

全国泥石流防治经验交流会 论文集

《全国泥石流防治经验交流会文集》编审组

0744

科学技术文献出版社重庆分社

三年八月

中國社會科學院社會學研究所

論文集

（一九八一年一月至一九八一年十二月）



中國社會科學出版社

全国泥石流防治经验交流会 论文集

《全国泥石流防治经验交流会论文集》编审组

科学技术文献出版社重庆分社

编 者 的 话

1981年11月17日至23日在云南省东川市召开的全国泥石流防治经验交流会，是一次回顾与总结我国泥石流防治成果、展望泥石流防治研究前景的重要会议。为了及时交流防治成果，推广防治经验，更好地为山区“四化”建设服务，大会决定出版这次会议论文集。受中国科学院地学部委托，大会选请铁道部科学研究院西南研究所卢昌祺，昆明铁路局科学技术研究所王继康，云南省东川市小江整治办公室陈循谦，中国科学院兰州冰川冻土研究所徐道明和中国科学院成都地理研究所杜榕桓、康志成、章书成、李德基、张有富等同志组成论文集编审组，并由杜榕桓同志负责主编工作。

这本文集以泥石流防治为主要内容，既总结了成功的经验，也记取了失败的教训，这对我国山地灾害防治研究以及泥石流的预防和治理都有重要参考价值。收入本文集的论文，大体上归纳为三部分：第一部分，侧重介绍了我国不同山区、不同类型泥石流综合治理的效益，以及泥石流治理规划的内容和方法等；第二部分，主要论述了1981年我国遭受特大洪灾地区一些泥石流的成因、过程及灾害情况，总结了一些山区泥石流单项工程治理的经验和方法，并以东川蒋家沟为例，分析了泥石流毁坝的原因和应记取的教训；第三部分，重点探讨了与泥石流防治有密切关系的一些基础理论问题，诸如黄土高原泥流的产沙原因、输沙过程，泥石流的分类、动力特征与波状运动等；此外，还就生态环境破坏与泥石流活动的关系、泥石流定位观测研究以及泥石流野外调查方法等进行了论述。

在编审过程中，我们对各篇论文作了删繁就简和一些技术处理，力图论文能简明扼要，生动具体，数据确切，效益可靠，但限于我们的水平，远未达到这个要求，恳望作者和读者们鉴谅，并欢迎批评指正。

中国科学院成都地理研究所对这次编辑出版工作给予多方面的支持和帮助，提供了出版经费，所长丁锡祉教授、副所长唐邦兴同志审阅了全部论文，成都地理所编辑室对文章和附图作了些技术处理工作，曹光尧、李 械同志对外文摘要进行了译校工作，阎金秀、左小荣、温定江等同志承担了附图的清绘、植字工作，统志于此，向他们表示由衷地感谢。

本文集蒙重庆印制第一厂和科学技术文献出版社重庆分社协助印刷出版，谨借此深表谢忱。

《全国泥石流防治经验交流会论文集》

编审组

1982年9月15日

目 录

会议综述·····	大会秘书处(1)
云南东川大桥河泥石流特征及综合治理	
·····	云南省东川市小江整治办公室(5)
	中国科学院成都地理研究所
西藏境内泥石流活动近况及整治·····	杨宗辉(12)
西北铁路沿线水石流防治·····	韩慕吾 臧新炽 孙全德(16)
海南铁矿排土场泥石流的形成与防治·····	李国元(23)
四川喜德县城泥石流防治·····	田连权(28)
四川甘洛利子依达沟泥石流及其防治	
·····	李德基 吕儒仁 唐邦兴 谭万沛 柳素清 刘世建(34)
雅安陆王沟干溪沟泥石流治理简报·····	周 煜(40)
云南东川大桥河紊流泥石流排导工程·····	徐道明 殷崇庆(43)
云南东川蒋家沟泥石流综合治理规划·····	毕 诚(48)
东川市大桥河老鹰棚水土保持措施·····	杨士高 许茂才(51)
宁夏西北轴承厂厂区泥石流防治·····	王景荣 蔡祥兴(54)
泥石流对玉溪河引水枢纽工程的危害及防治·····	李清霞 张仁忠(57)
泥石流生物治理规划简介·····	张有富(59)
泥石流防治研究中的几个问题·····	李鸿琰 邓养鑫(64)
宽甸泥石流初探·····	徐 波(68)
云南东川达德沟灾害性泥石流调查·····	康志成 杜榕桓 陈循谦(71)
1981年嘉陵江上游的泥石流·····	李昭淑 马乃喜 陈吉阳(79)
贺兰山东麓的泥石流·····	李爱弟(84)
拦沙坝消能工的特点·····	周必凡 高 考(88)
泥石流天然停淤场在王家山铁路专用线上的应用·····	曾文章(94)

丁顺坝在整治小江河道中的应用·····	杨文科(97)
大桥河泥石流沟冲淤变化的初步分析·····	殷崇庆(100)
泥石流毁坝分析——以东川蒋家沟为例 ·····	东川泥石流队(103)
治理黄河泥沙管窥 ·····	张崇信(108)
拜格诺液·固两相流动理论在泥石流方面的应用·····	朱鹏程(114)
控制黄河产沙过程是治理黄土高原的基础 ·····	张崇信(120)
密度的不均匀性与混合长度的关系·····	蔡树棠(124)
试论我国泥石流分类·····	杜榕桓 康志成 章书成(126)
小江流域泥石流输沙及河床演变·····	赵席文(133)
试论泥石流的波状运动特征·····	孟河清(139)
论生态环境的破坏与泥石流活动·····	陈循谦(144)
云南东川蒋家沟泥石流观测实验研究概况·····	康志成 章书成 陈景武(147)
泥石流野外调查大纲·····	章书成 康志成 杜榕桓(154)

