

中国堤防工程施工丛书

ZHONGGUO
DIFANG GONGCHENG
SHIGONG
CONGSHU

5

柴枕法

尚文勇 张 杰 董建军 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国堤防工程施工丛书

ZHONGGUO

DIFANG GONGCHENG

SHIGONG

CONGSHU

5

柴 枕 法

尚文勇 张 杰 董建军 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系《中国堤防工程施工丛书》之一, 主要介绍了柴枕法的定义、适用范围、工法原理、施工材料与设备、施工工艺及流程、施工质量控制及验收标准, 并通过典型案例加以说明。书中还介绍了一些新的工艺技术以及我国目前柴枕法的研究现状及发展趋势。

本书可为从事水资源堤防工程者直接应用, 并为从事土木建筑、交通港航、铁路桥隧、围海造陆、地基处理以及中职、中专和高等院校的师生提供有益借鉴。

图书在版编目 (CIP) 数据

柴枕法/尚文勇等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2006

(中国堤防工程施工丛书; 5)

ISBN 7-5084-3805-1

I. 柴... II. 尚... III. 堤防—防洪工程
IV. TV871

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 050070 号

书 名	中国堤防工程施工丛书·5 柴枕法
作 者	尚文勇 张 杰 董建军 陈彦生 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	850mm×1168mm 32 开本 7.875 印张 217 千字
版 次	2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	24.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 著 者 的 话

沿江、河、湖、海的岸边修建的挡水建筑物称为堤；构建在河谷或河流中拦截水流的水工建筑物称为坝。“防水的堤坝”合称为“堤防”（《辞海》1999年版缩印本第668页）。

目前，中国堤防总长近30万km，其中江、河、湖堤长达27万余km，海堤1万余km；大、中、小型库坝8.5万座，总库容5184亿 m^3 ；蓄滞洪区近百处，总容积980亿 m^3 。这些数量均名列世界前茅。

1998年大水以后，在中央积极财政政策的支持下，堤防建设进度加快，长江、黄河、淮河、海河、松花江、辽河和珠江等七大流域，以堤防为重点的防洪体系进一步完善，堤防建设标准普遍提高，抗御大洪水的能力增强。到2000年，新建与加固堤防已长达7400km，流域干、支流Ⅰ、Ⅱ级重要堤防达标1.02万km，海堤达标6000km；全国有236座城市达到国家防洪标准。所有这些成果的取得，离不开采用“新材料、新技术和新工艺”的历史性突破。《中国堤防工程施工丛书》正是“三新”应用的总结与理论的升华。

丛书分四篇十八册，即总论篇的《堤防工程施工工法概论》、《堤防工程探测、监测与检测》；护岸工程篇的《抛石法》、《沉排法》、《柴枕法》、《板桩法》、《模袋法》和《吹填法》；防渗工程篇的《深搅法》、《高喷法》、《注浆法》、《射水法》、《抓斗法》、《切槽法》、《振动沉模板法》和《土工合成材料法》；补强篇的《化灌法》、《抗碳化法》。

各册分别介绍了各工法的定义、适用范围、工法原理、施工

材料与设备、施工工艺及流程、施工质量控制与检收标准、工程应用典型案例。书前汇集了相应的术语与符号；书末附有相关的施工用表、规范与设备细目。丛书内容简明扼要，通俗易懂，集知识性、实用性和可操作性于一体，实为当代堤防工程施工工法大全。

“科学有无止境的前沿”，“技术有不停滞的进步”。我们深信，编撰并出版《中国堤防工程施工丛书》，无疑有着十分重要的意义。分册的陆续问世，将有助于相关学科领域和企业单位获得更高、更深与更多的创新与发展。

2005 年 5 月

前 言

河道险工的整治，从古到今，一直沿用着两类技术，即以丁坝群为主的进攻型治导工程和以保护河道现状及抗御水流冲刷为主的护岸工程。护岸工程相对治导工程而言，是一种防守型的措施。

在护岸工程中，通常以河道多年平均枯水位为界，将枯水位以上的护岸称其为“护坡工程”；而将枯水位以下的护岸，称其为“护底工程”或形象地叫做“护脚工程”。

我国历来的治河护岸原则是，先护底后护坡。堤底（脚）不稳，则堤坡难立。

护底（脚）的目的，主要是防冲、防淘、防浪以及抗冰冻四方面。为此，炎黄先人利用排体尤其是柴枕/柴排进行河道险工的治理已有4000余年的历史。由此形成的“埽工”技术举世闻名。

