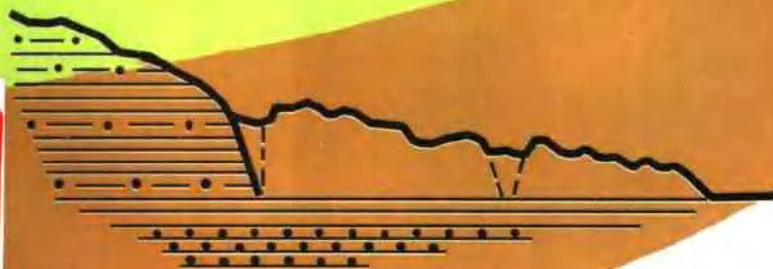


滑坡文集

(第十四集)

22-53



中国铁道出版社

铁路科技图书出版基金资助出版

滑 坡 文 集

(第十四集)

滑坡文集编委会 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本集选文 23 篇,主要内容涉及滑坡的综合研究、防治措施、监测与预报、机理分析、模型试验等方面,每篇文章后附有英文提要,以便国际交流。

本文集可供工程地质工作者和土建工程设计人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

滑坡文集 第 14 集/滑坡文集编委会主编. —北京:中国铁道出版社, 2000.4
ISBN 7-113-03616-3

I. 滑… II. 滑… III. 铁路-滑坡-研究-文集 IV. U216.41-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 56867 号

书 名: 滑坡文集 (第十四集)

作 者: 滑坡文集编委会 主编

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑: 张苍松

封面设计: 马 利

印 刷: 河北遵化胶印厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 字数: 269 千

版 本: 2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000 册

书 号: ISBN 7-113-03616-3/TU·613

定 价: 28.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

滑坡文集编辑委员会

(甘肃省兰州市民主东路 365 号 730000)

名誉主任委员：李 嘉 徐邦栋 (铁道部科学研究院西北分院)

主任委员：王恭先 (常委 铁道部科学研究院西北分院)

委 员：(以姓氏笔画为序)

于济民 (铁道部科学研究院西北分院)

马 骥 (铁道部科学研究院西北分院)

王少东 (中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所)

王传仁 (交通部第一勘察设计院)

叶宗荣 (铁道部第三勘测设计院)

刘光代 (铁道部科学研究院西北分院)

刘祥海 (西南交通大学)

池淑兰 (西南交通大学)

安鸿逵 (中国铁道出版社)

余正祥 (铁道部第二勘测设计院)

张永生 (铁道部科学研究院西北分院)

张苍松 (中国铁道出版社)

陆玉琬 (铁道部第二勘测设计院)

陈自生 (中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所)

陈德基 (水利部长江水利委员会综合勘测局)

居恢扬 (上海铁道大学)

孟英喆 (铁道部第一勘测设计院)

晏同珍 (中国地质大学)

徐峻岭 (铁道部科学研究院西北分院)

徐凤鹤 (铁道部第四勘测设计院)

秘 书：张永生 (铁道部科学研究院西北分院)

目 录

一、防治措施综述

面向 21 世纪我国滑坡灾害防治的思考	王恭先(1)
我国铁路路基抗滑支挡工程的应用与发展综述	吴贵新(8)

二、机理分析及防治措施

论坡体结构与坡体病害类型	马惠民(16)
公路工程与滑坡灾害	王传仁 喻文学(27)
浅述几种边坡支挡加固工程的应用条件	方应杰(36)
八渡车站巨型滑坡加固预应力锚索施工技术	蒋忠信(45)
预锚固桩的工程实践	崇六喜 王向阳(54)
工程滑坡防治实践	魏永幸(59)
新车公路下立交施工中路基滑坡的处理	吴惠洪(64)
预应力锚索技术在深汕高速公路边坡加固工程中的应用	张玉滢 王 桢(70)
白塔倾斜的原因及其性质分析	张 华(75)
朝开线 3 处滑坡的成因分析与治理	赵京弼 张殿明(83)
成昆线东荣河坡体与隧道病害的变形机制分析	金培杰(92)
南阳渠工程加兰庄段滑坡特征及治理	余佩柱(101)

三、设计理论及施工工艺研究

全段一次性注浆预应力锚杆基本试验中极限承载力及安全系数的确定	郑 静(106)
论抗滑桩的受力状态	王文灿 李传珠(112)
反复剪切方法测试滑带土残剪强度的合理性问题	孙志炜(117)
治理边坡地质灾害的 SNS 柔性防护系统	周迎庆 阳友奎(121)

四、滑坡监测与预报方法研究

有关滑坡预报问题的讨论	徐峻龄(133)
滑坡临滑时间预报中的误差分析	沈尧良 答治华(139)
全站仪在滑坡地表位移监测中的应用	刘 玲(144)

