

ZHONGXIAOXING SHUIGONGCHENG

JIANMING JISHU CONGSHU (LIU)



中小型水利工程简明技术丛书（六）

ZHONGXIAOXING FANGHONG GONGCHENG

JIANMING JISHU ZHINAN

中小型防洪工程 简明技术指南

廖小永 沈之平 刘同宦 冯源 李昊洁 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中小型水利工程简明技术丛书（六）

中小型防洪工程 简明技术指南

廖小永 沈之平 刘同宦 冯源 李昊洁 陈彦生 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为“中小型水工程简明技术丛书”之一,采用通俗易懂的语言,系统地介绍了我国中小型防洪工程的相关知识。全书共8章,简要介绍了洪水及洪水灾害以及防洪工程的概念与分类,系统介绍了中小型防洪工程的地质勘察、规划、设计、施工、监理、监测、管理等简明技术。

本书除适用于从事水资源与水利水电工程技术人员外,还可供相关领域的中职中专、大专院校师生和从事土木建筑与岩土工程的勘测、规划、设计、施工、监理、管理及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中小型防洪工程简明技术指南 / 廖小永等编著. —
北京:中国水利水电出版社, 2015. 11
(中小型水工程简明技术丛书; 6)
ISBN 978-7-5170-3899-3

I. ①中… II. ①廖… III. ①防洪工程—指南 IV.
①TV87-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第294331号

书 名	中小型水工程简明技术丛书(六) 中小型防洪工程简明技术指南
作 者	廖小永 沈之平 刘同宦 冯源 李昊洁 陈彦生 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 (发行部)
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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 16.125印张 433千字
版 次	2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编 著 者 的 话

2011年中央1号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》开宗明义：“水是生命之源、生产之要、生态之基”，“人多水少，水资源时空分布不均是我国的基本国情水情”。

进入21世纪10年来，新形势下水利的地位越来越重要，水利的作用愈来愈给力。特别是利用水工程为现代农业发展创造条件、为生态环境改善给予保障系统、为国人安全与健康提供水资源与水文化支撑，已成为中华民族的共识并付诸行动。

“中小型水工程简明技术丛书”正是这一共识与行动的一个组成部分。它界定在中小型规模范围，分别从水库枢纽工程、水力发电工程、堤防工程、引调水工程、灌溉排涝工程、防洪工程、围垦工程、水闸工程、灌溉/排水泵站以及水土保持生态工程10个测度的技术做了简明介绍，旨在其技术理念的提升更新、技术工艺的规范作用、技术应用的与时俱进。

“中小型水工程简明技术丛书”之所以撇开大型水利工程而专注于中小型水工程技术，一是因为中小型水工程在我国水利工程中占有相当大的比重；二是因为中小型水工程目前存在的缺陷较为严重；三是因为大型水工程将会在20年内建设项目逐渐降低，而中小型水工程的“兴建—加固—兴建”循环不止。为此，编著者在过往近10年编著出版的“中国堤防工程施工丛书”18册和“中国水工程安全与病害防治技术丛书”8册的基础上，与中国水利水电出版社合作，共同策划并编著出版：

1. 中小型水库枢纽工程简明技术指南；
2. 中小型水力发电工程简明技术指南；
3. 中小型堤防工程简明技术指南；

4. 中小型引调水工程简明技术指南;
5. 中小型灌溉排涝工程简明技术指南;
6. 中小型防洪工程简明技术指南;
7. 中小型围垦工程简明技术指南;
8. 中小型水闸工程简明技术指南;
9. 中小型灌溉/排水泵站简明技术指南;
10. 中小型水土保持生态工程简明技术指南。

10 册一套的“中小型水工程简明技术丛书”取之一线智慧即“中小型水工程技术”，源于实践一线的经验总结与理论上升。该丛书既非“手册”，也非“标准”、“规范”，而是介于两者之间的“手册”提升与“标准”逼近“指南”，核心在于其技术方法的机理创新，重点放在技术如何有效地应用于中小型水工程建设及其加固管理上。

“中小型水工程简明技术丛书”，概念清新，结构严谨，简明扼要，通俗易懂，集知识性、实用性和可操作性于一体，为我国水资源工程建设及其维修加固提供中小型水工程技术支撑。

