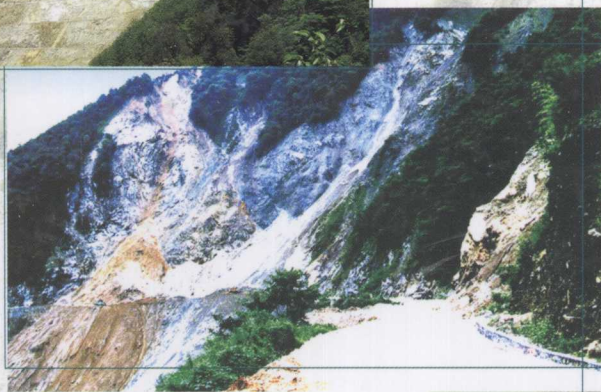




滑坡防治 100 例

HUAPU FANGZHI 100LI

王恭先 王应先 马惠民 编



人民交通出版社

China Communications Press

要 容 内



滑坡防治 100 例

王恭先 王应先 马惠民 编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书作者针对我国特别是西部地区铁路、公路、矿山、水利和城镇建设中频遭滑坡的危害,由于第一线工作的同志经验不足,或漏判了古老滑坡,或防治方案和措施欠妥,使有些滑坡得不到及时治理或虽经多次治理但不稳定的情况,组织各部门数十位有经验的专家编写本书,以各类较复杂滑坡防治为实例,对滑坡发生的地质条件、机理、稳定性评价,防治方案比选、主要工程措施和防治效果等作了系统的分析和总结,有成功的经验,也有失败的教训,为从事灾害防治的技术人员和管理者提供了生动的范例。

本书可供铁路、公路、矿山、水利、国土资源及城建部门从事滑坡和高边坡勘察、设计、施工、监测预报和管理的技术人员和高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

滑坡防治 100 例/王恭先等编. —北京:人民交通出版社, 2008.6

ISBN 978-7-114-07097-6

I. 滑… II. 王… III. 滑坡—防治 IV. F642.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 053256 号

书 名: 滑坡防治 100 例

著 译 者: 王恭先 王应先 马惠民

责任编辑: 吴有铭(wym@ccpress.com.cn)

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 34

字 数: 843 千

版 次: 2008 年 6 月第 1 版

印 次: 2008 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07097-6

印 数: 0001~3000 册

定 价: 62.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



王恭先 1936 年 12 月出生于河南省孟津县,1961 年毕业于唐山铁道学院铁道建筑系,随后进入铁道部科学研究院西北分院(现中铁西北科学研究院有限公司),从事崩塌滑坡等地质灾害防治技术的研究和勘察设计工作,历任工程师、副研究员、研究员、博士生导师、滑坡研究室主任、副院长等。从业 47 年来,一直坚持科学研究与生产实践相结合,工程地质与岩土力学相结合,深入实际,调查研究,较系统地研究了各类滑坡的形成条件、作用因素、发生和运动机理、监测预报理论与方法、滑坡的防治原则和工程措施,主持和参与治理的百余处大型复杂滑坡均取得了成功。对数以千计的滑坡和高边坡病害治理进行了咨询和方案论证,成效显著。主编的《滑坡防治》专著填补了我国在该学科的空白,获全国科学大会奖,主持和指导的《滑坡的规律与防治》、《西北地区大型滑坡监测预报》成果分获全国自然科学奖和科技进步奖。2004 年主编的《滑坡学与滑坡防治技术》、2006 年合著的《边坡与滑坡工程治理》专著,系统阐述了滑坡学的内容,揭示了各种滑坡的机理及有效防治措施。发表论文 60 余篇,主持翻译国外滑坡专著 5 部。1991 年被评为铁道部有突出贡献专家,享受政府特殊津贴。1996 年获茅以升土力学及基础工程大奖。

1986~2003 年任国际土力学及岩土工程学会滑坡技术委员会委员。现任中国科协咨询中心滑坡防治专家委员会主任委员、中国地质灾害研究会顾问、《岩土力学与工程学报》编委、《滑坡文集》编委会主任。



王应先 1949 年 12 月出生于河南省孟津县,大专学历。1972 年 11 月进入中铁西北科学研究院工作,历任助理工程师、工程师、高级工程师。曾任院长助理兼设计所副所长、所长、西北院副院长、党委书记、院长,现任董事长、党委书记。

36 年来,致力于特殊地质路基与灾害防治研究,先后参与多年冻土与盐湖、物探技术、滑坡与高边坡防治、文物保护与古塔纠偏等研究与工程实践,先后主持两项部级课题,参加 4 项课题研究,“道碴陷槽电法探测技术与推广应用”获铁道部四等奖,“测温法、氢气探测调查滑坡地下水”获铁道部科学研究院一等奖。“古塔及塔式建筑物精确可控纠偏技术”获甘肃省科技进步一等奖。发表论文 12 篇,其中 2 篇参加第五届国际滑坡会议交流。

担任院领导 10 年来,主持制订实施西北院“十五”、“十一五”发展规划,致力于五大传统专业、三大新兴专业的发展,特别是组织参与西北院三代人人为之奋斗 40 载的青藏铁路建设,西北院主持参加的 6 项成果获中国铁道学会特等奖及一、二、三等奖,继续坚持科学观测、科学研究为青藏铁路安全运营保驾护航;滑坡与高边坡防治技术研究系列成果,已变成为全国十几个行业、31 个省(市、自治区)重点工程建设服务的现实生产力,由老专家编著的滑坡专著在全国防灾减灾工作中发挥了积极作用。为建设环境友好型小康社会,把滑坡地质灾害的危害减到最小,特组织编写这部《滑坡防治 100 例》,以飨读者。