五、其 他

襄渝线柴家坡隧道变形机理的数值模拟分析	王安福 马惠民(150)
略论寒区斜坡石流	刘铁良(156)

PROCEEDINGS OF LANDSLIDES

VOLUME FOURTEEN

Thinking on Landslide Disaster Control in China in the 21st Century	Wang Gongxian(1)
Survey of Application and Development of anti-Slide Bulkhead Engineering in Railway Subgrade of China	Wu Guixin(8)
Study on Structure and Disaster Property of Slope	Ma Huimin(16)
Highway Engineering and Landslide Disasters	Wang Chuanren Yu Wenxue(27)
Applied Conditions of Several Slope Retaining and Reinforcing Works	Fang Yingjie(36)
Construction Technique of Prestressed Anchor Rope for Reinforcing Huge, Plutonic, Breaker and Water-Rich Landslide at Badu Railway Station	Jiang Zhongxin(45)
Construction Measure Prestressed Anchor Pile	Chong Liuxi Wang Xiangyang(54)
Practice of Controlling Engineering Landslide	Wei Yongxing(59)
Control of Subgrade Landslide in Subway Crossing Construction under Xinchu Highway	Wu Huihong(64)
Application of Prestressed Anchor Technique in Slope Stabilization Engineering of Shenzhen—Shantou Express Highway	Zhang Yuying Wang Zheng(70)
Analysis on Inclination Reason of White Pagoda and Its Property	Zhang Hua(75)
The Origin Analysis and Treatment of Three Landslides on Chaokai Railway	Zhao Jingbi Zhang Dianming(83)
The Mechanism Analysis of Dongronghe Slope and Tunnel Deforming Disaster along Chengkun Railway	Jin Peijie(92)
The Characteristics and Control of Landslide at Jialanzhuang Section of Nanyang Channel	Yu Kanzhu(101)
The Determination of the Limited Bearing Capacity and Safety Factor in the Test of Tendon Bonded Length of Prestressed Anchor Grouted One Time	Zheng Jing(106)
Discussion on State Subjected to Force of anti-Slide Pile ...	Wang Wencan Li Chuanzhu(112)
The Question on Rationalization to Test Slip Bands Soil's Remains Shear Strength By Means of Shearing Repeatedly	Sun Zhiwei(117)
Control of Geological Disaster of Railway Slope-Comparison Between NSN Flexible Protection System and Traditional Method	Zhou Yingqing Yang Youkui(121)
A Discussion On Prediction of Landslide	Xu Junling(133)

Error Analysis of Time Prediction of Instant Slide of Landslide	Shen Yaoliang Da Zhihua(139)
Application of Total Station Instruments on Monitoring the Surface Displacement of Landslide	Liu Ling(144)
Numerical Simulated Analysis of Chaijiapo Tunnel Deformation Mechanics	Wang Anfu Ma Huimin(150)
Discussion on Slope Debris Flow in Cold Region	Liu Tieliang(156)

面向 21 世纪我国滑坡灾害防治的思考

王恭先

(铁道部科学研究院西北分院, 兰州, 730000)

摘 要

20 世纪下半叶我国滑坡灾害防治技术有了长足的发展,取得了令世人瞩目的成就。面对 21 世纪,我国的滑坡防治事业该如何发展?作者在总结已有成就和特点的基础上,结合国内外的发展动向提出了自己的建议。

关键词:滑坡灾害 成就和特点 发展动向建议

一、前 言

人类的历史,从某种意义上讲,就是同自然灾害作斗争的历史。人类是在不断地认识自然、改造自然、同自然灾害作斗争的过程中发展起来的。地质灾害,如地震、山崩、滑坡和泥石流,是地质体在众多因素作用下变化、破坏、运动而给人类造成生命财产损失的地质现象。它们曾给人类造成过巨大的灾害,制约着国民经济的发展,因而引起各国政府的重视。“国际减灾十年”活动也把防治和减轻地质灾害作为主要目标之一。

滑坡,作为主要的地质灾害之一,由于其常常中断交通,堵塞河道,摧毁厂矿,掩埋村镇,易造成重大灾害,而且分布面广,发生频繁,产生条件复杂,作用因素众多,发生和运动的机理具有多样性、多变性和复杂性,预测困难,治理费用昂贵,因而一直是世界各国着力研究的地质和工程问题之一。

我国是世界上滑坡灾害比较严重的国家之一。我国政府一直十分重视滑坡灾害的研究和防治工作,曾投入大量人力、物力和财力进行滑坡灾害的防治,成功治理的滑坡数以千计,有效地保证和促进了国民经济的发展。

