

# 成都山地所山地灾害研究

钟敦伦 王成华

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

**提 要** 30 年来我所在建立山地灾害学过程中,培养造就了一支老中青结合的从事山地灾害及其防治研究的科技队伍;完成了国家和地方的科研、生产任务 300 余项. 这些成果不仅促进了学科的发展和完善,而且在发展国民经济和减灾防灾中起着重要的作用.

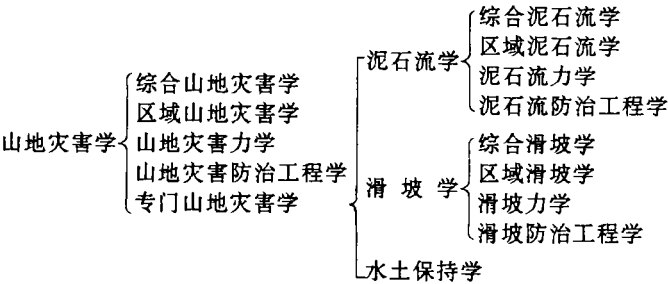
**关键词** 山地灾害 山地灾害学 泥石流 滑坡

1964 年我所(当时叫中国科学院地理研究所西南地理研究室)开始从事山地灾害研究. 目前所内为山地灾害研究设有:泥石流研究室、东川泥石流观测研究站、滑坡研究室、山地水土保持研究室和山地灾害防治设计室. 我所的山地灾害研究专业机构设置依据是中国科学院学科规划,承担山地灾害学科理论研究和全国山地灾害减灾防灾任务. 现仍以泥石流滑坡研究为主,对我所山地灾害研究作一分析.

山地灾害是山地环境在演化过程中伴生的,或人类不合理经济活动激发的,给人类生产生活带来不利影响的各种自然、人为事件的总称.

据此山地灾害研究对象是山区特有的灾害,即:泥石流、山洪、高含沙洪水、滑坡、崩塌、冰崩、雪崩(以上属突发性山地灾害),水土流失(属慢性进行性山地灾害).

研究山地灾害要涉及总体的共性和个体的特性. 这就构成:



山地灾害学是一门新兴的应用性边缘学科;涉及地学和力学数学、软科学和硬科学、自然科学和社会科学、传统科学和现代科学等的交叉;既要探索基础理论,又要解决生产任务. 因此在山地灾害研究中配备好专业就显得格外重要,有关配套专业计 20 来个.

发展完善一门学科,还得要有人才. 人才的培养是通过多种途径的,如吸收缺口专业人员,招生研究生,往国内外送攻博生、进修生,吸引博士生、博士后,派访问学者,以及更新山地科学知识,掌握新技术、新手段、新方法. 目前我所已建立起一支专业配套,技术全面,掌握国内外研究动态和主攻方向,既能从事基础理论研究的、又能在国民经济建设主

战场上发挥重要作用的、老中青结合的山地灾害及其防治研究的科技队伍。

研究力量的壮大,便可为学科理论发展完善和生产实践的需要来进行研究。

## 1 研究条件与研究宏观战略

### 1.1 研究条件

我所自成立以来,在院的领导下,研究条件不断获得改善。

#### 1.1.1 野外观测研究站

据山地灾害及其防治研究的需要,我所建立了若干个山地灾害台站。

1. 东川泥石流观测研究站 位于云南省东川市绿茂塘乡蒋家沟内,由计算机控制半自动化观测,观测项目齐全,测试分析手段先进,观测资料丰富,属中国科学院对外开放台站,每年接待数批国内外泥石流学者和工程技术人员来站工作、学习和考察。目前此站已成为泥石流及其防治的野外观测研究试验基地。

2. 九寨沟景观生态观测站 为了保护著名的九寨沟世界自然历史遗产和旅游风景区,在中国科学院、四川省建委和九寨沟管理局的大力支持下,建立了九寨沟泥石流观测站,并逐步演化为以研究景观与生态为主的综合性研究站。目前该站已开展和准备开展的研究项目有:大气各要素,地表水、地下水及水质,植物群落演替,动物种群演变,土地肥力演变,景观演变和泥石流活动等的监测。该站为我国旅游风景区开展景观与生态的研究开了先河。它将不断为九寨沟开发建设提供科学依据,同时也将成为我国培训景观与生态和山地灾害与生态的科技人员的基地。