会议综述

大会秘书处

一、概 况

由中国科学院地学部主持召开的全国泥石流防治经验交流会，于1981年11月17日至23日在云南省东川市举行。会议由云南省东川市人民政府和中国科学院成都地理研究所负责筹备，来自全国15个省市自治区85个单位的100多名代表出席了会议，其中有我国老一辈的地学专家、水文泥沙专家和水利工程专家，也有长期深入第一线指挥泥石流防治工程的各级领导干部，而更多地则是解放后成长起来的我国第一批泥石流专业学者。我国著名的冰川学家、中国科学院学部委员、地学部副主任施雅风教授，成都地理研究所所长、地貌学家丁锡祉教授亲临指导了会议。这是继1980年4月间在四川成都召开的第一届全国泥石流学术会议之后，又一次全国性的泥石流专业盛会。这次会议共收到论文50多篇，有45位代表在会上作了学术报告，内容包括我国各个山区不同性质或类型的泥石流防治，泥石流综合治理或单项防治经验总结，泥石流的分类、输移、运动和河床演变，黄土高原泥流的产沙、输沙、沉沙特点和治理泥沙的探讨，以及泥石流定位观测试验研究和野外调查方法等。会议期间举办了泥石流科技资料影片的观摩活动，通过五部影片，使与会代表对我国暴雨泥石流、冰川泥石流，以及成昆铁路和东川铁路沿路泥石流的分布、特征、危害和防治成果有了直观生动的了解。会议还组织了历时三天的现场观摩活动，代表们实地考察了小江上中游的泥石流沟群，对泥石流给当地工农业生产和人民生活造成的严重灾害表示关切，对东川人民同泥石流灾害进行斗争所取得的成绩表示钦佩，并增强了治理泥石流灾害的信心。代表们以实地考察所见为中心议题，结合全国不同地区，不同类型泥石流防治经验的介绍，总结了我国泥石流防治的基本规律和有效途径，并就今后泥石流科研和防治工作中的重大课题进行了热烈讨论，提出了不少宝贵意见和建议。

二、收 获

(一) 通过现场参观和讨论，与会代表对我国泥石流的形成和现状有了进一步地了解。中国是世界上有名的多山之国，山地面积约占全国总面积的三分之二，由于地质构造复杂，断裂褶皱发育，山体失稳，岩层破碎，地形陡峻，加上有利的季风气候和丰富的水源条件，致使我国成为世界上泥石流分布广泛、类型多样、活动频繁、危害较重的国家之一。我国历史悠久，随着山区人类经济活动的不断扩展，进一步加剧了泥石流的发生和发展。如1981年我国不少山区均发生了暴雨洪灾，在此同时发生的泥石流灾害，也是建国以来最严重的，据不完全统计，仅三条铁路干线（成昆线、宝成线、陇海线的宝鸡至天水段）累计阻车时间长达半年之久，不少城镇、村庄和工矿设施被摧毁，数以万亩计的农田被淹没，伤亡近千人。我国东北的辽南山区，西北的陕南、陇南山区，西南的川西山区、滇东北山区以及青藏高原

南部和东南部山区,都暴发了灾害性的泥石流,使这些山区的经济建设和人民生活蒙受损失。泥石流给国家造成的奇灾大难,向人们敲响了警钟:山区建设必须高度重视和防止泥石流灾害,否则,要吃大亏。当前,我国已进入全面开创社会主义现代化建设的新阶段,必将对山区自然资源的开发利用提出更多的要求,这就尤其需要我国泥石流工作者同其他相邻学科的专家一道,加强对泥石流灾害的调查研究,特别对那些本来就孕育着泥石流发生条件的山区,更要做好深入细致的考察研究,以便对我国山地自然环境有一个全面的了解和清醒的估计,提高对泥石流潜在危害的鉴别和预测,进而针对各个山区泥石流发育和活动特点,因地制宜地进行预防和治理。与会代表所提出的学术报告和防治经验总结,在一定程度上反映了我国近年来的泥石流防治工作,在实践与理论的结合上又向前迈进了一步。这方面的成果反映在泥石流综合治理、单项工程或生物治理、泥石流防治规划、工厂厂区泥石流防护、矿山开采过程中排土(石)场泥石流防治及铁路公路跨越泥石流沟的防治等。此外,在泥石流防治工作的推动下,我国泥石流工作者所进行的区域泥石流考察、典型泥石流沟调查、定位观测试验研究以及相应的理论研究,也有了新的进展。黄土高原是我国泥石流的主要分布区,也是我国水土流失最严重的地区,而黄土高原治理的成败,对国计民生影响极大,到会代表从黄土高原产沙、输沙和沉沙的规律进行分析,对治理黄河泥沙提出了有益的意见。所有这些成果,会议论文集都作了收录,以供有关部门和广大读者参考。代表们一致热望,会议所反映的我国泥石流灾情以及所提出的建议,能够引起国家有关领导机关的重视,牵头研究对策,采取有效措施,加强泥石流灾害的治理和预测预报工作,把山区泥石流灾害缩减到最小程度。研究和治理泥石流,对于多山的我国来说,是一项保护自然环境生态平衡、保障山区四化建设顺利进行、造福子孙后代的大事,切不可等闲视之。

