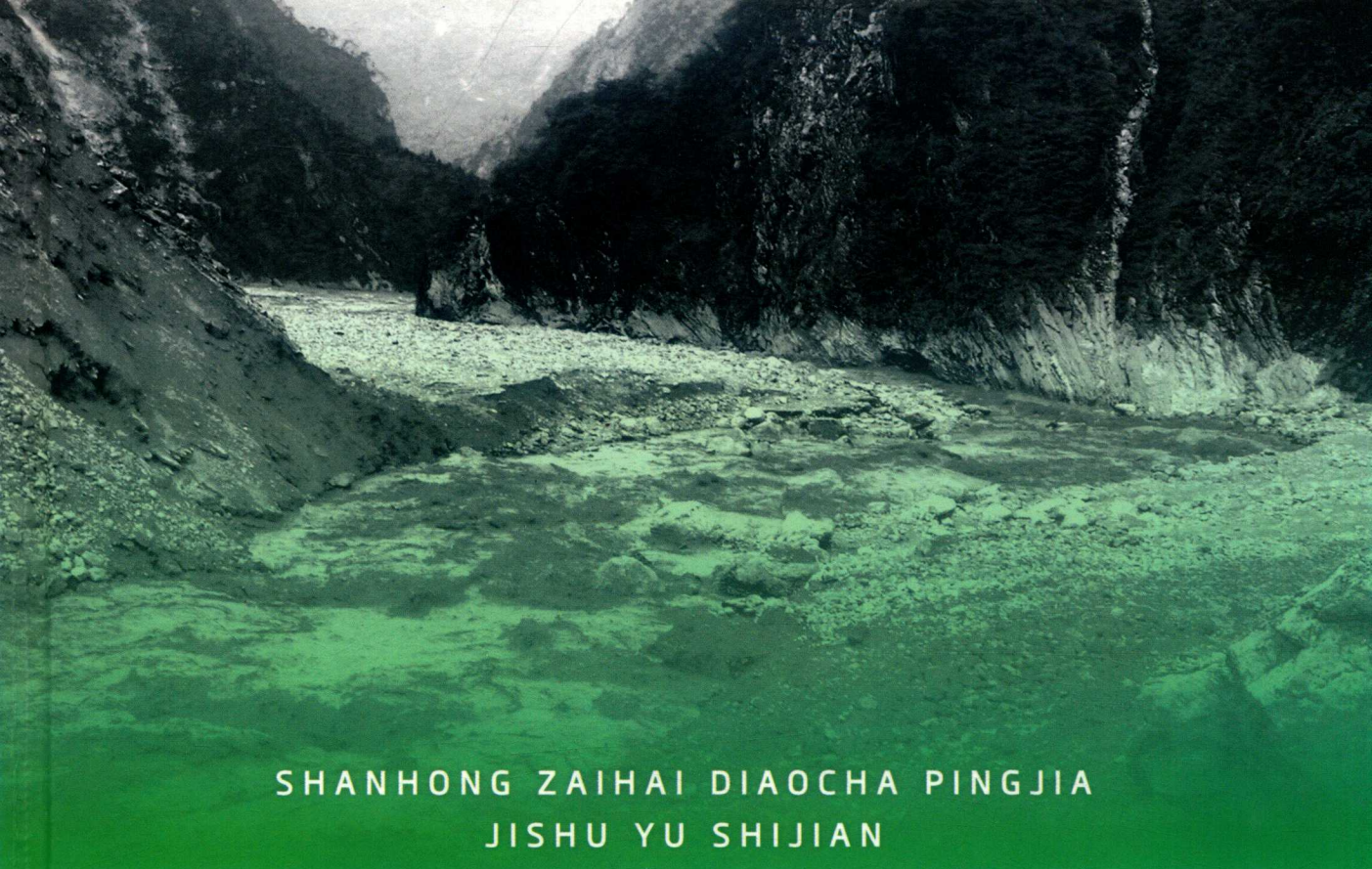




SHANHONG ZAIHAI DIAOCHA PINGJIA
JISHU YU SHIJIAN

山洪灾害调查评价 技术与实践

王俊 徐剑秋 毛北平 郭海晋 徐德龙 毕宏伟 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

山洪灾害调查评价 技术与实践

王俊 徐剑秋 毛北平 郭海晋 徐德龙 毕宏伟 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书以大量山洪灾害调查与分析评价实践为基础，提炼总结山洪灾害调查与分析评价的技术，包括山洪灾害调查、山洪灾害测量、山丘区小流域暴雨洪水计算、防洪现状评价、预警指标计算等方面，同时研究了流域降雨时空分布及产汇流模式对山洪灾害临界雨量计算和预警的影响。本书具有科学性、系统性和实用性，可为开展山洪灾害调查、分析评价和灾害防治提供技术支撑。

本书可供山洪灾害防治有关专业技术人员使用，也可供中、高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目（C I P）数据

山洪灾害调查评价技术与实践 / 王俊等编著. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-5170-6077-2

