

RESEARCH AND PREVENTION
OF DEBRIS FLOW

泥石流研究与防治

中国科学院成都山地灾害与环境研究所 编著



四川科学技术出版社

泥石流研究与防治

中国科学院成都山地灾害与环境研究所 编著

四川科学技术出版社

1989年·成都

责任编辑：孙 特
封面设计：李 勤

泥 石 流 研 究 与 防 治

Nishiliu Yanjiu yu Fangzhi

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所)

四川科学技术出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

成都前进印刷厂印刷

1989年12月第1版 开本 787×1092毫米1/16

1989年12月第1次印刷 字数 530 千

印数 1—2000 册 印张 23 插页 9

书号：ISBN7—5364—1429—3/P·27

定 价： 9.40 元

前 言

成昆铁路是四川和云南两省之间的主要交通干线，也是我国西南地区的国防要道之一。由于该线穿越在川西南山地和云贵高原边缘的崇山峻岭之中，泥石流活动历来十分活跃。成昆铁路从建设到运营，一直不断遭受泥石流的危害，经常给国家和人民的生命财产带来重大损失，成为开发山区，建设山区的一个严重的潜在威胁，是我国巩固西南国防的一大隐患。所以，铁路系统、科学研究部门、大专院校，以及沿线的各地方部门都对成昆铁路沿线的泥石流进行了大量的研究和防治工作，为减轻泥石流的危害、预防和避免重大事故的发生发挥了应有的作用，取得了一定的效果和较好的经济与社会效益。

但是，随着成昆铁路的通车运营，山区的经济得到迅速发展，山区人类经济活动也日益频繁和加剧，其中不合理的人类经济活动也不断发生。不合理的人类经济活动对山区的生态环境产生了不良影响，从而使沿线山区生态平衡失调。这不仅加强了自然泥石流的活动强度，而且造成各种人为泥石流的频繁暴发。致使泥石流对成昆铁路的危害有日渐加重的明显趋势，因此，加强该线的泥石流防治研究迫在眉睫。

成昆铁路北段泥石流防治研究这一任务正是在这种形势下提出的。当时四川省基本建设委员会，根据国务院（1982）128号文《国务院批转铁道部关于铁路沿线泥石流情况及防止发生灾害报告的通知》的精神，致函中国科学院，请成都地理研究所（现成都山地灾害与环境研究所）开展成昆铁路泥石流综合治理科学研究。中国科学院根据四川省基本建设委员会的要求，下文由我所承担该项任务。由于该任务生产性强，要求具体，时间紧迫，不但涉及面广，而且涉及单位多，因此，我们在接受任务时，向四川省建委建议组成一个领导小组，由省政府一位领导任组长，主持科研工作，协调科研与生产，科研单位与生产单位和各有关单位之间的关系，同时组成一个业务组，由成都地理研究所牵头，包括铁路部门和地方单位共同组成，并建议省政府和铁路部门应落实部分经费，在省建委同意逐步落实有关的问题后，我们按院部文件和川建委文件精神开题，组成了“成昆铁路北段泥石流防治研究”课题组，制定了1983—1987年的全面规划和1983年度的执行计划，为了促进和保证该项任务的胜利完成，率先独家开展了工作。中国科学院为了支持该项生产性强的课题，1983年6月将此项目列入院重点课题。但是，虽经省建委多次努力，在我们顺利完成1983年任务后，需进一步落实1984年计划时，仍然无法落实省建委文件中指出的“认真治理泥石流，确保铁路运输安全，它与有关部门的关系也很密切，需要各方面的共同努力，密切配合才能收到效果”的具体组队原则和经费问题。1984年1月11日经省计委同意，该项生产研究任务改为以理论研究为主的项目，由成都地理所单独承担。