(二) 通过学术交流和实地考察,代表们对小江流域泥石流的分布、形成、活动、危害和防治现状有了初步认识。大家认为,小江河谷发育在著名的小江深大断裂带上,高大的山体和陡峻的谷坡,在新构造运动和地震作用下,稳定性极差,滑坡崩塌比比皆是,而人类不合理的经济活动(砍伐森林,陡坡垦殖,过渡放牧等)又和这些自然因素交织在一起,导致该区泥石流具有分布广、密度大、暴发频繁、规模巨大、类型齐全等特点。在东川市附近小江两岸不足90公里的范围内,有灾害性泥石流沟50多条,每年夏季在暴雨激发下,一条条泥石流破山而出,倾入小江谷地,直接危害着这里的铁路、公路、矿山、城镇、村庄、农田、水利设施和江道整治,泥石流灾害已成为阻碍东川市及其邻近地县四化建设的拦路虎。不仅如此,泥石流每年输送的大量泥沙通过小江转送入金沙江,在交汇处形成急流险滩,把金沙江逼向对岸,将严重影响此段江道的开发利用。在这样一个不大范围内,泥石流如此发育,而且危及国民经济的各个方面,这在我国其它山区是罕见的。世代饱受泥石流灾害之苦的东川人民,对根治泥石流,改变山河面貌有着强烈的愿望和要求。近一二十年来,我国交通、冶金、水利和泥石流科研部门,结合当地经济建设的需要,开展了小江流域泥石流的考察和定位观测试验工作,并在当地政府领导下,同社队群众相结合,对灾情较重的大桥河、蒋家沟、石羊沟和老干沟等进行了综合治理或工程防护,取得了显著成效。这个良好的开端,增强了人们征服泥石流的信心。然而,由于小江泥石流活动方兴未艾,不少泥石流沟正处在发育阶段,山坡不断被泥石流所蚕蚀,河谷继续被泥石流所淤填,泥石流防治工作还远远赶不上泥石流发展的速度。尽管蒋家沟自修建导流堤后的十多年来未发生堵江之患,但并不能完全排除暴发较大规模泥石流再次堵江的可能。居安思危,面对现实,不能不认真思虑东川地区泥石流今后的发展前途,并采取相应地防治对策。因此,到会代表认为,应当结合当地

工农业发展的实际需要,从全面根治泥石流这个大目标出发,从改变山河面貌这个大环境着眼,振奋“愚公移山,改造中国”的革命精神,针锋相对,坚持不懈,一代一代地同泥石流灾害斗争下去,逐步变生态环境的恶性循环为良性循环,最后达到根治泥石流灾害之目的。

(三) 通过讨论,大家一致认为,不能只孤立的看一条泥石流沟或一次泥石流的活动状况如何,而应当把泥石流的形成演化、兴衰行止同所在山区地理环境的变迁和人类经济活动的史今联系起来,全面分析,探求规律,制订切实可行的防治规划。治理泥石流同样要从改变大环境入手,逐步建立一个杜绝或减少泥石流产生的地理环境,使祖国的山川大地,真正成为人们赖以生存的场所。近十多年来,我国泥石流专业工作者同广大群众相结合,在泥石流防治方面取得不少进展。云南、四川、甘肃、陕西、西藏、辽宁等省区一些泥石流沟,以及成昆铁路、陇海铁路、宝成铁路、川藏公路、甘川公路、川云公路等沿线泥石流沟,都有一些初见成效的防治实例;我国华中、西南一些山区的矿山泥石流也在防治上做了不少工作。但是,总观各个山区泥石流防治现状,存在以下几种倾向:即重视治理,轻视预防;重视工程措施,轻视生物措施;重视单项工程治理,轻视综合治理;重视单一沟谷的勘测设计,轻视全流域或大地貌单元的统一规划等。所有这些,都不利于全面有效地根治泥石流灾害。

三、建 议

(一) 泥石流是山区常见的一种突发性的自然灾害现象,研究这种灾害现象的发生发展及其改造利用的科学称为泥石流学。由于泥石流及其防治的研究,与山区经济建设和人民安危休戚相关,从而使这门新兴的、应用性较强的学科脱颖而出,并获得了较快的发展。在党的关怀领导下,在不到二十年的时间里,培养出了一支泥石流专业队伍,他们活跃在祖国的各个山区,历尽艰难险阻,同当地群众一道,为征服泥石流灾害做出了贡献。为了促进这门学科的尽快发展,经济有效地预防和治理泥石流灾害,建议做好这几方面的工作:(1)在广泛深入地研究泥石流基本理论问题的基础上,应着重加强泥石流防治理论和技术方法的研究,面向生产,面向实际,加强规划,使泥石流预防和治理工作有可靠的理论依据和技术指导;

(2)建立全国泥石流情报网,创办泥石流学术刊物,与国际泥石流或山地灾害等有关学术组织建立联系,以利加强国内外学术交流;(3)开展全国泥石流灾害登记和泥石流沟编目工作,进行泥石流分类、分区和制图工作,为确保山区四化建设的安全提供基础资料和科学依据;(4)为了统筹协调上述工作,建议成立全国泥石流灾害防治委员会或全国山地灾害防治委员会。