最早的护岸排体就是采用植物和天然纤维为原料，诸如秫秸、柳条、芦苇、茅草之类的梢料经编排捆扎制成。其突出特征是柔韧细软、材源丰盛、施工简便，为后续的现代软体排的发展，给出了铺垫和创新的空间。

国内外工程实践与理论研究表明，不论是传统的柴枕软体，还是现代的土工织物软体，对软体沉排必须强调四个要素：

(1) 排体应具有足够的强度。在沉排中，不会因水流冲击而形成的阻力及自身重力的影响，造成排体的撕裂损毁。

(2) 排体应具有足够的柔性。也就是说，软体沉排除能适应不规则的地形能贴附密合外，一旦堤底（脚）出现较大变形时，还能“应变相容”地使堤底（脚）土体与密合贴附的排体共同构建为一个结构整体，并且以软体排来制约堤底（脚）的变形发展。

(3) 排体应具有足够的密实度。当软体沉排贴附堤底(脚)后,能防止水流将河床堤底(脚)上的土颗粒诸如砂等从排体的缝隙被淘刷带走而导致堤底(脚)失稳乃至坍塌。

(4) 排体应具有足够的可动性。当软体排边缘部位的河床堤底(脚)发生不均匀沉陷或被水流冲击淘刷时,除去因软体沉排能适应其变化外,还得靠软体排本身具有的一定可塑性能自动补偿平衡。

就当今生态环保而言,传统的柴枕/柴排,因为是植物诸如柳树、芦苇等植插护坡或用其梢料编排捆扎制成枕垫或排束等护底(脚),其优势表现得非常突出。

(1) 造价低。一般在 $50\sim 80$ 元/ m^2 。

(2) 能免除冻害与曝晒。一般可在 $-40\sim +60^{\circ}\text{C}$ 的寒冷与酷热环境条件下施工。

(3) 防风好。尤其是生态护岸体系可防 7 级以上大风。

(4) 固土强。植物根须能与堤岸坡土牢固连接成为一体而不是护坡护底的附着块体与堤岸构成二重介质。尤其是盘根错节的香根草与互花米草,护岸牢靠。

若从植物本身的特性来看,比如柳条,它是杨柳科植物垂柳的枝条,尤其是水柳,其自身繁殖力极强,既可水插,又可土插,每年一茬一茬地不断生长,喜水耐淹,这正是土堤在汛期最难得的保护材料,其抗风浪、固土性能与根系发育成正比,只要栽插得法,一般成活率和旺盛发育势头会出人意料地高。

芦苇同样具有耐淹没、抗风浪的特性,根系固土盘结强劲,茎叶反弹性好,具有“坡面斗篷”誉称。最近研究还表明,芦苇还具有对江河湖堤水质重金属污染起降解作用的功能,为柴枕/柴排法的未来发展与推广应用增添了新意。柴枕/柴排法,从传统延伸到现代,我们重新审视这一古老工法时,其思维走向,正应了哲学家的预言:彻底质疑任一科学技术的先进或落后,是一切智慧追求的起点。

鉴于此,把重点放在生态环保的角度上,全面审视柴枕/柴

排法的工程作用及生物作用，并将其工法原理定位于“攀高”的“平台”上。相应地界定“柴枕法”时，不仅仅局限于对截截的柳枝、芦苇等梢料编排捆扎成枕护底（脚），还拓展到柳枝之外的杨、槐、柳等鲜活植物水插、土插于堤身、岸滩以及防护岸坡方面。这样做的缘由，一是实践证明可靠；二是理论探索可行。

河滩植树护岸成功案例有：

(1) 黄河大堤。在堤脚外植丛柳或低柳，宽约 7~10m，行距 2m，间距 1m。低柳或丛柳后面植高柳，形成柳树高低互偃的护岸林带。

(2) 淮河堤外滩，植柳宽约 20m，行距与间距均为 3m，以梅花形植插。

(3) 长江中下游及洞庭湖部分堤岸外滩，植高低柳林带，宽约 70m。亦有以种植芦苇替代柳树的。

(4) 山东黄县的黄水河堤，临水一侧留出 15m 宽河滩，在滩唇、滩面、堤坡和堤顶均种植了芭茅、柳树、槐树等植物，形成以唇保滩、以滩保堤、以堤保地的防洪体系。

(5) 吉林省长春市石头口门水库库周 57km 的围堤，在其内滩植柳树、槐树护岸。

《柴枕法》一书正是上述历史的总结及理论升华，尤其是在堤防工程中采用鲜活的植物护滩、护岸与护坡将作为重点论述。

《柴枕法》采取集体讨论、分工合作的方式进行编著。其中，由尚文勇编写前言、术语、绪论、工法原理、施工材料与设备及附录；由张杰编写施工工艺及流程、施工质量控制及验收标准、工程应用典型案例及符号、参考文献；董建军、陈彦生参加了部分章节的编写工作。全书由董建军策划，陈彦生统稿。