I. ①山… II. ①王… III. ①山洪—水文分析 IV. ①P333.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第293026号

责任编辑：杜坚 李潇培

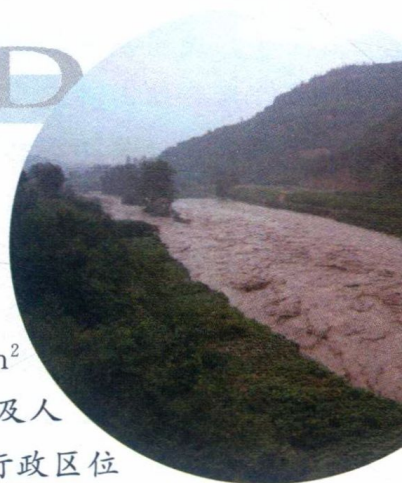
书 名	山洪灾害调查评价技术与实践
作 者	SHANHONG ZAIHAI DIAOCHA PINGJIA JISHU YU SHIJIAN
出版发行	王俊 徐剑秋 毛北平 郭海晋 徐德龙 毕宏伟 编著 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京博图彩色印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.5印张 368千字
版 次	2017年11月第1版 2017年11月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	108.00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

前言

FOREWORD



我国是一个多山的国家，山丘区面积约占全国陆地面积的 $\frac{2}{3}$ ，远高于世界平均水平。山丘区流域面积在 100km^2 以上的河流约有 5 万条。约 70% 的河流因受降雨、地形及人类活动影响，经常发生山洪灾害。全国有 1500 多个县级行政区位于山丘区，有山洪灾害防治任务的山丘区（即山洪灾害防治区）面积约为 463万 km^2 ，约占我国陆地面积的 48%。山洪灾害防治区自然特性复杂多样，人类经济社会活动程度不一，因而形成多种类型的山洪灾害，尤其是强降雨引发的山洪灾害发生最为频繁，危害也最为严重。随着我国山丘区经济的发展、人口的不断增长，防治区内的经济存量、人口密度、社会财富将大幅度增长，山洪灾害的风险程度和损失也将显著增加。

从 2002 年开始，水利部会同国土资源部、中国气象局、原建设部、原环保总局组织编制了《全国山洪灾害防治规划》，并于 2006 年 10 月由国务院正式批复颁布。2011 年 4 月，国务院审议通过了《全国中小河流治理和病险水库除险加固、山洪地质灾害防御和综合治理总体规划》。2013 年，水利部、财政部联合发布了《全国山洪灾害防治项目实施方案（2013—2015 年）》，启动了全国山洪灾害防治项目建设。目前，正式开展了全国 2058 个县的山洪灾害防治非工程措施建设工作，其主要内容包括山洪灾害调查与分析评价。

长江水利委员会水文局作为从事防汛抗旱及水文水资源监测、水资源调查评价、水文气象预报、水文分析计算、水文自动测报、河道水库测绘、水环境监测、河道泥沙演变研究等工作的专业机构和公益性事业单位，一直致力于山洪灾害调查与分析评价技术的研究和实践；作为主编单位编写了水利行业标准《山洪灾害监测预警系统设计导则》（SL 675—2014），承担了数百项中小河流水文监测系统和洪水预报预警系统建设，完成了全国范围内约 400 个县的山洪灾害调查或分析评价工作。这些项目所在地域有西南热带雨林地区，

有东南沿海湿润地区，也有中部半湿润半干旱地区，还有西北干旱地区；所属的地貌既有丘陵地貌，也有高原地貌，还有戈壁山丘地貌和喀斯特地貌。在工作中，长江水利委员会水文局积极进行经验总结和更深入的理论研究，对中小流域产汇流理论和成灾机制有了更深的认识，为国家进一步完善技术标准，提高减灾防灾能力提供了强有力的支撑。

为总结山洪灾害调查与分析评价工作的经验，供有关学者、防灾减灾工作者参考，长江水利委员会水文局组织直接从事山洪灾害调查与分析评价工作的科研人员和技术骨干编写了本书。全书共10章，第1章主要介绍山洪灾害的一些基本知识、我国的山洪灾害形势以及国内外研究进展；第2章主要对山丘区暴雨洪水特性及河床演变特征进行分析研究；第3章主要对山洪灾害历史洪水调查技术进行研究；第4章主要对山洪灾害调查有关技术和方法进行研究；第5章主要对山洪灾害测量技术进行研究；第6章主要对山丘区小流域设计暴雨洪水计算方法进行研究；第7章主要对防洪现状评价关键环节进行研究；第8章主要对山洪灾害预警指标计算方法进行研究；第9章主要对流域降雨时空分布及产汇流模式对山洪灾害预警的影响进行研究；第10章对有关主要认识进行了总结，并针对山洪灾害调查与分析评价目前存在的一些薄弱环节进行了展望。本书列举了大量的实例，重点突出在不同情况下山洪灾害调查与分析评价技术的实践。

本书在编写过程中主要参考了《全国山洪灾害防治规划》《山洪灾害调查技术要求》《山洪灾害分析评价技术要求》等文件、著作、技术标准和论文，引用了其中较多的山洪灾害基础知识和技术规定。本书的编写得到了国家防汛抗旱总指挥部办公室、长江防汛抗旱总指挥部办公室及水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心等单位领导和专家的支持。湖北、云南、新疆、河南、福建等省（自治区）防汛抗旱指挥部办公室及水文局对本书的完成提供了大量帮助，在此一并致谢！

