



山洪灾害 分析评价技术

李卫平 任娟慧 任波 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

山洪灾害 分析评价技术

李卫平 任娟慧 任波 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书主要阐述了山洪灾害评价的基本原理,基本方法。主要内容包括山洪灾害概述、山洪灾害调查与准备、设计洪水计算、防洪现状评价、山洪灾害预警指标、工程实例分析等内容。

本书可供水文、水利、资源等相关专业的研究生、本科生及从事相关专业的科研、教学和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

山洪灾害分析评价技术 / 李卫平, 任娟慧, 任波著

— 北京: 中国水利水电出版社, 2018.8

ISBN 978-7-5170-6772-6

I. ①山… II. ①李… ②任… ③任… III. ①山洪—
山地灾害—评价 IV. ①P426.616

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第201617号

书 名	山洪灾害分析评价技术 SHANHONG ZAIHAI FENXI PINGJIA JISHU
作 者	李卫平 任娟慧 任波 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	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 14.25印张 329千字
版 次	2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	68.00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

山洪灾害是我国洪涝灾害中致人伤亡的主要灾种。每年我国由于山洪灾害造成的经济损失约占全国洪涝灾害经济损失的70%，死亡人数占2/3左右，且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呈逐年递增趋势。2006年10月国务院正式批复了《全国山洪灾害防治规划》，2011年4月国务院通过了《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”“以非工程措施为主，非工程措施与工程措施相结合”的原则。2013年水利部、财政部联合启动了全国山洪灾害防治建设项目，提出了山洪灾害调查评价、非工程措施补充完善和重点山洪灾害防治区建设方案。山洪灾害调查评价是防治山洪灾害的基础，为山洪灾害防治和山洪沟治理提供支撑。

本书按照科学、实用的原则，以《山洪灾害分析评价技术要求》《山洪灾害分析评价方法指南》为基础，主要阐述了山洪灾害评价的基本原理、基本方法，为山洪灾害评价工作提供了理论依据及技术支持。

全书共分为6章，第1章综述了山洪灾害的基本特点、成因、防治及评价概况；第2章讲述了山洪灾害评价的前期准备工作及外业调查的主要内容；第3章介绍了设计洪水计算的主要理论方法；第4章提出了防洪现状评价的主要评价内容、评价方法；第5章是对山洪预警指标分析、预警阈值确定方法的简要描述；第6章以山西省某县为例介绍了山洪灾害评价的整个历程。

本书是山西省大同市山洪灾害分析与评价工作的重要成果。其中于玲红、王晓云参与了第1章和第2章的撰写工作，黄立志、王晓云参与了第3章的撰写工作，王志超、杨文焕参与了第4章和第5章的撰写工作，孙岩柏参与了第6章的撰写工作。初稿完成后由李卫平、任波和任娟慧进行统稿和修订。感谢陈阿辉、莘明亮、王非、贾晓硕、李岩、崔亚楠、王铭浩、唐若凯、隋秀斌、王泽君、原浩、于治豪、齐璐、王智超、郝梦影、吕雁翔、李美玲等团队成员在专著撰写过程中的大力协助和辛勤劳动。

本书在编写过程中得到了多方面的大力支持，在此，向所有支持本书出版

的同行专家和朋友一并表示深切的谢意。

鉴于作者水平有限，经验不足，难免存在疏漏，热诚希望读者朋友们提出宝贵意见。

作 者

2018年6月

目 录

前言

第 1 章 山洪灾害概述	1
1.1 山洪灾害的特点	1
1.2 山洪灾害的成因	5
1.3 山洪灾害的防治	7
1.4 山洪灾害的预警	9
1.5 山洪灾害评价概况	11
第 2 章 山洪灾害调查与准备	14
2.1 山洪灾害调查	14
2.2 基础资料准备	24
第 3 章 设计洪水计算	43
3.1 根据流量资料计算设计洪水	44
3.2 根据设计暴雨计算设计洪水	50
3.3 水文比拟推求设计洪水	72
3.4 河道及溃坝流量演算	73
3.5 成果的合理性分析	78
第 4 章 防洪现状评价	81
4.1 水面线计算	81
4.2 成灾水位对应的警戒流量的确定	94
4.3 洪水风险图的绘制	96
4.4 防洪现状评价	109
第 5 章 山洪灾害预警指标	115
5.1 山洪灾害预警指标概述	115
5.2 雨量预警	115
5.3 水位预警	122
第 6 章 工程实例分析	125
6.1 分析评价基础工作	125
6.2 设计暴雨计算	126
6.3 设计洪水分析	133

