

“十二五”
规划重点图书

水利工程除险加固
技术丛书



河道堤防工程抢险 防护实用技术

李继业 张庆华 郝忠梅 等编著

HEDAO DIFANG GONGCHENG QIANGXIAN
FANGHU SHIYONG JISHU



化学工业出版社

规划重点图书

水利工程除险加固
技术丛书



河道堤防工程抢险 防护实用技术

HEDAO DIFANG GONGCHENG QIANGXIAN
FANGHU SHIYONG JISHU

李继业 张庆华 郝忠梅 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据我国堤防工程的现状和现行的规范、标准,介绍了河道堤防工程的安全基本知识、堤防工程堤基的安全问题、土质堤防工程的安全验算、堤防工程防洪抢险措施、河道堤岸崩塌原因与验算、河道堤岸的防护措施等有关知识。

本书可供从事河道堤防工程设计、施工、管理和河道抢险等工作的工程技术人员、科研人员和管理人员参考,也可供高等学校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

河道堤防工程抢险防护实用技术/李继业,张庆华,郗忠梅等编著. —北京:化学工业出版社,2013.1

(水利工程除险加固技术丛书)

ISBN 978-7-122-15073-8

I. ①河… II. ①李…②张…③郗… III. ①河道-堤防抢险
IV. ①TV871.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 187630 号

责任编辑:刘兴春

文字编辑:孙凤英

责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 $\frac{1}{4}$ 字数497千字 2013年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:80.00 元

版权所有 违者必究

水利工程除险加固技术丛书

编 委 会

主 任：吴中如

副主任：李继业 张宪省

编 委：（以姓氏笔画为序）

刁 锋	马安堂	王玉峰	王淑伟
刘经强	刘福臣	刘福胜	苏永刚
李 勇	李怀森	李树枫	邱秀梅
邱春华	张庆华	范世香	林洪孝
周翠玲	赵晋升	胡化坤	段绪胜
郝忠梅	葛兆生	董 洁	翟爱良

河流是水资源的主要载体，是水与自然、人类关系的联系界面。河流与人类社会关系密切。河流把上游山地土壤侵蚀形成的泥沙输送到下游，形成冲积平原，河口的泥沙淤积在入海口形成三角洲，都是最适合人类居住的地方，也往往是经济发展最迅速的地方。许多民族和国家都把河流比做自己的母亲，如中国的黄河和长江、印度的恒河和俄罗斯的伏尔加河。

古代的四大文明古国都发源于大河流域，黄河流域是中国古代文明的发祥地，尼罗河孕育了古埃及文明，印度文明起源于恒河流域和印度河流域，古代巴比伦也是在幼发拉底河和底格里斯河形成的两河流域发展繁衍的。到了近现代，世界上主要的大城市也基本上是傍水而建，河流中下游地区成为经济相对发达的地区。

河流哺育着人类，为人类的文明做出了无私的奉献，但是河流造成的洪灾也常常给人类带来巨大的痛苦和灾难。我国是自然灾害较为严重的国家，气象灾害带来的损失占各种自然损失的70%以上。由于江河纵横、沿河人口密集，洪涝历来是对生命财产危害最为严重的灾害之一。据不完全统计，我国从公元前206年至1949年的两千多年间，共发生可考查的洪灾1092次，平均每两年发生一次。新中国成立60多年来，年均洪涝受灾面积1.34亿亩，成灾面积0.76亿亩，直接经济损失上百亿元。

洪涝灾害是我国最主要的自然灾害，是中华民族的心腹大患。每年到了汛期，从中央到地方都要进行全面动员，做好人力、物资的准备，一旦发生特大洪水，抗洪救灾常常成为全国人民的头等大事。我国七大江河目前抗御洪水能力多数只有50年一遇，再加上缺乏有效的调控能力，势必造成洪涝灾害。根据目前的国力情况，这种状况一时还难以彻底解决。因此，这就决定了我国的防洪抢险是长期而艰巨的任务。

