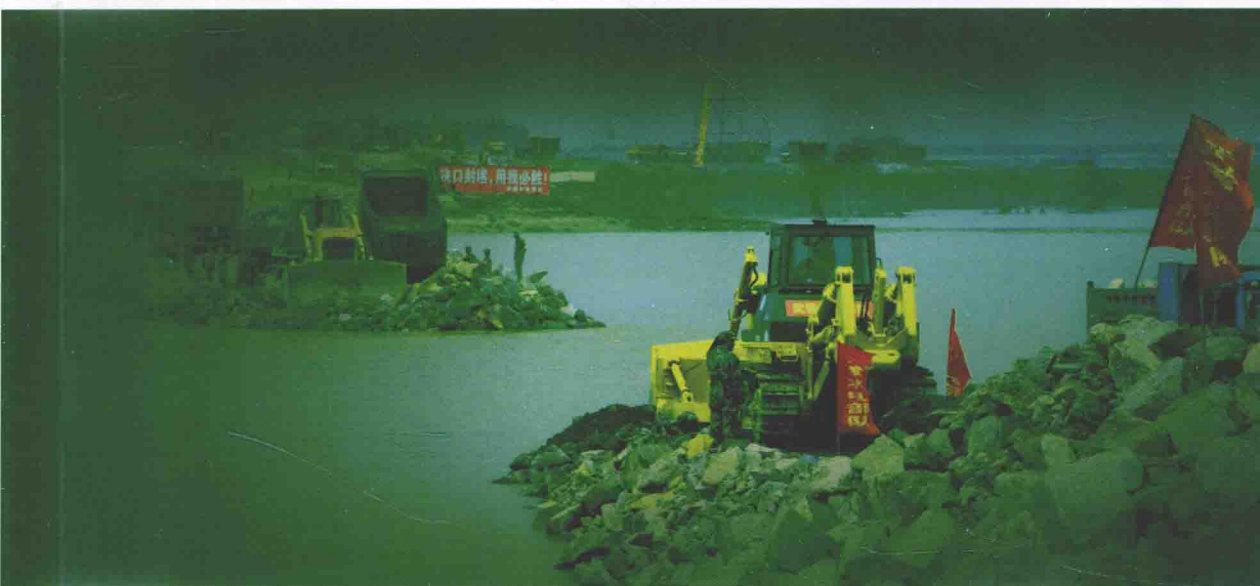




土堤险情特征与应急处置

TUDI XIANQING TEZHENG YU YINGJI CHUZH

范天印 汪小刚 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

土堤险情特征与应急处置

范天印 汪小刚 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书系统介绍了土堤的基本概念、基本理论和施工技术,重点阐述了土堤的常见险情类型和险情机理,包括漫溢、散浸、漏洞、管涌、流土、跌窝、流土、裂缝、滑坡、崩岸、接触冲刷、接触流土等,分析了土堤典型的渗透破坏特征和溃决特征,并进行了复杂环境下运行风险分析和风险管理的理论和实践研究,同时,对土堤常见险情应急处置技术做了详细介绍。在内容设置上,介绍传统的、常规的概念和技术的同时,广泛收集整理最新文献资料,反映“四新”技术在堤防应急处置中的发展和应用。

本书是满足专业技术干部和相关专业技术工种战士的业务学习需要,同时,也是作为武警水电一总队全力打造的“三大中心”:技战法研究中心、作战指挥中心、数据库中心的核心技术支撑内容,应用于典型形态模板设计。

图书在版编目(CIP)数据

土堤险情特征与应急处置 / 范天印, 汪小刚编著

. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-5170-4593-9

I. ①土… II. ①范… ②汪… III. ①土坝—堤防抢险 IV. ①TV641.2②TV871.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第180509号

书 名	土堤险情特征与应急处置
作 者	TUDI XIANQING TEZHENG YU YINGJI CHUZH 范天印 汪小刚 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 18.5印张 258千字
版 次	2016年7月第1版 2016年7月第1次印刷
印 数	0001—2500册
定 价	49.00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