6.4	现状防洪能力评价	135
6.5	预警指标分析	153
6.6	某县 M 流域防洪现状评价和危险区划分图	156
6.7	某县 M 流域相关信息表	169
附录 I	水文计算用表	175
附表 I-1	皮尔逊Ⅲ型曲线 ϕ_p 值表	175
附表 I-2	皮尔逊Ⅲ型曲线 K_p 值表	178
附表 I-3	瞬时单位线 $S(t)$ 曲线表	195
附录 II	水面线计算软件介绍	205
参考文献	221

第1章 山洪灾害概述

山洪灾害是指由于降雨在山丘区引发的溪河洪水、泥石流、滑坡等给国民经济和人民生命财产造成损失的灾害。本书只涉及溪河洪水，对滑坡、泥石流等灾害不做研究。溪河洪水指暴雨引起山区内溪河水位迅速上涨，洪水常冲毁房屋、田地、道路和桥梁，甚至可能导致水库、池塘溃决。山丘区小流域由于流域面积和河道的调蓄能力小，坡降较陡，因此山洪具有突发性强、发生频繁、范围广、损失大的特点。我国地处东亚季风区，气候多样，暴雨频发，地形地质条件复杂，再加上受到人类活动的影响，导致山洪灾害频繁发生，山洪已经成为山丘区经济社会可持续发展的重要制约因素。近年来，随着防洪能力的提高，因山洪灾害造成的死亡人数逐渐减少，但是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与20世纪90年代相比增幅较大，故防洪工作的开展迫在眉睫。

1.1 山洪灾害的特点

水，是生命之源，也是文明之源，没有水，大地就失去了灵气，人类也就无法生存。由大江大河构建的庞大水系是中国的命脉，河流为华夏文明做出了巨大贡献，而洪涝灾害也给历代中国人造成了巨大的灾难，成为威胁中华民族安全的心头之患。治水害，兴水利，历来是治国安邦的大事，从某种意义上说，中华民族的历史首先就是一部治水史。

中国第一个帝王夏禹，就是因为带领百姓疏导了黄河，从而获得了帝位；距今2200多年前，李冰在成都平原的岷江上主持兴建了举世闻名的都江堰灌溉工程，至今还在为无数民众输送汨汨清流，灌溉着成都平原的万亩良田，时至今日都江堰仍被奉为水利工程的标杆。据《明史》和《清史稿》资料统计，明清两代（1368—1911年）的543年中，范围涉及数州县到30州县的水灾共有424次，平均每4年发生3次，其中范围超过30州县的共有190年次，平均每3年1次。

中华人民共和国成立以来，党和国家领导人都高度重视大江大河治理工作，国家投巨资加快大江大河的治理，水利建设取得了辉煌成就。经过半个多世纪的建设，不断加高加固江河堤防，兴建和安排了一大批分蓄洪区，建设了许多具有较大防洪能力的综合利用水库和河道整治工程，使大江大河防御洪水的能力有了显著提高，跨世纪的长江三峡工程和黄河小浪底工程，经过长期的设计论证，终于在“八五”期间开工，并在1997年秋相继截流成功，这标志着中国对几千年来灾害频繁的两大江河的治理进入了一个新阶段，几代中国人的梦想终于变成现实。

大江大河的治理，极大地缓解了中国洪涝灾害对中华民族的生存与发展带来的威胁，但中小河流洪涝灾害以及局部山洪灾害治理仍然亟待加强。从数据来看，突发性、局地性

极端强降雨引发的中小河流和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呈递增趋势，每年我国中小河流洪涝灾害和山洪地质灾害损失约占全国洪涝灾害经济损失的70%，死亡人数占2/3左右。据1950—1999年统计，全国每年因山洪灾害死亡人数约为1900~3700人，占全国洪涝灾害死亡人数的62%~69%。1999—2004年，随着全国防洪保障体系的建立与健全，全国因山洪灾害死亡人数大幅下降，但占全国洪涝灾害死亡总人数的比例却不断上升至65%~76%。

