

LIAONINGSHENG
DIFANG JIAGU GONGCHENG
LILUN YU SHIJIAN

辽 宁 省

堤防加固工程

理 论 与 实 践

辽 宁 省 河 务 局
辽宁省水利水电科学研究院 编
辽 宁 省 水 利 学 会



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

TV871-53
1

TV871-53

1

辽宁省 堤防加固工程 理论与实践

辽宁省河务局
辽宁省水利水电科学研究院 编
辽宁省水利学会

辽宁科学技术出版社·沈阳

LIAONINGSHENGDI FANGJIAGU GONGCHENG LILUN YU SHIJIAN

图书在版编目 (C I P) 数据

辽宁省堤防加固工程理论与实践/辽宁省河务局等编.
沈阳:辽宁科学技术出版社, 2001. 12
ISBN 7-5381-3253-8

I. 辽... II. 辽... III. 固堤 IV. TV871.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 088240 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

字 数: 500 千字

印 张: 19.75

印 数: 1 ~ 1 000

出版时间: 2001 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2001 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 李丽梅

封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于 浪

责任校对: 仲 仁

定 价: 50.00 元

《辽宁省堤防加固工程理论与实践》

编 委 会

主 任：王凤奎

副 主 任：刘继飞 王保泽 邢俊英

委 员：孙朝余 杨万志 李 趋 张玉玲

庄 严 赵 颖

主 编：刘继飞 王殿武

副 主 编：孙朝余 张玉玲 赵 颖

参编人员：刘继飞 王殿武 孙朝余 张玉玲

赵 颖 王 莉 艾义龙 于 翔

杨光洁 路福荣

前言

洪涝灾害历来是中华民族的心腹之患，仅就辽宁省而言，1985年辽河流域的大洪水及1995年浑河、鸭绿江流域的大洪水都给辽宁省造成了巨大的损失。随着经济、社会的发展，今天同样大的洪水对人民生命财产的安全所造成的损失，要比历史或以往大几倍甚至几十倍。1998年长江、嫩江大洪水使得人们更清楚地看到了这一点。从一定意义上讲，防洪安全直接关系到经济的发展、社会的稳定及人类生存的环境。正因为如此，1998年汛后，党中央、国务院高度重视以堤防整治为核心的防洪工程建设，强调要充分运用先进技术，并坚持质量第一。

辽宁省于1985年汛后就开始有步骤地进行了大江大河的整治，先后进行了辽河、太子河整治，于“九五”期间完成了浑河、太子河的整治，目前正在进行绕阳河的整治和鸭绿江防洪护岸工程的实施。沈阳、抚顺、本溪、丹东、盘锦、朝阳等大中型城市防洪工程也已经开始或正在准备实施。丹东海堤、营口海堤、锦州海堤、盘锦海堤、葫芦岛海堤工程也于1998年汛后开始有计划地实施。全省中小河流的整治规划已经提出并将纳入“十五”计划之中。为了适应大规模的防洪工程建设，及时总结交流我省堤防加固及护岸工程的经验和教训，推广堤防加固及护岸工程的先进实用技术，辽宁省河务局、辽宁省水利水电科学研究院、辽宁省水利学会联合召开了“辽宁省堤防加固工程技术研讨会”，现将其中的优秀论文编辑成《辽宁省堤防加固工程理论与实践》一书，全书共分理论研究、规划设计、工程施工、工程管理四个方面。本书由刘继飞、王殿武任主编，孙朝余、张玉玲、赵颖任副主编。