《土堤险情特征与应急处置》

编委会名单

主 编：范天印 汪小刚

参编人员：程兴军 庞林祥 于 旭

孙东亚 崔亦昊 解家毕

前 言

水电部队作为参与国家大中型水利水电工程建设的主力兵，调整转型为担负重要水利水电设施和江河堤防抢修抢建的国家应急救援专业队，在长期的工程建设与堤防应急抢险实践中积累了大量宝贵实战经验。但对于我国延绵数十万公里，结构类型多样，存在问题复杂多变的堤防工程而言，在未来面对可能更加复杂多变的险情时，应急抢险必须既有经验，又有创新，需要抢险官兵掌握扎实的基本知识和利用创新的思维方法。为满足部队抢险需要，基于官兵理论知识的学习与普及，从经验的积累、传承与创新出发，编写本书。编著过程中，在确保内容可读性和实用性的同时，增加了专业性和实战性，力求指导部队今后的堤防工程抢险。同时，本书也是作为武警水电一总队全力打造的“三大中心”：技战法研究中心、作战指挥中心、数据库中心的核心技术支撑内容，应用于典型形态模板设计。

本书的内容力求通俗易懂，问题的介绍由浅入深，以便各层级官兵能够深入理解掌握。在内容设置上大致分为理论阐述和技术阐述两大部分，以我国的堤防工程概况、特点及应急处置需要为牵引，按照形成机理对土堤的各种险情进行归纳分析，重点对渗透破坏、溃决特征等对土堤安全稳定有较大影响的险情进行了全面而细致的阐述，在此基础上，通过广泛的资料整理，详细阐述了土堤常见险情的应急处置技术。为了满足创新应用需要，结合近年来的“四新技术”发展，对新技术、新设备、新工艺、新材料的相关内容也进行了整理分析，使本书的内容既传承科学合理和行之有效的理念与技术，又凸显国内外最新的思想方法和技术成果。

本书是为适应水电部队应急救援力量建设需要，经中国人民武

装警察部队水电第一总队与中国水利水电科学研究院合作编著完成的《堰塞坝险情特征与应急处置》《土堤险情特征与应急处置》《土石坝险情特征与应急处置》《混凝土坝险情特征与应急处置》等系列图书之一。本书不仅可以作为武警水电部队官兵的应急救援教学课本、读本，还可作为研究提防险情的参考资料。

在系列丛书的编写过程中，得到了武警水电部队、中国水利水电科学研究院、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司的大力支持。水利部防汛抗旱减灾工程技术研究中心主任丁留谦、副主任郭良等专家对书稿的编写提出了大量宝贵意见和建议。武警水电部队原总工程师梅锦煜将军对本书的定题、定稿提出了宝贵建议。此外，还参考了很多文献。在此，我们一并谨向以上单位、个人和相关作者表示衷心的感谢和致以崇高的敬意。

由于编写时间紧迫，限于作者水平，书中难免存在疏漏之处，恳请读者批评指正。

作者

2016年6月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 我国堤防工程概况	1
1.2 我国堤防工程特点	8
1.3 堤防工程险情	9
1.4 堤防险情应急处置方法与现状	13
第 2 章 土堤险情特征	17
2.1 常见险情类型和成因	17
2.2 险情严重程度判断	44
2.3 常用隐患排查手段简介	52
第 3 章 土堤失事模式及出险路径分析	58
3.1 典型失事模式	58
3.2 土堤出险路径分析	68
第 4 章 土堤溃决特征及应急堵口抢险	71
4.1 土堤溃决影响因素	71
4.2 土堤溃口模式	73
4.3 应急堵口抢险处置	87
第 5 章 土堤渗透破坏特征分析	105
5.1 渗透变形的实质	105
5.2 渗透变形的特点	106
5.3 渗透破坏的分类	108
5.4 渗透变形的发展机理	109

