

一九八七年全国滑坡学术讨论会

滑坡论文选集

SELETED PAPERS ON LANDSLIDE

《滑坡论文选集》编辑委员会

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

ISBN 7-53641594-X · /P · 29

定 价： 6.00元

一九八七年全国滑坡学术讨论会

滑坡论文选集

SELETED PAPERS ON LANDSLIDE

《滑坡论文选集》编辑委员会

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

1989年·成都

责任编辑:喻瑞卿 宋小容

封面设计:温定江

技术设计:喻瑞卿

责任校对:何迎红

一九八七年全国滑坡学术讨论会

滑坡论文选集

《滑坡论文选集》编辑委员会
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 (成都盐道街三号)

成都电脑激光印书公司印刷厂印刷

开本 787×1092毫米 1/16 印张 23 插页 6 字数 550千
1989年10月第一版 1989年10月第一次印刷 印数 1—2300册

ISBN 7-53641594-X · /P · 29 定价:6.00元

前 言

孙玉科·

(中国科学院地学部)

经中国科学院地学部批准,由中国科学院成都山地灾害与环境研究所(原成都地理研究所)、铁道部科学研究院西北研究所、中国地质大学(原武汉地质学院)、成都地质学院、西南交通大学、上海铁道学院、铁道部第二勘测设计院、四川省地理学会滑坡专业委员会、甘肃省滑坡泥石流研究会、陕西省地质学会滑坡泥石流专业委员会、陕西省土木建筑学会滑坡防治专业委员会七个单位、四个学术团体共同组织,于1987年10月21日至25日在四川成都召开了全国滑坡学术讨论会。

这次滑坡学术讨论会有很广泛的代表性,到会的代表280余名。包括国内各地区、各部门的滑坡科技工作者。有来自生产、施工、设计、科研等单位30个、大专院校28所。参加这次全国滑坡学术讨论会的还有日本滑坡学会的学者20名。

大会共收到论文摘要255篇,论文180余篇。有77位代表在大会和专题会上作了学术报告,9位日本学者也在大会上作了学术报告。这次会议不仅仅交流了国内研究滑坡的学术经验,还交流了国外的日本研究滑坡的经验。这就丰富了学术讨论会的内容,也扩大了这次学术讨论会的影响。

我国的滑坡研究工作,在科研体制改革的指引下,近几年来有了很大的进展。表现在滑坡科技更加密切地为国民经济建设服务。这样不仅为工程建设、城乡建设做出了很大贡献,同时也推动了滑坡学科学研究的发展。

区域性滑坡研究是带有战略性的宏观控制,对我国的资源开发、国土整治、城市规划、工矿选址、灾害防治都有重要的指导作用。我国的滑坡研究工作者历来很重视区域性滑坡研究工作,并在这方面取得了可喜的成果。通过区域性滑坡研究,对我国的滑坡分布规律有了很多新的认识。现在,人们不再是简单地以空间分布来认识滑坡的分布规律,而是以滑坡的成因来研究滑坡的分布规律。这是一个质的变化。我赞成进行多成因的研究。在过去的多成因研究的基础上,继续进行深入的研究,这样对我国滑坡分布规律的研究会做出新的贡献。

我国的滑坡理论研究工作者,从不同的角度、不同的观点开展了各类滑坡的机理研究,已有了很大的进展。对滑坡机理的理解,大致可以概括为两个方面:一是从地质历史的观点来研究滑坡的形成过程;另一种是从物质运动的观点来研究滑坡的变形破坏规律。也可以把这两种观点结合起来,也不无道理。当前,人们对滑坡机理的理解还不完全一致,这不是一件坏事。对滑坡机理的不同理解,可能会促进研究工作的深入,我赞成从不同的学术观点开展滑坡机理的研究。这样对理论研究会有推动作用。

我国的滑坡研究方法和技术手段方面,在进入80年代以来进步最大。我们已在滑坡研究中应

用相似材料模拟试验、数值模拟、数理统计、模糊数学、流变学、断裂力学、变分法和系统工程原理等手段,同时在滑坡普查中应用了航空遥感技术;在研究滑坡体的性状中应用地球物理技术;在滑坡动态监测中应用现代电子技术等等。还有在应用电子计算机方面,越来越广泛地运用有限元、边界元方法进行滑坡稳定性评价。这些都有很大的应用前景。如果在这些方面,我国都能达到国际先进水平,那么,我国的滑坡理论研究也会相应地达到国际先进水平。所以,研究方法和技术手段的研究与应用是非常重要的,应当给予极大的重视。