由于时间仓促，水平有限，疏漏和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2001年10月28日

目 录

一 理论研究

辽宁省土工合成材料防洪护岸工程技术研究	王殿武	刘继飞	孙朝余	(3)
河道险工类型、成因、发展趋势及危害	石凤君	雷 炎	路福荣	(12)
关于辽宁省防洪现状及减灾对策的探讨	韩云霞	张玉玲		(15)
关于辽河堤防险工成因及整治措施的探讨	尚信宽	王世杰	赵 宏	(18)
辽宁西部山区中小河道治理浅析	白桂春	王世东	王清君	(20)
改善生态平衡是治理中小河道的系统工程	方国林			(24)
论盘锦市城市防洪工程体系	王 鹏			(26)
盘锦市河道险工治理技术研究	李金喜	张明光	李艳秀	(30)
建立河道及洪泛区洪水演进数学模型			熊敬东	(33)
振冲碎石桩复合地基承载力取值分析	李春时	佟胤铮	关卫军	(35)
辽河流域中下游河道崩岸险工整治技术的探讨	董忠龙	代 斌		(40)
试论河道险工成因及治理方法	张守利	赵 宇	杨 戈	(44)
论鞍山市中小河流治理	张 伟	董忠龙		(47)
南沙河综合治理对鞍山市城市防洪的重要影响			杨盼际	(50)
浅析砂基防渗技术在河道整治工程中的应用	郁凌峰	汪玉君		(53)
关于河堤堤坡防护问题的探讨	刘宇明	李绍堂		(60)
如何保证堤防加固中改扩建穿堤建筑物的质量	果海威	王雅洁	韩云霞	(64)
盘锦市河道滩面和水面开发利用的研究	张玉玲	孙 融		(67)
山区河道治理与水资源涵养	王德新			(70)
处理好建设与投入关系 加快防洪工程建设步伐			康贵春	(72)
关于河道防洪工程建设与管理的探讨	果海威	汪玉君		(75)
关于河道管理体制的初步探讨	于 翔	张玉玲		(78)
辽宁省中小河流治理现状及发展思路		刘继飞		(81)
土工合成材料在鸭绿江防洪护岸工程中的应用	马光中	楚学勇		(84)

二 规划设计

城市防洪堤的堤线布置及断面形式的探讨	阎 放	尚信宽	王世杰	(91)
--------------------------	-----	-----	-----	------

大连引碧供水防洪工程施工中的优化设计	王成军 郭占坪等	(93)
石佛寺水库工程主坝设计	刘 越 张忠武	(95)
盘锦市城市防洪工程混凝土防洪墙设计	张忠武 刘 越	(100)
浅析鸭绿江堤防工程地质勘察中的若干问题	王 林 吴 斌	(103)
鸭绿江堤基防渗中土工膜的应用	韩延波 贺启有	(106)
关于砂基砂堤防渗方案的探讨	王 鹏	(110)
台安县砂基砂堤防渗处理设计方案及比较	宋国喜 乔承志 李光辉	(112)
钢筋混凝土预制板排体护岸的构想	朱柏清 崔洪升 李光辉	(116)
土工织物在河道防汛抢险中的应用	宋德余	(118)
加强中小河流治理提高总体防洪能力	于 翔 张玉玲	(122)
中小河流治理规划探讨	刘宇明 张士杰等	(125)
修建曙光运河的可行性研究	张文志	(128)
辽宁省围海造地与沿海滩开发利用	何万杰 王殿武	(131)
观音阁水库底孔泄洪布置和结构设计	陈家纯 夏晓军	(136)
辽河防洪控制性工程石佛寺水库建设的必要性及方案	腾德伟 陈家纯 夏晓军	(139)

三 工程施工

浑河李家房岗险工护岸工程技术总结	李 越 雷 炎等	(147)
浑河整治灯塔市张庄子砂堤防渗工程技术总结	姜晓刚 刘继飞等	(152)
鸭绿江防洪护岸工程土工合成材料应用	马光中 车荣华等	(163)
土工合成材料在河道应急护岸工程中的应用	张玉玲 艾义龙等	(172)
土工膜在浑河砂堤防渗工程中的应用	许 红 杨占霞 金 辉	(178)
鞍山地区堤防防渗技术应用	赵 明 代 斌	(182)
垂直铺塑防渗技术在浑河高强子砂基砂堤段中的应用	金永民 陈文熙	(186)
辽宁省水利工程应用土工合成材料的效益分析	赵 颖 王 莉 王殿武	(190)
井柱网格丁坝结合抛石护岸在坍塌险工治理中的应用	杨占霞 张 伟	(194)
生物防护措施在河道整治工程中的作用	艾义龙	(196)
辽宁省河道险工治理 运行效果总结	王剑仙 石凤君 李 越	(199)
高喷灌浆在穿堤建筑物中的应用	王剑仙 杨永洁	(202)
射水法造墙技术在大辽河堤防工程中的应用	刘跃新 王常林 高 飞	(206)
射水法造墙技术应用效果浅析	宋福军 黄士军 孙蔓丽	(209)
关于盘锦市河道护岸工程施工方法的探讨	李金喜 张明光 李艳秀	(214)
大洼三角洲防潮堤高含水量土壤冬季施工技术	王殿武 何万杰 盖绍唐	(216)
水库建设中重力坝施工时的地基处理	高 翔	(224)
关于盘锦地区河道护岸工程形式与施工方法的探讨	张文志 李金喜	(226)
高压喷射注浆在修补控孔桩缺陷中的应用	崔双立 徐利君	(228)

