# 莱州湾地区堤防工程建设

聂仁峰,薄　童,张国辉,李文琳

(东营市水利局,山东 东营　257000)

摘要:从混凝土板预制、大堤土方填筑、迎海面护坡和质量管理等方面介绍莱州湾地区堤防工程的建设经验:①研制振动平台,进行混凝土板预制;②筑围堰,挖集水沟,封闭施工场区,晒土筑堤;③采取既能经受潮水冲刷、又方便施工的科学护坡型式;④推行新型管理模式,确保工程质量.

关键词:莱州湾;堤防工程;施工工艺

中图分类号:TV871　　文献标识码:B　　文章编号:1006-7647(2005)S1-0105-03

## 1　工程概况

东营市地处黄河入海口,东、北两侧直接面临渤海的莱州湾和渤海湾,有 360 km 的海岸线,是我国的风暴潮频发区之一.近年来,当地政府把防潮堤工程建设作为生命线狠抓落实.莱州湾西岸地区堤防工程南起广利河,北至永丰河,全长 41.4 km,有挡潮闸 3 座.该工程由胜利油田勘察设计院设计,为 50 年一遇,防潮堤顶宽为 9.0 m,高程为 4.6 m,横断面为梯形,坡比为 1:3,临海面采用混凝土板护坡,厚度为 0.25 m,板下依次为 450 g/m$^2$ 的土工布和 0.1 m 的砂垫层.该工程投资 3.06 亿元,于 2002 年 3 月 18 日开工,2003 年 9 月 16 日竣工.2003 年 10 月 12 日经受了 3.38 m 特大风暴潮的考验.

## 2　模型试验简介

本工程进行了数学模型和物理模型试验.数学模型试验使用青岛海洋大学提出的新型混合型海浪数值预报方法,根据影响防潮工程附近海域 1960~2001 年的 124 个大风大浪天气过程,计算逐时风场,然后模拟波浪要素(浪高、周期)的逐时变化,从中选出波高及周期的最大值作为极值样本,分别用 P-Ⅲ型、Weibull 和 Gumbel 极值分布推算出防潮工程区域的设计波要素为:设计潮水位 1.45 m,校核高潮位 3.63 m.物理模型试验对提供的梯形断面和复式断面分别进行了混凝土板与栅栏板的稳定性试验,确定了混凝土板的尺寸为 0.25 m×0.4 m×0.8 m,并验证了最大冲刷深度为 0.5 m,小于齿墙埋深 1.2 m,不影响大堤稳定.

## 3　施工工艺

防潮堤工程的施工主要包括混凝土板预制、土方筑堤、混凝土基础浇筑、迎海面护坡等工程内容.

### 3.1　混凝土板预制

#### 3.1.1　振动平台的构成

振动平台由台面、振动电机及四角支柱组成,其中台面呈长方形,平面尺寸为 1.0 m×1.4 m,由厚 10 mm的钢板制成;振动电机的功率为 1.5 kW,四角支柱高 1.0 m 左右,支柱内设减震簧.混凝土板日产量 200~230 块,具有成本低、操作方便、生产效率高等优点.

#### 3.1.2　钢模板的制作

为了便于脱模及解决脱模中混凝土预制板易掉角的问题,制作的钢模板上口的平面尺寸应略大于底模的平面尺寸,各边以长出 1.0 mm 为宜,并在钢模底板上均匀布设 10 多个直径为 4 mm 的小孔.

#### 3.1.3　混凝土板的配料及预制

按照抗压标号为 C20、抗渗标号为 W6、抗冻标号为 F100 的设计要求,经试验确定每立方米混凝土材料的用量为:水泥 322 kg,中砂 695 kg,粒径 1~2 cm 的石子 454 kg,粒径 2~4 cm 的石子 681 kg,同时每立方米材料中掺入青岛科力建材有限责任公司生产的 PC-2 型混凝土引气剂 0.027 kg 及木钙 0.805 kg.使用前应将引气剂配成浓度为 3.2% 的溶液,木钙配制成 25% 的溶液,并计算出每盘料所需的用量.配料时,先往搅拌机里加入一定量的水及以上两种溶液,拌和均匀后,再按配比加入水泥及砂石料,

作者简介:聂仁峰(1964—),男,山东东营人,高级工程师,从事水利工程建设管理工作.

搅拌3 min 后出熟料.制作混凝土板时,先在钢模底部铺一层 0.4 mm 厚的塑膜,再填入已拌和好的熟料,后置于振动平台上振捣.振动时间以 1.5 min 为宜,并将混凝土板的上表面压平抹光.脱模后的混凝土板要及时覆盖草苫并洒水养护,在 24 h 后揭去塑膜,以检查预制混凝土板的外观质量.