为了更好地完成这样一项特殊的具有生产性很强的理论研究项目,成昆铁路泥石流防治研究课题组遵循了如下两个原则:(一)本着科研为生产服务的宗旨,坚持对成昆铁路北段沿线的泥石流进行了全面、系统和综合性的实地考察。几年来,我们在人员缺少,经费紧张的情况下,克服了考察工作中交通和生活上的各种困难,沿铁路线由北向南徒步考察了北起沙湾站附近的曹沟(K174+483)南至师庄沉降所附近的师庄小桥沟(K808+027)全长约63⁰公里。对穿越铁路线的每一条沟谷逐条作了分析判断,确定其性质,判出可能发生泥石流沟谷;对近百条泥石流沟的全流域进行了较详细的调查和实地考察,确定了泥石流规模和性质;对近50条沟进行取样分析;对有较好观测条件的沟谷进行了半定位观测,如盐井沟等;对在考察期间发生的泥石流,也尽量及时赶赴现场进行调查,如蔡家沟、拉姑子沟、勒古洛奔沟等,取得和收集了第一手资料。通过我们的实地考察和室内分析研究,确定了四川境内成昆铁路沿线有泥石流沟367条,提出了有严重危害和中等危害的泥石流沟谷87条,指出了可能遭受泥石流危害的车站27个*;对所有的泥石流沟划分了危害等级和对铁路造成危害的方式;在对铁路系统已采取的大量防治工程进行实地调查和综合评价的基础上,提出了防治四川境内成昆铁路沿线泥石流的规划,防治对策和治理泥石流的具体措施,为铁路系统今后预防泥石流危害、减少泥石流造成突然袭击方面打下了良好的基础,给沿线进一步防治泥石流危害提供了科学依据。(二)在开展野外实地考察的同时,我们充分全面理解了该课题转为理论研究为主的重要含义,并且及时抓住这一时机,对泥石流的理论问题进行了深入一步的探讨和研究。为此,就在考察期间,我们不断收集、参阅、借鉴大量国内外有关泥石流的文献资料,理出关键性问题,再结合成昆铁路沿线的实际,不断修定和完善考察计划和研究内容,对该线泥石流的形成特性和运动特征进行了较为详细和深入的分析,提出了较全面的分类原则和系统,同时又根据该线在生产运营上对泥石流防治的要求和今后正确识别泥石流的需要,结合已有的工程防治经验教训,提出了能够反映泥石流性质和特征的比较全面的定义,从而在泥石流研究中的一些理论问题上,向前迈进了一步。

此外,我们还力求在泥石流研究方法和分析测试技术的应用上能有新的起步,为此,我们不仅应用微机进行泥石流流量的计算,而且还用系统动力学方法,通过对铁路泥石流灾害史的分析,建立了泥石流发展趋势预测模型。同时,应用计算机对众多而且复杂的泥石流形成因素做了主因素分析和假定某一形成因素发生变化后,泥石流的发展趋势预测。这几方面的工作尽管在泥石流研究中目前还处在不完善的初期阶段,但无论如何它仍不失为一种有广泛应用前景的新尝试。而在室内分析方面,除完成了静力学、颗粒级配、流变特性等的分析测试外,还进行了泥石流新老堆积物的胶化分析。不仅如此,我们还开展了泥石流堆积物的显微特征分析,对泥石流堆积物的显微结构和显微构造做了较全面的分析观察。这不仅使泥石

* 1988年5月本专著初稿完成后,在第一章表1—6中所列举的未遭危害受严重威胁的6个车站中,金口河站于1988年8月12日发生了较严重的泥石流灾害,断道96小时;已遭中等危害并继续受中等危害的4个车站中,1988年7月20日共和车站受到泥石流危害;未遭受危害但受中等威胁的10个车站中,1988年9月2日铁口车站遭到泥石流灾害,中断行车66小时。铁路沿线泥石流分布及活动状况,详见本课题组编制的《四川境内成昆铁路泥石流活动现状图》,该图已由成都地图出版社出版。

流微观研究达到了一个新的水平,而且可以利用泥石流堆积体具有的典型微结构特征,来判断它与冰川沉积物的差别,从而为正确区分两种极易混淆的堆积物做了有益的探讨,积累了资料,这一点使泥石流向宏观调查和微观分析相结合的方向前进了一步,这在以往的泥石流研究中还是不多见的。