3. 金龙山滑坡观测试验站 在中国科学院和水利部、电力部的支持下,建在雅砻江二滩。该站拥有国内外较先进的滑坡动态监测仪器及设备,1984年投入运行以来,已积累了大量资料和研究成果,接待过国内外学者、专家、大专院校有关专业师生近1000人。目前该站已成为滑坡及其防治研究和培训人才的基地。

#### 1.1.2 实验室

为了能在各种条件下进行山地灾害研究,建立能控制边界条件的实验室是必要的。

1. 泥石流流动力学模型实验室 建立于1990年,设动力学、静力学、流变学、物理化学实验室,能开展各类泥石流、挟沙水流和清水的各种基本理论试验和模型试验。试验设备的技术指标先进,拥有一系列计算机控制的测试仪器;试验流程为循环式,循环系统规模可观,试验物件可反复使用,能满足不同时间尺度的泥石流试验需要。实验室建成以来作了大量的泥石流基本理论试验和生产试验,在理论上和生产上显示出重要作用。

2. 滑坡模拟实验室 拥有中型滑坡模型实验台,以及与之配套的岩土工程实验室。实验仪器设备较先进、量测技术完善,能做土质滑坡的各类模型实验和岩土的全部实验。该实验室已成为我国研究滑坡的重要实验场所之一。

#### 1.1.3 计算机及其他先进设备

目前我所各山地灾害研究专业机构共有计算机16台,在院的支持下将添置工作站1台,并有各种外围设备和软件。此外有红外测距系统、陆地摄影成图系统、大气降水遥测系统、雷达测速系统、地声与超声波泥位报警系统、地震勘探和地质雷达探测系统等。

### 1.1.4 野外用现代化仪器和设备

我所除前述室内用的设备外,野外用的有:录相摄像系统、电影摄影系统、全球定位系统(GPS),轻型高山帐篷、高山厨具和高山御寒设备等,以保证野外作业的质量与安全。

## 1.2 研究的宏观战略

要完善一门新兴的边缘学科,必须从战略角度出发,对研究方向、路线与决策作出可行的规划和确定长远的目标。

### 1.2.1 研究方向

据学科发展、社会主义市场经济及减灾防灾的需要,我所山地灾害研究方向如下。

1. 区域山地灾害研究 主要研究山地灾害的发生、发展与演化规律、分类与类型、分布与分布规律、区域分异规律和山地灾害活动与自然环境及人类经济活动的关系等。

2. 山地灾害力学研究 主要为山地灾害形成、运动和堆积规律(包括泥石流的启动、汇流、流速与流速分布、流态、流量、冲击力、冲淤变化规律、流变学、静力学和物理化学性质、动力学方程和运动学方程,滑坡发生与运动过程的力学机制)的研究。

3. 山地灾害预测预报和警报研究 主要为山地灾害预测预报和警报原理、物理数学模型、技术方案、预警报体制和避难体制的研究。

4. 山地灾害防治的研究 主要为山地灾害防治原理、防治方案、防治措施、防治体系与防治效益的研究。

### 1.2.2 研究路线与研究决策

在国家和我院的研究方针指导下,确定了我所山地灾害的研究路线和研究决策。

1. 调动优势力量,狠抓基础研究 基础研究是应用研究的储备和坚强后盾,没有完善的基础理论,就不会有先进的应用技术。对此我所十分重视,积极调动优势力量,对山地灾害学的基础理论问题进行深入地研究和探索。

2. 调动主要力量,积极开展应用研究 应用研究不仅能满足发展经济建设和提高人民生活水平的需要,而且也是推动基础研究的原动力。因此我所也十分重视应用研究,主要通过参加国家攻关项目和国家重大建设项目的研究,为国家进行宏观经济建设布局、确定重大工程项目和减灾防灾提供理论依据。

3. 积极投入科技市场,尽快把科技成果转化为生产力 山地灾害研究属公益性研究,是既为当代又为子孙后代造福的研究工程,社会效益很大,受保护对象的经济价值也很大,但直接增值的经济效益相对较小,因此投入市场运转有较大难度。尽管如此,我所仍抓住各种机遇把科研成果投入市场,使之尽快转化为生产力。

4. 努力作好开发工作 开发工作能为科研积累资金,而科研工作能为开发工作提供应用技术,两者相辅相成。因此我所根据办院方针,积极抽调力量,抓开发工作。通过多年的努力,已有所面目,今后将为我所的科研工作做出应有的贡献。