受气候地理条件和社会经济因素的影响，我国的洪涝灾害具有突发性强、发生频繁、范围广、损失大的特点。

1. 突发性强

由于山洪灾害由暴雨引起，同时山区地形地貌复杂，山高坡陡，溪河坡降大，山洪汇流快，降水损失小，径流系数大，导致河流径流汇集，河水陡涨，水流湍急迅猛异常，造成河堤崩塌，山体滑坡，突发成灾，使人们措手不及，防不胜防。山洪灾害是由局部地区小范围、短历时、高强度暴雨所形成的。这种暴雨的发生有极强的随机性，有的以一个村或一个乡为暴雨中心，有的以一个小流域为暴雨中心，发生的空间和时间都没有确定性，难以及时准确预报。其次，降雨历时往往很短，降雨强度又特别大，有的甚至超过100年一遇标准。

2005年6月10日12—15时，黑龙江省宁安市沙兰镇降特大暴雨，3h降雨量达120mm，暴雨频率为200年一遇，沙兰镇断面洪峰流量 $850\text{m}^3/\text{s}$ ，洪量约900万 m^3 ，此次山洪灾害造成117人死亡，其中小学生105人。图1-1为暴雨后，山洪冲毁房屋的景象，房屋已经坍塌，灾情十分严重。



图1-1 沙兰镇房屋被洪水冲毁

2. 发生频繁

暴雨具有一个显著的特点，即大范围暴雨发生概率低，而小范围暴雨或局部暴雨发生概率相对较高或高得多。从全国近53年的资料看，年年都多次发生山洪灾害。山洪灾害在年内发生的时间，一般都出现在汛期6—9月之间，尤以7月上旬至8月下旬的50天中

山洪出现的次数最多，约占全汛期出现次数的74%。山洪在汛期中一天内出现的时间，多发于午后、傍晚或子夜。

1962年7月15日傍晚山西省榆次市东山地区短时间内降雨154mm，山洪暴发，冲入榆次市区，1010个家庭被淹，塌房2300间，死伤400人，冲坏石太铁路，中断停车9h。2000多人的财产荡然无存。南同蒲铁路停车42h。1981年6月30日灵石两渡镇50min降雨70mm，形成局部山洪，图1-2为两渡镇全镇被洪水淹没的景象，灾情十分惨重，财产直接损失184万元。



图1-2 洪水淹没两渡镇

3. 范围广

除沙漠、极端干旱地区和高寒地区外，我国大约2/3的国土面积都存在着不同程度和不同类型的洪涝灾害。年降水量较多且60%~80%集中在汛期6—9月的东部地区，常常发生暴雨洪水；占国土面积70%的山地、丘陵和高原地区常因暴雨发生山洪、泥石流；沿海省、自治区、直辖市每年都有部分地区遭受风暴潮引起的洪水的袭击；我国北方的黄河、松花江等河流有时还会因冰凌引起洪水；新疆、青海、西藏等地时有融雪洪水发生；水库垮坝和人为扒堤决口造成的洪水也时有发生。

4. 损失大

山洪灾害易发区大多地势高差起伏大，岩性多以变质岩、灰岩、花岗岩组成的山地为主体。岩石层风化严重，坡面碎石、砂砾聚积量大。在山洪作用下，巨大的水沙流体对地表产生强烈的水力侵蚀，其结果是侵蚀产沙，削弱了岩土体的抗剪强度，尤其是结构面的抗滑性能降低，使岩土体发展为滑动面和崩塌界面。侵蚀泥沙的沿途堆积补给了土沙量，增加了岩土体的自重，也增大了地下水的动水压力和静水压力，进而降低了斜坡面的稳定性。

在水力与重力的复合作用下，陡坡上的松散土石块等开始向下滑动或崩塌，则形成了滑坡、崩塌。同时，一股股巨大的水沙流体与滑坡、崩塌的土石块混为一体，迅速汇集于沟谷，使其储存土石量增加，形成沟谷形山洪泥石流。因此，在一次持续性的强降雨过程中容易形成山洪、滑坡、崩塌、泥石流灾害链。显然灾害链是以山洪这一催化剂形成的。