5.5 渗透破坏的防治	114
第 6 章 土堤失事风险评估和风险管理	118
6.1 土堤失事风险分析	119
6.2 土堤系统失事风险评价	134
6.3 超标准洪水土堤失事风险	138
6.4 土堤失事风险管理对策	140
第 7 章 土堤险情的应急处置	143
7.1 应急处置及应急技术	143
7.2 情势分析	146
7.3 险情应急处置准备与实施	156
7.4 漫溢险情应急处置	160
7.5 管涌险情应急处置	170
7.6 裂缝险情应急处置	182
7.7 散浸险情应急处置	188
7.8 跌窝险情应急处置	197
7.9 崩岸险情应急处置	201
7.10 风浪险情应急处置	215
7.11 漏洞险情应急处置	226
7.12 穿堤建筑物险情应急处置	232
第 8 章 土堤险情处置典型案例	237
8.1 1998 年湖南益阳民主垸散浸抢险	237
8.2 2010 年江西唱凯堤决口封堵抢险	248
8.3 2013 年江西彭泽长江干堤崩岸抢险	261
附录	268
参考文献	282

第 1 章 概 述

长期以来，人类为了生存、发展，与洪水进行了艰苦卓绝的斗争。我国是世界上遭受洪涝灾害最为严重的国家之一，洪涝灾害历来是中华民族的心腹之患。自 1949 年新中国成立以来，我国主要江河进行了大规模的防洪工程建设，目前在全国范围内已基本形成了科学合理的防洪工程布局 and 较完善的防洪减灾工程体系，防洪减灾效益显著。防洪系统工程是一个概念广泛的多维因素综合体，主要由江河水库、土堤、湖堤、分蓄洪工程和河道治理工程等组成，工程种类繁多、结构型式复杂，具有不同的运行环境和条件，一旦险情产生又特点各异，严重影响应急处置技术、应急处置方案的选择。防洪系统工程的险情应急处置，需要根据不同的结构型式、不同的险情特征进行处置技术与方案的选择。

堤防工程历史悠久，是举世公认的防御洪水最普遍、最有效的措施之一，也是我国防洪工程体系的重要组成部分，一直发挥着巨大的作用。因堤防设计、施工和运行中可能存在的各种缺陷，加之复杂的工程地质条件、运行条件和人为因素等内因外因的影响，其产生的险情类型复杂多样、成因各异，危害程度也不同。特别是在汛期洪水或者地震等极端条件下，从险情的产生、发展变化，到可能造成的危害都是十分严重的，一旦处置不及时或者不当，将会造成堤防失事或溃决，保护区被淹，给人民的生命财产造成巨大损失。

1.1 我国堤防工程概况

我国江河堤防大多数是在原有民堤、旧堤基础上逐步加高培厚

而成，受限于当时的经济社会发展水平和技术条件，堤基一般未作处理、堤身填筑质量差，受自然和人为活动破坏严重，运行管理极为不规范。近年来，随着经济社会的发展，七大流域与沿海地区的河堤、海堤工程建设越来越受到重视，各省（自治区、直辖市）对辖区内的原有堤防进行了一定程度的加固、加高处理，并结合现代施工技术修建了大量防洪等级较高的堤防工程。

1.1.1 堤防的级别与种类

1. 堤防级别

我国堤防工程根据其防护对象的不同，确定防洪标准，在此基础上确定工程级别。按照《堤防工程设计标准》(GB 50286—2013)，堤防工程级别具有 5 个等级，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

2. 堤防种类

我国的堤防工程地形、地质、结构型式和材料等均非常复杂，种类繁多。按其相对于河槽的位置可分为遥堤（堤距较宽、离河道较远）、缕堤（离河槽较近）、月堤（堤线呈弯月形，修建于险工段或决口段背后）、隔堤（横河修建以阻断河道的堤防，或是在河道干堤保护区内修建，将保护区分隔，以限制干堤决口泛滥范围）4 类；按照筑堤材料，可将堤防分为土堤、石堤、混凝土堤和钢筋混凝土防洪墙 4 种，其中土堤由于造价低，便于就地取材，应用最为广泛；按其堤防所在位置的不同，还可分为河堤、湖堤、海堤、围堤和水库堤防。