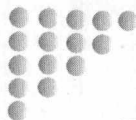


马惠民 1963年6月生,1985年毕业于西南交通大学铁道工程地质专业。20余年来,一直在铁道部科学研究院西北分院(现中铁西北科学研究院)工作,历任助理研究员、副研究员、研究员、博士生导师、院副总工程师、副院长等。

长期从事西部山区铁路、公路沿线地质灾害防治工程的研究、勘察设计、咨询工作,主持和参与地质灾害治理项目近100项,其中10余项为重大、复杂地质灾害防治工程,4项分获铁道部科技进步二等奖、甘肃省优秀勘察设计二等奖,主编《山区高速公路高边坡病害防治实例》、《山区高速公路滑坡与高边坡病害防治技术实践》。2001年获第五届詹天佑人才奖,2002年获第四届甘肃省青年地质科技奖。

兼任中国科协咨询中心滑坡防治技术专家委员会副主任委员、甘肃省科技专家委员会地质灾害防治委员会专家,注册岩土工程师、咨询工程师。

近年来主持西部山区公路建设中的重庆万梁、巫奉、奉云等高速公路、安徽铜黄高速公路、贵州三凯高速公路,以及青海公路沿线的滑坡与高边坡病害防治工程中,利用研究成果的新技术、新方法,节约了工程成本。特别是创造性提出了按高边坡坡体结构特征预测灾害以及评价灾害危害程度的地质力学方法,用于工程实践,产生了较大的社会经济效益。



五十多年来,我国政府十分重视地质灾害(包括滑坡灾害)的预防和治理,经过各行业几代滑坡研究者的共同努力,较系统地掌握了各类滑坡的产生条件、作用因素、发生和运动机理,开发了一整套预防和治理工程措施,在社会主义建设中成功治理了数以千计的滑坡,积累了丰富的经验。

滑坡防治是一门实践性很强的专业,人们只有从大量的工程实践中发现问题,进一步探索,才能促进滑坡防治学科的发展。由于特殊的地形和地质环境,自然灾害频发,危害严重,滑坡灾害仍然制约着中国西部的经济发展;特别是近年来大规模基础设施的建设,人类工程活动对自然条件改变越来越大,人为诱发的地质灾害也越来越多。其中,既有因设计和施工不当诱发的工程滑坡;又有因对滑坡性质认识和治理方案不当而多次治理不能稳定者;还有因建设周期短、前期工作不足,以及年青技术人员的经验不足等,使得本可预防的灾害而未能有效预防,本应一次根治的滑坡而未根治。因此,深感有必要选择一些典型滑坡的防治实例,既有成功的经验,又有失败的教训,提供给一线年轻技术人员和工程管理者,以便提高他们的技术水平,防患于未然,把损失降到最小。本书作者们满足了这一需求,他们有的是各单位的资深专家,毕生从事滑坡防治工作,有的是中青年专家,具有较丰富的实践经验。从他们大量的工程实践中撷取典型的工程实例,具有很强的代表性。本书具有以下特点:

1. 广泛性:滑坡涉及的部门广、类型全;
2. 先进性:充分反映了防治滑坡的先进技术,如锚索桩、锚索框架、埋入式桩等;
3. 适用性:滑坡防治的基础是地质条件,本书实例对滑坡发生的地质条件、机理、稳定性评价,防治方案比选、主要工程措施和防治效果等做了系统分析,特别强调了地质条件与工程防治的有机结合;
4. 可操作性:从滑坡的稳定性分析、防治方案比选到工程措施选用做了系统介绍,有成功的经验,也有失败的教训,可供类似滑坡比照参考,为从事灾害防治的技术人员和管理者提供了生动的范例。

本书将工程地质调查、稳定性分析、动态设计与信息化施工有机地结合,内容新颖、生动,敬饕读者。作为作者的同行,感谢他们为岩土工程事业的发展又付出了一份辛勤的劳动。特为之序。

中国工程院院士:

刘颖人

2008年3月

铁道部科学研究院西北研究所(中铁西北科学研究院的前身)是我国最先成立专门研究滑坡的单位。在1962年初,即从做法上(包括技术力量的培养)以围绕“中国滑坡防治100例”作为长期主要研究工作内容之一,由于种种原因未能在具体研究规划中明文反映,但实质上是按此从未间断地进行。现终于由第二代研究者王恭先等三位同志为主,将之编著成书,我本人十分欣慰,表示庆贺!完成了这一研究工作,可以告慰首任所长白超然先生在天之灵!此书各例系按下述四点进行:

1. 以具体生产中的关键、复杂、危害较大的滑坡防治工点为对象,在解决了生产中关键技术问题与任务的同时,由实践中总结出经验教训,从“找每个滑坡工点的个性中研究出同类型的共性”并上升至理论,从而指导生产,在实践中再提高;所以要求研究的每个环节均与具体滑坡工点的防治相结合,以具体工点作为实体试验对象,才能适合滑坡虽有共性但个性突出这一特点,才能适应当时西北所的滑坡研究与技术力量同时成长的条件。

2. 滑坡是组成山坡的部分岩土在一定的地质条件下以及在环境因素不断的变化和作用下,以重力为主、沿向外缓倾的带(或面)产生向临空作整体或几大块向下、向前的移动现象;所以要求研究时要以了解、查清具体工点的地质为基础,从形迹中和地质规律上发现和判断这一沿之滑动的带在山坡内的部位,以及它在工程保证年代内可能的变化,要从不均质出发随时比拟当地滑动山坡与稳定者之间的差异,才能找到该滑坡的生成机理、病因、性质及其演变。