此外，由山洪诱发的各种致灾因子在成链与群发过程中，通过各自的致灾能量一次又

一次地破坏资源、环境与人类社会财富积聚体，致使山洪涉及区域内经济损失累积值增大，山洪灾情严重。

山区地形高差较大，河道及沟道坡度也比较陡，在短历时高强度暴雨出现后，产生的洪水来势凶猛、强烈，洪水流速很高，一般洪水的平均流速皆在 6m/s 左右，有时甚至可达 10m/s 以上，这样巨大的流速具有强大的冲击力，极易冲溃堤坝，淹没农田，冲垮房舍及沿河的一切建筑物。同时在暴雨沿坡面汇流时，可将坡面大量的固体物质、土料随水冲下，形成黄土塌陷、滑坡、泥石流等自然灾害，给当地群众和国家财产造成巨大的经济损失。

1977年7月29日，山西省运城翟王山一带降特大暴雨（暴雨中心2h 50min降雨464mm），所有河沟山洪直泻，冲毁小型水库4座，民房5500间坍塌，死伤455人，南同蒲铁路停车42h。图1-3为洪水冲毁农田时的景象，冲毁农田35000亩，冲走粮食75万kg，2000多人的财产荡然无存，灾情十分严重。



图 1-3 运城翟王山一带洪水冲毁农田

1988年8月6日，山西省汾阳县大暴雨形成边山河道洪水齐发，冲毁河堤，洪水决堤泛滥，淹村庄96个，受灾3万余人，死亡50余人。图1-4为洪水冲毁河堤的景象，洪水决堤，水利设施40处均毁于洪水，全县损失近2亿元。



图 1-4 汾阳县洪水冲毁河堤

1.2 山洪灾害的成因

我国位于欧亚大陆东南部，是世界著名的东亚季风气候区，夏季暴雨频发。每年夏季自南向北先后出现华南前汛期暴雨、江淮梅雨期暴雨、华北和东北夏季暴雨，以及华南盛夏热带暴雨。我国又是一个多山的国家，广义的山丘区包括山地、丘陵和比较崎岖的高原，约占全国陆地面积的 2/3，远高于世界平均水平。我国也是一个人口大国，山丘区人口广布，约占全国总人口的 1/3，山丘区的社会经济是我国社会经济的重要组成部分。通过对山洪灾害发生区的降雨、地质地貌、测报手段、防洪标准、水患意识、人为活动、水系等方面进行分析，国内大多数学者认为山洪灾害大致是由 4 个方面的因素所致。①气象水文因素；②地质地貌因素；③人们水患意识差，滥垦滥伐、交通建设等活动导致森林破坏、水土流失严重，形成恶性循环的生态环境；④部分地区没有水库及电站联合调度的优化方案，测报手段落后，减灾应变措施少。山洪灾害的形成发展以及危害程度是由包括降雨和地形地质在内的自然因素和人类活动的社会因素共同造成的。

1. 气象水文因素

山洪是一种地面径流水文现象，同水文学相邻的地质学、地貌学、气候学、土壤学及植物学等都有密切的关系。山洪形成中最主要和最活跃的因素，乃是水文因素。山洪的形成必须有快速、强烈的水源供给。暴雨山洪的水源是由暴雨直接供给的。中国是一个多暴雨的国家，在暖热季节，大部分地区都有暴雨出现。由于强烈的暴雨侵袭，往往造成不同程度的山洪灾害。降雨时间集中，降水强度大，往往造成持续或集中的高强度降雨。80% 以上的水量都集中在夏季，特别是集中在 7 月中旬至 8 月，这一时期降水强度特别大，因此，各地时常出现大雨、连阴雨，特别是雷阵雨形式的暴雨或大暴雨。发生山洪灾害地区由于前期降雨持续偏多，使土壤水分饱和，地表松动，局部短时强降雨后，降雨迅速汇聚成地表径流而引发溪沟水位暴涨形成山洪。