本书由王俊、徐剑秋、毛北平、郭海晋、徐德龙、毕宏伟编著，主要研究与编写人员还有罗倩、冉曦、邹振华、张新田、闫金波、张娜、吴士夫、罗兴、林云发、李彬彬、柳长征、赵东、王佳妮、连雷雷、张晓红、张阳等。由于编著者水平有限，加之时间仓促，难免存在不足之处，望业界专家学者、同行以及广大山洪灾害防治工作者海涵并提出宝贵意见。

编著者

2017年10月

目录CONTENTS

前言

第1章 绪论	1
1.1 山洪灾害的含义	1
1.2 山洪灾害的成因、特点与危害	3
1.3 山洪灾害调查与分析评价的目的与意义	4
1.4 山洪灾害调查与分析评价的主要工作内容	4
1.5 我国的山洪灾害形势与防治措施	5
1.6 国内外研究进展	8
第2章 山丘区暴雨洪水特性	15
2.1 山丘区河流特性	15
2.2 地形对暴雨的影响	19
2.3 山丘区暴雨洪水特性	20
2.4 山丘区河流河床演变	23
第3章 山洪灾害历史洪水调查技术	25
3.1 历史洪水调查的意义	25
3.2 历史洪水调查内容与方法	26
3.3 洪水水面线调查	33
3.4 洪峰流量计算	34
3.5 重现期估算	36
3.6 成果的合理性检查	37
3.7 调查报告的编写	38
3.8 典型实例	39
第4章 山洪灾害调查技术	49
4.1 调查内容要求	49
4.2 调查工作阶段和流程	50
4.3 社会经济调查	52
4.4 危险区调查	53
4.5 小流域基础信息核查	54

4.6	需治理的山洪沟调查	54
4.7	非工程设施及涉水工程调查	55
4.8	重点防治区详查	57
4.9	成灾水位调查	57
4.10	典型实例	60
第5章 山洪灾害测量技术 /		73
5.1	概述	73
5.2	控制测量	76
5.3	沟道测量	83
5.4	居民户宅基地测量	90
5.5	涉水工程测量	91
5.6	误差控制	91
5.7	典型实例	93
第6章 山丘区小流域暴雨洪水计算 /		100
6.1	概述	100
6.2	基本资料收集与整理	101
6.3	小流域设计暴雨计算	103
6.4	山丘区小流域产流计算	110
6.5	推理公式法计算设计洪水	127
6.6	瞬时单位线法计算设计洪水	148
6.7	地下径流计算	157
6.8	分布式水文模型计算设计洪水	159
6.9	设计洪水计算中的相关问题	162
6.10	典型实例	163
第7章 防洪现状评价 /		168
7.1	概述	168
7.2	评价名录的确定	169
7.3	水位-流量关系确定	169
7.4	成灾流量的确定	179
7.5	现状防洪能力分析评价	179
7.6	典型实例	182
第8章 预警指标计算与分析 /		189
8.1	概述	189
8.2	确定雨量预警指标的影响因素与关键问题	190
8.3	流域土壤含水量计算与分析	193
8.4	临界雨量计算方法	197

8.5 水位预警指标的确定	205
8.6 典型实例	206
/ 第9章 流域产汇流模式及降雨时空分布对预警影响研究 /	212
9.1 产汇流模式对临界雨量分析计算的影响研究	212
9.2 降雨时空模式对山洪灾害预警的影响研究	218
/ 第10章 认识与展望 /	232
10.1 主要认识	232
10.2 展望	235
参考文献	238



第 1 章

绪论

1.1 山洪灾害的含义

1.1.1 山洪和山洪灾害

山洪和山洪灾害是两个密切相关但内涵不同的概念。山洪是指由于暴雨、冰雪融化或拦洪设施溃决等原因，在山丘区（包括山地、丘陵、岗地）沿河流、溪沟形成的暴涨暴落的洪水及伴随发生的滑坡、崩塌、泥石流的总称。山洪是一种自然现象，可能形成灾害，也可能不形成灾害。山洪灾害一般是指山洪这种自然现象与人类活动、社会、经济相互作用，造成人员伤亡、经济损失、影响社会安全的严重突发事件。

山洪灾害的定义目前并不统一，分歧主要在于山洪灾害是否包括滑坡和泥石流等地质灾害。国外文献中对应“山洪灾害”的术语通常认为是“flash flood”。尽管“flash flood”常伴随滑坡和泥石流，但其本身并不包括滑坡和泥石流。《全国山洪灾害防治规划》中所指的山洪是山丘区小流域由降雨引起的突发性、暴涨暴落的地表径流，泥石流为由暴雨引起的山洪诱发；滑坡为由降雨引起的山洪诱发，坡体的前缘高程低于历史最高洪水位；山洪灾害是指由于降雨在山丘区引发的洪水及由山洪诱发的泥石流、滑坡等对国民经济和人民生命财产造成损失的危害。