四 工程管理

辽河防洪全程风险管理的探讨	刘继飞 夏 冰	(235)
---------------------	---------	-------

加强河道法制化建设的探讨	白玉新 管万凯	(239)
南城子水库防洪调度系统及决策模型分析	彭凯忠 李长龙等	(241)
丹东市防汛指挥调度系统建设可行性探讨	庞 毅 车荣华等	(245)
大洼三角洲滩涂开发建设管理中的特点	何万杰 王殿武 盖绍唐	(250)
加强河道堤防建管 提高盘锦防洪能力	李金喜 王 鹏 李艳秀	(256)
建立水文信息自动化测报系统 提高防汛科学决策水平	常文锦	(258)
对盘锦市水文与防汛的现状分析及改进措施	常文锦	(261)
从防洪工程现状分析台安县防汛工作形势	刘淑梅 赫华山 蔡 闯	(263)
未雨绸缪充分准备 掌握防洪主动权	崔洪升 宋国喜 王 茜	(266)
对台安县渡汛与抢险的几点建议	徐 伟 刘 磊	(269)
浅谈台安县防汛工作重点	刘 磊 郭延军 王 茜	(271)
堤防隐患对堤防防洪处理影响重大	陈海龙 刘宇明 宋德余	(274)
国内堤防隐患探测技术的新发展	潘绍财 庞 毅等	(276)
东辽河堤防补修工程的施工质量控制	汪玉君 陈三潮 唐 峰	(280)
堤防垂直铺塑防渗工程质量检测控制标准与等级评定办法	姜晓刚 王立辉 尚海涛	(283)
试论监理工程师签字的作用	汪玉君 李天汉	(287)
中小型水利工程建设总监理工程师工作的理论与实践	王殿武 汪玉君	(292)
大伙房水库主溢洪道钢闸门安全检测成果分析	范 朴 贺清录等	(303)

一 理论研究

辽宁省土工合成材料防洪护岸工程技术研究

西安理工大学 辽宁省水文水资源勘测局 王殿武

辽宁省河务局 刘继飞 孙朝余

摘要 本文简要介绍了国内外土工合成材料应用于防洪护岸工程情况。根据多年来辽宁省辽河、鸭绿江流域 200 多处应用土工合成材料防洪护岸工程技术与推广成果,综述了辽宁省防洪护岸工程应用的土工合成材料种类、主要工程特性及作用;土工合成材料防洪护岸工程的结构形式和施工工艺;土工织物软体排的设计与制作;砂堤砂基防渗土工膜的设计,并对土工合成材料防洪护岸工程的经济效益、社会效益和生态效益进行了分析。