由于编著者水平所限，书中难免有不足之处，恭请读者不吝指正。

编著者

2005 年 10 月

术 语 表

埽工：指护岸和堵口时常用的工事。通常采用高粱秆或芦苇作梢料，以稻草、麦秆作填心进行“一层料一层土累积而成”的传统防浪抗冲工程。

埽工就地取材，造价低廉，施工便捷，易见成效；但高粱秆、芦苇质轻易朽，且受压后易沉陷。用此料组成的埽工护岸，每年需培修，三五年还要重换。但作为堤防堵口应急，埽工却具有快捷奏效之特殊功能，故数千年来长用不衰。

埽工与填梢相似。

填梢：指用多层梢捆填镶而成的河工建筑物。每层梢捆厚 30~60cm，包括进厢梢和退厢梢各一层，每层都用梢龙盘镶和木橛钉钉。木橛长约 1.25m，根端粗 5~6cm。施工前，在岸边挖坑，埋设梢根并用木橛钉钉。盘镶完毕，在上面加压料，将梢端浮木撤去，即易下沉。以后再在上面做第二层、第三层、逐渐向外伸展，直至所需长度为止。

梢捆：指治导河流或护岸工程所有的构体。是用铅丝或柳条，把细嫩树枝扎成粗 25~30cm、长 2~4m 的圆捆。

梢龙：指沉排或填梢工程的构件。是用细软树枝扎成，粗 10~15cm，长度视需要而定，但一般不宜超过 20m，每隔 20~30cm 用铅丝捆扎。

梢工：指用梢料编扎而成的各种形式的治导、护岸与护底工程构件。如沉梢、梢龙等。梢料以柳枝为最合适，也可用其他阔叶树与针叶树的树枝。

笼埽：指以较大体积的笼（铅丝笼、绳笼、土工网笼等），装填一定比例的软料（秫秸料、柳料等）与石料即软料：石料=2：1 的现代防浪抗冲体。

治导工程：指控制和引导水流、泥沙运动，调整河道水流特征和河槽形态的工程。

治导工程多采用各种形式的治导构筑物来使河流的水流特征和河槽形态满足防洪、航运、引水和桥渡等方面的要求。

护岸工程：指保护岸坡、防止水流冲刷的工程。

护坡：指路基、堤坝与河渠等边坡坡面的防护层。通常以草皮、片石

或块石铺砌而成；也有采用土工模袋铺设。前者属传统护坡，后者属现代护坡。两者的目的均是用以防止边坡被风、雨、水和流冰所破坏。

护岸：指在江、河、湖、海与水库等沿岸，防止天然岸坡发生坍塌的工程措施。

按工程结构形式划分，护岸通常分为斜坡式护岸与陡墙式护岸两种。前者用砌石或混凝土板与土工模袋混凝土块护坡，有时需用人工块体护面，坡面下设反滤层或垫层以防止沙、土被吸出；后者用砌石或混凝土重力墙、钢筋混凝土扶壁式挡土墙、板桩岸壁或加筋土工合成材料挡土墙等，墙壁后设排水滤层，回填土多采用排水性能好的砂性土。所有护坡和岸壁上均需设置排水孔，以及采取护脚（底）、护坦措施。