### 3.2 土方筑堤工程

#### 3.2.1 施工准备

防潮堤走向位置分布在 1.0 ~ 1.5 m 等高线上,海拔低,地下水位高.为确保施工安全,分别在距大堤轴线 150 m 处沿其平行方向修建施工围堰及排水沟.施工围堰布置在临海侧,围堰顶宽 6.0 m,顶高程 3.0 m,边坡 1∶2,兼作施工便道.为防止风暴潮侵袭,纵向围堰临海侧用编织袋装土衬砌.为便于排水、晒土,在背海侧布设纵向排水沟,沟底宽 10.0 m,边坡 1∶2.5,沟底高程 0.0 m.根据施工需要布置横向排水沟若干,原则上每 100 m 设一条,并及时排除取土场内积水.采用挖掘机挖土晾晒,挖土深度 1.0 m 左右,晾晒时间一般 7 ~ 10 d.测其含水量达到 17% ~ 21%,符合土料设计要求后方可取土筑堤.

#### 3.2.2 大堤填筑及碾压

大堤填筑前需先清除取土场表面的草根等杂物,清除厚度为 0.3 m,并进行碾压试验,确定施工工艺参数.该工程标准击实试验结果为最大干密度 1.65 g/cm$^3$,最优含水量 17.3%,设计压实度 0.92.根据试验结果确定碾压参数:碾压机械为功率约 55 kW(75 马力)的拖拉机,铺土厚度为 0.3 m,碾压 5 ~ 6 遍,最优含水量为 16.3% ~ 20.3%,循环碾压.堤坝填筑土方量大,质量标准高,工期紧.根据工程实际,将每 200 延长米分为一个作业段,以利于流水作业,填土、碾压、报验各工序穿插进行,能够保证 3 d完成一层土.上土采用拖式铲运机处理,上土宽度比每边设计宽度多 0.5 m,厚度为 0.3 m,碾压方向平行于坝轴线,碾压至达到设计的干密度.每 100 ~ 150 m$^3$ 土料自检一个点,抽查频率为自检频率的 1/3,验收合格后方可进行下道工序.考虑到大堤沉降量,实际筑堤应超出设计高程 0.3 m,并建立观测点,定期观测沉降量.本工程实际沉降 0.15 ~ 0.20 m.

### 3.3 混凝土基础现浇

#### 3.3.1 基槽开挖

先使用轻型井点进行降水 2 ~ 3 d,再按设计的开挖边线用单斗挖掘机开挖,为防止松动原状土,再用人工修整至设计断面.

#### 3.3.2 混凝土现浇

现浇基础为 C20 混凝土,配合比与混凝土预制板相同.原材料经检验合格方可使用,在施工现场使用强制式搅拌机进行拌和.模板经验收合格后即可浇筑混凝土.浇筑时分层进行,每层厚 0.3 ~ 0.4 m,上层混凝土浇筑在下层混凝土初凝前完成,浇筑面保持大致水平.振捣完成后的混凝土采用自然养护.浇筑完成 12 h 以内加盖草帘,面层凝结后即洒水,使混凝土表面和模板保持湿润,养护时间不少于 14 d.未进行验收不得回填土方隐蔽.

### 3.4 预制板安装

#### 3.4.1 削坡

由人工进行削坡,挂成作业,每 10 延米放一标准断面,按设计要求清除多余土方,露出削坡面.当发现坝体欠坡时,应开蹬分层回填处理,超填量不小于 0.3 m.削坡采用人工自上而下进行,弃土置于坝脚以外.

#### 3.4.2 铺设砂垫层

砂料为中砂,集中堆放在坝顶上,使用前先进行过筛,铺设时人工自上而下进行,厚度为 0.1 m,大致推平后适当洒水湿润,含水量应控制在 16% ~ 20%,并用平板振捣器振捣密实,禁止人在上面行走.砂料若含水量过小,易沿坡下滑,不便振捣.

#### 3.4.3 土工布铺设

本工程使用的是 450 g/m$^2$ 的长丝土工布.铺设土工布时,自下而上进行,坝脚处预先压到齿墙底下,应力求平顺,松紧适度,不得绷拉过紧.齿墙基础下面的土工布平行坝轴线铺设.搭接长度不少于 0.2 m,人工用尼龙线缝接,针脚不大于 0.03 m.施工过程中,防止砂石、预制件锐角划破土工布,若发现土工布破损应及时修补或更换.

#### 3.4.4 预制板安装

预制板的尺寸为 0.8 m × 0.4 m × 0.25 m.在预制厂使用振动平台生产.经检验合格后,用汽车将预制板运至施工现场,安装顺序为自下而上,平铺于土工布上,安放平顺,尽量减少缝隙,其外观质量应符合设计要求.预制板安装可采用 3 种方式:①采用人工推送.人工用小推车从坝脚将预制板运至坝坡,从下往上逐排安装.应在土工布上面垫木板,工作人员在木板上行走.安装时小心轻放,一次到位.预制板安装表面平整,板与板紧靠,板间缝小于 5 mm.②采用滑道安装.将预制板运至坝顶,用滑道滑至安放处,人工安装.③采用吊车吊装.将板运到坝顶后,用 5 t 长臂吊车将预制板吊至安装位置,此种方法工程进度快,每台吊车每天可安装 600 块.