（1）河堤。河堤位于河道两岸，用于保护两岸城乡和田园不受洪水侵袭。因河道洪水涨落相对较快，高水位持续历时一般不长，堤内浸润线难以发展到最高洪水位的位置，故其断面尺寸相对较小。

(2) 湖堤。湖堤位于湖泊周边, 由于湖水位涨落缓慢, 高水位持续时间相对较长, 且水域辽阔, 风浪较大, 故其断面尺寸比河堤大。此外, 还要求临水面有较好的防浪护面, 背水面有良好的排渗措施。

(3) 海堤。海堤又称海塘, 位于河口附近及沿海海岸, 用以保护沿海地区坦荡平衍的田野和城镇乡村免遭潮水海浪袭击。海堤主要在起潮时或风暴激起海浪袭击时挡水, 高水位作用时间虽然不长, 但浪潮的破坏力较大, 特别是在一些有强烈潮水河口或台风经常登陆的地区, 因受海流、风浪和增水影响, 故其断面应比河堤大。海堤临水面一般应设有较好的防浪消波设施, 或采取生物与工程相结合的保滩护堤措施。

(4) 围堤。围堤是指修建在蓄滞洪区外围的堤防, 在蓄滞洪运用时起临时挡水作用, 其实际运用的频率远不及河堤、湖堤, 但设计修建标准与河流干堤相同。

(5) 水库堤防。水库堤防位于水库回水末端及库区局部地段, 用于限制库水的淹没范围和减少淹没损失。水库末端堤防需根据水库淤积引起“翘尾巴”的范围和防洪要求适当向上游延伸。水库堤防的断面尺寸应略大于一般河堤。

1.1.2 我国主要流域的堤防工程

我国的水灾主要发生在长江、黄河、淮河、海河、珠江、辽河和松花江七大江河的中下游地区, 因此, 这些地区也是堤防工程的重点设置区域。据水利部《2014年全国水利发展统计公报》, 全国已建成五级以上江河堤防 28.44 万 km, 累计达标堤防 18.87 万 km, 堤防达标率为 66.4%, 其中一级、二级达标堤防长度为 3.04 万 km, 达标率为 77.5%。全国已建江河堤防保护人口 5.86 亿人, 保护耕地 4.28hm²。

1. 淮河流域

淮河流域地处我国东部, 介于长江和黄河两流域之间, 包括湖北、河南、安徽、山东、江苏五省的部分地、县, 总人口为 1.34

亿人，平均人口密度为 611 人/km²，居各大江河流域人口密度之首。淮河流域在我国农业生产中占有举足轻重的地位，堤防安全非常重要。现有各类堤防 6.6 万多 km，其中主要堤防 1.1 万 km。

2. 长江流域

长江流域是我国经济增长最有活力、最具潜力的区域之一，具有十分突出的战略地位。加强长江堤防安全管理，不仅事关流域 1 亿多人民群众的福祉，而且关系到我国经济社会发展的大局。

长江流域堤防大致分为 3 个部分：①长江上游堤防，主要分布在四川盆地主要支流的中下游，长约 3100km。②长江中下游堤防，包括长江干堤，主要支流堤防，以及洞庭湖、鄱阳湖和太湖堤防，总长度约 3 万 km，保护大约 5.67 万 km² 农田和 8000 万人口，是长江堤防的主体部分。长江干流自枝城以下两岸均筑有堤防，保护 12.6 万 km² 的长江中下游平原。长江中下游平原地面高程普遍低于干流及支流尾间洪水数米至十余米，洪水一来，即呈“悬河”状态，是长江流域洪涝灾害最为严重、频繁的地区，其中又以荆江河段两岸受到洪水威胁最为严重；③长江海塘，全长约 900km。

