

中国堤防工程施工丛书

ZHONGGUO
DIFANG GONGCHENG
SHIGONG
CONGSU

7

模 袋 法

王 萍 龚壁卫 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

7

模 袋 法

王 萍 龚璧卫 董建军 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

模袋法 / 王萍等编著. —北京: 中国水利水电出版社,
2006

(中国堤防工程施工丛书; 7)

ISBN 7-5084-3570-2

I. 模... II. 王... III. 堤防—防洪工程

IV. TV871

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 008231 号

书 名	中国堤防工程施工丛书·7 模袋法
作 者	王萍 龚壁卫 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 印张 189 千字
版 次	2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	21.00 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

《抛石法》 《沉排法》 《柴排法》 《板桩法》 《锚碇法》

前 言

随着社会的发展，人们对生活环境与生态环境的质量越来越重视。用土工模袋或模袋混凝土水泥砂浆以防护岸坡，正是沿着以节能、降耗、环保和改善施工质量一条可持续发展的道路前进。

模袋法作为土工合成材料法中的一个分支独立出来，其主要理由包括以下几个方面。

(1) 模袋法既继承了水泥混凝土或水泥砂浆的固有强度特性，又开创了采用土工织物——模袋布的透水不透浆特性，这是其他土工合成材料法不具备的个性表现。

(2) 模袋法防护岸坡的作用机理，既有传统混凝土板刚性护境机理，又有铰链软体排型的半柔半刚性护坡机理，这又是其他土工合成材料法所难以为继的突出点。

(3) 模袋法施工，无论是滑道法，或是拖排法，施工原理简单，施工效率较高、施工质量整体性与可靠性、施工应用广泛性，均已在国内外普遍公认。

(4) 按照科学发展观，随着生态水泥的开发——在原有波特兰水泥中，含有 20% 左右的 $C_{11}A_7 \cdot CaC_{12}$ 替代 C_3A ——主要采用城市焚烧垃圾成和下水道淤泥作为生态水泥的基本原料，模袋法的绿色、环保发表愿景无限量。

《模袋法》若以1960年美国建筑技术公司研制出的世界第一批土工模袋为发端，至今也只有40余年历史。自我国江苏省长江嘶马弯道护岸于1974年首例应用土工模袋以来，时间仅仅为30余年，然而北至黑龙江省、南至广东省、东至福建省山东省，西至新疆维吾尔自治区、青海省的内河湖泊、水库和沿海海岸；陆地、水下与水下均广泛地采用模袋混凝土/水泥砂浆进行水资源、交通能源、生态环保和其他文化娱乐设施的岸坡防护并取得了经济、社会和生态环保效益。

《模袋法》一书，重点总结了1998大洪水后在水资源堤防工程岸坡防护中应用的经验，并结合交通能源、生态环保的应用典型案例，将模袋法提升到一定理论平台。

《模袋法》采取集体讨论和会工合作的方式进行编撰。全书由王萍、龚壁卫、饶延年、董建军和陈彦生共同编著。其中，前言、术语、符号、绪论、工法原理、施工材料与设备，以及施工工艺及流程的4.1与4.2节，附录A~D由王萍执笔编著；施工质量控制及验收标准、工程应用典型案例的6.1~6.7节、参考文献等由龚壁卫执笔编著；施工工艺及流程的4.3节、工程应用典型案例的6.8节和附录E~G由饶延平执笔编著；董建军和陈彦生参加了部分章节的编著。全书由董建军策划，陈彦生统稿。

鉴于编著考水平所限，书中难免有欠妥之处，敬希读者斧正为谢。

编著者

2005年10月

术语表

模袋:指由上、下两层高强度土工织物(如丙纶、涤纶、锦纶等)制作的大面积连续袋状材料,并在其袋内泵灌流动性混凝土或砂浆凝固后形成的一种防护体。又称土工模袋或模袋混凝土、模袋砂浆。