2012 年 2 月

前 言

我国地域幅员辽阔，江河众多，洪水灾害频繁。全国约有 35% 的耕地、40% 的人口和 70% 的工农业生产受到江河洪水的威胁。全国每年的洪灾直接经济损失，少则数百亿元，多则数千亿元。洪水灾害损失在各类自然灾害中位居首位。洪水是中华民族的心腹大患，不仅严重威胁着人民的生命财产安全，而且影响到社会安定和国家经济建设的可持续发展。1998 年长江、松花江大洪水，触目惊心、国人难忘。在党中央、国务院的直接领导下，数百万军民与洪水搏斗了 60 多个日日夜夜，才最终取得抗洪抢险的全面胜利。因此，防洪治水历来是各级政府的为政之首、安民之策和发展之要。

我国中小河流众多，一般具有源短流急、洪水暴涨暴落特点。进入 21 世纪后，受全球气候的影响，中小型河流防洪安全形势愈加严峻。一是汛期提前，来得早，汛情来的猛，未到主汛期就出现较大的汛情，造成下游严重的洪涝灾害；二是致灾因素复杂，成灾损失大，因暴雨、洪水诱发上游山体滑坡及泥石流等自然灾害，造成重大人员伤亡和财产损失。由于我国的中小河流的防洪工程普遍存在防洪基础设施薄弱、工程等级

低、质量差、水土流失及泥沙淤积严重导致河道萎缩严重、河流规划和前期工作滞后以及投入严重不足等问题，加剧了洪水灾害的程度。中小河流防洪工程存在的上述问题，不仅降低了中小河流治理的效率和质量，而且还给社会的稳定发展造成了巨大的影响。鉴于此，为了人们能够安居乐业地生活，就必须采取科学合理的措施，对河流进行治理，从而才能够避免洪涝灾害的出现。

防洪减灾是一项社会公益性事业，需要全社会的参与和支持。本书为“中小型水工程简明技术丛书”之一，采用通俗易懂的语言，全书共8章，系统介绍了我国中小型洪水及各类防洪工程的概念及其作用，中小型防洪工程的地质勘察、规划、设计、施工、监理、监测、管理等相关知识和简明技术，并对中小型河流防洪及治理的措施进行了详细阐述，希望该书能为从事水资源与水利水电工程技术人员以及相关领域的中职中专、大专院校师生和从事土木建筑与岩土工程的勘测、规划、设计、施工、监理、管理及科研人员参考，使我国中小型防洪工程发挥更大的防洪减灾效益。

本书采用集体讨论与分工合作的方式进行编著，第1章1.1~1.2节、第8章8.1~8.2节由廖小永执笔；第2章、第4章4.1节由沈之平执笔；第3章、第4章4.2~4.3节、第7章由刘同宦执笔；第5章、第8章8.3节由冯源执笔；第1章1.3节、第4章4.4节、第6章由李昊杰执笔。陈彦生对全书进行了统稿。

在编写过程中，引用了国内的有关规范标准以及参考了相关的论文著作，在此一并表示感谢。

鉴于编著者水平有限，本书难免存在遗漏和不当之处，在此恳请读者不吝赐教。

编著者

2015年6月

【 目 录 】

编著者的话

前言

1 绪论	1
1.1 洪水及洪水灾害	1
1.2 防洪工程的概念及其作用	16
1.3 我国中小型防洪工程存在的问题	22
2 中小型防洪工程地质勘察	24
2.1 概述	24
2.2 规划阶段工程地质勘察	25
2.3 可行性研究阶段工程地质勘察	28
2.4 初步设计阶段工程地质勘察	34
2.5 技施设计阶段工程地质勘察	46
2.6 病险水库除险加固工程勘察	48
2.7 天然建筑材料勘察	54
2.8 中小型水闸工程勘察成果	55
3 中小型防洪工程规划	60
3.1 概述	60
3.2 基本资料	61
3.3 设计洪涝水	62
3.4 防洪形势分析	63
3.5 防洪区划	64
3.6 防洪标准	65
3.7 防洪减灾总体规划	67
3.8 防洪工程措施规划	69
3.9 防洪非工程措施	73

3.10	山洪灾害防治	75
3.11	城市防洪	76
3.12	沿海地区风暴潮防御	78
3.13	涝区治理	79
3.14	水土保持	80
3.15	环境影响评价	82
3.16	投资匡算与实施安排	83
3.17	实施效果评价与保障措施	84
4	中小型防洪工程设计	86
4.1	中小型水库工程设计	86
4.2	中小型堤防工程设计	143
4.3	中小型蓄滞洪区设计	171
4.4	中小型河道整治工程设计	188
5	中小型防洪工程施工	243
5.1	水库工程施工	243
5.2	堤防工程施工	280
5.3	河道整治工程施工	309
6	中小型防洪工程监理	334
6.1	概述	334
6.2	监理组织和监理人员	335
6.3	施工监理工作程序、方法与制度	339
6.4	施工准备阶段的监理工作	342
6.5	施工实施阶段的监理工作	343
6.6	保修期的监理工作	363
7	中小型防洪工程监测	365
7.1	概述	365
7.2	工程安全监测	366
7.3	水力要素监测	370