3. 滑坡防治的对策、原则、工程措施,要视其对具体生产设施的危害不同而异,针对大、中型及更大的滑坡在治理时虽说采用综合措施,但有消除或控制主要病因的主体工程(或防范危害设施的主体工程)与减轻作用力和危害的有效、辅助措施两者之间的区别;所以要求工程措施应有轻重缓急之分,随滑坡性质而异,尤其是在设计每一项防治工程的结构时要能适应周围的地质条件,否则就改造当地的地质条件使之切合设计理论的前提假定,这就是工程结合地质。

4. 正如此书所述,1962年铁路系统的滑坡防治措施的类型不多,查清滑坡的手段也缺乏,为了提高研究技术水平和防治滑坡的能力,要求在结合生产实践中尽可能选择具体工点,引进监测、勘测手段和国外新技术,更重要的是应适合中国国情,创立新的滑坡防治理论、技术、抗滑措施。即先在一些具体工点上实施、改进、成熟,随之研究充实,在实践中不断改进,走有中国特色的研究道路。

上述四点,我认为是总结了滑坡防治,必须始终坚持“研究与生产、工程与地质”结合的正

确途径,这在全书的各个部分大体上已基本做到。这和三位编著人的技术专业分别是工程、物探和地质的结合,并能贯彻到底是分不开的;也与三位分别于1961年、1972年和1985年以来长期在我院滑坡室未脱离具体滑坡工点的室内外工作有关。具体在书中第二章的第二、三、四节中已充分反映了,它既是权衡滑坡防治100个实例每一例的准绳,也是编著者毕生经验的总结。其中,对滑坡的生成机理、性质、分类、监测、预报和一整套防治措施等均具有中国特色,特别在滑坡防治中找地下水和找坡体内断裂带的具体产状与分布至今在国内外还是难题之一。我院的物探专业在滑坡电法勘探、浅层测温和氦气探测方面的研究与实用技术走在前列,发挥了作用,可查清坡体内地下水和断裂的分布两大关键。所以本书具有较高的理论水平和实用价值,为一项“研究结合生产、工程结合地质”、走以地质为基础正确途径的研究成果,具有承前启后的作用,可供从事滑坡防治工作者的参考与借鉴。书中“滑坡防治中几个关键技术处理和讨论”一节,也是当前国内外在生产上和研究中尚未解决的重点难题,著者从地质途径、动态监测和实践经验上提出其成功之处,达到了国际水平;挖孔抗滑桩、预应力锚索抗滑桩等防滑新结构的使用先于国外,其设计理论和处理与国外有别、经验教训有独到之处,在著者的近期著作《滑坡学与滑坡防治技术》、《山区高速公路高边坡病害防治实例》、《山区高速公路滑坡与高边坡防治技术实践》三书中有详细的介绍,充分发挥了工程结合地质的作用,并取得成果。

本书中滑坡实例包括了铁路、公路、水利、工矿、城镇和文物等方面,涵盖了西北、西南、华南、华东各个地区的黏土滑坡、黄土滑坡、堆积土滑坡、岩石滑坡和破碎岩石滑坡,均由各部门亲身经历,且是滑坡防治的资深专家和一些中青年专家执笔,使本书具有广泛性、先进性、实用性和可操作性等特点。本书中滑坡实例的多数著者曾在现场参与了工作(包括咨询),基本上均掌握了理论与实践之间的关键,查清了滑坡病害的主要实质,提出的经验与教训是可贵的,值得借鉴。

王恭先同志是前国际土力学及基础工程学会滑坡专业委员会中国委员,现中国科协咨询服务中心滑坡防治技术专家委员会主任委员,在滑坡防治方面辛勤耕耘已近50年,参加多次国内外滑坡会议,足迹遍及世界许多重大滑坡现场,既了解现场,又掌握理论;书中反映的内容及质量基本上可以代表我国当前在滑坡防治技术方面的水平,本人与之工作合作多年,其工作踏实、学术讨论客观,专此一并介绍。

中铁西北科学研究院研究员(原滑坡室主任)

徐邦栋

2008年3月9日于兰州

改革开放 30 年来,在党中央的正确领导下,我国国民经济快速、持续、稳定发展,国力增强,人民富裕安康,令世人瞩目。特别是西部大开发战略的实施,数以万公里计的高速公路、铁路以及大型电站和矿山在西部山区建设,大大促进了经济相对落后的西部经济的发展,增进了民族团结,巩固了边防。党的十七大提出了全面建设小康社会的新目标,要求按照科学发展观,又好又快地建设环境友好型社会,这对科技工作者提出了新的要求。

我国 70% 的国土为山区,由于特殊的地形和地质环境,一直是世界上崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害较严重的国家之一。尤其是西部地区,由于脆弱的地质环境,自然灾害频发,规模巨大,危害严重,严重制约了西部经济的发展。随着大规模基础设施的建设,人类工程活动使自然条件的改变越来越大,人为诱发的地质灾害也越来越多,其中尤以滑坡规模大、性质复杂、灾害严重、治理费用昂贵。如南昆铁路八渡车站在接轨前夕古滑坡复活,花费 9 000 余万元进行治理。京珠高速公路粤北段施工中发生数十处滑坡和高边坡变形,治理费用增加 8 亿多元。云南省元江至磨黑高速公路 337 个高边坡,施工中发生变形和滑坡 130 余处,追加投资 6 亿多元。重庆市向家坡滑坡多次治理而不稳定,不得不封闭道路重新勘察和治理,共花费 5 000 余万元。韩城电厂和北京市著名的戒台寺均因采煤塌陷引起滑坡,造成厂区和千年古寺建筑物严重变形开裂,前者治理费 5 000 余万元,后者达 6 000 余万元。长江三峡库岸滑坡的稳定和治理更引起国内外关注,将投入 100 多亿元进行预防和治理。因此,对滑坡灾害进行科学有效的预防和治理已引起各级领导和科技人员的重视。