总之,本课题组坚持以泥石流防治任务带动泥石流学科理论研究,同时又以理论研究的成果去指导和完善泥石流防治的研究方法。这种理论与实践有机结合的研究方法,不仅贯穿于考察工作的始终,而且也体现在总结和专著的编写过程中,所以,可以说,本课题既把科学研究为生产服务始终放在首位,并为此作出了自己应有的贡献,同时,又较好地完成了课题组以理论研究为主的科研任务,在今后正确认识泥石流,统一泥石流的标准、完善泥石流的观测和分析方法等方面,至少起到抛砖引玉的作用。因此,我们觉得,本专著尽管是以四川境内成昆铁路泥石流为主线编写的,但由于本课题以理论研究为主,其内容已涉及到泥石流理论和防治的各个方面,因此,将书定名为《泥石流研究与防治》,是比较恰当和符合实际情况的。它既能反映专著的特色,同时又能在各有关单位和专业部门真正发挥其应有的作用。

本课题组在进行野外考察过程中,得到西昌铁路分局,西昌、乌斯河、米易、普雄和元谋工务段,喜德县和甘洛县政府,喜德县尼波区政府,越西县梅花乡和甘洛县沙岱乡政府,以及凉红、关村坝、湾丘、共和、尼波、麻栗、白石岩、上普雄、铁口等车站和桥隧工区、线路工区,武警银丝岩隧道守备点的帮助和支持;直接参加部分野外考察的还有周必凡、冯光杨、黄大庭、杨仲文、侯强和黎荣国以及彭中元、张文春、黄兴汉、张家义等同志;在进行资料分析和专著编写方面,兰州大学地理系、西昌铁路分局工务科给予了大力协助;初稿完成后,成都铁路局总工程师张盟、周亘烈、彭积庆等同志审阅了有关规划及防治方面的第十一章至第十七章,提出了许多宝贵意见,使这部分内容更符合铁路的实际;最后,由本所科技处邀请鲜肖威教授、唐邦兴研究员、张林源教授、王景泰研究员、恽大中高级工程师、李鸿璉副研究员等专家学者进行了评审鉴定,既肯定了成绩,也提出许多指导性的修改意见;本书插图由左小荣清绘。对上述关心、支持和帮助,我们表示由衷地感谢,对于因各种原因而反映在本专著中的不足之处,我们热诚欢迎批评指正。

目 录

前 言	李 斌 (1)
第一章 泥石流综述	钟敦伦 (1)
第一节 泥石流的定义	(1)
第二节 泥石流沟的判别	(2)
一、地质地貌分析法确定泥石流沟谷	(2)
二、沉积分析法确定泥石流沟谷	(3)
三、泥痕调查法确定泥石流沟谷	(4)
四、泥石流活动史访问法确定泥石流沟谷	(6)
第三节 泥石流活动状况	(6)
一、全段泥石流基本状况	(6)
二、各区段泥石流活动状况	(8)
第四节 泥石流的危害	(9)
一、泥石流的危害状况	(9)
二、泥石流的危害方式	(12)
三、泥石流的危害原因	(14)
第五节 泥石流的研究程度及研究现状	(15)
第二章 泥石流发育的背景条件	(18)
第一节 地质条件	谢 洪 (18)
一、地层岩性	(18)
二、地质构造	(21)
三、新构造运动	(25)
四、地震	(27)
第二节 地形条件	谢 洪 (30)
一、概述	(30)
二、铁路沿线地形条件	(32)
第三节 气候条件	钟敦伦 (35)
一、气温	(35)