3. 珠江流域

珠江是我国境内长度排在第三的河流，按年径流量排在第二，全长 23417km，为南方最大河系。广州市地处珠江下游入海网河交汇区，地势低洼，南临浩瀚的南海、西临太平洋，易受西、北江洪水和台风暴潮的侵袭，历来是洪涝为患之地。珠江干流全长 63.5km，堤岸总长 125.66km，典型而重要的珠江堤防是北江大堤、南宁大堤和梧州大堤。大部分堤防存在不同程度的隐患，防洪能力达不到国家规定的防洪标准。加之堤线长，防洪风险较大。

(1) 北江大堤。全国七大重点堤围之一，是广东省最重要的堤围，是广州和珠江三角洲的防洪屏障。北江大堤位于北江下游左岸，北起清远市清城区石角镇，沿北江直流大燕水，出北江干流南下，经佛山市三水区的大塘、黄塘、河口、西南镇，直到南海市小塘镇的狮山为止，全长 63.346km。

(2) 南宁大堤。南宁城市建设中最重要的基础设施之一，已成

为南宁市的生命线，是南宁人安居乐业的“保护神”。截至 2010 年，南宁防洪大堤共建成防洪堤 28.22km，防洪标准由原来的 20 年一遇提高到 50 年一遇，若与上游的百色水利枢纽和老口水利交通枢纽联合调度，可使南宁市防洪能力提高到 200 年一遇。自南宁防洪大堤建成后，多次成功抵御洪水的侵袭。

(3) 梧州大堤。总长 65km，广西境内 80% 的江河水流经该处使梧州成为全国首批 25 个重点防洪城市之一。

4. 黄河流域

黄河下游地区在华北平原形成高耸的“悬河”，从古至今一直是中华民族的心腹之患，威胁着 9494 万 km^2 地区内的人民生命财产安全。为管束滚滚东流的河水，北岸至孟县以下，南岸至郑州铁桥以下，除了个别河段旁依山脉外，两岸皆有大堤。

目前，黄河流域共有各类堤防 14848km，其中临黄堤 10936.49km，分滞洪区堤防 1312.87km，支流堤防 1195.24km，河口堤防 1138.82km，另外，有各类不设防（不加修不防守）堤防 264.58km。

5. 海河流域

海河是我国华北地区流入渤海诸河的总称。海河流域东临渤海，西依太行，南界黄河，北接内蒙古高原。流域总面积 31.82 万 km^2 ，占全国总面积的 3.3%。海河流域包括海河、滦河、马颊河等 3 大水系、7 大河系、10 条骨干河流。流域面积分别为 23.18 万 km^2 、5.45 万 km^2 、3.18 万 km^2 。流域内堤防总长超过 3 万 km，相当于全国堤防总长的 10%。海河流域人口密集，大中城市众多，具有发展经济的技术、人才、资源、地理优势，在我国政治经济中的地位极为重要。

6. 太湖流域

太湖流域的堤防工程主要有环湖大堤、望虞河堤防工程和太浦河工程。其中，环湖大堤 232km，望虞河堤防 110.5km，太浦河堤防 73km。浙江省内太湖流域的堤防工程主要有环湖大堤、西险大塘、导流东大堤和钱塘江北岸海塘，其中环湖大堤浙江段全长 65.12km，西险大塘 44.6km，导流东大堤 44.7km，钱塘江北岸海

塘 188.1km。上海市已建成一线海塘 514km，整体上达到 100 年一遇潮位加 11 级风防御标准；黄浦江防汛墙全长 511km，其中市区段全长 294km，可防御千年一遇潮位；黄浦江上游干流及其支流段 217km，按 50 年一遇的防洪标准设防。福建省按防御历史最高潮水位加 10~12 级风浪高标准完成海堤加固建设 1070km，按国家规定的设防标准兴建加固江堤 1019km。

7. 松花江流域

松花江是黑龙江右岸最大支流，全长 1900km。松花江流域位于我国东北地区的北部，东西长 920km，南北宽 1070km，流域面积 55.68 万 km^2 ，超过珠江流域面积，占东北三省总面积的 69.32%。松花江流经黑龙江、内蒙古、吉林三省，连通了哈尔滨、佳木斯、齐齐哈尔、吉林等主要工业城市及黑龙江、乌苏里江国际界河，是东北地区最重要的水上运输线，也是我国重点进行内河航运建设的河流之一。