新中国成立以来，全国共建成了各类大坝约8.7万余座，水库的总库容达到7064亿立方米，相当于全国河流年均径流量的1/6。我国水库大多建于20世纪50~70年代，由于受当时经济、技术、资料等的限制，各类水库普遍存在工程标准偏低、建设质量较差、老化失修严重、配套设施不全等问题，致使水库安全隐患严重。水库蓄水多，水位较高，如遇洪水垮坝失事，会有很高的水头和大量的洪水，在很短时间内居高临下倾泻下来，洪水波浪所到之处，必将对下游造成摧毁性的破坏和毁灭性的灾难，因此，水库安危事关大局。

在长期的工程实践中，国内外水利工作者在抗洪抢险方面积累了丰富的经验，在防洪涝灾害方面起到了巨大作用。由山东农业大学李继业教授策划，并组织有关专家共同编著了《水利工程除险加固技术丛书》，该丛书系统地介绍河道堤防防渗加固实用技术、河道堤防工程监测实用技术、河道堤防工程抢险实用技术、河流与河道工程维护及管理、水库坝体滑坡与防治措施、水库除险加固工程设计实例、水闸工程除险加固技术和洪水设计与防洪减灾等知识，是对河道堤防、水库等水利工程除险加固技术的总结和推广，也是国内外水利工作者多年理论研究和实践经验的结晶，可供使用者因地制宜地选用和参考。

我深信，该丛书的出版将对我国水利工程的除险加固技术起到积极的促进作用。

中国工程院院士 吴中如
2012年12月

堤防是世界上最早广为采用的一种重要防洪工程。筑堤是防御洪水泛滥、保护居民和工农业生产的主要措施。河道堤防工程是保证河流安全度汛的关键。洪水或地质灾害造成的河道堤防险情，能否采用正确的抢险方法直接影响到抢险的时间和效果。国内外河流抗洪救灾的事实充分证明，堤防是抵御洪涝灾害重要的工程措施，抢险是将洪水降低到最低程度的应急措施，是确保人民生命财产的重要保障。

据有关资料报道，我国现有各类堤防约 29.91 万千米，其中主要的骨干堤防 6.57 万千米，在历次洪涝灾害中发挥了重要的作用。但是，由于历史的原因，堤防建设欠账太多，投资不足，以致 1998 年长江、嫩江、松花江发生特大洪水时堤防出现危机，仅长江干流堤防就出现 4800 余处险情，充分说明我国大江大河堤防工程薄弱，远远满足不了国民经济发展的需要。

1998 年长江洪水之后，党中央、国务院对堤防工程安全问题高度重视，从维护两岸人民生命财产安全、促进流域经济社会发展的战略高度出发，做出了全面加强长江防洪体系建设的重大部署，投入 400 多亿元巨资，大力加强以长江干堤为重点的防洪工程建设。这是保障沿江人民生命财产安全、推动沿江地区经济社会发展和现代化建设的重大举措。

最近，水利部部长在全国水利工作会议上指出：随着工业化、城镇化的深入发展，全球气候变化影响加大，我国水利面临的形势更趋严峻。“十二五”期间，围绕水利发展八大目标，我国将着力增强水旱灾害应对与综合防御能力、水资源合理调配与高效利用能力、水生态环境保护与修复能力、科学治水与依法管水能力。并将“防洪减灾综合体系进一步完善”放在第一位，这充分说明河道堤防工程建设任重道远。

历史经验充分证明，加强对堤防工程的监测工作是确保堤防安全的关键，采取有效的抢险措施是确保堤防工程安全的重要技术手段。我国劳动人民在与洪水长期斗争的实践中，在堤防抢险和防护方面总结出非常丰富的经验，有的抢护技术甚至沿用了几千年，在堤防抢险中发挥巨大的作用。我们在学习前人和专家、学者经验的基础上，根据我们在河道堤防工程抢险防护方面的经验和体会，编著了这本《河道堤防工程抢险防护实用技术》，其内容包括：河道堤防工程的安全基本知识、堤防工程堤基的安全问题、土质堤防工程的安全验算、堤防工程防洪抢险措施、河道堤岸崩塌原因与验算、河道堤岸的防护措施等。

本书是一本具有“针对性”、体现“通俗性”、突出“实用性”和提高“应用性”的技术专业书，可供从事河道堤防工程设计、施工、管理和堤防抢险技术人员、科研人员和管理人员参考，也可作为高等学校水利工程和相关专业本科生、研究生的辅助教材。

