

东川泥石流站开放以来的回顾与展望

杜榕桓 康志成

(中国科学院东川泥石流观测研究站)

提 要 本文扼要介绍了中国科学院东川泥石流观测研究站对外开放三年来,在泥石流观测试验研究和防灾减灾工作中的新进展;同时也简述了站设基金课题、国家基金课题和中外合作交流项目的进展情况;并对今后的观测研究工作提出了展望和建议。

关键词 东川泥石流站 形成运动规律 预测预报系统 区域防治规划 防灾试点工程

云南省东北部的小江流域,是我国泥石流的频发多灾区。总观小江两岸,现代泥石流比比皆是,频频暴发;古代泥石流痕迹斑斑,清晰可辨。泥石流的形成发展、兴衰行止,与自然环境变迁和人类经济活动之间的相互作用,在这里得以充分的显示。分布于小江两岸的 107 条泥石流沟,每年雨季都有数十条沟暴发泥石流,酿成重灾。小江流域以其泥石流分布之广、类型之全、活动之烈、规模之大和成灾之重而成为我国暴雨泥石流的典型发育地区,堪称“泥石流的天然博物馆”。蒋家沟系小江下游右岸一级支流,为国内外著名的大型暴雨泥石流沟,流域面积为 46.8 平方公里,主沟长 13.9 公里,流域呈瓢状,地势起伏大,形成泥石流所必备的松散固体物质、沟谷地形和水动力条件均极为充分,每年雨季暴发泥石流 15 次左右,最多达 28 次,最大流量达 2800 立方米/秒,最大流速达 12 米/秒。泥石流形成、运动过程清晰,侵蚀、输移、冲淤变化多端,结构类型齐全,运动流态多样。泥石流作用对小江主河道及邻近地区的影响亦十分强烈,实为野外条件下直观研究泥石流发生发展全过程、窥测泥石流内在规律、剖析泥石流形成演化过程与周围环境变化和人地关系的理想之地。因此蒋家沟被中外专家誉为“泥石流的天然试验场”。“六五”计划期间在完成中国科学院重大课题《东川泥石流形成发展、运动规律与综合治理研究》的基础上,选定蒋家沟作为永久性的泥石流野外定位观测研究基地,并向中国科学院申报为对外开放台站。经同行专家评审和中国科学院批准,东川泥石流观测研究站(以下简称东川泥石流站)作为中国科学院的首批开放台站之一,于 1988 年正式向国内外开放。

东川泥石流站自开放以来,遵循中国科学院有关开放台站的规定,紧紧围绕站的观测研究方向,开展了泥石流形成机理、运动力学、冲淤过程、堆积特征等方面观测试验研究和泥石流预测预报研究,为泥石流灾害防治、振兴山区经济和环境评估等提供基本参考资料和科学依据。

三年来,在本站开展的科研项目有:站基金课题 15 项(其中 2/3 课题为院外系统的单位承担,他们来自清华大学、北京大学、南京大学、兰州大学、西北大学和水利部水利水电科学研究院等单位,1/3 课题为中国科学院系统的单位承担),国家基金课题 3 项,横向课

本文改回日期:1991-06-20.

题5项,国际合作课题4项(来自美国、日本、新西兰、苏联等国的泥石流专家参加合作)。共有19个单位、4个国家的40多名高中级科技人员和17名研究生、硕士、博士等来站工作。研究的领域涉及泥石流形成、运动、发展的各个方面及其与环境的关系,参加的人员来自科研、教育、勘测、设计和施工等部门的专家、学者和技术骨干。深化规律、突出预测预报、讲究实效、加强综合研究成为主流。每年的观测季节(6—8月),国内外专家学者云集蒋家沟,紧张而有序的观测、严肃而认真的研讨、热烈而悉心的交流,使东川泥石流站充满生机,呈现出一派浓厚的学术气氛。