护底（脚）：指岸坡靠近河床或坡最下端部分的保护段（处）。

护坦：指闸、坝等泄水建筑物下游保护河床的底板。一般称其为消力池的底板，由混凝土或浆砌块石建成。其结构和尺寸视河床性质、渗透压力大小及水流情况而定。

抢险：指对导致堤岸决口的各种危急情况采取的补救措施。

一般险情有洪水漫顶、大溜顶冲、堤身孔洞隐患、背水堤坡崩塌或严重渗漏等。

抢险措施通常有加筑子堤后戗、加固培厚堤体以及各种护岸工程等。

洪水漫顶：指汛期水涨，江、河、湖、海里的水外溢，使“河水漫漫、堤岸陷溃”（《金史·河渠志》）的现象。

大溜顶冲：指河道水流的一种规模宏大急流态势遇障时的直接冲刷现象。

子堤：指洪水时期河水上涨，为防止漫溢，在大堤顶部加筑的小堤。又称“子堤”。

子堤通常建筑在临河水一面，但不可过于靠河边以免坍塌。堤后应留有余地，作为抢险人、车来往的通道。

戗堤：指抢险渗漏或加固堤身时，于堤坡外面加帮的堤。临河水坡的称“前戗”或“外帮”；背河水坡的称“后戗”或“内帮”。

后戗必须用易透水的沙土或柴草等筑成，使渗入堤身的水容易排出；前戗必须用不易透水的粘性土料筑成，以尽量防止河水渗入堤身使堤身稳固。

戗堤的顶低于正堤顶，其顶面称为“戗台”。

芦苇：主要指用于柴枕/柴排编扎的“芦”、“苇”保土固堤挺水植物。

系禾本科，多年生草本。

秫秸：主要指用于柴枕/柴排编扎的（粘）高粱茎秆。

稻草：主要指用于柴枕/柴排中夹杂的一种水田粮食作物的茎秆，包括籼稻草和粳稻草等。

茅草：主要指用于柴枕/柴排中夹杂的一种旱地粮食作物的茎秆，包括小麦秆、大麦秆等。

麻绳：主要指用于柴枕/柴排捆扎的麻类植物的皮纤维纺织成的绳索。

铅丝：主要指用于柴枕/柴排捆扎的耐酸腐蚀的金属丝状银白色材料，韧性强。

木桩：主要指用于固定柴枕/柴排于护坡土中的木质锥体。

石料：主要指用作沉放柴枕/柴排的压载重物，包括块石等天然或人工岩石。

挺水植物：指生长在水深 0.5~1m 左右、根系固着在水底土壤、将其茎叶的一部分或大部分伸出水面的一种水生植物，例如芦苇等。

柳：柳属（Salix）植物的泛称。杨柳科中的落叶乔木或灌木。通常叫“柳树”。

柳枝柔韧的特点，被柴枕法首选的梢料缘由无可争议，并沿用至今。

我国有柳 257 种，其中旱柳（又称河柳、江柳、杨柳），垂柳（又称水柳、垂枝柳、垂杨柳），白柳等几乎遍布全国。

旱工：主要指河道整治中位于河滩上进行的沉排施工。与“水工”相对应。

旱工施工包括散石沉排、铅丝笼沉排、耐特笼沉排和柳石枕沉排等。

散石沉排：指在河道滩地上开挖坑槽并抛投块石于槽内以加强堤坝工程的基础强度的施工方法。

散石沉排可以随着工程前冲刷坑的深度变化而成为护坦裹护坝体土胎，并同时起到防止淘刷的作用，在长期的江河整治中广为实用。

铅丝笼沉排：又称石笼沉排。指将块石装入由铅丝编织的网内并形成较大体积的抗冲体，经沉入岸坡底（脚）以减少洪水冲击的一种护岸方法。

耐特笼沉排：又称土工网格石笼沉排。指采用英国 Netlon 公司研发的 CE 系列土工网格，并装入块石形成大体积的抗冲体，经沉入岸坡底（脚），以抵抗水流冲击的一种护岸方法。

柳石枕沉排：指采用柳条捆扎成排枕并用块石压载组成的抗冲体，经沉入岸坡底（脚）以抵抗水流冲击的一种护岸工程。又称“柳石工”。

下淤：指沉排受到洪水淘刷后，排体外沿出现下隐并逐步沉降的一种位移。

柳船：指用于防汛时运送柳枝的船只。

篓：指苇子捆扎而成的柳船附件。又称“柴篓”。

篓钩：指在柳船上专门用于钩运篓的工具。又称“柳钩”。船运柳柴时，一般两人上船，持柳钩将篓钩定，使贴进船帮，用缆跨系，两边共六节或八节，使两面相平，然后在其上面堆积柳柴。这样，即使遇到风浪，船仍能运行平稳。