二、地温	(37)
三、降水	(37)
四、湿度与蒸发	(40)
五、云量和日照	(40)
六、风	(40)
第四节 水文条件	李 械 (43)
第五节 植被条件	杨庆溪 (47)
第六节 人类经济活动条件	杨庆溪 (51)
一、人类经济活动引发泥石流活动的方式	(51)
二、人类经济活动对泥石流发育的影响	(54)
三、人类经济活动与自然条件的关系	(55)
第三章 泥石流形成因素及主因素分析	(58)
第一节 泥石流形成因素	(58)
一、地质地貌因素	谢 洪 (58)
二、气候水文因素	钟敦伦 (62)
三、植被因素	杨庆溪 (64)
四、人类经济活动因素	杨庆溪 (67)
第二节 主因素分析	杨庆溪 王爱英 (69)
一、概述	(69)
二、主因素分析计算步骤	(69)
三、计算结果及其分析	(70)
四、几个问题讨论	(77)
第四章 泥石流的形成机理及形成过程	李 械 (78)
第一节 泥石流形成机理分析	(78)
第二节 泥石流形成过程	(81)
一、搬运型泥石流形成过程	(82)
二、滑移型泥石流形成过程	(84)
三、搬运—滑移型泥石流形成过程	(85)
第三节 典型泥石流形成过程分析	(86)
第五章 泥石流的特征及分布规律	(88)
第一节 泥石流的活动特征	钟敦伦 (88)
一、泥石流的形成方式与活动特征	(88)
二、泥石流的侵蚀特征	(90)
三、泥石流的搬运特征	(92)
四、泥石流堆积的宏观特征	(93)

第二节 泥石流堆积物的显微特征.....	方小敏 沈明智 (94)
一、石英砂颗粒表面结构特征.....	(94)
二、泥石流堆积物的显微结构.....	(101)
三、泥石流堆积物的显微构造.....	(103)
第三节 泥石流的分布规律.....	谢 洪 (108)
一、泥石流的分布主要受地质构造控制.....	(108)
二、泥石流集中分布在活动断裂的上升侧.....	(109)
三、地震震中区是泥石流密集分布区.....	(110)
四、泥石流的分布与地层岩性的关系.....	(111)
五、地貌条件与泥石流分布的关系.....	(113)
六、泥石流分布与气候条件的关系.....	(117)
七、泥石流分布具有非地带性规律.....	(117)
第六章 泥石流分类.....	钟敦伦 (121)
第一节 泥石流的分类原则.....	(121)
一、科学性原则.....	(121)
二、实用性原则.....	(122)
三、简明易行性原则.....	(122)
第二节 泥石流分类依据、分类标准及泥石流类型.....	(122)
一、根据泥石流的暴发规模进行分类.....	(123)
二、根据泥石流对铁路的危害程度进行分类.....	(125)
三、根据泥石流活动场所的地貌形态进行分类.....	(126)
四、根据泥石流固相物质的组成成分进行分类.....	(127)
五、根据泥石流流体性质进行分类.....	(129)
六、根据泥石流的发育阶段进行分类.....	(130)
七、根据泥石流形成与人类活动的关系进行分类.....	(133)
第七章 泥石流的发展趋势.....	(135)
第一节 灾害史分析.....	王爱英 谢 洪 (135)
一、概述.....	(135)
二、系统动力学方法简介.....	(135)
三、系统结构与SD系统模型的建立.....	(136)
四、参数的估计与选取.....	(138)
五、灾害史模拟结果及其分析.....	(139)
第二节 综合分析.....	杨庆溪 (141)
一、泥石流发展趋势的影响因素.....	(141)
二、泥石流发展趋势分析.....	(142)
第三节 泥石流发展趋势预测.....	王爱英 杨庆溪 (149)

一、预测方法	(150)
二、预测结果	(150)
三、几点看法	(152)
第八章 泥石流动力学特征及其分析方法	李 斌 (154)
第一节 泥石流运动的宏观特性	(154)
第二节 泥石流动力学特征及特征值的分析计算	(156)
一、泥石流的流速	(156)
二、泥石流的流量	(158)
三、泥石流的流态	(160)
四、冲击力	(162)
第九章 泥石流的粒度特征和流变特性	赵惠林 (165)
第一节 粒度特征	(165)
一、概述	(165)
二、粒度特征	(168)
第二节 流变特性	(177)
一、概述	(177)
二、实验	(179)
三、实验结果	(180)
四、实验结果分析	(188)
第十章 泥石流的胶体特性	(193)
第一节 泥石流中小于1微米的粘粒含量及分布特点	寇玉贞 (193)
一、粘粒含量	(193)
二、粘粒含量的地带分布	(195)
三、主要河流的河床质中粘粒含量特点	(195)
第二节 主要粘土矿物的电子显微镜特征	寇玉贞 (196)
一、粘粒的提取	(196)
二、粘土矿物的电子显微镜特征	(196)
第三节 泥石流中粘土矿物的组合类型及其分布	寇玉贞 (198)
一、粘土矿物的组合类型	(198)
二、粘土矿物的分布	(198)
第四节 粘粒的化学组成	寇玉贞 (202)
第五节 粘土矿物与泥石流的关系	寇玉贞 (203)
一、粘土矿物与泥石流性质、类型的关系	(203)
二、粘土矿物与泥石流发生、发展的关系	(204)
第六节 粘土矿物与环境背景的关系	何淑芬 (204)