## 2 研究成果及其所起的作用

我所山地灾害及其防治研究的成果丰硕,促进了学科的发展和山区的持续发展。

## 2.1 研究成果

30年来我所承担山地灾害及其防治研究方面的国家攻关、国家自然科学基金、院部省级重大、重点和其他项目共300余项。由此完成研究报告400余份,出版学术专著12种,论文集6册,专辑6册,专题地图2套,录像片3部,在国内外学术刊物上发表或国际会议上宣读的论文800余篇。这些成果一般都经主办单位组织专家鉴定或验收,其中大多水平甚高或较高。在经鉴定或验收的成果中,部分获国家级、院部省级的奖励,其中荣获全国科学大会奖3项,国家科技进步奖2项,院部省级重大科技成果奖2项、科技进步一等奖2项、二等奖8项。

## 2.2 研究成果对山地灾害学所起的作用

### 2.2.1 山地灾害区域研究与区域山地灾害学

30年来我所对山地灾害做了大量的区域研究,掌握了丰富的资料。在分析、总结资料的基础上,大体形成了区域山地灾害学及其分支学科的基本理论,如山地灾害的发生发展演化理论、分类理论、分布与区域分异规律理论、危险度区划理论和独特的研究技术路线与工作方法<sup>[1-21]</sup>。这对区域山地灾害学的形成起到了重要作用。

### 2.2.2 山地灾害静力学、动力学、运动学研究及山地灾害力学

我所对山地灾害力学取得了大量的数据和资料。在分析、整理、提炼资料后,对山地灾害的力学性质有了深入了解,建立了山地灾害及其分支灾害泥石流、滑坡半经验或半理论性的力学模型和运动学方程<sup>[1,3-5,9-17,22-26]</sup>,为山地灾害力学的形成奠定了基础。

### 2.2.3 山地灾害预测预报、警报和生物工程研究与山地灾害防御工程学

为了减灾防灾、保护国家财富和人民生命财产安全,开展了山地灾害的预测预报和预警研究;为了削弱泥石流危害能力、降低泥石流暴发频率、缩小泥石流规模,开展了生物工程研究。由此获得了大量资料,在分析、整理资料的基础上,对山地灾害的预警报原理、监测系统、仪器设备、预警报方案、体制及生物工程预防山地灾害的原理,生物在生态环境中的重大作用、维系与恢复区域生态平衡的技术方案和具体措施,以及植物根系的固土力学<sup>[1-3,5,7-9,11,14-16,21,27]</sup>有了深刻的认识,形成了山地灾害及其分支学科的预测预报、警报系统工程和生物预防工程理论,为山地灾害防御工程学的形成打下了基础。

### 2.2.4 山地灾害防治研究与山地灾害防治工程学

为了减轻和防止山地灾害对重要保护对象的危害,开展了山地灾害防治研究,积累了丰富的经验,对山地灾害的防治工程系统有了较深刻的认识,大体形成了山地灾害及其分支灾害的防治理论<sup>[1-15,21,23,28]</sup>。这对山地灾害防治工程学的形成起着重要作用。

## 2.3 研究成果对山区持续发展所起的作用

### 2.3.1 为山区经济建设和资源开发提供了减灾防灾的科学依据

在山区要开发资源和宝藏,必须兴建铁路、公路、大型水利水电工程和工厂、矿山、居民点、城镇、乃至城市。为了减轻和防止山地灾害造成的危害,在选址时必须查明山地灾害的活动方式和危害状况,提出安全可靠的防治方案和可行的防治措施与技术。我所的许多研究成果是在山区建设的推动下开展起来的,如成昆铁路泥石流综合防治研究、二滩水电站、三峡水利枢纽等重大工程项目的山地灾害防治预研究等;有的是根据国民经济建

设的长远规划需要开展起来的,如青藏高原、横断山区、大西南和西江流域的山地灾害防治预研究等。这为我国山区国民经济建设布局和新建项目的减灾防灾提供了科学依据。

### 2.3.2 保护了山区的国家财富和人民生命财产的安全

我所在开展大区域山地灾害防治研究的同时,也十分重视县级和灾害点山地灾害的综合防治研究。如辽宁省岫岩县山地灾害十分活跃,曾多次造成大范围的山地灾害,损失惨重,我所在深入查明当地山地灾害活动规律的基础上,提出了综合防治规划方案。县上在鞍山市政府的领导下,由市拨款 600 万元,县自筹 600 万元,用于搬迁受山地灾害危害严重的 207 条沟内的 3 000 余户居民。1994 年已搬迁 1 000 户,1995 年搬迁完毕。这项规模宏大的预防工程,使 1.5 万余人的生命和数亿元国家财富免遭山地灾害危害;我所规划治理重灾点 40 余处,其中大多数已由当地政府治理,取得了巨大的社会效益、经济效益和生态效益,如四川南坪县城后山,1984 年山地灾害整治工程刚竣工,就发生了一场特大暴雨,在紧邻整治区的上下游都发生了大规模的山地灾害,造成惨重的人员伤亡和巨大的经济损失,但治理区却山体稳定,沟谷完好,保住了县城 5 000 多人口和 8 000 多万元固定资产的安全。