50 多年来,我国政府十分重视地质灾害(包括滑坡灾害)的预防和治理,加强人员培训和地质灾害发生发展规律和预防措施的研究,较系统地掌握了各类滑坡的产生条件、作用因素、发生和运动机理,开发了一整套预防和治理工程措施,成功地治理了数以千计的滑坡,积累了丰富的经验,逐渐由被动治理发展到主动预防灾害的新阶段。

中铁西北科学研究院有限公司(原铁道部科学研究院西北分院)是国内成立最早的专门从事崩塌、滑坡及高边坡稳定性研究的单位,49 年来紧密联系生产实践,地质与工程相结合,较系统地研究了滑坡的性质、发生机理、勘察分析技术、预防和治理原则,研究开发了挖孔抗滑桩(1967 年)、预应力锚索抗滑桩(1986 年)和锚索框架(1993 年)等防滑新结构,以及排水、减重、反压、支挡有机结合的滑坡防治技术,并成功治理了数以百计的滑坡。1995 年成功预报了青藏铁路关角隧道口滑坡和甘肃省永靖县黄茨大滑坡,未造成一人伤亡。1977 年编著的《滑坡防治》专著填补了我国在该领域的空白,获全国科学大会奖,《滑坡的规律和防治》和《西北地区大型滑坡监测预报》等成果获全国自然科学奖和科技进步奖。近年来总结近 50 年的研究成果和实践经验出版了《滑坡分析与防治》(徐邦栋,2001 年)、《滑坡学与滑坡防治技术》(王恭先、

徐峻龄、刘光代、李传珠,2004年)、《山区高速公路高边坡病害防治实例》(马惠民、王恭先、周德培,2006年)及《边坡与滑坡工程治理》(郑颖人、陈祖煜、王恭先、凌天清,2006年)等专著。

近20多年来,作者与中铁西北科学研究院的同事在广东、福建、浙江、安徽、江西、重庆、四川、云南、贵州、西藏、陕西、山西、甘肃、青海、宁夏、内蒙古、湖北、湖南、广西、新疆等20个省(市、自治区)20余条高速公路及水利工程、矿山、城镇承担了数百处滑坡的勘察、设计、施工和方案论证,其中既有古老滑坡的复活,又有设计和施工不当诱发的工程滑坡,还有因对滑坡性质认识和治理方案不当而多次治理不能稳定者。由于地质条件复杂、建设周期短、前期工作不足,以及年轻技术人员的经验不足,使得本可预防的灾害未能得到有效预防,本应一次根治的滑坡未能得以根治,给国家造成了重大损失。因此,深感有必要选择一些典型滑坡的防治实例,既有成功的经验,又有失败的教训,提供给一线年轻技术人员和工程管理者,以便提高他们的技术水平,防患于未然,把损失降到最小,这就是编写本书的目的。

本书的内容分两部分:第一、二章,介绍了我国的滑坡灾害及其主要特征,滑坡的防治原则及主要工程措施,滑坡防治方案的选择和优化及滑坡勘察设计中一些技术问题的处理方法,为年轻技术人员提供一个总体思路和方法。第三~第六章,中国滑坡防治实例70余个。其中,铁路沿线滑坡实例20余个,公路沿线滑坡实例30余个,水利(包括三峡库区)工程中滑坡10余个,工矿、城镇及文物保护方面滑坡10余个,涵盖了我国西南、西北、华南、华东各个地区的黄土滑坡、黏土滑坡、堆积土石滑坡、岩石滑坡和破碎岩石滑坡各个类型,既有古老滑坡的预防和治理,也有新生工程滑坡的治理;既有规模上亿立方米的巨型滑坡(如三峡库区宝塔滑坡和四川宣汉县天台乡滑坡)的治理,也有数十至数百万立方米的滑坡治理;既有20世纪60~70年代滑坡的治理,更多的是改革开放以来我国滑坡防治新技术的开发和应用,如预应力锚索抗滑桩、预应力锚索框架(地梁)、微型群桩、埋入式桩及仰斜排水孔等。实例以滑坡防治为目的,大都较详细地介绍了滑坡地区的地形地质条件、滑坡规模和性质、产生的原因、变形机理、稳定性评价和计算、方案比选、主要防治措施和效果,可供读者借鉴。

本书的作者有几十位,大都是各单位从事滑坡防治工作多年的资深专家(如陈祖煜院士、李海光、唐民德、叶宗荣、王松龄、徐凤鹤、王传仁和刘光代等)和一些中青年专家,从他们的大量实践经验中选取这些典型实例,具有很强的代表性。

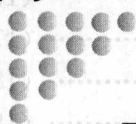
本书的编写得到许多部门、单位和专家的支持,出版得到了中铁西北科学研究院有限公司和人民交通出版社领导的关心和支持,刘世锋、杨凯工程师作了大量的文整和绘图工作,在此对所有支持和关心本书的领导和同仁表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中难免有错误出现,希望读者批评指正。