改革开放以来,尤其是“国际减灾十年”活动开展以来,我国的滑坡灾害防治事业进入一个新的发展时期,各地区、各部门投入的人力、财力、物力之多都是空前的。研究领域更加广阔,理论研究更加深入,防治技术也有了更大的发展,防灾减灾所带来的社会效益和经济效益更加明显。然而,随着社会经济的发展,建设规模的扩大,灾害损失也愈来愈大。当今人们对生存环境和生态环境更为重视,而对灾害防治工作应如何做?作者提出了自己的建议,与同行专家讨论,供有关决策部门参考。

二、滑坡灾害及其防治研究的意义

滑坡的危害是众所周知的,它虽不像地震灾害那样集中和强烈,但分布面广,发生频繁,影响时间长,累计灾害损失可能不比地震灾害小,有时又与地震相伴生,成为地震的次生灾害。

我国由于特殊的地形、地质和气候条件,是世界上滑坡灾害比较严重的国家之一。许多资料介绍了滑坡灾害情况。表1列举了我国近十多年来发生的较大滑坡灾害实例,从中也可看出其危害之严重。以上实例还只是一些直接经济损失,若加上间接损失,则更为巨大。有人估计我国每年因滑坡泥石流灾害损失约20~30亿元。滑坡灾害不仅造成巨大的经济损失,而且有很大的社会和政治影响,因此愈来愈多的人认识到,防灾减灾也是促进国民经济的发展,也是解放和发展生产力。

表1 我国近十多年来滑坡灾害实例

滑坡名称	发生地点	发生时间	灾 害 情 况
铁西滑坡	成昆线铁西车站	1980年	滑坡体积200万 m^3 ,中断交通40d,治理费用2300万元
洒勒山滑坡	甘肃省东乡县	1983年3月7日	滑坡体积5000 m^3 ,摧毁4个村庄,227人死亡
鸡扒子滑坡	四川省云阳县	1982年7月18日	滑坡体积1300万 m^3 ,100万 m^3 ,滑入长江造成急流险滩,治理费用8500万元
新滩滑坡	湖北省秭归县	1985年6月12日	滑坡体积3000万 m^3 ,摧毁了新滩镇,侵占长江航道1/3,因提前预报,无人员伤亡
韩城电厂滑坡	陕西省韩城市	1985年3月	滑坡体积500万 m^3 ,破坏厂房设施,二期治理费用5000余万元
天水锻压机床厂滑坡	甘肃省天水市	1990年8月21日	滑坡体积60余万 m^3 ,摧毁6个车间,7人死亡,损失2000多万元
义寨沟滑坡	云南省昭通县	1992年	滑坡体积400万 m^3 ,变成碎屑流冲出4km,摧毁一个村庄
190滑坡	宝成线K190	1992年5月	滑坡体积约30万 m^3 ,中断运输35d,砸坏明洞,改线花费8500万元
黄茨滑坡	甘肃省永靖县	1995年1月30日	滑坡体积600万 m^3 ,摧毁71户民房,因提前预报,无人伤亡
岩口滑坡	贵州省印江县	1996年9月18日	滑坡体积260万 m^3 ,堵断印江,淹没上游一村镇,威胁下游印江县城安全
八渡车站滑坡	南昆线八渡	1997年7月	滑坡体积约500万 m^3 ,威胁车站安全,治理费用为9000万元

三、我国滑坡灾害防治研究的主要成就和特点

(一)滑坡灾害防治经历的三个阶段

1. 被动治理阶段(50年代初~60年代中期)

50年代初期由于对滑坡产生的条件、作用因素、发生和运动的机理以及滑坡的危害性缺乏认识,在建设中盲目挖方造成滑坡的事故屡屡发生,被迫对已发生的滑坡一个一个进行勘察、监测、研究和治理,既延误了工期,又增加了投资。有的滑坡经多次治理才得以稳定。60年代总结以往的经验教训,加强了地质力量,在建设中避开不少大的滑坡和滑坡集中分布地段,减少了危害。但对滑坡发生和运动机理的认识尚不深入。

2. 专题研究阶段(60年代中期~80年代初)

人们从实践中逐渐认识到要有效地预防、减轻和治理滑坡灾害,必须深入系统地研究各类滑坡的类型、分布、产生的条件、作用因素,以及其发生和运动的机理,各部门都列出若干个专题进行研究,提出了滑坡的分类和分布规律、形成滑坡的地形地质条件和主要作用因素、滑带上的抗剪强度随着滑坡过程的变化规律、滑坡稳定性的判断方法,防治滑坡的原则和有效工程措施等,特别是抗滑桩的应用使大中型滑坡也能治理。滑坡灾害治理建立在一定的理论基础