(二) 鉴于云南东川小江流域是我国泥石流灾情最为严重的地区,当地工农业生产对泥石流防治的要求十分迫切,而该区泥石流的频繁暴发,亦便于直观研究泥石流的形成、运动和堆积的全过程,因此建议把东川地区作为我国泥石流观测、试验研究和防治工作的主要基地,由云南省牵头,有关单位参加,成立“小江流域泥石流防治委员会”,以现有的东川市小江整治办公室为基础,适当扩充编制,充实技术力量,加强领导,作为该委员会的常设机构,具体负责泥石流防治的勘测、设计和施工任务。建议中国科学院将东川地区泥石流研究列为重点科研项目,在现有的中国科学院成都地理研究所蒋家沟泥石流观测试验站的基础上,充实人力,改进设备,完善观测试验内容,力争近二三年内建成半自动化观测系统,使其成为我国泥石流综合观测试验研究的重要基地,为预防和治理泥石流提供科学依据。以蒋家沟为点,以小江流域为面,点面结合,以点带面,进行小江全流域的泥石流考察,制订切实可

行的全流域泥石流防治规划,拟订重点泥石流沟治理方案,为有计划的、逐步的治理小江泥石流打下基础。并建议国家水土保持部门或其它有关部门,把小江流域泥石流防治列入国家基建投资项目,作为国土整治的组成部分,以期保证泥石流防治规划的实施。

(三) 鉴于我国是一个多山的国家,而泥石流又是山地众多自然灾害中具有突发性的一种,已成为山地开发利用中不可忽视的一大祸患。因此,必须把泥石流灾害的预防和治理工作与各个山区经济发展、生产规划紧密结合起来,逐步建立以林为主,多种经营,全面发展的经济结构,既要“靠山吃山”,更要“保山养山”,这两者要相辅相成,统筹兼顾,做到合理地、有节制地开发利用山地自然资源。建立新的生态平衡,这是一项利国利民、造福子孙后代的伟大事业,要坚持不懈地奋斗下去。

(四) 建议出版《全国泥石流防治经验交流会论文集》。受地学部委托和与会代表的推选,由成都地理研究所主持,兰州冰川冻土研究所、铁道部科学研究院西南研究所、昆明铁路局科学技术研究所和云南省东川市小江整治办公室等单位参加,共同组成编审小组,具体负责论文集的编审工作。

SUMMARY OF CONFERENCE

Secretariat of Conference

Abstract

On Nov. 17—23, 1981, the National Conference for Exchanging Experiences on prevention and Control of Debris Flows was convened in Dongchuan, Yunnan Province by Geographic Department, Academia Sinica. More than one hundred representatives from fifteen provinces attended this conference. In this meeting, 54 theses were received and 45 representatives made academic reports. The results follow:

1. the conference summed up the experience of the prevention and control of various debris flows in the mountainous regions of our country and considered that to carry out synthetical which combined the engineerings with vegetative measures is an essential way to control debris flow;

2. the prevention and control of debris flow must take suitable measures to local conditions. In some mountainous regions, the unitary measure of control may be adopt;

3. the debris flow disasters are tending to worsens due to the inappropriate human activity. Thus, the prevention and control of debris flow have not only involved the technique but also the social management and the economic system.

云南东川大桥河泥石流特征及综合治理*

云南省东川市小江整治办公室

中国科学院成都地理研究所

大桥河是小江流域一条大型泥石流沟。本文重点论述该沟泥石流基本特征和综合治理措施, 以及通过治理后所取得的初步效益。

一、大桥河泥石流特征¹⁾

大桥河上游支沟浑水沟和清水沟多次发生过泥石流, 浑水沟主要产生粘性泥石流, 清水沟主要产生洪水和稀性泥石流。所以, 大桥河是小江右岸稀性和粘性泥石流交替出现的一条大型泥石流沟。

据调查和访问资料, 在上世纪末和本世纪初, 大桥河泥石流十分活跃, 暴发频繁, 有时甚至一天暴发多次, 浆体浓稠, 规模也大, 给下游造成严重灾害^[1]。据东川地方志记载, 1906年涨大水, 高十余丈, 三间房子大的石块如同漂汤元一样。泥石流冲进下游村庄和寺庙, 泥浆漫淤的高度可达佛像的脖子。石块密集的龙头呈岛状堆积, 由此推断这是粘性泥石流, 估计浆体容重在2.0吨/立方米以上。本世纪六十年代以后, 泥石流浓度减小, 逐渐变稀, 表面有浪花, 可以漂浮的石块其粒径大多为1—2米, 规模也较过去大为减小, 泥石流在堆积扇上把以往泥石流龙头和堆积体之间的坑凹逐渐淤平, 变成了现在这样较为平整且具有一定坡度的“沙坝”²⁾。堆积扇纵坡在上部为0.043, 中部为0.039, 下部为0.033。泥石流分带堆积现象明显: 堆积扇顶部为粘性泥石流, 中部为稀性泥石流, 下部变为挟沙水流。