本书由李继业、张庆华、郗忠梅等编著，马安堂、葛慧敏、王素华参加了部分内容的编著。全书由李继业负责规划，由张庆华、郗忠梅负责统稿。编著的具体分工：李继业编著第一章；张庆华编著第四章；郗忠梅编著第二章；马安堂编著第三章；葛慧敏编著第六章；王素华编著第五章。

在本书编著过程中，我们参考了很多专家和学者的成果，在此我们表示衷心的感谢。由于编著者水平有限，疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者
2012 年 10 月于山东

第一章 河道堤防工程的安全 1

第一节 我国江河堤防工程的概况 1

 一、堤防级别、防洪标准与防护对象 1

 二、堤防工程防护区的确定 3

 三、堤防工程的防洪标准与设计洪水 5

 四、堤防工程安全加高与超高 8

 五、堤防工程的安全性要求 9

 六、堤防工程的选线及堤距 11

 七、堤身断面设计与加高加固 12

第二节 河道土质堤防的破坏形式 13

 一、堤坝岸的破坏形式 13

 二、护坡面层的破坏形式 15

 三、堤防出险的主要种类 15

第三节 堤防渗流破坏力或作用力 19

 一、渗流作用力及其分解 19

 二、渗流分力及其破坏性 21

第四节 河道土质堤防的渗流控制 23

 一、堤防工程渗流控制要求 23

 二、堤防工程渗流控制措施 24

第五节 河道土质堤防的结构设计 32

 一、堤顶的超高及结构 32

 二、堤坡、戕台与护坡的防冲及防渗 33

 三、挖土筑堤的具体标准 35

参考文献 36

第二章 堤防工程堤基的安全问题 37

第一节 堤防工程堤基的处理 37

 一、堤防地基勘察中的若干问题 37

 二、软弱堤基的基本概念 44

 三、软弱堤基的处理方法 47

 四、堤基清理要求及各种处理方法 48

第二节 主要流域堤防堤基的地层系统 50

 一、长江堤防堤基的地层系统 51

 二、黄河堤防堤基的地层系统 52

 三、淮河堤防堤基的地层系统 53

 四、珠江堤防堤基的地层系统 54

 五、海河堤防堤基的地层系统 55

 六、辽河堤防堤基的地层系统 55

七、嫩江堤防堤基的地层系统	56
八、松花江堤防堤基的地层系统	56
九、湖堤海堤堤基的地层系统	56
第三节 堤基各类土物理力学性质	57
一、江汉平原各级阶地冲积土的物理力学性质	58
二、荆江大堤堤基土的物理力学指标	58
三、我国堤防地基黄土的物理力学指标	59
四、分散性黏土的物理力学性质	60
五、膨胀土的物理力学指标	61
六、盐渍土的物理力学性质	62
七、软土的物理力学性质	62
八、泥炭、腐殖质土的物理力学性质	64
第四节 堤基存在的主要病险问题	65
一、堤防工程的渗透变形	65
二、堤防工程岸坡不稳定	67
三、沉降变形及滑动变形	68
四、穿堤建筑物渗透与沉降	69
五、堤防工程的地震灾害	69
第五节 堤防地基的容许承载力	70
一、堤防地基的容许承载力概述	71
二、地基内各点的附加应力及自重应力	71
三、确定塑性区开展的最小安全系数法	74
四、用有限元法计算“塑流”区开展范围	75
第六节 软土地基上堤坝的稳定	77
一、改良圆弧法	77
二、软基上堤坝的极限高度	79
三、软土地基上堤坝极限高度公式的讨论	80
四、土堤坝地震惯性力的计算	81
五、软基堤防的抗震稳定计算	82
第七节 堤防堤基加固技术简介	84
一、堤基加固的基本途径	84
二、堤防工程堤基加固技术简介	84
第八节 堤基稳定计算工程实例	87
一、地基内的临界内摩擦角计算	87
二、软土地基上的堤身稳定计算	89
参考文献	90
第三章 土质堤防工程的安全验算	92
第一节 土质堤坝稳定渗流安全验算	92
一、不透水地基上土堤渗流安全计算（堤内侧无水）	92
二、透水地基上的土堤渗流安全计算（堤内侧无水）	96
三、堤内侧（下游）有水深时的渗流计算	98