经过几十年的建设，目前松花江流域建有堤防总长约 20940km，其中干流堤防 3270km；嫩江干流尼尔基坝址以下堤防 1030km；丰满水库以下堤防长 705km；松花江干流堤防长 1535km。

1.1.3 我国的浅海堤防工程

中国沿海地区从北到南，大陆海岸线总长 18918km。其中东南沿海地区因频繁遭受台风袭击，且经济相对较发达，人居密度大，对海堤防护功能要求较高，海堤的规模较大。而北方沿海地区由于受台风影响较小，且多为砂砾质海岸与基岩海岸，对海堤防护要求较低，修筑规模较小。近年来我国经济发展迅速，带动沿海各地区经济的迅速发展，从而对沿海堤防工程的建设也提出了新目标，北方沿海地区也进入了全新的海堤建设和防护阶段。目前，我国已建成海堤 13830km，其中达标海堤 6624km，保护人口 5880 万人，保护耕地面积 312 km^2 ，保护区内国民生产总值 1.32 万亿元。已建海堤工程为沿海地区防御风暴潮灾害提供了重要的保障。

(1) 江苏省海堤。现有海岸线 954km, 长江口以北的苏北沿海主海堤 775km, 其中侵蚀性堤段约 338km。堤高一般为 5.5~9.0m, 堤顶宽一般为 5~10m, 内坡坡度为 1:2.5~1:1.5, 最大可为 1:35, 其断面形式因地制宜。

(2) 上海市海堤。海堤主要分布在崇明岛、长兴岛、横沙岛以及从江苏交界起至与浙江交界处的沿海地带。其中, 重要地区的海堤抵御标准从 100 年一遇高潮加 11~12 级风标准提高到了 200 年一遇高潮加 12 级风标准。规划期内的岸滩保护工程已经基本完成, 为沿海一线的防汛提供了保障。

(3) 浙江省海堤。浙江省海岸线总长约 6141km, 其中大陆海岸线长 1840km。其海堤工程以杭州湾为分界线, 分为杭州湾海堤与浙东海堤, 分别长 160km 和 1768km。浙江省于 1997 年开始对城市防洪标准进行重新制定, 其中, 杭州市防洪标准为 100 年一遇~300 年一遇, 其他城市为 50 年一遇~100 年一遇。

(4) 福建省海堤。福建省海岸线长 3752km, 海堤总长 1792km, 多为滩涂围垦时修建, 其中保护面积达千亩以上的海堤约 1136km。该地区多采用斜坡式海堤, 包括单堤、带平台的复式斜坡堤及坡度较陡的陡墙式斜坡堤, 海堤的堤顶宽度一般设计较窄 (2.0~3.0m), 外坡多为 1:2~1:3, 内坡为 1:1~1:2, 护面多采用干砌石。

(5) 广东省海堤。广东省海岸线长 3368km, 共建海堤 1020 条, 总长 4032km, 保护耕地面积 462.45 万亩, 保护人口 400 万。广东省近期海堤建设主要是加固整治原有海堤, 包括深圳海堤、中珠联围和汕头大围在内的 I 级海堤总长 146.31km, II 级海堤总长 472.24km。

(6) 广西壮族自治区海堤。广西壮族自治区在 1997 年以前总体防洪标准较低, 1997 年以后才开始重视和加强海堤的建设。在沿海的北海、钦州和防城港地区, 目前已建成达标海堤 111.53km, 大大增强了这些地区的防潮能力。广西壮族自治区目前正在建设的 II 级海堤总长约 389km。