据1977年对一次泥石流的痕迹调查和1979年泥石流实测资料, 大桥河上游支沟浑水沟仍暴发粘性和稀性泥石流, 而在主沟和堆积扇上转变成稀性泥石流或挟沙水流。

1977年8月1日在浑水沟暴发了一次粘性泥石流, 流量175立方米/秒, 容重1.93—2.16吨/立方米, 固体颗粒平均粒径为2.54—8.06毫米, 龙头挟带的石块粒径为0.5—1.0米。1979年7—8月对浑水沟发生的洪水、稀性泥石流和粘性泥石流进行了观测和取样分析(表1), 大桥河由浑水变为粘性泥石流, 相应地容重由1.16变为2.17吨/立方米, 含水量由80%以上减少到14.5%。浑水中的固体物质几乎全由小于2毫米的泥沙组成, 其中粒径小于0.005毫米的粘粒占固体物质含量的13.9%, 颗粒组成较为均匀, 粒度直方图表现为单峰型。粘性泥石流中粒径大于2毫米的砾石占固体物总量的34—56%, 粒径小于0.005毫米的粘粒仅占固体物总量的6—9%, 粒度变化范围宽, 直方图表现为双峰型(附图)。

* 本文由康志成、陈循谦执笔。参加此项总结的还有殷崇庆、章书成、杜榕桓、陈景武和兰肇声等。

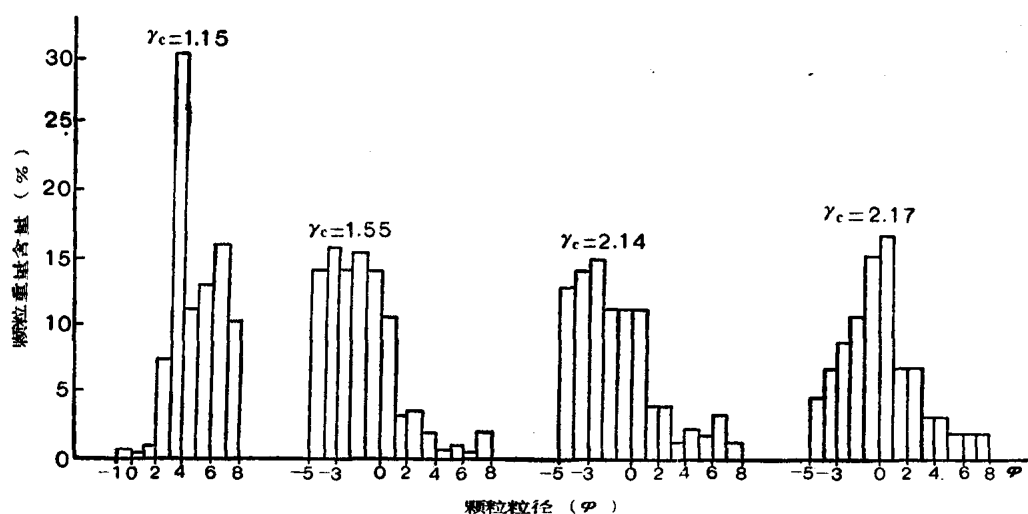
¹⁾ 本节引用了王裕宜实验报告的部分结果。参加此项实验的还有刁惠芳、何淑芬、何昌惠等。

²⁾ 当地将泥石流堆积扇称为沙坝。

表 1

1979年7—8月大桥河流体样品分析值

取样时间 年 月 日	流 体	容 重 (吨/米 ³)	泥石流浆 体 容 重 (吨/米 ³)	中值粒径 (毫米)	平均粒径 (毫米)	分选系数	粘粒含量 (%)	浆体静切 力 (达因/厘米 ²)	浆体粘度 (厘泊)	水土比
1979、7、16	洪 水	1.16	1.15	0.03	0.06	0.06	13.90	4	5.5	0.0350
1979、7、20	稀性泥石流	1.55	1.17	3.60	9.20	8.80	3.86	0	6.0	0.0278
1979、8、22	粘性泥石流	2.14	1.40	3.00	8.10	7.90	6.22	5	10.0	0.1137
1979、8、22	粘性泥石流	2.17	1.68	0.94	3.52	3.47	8.74	20	22.5	0.2355



附图 大桥河浑水及泥石流样品颗粒粒度直方图

ϕ —— 颗粒粒径; 0ϕ —— 粒径为 1 毫米;
 1ϕ —— 粒径为 0.5 毫米; 3ϕ —— 粒径为 0.125 毫米;
 5ϕ —— 粒径为 0.032 毫米; -1ϕ —— 粒径为 2 毫米;
 -3ϕ —— 粒径为 8 毫米; -5ϕ —— 粒径为 32 毫米

粒度特征用中值粒径 d_{50} 和平均粒径 $M_d = \frac{d_{84} + d_{16}}{2}$ 表示。中值粒径 d_{50} 随泥石流容重的递增而加大。浑水的中值粒径 d_{50} 为 0.03 毫米, 粘性泥石流的中值粒径 d_{50} 为 3.00—0.94 毫米, 即为前者的 93—29 倍。分选系数浑水为 0.06, 分选性好; 粘性泥石流的分选系数为 7.90, 即为浑水的 140—60 倍, 毫无分选。

资料分析表明, 流量大的稀性泥石流也可以出现无分选的图式, 这是流量大, 流速快, 泥石流搬运能力亦大所造成的。泥石流浆体尽管不能代表泥石流的流变特征, 但两者之间仍有一定关系。大桥河泥石流中粘土矿物以伊利石为主, 含有少量蒙脱石和石英, 离子交换总量为 1.98 毫克/100 克。烘干土 (0.5 毫米) 的二氧化硅含量为 50.96%, 三氧化二铝的含量为 24.76%, 三氧化铁的含量为 4.36%。全量中钾的含量 6075 毫克/100 克土, 钠 775 毫克/100 克土, 故有较强的分散性 (分散度分别为 68.74% 和 71.69%)。