四、透水堤基的防渗措施	100
五、覆盖土层下强透水堤基的渗流计算	101
六、有减压沟的堤基渗流计算	104
七、有减压井列的堤基渗流计算	106
八、减压井各种水头损失的计算	107
九、堤内压土方案的渗流计算	109
十、有防渗墙的渗流计算	111
十一、堤基各向异性、多层次的渗流计算	112
第二节 土质堤坝非稳定渗流安全验算	113
一、洪峰过程堤身浸湿进展距离计算	113
二、洪峰过程透水堤基堤后渗流水量	115
三、典型洪峰（正弦曲线）过程的浸湿进展简化公式	115
四、洪峰过程堤防渗流关键值的经验公式	116
五、洪水回落时堤身流网与浸润线位置计算	117
六、渗流基本参数的选用	117
第三节 堤坝基管涌危险性验算	120
一、管涌发生与发展的临界坡降及允许坡降	121
二、管涌冲蚀发展过程与计算公式应用	121
三、洪峰在堤基渗流中传播迟后和衰减的计算	125
四、砂砾石地基的管涌临界坡降	126
五、控制管涌发展的措施及其安全判别式	128
第四节 土质堤坝抗滑安全验算	129
一、楔形体滑动土压力平衡法	130
二、滑动计算有限元法	132
三、滑坡危险水位与骤降缓降问题	135
第五节 土质堤坝与坝基沉降计算	137
一、堤防与软基的最终沉降	137
二、软土堤基的沉降过程	138
三、渗透力荷载下的软基沉降	139
四、沉降过程的渗流计算法	140
五、沉降导致裂缝的估算	142
第六节 堤坝与建筑物衔接渗流验算	142
一、侧岸边墙的绕渗流计算	142
二、闸底板受到侧边绕渗流影响的渗流计算	143
三、土堤与边墙接触面的管涌破坏性验算	144
参考文献	144
第四章 堤防工程防洪抢险措施	145
第一节 河道堤防抢险的前期工作	145
一、做好舆论宣传工作	145
二、做好抢险组织准备	145
三、做好抢险技术准备	147

四、抢险料物准备与供应	148
五、通信联络的准备	148
六、实施交通管制	148
第二节 堤坝渗水险情的抢护	149
一、渗水险情的原因	149
二、渗水险情的判别	149
三、堤身渗水的抢护原则	149
四、渗水险情的抢护方法	150
五、渗水险情抢护注意事项	153
第三节 堤坝漏洞险情的抢堵	153
一、漏洞产生的原因	154
二、漏洞险情的判别	154
三、漏洞险情的抢护原则	155
四、漏洞险情的抢护方法	155
五、漏洞抢护的注意事项	157
第四节 堤坝管涌险情的抢护	157
一、管涌险情的判别	158
二、管涌险情的抢护方法	159
三、水下管涌险情的抢护	161
四、管涌险情抢护注意事项	162
第五节 堤坝陷坑险情的抢修	162
一、堤防出现陷坑的原因	162
二、堤防陷坑的抢护原则	163
三、堤防陷坑的抢护方法	163
四、陷坑抢护的注意事项	164
第六节 堤坝裂缝险情的抢护	165
一、裂缝险情的分类和成因	165
二、裂缝险情的判别和抢护原则	166
三、裂缝险情的抢护方法	166
四、裂缝险情的注意事项	168
第七节 风浪冲刷险情的抢护	168
一、风浪险情的成因	168
二、风浪险情的抢护方法	168
第八节 堤坝滑坡险情的抢护	172
一、堤防滑坡的判断	172
二、临水面滑坡的抢护方法	174
三、背水面滑坡的抢护方法	174
四、滑坡的抢护注意事项	176
第九节 堤坝漫溢险情的抢护	177
一、漫溢险情的预测	177
二、漫溢险情的抢护原则	178