(7) 海南省海堤。海南省海岸线约 1181km, 和广西壮族自治区一样, 在未进行达标工程建设之前, 整体防洪标准设计较低, 一般为 5 年一遇~10 年一遇, 而且海堤类型多是土堤。近年来海南省结合水利基本建设, 多方筹资, 全面提高堤防工程的设计标准, 加强和重视海堤达标工程的建设。目前全省达标的海堤工程长度约 126.83km, 全省防御暴潮的能力得到了有效的提高和保障。

1.2 我国堤防工程特点

在我国几千年的历史长河中, 堤防工程建设由来已久。部分堤防受限于当时的经济、技术和管理水平, 从设计、施工到管理都存在不同程度的缺陷。加之运行较长, 长达数十年甚至上百年, 因此大部分的堤防都存在不同程度的险情隐患, 尤其以黄河、长江流域的土堤险情隐患最为严重。土堤因具有就地取材、环保、施工方便, 对工程地质条件要求较低等优点, 广泛存在, 但在水流的作用下极易形成渗水、管涌、漏洞、散浸、跌窝、崩岸等险情, 严重威胁堤防工程的安全。新中国成立以来, 尤其是近一个时期, 伴随着经济社会的快速发展, 各地均进行了大量堤防加固、加高、扩建等工程, 但从整体上看, 我国防洪标准还不高, 抵御洪水灾害的能力还不强, 险情多、风险大, 抗洪抢险手段落后、技术含量低、洪水管理措施不尽完善。部分大江大河的防洪标准仅为 10 年一遇~20 年一遇, 中小河流的防洪标准更低, 许多尚处于无设防状态。

总体上, 我国堤防工程可能存在的防洪安全问题有以下几个方面:

(1) 堤基条件差。堤防傍河而建, 堤线选择受到河势条件制约, 基础大多为沙基, 而且绝大部分堤防未作基础处理。

(2) 堤身建筑质量差。不少堤防是在原有民堤的基础上, 经历年逐渐加高培厚而成, 往往质量不佳。

(3) 堤后坑塘多, 尤其是长江干堤和洞庭湖、鄱阳湖, 多年来普遍在堤后取土筑堤, 使堤后坑塘密布, 覆盖薄弱。因此, 当遭遇

洪水时堤防经常发生崩岸、管涌、滑坡和漫溢等险情，严重者还会使大堤发生溃决破坏。

1.3 堤防工程险情

堤防险情是指具体堤段发生了具有一定表观特征的危险情况，如散浸、管涌、跌窝等。堤防工程出现险情，需要分析出险原因，界定险情性质，并预测险情发展趋势，进一步落实抢险和除险加固措施，确保堤防安全。

1. 堤防险情类型

按出险部位可分为堤基险情、堤身险情、崩岸险情和穿堤建筑物险情。前两类与地质条件直接有关，后两类与地质条件间接相关。可进一步划分如下：

(1) 与地质条件与河势演变均有关系的险情，如崩岸险情。具有可预见性、直观性、发展性和多变性特征。崩岸险情多发生在河流凹岸迎流顶冲或深水逼岸区段，地质条件往往是抗冲刷能力较差的细砂类土或黏性土。由于河水位与河势流态的变化关系，有的崩岸险情并不发生在洪水期而是在退水期，因此可以进一步将崩岸险情分为洪水期崩岸险情和枯水期崩岸险情，前者抢险紧张，后者有充足的应对时间。

(2) 与地质条件直接有关的险情，主要为堤基险情，包括穿堤建筑物堤基险情。堤基渗透破坏险情、堤基滑动破坏险情和堤基沉降破坏险情等。

堤基渗透破坏险情具有一定的隐伏性，不易准确判断，洪水期发生的渗透破坏实例往往与理论分析有较大出入。另外，还需注意将承压水性质的渗透破坏与地基接触冲刷或砂性土堤基渗透破坏区别开来，因为渗透破坏机制不同，工程措施也不一样。

存在滑动或沉降破坏险情的堤段，堤基大多分布有软弱土层，土体抗剪强度低，压缩系数大；另一类滑动或沉降破坏是随着崩岸险情而产生的，此类险情危害最大，抢险最困难。此外，堤基内或