1.1.2 山洪灾害防治区及其分类

山洪灾害防治区是指降雨、径流可能对人民生命财产和社会经济发展造成危害的山丘区；经现场调查和分析评价所确定的可能受到山洪灾害威胁的居民区范围为山洪灾害危险

区；山洪灾害沿河村落一般是指山丘区河流两岸的居民集聚区，山洪灾害防治区、重点防治区、沿河村落关系如图 1.1 所示。

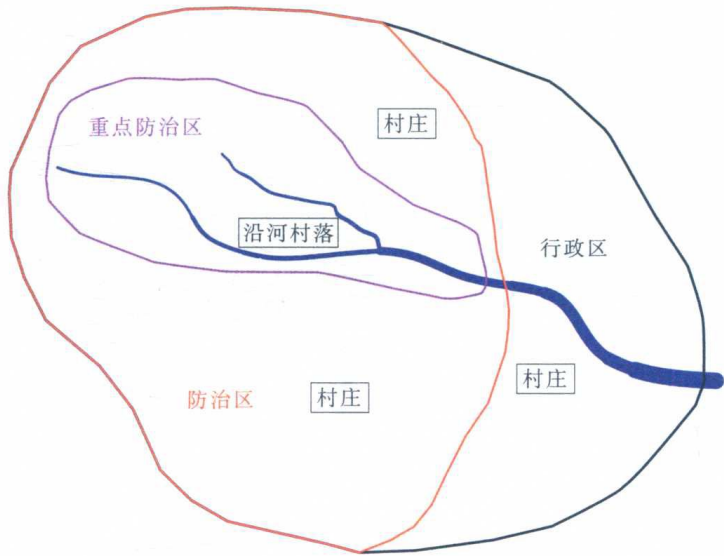


图 1.1 山洪灾害防治区、重点防治区、沿河村落关系示意图

山洪灾害防治区按以下原则分区：

- (1) 以主导因素为主的综合分析原则。降雨是导致山洪及其诱发的泥石流、滑坡的重要诱发因素和基本动力条件，是山洪灾害形成的主导因素；地形地质因素是发生山洪灾害的物质基础和潜在条件。
- (2) 以人为本的经济社会分析原则。山洪及其诱发的泥石流、滑坡是自然现象，是否构成灾害和灾害的严重程度取决于人口、城镇、基础设施的分布特征，在区划过程中需要考虑经济社会的分布。
- (3) 相对一致性前提下的区域共轭性原则。在保证相对性一致的前提下，同一区划单元在空间上不可重复出现。

根据形成山洪灾害的降雨、地形地质和经济社会因素，将防治区划分为重点防治区和一般防治区，其中重点防治区是指山洪灾害防治区中灾害频发或灾害损失严重的重要经济社会区。重点防治区又分为一级重点防治区和二级重点防治区。

重点防治区和一般防治区的划分标准为：综合自然条件下山洪灾害高易发区中的重要经济社会区为一级重点防治区；综合自然条件下山洪灾害易发区中的重要经济社会区为二级重点防治区；其余防治区为一般防治区。我国山洪灾害防治区总面积约 463 万 km^2 ，其中重点防治区面积 96.93 万 km^2 ，占防治区总面积的 20.94%（其中一级重点防治区面积 40.36 万 km^2 ，占防治区总面积的 8.72%；二级重点防治区面积 56.57 万 km^2 ，占防治区总面积的 12.22%）；一般防治区面积 365.96 万 km^2 ，占防治区总面积的 79.06%。2000 年全国山洪灾害重点防治区人口 13173 万人，占整个防治区的 23.6%；国内生产总值 8160 亿元，占整个防治区的 29.0%。

1.2 山洪灾害的成因、特点与危害

1.2.1 山洪灾害的成因

山洪灾害的致灾因素具有自然和社会的双重属性,其形成、发展与危害程度是降雨、地形地质等自然条件和人类经济活动等社会因素共同影响的结果。

1.2.1.1 降雨因素

降雨是诱发山洪灾害的直接因素和激发条件。溪河洪水灾害的发生主要是强降雨迅速汇聚成强大的地表径流而引起的;强降雨对泥石流的激发也起着重要的作用;滑坡与降雨量、降雨历时有关,相当一部分滑坡滞后于降雨发生。山洪灾害的空间分布与降雨量的时空分布密切相关,山洪灾害在暴雨频发的东部季风区数量多,约占全国灾害总数的82%。其中溪河洪水灾害66018次,占全国的81%;泥石流灾害10558次,占全国的79%;滑坡灾害14566处,占全国的88%。

1.2.1.2 地形地质因素

地形地质情况是发生山洪灾害的物质基础和潜在条件。根据调查资料统计,全国山洪灾害防治区近50年来共发生山洪灾害111325次,平均面密度240次/万 km^2 。防治区内的丘陵、台地和山前平原发生山洪灾害的平均面密度最高;其次为中小起伏山地。山洪灾害发生次数在软硬相间岩体分布区和次硬岩体分布区发生最多,发生山洪灾害的面密度分别为261次/万 km^2 、270次/万 km^2 。软硬相间岩体是诱发泥石流、滑坡的主要岩性单元。西南地区一级、二级阶梯的过渡带是活动断裂带的发育中心地带,安宁河断裂带、绿汁江断裂带、小江断裂带、波密—易贡断裂带和白龙江断裂带等为我国泥石流最易变的地区。