上,变被动治理为主动预防和治理。

3. 由治理为主发展到以预防为主阶段,逐步形成滑坡灾害防治的理论体系(80年代至今)

随着改革开放,国民经济的大发展,滑坡灾害的影响更加突出,对防灾减灾的要求也更高。因此在一个地区、一条线路、一项大的工程开发建设前进行灾害调查、预测和评价,或事先避开,或采取预防措施,防止和减少灾害的发生。由点的研究和治理发展到点、线、面的综合预测和防灾。与此同时,对高速远程危害大的滑坡也进行了较深入的研究,滑坡的发生时间预报也取得了突破性进展。由于较全面系统的研究,逐渐形成了滑坡灾害防治的理论体系,滑坡学科涉及的领域概括为表2。

表2 滑坡学的主要研究内容

主要研究内容	分项研究内容	主要研究内容	分项研究内容
滑坡的定义、要素和术语	1. 滑坡的定义 2. 滑坡的要素和术语	滑坡的发生和运动机理	1. 滑坡的应力场和发育阶段 2. 滑动带岩土变形破坏规律 3. 滑坡静力学 4. 滑坡运动学 5. 滑坡动力学 6. 滑坡的复活和转化
滑坡与其它斜坡变形的区别	1. 与崩塌的区别 2. 与错落的区别 3. 与坍塌的区别 4. 与其他变形的区别		
滑坡的分类	1. 单一指标分类 2. 多指标综合分类		
滑坡的成因	1. 形成条件 2. 促滑因素 3. 触发因素	滑坡的稳定性评价	1. 工程地质评价 2. 稳定性力学计算
		滑坡的预测和预报	1. 滑坡的空间预测 2. 滑坡发生的时间预报 3. 滑坡危害范围的预测
滑坡的分布规律	1. 与地层岩性分布的关系 2. 与地质构造的关系 3. 与地形地貌的关系 4. 与气候带的关系 5. 与高程分布的关系 6. 与流水侵蚀切割的关系 7. 与人类活动的关系 8. 地区性分布规律	滑坡与其它灾害相互转化	1. 滑坡与其他灾害的转化 2. 灾害链
		滑坡灾害经济评估	1. 滑坡灾害的社会影响 2. 滑坡灾害的经济评估
		滑坡的防治技术	1. 滑坡的防治原则 2. 滑坡的预防 3. 滑坡的治理

(二)主要成就和特点

1. 紧密结合生产建设开展滑坡灾害防治研究,保证了建设的顺利进行和安全运营

几十年来,不论在重大交通干线建设还是大型水库电站和矿山建设中,都针对当地的特殊地质条件和滑坡特点列出专门课题进行研究,解决了大量滑坡的预防绕避和治理问题。如宝成、宝天、成昆、南昆等铁路,以及龙羊峡、李家峡、三峡电站等,既保证了建设的顺利进行,又促进了学科的形成和发展。

2. 基本查清了滑坡的类型、形成条件、作用因素、分布规律、发生和运动的机理,并由定性研究向定量研究过渡

有关斜坡变形和滑坡的分类,经过近50年的发展,国际上逐步统一,把滑坡限定在沿一定的面或带以滑动为主的斜坡变形现象。美国人伐纳斯的分类被广泛应用。我国则根据自身的地质特点,以滑体物质成分为主,分为粘性土滑坡、黄土滑坡、堆积土滑坡、堆填土滑坡、岩石滑坡和破碎岩石滑坡,然后结合滑面成因和滑动机理,以及滑体规模,又分出顺层面滑坡、构造面滑坡、堆积面滑坡、同生面滑坡;牵引式滑坡、推动式滑坡;浅层滑坡、中层滑坡、厚层滑坡和

巨厚层滑坡等等,以便于认识、判别和治理。

在深入研究各类滑坡的形成条件和作用因素的同时,70年代以后重视了滑坡分布规律的研究,为预防滑坡奠定了基础。铁路部门最早开始普查全国铁路沿线的滑坡,并总结出滑坡分布的地层岩性规律、构造控制滑坡规律,以及滑坡分布的气象水文、地震、人为活动规律;中国科学院成都山地灾害与环境研究所和地质矿产部门作出了全国小比例尺的滑坡分布图;陕西省和四川省作出了全省范围的滑坡分布图和预测图;还有不少山区城市如重庆、西安、兰州等作出了市区滑坡分布图和预测图,以指导经济建设和国土开发。

值得指出的是,人为活动已成为诱发滑坡的重要营力因素,人为滑坡愈来愈多。如水库蓄水、灌溉、开挖、堆载、采空塌陷等等,如何合理地控制人类活动对环境的破坏已引起人们的重视,但防范措施还不够有力。