2. 地形地貌因素

地形是指地势高低起伏变化，即地表的形态，分为高原、山地、平原、丘陵、台地、盆地六大基本地形形态。

地貌即地球表面各种形态的总称，与地形类似，地貌划分为山地、盆地、丘陵、平原、高原等五种。地表形态是多种多样的，成因也不尽相同，是内外力地质作用对地壳综合作用的结果。内营力地质作用造成了地表的起伏，控制了海陆分布的轮廓及山地、高原、盆地和平原的地域配置，决定了地貌的构造格架。而外营力（流水、风力、太阳辐射能、大气和生物的生长和活动）地质作用，通过多种方式，对地壳表层物质不断进行风化、剥蚀、搬运和堆积，从而形成了现代地球表面的各种形态。

一般认为，普通地貌类型应该按形态与成因相结合的原则划分，但由于地貌形态、地质营力及其发育过程的复杂性，目前尚没有一个完全统一的分类方案，一般采用形态分类和成因分类相结合的分类方法。中国地形复杂，山区广大。按各种地形的分布百分率计，山地占 33%，高原占 26%，丘陵占 10%。因此由山地、丘陵和高原构成的山区面积超过

全国面积的 2/3。在广大山区，每年均有不同程度的山洪发生。陡峻的山坡坡度有足够的动力条件顺坡而下，向沟谷汇集，快速形成强大的洪峰流量。

地形的起伏对降雨的影响也极大。湿地空气在运动中遇到山岭障碍，气流沿山坡上升，气流中水汽升得越高，受冷越严重，逐渐凝结成雨滴而发生降雨。地形雨多降落于山坡的迎风面，而且往往发生在固定的地方。从理论上分析，暴雨主要出现在空气上升运动最强烈的地方。地形有抬升气流，加快气流上升速度的作用；因而山区的暴雨大于平原，也为山洪的形成提供了更加充分的水源。

地质条件对山洪的影响主要表现在两个方面，一是为山洪提供固体物质，二是影响流域的产流与汇流。

山洪多发生在地质构造复杂，地表岩层破碎、滑坡、崩塌、错落发育地区，这些不良地质现象为山洪提供了丰富的固体物质源。此外，岩石的物理、化学风化及生物作用也形成松散的碎屑物，在暴雨作用下参与山洪的运动。雨滴对表层土壤的充蚀及地表水流对坡面及沟道的侵蚀，也极大地增加山洪中的固体物质量。

岩石的透水性影响流域的产流与汇流速度。一般来说，透水性好的岩石有利于雨水的渗透。在暴雨时，一部分雨水很快渗入地下，表层水流也易于转化成地下水，使地表径流减小，对山洪的洪峰流量有消减的作用；而透水性差的岩石不利于雨水的渗透，地表径流产流多，速度快，有利于山洪的形成。地质变化过程决定流域的地形。构成流域的岩石性质，滑坡、崩塌等现象，为山洪提供物质来源，对于山洪破坏力的大小起着极其重要的作用。但是决定山洪是否形成，或在什么时候形成，一般并不取决于地质变化过程。换言之，地质变化过程只决定山洪中夹带泥沙多少的可能性，并不能决定山洪何时发生及其规模。因而山洪是一种水文现象而不是一种地质现象，但是地质因素在山洪形成中起着十分重要的作用。

山洪灾害易发地区的地形往往是山高、坡陡、谷深、切割深度大，侵蚀沟谷发育，其地质大部分是渗透强度不大的土壤，如紫色砂页岩、泥质岩、红砂岩、板页岩发育而成的抗蚀性较弱的土壤，遇水易软化、易崩解，极有利于强降雨后地表径流迅速汇集，一遇到较强的地表径流冲击，便形成山洪灾害。由于地貌形态主要是山区和丘陵区，且山高坡陡、谷深河窄、地理形势立体化特点显著，又由于自然植被覆盖率较低、土质松散，这就出现了一个水土保持能力低下的弱点，暴雨一来无力抵御，必然会引起山洪暴发，所以每年汛期都有局部地区遭受山洪灾害。

3. 人类活动因素

山洪就其自然属性来讲，是山区水文气象条件和地质地貌因素共同作用的结果，是客观存在的一种自然现象。人类活动增强，对自然环境影响越来越大，增加了形成山洪的松散固体物质，减弱了流域的水文效益，从而有助于山洪的形成，增大了山洪的洪峰流量，使山洪的活动性增强、规模增大、危害加重。