1.2.1.3 经济社会因素

受人多地少和水土资源的制约,为了发展经济,山丘区资源开发和建设活动频繁,人类活动对地表环境产生了剧烈扰动,导致或加剧了山洪灾害。山丘区居民多在河滩地、岸边等地段建房或削坡建房,一旦遇到山洪极易造成人员和财产损失。山丘区城镇由于防洪标准普遍较低,经常进水受淹,往往损失也较严重。

1.2.2 山洪灾害特点

山洪灾害在不同的区域由于降雨、地形地质和经济社会活动及其相互作用方式的不同而表现出时空分布和危害程度等方面的差异。总体上看,我国山洪灾害有以下基本特点:

(1) 分布广泛,发生频繁。我国位于东亚季风区,降雨高度集中于夏秋季节,且地形地质状况复杂多样,人口众多,容易发生溪河洪水灾害,从而形成了山洪灾害分布范围广、发生频繁的特点。

(2) 突发性强,预测预防难度大。我国山丘区坡高谷深,暴雨强度大,产汇流时间快,洪水暴涨暴落。从降雨到形成山洪灾害历时短,一般只有几个小时,有些地区甚至不到1小时,给山洪灾害的监测预警带来很大的困难。2016年8月15日18时20分左右,

陕西省延安市安塞县境内 303 省道砖窑湾路段突发山洪,造成 4 辆汽车被困,5 辆汽车被冲入西川河中,造成 7 人遇难、1 人失踪。

(3) 成灾快,破坏性强。山丘区因山高坡陡,溪河密集,洪水汇流快,加之人口和财产分布在有限的低平地上,往往在洪水过境的短时间内造成大的灾害。

(4) 季节性强,区域性明显。山洪灾害的发生与暴雨的发生在时间上具有高度的一致性,我国的暴雨主要集中在 5—9 月,山洪灾害也主要集中在 5—9 月,尤其是 6—8 月主汛期更是山洪灾害的频发期。山洪灾害在地域分布上也呈现很强的区域性,我国西南地区、秦巴山区、江南丘陵地区和东南沿海地区的山丘区山洪灾害集中,暴发频率高,易发性强。

1.2.3 山洪灾害的危害

受降雨时空分布影响,山洪灾害突发性强,破坏力大,预报预警预防难,且多发生在偏远山丘区,交通不便、通信不畅,这些是我国防汛工作的难点和薄弱环节。山洪灾害是我国洪涝灾害致人死亡的主要灾种:20 世纪 90 年代,全国每年因山洪灾害死亡 1900~3700 人,约占洪涝灾害死亡人数的 62%~69%;2000—2010 年,山洪灾害死亡人数平均每年 1079 人,占洪涝灾害死亡人数的 65%~92%(其中 2010 年死亡失踪 3887 人,占洪涝灾害死亡人数的 92%);2011—2015 年山洪灾害年均死亡人数 400 人,占洪涝灾害死亡人数的 60%~75%。2016 年 8 月中旬,陕西北部出现分散性强降雨,其中 8 月 15 日,延安志丹县、榆林吴堡县等局地点雨量 100~138mm,榆林吴堡县最大雨强达 74mm/h,降雨引发山洪、洪涝灾害,造成延安、榆林 2 市 11 个县(区)5.1 万人受灾,7 人死亡,2 人失踪,400 余人紧急转移安置,800 余间房屋不同程度损坏,农作物受灾面积 9100 公顷,其中绝收近 700 公顷,直接经济损失 9600 余万元。

1.3 山洪灾害调查与分析评价的目的与意义

山洪灾害调查的目的是通过开展山洪灾害调查,全面、准确地查清山洪灾害防治区内的人口分布情况,摸清山洪灾害的区域分布,掌握山洪灾害防治区内的水文气象、地形地貌、社会经济、历史山洪灾害、涉水工程、山洪沟等基本情况以及山洪灾害防治现状等基础信息,并建立山洪灾害调查成果数据库,为山洪灾害分析评价和防治提供基础数据。

通过对山洪灾害重点防治区内沿河村落、集镇、城镇等防灾对象开展山洪灾害分析评价工作,分析小流域暴雨洪水特征,提供山洪灾害重点防治区内沿河村落、集镇、城镇等防灾对象的现状防洪能力、危险区等级划分以及预警指标等成果,为山洪灾害预警、预案编制、人员转移、临时安置、防灾意识普及、群测群防等工作进一步提供科学、全面、可靠的技术支撑。