8 中小型防洪工程管理	386
8.1 中小型防洪工程建设管理	386
8.2 中小型防洪工程运行管理	438
8.3 中小型防洪工程经济效益评价	489
引用标准编目	498
参考文献	500
后记	503

1 绪论

我国地域幅员辽阔,江河众多,洪水灾害频繁。全国约有35%的耕地、40%的人口和70%的工农业生产受到江河洪水的威胁。全国每年的洪灾直接经济损失,少则数百亿元,多则数千亿元。1998年长江、松花江大洪水,触目惊心、国人难忘,全国洪灾直接经济损失2551亿元,占当年自然灾害总损失的85%。洪水灾害损失在各类自然灾害中位居首位。洪水是中华民族的心腹大患,不仅严重威胁着人民的生命财产安全,而且影响到社会安定和国家经济建设的可持续发展。因此,防洪治水历来是各级政府的为政之首、安民之策和发展之要。

本章简要介绍洪水及洪水灾害的概念、分类,人类活动对洪水灾害形成的影响;进而介绍了防洪工程的概念、分类,并对我国中小型防洪工程存在的问题进行了分析。

1.1 洪水及洪水灾害

1.1.1 洪水

洪水是指凡超过江河、湖泊、水库、海洋等容水场所的承纳能力,造成水量剧增或水位急涨的水文现象。洪水的分类方法很多。按洪水发生季节分春季洪水(春汛)、夏季洪水(伏汛)、秋季洪水(秋汛)、冬季洪水(凌汛);按洪水发生地区,分为山地洪水(山洪、泥石流)、河流洪水、湖泊洪水和海滨洪水(如风

暴雨、天文潮、海啸等)；按洪水的流域范围，分为区域性洪水与流域性洪水；按防洪设计要求，分为标准洪水与超标准洪水以及设计洪水与校核洪水；按洪水重现期，分为常遇洪水（小于20年一遇）、较大洪水（20~50年一遇）、大洪水（50~100年一遇）与特大洪水（大于100年一遇）；按洪水成因，分为暴雨洪水、融雪洪水、冰凌洪水、暴雨洪水、溃口洪水、扒口洪水等。在上述分类方法中，最为常用的是按洪水成因所划分。下面简要介绍各类洪水情况。

1.1.1.1 暴雨洪水

暴雨是指强度较大的降雨。按中央气象台的降水强度标准，24h降雨量大于50mm的降雨为暴雨，其中24h降雨量大于100mm和200mm的分别为大暴雨和特大暴雨。

暴雨洪水是由暴雨引起的江河水量迅增、水位急涨的水文现象。特大暴雨引发的暴雨洪水，一般强度大、历时长、面积广。我国夏秋季节发生的大洪水多为暴雨洪水。暴雨洪水最重要的气候要素是降水。影响我国大部分地区降水的因素主要是季风和台风。因而我国的暴雨洪水，主要为季风暴雨洪水和台风暴雨洪水。此外，山洪、泥石流也因由暴雨引发，故可列为暴雨洪水的一些特例。

(1) 季风暴雨洪水。季风是指大范围盛行的、风向随季节而显著变化的风系。我国大部分地区处于季风气候区，降水主要集中在夏季。夏季风主要有东南风和西南风两类，分别影响其东部和西部地区。东南季风一般于5月、6月间，带进大量暖湿空气和北方南下冷空气交汇于华南一带，引起华南地区时降暴雨；6月、7月间向北推进，多雨区随之北移到长江中下游、淮河流域（通称江淮地区），引起该地区较长时间的连绵阴雨天气，由于此时正值江南特产梅子成熟季节，故称这一时期为“梅雨期”；8月间进一步向北推进，多雨区移至华北、东北地区，即为北方暴雨季节。西南季风一般在5月底开始北进，西藏东部、四川西部和云南等地降水迅速增加，直到10月前后撤退，雨季才告结束。

(2) 台风暴雨洪水。台风是发展强盛的热带气旋。我国位于太平洋西岸,是世界上受台风影响最多、最严重的国家之一。全球热带海洋每年发生约 80 次台风,靠近我国的西太平洋每年生成台风约 30 次,占全球台风总数的 38%,影响我国沿海地区的台风每年约有 20 次,平均每年登陆的有 7 次。台风的发生有明显的季节性,登陆台风以 7~9 月最多,6 月和 10 月次之,造成严重灾害的台风绝大部分发生在 7~9 月。