三、漫溢险情的抢护方法	178
四、漫溢险情的注意事项	180
第十节 堤坝崩岸险情的抢修	181
一、堤防崩岸的分类方法	181
二、崩岸险情的判断	183
三、崩岸险情的抢护原则	184
四、崩岸险情的抢护方法	185
五、崩岸险情抢护注意事项	187
第十一节 堤防出现决口险情的抢险	188
一、封堵决口的施工组织设计	188
二、决口抢险的实施	189
三、堤防决口后的复堤	191
第十二节 穿堤建筑物与堤防接合部的抢修	191
一、发生险情的主要原因	192
二、险情抢修原则和方法	192
三、穿堤建筑物养护修理的规定	194
第十三节 堤防抢险的工程实例	195
一、渗水险情抢护工程实例	195
二、管涌险情抢护工程实例	197
三、漏洞险情抢护工程实例	199
四、陷坑险情抢护工程实例	201
五、崩岸险情抢护工程实例	201
六、滑坡险情抢护工程实例	204
七、漫溢险情抢护工程实例	206
八、穿堤建筑物抢险工程实例	210
第十四节 堤防抢险的善后处理	212
一、裂缝抢险的善后处理	212
二、渗水抢险的善后处理	213
三、管涌抢险的善后处理	213
四、漏洞抢险的善后处理	213
五、滑坡抢险的善后处理	213
六、崩岸抢险的善后处理	213
七、风浪抢险善后处理	214
八、漫溢抢险的善后处理	214
九、城市堤防的汛后清理	214
十、复堤的基本要求	214
参考文献	215
第五章 河道堤岸崩塌原因与验算	216
第一节 堤岸崩塌的原因及类型	216
一、堤岸崩塌的主要原因	216
二、崩岸滑坡的主要类型	218

第二节 崩岸滑坡稳定性验算	219
一、崩岸土体的安全系数	219
二、浅层崩塌与平面崩塌	219
三、圆弧滑坡的安全计算	220
四、折线滑坡的安全计算	221
五、堤岸崩塌后处理工作	223
六、崩塌滑坡的工程治理	224
第三节 河流冲刷安全验算	225
一、河床冲刷的水力因素	225
二、冲刷基本公式与河床冲深	226
三、黏性土河床冲刷与浑水冲刷	227
四、河湾水流与凹岸冲深	229
五、缩窄流与汇流处河床冲深	232
六、河湾的河势演变	233
第四节 波浪冲击堤岸验算	234
一、风浪的要素及其公式	234
二、波浪爬高、回落及重点保护区	236
三、风浪越顶流流量及风壅水面增高	238
四、船行波最大波高与波长计算	239
参考文献	241
第六章 河道堤岸的防护措施	242
第一节 河道堤岸防护工程概述	242
一、护岸防冲的工程措施	242
二、选择工程措施应考虑因素	243
第二节 抛石护堤岸防护措施	244
一、抛石作用和要求	244
二、水流作用下抛石大小的计算	245
三、波浪冲击下抛石大小计算	247
四、水下抛石沉落定位的计算	248
五、抛石护岸范围布局	249
第三节 砌石及石笼防护措施	251
一、干砌块石	251
二、浆砌块石	251
三、石笼护坡	252
第四节 块体铺面防护措施	253
一、块体铺面护坡的组成	253
二、护坡面层块体的稳定性	255
三、块体护坡堤内土体稳定性	256
第五节 现浇混凝土板防护措施	262
一、波浪爬坡水压力分布	262
二、浇筑混凝土板厚度计算与“渗流场”分布	263

三、混凝土板浇筑厚度的确定	264
第六节 沥青护坡防护措施	267
一、沥青护坡设计的原则	267
二、波浪冲击时的应力及厚度计算	268
三、水流冲刷时的护坡应力及厚度计算	269
第七节 丁字坝变流防护措施	270
一、丁坝的布局及作用	270
二、不透水丁坝头的冲刷深度及防护	271
三、透水堆石坝体的稳定性	271
第八节 种草植树防护措施	272
一、草皮护坡及其抗冲能力	272
二、植树固滩护堤岸	275
第九节 充填混凝土排垫防护措施	276
一、排垫的构造与透水性	276
二、充填混凝土排垫设计	279
三、充填排垫和土工袋、土工管子应用	280
第十节 重力墙护岸防护措施	282
一、重力墙护岸	282
二、石笼墙护岸	286
三、板桩墙护岸	287
第十一节 其他堤岸防护措施	287
一、改变地下水流向防止堤防崩岸	288
二、加强堤岸崩岸滑坡监测与控制	289
三、设置垫层作用与滤层设计	292
四、重视影响岸坡的闸坝泄流	296
五、河道水工模型试验	300
第十二节 河道堤岸防护工程实例	307
一、堤岸重力挡土墙工程设计实例	307
二、堤岸崩滑控制及处理实例	309
三、土工袋构筑围堤工程实例	309
参考文献	311