丙纶:指聚丙烯纤维在我国的商品名。

涤纶:指聚酯纤维中聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维在我国的商品名。

锦纶:指聚酰胺纤维中聚己内酰胺纤维在我国的商品名。又称“聚酰胺6”或“尼龙6”。

混凝土:指由水泥、砂、石子和水按一定比例拌和后硬化而成的一种建筑材料。通常指水泥混凝土。

按作用性能划分,有泵送混凝土、普通混凝土、干硬性混凝土、塑性混凝土、流动性混凝土、大流动性混凝土、抗渗混凝土、抗冻混凝土和高强混凝土等。

泵送混凝土:指混凝土拌和物的坍落度不低于100mm并用泵送施工的混凝土。

普通混凝土:指干密度为 $2.0 \sim 2.8 \text{ t/m}^3$ 的水泥混凝土。

干硬性混凝土:指混凝土拌和物的坍落度小于10mm且须用维勃稠度(s)表示其稠度的混凝土。

塑性混凝土:指混凝土拌和物的坍落度为10~90mm的混凝土。

流动性混凝土:指混凝土拌和物的坍落度为100~150mm的混凝土。

大流动性混凝土:指混凝土拌和物的坍落度不小于160mm的混凝土。

抗渗混凝土:指抗渗等级不小于P6级的混凝土。

抗冻混凝土:指抗冻等级不小于F50级的混凝土。

高强混凝土:指强度等级为C60及其以上的混凝土。

混凝土骨料:指混凝土中起骨架与填充作用的砂与石子的粒状材料。

粗骨料:指粒径大于5mm的混凝土骨料。

细骨料:指粒径小于5mm的混凝土骨料。

人工骨料:指将开采的石料经过破碎、筛分后制成的混凝土骨料。

稠度：指一种表示水泥砂浆的流动性、柔软性或湿度的指标。

坍落度：指按试验规范以装入标准圆锥筒内的混凝土拌和物在提起筒后所坍落的厘米数来表示混凝土拌和物流动性大小的指标。

龄期：指混凝土从加水拌和时算起到使用（或试验）时止的凝结、硬化过程所经历的时间。

速凝：指水泥拌和后受化学反应影响迅速凝结、并释放出大量水化热、不能再回到塑性状态的现象。又称瞬时凝结。

假凝：指由于使用了过热的水泥和水或水泥中的石膏含量较多使拌和物迅速失去了流动性，但产生的水化热不多，经过进一步拌和后虽不再加水拌和且能恢复塑性的现象。

初凝：指水泥浆（包括混凝土与砂浆）开始失去塑性时的状态。

终凝：指水泥浆（包括混凝土与砂浆）的塑性完全丧失，自身形状开始固定时的状态。

初凝时间：指从水泥加水拌和到水泥浆（包括混凝土与砂浆）开始失去塑性时的整个时段。

终凝时间：指从水泥加水拌和到水泥浆（包括混凝土与砂浆）的塑性完全丧失，自身形状开始固定时的整个时段。

混凝土标号：指表示混凝土抗压强度大小和抗冻、抗渗等物理力学性能的指标。

混凝土强度等级：指按混凝土立方体抗压标准强度划分的等级。由符号 C 和立方体抗压标准强度值（MPa）表示。普通混凝土划分为 C_{7.5}、C₁₀、C₁₅、C₂₀、C₂₅、C₃₀、C₄₀、C₅₀、C₆₅ 和 C₈₀ 共 10 个强度等级。

削坡：指按工程技术要求进行边坡开挖或切削坡面的工作。

修坡：按工程技术修整开挖的或填筑的坡面的工作。

夯实：指利用重物使其反复自由坠落，对地基或填筑土石料进行夯击以提高其密实度的施工作业。

护岸工程：指为控制主流使其归顺河道，防止岸滩冲蚀而修建的丁坝、矶头、顺坝、平顺护岸等工程。

凹岸冲刷：指由于河流弯道横向环流的作用使含细沙量较少的表层水流流向凹岸，再加上纵向水流的顶冲作用，使凹岸岸坡被冲刷坍塌的现象。

局部冲刷：指因局部水流条件变化引起河床或河岸在有限范围内的冲刷现象。

缓坡：指小于临界底坡的明渠、明槽或堤防底坡。

陡坡：指大于临界底坡的明渠、明槽或堤防底坡。

临界底坡：指相应于正常水深等于临界水深时的明渠、明槽或堤防底坡。

护坡：指防止堤防、渠道的边坡或土石坝坝坡等受风浪、雨水的冲刷侵蚀而修筑和构建的坡面保护层（物）。

沉排：指将柴枕（排）、土工织物软体排等沿护岸或堤脚沉入水下以防止堤脚、水下岸坡及河底被冲刷的河道整治建筑物。

..... 符 号 表

- A : 面积, m^2
 B, b : 宽度, m
 C : 粘聚力, N/cm^2
 d : 直径, cm
 E : 弹性模量, MPa
 F, f : 摩擦系数; 摩擦力, N
 $f_{\alpha, c}$: 混凝土配制强度, MPa
 $f_{\alpha, k}$: 混凝土立方体抗压强度标准值, MPa
 f_{α} : 水泥 28 天抗压强度实测值, MPa
 $f_{\alpha, g}$: 水泥强度等级值, MPa
 $f_{\alpha, k}$: 水泥标号, MPa
 G : 剪切模量, MPa
 H, h : 高度, m ; 水头, m
 i : 水力梯度
 k, K_c : 安全系数
 k_s, K_s : 土的渗透系数, cm/s
 L : 长度, m
 m : 坡度系数
 n : 糙率
 p, P : 压力, MPa
 q, Q : 流量, m^3/s
 r, R : 半径, cm
 α : 角度, ($^\circ$); 混凝土的含气量百分数, %
 β : 角度, ($^\circ$); 外加剂的减水率, %
 β_s : 砂率, %
 γ : 角度, ($^\circ$); 切应变, 10^{-6} ; 重度, t/m^3
 σ : 应力, MPa