建国 38 年来,我国在滑坡防治和工程设计方面已有很大的进步。铁路部门积累了丰富的经验,其它有关单位也做出了很大的成绩。国内有很多的单位很早就应用挡土墙、抗滑桩、预应力锚杆、锚索加固滑坡。地表排水、地下水疏干、表层生物措施防护等综合治理都取得了良好的经验。在滑坡防治方面,很重要的问题是要提倡“地质——设计——施工”相结合,使地质的研究成果更多地被设计所采纳。同时又从设计中吸取工程知识,相互共同建立“岩土体工程”的概念,创造新的设计理论,并与施工相结合,创造新的施工工艺。在滑坡防治方面创造我国的新水平。

我国的滑坡研究虽然有了较大的进展,但自然界的滑坡是多种成因的,滑坡的形成环境是十分复杂的,还有很多的科学奥秘需要我们去探索、去发现。还要逐步建立我国滑坡学的理论体系,更好地解决实践中的问题。现在,大家在应用电子计算机和新技术方面有了很大的进展,这是一件很好的事情。但是,还要特别注意,要更加深入现场,深入实际,深入地进行野外地质调查工作,全面地掌握第一性的科学资料,才能把滑坡理论研究工作真正地向前推动一步。我相信,再过五年、十年,我国的滑坡科研工作会有更大的发展,为国民经济建设做出更大的贡献。

一九八七年全国滑坡学术讨论会

滑 坡 论 文 选 集

编辑委员会名单

主 任:孙玉科

委 员:(按姓氏笔划排列)

王成华 刘光代 刘祥海

朱瑞赓 李天池 陈自生

吴其伟 林在贯 居恢扬

晏同珍 徐凤鹤

编 辑:王成华 王淑敏 史峰

绘图植字:温定江

AX 45-107

目 录

前 言	孙玉科(01)
-----------	-----------

滑坡综述与滑坡制图

我国滑坡研究的回顾与展望	王恭先 李天池(1)
中国滑坡区域特征及其环境因素分析	居恢杨 顾仁杰(12)
区域滑坡研究和滑坡制图	李天池 王淑敏(19)

滑坡形成、分布和特征

试论长江流域滑坡分布与斜坡地质环境的关系	聂世平 王志旭(26)
陕南堆积层滑坡之共性及其典型实例剖析	钟立勋(35)
川东地区长江两岸斜坡变形特征	喻学文(40)
某水库岸坡失稳造成的危害及教训与启示	吴玉华 刘世凯(48)
黄土高原滑坡分布的“群体性”	靳泽先 韩庆宪(55)
凤凰山滑坡的形成及活动规律	冯锦华(63)
滑坡、泥石流转化机理及其运动特征的研究	李永益(69)
甘肃省历代滑坡浅析	郎煜华(77)
初论天生桥二级水电站厂址边坡破坏机制及演变过程	刘馥荣(82)
论长江莲沱滑坡的基本特征	王自恂 朱觉先(90)
对雅砻江二滩水电站金龙山地区滑坡发育规律的认识	李沛 陈自生(95)
陕西煤矿滑坡特征研究	王泰书(103)
龙羊峡电站库区滑坡形成条件分析	王录杰(110)

滑坡稳定性分析、机理及预测

大型高速滑坡的能量分析及其灾害预测	王思敬 王效宁(117)
重大工程的边坡稳定性研究	牟会宠 许兵(125)
浅谈滑坡稳定性评价	刘光代(130)
滑坡与岩土体蠕变	李海军(137)
岩质滑坡的滑床表面形态分析	孔宪立 梁敬方 胡德富(141)
论层状基岩斜坡的变形特征和临滑判据	吴其伟(148)
葡萄园 1 号滑坡力学机制分析	徐峻龄(153)