(3) 山洪。山洪指山区溪沟中发生的雨洪。山洪多由暴雨引起,具有历时短、流速大、冲刷力强、破坏力大等特点,其成因主要有暴雨、地形、地质条件以及过度采伐森林造成土坡侵蚀等人为因素。我国半数以上的县都有山区,山洪现象颇为普遍。山洪几乎每年都要造成人民生命财产的严重损失。

(4) 泥石流。泥石流指山地溪沟中突然发生的饱含大量泥沙、石块洪流,多由暴雨山洪引起,具有暴发突然、运动快速、历时短暂、破坏力极大等特点。灾害泥石流不仅毁坏山坡使其变成基岩裸露的破碎田地,而且使谷底受砾石或石块泥沙物质淤埋,同时给穿越区的铁路、公路、桥涵等造成破坏、堵塞,对当地居民的物质财产和生产生活危害极大。

1.1.1.2 暴潮洪水

暴潮洪水发生于沿海地区,主要包括风暴潮和天文潮。此外,海啸也常给沿海地区造成一定危害。

(1) 风暴潮。风暴潮属气象潮,是由气压、大风等气象因素急剧变化造成的沿海海面或河口水位的异常升降现象,分温带风暴潮和热带风暴潮两类,分别由温带气旋和热带气旋引起。我国是频受风暴潮影响的国家之一。在南方沿海夏、秋季节受热带气旋影响,多台风登陆;在北方沿海冬、春季节,冷暖空气活动频繁,北方强冷空气与江淮气旋组合影响,常易引起风暴潮。风暴潮具有很强的破坏力,受其影响地区的堤坝、农田、水闸及港口设施易遭毁坏,致使人民的生命财产蒙受巨大损失。

(2) 天文潮。天文潮是地球上海洋受月球和太阳引潮力作用

所产生的潮汐现象。月球距地球较近，其引潮力为太阳的 2.17 倍，故潮汐现象主要随月球的运行而变。潮汐类型按周期不同，可以分为日周潮、半日周潮和混合潮。每年春分和秋分时节，如果适逢朔、望日，日、月、地三者接近于直线，则形成特大潮。此外，潮汐还具有 8.85 年和 18.61 年的长周期变化规律。天文大潮特别是特大潮的出现，常常给沿海地区人民的生产和生命财产带来严重损失。若在天文大潮到来之时，又恰遇台风暴雨，则将会造成更高的增水现象，这时沿海地区的严重灾难往往难以避免。

(3) 海啸。海啸是由海域地震、海底火山爆发或大规模海底塌陷和滑坡所激起的巨大海浪。据中国地震局提供的资料报道，有史以来，世界上已经发生了近 5000 次程度不同的破坏性海啸，造成人类生命财产的严重损失。历史上的海啸，主要分布在日本太平洋沿岸、太平洋的西部、南部和西南部、夏威夷群岛、中南美洲和北美洲。受海啸灾害最严重的是日本、智利、秘鲁、夏威夷群岛和阿留申群岛沿岸。

1.1.1.3 冰雪洪水

冰雪洪水是指冰川或积雪消融引发的洪水。在我国西北高寒山区，雪线以上山区终年降雪，形成冰川和永久积雪；雪线以下山区和平原只在冬季积雪，称季节积雪。因而冰雪洪水包括冰川洪水和融雪洪水两类，前者以冰川和永久积雪为主要水源，后者则以季节积雪融水为主要水源。

(1) 冰川洪水。冰川洪水又分冰川融水型洪水和冰湖暴发型洪水两类。冰川融水型洪水是冰川和永久积雪的正常融化而形成的洪水，其洪峰、洪量大小与气温升幅、冰川面积、积雪储量及夏季降水量有正比关系，发生时间一般与当地高温期同步，其特点是起涨较缓、退水较慢、历时较长、洪峰矮胖且多为单峰，年际最大、最小流量变幅不大。冰湖暴发型洪水又称冰湖溃决型洪水，是冰川洪水的特例，即当冰湖坝体突然溃决或其他原因引起冰湖水体集中排放而形成的峰高、时短的突发性洪水。冰湖是由