关键词 护岸工程 土工合成材料 辽宁省

1 概述

整治险工、险段历来是治河工程的关键之一,几百年来,河岸与闸坝底脚防护的传统方法多是采用梢料、竹、木等做成的埝枕、柴排以及抛石、铁丝笼和木桩等。对于渗漏的砂堤砂基段,绝大多数采用粘土、混凝土、沥青混凝土或钢板桩等防渗体。这些防护、防渗方法往往费工、费时、工程量大、成本高。此外,有些材料来源日益缺少,大量使用梢料,开山凿石亦不利于生态环境保护。因而人们一直在不断地寻求和探索治河工程的新材料、新结构。土工合成材料自 1957 年在国外应用,在我国的应用始于 20 世纪 60 年代中期,首先是塑料薄膜在渠道防渗方面的应用,以后推广到水库、水闸、蓄水池和砂堤砂基的防渗。1976 年在江苏省首先使用了由聚丙烯扁丝织成的编织布,结合聚乙烯绳网和混凝土块压重,组成软体排,防止河岸冲刷。类似的软体排相继在江苏省江都西闸、湖北长江堤防和东北的辽河、松花江、嫩江等防洪护岸中得到应用。非织造土工织物(无纺布)、土工模袋,土工格栅等也于 80 年代中后期开始在河道防洪护岸工程中得到推广应用。国内外大量试验研究和工程实践表明,土工合成材料性能优良、施工简便、显著降低工程造价而且易于解决复杂、难度大的工程技术问题。辽宁省于 1982 年首次将编织型土工织物用于河道丁坝护岸工程,非织造土工织物(无纺布)于 1986 年应用于河道平顺护岸,1989 年开始研究把复合土工膜用于土石坝的防渗,1990 年引进土工模袋护坡新技术,1996 年开发砂堤砂基垂直防渗技术,截止 2000 年辽宁省已在 350 多处(项)各类水利工程中推广应用土工合成材料达 750 万 m^2 以上,初步估算可节省工程直接投资近亿元,综合经济效益达 3 亿元以上。

2 防洪护岸工程中土工合成材料数量、种类、性质和作用

2.1 防洪护岸工程中土工合成材料、数量、种类及用量

截止 2000 年,辽宁省已在辽河及其支流浑河、太子河、大辽河和鸭绿江等较大型河流的

200 多处河道护岸、100 km 堤防护坡、30 处堤坝防渗、32 处闸底防冲、16 座拦河坝、8 处堤基处理、20 处围堰截流以及渡汛抢险等诸多防洪工程中,应用了土工合成材料,总用量达 654.77hm²,具体情况见表 1。

表 1 土工合成材料在辽宁省防洪护岸工程中应用统计表

工程种类	工程数量	应用数量(hm ²)					主要功能
		织造布 (编织布)	非织造布 (无纺布)	复合 织物	土工膜	土工 模袋	
河道护岸	200 处	280.57	26.48		15.60	0.98	反滤、防冲、压载、隔离
堤防工程	100km	28.28	95.69	1.50	32.01	40.00	反滤、防冲、护坡、防渗
堤坝防渗	30 处	1.38		1.20	53.03		防渗
闸底防冲	32 处	7.50	2.96		1.59		反滤、隔离、压载、防冲
拦河坝	16 座	1.06	1.00			0.80	反滤、隔离
堤基处理	8 处	15.00					加筋、补强
围堰截流	20 处	2.45	1.95	2.70	1.04		加筋、反滤、防渗、隔离
渡汛抢险		30.00			10.00		防冲、反滤、压载、防渗
合计		366.24	128.08	5.40	113.27	41.78	654.77

2.2 土工合成材料主要工程特性

现将用量较大的几种主要土工合成材料工程特性列于表 2。

表 2 辽宁省防洪护岸工程中应用的几种主要土工合成材料性能指标

类型	质量 (g/m ²)	厚度 (mm)	条样抗拉				等效孔径 D ₉₀ (mm)	渗透系数 (cm/s)	备注
			强度(N/5 cm)		伸长率(%)				
			经	纬	经	纬			
织造布	100	0.45	496	408	26.0	20.0	0.70	6.8×10 ⁻⁴	编织布
	110	0.67	666	551	28.6	25.0	0.72	3.57×10 ⁻³	编织布
非织造布	400	4.10	380	647	127.0	94.0	0.022	2.04×10 ⁻³	无纺布
土工膜	220	0.27	156	183	26.2	48.5		0.5MPa 不透水	
	460	0.50	465	487	> 400	> 400		0.5MPa 不透水	
	170 - 180	0.25 - 0.30		1180		22 - 30		0.5MPa 不透水	加筋土 工膜
	323	0.98	249	299	47.1	41.0		0.5MPa 1.45×10 ⁻¹⁰	复合土 工膜
土工模袋	600		> 1800	> 2000	< 25	< 25	0.084	5.0×10 ⁻⁴	矩 型
	800		> 1800	> 2000	< 25	< 25	0.084	5.0×10 ⁻⁴	铰链型