ϵ : 应变, 10^{-6}

ρ : 密度, t/m^3

ρ_c : 水泥密度, t/m^3

ρ_x : 粗骨料的表观密度, t/m^3

ρ_s : 细骨料的表观密度, t/m^3

ρ_w : 水的密度, t/m^3

θ : 导水率, %

δ : 厚度, m

【 目 录 】

编著者的话

前 言

术语表

符号表

1 绪论	1
1.1 工法定义	1
1.2 适用范围	4
1.3 发展简史	6
1.4 发展趋向	8
2 工法原理	12
2.1 作用机理	12
2.2 工作原理	28
3 施工材料与设备	33
3.1 施工材料	33
3.2 施工设备	45
4 施工工艺及流程	51
4.1 施工准备	51
4.2 施工技术工艺	60
4.3 施工流程	69
5 施工质量控制及验收标准	74
5.1 施工质量控制	74
5.2 验收标准	79
5.3 质量效果评价	97
6 工程应用典型案例	98
6.1 广东梅县丙村水电站导流明渠边坡模袋法应用	98

6.2	湖北汉江王甫洲水利枢纽工程护坡模袋法应用	104
6.3	广东北江大堤堤岸模袋法应用	108
6.4	北京永定河卢沟晓月湖防洪道模袋水泥砂浆护坡应用	112
6.5	河北子牙新河堤防模袋法加固应用	116
6.6	广东东(江)一深(圳)供水改造工程东莞市桥头镇模袋法 护坡应用	119
6.7	广西北海市模袋混凝土海堤护坡	123
6.8	辽宁大洼三角洲平原水库寒区模袋法护坡	129
附录		144
附录 A	国家对模袋护坡施工、设计的有关要求规定	144
附录 B	我国水利水电工程模袋法的有关规定	145
附录 C	我国公路工程模袋法护坡的有关规定	152
附录 D	我国港口及航道护岸工程模袋法的有关规定	158
附录 E	澳大利亚模袋护坡施工法的有关规定	160
附录 F	模袋混凝土施工设备	179
附录 G	模袋法有关质量检测与评定表格	191
附录 H	模袋法常用英文专业词汇	198
参考文献		199

绪 论

1.1 工 法 定 义

模袋法，又称土工模袋法，通常指的是用上、下两层高强度土工织物（布）制作的大面积连续袋状材料，并在其内泵灌流动性混凝土或水泥砂浆，凝固后形成一种整体的、透水不透浆的浆垫以防护岸坡稳定的施工技术。

根据实际工程应用的需要，模袋法在泵灌材料上，目前国内出现了纯水泥浆和细砂的成功应用案例。同时，在大面积整体性上，又将通常的整体式模袋结构型式，扩展到大面积分离式铰链模袋混凝土沉排方面。

模袋法以其土工织物材质划分：

- (1) 丙纶模袋法。
- (2) 涤纶模袋法。
- (3) 锦纶模袋法。
- (4) 丙—锦模袋法。

模袋法以其土工织物加工方式划分：

- (1) 机制模袋法。
- (2) 简易（手工）模袋法。

模袋法以其泵灌材料划分：

- (1) 混凝土模袋法。
- (2) 水泥砂浆模袋法。
- (3) 纯水泥浆模袋法。

(4) 砂模袋法。

模袋法以其结构型式划分：

(1) 整体式模袋法。

(2) 分离式铰链模袋法。

模袋法以其作用功能型式划分：

(1) 有过滤点 (FP 型) 模袋砂浆施工法。

(2) 薄型无过滤点 (NF 型) 模袋砂浆施工法。

(3) 铰链型 (RB 型) 模袋砂浆施工法。

(4) 框架型 (NB 型) 模袋砂浆施工法。

(5) 厚型无过滤点 (CX 型) 模袋混凝土施工法。

模袋法以其施工程序划分：

(1) 先铺后灌法。

(2) 先灌后铺法。

模袋法以其施工方式划分：

(1) 滑道法。

(2) 拖排法。

模袋法之所以独立于土工合成材料法之外并具有强大的生命力，一个最突出的特点是，它采用了形状可以控制的软模板，并便于在旱地和水下（包括冰层以下）施工。尤其是在水下施工，由于模袋法一次施工面积大，形成的板（含铰链分离式模袋）整体性强、施工速度快，模袋混凝土的设计、施工强度一般在 $C_{15} \sim C_{30}$ 之间，故采用这种新技术无论是在技术上，还是在经济上，或是在生态环境与人文社会效益上，都具有突出的优越性。

1.1.1 工法的高有效性

模袋法实践表明，该法能高效地防止波浪、潮汐冲刷、防渗、防管涌，防止水土流失并能随地形变化而减少掏空与冲蚀。

1.1.2 工法的强抗腐蚀性

鉴于模袋布的特殊材质，模袋法具有防护岸坡耐酸、耐碱、耐有机溶剂及抵抗微生物侵蚀的优点。