## 4 质量管理及评价

### 4.1 质量管理

在工程建设过程中,始终积极推行项目法人负

责、施工企业保证、社会监理和政府监督相结合的管理模式，并通过公开招标的方式择优确定监理和施工企业．市政府正式行文公布东营市海堤管理处为项目法人单位，项目法人对工程建设负总责，主要包括资金筹措、迁占协调、调度工期、质量检查等；施工企业实行项目经理负责制，全面落实“三检制”（自检、互检、终检），对每道工序严格把关；工程监理实行项目总监负责制，做到“三到位”，即检测设备到位，理人员到位，工作内容到位．工程建设各方相互协作，分工明确，确保工程质量．

### 4.2 质量评价

本工程共分为清基、大堤填筑、混凝土基础现浇和迎海面护坡 4 个分部工程 2 860 个单元工程，工程质量全部合格，其中 2 488 个单元工程的施工质量为优良，优良率为 87%．经山东省水利科学研究院全面检测，工程质量达到优良标准．2003 年 10 月 12 日黄河口地区遭受了 3.38 m 特大风暴潮的袭击，但是刚刚竣工的防潮堤工程毫发无损，并将其控制区域的风暴潮损失削减为零．

参考文献：

[1] 聂仁峰，张志传，王断新，等．刍议黄河三角洲地区水利建设问题．水利水电科技进展，1999，19（增刊）：22—23．

（收稿日期：2005-01-19　编辑：高建群）

（上接第 104 页）

节水意识，自觉支持污水灌溉的发展．

## 4 结　语

污水灌溉既有有利的一面，也有不利的一面，但利远远大于弊．多年的实践证明，在我们这样一个水资源比较缺乏的国家，积极探索经济有效、技术可行、节省能源的污水灌溉方法和污水处理与利用系统，对缓解日益紧张的水资源供需矛盾具有重要的意义．同时，对污水灌溉要进行实时监测，对其引起的负面影响不容忽视，要采取积极有效的对策和科学的态度来把污水灌溉引导到更高层次．

参考文献：

[1] 郝仲勇，刘洪禄．北京市水资源短缺及对策浅析［J］．北京水利，2000（5）：17-18．

[2] GRAAFF R H M，SUTER H C，LAWES S J．Long-term effect of Municipal sewage on soil and pastures［J］．J Environ Sci Health，2002，37（4）：745-757．

[3] 廖日红．北京市再生水综合利用策略研究［J］．水利发展研究，2004，4（1）：32-34．

[4] 董克虞，杨春惠，林春野．北京市污水农业利用区划的研究［M］．北京：中国环境科学出版社，1994：49-55．

[5] 朱桂珍．北京市东南郊污灌区土壤环境重金属污染现状及防治对策［J］．农业环境保护，2001，20（5）：164-166．

[6] 杨华锋．北京地区污水灌溉农田若干特征研究［D］．北京：中国农业大学，2005．

[7] 余常昭，李玉梁．水环境中污染物扩散输移原理与水质模型［M］．北京：中国环境科学出版社，1989：77-78．

[8] 刘润堂，许建中．我国污水灌溉现状、问题及其对策［J］．中国水利，2002（10）：123-125．

[9] 曾德付，朱维斌．我国污水灌溉存在问题和对策探讨［J］．干旱地区农业研究，2004，22（4）：221-224．

（收稿日期：2005-03-03　编辑：马敏峰）

·简讯·

### 河海大学召开“生态水文学术研讨会”

人类通过建设水库和堤防防止或减少灾难性洪水和干旱威胁，通过建设污水处理厂减轻污染程度，尽管这些工程花费很大，但其中很多措施并未达到预期改进的效果．同时，通过过度工程化来解决水资源短缺和环境问题，已严重地影响和削弱了生态过程在调节水循环以及水循环在调节生态过程中的作用．为推动河海大学生态水利学科的建设，由河海大学水资源环境学院、水文水资源与水利工程科学国家重点实验室、科学研究院举办的“生态水文学术研讨会”于 2005 年 10 月 15 日在河海大学校本部举行．全校 160 余位教师、研究生参加了会议．研讨会上，刘新仁教授等分别作了题为“生态水文研究进展”、“水利建设与生态水文”、“生态水文－社会经济发展的必然”、“绿水和蓝水的生态内涵”、“河流生态径流理论及计算方法研究”等学术报告．会议主要围绕生态水文学的学科性质、研究对象、研究内容、研究目的、研究方法、关键性科学问题、未来发展方向及前景等进行了重点研讨．

（本刊编辑部供稿）