大桥河流域浑水沟两侧崩坍、滑坡发育, 滑坡体裂隙水中含盐量高达 4.756 克/升, pH=7.8, 偏碱性。以上水土质对泥石流的形成和运动都有很大的影响。

二、泥石流综合治理措施及效益

(一) 综合治理措施

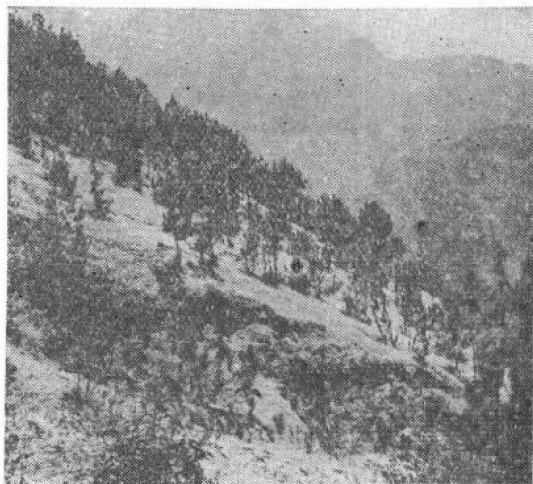
根据大桥河泥石流发生、发展及运动特点,结合东川市工农业生产的需要,采取了全面规划、综合治理(生物措施和工程措施相结合)、除害和兴利相结合的方针。在治理过程中,坚持沟坡兼治和生物治理为主的治理方法,有计划,有步骤地进行整治工作,并在整治过程中不断观测其效果和变化。

大桥河泥石流治理措施包括稳、拦、排三个方面,现分述如下:

1. “稳”主要是在泥石流形成区植树造林,在支毛冲沟中修建谷坊,目的是增加地表被覆,涵养水分,减缓暴雨径流对坡面的冲刷,增强山体稳定,抑制冲沟发育。通过五年多的连续治理,在支毛冲沟中修建干砌、浆砌毛石谷坊 189 座,并在两岸造林 14511 亩,植树 20 万株。除了大面积的荒山造林外,还在堆积区营造三公里长的护堤林和护路林,达 4.5 万多株,现已初见成效(照片1)。根据防治规划,在10—15年内,可使流域上游完全郁闭成林。

大桥河的植树造林,是根据立地条件、海拔高度和山坡稳定程度来进行规划的,实行乔、灌、草结合的治理方法。在林种的选择和配置上,本着先发展水土保持林、薪炭林,然后逐步发展用材林,并以乡土树种为主,针阔叶混交林为主的原则进行。实践证明,在植被严重破坏的荒山和风蚀水蚀严重的地区,必须采取乔、灌、草三者结合,才能真正发挥其保持水土的效益。

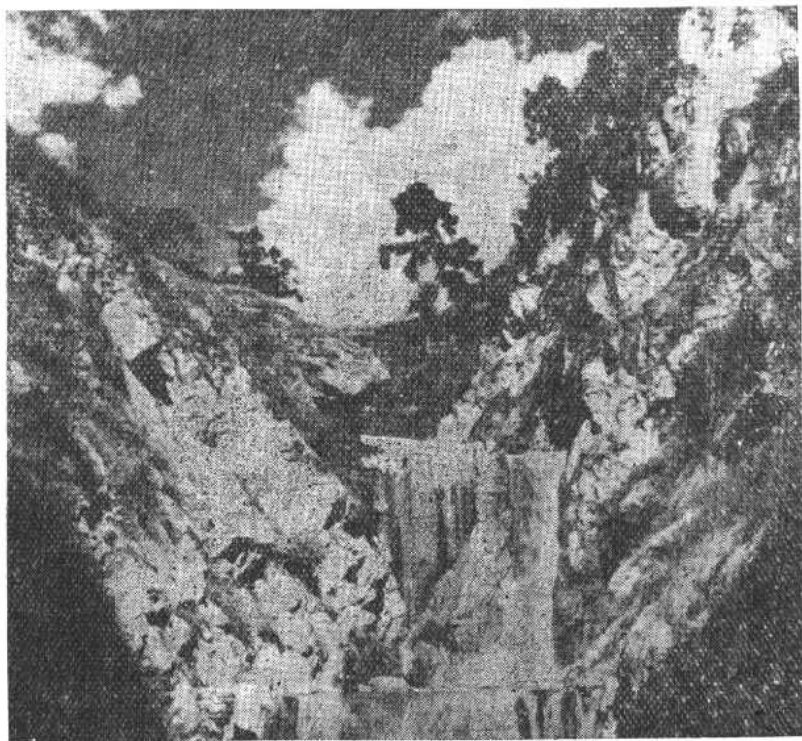
2. “拦”主要是在沟谷中修建挡坝,用以截留泥石流下泄的固体物质,防止沟床继续下切,抬高局部侵蚀基准面,加快回淤速度,稳住山坡坡脚,减缓沟床纵坡,抑制泥石流的发展。现已完成拦挡坝七座,总坝高 64.5 米(照片2—3),清水沟内建造格栅坝二座(照片4),总坝高 12 米。