露采开挖过程中边坡变形的研究	牟会宠	(158)
洒勒山滑坡微观特征与机理	方小敏	藏南山 (168)
取“变分法”验证洒勒山滑坡	苏伯苓	沈洁清 (171)
洒勒山滑坡机制	吴玮江	王守颖 (184)
龙羊峡水电工程近坝库岸大型滑坡预测	王成华	(190)
蠕变滑动与降雨量的相关关系	曲焰	(198)
攀枝花市区滑坡分布与危险区预测图的编制	周燃	(206)
滑坡发生时间的预测预报	晏同珍	(216)
黄河小浪底水库三坝址左肩山体稳定性弹塑性有限元分析	徐国刚	(223)
红色地层水库坍岸预测	徐瑞春 彭一民	崔政权 (231)
新滩滑坡动因再议	修俊峰	熊家富 (238)

滑坡试验及分析研究方法

岩石顺层滑坡滑动过程的模型试验	滑坡模型试验组	(243)
大型高速滑坡的二维模型试验研究	张成琪	(256)
滑带土流动性的研究	刘祥海	(265)
后缘开裂对斜坡稳定性影响的有限元分析	李永益	黄大庭 (271)
地下水富集滑坡的稳定性分析模型和有效防治	晏同珍	(278)
反算法中的滑坡稳定系数	杨宗珩	(286)
岩坡块体稳定性评价的矢量与随机分析方法及应用	陆兆溱 罗华阳	周创兵 (290)
边坡稳定分析中的随机搜索技术	宗昆仑	(297)
岩质滑坡空间预测方法——主控因子综合评判法介绍	孙贵青	(304)
各极限平衡法之间的关系	王天金	(310)
滑坡遥感调查中的动态分析与对比	程玉章	(319)
二滩水电站库区滑坡的航片判读	徐宜保	(322)
关于滑坡剧滑时间计算方法的探讨	岳启伦	(328)
突变理论在边坡稳定性研究中的应用	刘鼎文 王静瑶	王永娟 (334)

滑坡监测与防治

滑坡运动趋势的定量描述	刘水	孙恩智 (340)
预应力锚索抗滑桩锚索固力形成机理及锚索设计拉力的确定	李传珠	张昆原 (347)
关于抗滑桩的设计与计算	徐凤鹤	(351)
论老滑坡工程地质实践及其经济效益	陆玉龙	(357)

滑坡综述与滑坡制图

我国滑坡研究的回顾与展望

王恭先

李天池

(铁道部科学研究院西北研究所)

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所)

〔提要〕 本文分三个阶段概述了我国滑坡科研工作的发展历程,特别是最近十年的发展,概括了在滑坡学科发展和工程防治上取得的主要成绩,存在的差距,以及今后应着重开展的工作领域。

一. 主要发展历程

我国滑坡科研工作发展历程大致可以分为三个阶段。

第一阶段(1950~1964年)

国内最早研究滑坡的是铁道部门。1951年在整治宝天铁路时,就成立了坍方泥石流小组。1956年在兰州铁路局成立坍方研究站。在宝成线成立了滑坡委员会负责病害的研究和整治工作,任龙章等撰写了宝成线坍方滑坡的研究报告;后来宝成线修建总委员会把滑坡的整治和路基特别设计作为一个专册由徐邦栋等进行了总结^{〔1〕}。为了深入研究崩塌滑坡发生发展规律及其防治办法,铁道部于1959年在西安成立了铁道部坍方科学技术研究所,这是当时国内唯一的一个专门研究崩塌滑坡

的科研机构。1959年和1961年铁道部在西安曾召开了两次全路坍方滑坡会议,总结交流铁路滑坡防治的经验^[2]。1961年10月,和坍方研究所合并,建立了铁道部科学研究院西北研究所崩塌滑坡研究室,把崩塌滑坡作为专项列入铁道部十年科研规划。

1962年铁道部组织福州铁路局及第一、二、四勘测设计院和西北研究所等单位对滑坡严重的鹰厦、外福两条铁路进行了普查,制定了整治规划,安排了研究任务。1963年中国土木工程学会针对这两条铁路的崩塌滑坡防治问题在福州召开了学术讨论会。为了贯彻落实铁道部十年规划,1964年在兰州召开了第三次铁路崩塌滑坡科研协作会议。