第十一章 泥石流的防治现状	钟敦伦 (207)
第一节 泥石流防治的回顾.....	(207)
一、勘测设计及施工阶段的泥石流防治.....	(207)
二、运营阶段的泥石流防治.....	(208)
第二节 泥石流的防治措施和工程类型.....	(209)
一、在铁路设计上采取的预防措施.....	(209)
二、运营阶段的泥石流防治措施与工程类型.....	(210)
第三节 泥石流防治的综合评价.....	(214)
一、泥石流防治的效益.....	(215)
二、泥石流防治中存在的问题.....	(216)
第十二章 泥石流防治规划	(220)
第一节 防治规划原则.....	李 械 (220)
一、全线统一规划, 突出重点区段, 分期分批开展治理.....	(221)
二、坚持生物措施、工程措施、预警报措施和管理措施并重的全面综合防治.....	(221)
三、实行铁路、地方和沿线企事业单位多方协作、各得其利的互惠原则.....	(222)
四、保证铁路畅通为主, 兼顾沿线地方经济不断持续发展.....	(223)
第二节 防治规划方案.....	李 械 (223)
一、抓紧对新判定的泥石流沟的治理, 重视隐蔽性泥石流沟的进一步调查.....	(223)
二、加强对有严重危害和中等危害的泥石流沟的治理.....	(224)
三、积极预防人为泥石流的发生和发展.....	(225)
四、对有轻微危害的泥石流沟应重视环境保护.....	(225)
第三节 流域防治规划实例.....	(226)
一、黑沙河流域泥石流防治规划.....	杨庆溪 (226)
二、盐井沟泥石流综合治理规划.....	李 械 (229)
三、勒古洛夺沟泥石流防治规划.....	钟敦伦 (235)
四、蔡家沟泥石流防治规划.....	谢 洪 (242)
第十三章 泥石流的预测、预报和报警	(249)
第一节 泥石流的预测.....	钟敦伦 (249)
一、泥石流预测的依据.....	(249)
二、泥石流预测的方法及结果.....	(251)
第二节 泥石流的预报.....	钟敦伦 (253)
一、泥石流预报的条件.....	(253)
二、泥石流预报的体系和分工.....	(255)
第三节 泥石流报警.....	陈精日 (257)
一、泥石流报警的意义.....	(257)

二、国内外泥石流报警研究现状	(257)
三、泥石流报警常见的几种方法	(258)
四、报警信号的传输方式	(260)
五、NJ—2泥石流遥测报警器的原理及使用情况介绍	(260)
六、对四川境内成昆铁路泥石流报警的几点看法	(261)
第十四章 泥石流防治的生物措施	杨庆溪 (263)
第一节 泥石流生物防治的内容、意义、特点和功能	(263)
一、泥石流生物防治的内容及意义	(263)
二、泥石流生物防治的特点	(265)
三、生物防治措施的功能	(266)
第二节 生物防治的原则	(268)
一、生态效益与经济效益兼顾	(268)
二、在流域的不同部位明确生物措施的不同目标	(268)
三、因地制宜,以林为主,农林牧适当安排,乔灌木结合	(269)
第三节 生物防治的分区及主要问题	(269)
一、攀枝花市辖区	(269)
二、凉山州辖区	(270)
三、雅安地区辖区	(273)
四、乐山市辖区	(273)
第四节 生物防治的具体措施	(274)
一、林业措施	(274)
二、农业措施	(274)
三、牧业措施	(280)
第十五章 工程治理措施	钟敦伦 (281)
第一节 排导措施	(281)
一、急流槽	(282)
二、明洞渡槽	(282)
三、渡槽	(284)
第二节 拦排护结合的工程措施	(285)
一、拦排结合措施	(285)
二、排护结合措施	(287)
三、拦护结合措施	(293)
第三节 绕避与改建过沟建筑物措施	(294)
一、绕避措施	(294)
二、改建过沟建筑物措施	(295)
第四节 综合治理措施	(297)