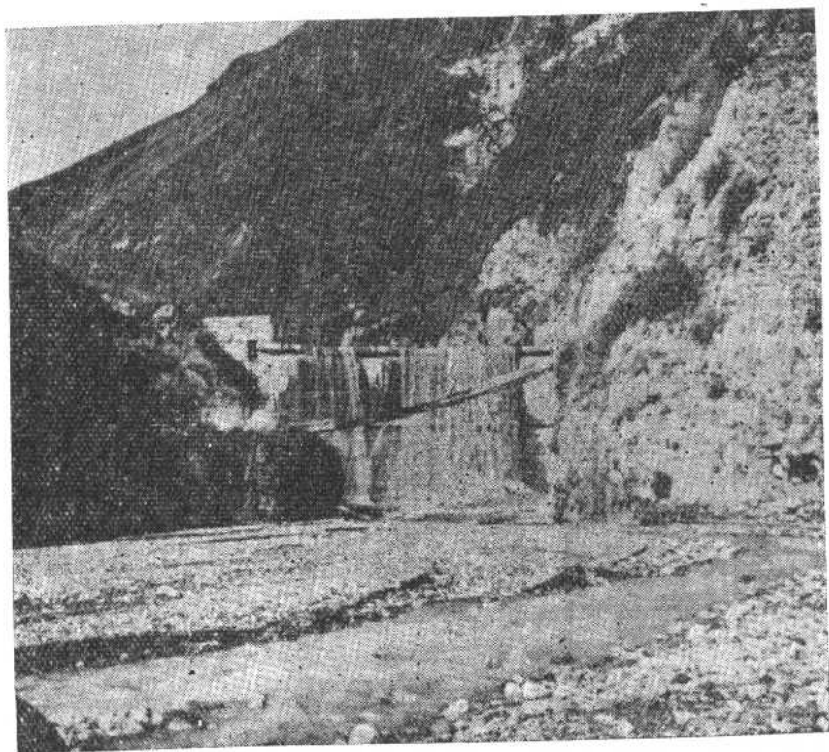
照片1 该流域护坡林长势喜人(康志成摄)

拦挡坝设计主要包括坝址选择、基础设计和坝体设计三个方面。坝体的选择应尽量做到:(1)平面上的合理性,即泥石流下泄时尽可能全面通过溢流口,减小单宽流量;(2)选择在比较固定的沟床上,并注意上下游纵坡的衔接;(3)尽可能选择在基岩出露的沟段;(4)运输和施工条件比较方便。基础设计除慎重确定坝下冲刷外,还应满足:(1)保证地基强度和稳定性;(2)保证地基变形值在容许范围内。由于补给固体物质的多寡、暴雨量大小、沟床宽窄变化等因素的制约,一场泥石流可能包含着前期洪水—稀性泥石流—粘性泥石流—稀性泥石流—洪水的转变过程。因此,坝体的设计必须考虑以上三种流体的个别作用。

3. “排”主要是建造排导建筑物,防止对下游居民区、道路和农田的危害。这是改造和利用堆积扇,发展农业的重要工程措施。大桥河排洪道按照二十年一遇的标准设计。设计流量上段为132立方米/秒,下段为170立方米/秒(泥石流容重为1.4吨/立方米)。设计纵坡取堆积扇平均纵坡0.038,过水断面采用矩形,上段为10×2.4米,下断为15×2.4米。排洪道两



照片 2 大桥河主2#坝 (康志成摄)



照片 3 大桥河浑1#坝 (康志成摄)

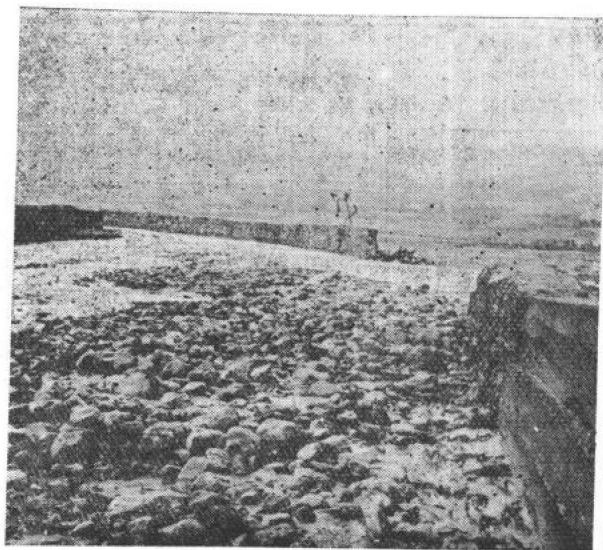


照片4 大桥河格栅坝（胡平华摄）

侧全部填土成堤，内侧为毛石浆砌挡土墙结构，总长4500米。

上游采用综合治理措施后，排洪道主要受到冲刷的威胁。为此，每隔20—30米（上段每隔20米，下段每隔30米）设置防冲肋板一个，插入河床。肋板顶部呈凹型曲面而齐平于原河床面。

泥石流属于高浓度输沙问题，目前国内研究的尚少，亦无较成熟的计算公式，只凭借经验进行设计。一般认为，为了便于泥石流排泄，排洪道纵坡应以偏大一些为好。但往往由于受地形条件的限制，不能任意提高纵坡。所以，排洪道的设计除了尽可能选择较大的纵坡之外，还应考虑合理的设计断面，使其宽深比适应于输沙能力。大桥河排洪道据1979年和1981年两次泥石流输送情况看，容重为1.6吨/立方米、粒径为20厘米的石块均能输送到下游，说明其断面设计是合理的，输沙性能是理想的（照片5）。