通过三年来的开放实践,初步认识到,中国科学院制订开放台站的决策是正确的,对我国泥石流学科的发展和防灾都有巨大的推动作用。东川泥石流站的观测研究条件和独具特色的小江泥石流沟群、频频暴发的蒋家沟泥石流,对中外泥石流学者和灾害专家有极大的吸引力。在今后要充分利用这些有利的条件,团结国内外泥石流学者,把开放站办得更好,把泥石流观测研究提高到一个新的水平,使东川泥石流站真正成为我国和国际泥石流观测研究的中心。

1989,1990年,本站实测到泥石流18场,取得了泥石流过程中的降雨,泥石流运动、输沙过程,泥石流冲击力,泥石流冲淤变化和预警报等方面的系列观测数据和样品分析资料,并采用计算机收集整编这些数据,编成观测年鉴。近年来,撰写出版泥石流专著2册,泥石流图片集1册,在国外刊物和国际会议发表论文26篇,在国内会议和刊物发表论文38篇,编辑出版了年报,为配合“国际减灾十年”活动,还编辑出版了《泥石流灾害与防治》等2部录像片。由我站主持承担的院重点研究项目《云南东川泥石流形成发展、运动规律和综合治理研究》,经过五年的努力,于1989年10月通过由中国科学院主持的专家鉴定,并获得1990年中国科学院科学技术进步一等奖和国家科学技术进步三等奖。两年来共接待国内数十批参观访问者约600余人,还接待了美国、新西兰、日本、瑞典、丹麦、德国等学者来站参观访问;此外,本站还资助参加主办了两次国际学术会议和一次国内学术会议,主持和参加了四期泥石流滑坡培训班,长江流域规划办公室还将本站的泥石流预警报方法和仪器推广应用于长江上游灾害性泥石流沟的防治。

通过以上科研和防治实践,大大促进了泥石流这门新兴学科的发展,主要表现在以下几方面。

一、基本理论研究方面的进展

(一)蒋家沟泥石流定位观测研究

本站开放以来,通过7个观测系列,对泥石流进行了全面系统的观测,实测到18场泥石流暴发过程的动态资料,其主要成果有:

1. 在国内首次测得了泥石流流速、泥位、冲击力、地声和冲淤过程线,泥石流体的流变曲线,以及泥石流龙头形态图等,深化了对泥石流性质的认识。

2. 探讨了泥石流形成与滑坡移动、暴雨强度和地下水活动之间的关系,提出了泥石流源地分类系统,首次研究了散流坡泥石流的形成机制和发育过程。

3. 揭示了泥石流流体的组成特点、结构形式和流变模式, 提出了泥石流流态的新分类方案。

4. 探索了泥石流流速与泥深、沟宽、比降、容重、粘度和沟床糙率之间的关系, 建立了一些新的经验和半经验的流速计算公式和流量计算公式。

5. 探明了泥石流地声所特有的振动频率、振幅(强度)、泥石流冲击过程, 建立了泥石流流体和石块的冲击力计算公式。

6. 探讨了泥石流的悬浮和承载特性、输移规律, 阐述了泥石流冲淤过程及其时空分布规律。

(二) 小江泥石流防治实践

1982—1985 年进行了小江流域的泥石流综合考察, 查明该区泥石流沟由 50 年代的 38 条, 发展到目前的 107 条, 通过对泥石流形成发展区域性规律的研究剖析, 提出如下成果:

1. 从大环境着眼、小流域入手, 深入分析了泥石流形成发展与自然环境演化和人类生产活动的关系。明确提出了该区泥石流的形成发展乃是受小江流域特殊的地质、地貌和气候等因素控制; 近二三百年来, 人类不合理的生产活动(砍伐森林烧炭炼铜, 林寨迁徙上山, 陡坡垦殖放牧, 开矿弃碴, 筑路弃土和引水渗漏等), 是导致该区老泥石流复活, 新泥石流丛生的激发因素。

2. 通过对小江全流域的综合考察, 提出了泥石流的系统分类和分区, 并对重灾江段和 25 条成灾严重的泥石流沟进行了详查和编目, 为全流域的泥石流防治规划和重点沟谷整治积累了丰富的科学资料和数据。