编著者

2008年2月28日

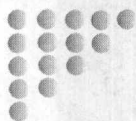
目录 MULU



第一章 中国的滑坡灾害及其特点	(1)
第一节 中国的滑坡灾害	(1)
第二节 中国滑坡的特征	(6)
第二章 中国滑坡防治技术的发展	(18)
第一节 中国滑坡防治技术发展的三个阶段	(18)
第二节 滑坡防治的原则和主要工程措施	(21)
第三节 滑坡防治方案的选择和优化	(28)
第四节 滑坡防治中几个关键技术的处理和讨论	(36)
第三章 铁路滑坡防治实例	(46)
第一节 南昆铁路八渡车站滑坡的治理(李海光 唐民德)	(46)
第二节 宝成铁路丁家河滑坡勘察与整治(方 利)	(53)
第三节 太焦铁路牛品坪滑坡特征与整治(荆志东)	(61)
第四节 枝柳铁路施溶溪滑坡整治(徐凤鹤 闵顺南)	(64)
第五节 内昆铁路滩头车站顺层古滑坡的治理(魏永幸)	(70)
第六节 南同蒲铁路冷泉滑坡稳定性分析与整治(叶宗荣)	(74)
第七节 西安安康铁路镇安车站刘家台滑坡整治(张华莹 李 响等)	(78)
第八节 焦柳铁路砂坝滑坡监测与防治(赵子俊 周先才)	(85)
第九节 成昆铁路沙北滑坡的治理(刘光代)	(93)
第十节 太焦铁路南段红土路堑滑坡整治效果分析(李德柱)	(95)
第十一节 鹰厦铁路 K615 滑坡性质、原因分析与整治(潘传爵 时钟伦)	(100)
第十二节 渝怀铁路 DK615+602~+830 工程滑坡防治(冯俊德 褚宇光等)	(107)
第十三节 朔黄铁路 K44 公里滑坡整治设计(常杰峰 毕成城)	(112)
第十四节 贵昆铁路格里桥滑坡整治(刘光代)	(116)
第十五节 盘西铁路清水塘古滑坡整治(杨 苇 庞应刚)	(120)
第十六节 西安至南京铁路 DK133 滑坡分析与治理(于国新 勾振铎等)	(127)
第十七节 内昆铁路两碗滑坡治理(周 成)	(133)
第十八节 贵昆铁路扒挪块滑坡治理(刘光代)	(138)
第十九节 渝怀铁路武隆纸厂滑坡治理(褚宇光 韩 康)	(143)
第二十节 成昆铁路毛头马 1 号隧道进口坡体病害治理(马惠民)	(147)

第四章 公路滑坡防治实例	(153)
第一节 同三高速公路福建福鼎八尺门滑坡治理(廖小平)	(153)
第二节 重庆万梁高速公路张家坪滑坡治理(王 楨)	(162)
第三节 元磨高速公路 K294+650 段顺层岩石滑坡的 形成及治理(郑 静)	(170)
第四节 甘青公路(国道 109 线)享堂滑坡的勘察治理(王应先)	(176)
第五节 徽(州)至杭(州)高速公路竹岭隧道进口段滑坡防治(王传仁)	(182)
第六节 万梁高速公路 K49+150 顺层岩石滑坡变形机理及治理(张红利)	(186)
第七节 京福高速公路三明市梅列互通滑坡治理(廖小平)	(193)
第八节 徽(州)至杭(州)高速公路 K76 路堑高边坡滑坡防治(王传仁)	(200)
第九节 万梁高速公路大荒田滑坡治理及其效果分析(张红利)	(204)
第十节 深汕高速公路 K101 大型滑坡整治(李小和 詹学启)	(209)
第十一节 国道 317 线三家寨滑坡防治(郑 静)	(217)
第十二节 山西祁临高速公路常家山隧道出口滑坡整治(王传仁)	(224)
第十三节 内蒙古集宁至呼和浩特高速公路 K449+500 滑坡治理(王传仁)	(229)
第十四节 内蒙古集宁至呼和浩特高速公路 K453 滑坡治理(王 楨)	(233)
第十五节 宁夏固原至沿川子高速公路 K175+000 滑坡治理(王传仁)	(237)
第十六节 宁夏固原至沿川子高速公路 K173+100 滑坡治理(王传仁)	(244)
第十七节 重庆万梁高速公路 K4+680~+850 滑坡治理(王 楨)	(247)
第十八节 云南保山至龙陵高速公路潮田滑坡群防治(张 华)	(250)
第十九节 云南保龙高速公路户冲河 3 号隧道改路基后高陡边 坡加固防护(张 华)	(265)
第二十节 沪蓉国道主干线支线分水岭(鄂渝界)至忠县高速公路 K15+023~+200 段滑坡防治(宋响军 于兴国等)	(271)
第二十一节 川藏公路二郎山 1 号滑坡认识与治理(王全才)	(279)
第二十二节 二郎山隧道西引道榛子林滑坡的治理(王全才)	(286)
第二十三节 渝黔高速公路向家坡滑坡的分析与综合治理(于 贵)	(290)
第二十四节 贵州三穗至凯里高速公路对门坡滑坡防治(于兴国 张志强)	(300)
第二十五节 贵州三穗至凯里高速公路 K84 边坡 滑坡治理(张志强 于兴国)	(307)
第二十六节 贵州三穗至凯里高速公路 K87 滑坡防治(张志强 于兴国)	(313)
第二十七节 贵州三穗至凯里高速公路 K105 滑坡防治(于兴国 张志强)	(321)
第二十八节 石忠高速公路沙子立交 9 号、10 号滑坡防治(宋响军 于兴国等)	(332)
第二十九节 重庆云阳至万州高速公路韩婆垭隧道进口段滑坡 治理(张俊德 宋响军)	(339)
第三十节 重庆奉节至云阳高速公路 K99 滑坡防治(谭冬生 张俊德)	(348)
第三十一节 重庆奉节至云阳高速公路肖家包滑坡治理(张俊德 谭冬生)	(354)
第三十二节 川藏公路 102 滑坡群 2 号滑坡防治(喻林青)	(362)
第三十三节 京珠高速公路 K108 滑坡分析与治理(张玉芳 王 荣)	(369)