滑坡形成机理研究方面,在充分的地质调查研究的基础上,建立起地质力学模型,引入模型试验、有限元、离散元等数学模拟方法深入研究滑坡的形成和运动机理,并取得了可喜的进展。

在滑坡发生时间的预报方面,在系统监测滑坡的基础上成功地进行了预报,避免了人员伤亡和财产损失。如新滩滑坡、鸡鸣寺滑坡、黄茨滑坡和百子沟煤矿滑坡等的成功预报。铁道部科学研究院西北分院用变形功率理论预报黄茨等滑坡,精度逐步提高到以小时和分钟计,使我国的滑坡预报达到了国际先进水平。

由于各种测试手段的应用和发展,特别是现场测试,收集到更多的定量数据,使滑坡灾害的研究、分析和判断由定性向定量发展。

3. 研究成功一系列适用于不同地质条件的滑坡治理原则、措施和办法

在治理原则上,(1)强调对大型滑坡和滑坡连续分布地段,工程设施尽量避开;(2)对中小型滑坡应查清性质,“一次根治,不留后患”;(3)对短期内不会造成灾害的大型复杂滑坡逐步查清性质,分期治理;(4)一般滑坡应针对主要原因采取根治措施,辅以其他措施综合治理;(5)不在滑坡上部作填方,不在抗滑部分作挖方;(6)对已活动的滑坡应分析其现状和发展趋势,在施工季节上应尽量安排在旱季;(7)支挡工程施工应分段跳槽开挖,不能大拉槽影响滑坡稳定;(8)滑坡治理应与环境保护相协调。

治理滑坡的地表和地下排水、减重、反压、支挡、锚固、滑带土改良等都是行之有效的措施,但应结合具体滑坡的具体条件和原因分析采用,国内已采用的措施如表3。

表3 滑坡防治措施分类表

类 型	绕避、清除滑坡	排 水	力 学 平 衡	滑带土改良
主要工程措施	1. 改移线路 2. 用隧道避开滑坡 3. 用桥跨越滑坡 4. 清除滑体	1. 地表排水系统 ①滑体外截水沟;②滑体内排水沟;③自然沟防渗 2. 地下排水 ①截水盲沟;②盲(隧)洞;③平孔群排水;④垂直孔群排水;⑤井群抽水;⑥虹吸排水;⑦支撑盲沟;⑧边坡渗沟;⑨洞-孔联合排水;⑩电渗排水	1. 减重工程 2. 反压工程 ①土堤(护道);②片石垛 3. 支挡工程 ①抗滑挡墙;②挖孔抗滑桩;③钻孔抗滑桩;④锚索抗滑桩;⑤锚索;⑥支撑盲沟;⑦抗滑键;⑧排架桩;⑨刚架桩;⑩刚架锚索桩	1. 化学注浆 2. 旋喷桩 3. 石灰桩 4. 石灰砂桩 5. 焙烧

4. 由被动治理灾害发展到主动预防灾害,由灾害点的治理发展到点、线、面相结合综合防灾,减少了损失

以前是滑坡发生了才设法查清性质和原因,进行治理,近十年来已发展到先查清一条线或一个地区的地层分布、构造特征、岩体结构、岩土性质、水文地质条件,已有滑坡和其他斜坡变形的类型、规模、危害、分布规律,从而预测可能发生滑坡灾害的地段和部位,事先采取预防措施,减少了灾害损失。

5. 把防灾减灾同国民经济持续发展和生态环境保护紧密联系起来,防灾减灾也是促进国民经济发展,认识上了一个新台阶,减灾防灾已成为政府和企业的共同目标

过去有人认为滑坡灾害同地震灾害一样难以认识、难以预防,只能等发生了再去抢险救灾,把它作为一种不可抗拒的自然灾害来对待。随着科学技术的发展,许多防灾减灾实例的成功实践,人们逐渐认识到滑坡灾害的发生发展有其规律可循,而且是可以认识、能够认识的,滑坡灾害是可以预测、预防和治理的。通过科学有效的工作是可以大大减轻灾害损失的。所以预防灾害已引起人们的重视,“有钱买棺材没钱买药”的观念正逐渐被改变。政府重视了防灾,企业也开始重视防灾工作,而且在防灾中注意了环境生态的保护。这一认识上的提高,必将大大推动我国防灾减灾事业的发展,促进国民经济的持续发展。

6. 国内外学术交流加强,推动我国防灾技术的提高

改革开放以来,我国在滑坡灾害防治技术方面与国外进行了广泛的交流,既宣传了我国的成就,使世界了解中国,又学习吸收了国外的先进技术,促进我国防灾学科与技术的发展。

四、国内外滑坡灾害防治技术发展动向及我们存在的差距

(一) 发展动向

目前国内外滑坡灾害防治技术发展动向可概括为以下几个方面:

1. 预防和减轻灾害是当前的中心议题

经济发达国家早已完成全国以及重点灾害区的滑坡分布图和灾害预测图,以指导国土的开发和利用,对国民进行广泛深入的防灾减灾知识教育,提高防灾意识,减少人为灾害的发生。“国际减灾十年”活动把重点放在发展中国家。

2. 在滑坡理论研究方面,多学科综合研究,由定性研究向定量研究是发展的大趋势

由于滑坡发生的地质条件复杂,作用因素众多,又是一个动态的变化过程,要弄清其发生发展规律,需要多学科交叉,互相渗透,综合研究,因而工程地质学与岩土力学以及工程、气象水文、地震、生物等学科的有机结合就是必然趋势,单单依靠一个学科难免“瞎子摸象”而难以掌握其全过程。不论叫“地质工程”还是叫“岩土工程”,其核心都是二者的有机结合并贯彻始终。

为了更好地掌握滑坡运动机理和过程,各种测试技术得到更多的应用,不论是地上和地下的位移监测、地下水监测、岩土强度变化过程的测试,从宏观到微观研究都有了较大的发展。在此基础上,对滑坡稳定性的评价计算,也逐渐由二维向三维发展。并由静力学计算发展到动力学计算。滑坡预报的精度也进一步提高。

3. 在滑坡灾害治理技术方面,向多样化、小型化方向发展

除了传统的措施之外,近十余年来有不少新的发展,如平孔排水、虹吸排水、锚索桩、锚索框架、微型桩、刚架桩的应用,以及滑带上的改良等。各种措施的综合运用仍然是治理大型滑

坡的基本思路。

(二) 我们的差距

所谓差距,首先是滑坡灾害研究和治理技术与国民经济发展需要间的差距,其次是与国际先进水平间的差距。

1. 滑坡灾害区域性规律研究的深度和广度不足,至今缺少较大比例尺的全国滑坡分布图和预测图

滑坡分布有明显的地区性和区域性规律,又受多种因素的制约。如黄土地区以黄土滑坡为主,粘性土分布区以粘性土滑坡居多,山区则堆积土滑坡和岩石滑坡占优势,大的断层分布地带破碎岩石滑坡成带状分布等,此外还有明显的气候分带和垂直分带特征。查清其分布特征对重大工程布局有重要参考价值。

2. 对大型复杂滑坡的形成机理研究不足

如滑坡地下水的分布和运动规律研究不深入,滑带土的强度参数的试验和选择还带有很大的经验性,这就使有些滑坡难以根治。

3. 滑坡防灾知识普及不够,人为灾害日益增多

我国至今没有一本系统介绍滑坡灾害及其预防和治理的科普读物,很多人不知滑坡如何产生,如何预防,许多年青技术人员不掌握滑坡发生发展的规律及已有的经验教训,因而随着人类经济活动和建设规模的扩大,人为致灾的现象日益增多,造成了不应有的损失。

4. 滑坡灾害防治至今没有规范可循,许多单位和个人凭经验进行勘察和治理工程设计,不规范、不统一。

近年来国家各部门和各企业投入不少经费用于防灾,进行滑坡勘察和治理的部门很多,但没有一个统一的技术规范,勘察深度不一,治理效果各异,有的滑坡治理2~3次仍未治住,浪费了国家资财。滑坡勘察有其特殊性,它不同于一般的铁路、公路、水利和矿山勘察,也不同于地基勘察,必须制定统一的规范和要求,否则作了不少工作,但没有抓住要害,如滑动而不清楚,地下水分布不清,如何正确治理?

5. 滑坡灾害的预测预报研究还不深入,认识不统一,常常延误了防灾时机

由于滑坡灾害的复杂性,其预测预报的难度大,致使一些发生初期可以预防的灾害因认识不统一,有的认为是滑坡,有的认为不是滑坡,下不了采取预防措施的决心,延误了时机,致使小病变成大患,小灾变成大灾,造成了大的损失。

五、面向 21 世纪我国滑坡灾害防治的建议

面向 21 世纪国民经济持续发展对防灾减灾的更高要求,结合国内外滑坡灾害防治技术的发展动向,提出以下建议,与同行专家讨论,供有关决策部门参考。

(一) 继续坚持以任务带学科发展的方针,这样可以把滑坡灾害防治与国民经济持续发展紧密联系起来,解决生产实践中的重大灾害防治问题。

(二) 大力普及防灾减灾知识,提高人们的防灾意识。通过教材、电影、录像、宣传画、培训班等多种形式宣传,使更多的人认识滑坡灾害形成、发展变化和成灾的规律,以及预测、预防和治理的各种办法,减少不合理的人为活动造成灾害和灾害损失。使防灾减灾成为政府、企业、专家和群众的联合行动,取得更大的效益。