3. 在全面考察和分析该区自然环境演变和泥石流形成发展过程的基础上, 提出了小江流域早在地质时期就发育有泥石流, 并把其称为古泥石流。从泥石流遗迹判断, 中更新世末和全新世初曾有过两期泥石流活动的高潮。这一发现和论述, 对人们全面认识泥石流的形成发展规律和确切评价人类生产活动对现代泥石流的影响, 都具有重要的理论意义。

4. 通过对小江河谷 100 平方公里泥石流乱石滩的研究, 提出了“砂石化”这一概念。揭示了在我国南方山地, 目前正在孕育着一种生态环境退化过程, 出现了大面积的“砂石化”现象, 山坡河谷砂石累累, 一片荒凉, 酷似我国大西北的戈壁荒滩。西南山区由于山崩滑坡泥石流等特殊侵蚀作用和水蚀作用对地表的粗化过程而形成的“砂石化”地面, 有别于我国西北地区的“沙漠化”过程, 提出了控制“砂石化”的对策。

二、应用与应用基础研究方面的进展

在进行泥石流基础理论研究的同时, 狠抓了以预测预防为主的泥石流应用方面的研究, 其主要成果是:

1. 探讨了泥石流暴发与前期降水量、暴雨强度之间的关系, 建立了泥石流预报模式; 利用遥测雨量装置在国内率先提出了泥石流预报, 在蒋家沟进行了现场预报, 其准确率达

到85%,预报提前时间为20—45分钟,其方法原理达到国内外先进水平。

2. 根据泥石流运动时所特有的振动频率和振幅、泥位过程线,确立了用地声和泥位进行报警的原理,并应用遥测地声警报器、遥测泥位警报器进行泥石流报警,在蒋家沟现场进行报警试验时,准确率达90%。经专家鉴定,以上两项成果均达到国内外先进水平。

3. 在国内首次提出了泥石流防治要从大环境着眼,小流域入手的观点,以此为指导,提出了以小江流域为单元的泥石流综合考察和防治规划,为全面整治小江泥石流灾害,发展小江流域经济,保护东川市安全,提供了科学依据。

4. 深入分析了小江流域的环境背景、人类活动特点和当地经济发展趋势。提出了统筹兼顾、全面规划、突出重点、抓住要害、因害设防、防治与利用相结合的泥石流治理原则。并拟定了泥石流防治要以城市矿区为先导、以交通能源为重点、以农田村寨为基础的三个层次进行,融防灾与当地经济开发、国土整治和环境保护为一体,以达多种效益的统一。

5. 为了确保山区城市矿区的安全,提出了新的泥石流综合防御体系,即工程防御体系、生物防御体系、预警报体系、管理体系和社会体系。从而把泥石流防灾效益与经济效益、社会效益、生态环境效益统一起来。

三、技术手段研究方面

泥石流是一种突发性灾害现象,是介于普通高含沙水流与滑坡崩塌等块体运动之间的特殊流体。以往无专用仪器,多依靠手工操作或借助于某些水文观测仪器。即使在经济、技术发达的美国、日本,直接用于泥石流观测的仪器也不多。通过五年的观测试验所研制的一些观测仪器设备,有的在国内外尚属首创,填补了这一领域的空白;有的比国外先进、实用,具有我国的特色,适应了我国泥石流观测研究的需要。东川泥石流站的仪器设备之多、观测项目之全,在国内外均处于先进水平。自1981年以来,利用国内协作研制的泥石流专用观测仪器设备有:超声波泥位计、泥石流冲击力设备、泥石流地声测试装置、泥石流采样装置、泥位警报器和地声警报器等。

本站通过三年开放,大大促进了泥石流的观测研究和学科的发展,初步形成了由国内外有真才实学的多学科科学家组成的研究集体,形成了“团结协作、求实创新”的良好学风,创造了较好的观测实验条件,为未来的高难度、高水平的泥石流观测研究工作奠定了基础。

考虑到“国际减灾十年”的目标以及我国山区经济建设对泥石流防灾减灾的要求,今后观测研究工作应侧重如下几个方面:

1. 泥石流的侵蚀、搬运和堆积的研究;
2. 泥石流散布地区灾害环境的发展趋势及优化研究;
3. 泥石流的运动力学及物质成分的观测实验研究;
4. 泥石流沉积环境、时代、形态及结构的系统研究;
5. 泥石流预警原理、方法和仪器研制力求标准化和产品化;
6. 泥石流防治体系和措施的研究,特别是强调对保护城市、交通、厂矿等不同对象防

治体系和措施的研究。

中国科学院将东川泥石流站作为泥石流研究的窗口,向国内外开放的方针是非常正确的。通过三年的实践表明,我站起到了吸引人才(特别是青年科学工作者)、发展学科、交流学术思想、活跃学术空气、推广研究成果的积极作用,扩大了我院泥石流研究队伍在国内外的透明度。本站在开放过程中,接待来自各方面的人士,他们从不同的角度评价东川泥石流站的作用和意义,同时也提出了很多有益的建议。如云南省副省长李树基同志来站视察工作时,明确地提出了开放站的目的是:“了解自然,造福人民”;东川市市长尹平同志来站提出:“科研出成果,防治为人民”。许多科研和教学单位的专家、教授和工程技术人员由于本站的开放,才有机会参加工作,加深了对泥石流的认识,他们在留言簿上写下许多感人肺腑的语言:“东川泥石流站是闪烁在国际科技舞台上的一颗新星”,“东川站精神永存”,“东川站为中华民族争光”。许多外国学者来站工作后,都产生了极大的兴趣,并表示了他们再次合作的愿望。美国一位著名的地质学家和泥石流专家,他到过世界许多国家,参加过各种科学考察,他在我站工作近一个月,在离站时称颂“东川站是一个和睦和有效的家庭”。

尽管在短短的开放过程中我站做了一些工作,在领导和各方的支持下取得了一些进展。但由于开放伊始,泥石流工作起步晚,基础薄弱,水平不高,经验不足,仍存在不少问题,有待深入研究解决。经本站学术委员会和站务委员会多次讨论,今后须在以下几个方面做好工作:

1. 希望进一步提高观测研究水平,瞄准国际泥石流研究的新动向、新水平,发挥自己的优势,采用派出去请进来等方式,进一步搞好搞活开放和国际交流;
2. 更新和改进现有的观测设施,提高观测精度和可靠性,重视科研成果的总结、出版和宣传推广,以利在国际和国内减灾工作中发挥更大的作用;
3. 首先要发挥中老年科学家的指导作用,并以传帮带方式加快青年人的培养,注重学术梯队的建设,订出培养提高青年人具体的计划和措施,以利泥石流观测研究后继有人,不断发展;
4. 由于观测站的仪器设备已逐渐老化,急待改进和更新,这是促进泥石流观测研究跨上新台阶所不可缺少的条件。

RETROSPECT AND PROSPECT OF OPENNING DDFORS

Du Ronghuan Kang Zhicheng

(Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The Xiaojiang River of Yunnan Province is a frequent debris flow region and the Jiangjia Ravine is the typical one with most favorable formational conditions, highest frequency and greatest scale among 107 gullies in this region.

It is significant theoretically and practically to deeply study and observe debris flow in Jiangjia Ravine. Therefore, in 1988, the Chinese Academy of Sciences ratified Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station's (DDFORS) opening for home and abroad scientists.

This paper introduced thoroughly the new advancement in the observation, research and control of debris flows in the opening time for three years. It also demonstrated the warm atmosphere of home and abroad scientists' cooperation and exchange based on 15 stations funded, 3 nations funded, 5 other agencies funded and 4 international cooperation programmes at the ideal site of debris flow environments. The three years of opening confirmed us that the decision to open of Chinese Academy of Sciences is quite right. Some suggestions and prospect for the future researches in DDFORS are given in this article.

Key words Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station (DDFORS), law of formation, preestimate and forecast system, regional prevention planning, pilot project for preventing disasters