2.3 工合成材料的应用部位及作用

土工织物在辽宁省河道防洪护岸工程中主要用于平顺护岸的护脚、护坡滤层、丁坝护岸及潜坝的基础处理、堵截工程合龙口的护底及防汛抢险等工程;土工膜用于制作土袋、土枕、砂被及砂堤砂基防渗;土工模袋用于护坡、护脚;土工格栅用于制作石笼压载固脚;织造布、土工管等土工合成材料已有少量应用于反滤、排水工程。土工合成材料用于防洪护岸工程中具有反滤、隔离、防冲、防渗及加强整体性、提高适应性等作用。

(1) 反滤:无论是作为护坡滤层,还是作为护脚、护底的土工织物软体排都具有反滤要求,

即要求土工织物软排具有渗透性和保土性。

(2) 隔离: 对于护脚、护底软体排隔离作用显得尤为重要, 因为软体排可以使其上的抛石、混凝土块、土枕等单体压载不致于陷入河底泥沙中而失去保护作用。

(3) 防冲: 土工织物软体排是由具有无数小孔洞的土工织物软体排及其上的抛石、混凝土块或土枕压载组成的, 这就使得作用于被保护土体的冲刷水流在经过压载孔隙及土工织物软体排孔径时通过周边摩擦进行了两次消能, 从而提高了被保护土体抗冲刷的起始流速。

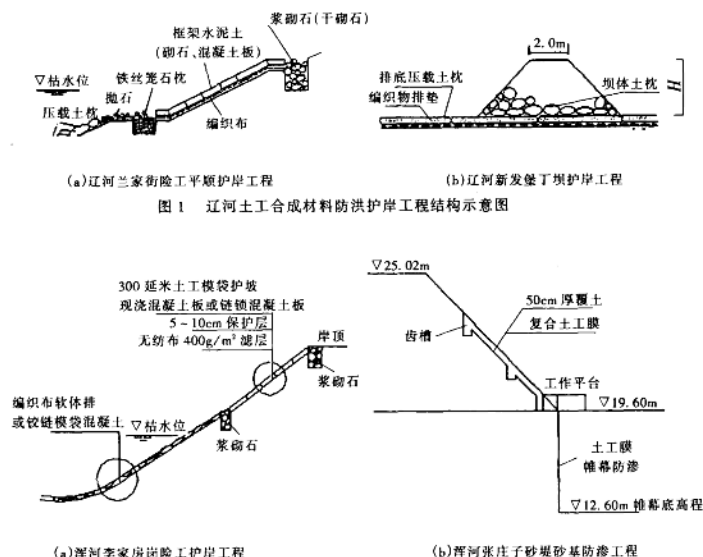
(4) 防渗: 土工膜用作砂堤砂基中的防渗体起到防止渗透变形、管涌和流土的发生, 从而提高堤体或基础的稳定性、安全性。用于缝制土袋、土枕可避免细颗粒的流失而使防护压载长期有效。

(5) 整体性: 根据设计要求工厂化或人工缝制的软体排每块 (20 ~ 50) m × 伸进水下护脚长度, 从下游至上游相邻排块之间冰上、冰下施工可缝接, 水上船体 (木排) 施工可搭接 0.5 ~ 1.0 m 连接成一体, 只要排上压载足够大并使排体稳定, 就可充分发挥整体护岸的作用。

(6) 适应性: 软体排护岸最突出的特点还在于它具有很强的适应性, 它可随河底凹凸不平的形状而使排体和被保护土体接触, 从而增加排体对土体的约束力和土颗粒之间的摩阻力。