在此期间,地质部、水电部、冶金部和煤炭部等系统的一些勘测、设计单位,中国科学院的一些研究所及一些高等院校也都不同程度地开展了滑坡研究。

这一时期是在整治滑坡的实践中开展科研工作,为生产需要着重对已经变形,特别是对活动中的滑坡逐个进行防治研究,目的在于解决灾害防治的实际问题。

(二)第二阶段(1965~1977年)

为确保长江黄金水道运输的安全,湖北省建立岩崩调查处,监测新滩、链子崖危岩体。从1965年起,为防治西南铁路建设中出现的滑坡和崩塌,铁道部西工指及时组织了铁道部第一、二、三、四设计院、第二工程局、福州局、铁道兵、铁研院的铁建所、西北所和西南所等单位参加的崩塌滑坡战斗组,在应用已有经验的基础上,对贵昆、成昆和襄渝铁路线上的一些大型滑坡进行深入的调查研究和整治。在科研方面取得较大进展,如采用了沉井抗滑挡墙、抗滑桩和垂直钻孔群排水等治理滑坡的新措施,把我国滑坡防治水平提高一大步。

根据西南地区山崩、滑坡和泥石流频繁发生和危害严重的情况及地方部门强烈要求,1966年中国科学院提出了建立山崩滑坡和泥石流专门研究机构的设想。在1967年中国科学院召开的泥石流工作会议上,明确提出了要在西南建立山崩滑坡泥石流研究所。

1973年成都地理所建立了滑坡研究室,这是当时又一个专门研究滑坡的科研机构。

为了总结山区建设中的滑坡和地基变形等方面的防治工作经验,国家建委于1972年12月在开封召开了建筑技术座谈会,其中两个专题之一就是地基滑坡问题^[3]。

在此期间,公路部门也开展了比较系统的滑坡研究,例如云南公路设计院、四川交通设计院和中国科学院成都地理所一起于1972年到1973年进行了我国西南和西北数省的公路滑坡调查。

1973年铁道科学院西北研究所同铁道部第一、二、三、四勘测设计院以及西安、兰州铁路局共同主持召开了“全路滑坡防治经验交流与科研协作会议”,除铁路部门外,还有冶金、煤炭、地质、水电、建筑、中国科学院及一些大专院校等单位参加。这次会议规模较大,对我国滑坡科研工作起到了一定的推动作用。会后由徐邦栋主编出版的文集基本上反映了当时全国各单位滑坡研究的成果^[4]。根据此次会议科研协作的安排,由铁道科学院西北研究所和西南交大共同主持,中国科学院成都地理所等多个单位参加共同开展了“全国铁路滑坡分类与规律”的普查;由铁道科学院主持开展了“滑坡滑带土残余强度”的研究;铁道部第二勘测设计院和西北所共同主持开展了“抗滑桩桩固抗力与设计理论”的研究。

1972年至1976年期间,我国发生了数次强烈地震,触发了大量的滑坡,中国科学院成都地理所主持开展了地震滑坡的专题研究,分别对炉霍、昭通、陇陵——路西、松潘——平武、唐山等强地震造成的滑坡进行了详细的研究。

为使滑坡研究成果尽快地得到应用和推广,各单位都抓紧了滑坡研究成果的总结和出版工作。铁道科学院西北研究所出版了“滑坡防治”^[5]、“滑坡文集”^[6],同时翻译出版了“滑坡及其防治”、“滑

坡和斜坡崩塌及其防治”等著作。中国科学院成都地理研究所编写出版了“滑坡”^[7]、“地震与滑坡”，同时还编印内部刊物“滑坡研究”(1—4期)和“滑坡译文集”(1—8期)。这些著作和文集在滑坡研究和经济建设中都起到了一定的作用。

这一时期滑坡研究已在工点研究的基础上转向滑坡群体和区域分布规律的研究，由常规的土工试验转向滑带土残余强度的研究和土体微观结构研究。同时也开展了模型试验研究和空间预测。在滑坡治理措施上有了前述一些新方法。理论性著作的问世使我国滑坡研究更加深入而系统。

(三) 第三阶段(1978年至今)