同时，由于经济建设的需要，人类的经济活动越来越多地向山区拓展。若开发不当，则可能破坏山区生态平衡，促进山洪的暴发。例如，森林不合理的采伐导致山坡荒芜、山体裸露、加剧水土流失；烧山开荒、陡坡耕种同样使植被遭到破坏而导致环境恶化。缺乏

森林植被的地区在暴雨作用下，山洪极易形成。山区修路、建厂、采矿等工程建设项目弃渣，将松散固体物质堆积于坡面和沟道中，在缺乏防护措施情况下，一遇到暴雨不仅促进山洪的形成而且会导致山洪规模的增大。陡坡垦殖扩大耕地面积，破坏山坡植被；改沟造田侵占沟道、压缩过流断面致使排泄不畅，增大山洪规模和扩大危害范围。山区土建设计施工中，忽视环境保护及山坡的稳定性，造成山坡失稳，引起滑坡与崩塌；施工弃土不当，堵塞排洪沟道，降低排洪能力。

长期以来由于人们对自然环境进行的不合理开发和掠夺性经营，造成高山植被被破坏，使本来就不平衡的生态环境又出现了更加严重的失调，为洪水泛滥成灾提供了条件。人类活动还可能造成河道不断被侵占，使山地失去水源涵养作用，也容易引起山洪的发生。

4. 防洪标准因素

我国大部分山地丘陵地区水利工程拦蓄洪水能力较低，山区河道行洪能力较差，防洪标准低，水利工程设施的格局不平衡造成拦蓄洪水能力低，河道阻塞行洪能力差，部分地区没有水库及电站联合调度的优化方案，测报手段落后，减灾应变措施少。防洪标准低难以抵挡大而来势迅猛的山洪。河道的泄洪能力降低，也是山洪灾害形成的重要因素之一。

1.3 山洪灾害的防治

1.3.1 山洪灾害防治的原则

山洪灾害防治需要遵循以下原则：

(1) 坚持“以防为主，防治结合”“以非工程措施为主，非工程措施与工程措施相结合”的原则，着重开展责任制组织体系、监测预警、预案、宣传培训等非工程措施建设，对重点保护对象采取必要的工程保护措施。

(2) 坚持“全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理”的原则，根据山洪灾害防治区的特点，统筹考虑国民经济发展、保障人民生命财产安全等多方面的要求，做出全面的规划，并与改善生态环境相结合，做到标本兼治。

(3) 坚持“突出重点、兼顾一般”的原则，山洪灾害防治要统一规划，分级分部门实施，确保重点，兼顾一般。采取综合防治措施，按轻重缓急要求，逐步完善防灾减灾体系，逐步实现近期和远期规划防治目标。

(4) 坚持“因地制宜、经济实用”的原则，山洪灾害防治点多面广，防治措施应因地制宜，既要重视应用先进技术和手段，也要充分考虑中国山丘区的现实状况，尽量采用经济实用的设施、设备和方式方法，广泛深入开展群测群防工作。

1.3.2 山洪灾害防治对策

1. 非工程措施

非工程措施对策主要包括加强防灾知识宣传、开展山洪灾害普查、建设监测预警系

统、落实责任制并编制预案、实施搬迁避让、加强政策法规建设和防灾管理等。

(1) 加强防灾知识的宣传培训。《全国山洪灾害防治规划》要求在全社会加强山洪灾害风险宣传培训，增强群众防灾、避灾意识和自防自救能力，使山洪灾害防治成为山丘区各级政府、人民群众的自觉行为。

(2) 开展山洪灾害普查。《全国山洪灾害防治规划》开展了大量的山洪灾害普查工作，分析了山洪灾害发生的特点和规律，研究了山洪灾害临界雨量的确定方法，为山洪灾害预警提供了较为可靠的依据。但是由于规划工作的局限性，大量的隐患点还没有被发现，同时由于气候因素、人类活动因素等，还可能造成一些新的隐患或灾害点出现。因此，需要不断地加大普查力度，扩大普查范围，为防御工作提供决策依据。

(3) 建设监测预警系统。《全国山洪灾害防治规划》新建自动气象站 3886 个，多普勒雷达站 44 个；新建自动雨量站 8735 个，水文站 466 个，人工简易观测站 12.5 万个；布设泥石流专业监测站（点）1926 个，滑坡专业监测站（点）2676 个，山洪泥石流和滑坡群测群防村组 11880 个。规划建设连接 30955 个监测站（点）通信、1836 个县级信息共享平台专业部门间网络互连，配置 12.5 万套无线广播警报器以及锣、鼓、号等人工预警设备。