### 2.3.3 减灾防灾与发展经济相结合,促进山区经济增长

山地灾害强烈活动区往往为经济待发展区。区内群众生活条件比较艰苦,要动员群众投入到山地灾害防治工作中来,就必须做到减灾防灾与发展经济相结合,通过减灾防灾给当地群众带来实惠。我所在开展山地灾害治理工作时,十分重视这一点。如四川凉山黑沙河泥石流治理,在水源补给区修建的一座调洪水库,不仅有效地控制了泥石流形成的水源补给,而且与灌溉和渔业结合起来,促进了农副业的发展;在沟源和山坡开展生物工程治理,保护了山地环境,减少了泥石流松散碎屑物质补给,建起了林场,促进了林业的发展;在堆积扇上修建了导流堤,让山洪和泥石流归槽,使导流堤两侧出现了大片土地,一部分土地由政府分给当地农民,有助于他们脱贫致富,一部分土地建成了蚕种场,生产优质蚕种。目前该场已成规模甚大的优质蚕种场,年产值 1 500 万余元,年上缴利税 300 多万元(这相当于该沟整治投资的一倍以上),有力地促进了当地农工贸的发展。又如龙羊峡水电站库区滑坡研究成果,应用于水库运行期,修改了水库原计划长期低水位运行的方案,每年可增加发电量 2.8 亿 kW·h,增加产值约 448 万元。经我所与当地共同整治过的 40 多个灾害点,都在当地经济发展中发挥了重要作用。

## 3 合作研究与学术交流

开展合作研究和学术交流是促进学科发展和防治技术完善,避免同水平重复研究的重要环节。对此我所十分重视。

### 3.1 合作研究

我所积极参与国内外的合作研究。在国内常与有关单位山地灾害的同行共同承担课题进行合作研究,深入探讨山地灾害学的重大理论和实践问题,同时还积极参与区域性学科研究,吸取其他学科的营养,以丰富和完善自己的学科。在国外与美国、德国、日本和新西兰等国的同行共同承担课题,对山地灾害的许多基本理论问题成功地进行了合作研究。