近10年来，我国滑坡研究蓬勃发展，除专门研究单位进行研究以外，建筑、地质、冶金、煤炭、水电等部门的勘察设计单位，有关的大专院校和科研单位都开展了这方面的研究工作，规模之大，人数之多都是前所未有的。不论是在滑坡的理论研究和工程实践方面，还是在测试技术和方法方面都有较大的进展，主要表现在以下几个方面：

1. 在实践的基础上，加强了基础理论的研究，提出了一些新的概念、新的模式和值得研究的问题。如张倬元、王兰生提出的岩质斜坡变形破坏的五种基本地质力学模式，为评价斜坡的稳定性、模拟斜坡的演化提出了一种新的研究途径^[8]，孙玉科、姚宝魁在“边坡稳定性研究的新课题”一文中提出的边坡稳定性(及安全性)判据问题，典型滑坡的地质模型及边坡变形的时间效应等问题，对滑坡研究具有重要的理论指导意义^[9]。

2. 加强了区域滑坡的研究。地质矿产部将我国“西南西北山地崩滑灾害研究”列入部控“六五”攻关项目，西南西北各省的地矿局及有关的地质院校的师生百余人参加该项科研工作。中国科学院开展了西南四省和黄土高原地区滑坡、泥石流的区域研究工作。湖北省地矿局开展了鄂西山地滑坡、崩塌的区域研究。甘肃省地质自然灾害协调中心开展了甘肃省滑坡、泥石流的科研工作。

水电部中南勘测设计院对乌江渡电站库区和近坝地段滑坡的研究；水电部西北勘测设计院同成都地质学院和中国科学院成都地理所联合进行的龙羊峡库区近坝段滑坡研究；水电部成都勘测设计院和中国科学院成都地理所对二滩水库库区滑坡研究；长江流域规划办公室、地矿部和中国科学院等对三峡工程库区的滑坡研究。铁科院西北所及西安铁路局对宝天铁路葡萄园滑坡群整治可行性的研究等。

3. 加强了滑坡预报和报警系统的研究。滑坡的变形监测及预报工作逐渐被重视，一些重大的水电工程和矿山工程都设立了滑坡监测系统。例如湖北省岩崩调查处在新滩和链子崖的监测系统；成都地理所在二滩金龙山的滑坡观测实验站；水电部西北勘测设计院在龙羊峡近坝地段的监测系统；铁科院西北所在韩城电厂、铜川铝厂、江油305信箱和宝天铁路凤阁岑车站滑坡的监测工作等。除地面位移监测外，深孔测斜和滑动面测定也得到成功应用。

4. 加强了方法论研究和新技术手段。一些新的研究方法，如有限元分析、多元回归、灰色系统、模糊聚类与模糊判别、系统工程等方法已在滑坡的成因、稳定分析和空间预测方面得到应用^[10]。各种监测滑坡位移的有线和无线的机械和光电方面的传感器也相继研制成功和在一些滑坡上安装使用。机载遥感的方法在宝成、宝天铁路及二滩和三峡工程滑坡研究中得到应用。此外，还开展了滑坡的物理模拟和数值模拟的研究。

5. 在滑坡的防治工程方面，铁路系统试验成功了抗滑桩、排架抗滑桩、锚索抗滑桩等新的支挡措施，水平钻孔排水等也开始应用。

随着滑坡研究的深入和学术活动的加强，在滑坡较多的省分相继成立了滑坡学术团体。1982年四川省地理学会首先成立了滑坡专业委员会。1984年甘肃省成立了滑坡、泥石流研究会。1985年

陕西省地质学会成立了滑坡、泥石流专业委员会,陕西省土木建筑学会成立了滑坡防治委员会。它们将各行业从事滑坡研究和防治的科技工作者组织起来,对滑坡研究和整治技术的发展有相当的促进作用。滑坡学术交流也更加频繁,1982年和1983年四川省滑坡专业委员会曾召开过两次滑坡学术讨论会。1985年甘肃省滑坡、泥石流研究会在兰州召开了滑坡学术讨论会,1986年6月中国岩石力学与工程学会及地质学会在宜昌联合召开典型滑坡实例学术讨论会,同年10月由中国铁道学会铁道工程委员会及陕西、甘肃铁道学会联合会召开了崩塌滑坡及路基水害学术讨论会。1987年7月中国科学技术咨询服务中心成立了以徐邦栋为组长的滑坡防治技术专家组。