3 土工合成材料防洪护岸工程的结构形式

土工合成材料防洪护岸工程的结构形式详见图 1、图 2、图 3。



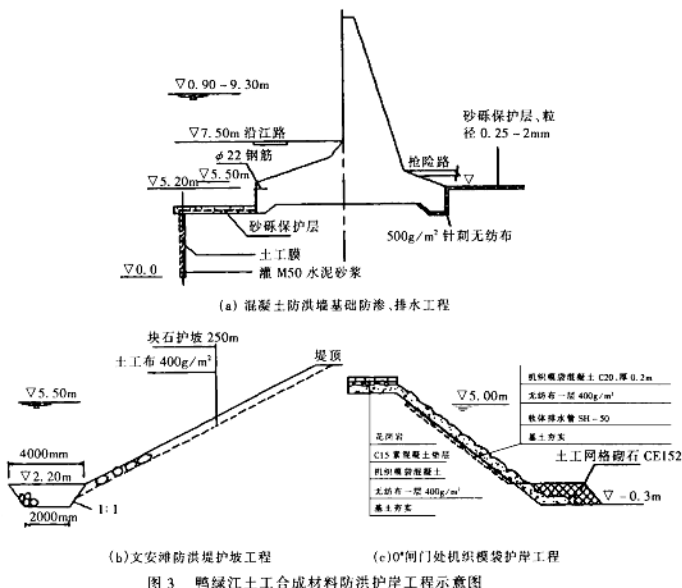


图 3 鸭绿江土工合成材料防洪护岸工程示意图

4 土工织物软体排的设计与制作

4.1 软体排类型

辽宁省河道护岸工程应用的土工织物软体排,按软体排所用材料可分为两大类:即聚丙烯编织布和涤纶无纺布软体排。编织布软体排分为单层、双层布排两种。按软体排主要压载材料又分为:抛石(块石)软体排、混凝土块软体排、条形石笼网格软体排以及土枕软体排,此外还有和柴排(柞条、树枝或秸秆)相结合的软体排。

4.2 材料选择

根据土工织物软体排在护岸工程中的作用可以看出,缝制软体排所用的土工织物的选择主要从反滤要求、抗拉强度两方面考虑。同时还要考虑土工织物的材质情况,如是否有再生料(因有再生料,老化速度就十分快),是否厚薄均匀等。

4.2.1 反滤要求

对于无纺布按目前国内外普遍采用的准则: $O_{90} \leq (1-2) d_{90}$, $K_e \geq 5 K$, 选择即可,国产无纺布大多数都能满足这一要求。

对于编织布按辽宁省水利水电科学研究院提出的准则: ①对于粘粒含量大于 10% 的粘、壤土,在有覆盖保护条件下,可以采用 $O_{90} \leq 10 d_{90}$ 。②对于粘粒含量小于 10% 的砂性土,在有覆盖保护条件下,可以采用 $O_{90} \leq (2-5) d_{90}$,水流含砂量较大时取大值,水流含砂量较小时取

小值。③渗透要求均采用 $K_g \geq (1 \sim 5) K_0$ 。

4.2.2 抗拉强度要求

抗拉强度要求应通过计算确定,一般不应低于 $200\text{N}/5\text{cm}$,加筋绳强度应满足施工或沉排下沉时的应力。

4.3 排体尺寸设计

4.3.1 横向排长(垂直水流方向)

对于平顺护岸排分为水上和水下两部分联在一起,成整体结构,按枯水位分水上和水下两部分,水上属于稳定排体,水下属于变位排体。水上排属于护坡垫层,按已削好的设计坡度很好确定。水下排长分两种情况计算,当河道主流靠近岸边时,多用深泓线计算,若深泓线远离岸边,则按最大冲刷深计算。

(1)深泓线计算法

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

式中, L 为水下排水(m); L_1 为与护坡排体联接及锚固长度(m); $L_2 = S_1 S_2 (X^2 + H^2)^{1/2}$, S_1 、 S_2 分别为水下折皱及收缩系数,据护岸实测: $S_1 = 1.4$, $S_2 = 1.05$; X 为枯水位时深泓线时距岸边的水面距离(m); H 为枯水位时深泓线处水深(m); L_3 为深泓线外超长(m); $L_3 = K_0 h \sqrt{1 + m_0^2}$, K_0 为水下稳定冲刷边坡, $m_0 = 2.0 \sim 2.5$; h 为冲刷深(m)。

(2)最大冲刷深计算法

最大冲刷深按下式计算:

$$H_{\max} = h_m \left(\frac{2B}{R_m} + 1 \right)$$

式中, $H_{\max}$ 为河床冲刷的最大深度(m); h_m 为计算断面的冲刷前平均水深(m); B 为对应造床流量时的河宽(m); R_m 为弯曲段河道曲率半径(m);

$$L = L_1 + L_2$$

$$L_2 = S_1 S_2 \sqrt{1 + m_0^2} (\bar{H} + H_{\max})$$

式中, $\bar{H}$ 为枯水位时平均水深(m);其余符号意义同前。

对于丁坝或潜坝护底软体排横向长度可按下式计算:

$$L = l + m_1 h + l_0 + a$$

式中, L 为坝底排长(m); l 为丁坝(潜坝)长度(m); m_1 为丁坝(潜坝)坝头边坡系数; h 为丁坝(潜坝)坝高(m); l_0 为排体伸出坝底边缘长度(m); H_1 为丁坝(潜坝)周围可能产生的局部冲刷坑深度(m),可按有关冲刷深计算公式计算或通过试验或观测确定,辽河实测资料 $H_1 = 1.1 \sim 2.8\text{m}$; a 为考虑河底折皱及水下排体收缩等因素的超长(m)。