(三) 组织协调全国各地各部门的防灾研究力量,加强灾害预测预报研究,查清滑坡的全

国性和地区性分布规律,并编制出相应的分布图和预测图,以指导国土开发和建设工作。

(四)深入研究开发滑坡灾害防治的新理论、新技术、新方法、大力倡导地质与工程的紧密结合,培养复合型人才,建立《滑坡学》边缘学科;尽量多的采用各种适用测试手段,收集更多的定量数据,使滑坡防治研究由定性研究发展到定量研究。

(五)尽快制订滑坡灾害防治勘察设计技术规范,使灾害防治建立在统一的法治基础上。尽管开始是初步的,可以在执行中逐步完善。

(六)扩大滑坡灾害的研究领域,不仅研究它的技术方面,而且应加强研究它的社会和经济方面,如灾害损失的正确评估,防灾效益的分析评价等等。防灾减灾决不只是花钱,它有着明显而巨大的社会效益和经济效益。

(七)继续加强国内外的技术交流与合作,吸收国外先进技术和经验,促进我国防灾事业的发展。

今明两年除已安排的交流外,应协调各方面力量力争 2004 年国际滑坡学术讨论会能在我国召开,使更多的人参加交流。

以上建议是个人的一些认识,不妥之处,敬请批评指正。

参 考 文 献

- 1 滑坡文集编委会.滑坡文集(第八-十二集).北京:中国铁道出版社,1991~1997
- 2 王恭先,李天池.我国滑坡研究的回顾与展望.四川科学技术出版社,1989
- 3 王恭先.滑坡防治工程措施的国内外现状.中国地质灾害与防治学报,1998 第 9 卷第 1 期
- 4 Landslides. Proceedings of the sixth International Symposium. New Zealand, 1992
- 5 Landslides. Proceedings of the seventh International Symposium. Norway, 1996

Thinking on Landslide Disaster Control in China in the 21st Century

Wang Gongxian

(Northwest Branch, China Academy of Railway Sciences, Lanzhou, 730000)

ABSTRACT

Landslide disaster control has made considerable progress in China in the latter half of the 20th Century, and achievements attracts worldwide attention. How can we develop landslide disaster control technique in the 21st Century in our country? The author makes his own proposals for landslide control based on previous achievements and characteristics and combined with developing trends at home and abroad.

Key words: landslide disaster, achievement and characteristic, developing trend, proposal

我国铁路路基抗滑支挡工程的应用与发展综述

吴贵新

(铁道部第四勘测设计院, 武汉, 430063)

摘 要

文中对铁路路基抗滑支挡工程的应用发展简况进行了回顾;对一些新(轻)型抗滑支挡结构作了概要述评;对今后的应用与发展提出了一些须注意的问题与建议,意在能起点推波助澜的作用。

关键词:铁路路基 抗滑支挡 综述

一、前 言

铁路路基抗滑支挡工程是铁路工程的一个重要组成部分。在地形、地质复杂的山区铁路它是路基工程的主要工程类型。由于在技术上、经济上具有较强的可行性、可比性和很好的适应性,所以它在线路局部方案的比选和工程措施的选定以及稳定线路方案等方面都起着举足轻重的作用。就抗滑支挡工程本身而言,合理的结构形式可以说对技术上、经济上的可行性和可比性有着重要的影响,起着关键作用。正因如此,随着铁路建设和高新技术的发展,根据路基工程和防灾、抗灾、减灾的需要,许多新(轻)型路基抗滑支挡工程应运而生,抗滑支挡技术得到较快发展,并展现出它们的应用发展前景。现把所了解的抗滑支挡工程的应用发展情况与现状简略介绍评述一下,旨在达到互相交流,互相启发,共同推动其广泛应用和进一步发展的目的。

二、铁路路基抗滑支挡工程应用与发展简况

我国铁路路基抗滑支挡工程的应用与发展阶段,从时间上大体可以 60 年代前、后来划分。即:60 年代以前,路基抗滑支挡工程基本上是靠单纯支撑来平衡路基岩土压力或山体滑动的重力片石圪工挡墙;60 年代以后,特别是近 30 年来,重力墙虽还大量采用,但却出现了不少新(轻)型抗滑支挡结构,并且在结构形式、设计理论、设计计算方法、工程实践诸多方面做了大量工作,积累了较为丰富的研究成果资料和工程实践经验。应该说,这些新(轻)型抗滑支挡结构的实际研究、应用情况及其应用效果,已经显示出它们所具有的强大生命力和潜在的发展势头,同时表明铁路路基抗滑支挡技术有了较大的发展和进步,已经迈上了一个新的台阶。