通过国内外的合作研究,有效地推动了山地灾害学的发展和完善。

### 3.2 学术交流

为了使更多从事山地灾害理论和防治实践的科技人员,共同探索山地灾害的基本理论和防治技术,我所积极参与和申请组建各种学术团体,如四川地理学会泥石流专业委员会、滑坡专业委员会,中国水土保持学会泥石流滑坡专业委员会等,以开展经常性的学术交流;同时还在中国科学院和有关学会的支持下,与有关单位协作,成功地组织召开了全国第一届、第二届泥石流学术讨论会,全国泥石流防治经验交流会和首届全国泥石流滑坡防治学术讨论会;此外还与联合国教科文组织协作,成功地在我国召开了国际土壤侵蚀与泥石流学术讨论会<sup>[29]</sup>,与会的国内外专家、学者,对山地灾害的基本理论和防治技术进行了积极的交流和深入的研究,有力地促进了山地灾害学及其防治技术的发展。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院成都山地灾害与环境研究所编著. 泥石流研究与防治. 成都:四川科学技术出版社,1989. 1—342.
- [2] 钟敦伦,谢洪,程尊兰等主编. 低山丘陵区(岷县满族自治县)山地灾害综合防治研究. 成都:四川科学技术出版社,1993. 1—208.
- [3] 周必凡,李德基,罗德富等编著. 泥石流防治指南. 北京:科学出版社,1991. 1—215.
- [4] 杜榕恒,康志成,陈循谦等编著. 云南小江泥石流综合考察与防治规划研究. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1987. 1—283.
- [5] 张信宝,刘江. 云南大盈江流域泥石流. 成都:成都地图出版社,1989. 1—132.
- [6] 杜榕恒,刘新民,袁建模等编著. 长江三峡工程库区滑坡与泥石流研究. 成都:四川科学技术出版社,1990. 1—207.
- [7] 罗德富,吴积善主编. 西南自然灾害及其防治对策. 北京:科学出版社,1991. 18—79,137—149.
- [8] 唐邦兴,柳素清主编. 四川省阿坝藏族羌族自治州泥石流及其防治研究. 成都:成都科技大学出版社,1993. 1—176.
- [9] 国家防汛抗旱指挥部办公室,中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所. 山洪泥石流滑坡灾害及防治. 北京:科学出版社,1994. 1—460.
- [10] 中国科学院成都地理研究所. 泥石流论文集(1). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1981. 1—150.
- [11] 中国科学院成都地理研究所. 泥石流(2). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1983. 1—94.
- [12] 中国科学院成都地理研究所. 泥石流(3). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1986. 1—160.
- [13] 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所. 泥石流(4). 北京:科学出版社,1995. 1—134.
- [14] 《全国泥石流防治经验交流会文集》编审组. 全国泥石流防治经验交流会论文集. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1983. 1—160.
- [15] 中国科学院东川泥石流观测研究站. 中国科学院东川泥石流观测研究站论文专辑(I). 山地研究,1987,5(4): 193—296.
- [16] 成昆铁路北段泥石流及防治研究课题组. 四川境内成昆铁路泥石流论文专辑. 山地研究,1990,8(2):69—136.
- [17] 中国科学院东川泥石流观测研究站. 中国科学院东川泥石流观测研究站论文专辑(II). 山地研究,1991,9(3): 137—203.
- [18] 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所. 金龙山滑坡观测试验站论文专辑. 山地研究,1991,9(4): 205—268.
- [19] 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所,水利部长江水利委员会水土保持局. 长江上游泥石流危险度区划研究论文专辑. 山地研究,1994,12(2):65—128.
- [20] 中国科学院成都地理研究所. 成都地理研究所泥石流滑坡研究二十年(4篇). 山地研究,1986,4(1):14—61.

- [21] Zhong Dunlun, Chen Jinri, Luo Defu *et al.* The mudflow of mining in China. In: The Impact of mining on the Environment. Proceedings Prepared as Part of WNEP/UNESCO/USSR Project. "Geology and Environment", in Two Parts. Part 2. Moscow, Centre for International Projects GKNT, 1989. 71—88.
- [22] 吴积善, 康志成, 田连权等主编. 云南蒋家沟泥石流观测研究. 北京: 科学出版社, 1990. 16—251.
- [23] 吴积善, 田连权, 康志成等. 泥石流及其综合治理. 北京: 科学出版社, 1993. 1—332.
- [24] 田连权, 吴积善, 康志成等. 泥石流侵蚀搬运与堆积. 成都: 成都地图出版社, 1993. 1—237.
- [25] 周必凡. 粘性泥流力学模型与运动方程及验证. 中国科学(B辑), 1995, 25(2): 196—203.
- [26] 崔鹏. 泥石流起动条件及机理的实验研究. 科学通报, 1991, 36(21): 1650—1652.
- [27] 谭万沛, 王成华, 姚令佩等. 暴雨泥石流滑坡的区域预测与预报——以攀西地区为例. 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 1—279.
- [28] 施雅风, 黄鼎成, 陈泮勤主编. 中国自然灾害灾情分析与减灾对策. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1992. 307—313, 330—336.
- [29] Li Tainchi, Shang Xiangchao eds. Mountain Hazards and Environment in China. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 1992. 1—127.

## MOUNTAIN HAZARDS STUDY IN IMHE

Zhong Dunlun Wang Chenghua

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences  
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

### Abstract

Mountain hazards accompanying the evolution of special mountain environment, of which occur owing to human unreasonable economic activities, effect human production and life, even existence and development.

Mountain hazards have been paid attention to by the government and the department concerned because mountain hazards harm human existence environment in the mountainous region along. According to the subject arrangement of Chinese Academy of Sciences, the study department was set up in IMHE. Its task is studying the theory of mountain hazards as well as controlling them in all of our country.

In past 30 years, the department brings up a professional contingent. They have taken on 300 items such as national natural sciences fund, national tackling key problems and so on. completed 400 research reports, and published 12 monographs, 6 symposiums, 2 profession maps. and 3 video disks, and more than 800 papers. Their achievements in scientific reset not only have promoted the development of mountain hazards subject, but also achieved marked benefit on society, ecology and economy.

**Key words** mountain hazard, mountain hazard science, debris flow, landslide