第五章 水电工程滑坡防治实例	(383)
第一节 三峡库区重庆市云阳县宝塔滑坡防治(李安洪 李云华).....	(383)
第二节 重庆万州黄泥包滑坡治理(董汉雄 李 响).....	(388)
第三节 三峡库区巴东县城红石包滑坡治理(晏鄂川).....	(398)
第四节 大水沟水库右岸溢洪道滑坡治理(陈祖煜 杨 健).....	(405)
第五节 云养水库上游趾板滑坡治理(陈祖煜 杨 健).....	(410)
第六节 鲁布革水电站发耐滑坡治理(陈祖煜 杨 健).....	(412)
第七节 紫坪铺水利枢纽工程 2 号导流洞出口滑坡的治理(陈祖煜 杨 健).....	(417)
第八节 紫坪铺水利枢纽工程 2 号泄洪洞出口边坡滑坡监测预报与 防治(彭仕雄 杨 健).....	(424)
第九节 三峡库区秭归县下土地岭滑坡防治(余宏明).....	(431)
第六章 厂矿、城镇及文物保护区滑坡防治实例	(439)
第一节 略阳电厂滑坡及其防治(王传仁).....	(439)
第二节 韩城电厂滑坡的性质、机理与治理(马惠民)	(447)
第三节 四川江油 305 厂高空台试验区滑坡的成因分析与防治措施(金培杰).....	(457)
第四节 中国燃气涡轮研究院高空台试验区山体上滑坡治理(王 桢).....	(462)
第五节 北京戒台寺滑坡综合治理(王 桢).....	(467)
第六节 天水市秦城区椒树湾和泰山庙滑坡治理(王念秦).....	(477)
第七节 骊山北坡坡体病害的综合勘察与整治(马惠民 侯殿英等).....	(485)
第八节 四川省丹巴县城后山滑坡防治(许 强 范宣梅).....	(496)
第九节 深圳啤酒厂滑坡成因及整治(王松龄).....	(506)
第十节 内蒙古准格尔旗薛家湾镇开源路膨胀土滑坡治理(王 桢).....	(511)
第十一节 四川省达州市宣汉县天台乡滑坡治理(许 强 范宣梅).....	(515)
参考文献	(527)



安全与地质灾害防治

第一节 中国的滑坡灾害

我国 70% 的地区为山区, 由于特殊的地形和地质环境条件, 是世界上滑坡灾害较严重的国家之一。史书上早有“地移掩村”、“移山淹谷”的记载, 滑坡曾造成严重的人员伤亡和财产损失, 许多文献资料作过介绍。近代的自然滑坡灾害也不乏其例, 例如:

(1) 1920 年 12 月 16 日宁夏海源发生 8.5 级地震, 造成黄土地区发生数百处大型滑坡和滑坡堵河造成的堰塞湖。由于滑距远、滑体表面坡度平缓, 国外有人称其为“黄土流”。此次地震造成约 20 万人死亡, 其中多数死于滑坡灾害。

(2) 1943 年 2 月 6 日发生在青海省黄河龙羊峡上游的查纳滑坡, 系第三系半成岩的砂岩和黏土岩从黄河南岸高 400m 处滑下, 体积约 1 亿 m^3 岩土从南岸滑到北岸, 摧毁了整个查纳村。

(3) 1965 年发生在云南省禄劝县的普福河滑坡, 造成了 460 余人丧生。

(4) 1967 年四川省雅砻江上唐古栋发生体积约 5 000 万 m^3 的大滑坡, 堵塞雅砻江形成 175~355m 高的“滑坡坝”。9 天之后松散的“滑坡坝”溃决, 40m 高的洪水冲向下游, 两岸道路、桥梁、水文站、农舍和农田被毁, 造成了重大损失。

(5) 1983 年 3 月 7 日, 甘肃省东乡县洒勒山发生体积近 5 000 万 m^3 的黄土和第三系砂泥岩的高速远程滑坡, 一分钟内滑距达 700~800m, 摧毁了 4 个村庄和两座水库, 造成 227 人死亡(图 1-1-1)。一对夫妇抱住一棵树滑移 400m, 死里逃生(图 1-1-2)。

(6) 1982 年 7 月 18 日四川省(现重庆市)老云阳县城东长江北岸发生鸡扒子滑坡, 体积达 1300 万 m^3 的砂泥岩滑下, 其中约 100 万 m^3 滑入长江造成急流险滩, 使下游船只靠拖轮才能上行。只做了排水和疏通航道即花费 8 000 余万元(图 1-1-3)。

(7) 1985 年 6 月 12 日, 湖北省秭归县长江北岸的新滩镇发生体积达 3 000 万 m^3 的大滑坡, 摧毁了有 457 户居民的新滩镇, 堵江达 1/3(图 1-1-4)。幸有监测预报, 提前疏散了居民, 才未能造成人员伤亡。