第十六章 泥石流防治的行政管理措施	吴 安 (304)
第一节 加强行政管理在泥石流防治中的意义.....	(304)
一、加强行政管理, 统筹铁路沿线泥石流地区的经济开发.....	(304)
二、加强行政管理, 充分发挥铁路沿线泥石流地区有关部门的凝聚作用.....	(305)
三、加强行政管理, 使人力、物力、资金在泥石流防治上发挥最佳作用.....	(305)
四、加强行政管理, 使泥石流防治效果发挥持久的效益.....	(306)
第二节 铁路体系的行政管理措施.....	(306)
一、行政管理体系.....	(306)
二、行政管理措施.....	(308)
第三节 地方政府的行政管理措施.....	(311)
一、地方政府对铁路泥石流防治的义务.....	(311)
二、地方政府应组织、协调铁路沿线的泥石流防治.....	(312)
三、制定条例与奖惩办法, 维护铁路泥石流防治工程的安全.....	(312)
四、全面开展区域性泥石流防治.....	(312)
第四节 铁路与地方密切合作加强泥石流防治.....	(313)
一、普查与规划治理工作.....	(313)
二、雨季组成联合防洪指挥机构.....	(313)
三、铁路与地方密切协作、互通信息、共同维护铁路安全.....	(313)
第十七章 泥石流防治实例	(315)
第一节 黑沙河泥石流综合防治.....	杨庆溪 (315)
一、概述.....	(315)
二、水库.....	(316)
三、拦挡工程.....	(316)
四、排导工程.....	(317)
五、生物措施.....	(317)
六、黑沙河泥石流综合治理效益.....	(319)
七、泥石流治理工程的管理问题.....	(321)
第二节 盐井沟泥石流综合防治工程.....	罗德富 (321)
一、概述.....	(321)
二、综合防治的基本设想和原则.....	(322)
三、工程项目及内容.....	(322)
四、防治工程的特点.....	(325)
五、存在问题及建议.....	(327)
第三节 三滩中桥沟以排为主的泥石流防治.....	谢 洪 (328)
一、流域概况.....	(328)
二、泥石流特征及冲、淤条件分析.....	(329)

三、泥石流观测及模型试验.....	(330)
四、泥石流的治理.....	(330)
五、泥石流防治效益及存在问题.....	(331)
第四节 瓦依日呷沟以排为主, 拦排结合的泥石流防治.....	李 械 (332)
一、流域及泥石流概况.....	(332)
二、泥石流防治.....	(334)
第五节 瓦红沟以明洞渡槽为主的泥石流防治.....	谢 洪 (335)
一、流域概况及泥石流形成条件.....	(336)
二、泥石流特征及活动状况.....	(337)
三、泥石流的防治.....	(338)
几点体会.....	钟敦伦 (340)
图版说明.....	(343)
图版 8.1).....	(347)

(8)

RESEARCH AND PREVENTION OF DEBRIS FLOW

Contents

Preface	Li Jian
Chapter 1 Generalities of debris flow	Zhong Dunlun
1-1 Definition of debris flow	
1-2 Distinction of debris flow gullies	
1-2-1 Determining debris flow gully by geology and geomorphology	
1-2-2 Determining debris flow gully by sediments	
1-2-3 Determining debris flow gully by mud mark	
1-2-4 Determining debris flow gully by history of debris flow activities	
1-3 Statement of debris flow activities	
1-3-1 General statement of debris flow along the Railway	
1-3-2 Statement of debris flow activities in different blocks of the Railway line	
1-4 Hazard of debris flow	
1-4-1 General statement of debris flow hazard	
1-4-2 Kinds of debris flow hazard	
1-4-3 Causes of debris flow hazard	
1-5 Present situation of studies on debris flow	
Chapter 2 Background of debris flow development	
2-1 Geological conditions	Xie Hong
2-1-1 Stratum and lithological character	
2-1-2 Geological tectonics	
2-1-3 Neotectonics	
2-1-4 Earthquake	
2-2 Topographic conditions	Xie Hong
2-2-1 Brief description	
2-2-2 Landforms	
2-3 Climate conditions	Zhong Dunlun
2-3-1 Air temperature	