照片5 输送到排洪道下游而堆积的石块（陈景武摄）

（二）综合治理的效益

采取综合治理后，五年来大桥河泥石流已初步得到控制。1977，1979年暴发过两次泥石

流,最大泥石流流量为185立方米/秒(相当于五十年一遇的设计流量),各道拦挡坝经受了考验,坝体完好,拦挡固体物质约50万立方米,拓宽了沟床,回淤纵坡为原沟床纵坡的58—92%。

在堆积扇上,新垦农田3700亩,保护原有农田1340亩。这不仅为东川市扩大农业收益起到了一定作用,而且还为保障下游铁路运输畅通起到了很好的效果。

通过大桥河泥石流综合治理的实践,我们有以下体会:

1. 生物措施与工程措施的关系问题

工程措施和生物措施的关系是相互依存,相互促进的。生物措施费省效宏,能够从根本上控制泥石流,但见效慢;工程措施见效快,但投资大,花工多,需要经常维修。根据两者的利弊,我们认为治理荒山谷坡,应以生物措施为主,在必要时辅以简单的工程措施。治理沟壑,要工程先行,但生物措施要紧紧跟上。原因是工程措施蓄水拦泥,为植物提供良好的水、土条件,以利植物的生长,促进其早日发挥作用,各类工程在生物作用下得到巩固并延长使用年限。

2. 确定回淤纵坡的意义

为了预防沟床冲淤变化对拦挡坝的影响,在沟床内建造了几道坝,构成坝群。坝群间各个坝相互依赖和相互制约是防治沟床下切和保护坝体安全的有效措施,坝间淤积物的表面坡度即回淤纵坡乃是坝群设计的重要依据之一。表2为大桥河泥石流拦挡坝群回淤纵坡的实测数据。

表2 坝群回淤纵坡

沟床纵坡 起始地点	建坝前纵坡(%)	建坝后回淤纵坡(%)		
		1977年	1978年	1979年
主1*坝至主2*坝	4.7			4.1
主2*坝至浑1*坝	5.8	4.0	3.5	4.0
浑1*坝至浑2*坝	6.2	5.0	4.5	5.3
浑2*坝至浑3*坝	7.5	6.9	5.8	6.9

大桥河泥石流回淤纵坡为原沟床的70%,蒋家沟达90%。两沟回淤纵坡的不同,与两者泥石流性质差异有关(蒋家沟泥石流容重高达2.3吨/立方米,而大桥河一般在1.8—2.0吨/立方米)。

3. 拓宽沟床、减小纵坡对抑制泥石流作用的分析

在大桥河沟道内所建的拦挡坝群,除了拦蓄固体物质之外,还通过淤积来拓宽沟床,减小纵坡,达到抑制泥石流的作用。可以想象,如果人们能够造成一定宽度和一个小于泥石流运动比降的沟床,泥石流则完全可停积下来。例如1977年8月一次流量达185立方米/秒、容重为2.0吨/立方米的泥石流,通过上游三道拦挡坝减缓纵坡、拓宽沟床和消能作用之后,致使泥石流龙头没有到达沟口以外的堆积区,而是在主沟床的主1*坝址前停积下来。

4. 排洪道的肋板结构及其对防止挟沙水流和洪水冲刷的分析

在东川地区,对于山区高含沙水流或偶然有稀性泥石流(容重1.4—1.6吨/立方米)出现的沟谷,采用肋板结构的排洪道,都已取得良好效果。这方面的实例除大桥河外,还有石羊沟和田坝干沟等(照片6)。

1979年8月22日,深水沟发生了一场容重为2.17吨/立方米的粘性泥石流。经拦挡坝的消能,拦截和清水沟的稀释(稀释后容重为1.8吨/立方米),泥石流仍可进入排洪道,并出现阵性(共11阵),把平均粒径2厘米,甚至10—20厘米的石块也能输送到排洪道尾部(见照片5)。这次泥石流通过排洪道的流量为61.7立方米/秒,流速达5.61米/秒。但由于排洪道设有防冲肋板,未产生冲刷。因公路桥阻塞龙头,冲毁尾部一段侧墙,由于泥沙大量淤积,有240米长的排洪道发生溯源淤积。因此,要及时做好排洪道的清淤工作,以确保安全。



照片6 东川田坝干沟排洪道助板结构(康志成摄)

参 考 文 献

- [1] 康志成等, 1981, 云南东川大桥河泥石流形成条件及发展趋势的分析, 泥石流论文集(1), 科学技术文献出版社重庆分社, 第20—25页。

CHARACTERISTICS OF DEBRIS FLOWS AND THE SYNTHETICAL CONTROL IN DAQIAO RIVER, DONGCHUAN, YUNNAN

Dongchaun office for harnessing Xiaojiang River Chengdu

Institute of Geography, Academia Sinica

Abstract

Daqiao River is a large debris flow gully in the Xiaojiang River Basin, Dongchuan City, Yunnan Province, where micro-viscous and viscous debris flows occurred alternately. The volume weight of debris flow γ_s is 1.6—2.0 t/m³. The middle size is 0.94—3.60mm. The viscosity η is 6.0—22.5 ep. Since 1976, a synthetical way which combined the engineering with vegetative measures has been adopted for controlling the Daqiao River debris flows. For five years and more, the disasters of debris flows had been controlled so as to bring farmland 8000 mu under cultivation and ensure safety in railway and highway transport, which affords the useful reference for preventing and controlling debris flow in our country and carrying our synthetical control in small basin.