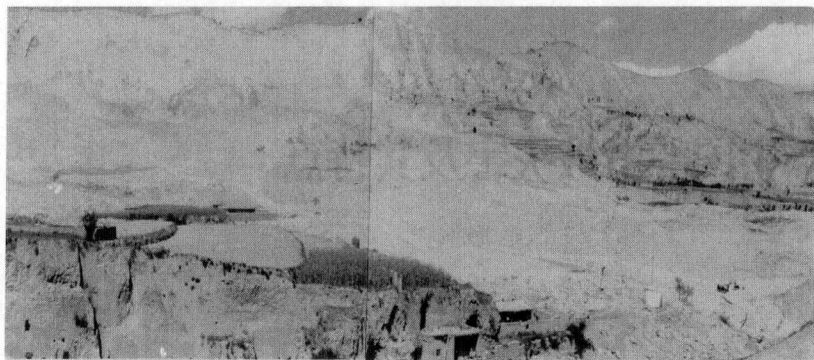


图 1-1-1 洒勒山滑坡全貌

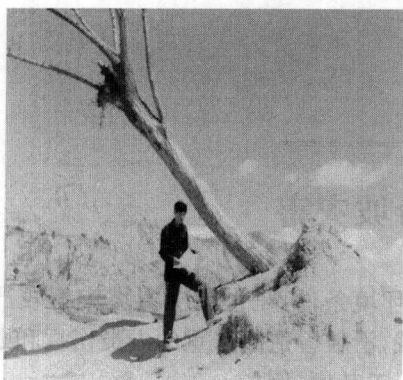


图 1-1-2 村民抱此树死里逃生

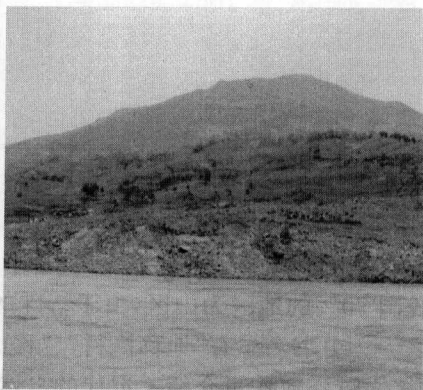


图 1-1-3 长江北岸鸡扒子滑坡全貌

(8) 1992 年云南省昭通县头寨沟发生 400 万 m^3 的玄武岩大滑坡, 滑坡滑下后变成碎屑流顺沟冲出约 4 km , 摧毁沟口一个村庄, 造成 216 人死亡。

(9) 2000 年 4 月 9 日, 西藏自治区易贡藏布江发生易贡大滑坡, 近 3 亿 m^3 岩土从海拔 5000 m 滑入海拔 2000 多米的河谷, 形成长数千米的“滑坡坝”堵河成湖。两个月后坝体溃决, 下游 10 km 长的川藏公路道路、桥梁被全部冲毁, 荡然无存。

从以上实例可以看出, 大型自然滑坡所造成的灾害是十分严重的。对这些规模巨大的滑坡, 只能采取监测、预报、避让和疏散居民等措施, 尽量减少灾害损失。



图 1-1-4 长江北岸新滩滑坡全貌

人们最关心的是在国土开发和经济建设中出现的滑坡。50 多年来我国各部门各地区在经济建设中遇到的滑坡数以千计, 它们或为古老滑坡的复活, 或为新生的滑坡, 在建设过程中常延误工期、增加投资, 甚至造成灾害; 在运营期常常中断交通, 破坏厂矿设备, 影响正常生产, 治理费用昂贵。这类和人类工程活动有关的滑坡, 人们通常称其为“工程滑坡”。举例如下:

(1) 20 世纪 50 年代修建宝鸡至成都铁路时, 由于地质条件复杂, 地质技术力量不足, 虽于 1956 年接轨通车, 可是由于沿线出现的数十处大型滑坡和崩塌需要治理, 又延迟一年才正式通车。通车后仍不断治理各种路基病害, 1958~1981 年仅宝鸡至广元段 355 km 治理病害共花费

3.85亿元,平均每公里达108.45万元,相当于修建时每公里的投资。1992年该线K190高200m的山坡上发生自然滑坡,堵塞洞口,破坏明洞,3次中断交通累计长达35天。被迫改线4.8km,增加投资8500万元(图1-1-5)。

(2)20世纪60年代修建的成都至昆明铁路,地形险峻,地质复杂,令世人瞩目。选线时已避开100余处滑坡,提高了桥、隧比例。但在施工过程中仍发生了如会仙桥、甘洛车站、越西车站、白石岩车站、沙北车站等滑坡。在治理滑坡过程中成功应用了减重、反压、支撑盲沟和隧洞截排水等传统方法,还开发了垂直钻孔群和水平孔群排水及钢筋混凝土挖孔抗滑桩等新型排水和抗滑支挡措施及相应的工程施工方法。

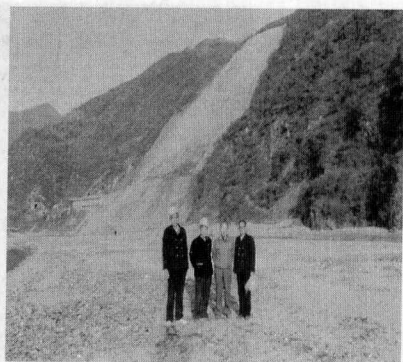


图1-1-5 宝成铁路K190滑坡中断交通

即使如此,在通车后,先后又发生了铁西滑坡(中断交通40天)、玉田车站滑坡、莫洛滑坡、东荣河1号隧道滑坡和毛头马1号隧道滑坡及林场滑坡等,都花费巨资进行了治理。

(3)铁路车站选建在地形较为平缓的古老滑坡体上,施工后古滑坡复活,教训是十分深刻的。但是,20世纪90年代修建南宁至昆明铁路时又误把八渡车站建在了大型(500万 m^3)老滑坡体上(图1-1-6)。1997年在接轨通车前由于南盘江大洪水冲刷滑坡抗滑部分及施工影响,滑坡复活,修建两条截排水隧洞、113根抗滑桩稳定滑坡,治理费用达9000余万元,创下了铁路滑坡治理费用之最高。

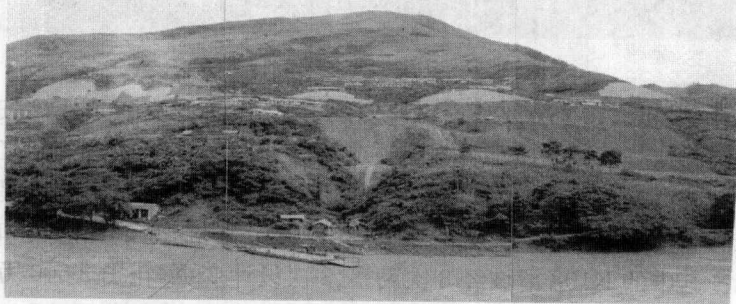


图1-1-6 南昆铁路八渡滑坡全貌

(4)川藏公路由于其特别复杂的地形地质条件,灾害频发,自20世纪50年代通车以来,几乎年年因滑坡和泥石流而中断交通。全线200余处滑坡,规模巨大,治理困难,至今西藏境内还在改建治理中。西藏通麦附近的102道班滑坡(称102滑坡),500万 m^3 的冰碛物和洪积物从400m高处滑下,堵塞了帕隆藏布江,松散的滑体上被地表及地下水冲出数条泥石流沟,8年时间内已造成17起翻车事故(图1-1-7),仅保证通车的工程即花费5000余万元。该线四川境内的二郎山修建隧道之后大大改善了运营条件,但隧道进、出口引道上却出现了6处大型滑坡,治理费用近两亿元,其中K2730滑坡抗滑桩最深达65m,治理费用达6000万元。