这一时期有关滑坡的出版物有中国科学院成都地理研究所和四川省地理学会滑坡专业委员会编辑出版的“滑坡分析与防治”,甘肃省科学技术委员会编印的“滑坡基础知识”;渡口市建委编印的“渡口市滑坡文集”(1—4);以铁科院西北所为主的滑坡文集编委会主编的“滑坡文集”(3—5)以及地质部地质研究所编印的“滑坡作用的基本规律”等

6、防治工程措施有待于多样化、轻型化以节约投资。

(二)今后的研究方向

针对当前我国在滑坡研究上存在的问题,为促进滑坡学科的发展,更好地为“四化”建设服务,从防灾需要出发,今后加强以下几方面的工作:

1、加强滑坡的第一性资料的采集和测试工作的研究。

滑坡第一性资料的采集在滑坡研究工作中十分重要,但又往往被忽视。第一性资料的采集对新的实验技术和测试手段的依赖性越来越大。很多理论上的突破,在很大程度上是与实验和测试技术的发展密切相关的,例如伸长计对滑动时间的预报,遥感技术对滑坡的空间预测,流变仪对岩土长期强度的测定等都起了不可忽视的作用。事实上在许多重大的研究课题中,测试方法和技术是整个研究课题不可分割的一部分,所以我们应重视和加强这方面的工作。

(1)运用现代科学技术手段(如卫片、航片、地球物理方法等)调查滑坡的分布及其产生的地质、地貌条件,在获得的第一性资料的基础上编制各种类型的滑坡图件。

(2)滑坡体和滑带土的岩土力学试验研究,不同类型和具体条件不同的滑坡,其室内力学试验的方法和试验条件是不一样的,因此要研究在何种条件下进行室内试验和进行什么样的力学试验,以求能够比较准确地掌握第一性的力学实验参数。这是滑坡力学计算的前提,力学参数不准,计算方法再好也得不出正确的结论。

(3)滑坡的模型实验研究。模型实验是获取滑坡力学机制第一性资料的重要手段之一。许多在野外难以观察到的滑坡内部破坏现象,通过模型实验可以再现,比较易于观察。我国滑坡模型实验研究起步较晚,设备较简单,系统的专门的研究不多,今后应进一步加强。

(4)滑坡位移观测技术的研究,包括深部位移和地表位移的测试技术问题,应着重在测试的精度、连续性和可靠性、自动和远传等几个方面下功夫。

(5)水在滑坡形成中的作用的测试研究,包括降雨在滑体中渗透的速度和强度、地下水引起的孔隙水压力和滑带土含水量变化和滑坡稳定性等,以便能给出在滑坡形成过程中地下水作用的第一性的定量评价指标。

2、加强滑坡的基础研究和理论研究

(1)关于滑坡的基础研究和应用基础研究拟加强以下几方面的工作:

①滑坡的普查和系统编目。这是开展滑坡的空间预测、分布规律和分类研究所不可缺少的基础工作。由于我国地域辽阔,开展全国范围的滑坡普查工作目前还有不少困难,可有重点的选择一些滑坡危害严重的大中城市及重要的经济开发区首先开展这方面的工作,然后再扩展到其他地区。

②滑坡制图研究。滑坡制图不仅是研究滑坡的有力工具,而且是反映滑坡研究成果最直观的重要手段。现在急需解决各种不同比例尺滑坡制图的标准化和系列化问题。

③滑坡分类的研究。这不仅是分类是一个学科发展水平的指标,而且是由于生产和学科本身发展的迫切需要,正因为分类上存在的问题,对我们进行对比研究带来不少困难,现在需要一个适合全国各部门使用的,易于掌握的分类方案。

(2)关于滑坡的理论研究方面

①滑坡形成机制的研究

由于地域的自然条件不同,岩土的性质和结构不同,因而会出现不同的滑坡形成机制。应进行深入的典型滑坡实例的剖析,在弄清滑坡的结构和作用条件下,研究滑坡形成的力学机制、物理—化学机制等。今后应特别着重研究那些危害严重的大型岩质滑坡、半成岩滑坡(超固结粘土滑坡)和