(4) 落实责任制并编制山洪灾害防御预案。《全国山洪灾害防治规划》建立山洪灾害防御责任制体系，县、乡、村逐级编制切实可行的预案，建立由各级政府部门负责的群测群防组织体系，在有山洪发生征兆和初发时就能快速、准确地通知可能受灾群众，按照预案确定的路线和方法及时转移。

(5) 实施搬迁避让。《全国山洪灾害防治规划》对处于山洪灾害危险区、生存条件恶劣、地势低洼而治理困难地方的居民拟采用永久搬迁的措施，结合易地扶贫，引导和帮助危险区居民在自愿的基础上做好搬迁避让。

(6) 加强政策法规建设和管理。《全国山洪灾害防治规划》要求制定风险区控制政策法规，有效控制风险区人口增长、村镇和基础设施以及经济发展。制定风险区管理政策法规，规范风险区日常防灾管理，维护风险区防灾管理、山洪灾害地区城乡规划建设的管理，维护风险区防灾减灾设施功能，规范人类活动，有效减轻山洪灾害。

2. 工程措施

对受山洪及其诱发的泥石流、滑坡严重威胁的城镇、大型工矿企业或重要基础设施，《全国山洪灾害防治规划》要求适当采取必要的工程措施，保障重要防护对象的安全。工程措施对策主要包括山洪沟治理、病险水库除险加固、水土保持等。

(1) 山洪沟治理。山洪沟治理措施主要有护岸及堤防工程、沟道疏浚工程、排洪渠等。规划采取工程措施治理的山洪沟约 18000 条，需加固、新建护岸及堤防工程长度 94710km，加固改造和新建排洪渠工程 89650km，疏浚沟道 8920km。

(2) 病险水库除险加固。规划除险加固的病险水库均为小型水库，共 16521 座，其中小（1）型水库 2999 座，小（2）型水库 13522 座。

(3) 水土保持。山洪灾害防治区有水土流失面积 145km²需要治理。治理措施将结合《全国水土保持生态环境建设规划（1998—2050 年）》的实施进行。

1.3.3 山洪灾害防治存在的问题

1. 防灾预案村组落实不到位

目前，乡镇编制的防灾预案中，虽然明确了组织结构和职责任务，制定了预警和执行程序、人员撤离路线以及救灾措施，但各村组没有编制自己的预警和执行程序、人员转移路线，加上组织者、预警员、抢险突击队成员均为兼职，没有经费支撑，平时不注意熟悉预案，导致山洪来临时防灾预案无法落实，群众无所适从。

2. 监测、通信、预警设施建设严重滞后

山洪灾害具有突发性和不确定性，防御工作需要较高水平的预警预报作为支撑。由于测报站点稀少，信息传递手段落后，预报精度和时效性差，尤其是降雨落点预报效果不够理想，很难组织起有效防御。现有的通信设施多数建于20世纪80年代，设备老化，可靠性差，预见期短，极难适应“测得准、报得快”的要求。

3. 防御工程标准低、规模小、质量差

山丘区都是一些经济欠发达地区，群众很难拿出更多的财力物力用于防灾设施建设。现有的一些设施都是灾后应急而建，整体性差、标准低、质量差，难以发挥防护作用，一旦山洪暴发，沿河城镇、村庄、农田、道路极易被毁。

4. 防治经费投入严重不足

山洪灾害防治是一项综合性的系统工程，由于灾害隐患点多、面广、量大且类型不一，需要投入大量的人力、物力和财力。目前，国家还没有建立起山洪灾害防治投资机制，加上发生山洪灾害的地区多数是贫困县区，山洪灾害防治至今没有专项经费，导致哪里受灾哪里防治，一直处于“亡羊补牢”的状态，直接影响着当地经济发展和建设小康社会进程。

