,随之斜横河会直冲两岸大

堤,造成大堤脚淘刷,水流将冲刷土体带走,堤身土体将会成批坍塌,如抢护速度不快,则会造成大堤冲决,历史上黄河下游发生过多次斜、横河冲决大堤而导致大堤决口。

广东省围堤总长 6700km,其中崩岸险情段近 1400km(均为 1998 年资料),江西省长江堤段仅 150km,除 1996 年 1 月 8 日发生震惊全国的彭泽马湖大崩岸(长 1000 余 m、宽 200m),造成人民生命财产的重大损失外,1997 年和 1998 年两年崩岸发生 20 多起,总长度逾 6km,令人触目心惊。

江西省彭泽县马湖段长江堤是 20 世纪 60 年代围建的,当时堤外有 300~2000m 宽的外滩,至 1995 年底,马湖堤外滩宽度不足 20m,60 年代以来,马湖堤共发生过 4 次较大的崩岸,时间分别为 1973 年、1988 年、1996 年 1 月 3 日和 1 月 8 日,各次崩岸发生前基本都没有明显的先兆,崩岸发生的过程短促,1996 年 1 月 3 日 14 时,长江彭泽马湖堤突发崩岸,缺口长 150m 宽达 80m,其中 80m 的大堤堤身连同堤脚全部滑入江中,1996 年 1 月 8 日 18 时 10 分左右,该段 960m 大堤岸近 100 万 m^3 土石方和紧临大堤的数十间民房顷刻间全部骤然崩塌江中,大堤上出现长 960m 宽 200m 的缺口,死亡 24 人,损失惨重(见图 1-1)。



图 1-1 长江马湖堤崩岸实况

1998 年春湖口县长江牛角芜堤大崩岸、九江县永安堤大崩岸(见图 1-2)。1998 年 10 月,彭泽县棉船长江大堤突发崩岸;1998 年 8 月 21 日,安徽同马大堤外垸的跃进圩,在 7 月 24 日与 8 月 10 日发生窝崩之后,又再次发生窝崩,不到 1h,窝崩发展至堤肩,堤顶崩破而溃垸。



图 1-2 长江牛角芜堤崩岸实况

1994 年湖北咸宁大堤北门口近百公里堤段崩退 400m,最大崩退速度 55m/h。

1998 年 10 月 14 日咸宁又发生了 3h 内崩退 100m 的险情。

湖北黄冈巴铺长江大堤,自 1959~1989 年共后退 1324m,目前只剩下 100m 的外滩,洞庭湖入口荆江门河岸每年以 30~50m 左右的速率后退。

1803 年,黄河封丘大官决口,1843 年,黄河中牟九堡决口等都是横河直冲大堤造成堤防冲垮决口的。

新中国成立后,黄河河南游荡性河段也发生过多处斜横河决堤,如 1952 年 9 月在大河流量 $1000\sim 2000\text{m}^3/\text{s}$ 时,郑州保合寨险工出现横河、滩地塌退。保合寨险工出险,在有采用铁路支线运送石料等防汛物料的条件下,4000 人奋力抢险,最严重时堤

防坍塌长度 45m, 堤顶最大塌宽 6m, 经 10 昼夜全力抢险方化险为夷。

1996 年 9 月 6 日, 洪水流量 $1600\text{m}^3/\text{s}$, 水流从荥阳孤柏嘴山弯后横直向北直冲武陟驾部工程上首的防护堤形成横河, 随即防护堤出现冲刷坍塌重大险情, 险情发生后, 焦作市组织了 1500 人抢险, 黄委会、河南局专家现场指挥。驻焦部队, 武警部队昼夜作业, 奋力拼抢, 大小车辆穿梭不断, 送料车队绵如长蛇, 但由于横河冲刷剧烈, 河势上堤速度加快, 大堤冲刷坍塌速度大于抢护速度, 防护堤终于于 9 月 7 日溃口, 决口门宽 255m。

由以上的险情事例可以看出, 黄河即使在较小流量的水流条件下, 一旦形成横河, 水流直接冲刷堤防土体, 所造成的险情都是非常严重的。

由上述典型崩岸事例看出崩岸对大堤威胁是相当严重的, 除了对堤身及堤基加固外, 对江岸的整治, 保持江岸的稳定, 防止崩岸的发生, 这在治河工程中是重大课题。对崩岸机理的研究, 对护岸技术的研究和应用, 一直是历代水利工作者不断探求的课题。特别是 1998 年长江、松花江全流域大洪水发生后, 国家在江河治理、防洪减灾方面投入了巨资, 使堤防建设、江河治理工作进入了一个高潮时期, 各种新技术、新方法、新工艺得到开发推广应用, 四面六边透水框架群护岸固脚技术就是在这个大潮中得到大范围推广应用的, 经实践检验, 这是一项效果好、施工简便、费用较省的一项新型实用技术, 值得在江河堤防护岸固脚工程中推广。

§ 1-2 护岸固脚技术的分类

护岸工程按其平面布置形式分类, 可分为平顺式护岸、码头和丁坝护岸。按护岸机理分类, 可分为实体抗冲护岸和减速不冲护岸。在此, 重点研究的是不同机理的防冲护岸固脚技术。

实体防冲护岸技术, 是以实体工程遮挡住散粒结构组成的可