第一章

河道堤防工程的安全

堤防工程是沿着江河、湖泊、渠道、海岸或行洪区、分洪区、蓄洪区、围垦区的边缘修筑的挡水建筑物，是世界上最早广泛采用的一种重要防洪工程。修筑堤防工程的目的是防御洪水泛滥，保护沿岸城镇乡村、居民生命财产和工农业生产。

堤防工程在约束洪水后，将洪水限制在行洪的河道中，使同等流量的水深增加，行洪的流速增大，这样有利于控制水流方向、流经范围和泄洪排沙，但由于河水深度的增加、流速的加快，会给堤防带来较大的水压力和冲刷，严重威胁堤防工程的安全，有时甚至出现溃决事故，造成巨大的损失。因此，确保河道堤防工程的安全是一件事关国泰民安的大事。

第一节

我国江河堤防工程的概况

自古以来，我国劳动人民傍水而居，为防范江河洪水的自由泛滥成灾和波浪冲击之患，依江河两侧修筑堤防，把洪水约束限制在设定的流路和水域范围之内，以保障江河中、下游沿岸人民生命财产安全。随着现代社会的快速发展，沿着江河湖海地区新建和加固堤防在国民经济中日趋重要，显得更加迫切。

据有关资料显示，我国在 20 世纪 80 年代末期有各类堤防 20 万千米，保护了耕地 3220 万平方千米，约占全国总耕地面积的 30% 以上。到 2010 年已修建江河湖海堤防长度达 29.91km，其中多数是大江大河的干流、主要支流、海堤、重点圩垸、湖堤，这充分表明在水利建设迅速发展的同时，也促进了堤防工程技术的发展。

堤防建设关键的问题是确保其安全，堤防安全首先必须确定工程的等级标准、选线类型及堤防结构设计等；在堤防工程修筑后的安全，主要是科学进行监测与检测，遇到洪水侵袭等险情时，要采取正确的方法进行抢险加固，以保证堤防工程能抵御洪涝灾害。

堤防工程的设计、施工和抢险加固，不能用统一的指标作为硬性的规范限制，必须紧密结合当地条件，根据实践经验，贯彻因地制宜、就地取材、确保安全的原则，推广现代堤防建设和抢险加固的新技术，并考虑到地区经济发展速度和堤防的前景规划，力求规划设计的堤防工程不仅符合经济、持久、安全的基本要求，而且要实现环境、生态、美观的设计目标，能达到现代化多目标的堤防体系。

一、堤防级别、防洪标准与防护对象

对于堤防工程本身来说，并没有特殊的防洪要求，只是其级别划分和设计标准依赖于防护对象的要求，堤防工程的设计管理和对其安全也就有不同的相应要求。根据现行国家标准

《堤防工程设计标准》(GB 50286—1998) 中的规定, 堤防工程的级别是依据堤防的防洪标准判断的, 见表 1-1。

表 1-1 堤防工程的级别

防洪标准(重现期)/年	≥100	100~50	50~30	30~20	20~10
堤防工程的级别	1	2	3	4	5

堤防工程的设计应以所在河流、湖泊、海岸带的综合规划或防洪、防潮专业规划为依据。城市堤防工程的设计, 还应以城市总体规划为依据。堤防工程的设计, 应具备可靠的气象水文、地形地貌、水系水域、地质及社会经济等基本资料; 堤防加固、扩建设计, 还应具备堤防工程现状及运用情况等资料。堤防工程设计应满足稳定、渗流、变形等方面要求。堤防工程设计, 应贯彻因地制宜、就地取材的原则, 积极慎重地采用新技术、新工艺、新材料。位于地震烈度 7 度及其以上地区的 1 级堤防工程, 经主管部门批准, 应进行抗震设计。堤防工程设计除符合本规范外, 还应符合国家现行有关标准的规定。