5. 防洪意识不足

防洪工作是一项极其重要的社会应急事务和公共安全保障工作，事关人民群众的生命财产安全，事关经济发展和社会稳定。近年来，随着防洪能力有所提高，部分干部群众防洪意识有所淡化，对防洪工程措施重视，但对防洪非工程措施重视不够，防洪意识有所松懈。少数部门和乡镇防洪责任制停留在文件上、墙壁上。我们一定要克服麻痹侥幸的思想，扎扎实实做好防汛、抗洪、抢险各项准备工作。

1.4 山洪灾害的预警

山洪预警系统的核心内容是山洪预报。山洪预报对于洪水控制、水库调度、发电、灌溉等工作至关重要，对防洪减灾具有重大的意义。如果能科学地预测山洪过程的发生、发展及洪量，就能采取必要的措施防御和管理洪水，将其可能产生的灾害限制在一定范围内，以尽量减少经济损失和对社会的不利影响。防御和管理洪水是建立山洪预警系统的一个重要举措。

目前，国内采取的山洪灾害预警预报技术途径通常是首先对山洪灾害的危险性进行判

别和预测，再根据灾害的威胁程度划分危险等级区并划分山洪易发区；通过与先进的监测和预报技术相结合，对暴雨山洪进行实时监视，并预测山洪灾害发生的危害程度和时间，最后做出准确的山洪预测预报。

1.4.1 山洪灾害的预警方法

山洪灾害预警方式多样，有的通过判断山洪灾害发生程度划分山洪灾害危险区进行山洪灾害预警，有的是先确定山洪灾害发生指标，再通过对指标的监测进行山洪灾害预报。山洪灾害的预报形式基本相同，都是通过监测，把即将发生的山洪灾害通过山洪灾害预警平台将信息发布出去，以达到对山洪进行预报的效果。根据2012—2015年山洪灾害事件统计，造成人员伤亡的山洪灾害事件中50%以上为溪河洪水灾害。对于溪河洪水灾害，当前主要采用雨量预警和水位预警。

雨量预警指标和水位预警指标是山洪灾害预警的重要指标，2010年以来，我国持续开展山洪灾害防治项目建设，共建设4.5万个自动雨量监测站和1.7万个自动水位监测站，雨量站与水位站数量比约为2.8:1，同时还建设了大量简易雨量报警器、简易水位站，形成了覆盖山洪灾害防治区的监测网络。根据现阶段山洪灾害调查评价审核汇集成果（至2016年6月初），各地在开展山洪灾害调查评价时，以雨量预警指标为主，雨量预警指标和水位预警指标数量之比为6.4:1。

1. 雨量预警

山洪灾害的形成机理非常复杂，植被情况、山体坡度、地质地貌、土壤和降雨等诸多因素都与山洪灾害的发生有着密切的联系，其中降雨是引发山洪灾害的最直接外动力因素。当一个小流域某时段内降雨量达到或超过某一量级和强度时，形成的洪水流量刚好为河道的安全泄洪能力，大于这一降雨量将可能引发山洪灾害，把此时的降雨量称为临界雨量。临界雨量是目前山洪灾害预测预报的重要指标，对山洪灾害防治有着重要的意义。

以上所述的山洪临界雨量法一般主要采用回归统计或者水文模型的方法来确定，通过分析山洪灾害形成条件和历史山洪发生的降雨情况，并在气象预报和实际雨情基础上，以临界雨量为依据或建立预报模型，用以预测山洪灾害发生的可能性。

2. 水位预警

水位预警是通过分析防灾对象上游一定距离内水位站的洪水位，将该洪水位作为水位预警的指标，根据预警对象控制断面成灾水位，是推算上游水位站相应水位的一种预警方式。

以溪河洪水为主的山洪采用水位预警的方式，具有物理概念直接、可靠性强、适用范围广的优势，尤其适用于支沟主沟汇流洪水顶托、流域内有调蓄工程、地下河或雪山融水等状况的山洪预警。水位监测站配合本地化的预警设备还可以对强行涉水过河、漂流、河边宿营等情况起到警示作用。在山洪灾害预警预报中，判断一个居民点是否会发生山洪灾害，最终都要归结为比较溪沟或者河道里的洪水位与预警点居民区高程的关系，即洪水位与成灾水位的关系。与雨量预警指标相比，水位预警指标概念更明确，省去了雨量预警指标中由降雨推求洪水的过程，使用更加方便。