于冰川前进或因冰川萎缩时期遗留的冰渍堵塞沟谷而形成的。我国冰川洪水主要分布在天山中段北坡的玛纳斯地区、天山西段南坡的木扎特河、台兰河、昆仑山喀拉喀什河、喀喇昆仑山叶尔羌河、祁连山西郊的昌马河、党河和喜马拉雅山北坡雅鲁藏布江部分支流。

(2) 融雪洪水。融雪洪水发生的时间比冰川洪水早，一般在4~6月。处在同纬度附近的河流，平原融雪洪水发生时间较山区早。这种洪水若与冰凌洪水叠加则易形成春汛。特大融雪洪水可以导致洪灾。我国的融雪洪水灾害常见于新疆北部的一些小河流及山前平原。冰雪洪水是季节性洪水。在高寒山区和纬度较高地区，河流洪水单纯由冰川融水补给或单纯由积雪融水补给较为少见。常见的情况是春、夏季节强烈降雨和雨催雪化而形成的雨雪混合型洪水。

1.1.1.4 冰凌洪水

冰凌洪水又称凌汛，是指河流中因冰凌阻塞造成的水位雍高或因槽蓄水量骤然下泄而引起的水位急涨现象。冬、春季节常发生在我国的北方河流。冰凌洪水按其成因不同，可以分为冰塞洪水和冰坝洪水两类。

(1) 冰塞洪水。冬季河流封冻时期，冰盖下大量冰花、碎冰积聚，堵塞河道部分过水断面，形成冰塞，泄流不畅，雍高上游河段水位，严重时可能造成堤防决口，这种现象称为冰塞洪水。冰塞通常发生在河流纵比降由陡变缓之处或泄流不畅的河段。冰塞河段的长度可达数十公里甚至数百公里，冰塞时间可达数月之久。

(2) 冰坝洪水。春季开河时期，大量流冰在河道中受阻，堆积形成横跨河流的坝状冰体，简称冰坝。冰坝上游水位不断雍高，下游水位明显下降，坝体在上、下游压力差作用下，一旦猛然溃开，则易出现冰凌洪峰。在冰坝严重之处，有时需采取人工爆破或飞机投弹措施炸开坝体。在冰坝上、下游河段常常出现堤岸漫溢、田地、城镇受淹以及沿河建筑物被毁等的灾害。我国河

流的冰坝，多发生在南北流动的河段，这种走向的河流，下游段纬度较高，气温较低，封冻较早，历时较长，冰层较厚，融冰开河较晚；而上游段则相反。春季当气温急剧升高或来流量较大时，上游河段先解冻开河，大量流冰涌向下游，受到下游尚未开河的冰盖阻挡，形成冰坝。此外，一些弯道、汊道、束窄河段或冰塞严重的地方也容易形成冰坝。部分河段，有时还可能形成冰坝群。冰坝洪水的主要特点是凌洪流量沿程增大，同流量下水位高、上涨快、流冰破坏力大、气候寒冷，抢险困难等。因此，我国北方河流尤其是黄河下游的凌汛灾害通常很严重。

1.1.1.5 溃口洪水

溃口洪水是指拦河坝或堤防在挡水状态下突然崩溃而形成的特大洪流，具有突发性强、峰高量大，破坏力极大等特点。溃口洪水包括溃坝洪水和溃堤洪水两类。

(1) 溃坝洪水。造成水库溃坝的原因主要有大坝防洪标准偏低、工程质最差、管理运行不当以及地震、战争等突发事件等。溃坝洪水一旦发生，其后果往往是毁灭性的。我国已建大、中、小型水库 8 万多座，曾多次发生溃坝事故，造成人员伤亡和经济损失。如河南省“75·8”大水，板桥、石漫滩水库溃坝失事，夺走了数以万计的人民生命并造成巨大经济损失。因此，防止水库溃坝是个值得特别重视的问题。

(2) 溃堤洪水。导致河道堤防溃口的险情有漫溢、管涌、渗漏等十余种。其成因主要有洪水超出堤防设计标准、堤基透水、堤身隐患或施工质量问题等。溃堤洪水的突发性虽不像溃坝洪水那样强烈，但因溃堤后洪水大面积漫溢，所造成的人口伤亡及财产损失通常数字惊人，严重时还可能引起河流大改道。

堰塞湖溃决洪水是溃堤洪水的特例，是由地质或地震原因引起山体滑坡，堵江断流后形成堰塞湖，继而突然溃坝释放的巨大洪流现象。这类洪水在我国主要发生在西南山区。例如，2008 年“5·12”四川汶川特大地震，形成的唐家山堰塞湖，其堰塞体堵江 29 天，经过水利专家和解放军官兵的奋力抢险才化险为夷，