1.4 山洪灾害调查与分析评价的主要工作内容

山洪灾害调查与分析评价的主要工作内容包括:山洪灾害调查和山洪灾害分析评价两

大项。

防治区山洪灾害调查主要是通过收集、整理、分析资料和现场调查,核对山洪灾害防治区小流域基本信息,收集处理水文资料,调查防治区内河道基本信息,调查各自然村落、行政村、乡(镇)、城(集)镇和企事业单位的基本情况和位置分布,调查受山洪威胁的区域、灾害类型和历史灾害情况及防治区现状等,并将受山洪威胁的区域范围调查结果标绘在工作底图上。其中,重点防治区要进行详查,内容包括居民区人口、住房调查,城(集)镇、沿河村落河道控制断面测量,居民住房位置和地基高程测量等。

山洪灾害分析评价是在前期基础工作、山洪灾害调查的基础上,深入分析山洪灾害防治区暴雨特性、小流域特征和社会经济情况,研究历史山洪灾害情况,分析小流域洪水规律,采用各地设计暴雨洪水计算方法或水文模型等分析计算方法,综合分析评价防治区沿河村落、集镇和城镇等防灾对象的防洪现状,划分山洪灾害危险区,分析确定预警指标,绘制危险区图。分析评价主要内容如下:

(1) 山洪灾害防治区内小流域暴雨洪水特征分析,主要针对100年一遇、50年一遇、20年一遇、10年一遇、5年一遇5种典型频率,分析计算小流域标准历时的设计暴雨特征值,以及以小流域汇流时间为历时的设计暴雨雨型分配及对应设计洪水的特征值。

(2) 山洪灾害重点防治区内沿河村落、集镇、城镇等防灾对象的现状防洪能力分析评价,主要包括成灾水位对应流量的频率分析,以及根据5种典型频率洪水的洪峰水位、人口和房屋沿高程分布情况制作控制断面水位-流量-人口关系图表,分析评价防灾对象防洪能力。

(3) 山洪灾害重点防治区内沿河村落、集镇、城镇等防灾对象的危险区等级划分,将危险区划分为极高危险区、高危险区、危险区3级,并科学合理地确定转移路线和临时安置地点。

(4) 山洪灾害重点防治区内沿河村落、集镇、城镇等防灾对象的预警指标分析确定。预警指标分为雨量预警指标和水位预警指标。这两种类型的预警指标又分为准备转移和立即转移两种情况。其中雨量预警指标应用较广泛,分析确定时要考虑流域土壤较干、较湿及适中3种情况。

1.5 我国的山洪灾害形势与防治措施

1.5.1 我国的山洪灾害形势

我国山洪灾害防治区点多、面广,有山洪灾害防治任务的山丘区(即山洪灾害防治区)面积约为463万 km^2 ,约占我国陆地面积的48%;防治区内人口约有5.5亿人,占全国总人口的44.2%。由于对山洪灾害防治的系统研究和防灾知识宣传不足,人们主动防灾避灾的意识不强。除此之外,河道边、小流域山洪出口地带兴建住房、经济开发等人类活动频繁,侵占河道,造成河道淤塞,泄洪能力减小,这些进一步加大了山洪灾害的发生频次和损失程度,制约着山丘区社会经济的发展。尽管通过多年的努力,但目前防灾能

力仍然较低,山洪灾害发生仍比较频繁,损失巨大,防灾形势严峻。

据 1950—2000 年资料分析,我国洪涝灾害导致的伤亡人数为 26.3 万人,其中山丘区死亡人数 18 万人,占总死亡人数的 68.4%。近 5 年山洪灾害死亡人数下降为 1000 人左右,但山洪灾害造成的死亡人数占全国洪涝灾害死亡人数的比例有所增加,平均达 72% 以上,较高年份的比例达到 84%。因山洪灾害造成的死亡人数占全国洪涝灾害死亡人数的比例大致呈逐年递增趋势。目前,山洪灾害造成的财产损失年均超过 400 亿元,严重制约着我国山丘区社会经济的发展。随着我国山丘区经济的发展、人口的不断增长,防治区内的经济存量、人口密度、社会财富将大幅度增长,山洪灾害的风险程度和损失也将显著增加。据统计,1950—1990 年因山洪导致农田年均受灾面积为 4400 万亩,年均倒塌房屋约 80 万间;1991—2000 年因山洪导致农田年均受灾面积为 8100 万亩,年均倒塌房屋约 110 万间。当前,我国山洪灾害防治面临着新的形势,主要体现在以下几个方面。

1.5.1.1 经济社会发展对防灾减灾提出了更高要求

随着经济社会的发展,山丘区人口、财产和资产密度将进一步增长,若不采取切实可行的防治措施,山洪灾害所造成的人员伤亡和经济损失必将同步增长,其影响会越来越深。从国家宏观经济发展的形势看,国民经济将保持持续快速增长,产业结构将实施重大调整,美丽乡村建设进程将会进一步加快,人民生活水平将会大幅度提高。全面建成小康社会,实现国家经济、社会和环境协调发展的宏观目标,都对山洪灾害防治提出了新的更高要求。

1.5.1.2 山丘区经济社会迅速发展可能导致或加剧山洪灾害

随着人类经济活动的增强,可能进一步导致致灾环境的变化,山洪灾害有加剧的趋势。

1. 城镇建设

受地形条件和建设成本的影响,目前山丘区城镇建设布局缺乏科学规划,与河争地、侵占河道是山丘区城镇建设较为普遍的现象,这造成危险区扩大,加之人们防范山洪的意识淡薄,成灾率上升。