对于遭受洪灾或失事后损失巨大、影响十分严重的堤防工程, 其级别可适当提高; 遭受洪灾或失事后损失及影响较小或使用期限较短的临时堤防工程, 其级别可适当降低。

对于海堤的乡村防护区, 当人口密集、乡镇企业较发达、农作物高产或水产养殖产值较高时, 其防洪标准可适当提高; 海堤的级别亦相应提高。蓄、滞洪区堤防工程的防洪标准, 应根据批准的流域防洪规划或区域防洪规划的要求专门确定。堤防工程上的闸、涵、泵站等建筑物及其他构筑物的设计防洪标准, 不应低于堤防工程的防洪标准, 并应留有适当的安全裕度。

堤防工程级别和防洪标准, 都是根据防护对象的重要性和防护区范围大小而确定的。堤防工程的防洪标准应根据防护区内防护标准较高防护对象的防护标准确定。但是, 防护对象有时是多样的, 所以不同类型的防护对象, 会在防洪标准和堤防级别的认识上有一定的差别。

按照现行国家标准《防洪标准》(GB 50201—94) 中的规定: 防护对象的防洪标准应以防御的洪水或潮水的重现期表示; 对特别重要的防护对象, 可采用可能最大洪水表示。根据防护对象的不同需要, 其防洪标准可采用设计一级或设计、校核两级。各类防护对象的防洪标准, 应根据防洪安全的要求, 并考虑经济、政治、社会、环境等因素, 综合论证确定。有条件时, 应进行不同防洪标准所可能减免的洪灾经济损失与所需的防洪费用的对比分析, 合理确定。

对于以下防护对象, 其防洪标准应按下列的规定确定: ①当防护区内有两种以上的防护对象, 又不能分别进行防护时, 该防护区的防洪标准, 应按防护区和主要防护对象两者要求的防洪标准中较高者确定; ②对于影响公共防洪安全的防护对象, 应按自身和公共防洪安全两者要求的防洪标准中较高者确定; ③兼有防洪作用的路基、围墙等建筑物、构筑物, 其防洪标准应按防护区和该建筑物、构筑物的防洪标准中较高者确定。

对于以下的防护对象, 经论证, 其防洪标准可适当提高或降低: ①遭受洪灾或失事后损失巨大、影响十分严重的防护对象, 可采用高于国家标准规定的防洪标准; ②遭受洪灾或失事后损失及影响均较小或使用期限较短及临时性的防护对象, 可采用低于国家标准规定的防洪标准; ③采用高于或低于国家标准规定的防洪标准时, 不影响公共防洪安全的, 应报行业主管部门批准; 影响公共防洪安全的, 尚应同时报水行政主管部门批准。

按照现行国家标准《防洪标准》（GB 50201—94）中的规定，堤防工程防护对象的等级和防洪标准见表 1-2。

表 1-2 防护对象的等级和防洪标准

防护对象的等级		I	II	III	IV
城市	重要性	特别重要城市	重要城市	中等城市	一般城镇
	非农业人口/万人	≥150	150~50	50~20	≤20
	防洪标准(重现期)/年	≥200	200~100	100~50	50~20
乡村	防护区耕地面积/万亩	≥300	300~100	100~30	30
	防护区人口/万人	≥150	150~50	50~20	≤20
	防洪标准(重现期)/年	100~50	50~30	30~20	20~10
工矿企业	工矿企业规模	特大型	大型	中型	小型
	防洪标准(重现期)/年	200~100	100~50	50~20	20~10
江河港口	重要性	重要港区	中等港区	一般港区	—
	防洪标准(重现期)/年	100~50	50~20	20~10	—
海港	重要性	重要港区	中等港区	一般港区	—
	防洪标准(重现期)/年	200~100	100~50	50~20	—
滨海发达乡村	防护区耕地面积/万亩	≥100	100~30	30~5	<5
	防护区人口/万人	≥150	150~50	50~10	<10
	防洪标准(重现期)/年	200~100	100~50	50~20	20~10