4.3.2 纵向排长(平行水流或顺水流方向)

从理论上讲,沿河纵向排长是越长越好,越长则整体性越强,且接头也少,但施工难度大,尤其是考虑排体缝制、运输、铺放及工地的设备条件和沉排方法,冰上、冰下施工一般采用 $20 \sim 50\text{m}$;水上船(排)施工采用 $10 \sim 20\text{m}$,多数采用 20m 。对于丁坝或潜坝护底软体排纵向(另一方向)长度可按下式确定:

$$B_0 = b + 2m_2 h + 2l_0 + a$$

式中, b 为丁坝(潜坝)坝顶宽度(m); m_2 为丁坝(潜坝)两侧边坡系数;其余符号同丁坝(潜坝)护底排长度公式。

4.4 软排缝制

目前工厂已能按设计排体尺寸及筋绳配置将排体缝制好出厂。

4.5 软体排压载类型及压载量设计

辽河护岸工程水下软体排压载种类及压载量如下:

(1)边载采用混凝土预制块,中间采用混凝土预制块方格压载,固定在排体上。排体沉入之后加抛块石,平均压载为 1.2kPa 。排边要加大压载,达到 1.6kPa ,迎流面要加大到 2.0kPa 。水上船体施工多采用此种。

(2)双层聚丙烯布排上为 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ 网格柳条或柞条把,中间抛石,其抛石压载量为 $0.2 \sim 0.3\text{m}^3/\text{m}^2$,约为 $3.7 \sim 5.6\text{kPa}$,新民、辽中等地冰上沉排施工应用较多。

(3)土枕压载,采用不透水的聚丙烯涂膜编织布,幅宽 2.0m ,纵向抗拉强度为 $838\text{N}/5\text{cm}$,横向抗拉强度为 $517\text{N}/5\text{cm}$,加工制成长 5m 或 10m ,扁径(宽)为 0.95m 两种规格的枕袋,预留装土口,并对长为 10m 的土枕袋间隔 1.0m 加固 $\phi 4 \sim \phi 6$ 聚乙烯绳腰筋一道,共 8 道,每道 2.5m 长,在施工现场装土,缝合扎成土枕,有腰筋土枕用于边载,无腰筋用于中载。冰上、冰下下排采用较多。

(4)边载采用直径为 $0.3 \sim 0.6\text{m}$ 石笼压载,中间采用同种规格石笼网格压载,网格内散抛 $0.3 \sim 0.5\text{m}$ 厚块石。铁岭地区使用较广。

(5)石笼、抛石、土枕组合压载,即边载采用石笼,中间每隔 $10 \sim 20\text{m}$ 压一道石笼,在中间抛土枕或块石,形成混合形式压载,压载量一般按 $1.0 \sim 2.0\text{kPa}$ 考虑。

5 土工膜防渗设计

结合浑河张庄子砂堤砂基防渗工程(见图 2)简述如下。

5.1 土工膜防渗顶高程的确定

由筑堤后的土工检测结果知,堤身渗透系数为 10^{-4}cm/s ,考虑到洪水期历时较短,因而土工膜防渗顶高程按设计洪水位 23.32m 高程,加上风浪爬高 1.03m ,确定为 24.35m 高程。