2. 基础设施建设

山丘区交通、水利、能源、通信等基础设施建设一定程度上促进了经济的发展,但由于设计、施工、投资、体制等多方面的原因,建设中破坏山体稳定性,从而引发泥石流、滑坡等山洪灾害的事件时有发生,加之对森林植被的破坏,水土流失加剧,弃土弃渣任意堆放,引发或加剧了山洪灾害,严重威胁人民生命财产安全。

3. 矿山建设

我国山丘区矿产资源丰富,许多矿山开采时的弃渣多堆积在矿体旁或河沟中,遇暴雨则成为泥石流的固体物质来源,为泥石流、滑坡的形成创造了条件,对下游村镇、居民点、基础设施等构成严重威胁。

综上所述,我国山洪灾害防治面临的形势十分严峻,迫切需要加深对山洪灾害的认识,坚持科学发展观,遵循人与自然和谐共处的原则,逐步实施因地制宜的防灾措施,有效防治山洪灾害。

1.5.2 山洪灾害防治措施

1.5.2.1 防治思路

山洪突发性强，来势猛，陡涨陡落，一次山洪过程历时短，成灾范围小且分散，但易造成人员伤亡。由于山洪灾害的上述特性，对山洪灾害威胁区内的人员和财产只采取工程措施进行保护既不合理也不经济。山洪灾害防治应以最大限度减少人员伤亡为首要目标，以防为主，防治结合，以调查评价、监测预警系统、群测群防体系等非工程措施为主，非工程措施与工程措施相结合。该防治思路体现了“以人为本”的思想，体现了“急用先行”的原则。多年来的实践表明，该思路符合我国的基本国情，费省效宏，是行之有效的防治思路。

1.5.2.2 非工程措施

1. 调查评价

以小流域为单元，调查山洪灾害防治区暴雨特性、小流域特征、人员分布、社会经济和历史山洪灾害等情况，分析小流域暴雨洪水规律，评价防治区自然村落和城镇的防洪现状，划定山洪灾害危险区，明确转移路线和临时安置点，科学确定山洪灾害预警指标和阈值，为及时准确发布预警信息、安全撤离转移人员提供基础支撑。

全国山洪灾害调查评价工作涉及专业领域多，技术难度大，为保证项目基础数据的质量和一致性，最大限度实现资源共享，降低该项工作的总成本，采用了现代先进技术和方法，利用卫星遥感影像、数字高程模型等数据资源，统一完成小流域基本信息的提取处理和工作底图的制作，然后分发给各省、市、县，各地在此基础上开展调查评价工作。

2. 监测预警系统

监测预警系统主要包括水雨情监测系统、各级监测预警平台和预警发布系统。

监测系统建设根据当地交通、通信、植被、地形地貌和社会经济状况等情况，以小流域为单元，在山洪灾害易发区布设监测站点，建立自动遥测与人工简易观测相结合的水雨情监测站网，实现对暴雨洪水的实时监测。

监测预警平台利用调查评价的数据、底图和成果，依托计算机、网络等信息技术，实现了水雨情实时入库、自动分析、动态监测、在线查询、在线监视、在线预警发布等功能，并实现国家、省、市、县互联互通和信息共享。

预警发布系统主要为县、乡、村配置预警设备。除通过人工敲锣、鸣哨、手摇警报器等传统方式发布预警信息外，还充分利用短信群发、有线及无线广播、电视等现代化手段，以及针对山洪灾害预警量身定做专用设备，着力解决预警信息“最后一公里”问题，确保预警信息能够及时快速地传送到千家万户。

3. 群测群防体系

群测群防体系包括责任制体系、防御预案、监测预警、宣传、培训和演练等内容。核心是建立健全责任制，实时掌握水雨情信息并发布预警，确保危险区群众及时转移，提高避险意识，最大限度减少人员伤亡。群测群防是山洪灾害防御工作的重要组成部分，与专业的监测预警系统相辅相成、互为补充，共同发挥作用。

为指导并规范群测群防体系建设，国家防汛抗旱总指挥部办公室印发了《山洪灾害群

测群防体系建设指导意见》，明确要求山洪灾害防治区内的行政村达到“十个一”要求：建立1套责任制体系；编制1个防御预案；至少安装1个简易雨量报警器（重点区域适当增加）；配置1套预警设备（重点行政村配置1套无线预警广播）；制作1个宣传栏；每年组织1次培训、开展1次演练；每个危险区确定1处临时避险点、设置1组警示牌；每户发放1张明白卡（含宣传手册）。

4. 人员搬迁及山丘区管理

对处于山洪灾害易发区、生存条件恶劣、地势低洼且治理困难地区的居民，考虑农村城镇化的发展方向及满足全面建成小康社会的发展要求，结合易地扶贫、移民建镇，引导和帮助他们实施永久搬迁。此外，进一步规范山丘区人类社会活动，使之适应自然规律，主动规避灾害风险，避免不合理的人类社会活动导致山洪灾害。