(5)位于青藏高原的青海省西宁至果洛公路河北乡至红土山段长不足50km,处于黄河上游两岸,属三江源自然保护区,地壳抬升,河谷深切,相对高差达600~700m,又为Ⅷ度地震烈度区,在河谷下切和地震作用下,形成了许多规模巨大的、体积达数千万立方米的巨型滑坡(图1-1-8)。公路的修建,扰动了古老滑坡,使该段发生了近20处滑坡。2005年特大暴雨,造成公路中断,严重影响了地方经济发展和人民生活。治理这些滑坡需投资1亿多元。

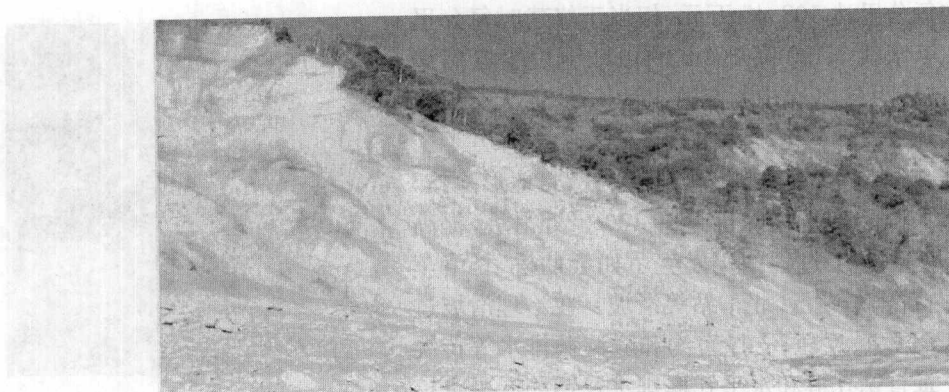


图 1-1-7 川藏公路 102 道班处滑坡

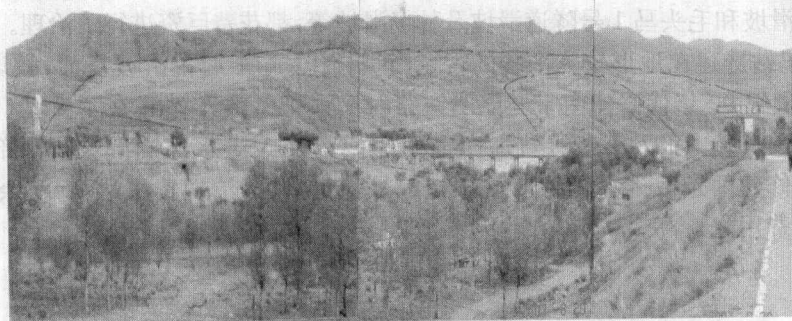


图 1-1-8 西宁至果洛公路军功大滑坡

(6)改革开放以来我国高速公路建设飞速发展,大大改善了交通条件,促进了国民经济大发展。但是在山区高速公路建设中却发生了许多滑坡和高边坡变形,影响施工工期,增加巨额投资,甚至破坏已有工程设施。如广东省深圳至汕头高速公路 K101 滑坡治理费用达 8 000 多万元。北京至珠海高速公路粤北段 300km 内发生数十处滑坡,为治理滑坡和加固高边坡,增加投资近 8 亿元。其中的 K108 滑坡经 3 次勘察、3 次设计变更,花费 2 500 万元才得以稳定。同江至三亚高速公路福建北部的八尺门互通区发生两个滑坡,治理费用达 5 000 万元。云南省的元江至磨黑高速公路,地形险峻,地质复杂,全线高边坡 300 余处,施工后发生滑坡和高边坡变形的 130 余处,处理这些病害增加投资 6 亿多元,相当于原造价的 10%。重庆市万州至梁平高速公路有 20 余公里选线在砂泥岩顺倾地段,施工开挖后发生 30 处滑坡,治理病害增加投资近两亿元。其中张家坪大型堆积层滑坡治理费用达 3 000 万元(图 1-1-9)。重庆至贵州的高速公路重庆市区向家坡滑坡,由于滑坡性质判断失误,经两次勘察,两次设计仍未能稳定滑坡,通车后滑坡再次变形,不得不作第三次勘察和设计,共花费 5 000 余万元(图 1-1-10)。

(7)水利水电建设中同样遇到许多滑坡。坝址区一般岩体较好,滑坡少,主要是高边坡稳定问题,但是库区沿岸滑坡相当发育,早在 1961 年湖南省拓溪水库蓄水初期就发生了体积达 167 万 m^3 的岩石顺层滑坡,产生 20 多米高的涌浪翻过坝顶,造成了严重灾害。黄河上的龙羊峡、李家峡、公伯峡水电站库区分布着许多大型滑坡,龙羊峡对近坝库区滑坡稳定进行了长期监测,李家峡对近坝两处大滑坡进行了治理。长江三峡库区 200 多处滑坡进行了空前深入的勘察、研究、监测、预防和治理,花费 100 多亿元。即使如此,蓄水后又发生了千将坪大滑坡,造成了人员伤亡和财产损失。