针叶松：指针叶林中以松树为主体的常绿、落叶乔木。属松科。其树皮多为鳞片状，质地柔软，是柴枕/柴排的主要原材料之一。

植被：通常指覆盖地面的植物，包括藻类、苔藓、蕨类、裸子植物和被子植物等及其群落的泛称。

植物护坡：指用活的植物或者活的植物与土木工程和非生命的植物材料相结合以减轻坡面的不稳定性和防止侵蚀的措施。又称“植被护坡”、“植生护坡”、“生态护坡”。

槐树：指奇数羽状复叶、小叶卵状长圆形至卵状披针形的落叶乔木。属豆科，分布于我国各地。嫁接繁殖，枝条柔韧屈曲，为柴枕/柴排原材料之一。

互花米草：指美洲原产、我国于1979年由南京大学从美国引进一种多年生本科植物。形象芦苇，株高1.5~3.0m、秆茎粗1~3cm，是专门用于海涂促淤、江河湖岸防冲、防浪和防塌的“希望之草”。

竹：指多年生、木质化长短不一的地下茎，属禾本科。我国有竹300余种，主要分布在长江流域及华南、西南等地。以竹篾编成笼子，内填石块以构成一种河工材料。将竹笼密排成行并联成整体，适用于护坡、护底（脚）。中国2200多年前兴建的都江堰工程，其中就有竹笼至今沿袭不衰。

桥渡：指以桥梁为主体，包括桥头引线、导流堤等跨越河流、深谷、低洼地带的全部建筑物。

泥沼：又称沼泽或沼泽地。指因地面长期积水或土壤长期过湿致使土壤表层有机质堆积过多而缺乏植物养料的灰分元素的土地。

挂柳（树）：指将带枝叶的柳树捆扎为一捆并固定在滩沿上的防浪技术。

柳石枕：指将柳树的枝梢与石块捆成枕状并推下河堤堤底（脚）以减缓水流冲刷的技术。

柳石工：指以带叶的柳枝和石块，用桩绳联系而修筑的堤岸防护工程。包括柳石坝、砖柳坝、透水柳坝、桩柳坝、软硬柳坝、沉柳坝、柳石垛、砖柳堆、柳淤堆、柳石护岸、柳石枕护岸、挂柳护岸、柴柳护岸、柳枕头抬、桩柳子埝、桩柳护岸、阶级护岸、桩柳前戗、柳淤护岸、活柳护岸、柳石护坦、活柳桩篱、柳石潜水坝等。

家伙桩：指在埽工/埽厢施工中将绳缆在埽/厢桩上绕几圈，然后拉出拴在顶桩上，待埽/厢身下沉时才发生后拉作用，称此为家伙桩。即桩绳结构的通俗称法。包括软家伙桩、硬家伙桩、轻家伙桩、重家伙桩、明家伙桩和暗家伙桩等。

草土工程：主要指由一层草（麦或稻草）、一层土在水中或在旱滩上堆筑而成的水工建筑物。包括草土围堰、草土护岸、草土码头和草土丁坝等。

香根草：又称岩兰草。指一年多生的一种草本植物，属禾本科香根草系。当今被世界普遍称其为“理想的水土保持和斜坡固定植物”。

香根草作为一门施工方法，国际上称为“香根草技术（Vetiver technology 简称，VGT）”或称“香根草系统（Vetiver system）”。

蛇笼：又称石笼。指由铅丝或铁丝编成方型或圆型笼网，内存放石块的护岸体。

箱笼：又称面坡箱状石笼。指将混凝土柱或耐水圆木制成直角梯形框架，再在其中埋入大量柳枝（或水杨树枝）及直径较大的块石，或将直径不同的混凝土管插入箱状框架内构成护岸体。

生物砖：又称环保生物砖。传统水泥护岸砖相对。指由碎石、水泥、减水剂、酸性聚合物、化学纤维等组成，其中碎石选用煤矸石、炉渣等，并在生产中加入专用添加剂以利于植物生长环境的一种护岸体。

生物空心砖还可用作城市房屋建筑。巴西的库里提巴市，圣都蒙特广场，周围大楼林立，楼墙壁上绿草茵茵，就是全部采用生物空心砖砌成变为“外墙草坪”，既可隔热，又可隔音，还能净化空气。与广场上的花圃、喷泉相映成趣，四季灰尘不扬，夏天凉爽怡人。为此联合国于1990年将库里提巴市命名为“生态之都”。

在巴西、尤其是1960年才建设起来的新首都巴西利亚，人均绿地近百平方米，雄踞世界第一，同样，早于1987年就被联合国列为“人类文化遗产”。其中，生物空心砖功不可没。