1.5.2.3 工程措施

工程措施主要是溪沟洪水灾害易发区的山洪沟防洪治理。对直接威胁城镇、集中居民点、重要基础设施安全，且难以实施搬迁避让的重点山洪沟采取护岸、堤防等措施，必要时辅以河道护底、陡坡、跌水等消能措施，提高山洪防御能力。

目前，我国山丘区一些重要城镇、大型工矿企业、重要基础设施得到了不同程度的保护。采取的工程措施主要有：修建水库、护岸及堤防工程、排洪渠、水土保持工程、河道疏浚，泥石流、滑坡治理等。这些措施有效减少了山洪灾害发生频次和损失程度，但仍存在一些问题，主要表现为：

（1）堤防、河道整治等防洪工程建设标准较低。我国山洪灾害小流域80%的堤防防洪标准不足5年一遇。

（2）病险水库较多，防洪能力低，下游安全难以保证。由于山洪灾害防治区众多水库修建时间早，运行年代久，部分水库存在建设标准低，大坝单薄，坝基渗漏等问题。

（3）山洪诱发的泥石流、滑坡治理工程薄弱。受资金、技术等多方面限制，对泥石流、滑坡采取了可靠工程治理措施区域的不多。

（4）水土流失治理进度缓慢。水土流失造成水库淤积，河床抬高，降低了河道的行洪能力。

1.6 国内外研究进展

1.6.1 全国山洪灾害防治规划

2002年开始，水利部会同国土资源部、中国气象局、原建设部、原环保总局组织编制了《全国山洪灾害防治规划》（简称《规划》）。2006年10月，国务院正式批复了该《规划》。2009年开始，我国开展了103个县的山洪灾害防治试点工作。2011年4月，国务院审议通过了《全国中小河流治理和病险水库除险加固、山洪地质灾害防御和综合治理总体规划》。规划坚持“人与自然和谐相处”“以防为主，防治结合”和“以非工程措施为主，非工程措施与工程措施相结合”的原则，系统地分析研究了山洪灾害发生的原因、特点和规律，确定了我国山洪灾害的分布范围。根据山洪灾害的严重程度，划分了重点防治

区和一般防治区，提出了以非工程措施为主的防治方案，并明确了至 2020 年山洪灾害防治的目标和建设任务。《规划》涉及 29 个省（自治区、直辖市）的广大山丘区，共有 305 个地级行政区、2058 个县级行政区。2013 年水利部、财政部联合启动了全国山洪灾害防治项目建设，目前正式开展了全国 2058 个县的山洪灾害防治非工程措施和工程措施建设工作。

1.6.2 设计暴雨研究进展

暴雨是形成洪水的主要来源，也是形成山洪灾害的一个主要因素。一直以来暴雨研究深受关注，在中国，8 万多座水库的设计洪水大多由设计暴雨计算。与流量观测相比，降雨观测系列较长，雨量站网密度较高，暴雨特征受下垫面条件和人类活动影响较小，因此暴雨研究将更重要。

暴雨研究可分为以预报为目的的暴雨的形成、发生、发展研究（主要研究大气）和以工程设计为目的的暴雨多年统计与设计计算研究（主要研究降落到地面上的雨量）。水利水电部门多考虑大中面积和中长历时设计暴雨，还注重利用暴雨预报和监视，为江河和水利水电枢纽的防汛服务；在山洪灾害调查与分析评价中主要是调查无实测降雨资料小流域的暴雨特性，收集相关暴雨资料，用来推求无实测资料小流域的设计洪水。

我国于 20 世纪 50 年代开始研制暴雨统计参数等值线图，成果汇编于中国水利水电科学研究院水文研究所《中国水文图集》（1963 年），同时各省区也出版了地区的图集和手册。1976 年 2 月水利电力部与中国气象局联合提出了编制可能最大暴雨等值线图的任务，1978 年 8 月水利电力部又组织全国进行设计暴雨的研究。1977—1988 年，先后完成了多项设计暴雨综合研究成果，直接为设计洪水计算使用。这次编制的设计暴雨图集，主要有中国年最大 10min、60min、6h、24h、3d 点雨量均值以及变差系数等值线图，这些成果分别由水利电力部、中国气象局以及水利电力部水文局和水利水电规划设计院批准使用（表 1.1）。

表 1.1 中国暴雨统计参数资料采用情况

历时	采 用 资 料				资料终止年份	成果批准年份
	计算统计参数		编制暴雨极值图			
	站数/个	站年数/个	站数/个	站年数/个		
10min	2583	47579	5351	64757	1982	1984
60min	2780	53478	6634	78714	1979	1983
6h	4809	97416	12491	171158	1979	1983
24h	6562	134630	14000	190000	1975	1977
3d	8254	208311	21400	384873	1985	1988

这套成果资料丰富、编制技术比较统一，重视分析研究，注意收集和移用邻近地区特大暴雨资料，加强综合分析和合理性检查，多次进行协调修改，最后审查验收，设计暴雨的精度有了明显提高。2000 年前后，水利部水文部门又组织全国各地区水文水资源单位联合修订暴雨统计参数图集，研究内容有所扩展，多种历时统一分析和协调，使用水文数