注：1 亩=666.7m²，下同。

堤防工程的重要性，通常用堤防工程所防护对象的等级来表示，在表 1-2 中反映了防护对象的重要性，以及防护区的土地、人口的数量和生产规模等。堤防工程防护对象的门类非常多，除了表 1-2 中所列的城市、乡村、工矿企业、江河港口、海港和滨海发达乡村外，还有民用机场、文物古迹、风景区以及位于洪泛区的铁路、公路、管道、水利水电工程、动力设施、通信设施等，其重要性、普遍性和对防洪安全的要求也各有不同。当防护区内有多个不同类别的防护对象，其堤防工程的级别应按防洪要求较高的防护对象确定。同一防护区内有 3 个或 3 个以上防范要求相同的城镇、工矿企业时，堤防工程的级别可提高一等。

二、堤防工程防护区的确定

在确定堤防工程的防护对象时，必须首先确定表 1-2 中所列堤防工程的防护区。确定堤防工程防护区需要考虑到较多的影响因素，如洪水大小及其发生的概率、洪水决溢过程及其流量、洪泛区的地形地貌、行洪及退水条件、人为干预等。对于高等级堤防工程设计，要有一整套计算分析方法。

在一般情况下，沿海的众多海堤保护面积较小，被风暴潮水侵袭时，很可能发生全线海堤溃决，防护区全部受淹，因而确定其防护区的范围比较容易。但是，对于线路很长的江河堤防，确定其防护区的范围则比较困难。应对江河堤防不同岸边、不同堤段的决溢淹没情况进行比较演算。例如，黄河下游堤防一次决溢最大影响范围远比黄河下游堤防保护范围为小，其演算成果列入表 1-3 中供参考。

表 1-3 黄河下游堤防一次决溢最大影响范围估算表

黄河下游左堤地点	沁河口	原阳	陶城铺	津沪铁桥	河口
一次决溢影响范围/万平方千米	3.30	1.85	1.05	0.67	
黄河下游右堤地点	郑州	兰考	东平湖	济南	河口
一次决溢影响范围/万平方千米	2.80	1.25	—	0.67	

在进行演算防护区时，如果采用历史最大或可能最大洪水，就会使堤防工程的防洪标准升级，必然造成工程费用过高，只能在重要城市或重要防护对象采用。一般堤防工程还应采用与设计防洪标准相接近的洪水进行演算。

我国七大江河及其诸河区堤防长度所保护的 范围可参考表 1-4，但是此表只能说明各大江河堤防工程的重要性，不能直接应用来设计堤防工程的防护区。因为各堤段具有其独立性和变化性，而且表中的数据与调查年代、范围、方法等不尽相同。如 1996 年调查的长江区，其堤防长度为 73135km、保护耕地为 6462 万平方千米、保护人口为 12359 万人、累计达标堤防长度为 31987km，而 2008 年调查的长江区，其堤防长度为 72459km、保护耕地为 6371 万平方千米、保护人口为 12337 万人、累计达标堤防长度为 33011km。

表 1-4 2008 年我国七大江河堤防工程统计表

江河地区	堤防长度/km	保护耕地 /万平方千米	保护人口/万人	累计达标堤防长度/km
全国总计	286897	45713	57288	112835
松花江区	20940	4372	3037	10589
辽河区	23490	2439	2213	8257
海河区	33597	5373	5826	6837
黄河区	14848	9494	9339	3890
淮河区	66406	12110	13398	30684
长江区	72459	6371	12337	33011
东南诸河区	18414	1687	4679	8649
珠江区	23417	1703	4774	6910
西南诸河区	4005	202	382	1104
西北诸河区	9321	1962	1303	2904

单纯从表 1-2 的防护对象和表 1-4 的防护区范围来权衡确定堤防工程等级，有时还是不够不全的。例如洪水对防护对象的破坏力，包括洪峰流量、洪水位、洪水总量、洪水历时、淹没水深等水情，以及河湾流势的河道特性，堤距、堤基的堤防条件等，都能影响到堤防工程的等级划分。因此，还应从洪水淹没损失严重程度等方面再加以区别，例如按照淹没水深可分为 3 级：大于 1.5m，1.5~0.5m，小于 0.5m，表达洪水淹没轻重和恢复生产的时间长短，再加以区别并修正堤防工程的等级。

堤防工程上穿堤的闸、涵、泵站等建筑物的设计防洪标准，应不低于堤防工程的防洪标准，并留有适当的安全裕度。