闸浦：指距水闸2500~3500m长的沿河两岸区段。

..... 符 号 表

v_c : 起动流速, m/s;

v_i : 扬动流速, m/s;

h_x : 汛期堤岸水深, m;

ϵ : 孔隙率;

L : 长度, cm;

ϕ : 直径, cm;

c : 粘聚力, kPa;

φ : 摩擦角, ($^{\circ}$);

T : 拉抗强度, MPa; 周期; 单根系抗拉力;

σ : 应力, MPa;

A : 面积, m^2 ;

θ : 剪切变形角, ($^{\circ}$);

i : 植物根的延伸方向与剪切面的初始夹角, ($^{\circ}$);

K : 剪切变形比, $K = x/H$;

H : 剪切区高(厚)度, m。

【 目 录 】

编著者的话

前 言

术语表

符号表

1 绪论	1
1.1 柴枕法定义	1
1.2 适用范围	9
1.3 发展简史	12
1.4 发展趋向	17
2 工法原理	20
2.1 植生护底机理	21
2.2 植被护坡机理	25
2.3 工作原理	33
3 施工材料与设备	37
3.1 柴枕法施工材料的独特性	37
3.2 生态护岸的基本材料	37
3.3 植被护坡的基本材料	41
3.4 植被混凝土护坡施工材料与设备	50
3.5 液压喷播植草护坡材料与设备	52
3.6 草土工程使用的材料	53
3.7 生物砖与植草格	54
3.8 植生护底的配置图示	56
3.9 柴枕/柴排国内采用的尺寸规格	57
3.10 植被护坡植物种类及其喷播坡面	59
4 施工工艺及流程	63
4.1 柴排的施工工艺及流程	63

4.2	草土围堰的施工工艺及流程	71
4.3	草土护岸的施工要点及优势	76
4.4	生态护坡施工工艺及流程	79
5	施工质量控制及验收标准	87
5.1	柴束/柴捆块石驳沉柴排工程质量控制	87
5.2	柳石枕柴排工程质量控制	91
5.3	草土沉柴排工程质量控制	95
5.4	堤防生物系统工程质量控制	98
5.5	生态植物修复技术标准	101
5.6	草皮护坡质量检查	102
5.7	植被混凝土护坡验收参考标准	103
6	工程应用典型案例	108
6.1	柴枕/柴排抗洪抢险案例	108
6.2	草土工程应用案例	122
6.3	植被护坡驳岸案例	127
6.4	生态护坡案例	140
	附录	150
	附录 A 主要施工及质检表	150
	附录 B 抛柴枕护岸工程施工要点	164
	附录 C 抛柴枕	169
	附录 D 岩石边坡植被混凝土护坡绿化技术规程	172
	附录 E 护岸护滩	184
	附录 F 堤防工程沉树石、沉柴枕护岸工程监理实施细则	188
	附录 G 柴枕法有关英语专业词汇	196
	附录 H 柴枕/柴排或箱笼护岸设计范例	201
	附录 I 植被护坡机理公式推演	212
	附录 J 生态护岸主要施工设备	224
	参考文献	230

绪 论

1.1 柴枕法定义

柴枕法，主要指用乔木的枝梢、灌木的荆条，以及草本植物的芦苇等与岩（土）一层一层交叉捆扎成枕状沉入江河湖海堤（塘）岸底部的一种防止水流冲击的施工方法。

柴枕又称为“护根枕”，或“柴排”。柴枕法不同于其他沉排法之处是它的沉排体易闭气，且保土防冲性能优异。当其处于堤岸前受溜位置时，能适应河床的冲刷变形以起到缓冲落淤的作用。

柴枕法作为堤防工程尤其是洪水汛期抢险已是古老而传统的工法。但因其材质所决定，这一古老传统工法在 20 世纪 90 年代却从生态学与环境保护方面获得了新理念的提升，变成为当今时尚的现代工法，即生态护岸施工法。

所谓生态护岸，主要是采用生态工法（Ecological Engineering Methods，简称 EEM）护岸的泛称。具体讲，生态护岸就是“以生态为基础，安全为导向，减少对生态系统造成伤害”的可持续发展来保护堤坝岸坡滩地的施工技术。

从某种意义上讲，生态护岸又是一种“河流复育”新方法，它使原生态系统失衡乃至破坏、瓦解的河流，进行局部或全面性生态系统的复育工作。生态护岸工法在国外又称其为“多自然型河川技术”。

生态护岸法的功能及其影响见表 1.1。