2-3-2	Ground temperature	
2-3-3	Precipitation	
2-3-4	Humidity and evaporation	
2-3-5	Cloudiness and sunshine	
2-3-6	Wind	
2-4	Hydrological conditions	Li Jian
2-5	Vegetation	Yang Qingxi
2-6	Economic activities of human being	Yang Qingxi
2-6-1	Ways of debris flow occurrence caused by economic activity of human being	
2-6-2	Effect of economic activities of human being on debris flow development	
2-6-3	Relation between natural conditions and economic activities of human being	
Chapter 3	Formation factors of debris flow and analysis of main factors	
3-1	Formation factors of debris flow	
3-1-1	Geological and geomorphological factors	Xie Hong
3-1-2	Meteorological and hydrological factors	Zhong Dunlun
3-1-3	Factor of vegetation	Yang Qingxi
3-1-4	Factor of human activity	Yang Qingxi
3-2	An analysis of main factors of debris flow formation	Yang Qingxi & Wang Aiying
3-2-1	Brief description	
3-2-2	Analytical steps	
3-2-3	Calculated results and their analyses	
3-2-4	Discussion	
Chapter 4	Formation process and mechanism of debris flow	Li Jian
4-1	Mechanism of debris flow formation	
4-2	Formation process of debris flow	
4-2-1	Formation process of transport types of debris flow	
4-2-2	Formation process of slip types of debris flow	
4-2-3	Formation process of complex types of debris flow	
4-3	Examples of debris flow formation	
Chapter 5	Characteristics and distribution of debris flow	
5-1	Characteristics of debris flow activity	Zhong Dunlun
5-1-1	Feature and characteristic of debris flow activity	
5-1-2	Character of debris flow erosion	

5-1-3	Character of debris flow transportation	
5-1-4	Macro-characteristic of debris flow sediment	
5-2	Micrologic characteristic of debris flow deposits	Fang Xiaomin & Shen Mingzhi
5-2-1	Micro-texture characteristic of quartz-grain surface	
5-2-2	Micro-texture of debris flow sediments	
5-2-3	Micro-structure of debris flow sediments	
5-3	Distribution of debris flow	Xie Hong
5-3-1	Distribution of debris flow by geological tectonics	
5-3-2	Debris flow distributed in active faults	
5-3-3	Debris flow developed in epicentral area of earthquake	
5-3-4	Relation between distribution of debris flow and lithological character	
5-3-5	Relation between distribution of debris flow and geomorphological conditions	
5-3-6	Relation between distribution of debris flow and meteorological conditons	
5-3-7	Unzonality of debris flow distribution	
chapter 6	Classification of debris flow	Zhong Dunlun
6-1	Principle of debris flow classification	
6-1-1	Principle based on scientific analysis	
6-1-2	Principle based on practice	
6-1-3	Principle of conciseness	
6-2	Bases, criteria and types of debris flow classification	
6-2-1	Classification based on scale of debris flow bursting	
6-2-2	Classification based on harmful degrees to the railway	
6-2-3	Classification of debris flow by geomorphological conditions of debris flow activity	
6-2-4	Classification of debris flow by composition of solid material	
6-2-5	Classification of debris flow by nature of fluid	
6-2-6	Classification by stages of development of debris flow gully	
6-2-7	Classification by relation between formation of debris flow and human activities	
Chapter 7	Tendency of debris flow development	
7-1	An analysis of disaster in history	Wang Aiying & Xie Hong
7-1-1	Brief description	
7-1-2	A brief on the system of dynamics	
7-1-3	Texture of system and establishment of SD system model	