5.2 土工膜防渗帷幕距地表面深度

一般垂直防渗帷幕的深度可取为 $S = 1 \sim 1.5H$,张庄子防渗工程取 1.5 倍,则:

$$S = 1.5 \times 3.72\text{m} = 5.58(\text{m})$$

考虑其他不利因素取 $S = 7.0\text{m}$

5.3 渗透稳定校核

采用文献中的公式,将垂直深度转换为水平铺设长度来计算,参见图 4。

$$q = K_0 T(H - h_1) / (L_1 + 0.44T)$$

$$q = K_0 T(h_1 - h_2) / (m_1 h_2)$$

$$q = K(h_2^2 - h_0^2) / 2(L - m_1 h_2) + K_0 T(h_2 - h_0) / (L - m_1 h_2)$$

以上各式符号已在图 4 中标明, K_0 、 T 、 H 、 L_1 、 m_1 、 m_2 均为已知值, L 可由堤断面轮廓确定,亦为已知值,所以只有 q 、 h_1 、 h_2 3 个未知量,可以由上述 3 个方程式求解。 L_1 为核算后的水平

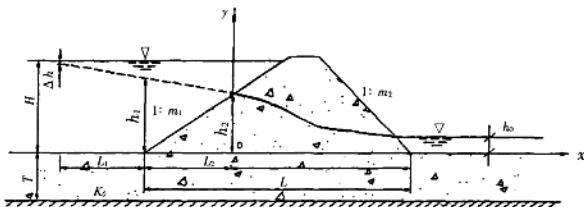


图4 土工膜铺盖渗流计算图

铺设长度,按垂直:水平=1:3进行计算。张庄子防渗工程经计算得: $q=7.39 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$; $h_1=2.55\text{m}$; $h_2=2.41\text{m}$ 。代入下式求得渗透坡降 $J=(h_1-h_2)/(m_1/h_2)=0.023 < [J]=0.18$,说明帷幕深度满足渗透稳定要求。

5.4 土工膜防渗帷幕厚度

采用前苏联1987年提出的计算公式:

$$T=0.135 E^{1/2} P d / [\sigma]^{3/2}$$

式中, T 为土工膜厚度(mm); $[\sigma]$ 为土工膜的允许抗拉应力(kg/cm^2); E 为设计温度下土工膜的弹性模量(kg/cm^2); P 为土工膜承受的水压力(t/m^2); d 为土工膜垫层的最大粒径(mm)。

浑河张庄子砂堤砂基防渗工程 $E=513.0\text{kg}/\text{cm}^2$; $P=10.72\text{t}/\text{m}^2$; $d=0.25\text{mm}$; $[\sigma]=22.77\text{kg}/\text{cm}^2$;代入公式经计算得 $T=0.075\text{mm}$ 。由于此项工程为水利部土工合成材料应用示范工程,因而按《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》SL/T225—1998,取 $T=0.50\text{mm}$ 。

6 辽宁省土工合成材料防洪护岸工程施工工艺

6.1 土工织物软体排护岸工程施工

6.1.1 冰上沉排施工技术

(1) 刨冰槽沉排方法:①定位放样;②刨冰槽。刨冰槽前,先测定施工时的冰层厚度,根据施工时间、设计沉排的荷载和冰的承载力,确定刨冰槽深度;③铺排。将按设计尺寸缝制的软排按施工放样铺放在冰槽内,相邻排块采用搭接或缝接;④压载。按设计要求进行排上压载,首先进行排尾压载,防止排体下滑,然后由头部起依次向排尾部压载,达到设计压载量;⑤冰上沉排。排上压载量达到设计要求后,排体一般都会在短时间内自行均匀下沉,如刨冰槽深度不够,压载后排体不能下沉时,可在排体前、左、右三个方向,距排体外缘0.5m左右处打冰眼,促使沉排下沉。

(2) 冰上铺排压载自然沉排方法:宜选择在解冻期,即河开前10~15天进行,此方法要求严格掌握河冰解冻融化规律,确定铺排压载时机,否则不但有安全问题,而且也很难保证沉排达到预期效果。其主要施工步骤如下:①按设计排体长度定位放样。将单块布排按设计位置在冰面上展开,并把排与排之间现场用缝线及 $\phi 4 \sim \phi 6$ 聚乙烯绳缝联成整体。排前端应超过施工放线2~3cm,注意排不能拽得太紧,以防止排沉降时发生应力集中现象;②压载。按设计要求压载量进行排体压载;③将护坡部分排体拽到岸边,并用铁线或较粗($\phi 14 \sim \phi 20$)聚乙烯绳固定在岸边已打好的坚固桩上;④河开后,排体自然沉降稳定后,进行护坡部分工程施工。