60 年代以来,我国铁路路基采用建成的新(轻)型抗滑支挡工程(注:新是相对于传统的重力砌石墙而言),据了解计有:悬臂式和扶臂式挡墙,锚定板挡墙,加筋土挡墙,对拉式挡墙,抗滑桩,竖向预应力锚杆挡墙,柱板式挡墙,垛式挡墙,框架拼装式挡墙,填腹式挡墙,拉臂式挡墙,槽形挡墙和 U 形封闭路堑,桩基挡墙,檐式挡墙,带洞式和托盘式路基墙,曲拱墙,预应力

锚索和土钉墙。

上述各种新(轻)型抗滑支挡结构,多数是经过系统科学研究,进行过大量的室内外试验,并总结出一套比较完善、成熟的设计理论和设计计算方法。其中,有的已正式纳入铁路路基支挡规范,有的已编入铁路有关手册,有的已编成或正在编制全路和地区通用图,应用范围较为广泛,但也有少数只是用于个别的工点,应用范围狭小,研究不深不透,资料积累不丰,尚需今后深入研究和实践积累,在理论上提高。

尽管上述各种新(轻)型抗滑支挡结构形式各异,使用广泛程度和成熟程度不同,但它们却有共同的特点:

1. 主体结构均为钢筋和钢筋混凝土结构。
2. 多采用锚固、锚定和复合结构形式及技术,发挥结构与岩土的共同作用,改善结构受力条件。
3. 结构轻、施工快、便于预制和机械化施工、节省圬工与劳动力,造价低。
4. 与片石圬工重力墙相比,施工技术含量较高、施工技术和工艺较为复杂、要求较高较严,需有配套的施工机具设备。
5. 均有一定的适用条件。

三、各种新(轻)型抗滑支挡工程简介与概要评述

(一)悬臂式和扶臂式挡墙

悬臂式和扶臂式挡墙是轻型钢筋混凝土结构,用于石料缺乏、地基承载能力低的填方地段,多为就地整体灌注施工,已建成的扶臂式挡墙也有个别的为拼装式。

悬臂式和扶臂式挡墙,设计理论和方法比较成熟可靠,设计要点主要有以下两点:

1. 墙所受土压力按衡重式挡墙计算方法计算,墙的整体稳定用重力墙法分析。
2. 悬臂式挡墙各部分均按悬臂梁计算,扶臂式挡墙受力比较复杂,设计采用简化法计算,面板荷载竖向分布,竖向弯矩沿纵向分布均按简化图形。

悬臂式和扶臂式挡墙的突出弱点是钢筋用量较大,施工较为复杂,设计墙高有一定限制。

(二)锚杆挡墙

锚杆挡墙在 60 年代铁路开始采用,是至今技术已经成熟的一种轻型支挡结构,它由墙面系与锚固于稳定岩层锚杆组成,目前铁路用于岩质路堑支挡工程。

锚杆挡墙的结构形式大体分为有肋柱式和无肋柱式。铁路系统已建成的锚杆挡墙有板壁式、锚喷式、框架式和肋柱式,以肋柱式居多,有单级、双级和三级,肋柱有就地灌注、吊装,挡板有拱形、槽形和空心板。

锚杆挡墙是依靠锚固在稳定岩土内锚杆的抗拔力,平衡墙面所承受的岩土压力。锚杆是整个结构的关键部位。锚杆多采用砂浆锚固,有的设楔形或叠瓦式锚头。

根据铁路系统已有拉拔试验资料,软岩或风化岩层的锚杆极限抗拔力,一般由锚孔壁与砂浆的抗剪强度控制,且数值差异很大,大约在 0.15~0.80 MPa 之间;较完整的硬质岩层中的锚杆极限抗拔力,一般由砂浆与钢拉杆的粘结力控制;完整硬质岩层中锚孔应力传递深度不超过 1 m。虽然上述经验和数据可供设计时参照,但因其数据变化范围较大,影响因素较多,所以目前仍要求施工前进行现场拉拔试验,以试验值进行修正。锚杆挡墙设计施工中值得注意的问题和今后需要研究的课题有以下几个方面:

1. 众所周知,岩体压力计算本来是一个比较复杂的问题,由于锚杆挡墙的设置及锚杆变形微小,显然会影响墙面变形受力状态,又给墙面岩体压力计算增加复杂性。目前,为简化计算,锚杆挡墙设计还是采用库仑主动土压力公式,锚杆锚固有效区也是由主动破裂面确定,为安全计,今后设计地质复杂和重大锚杆挡墙工点时,岩体压力要采用岩石力学分析方法进行核算。

2. 锚杆是锚杆挡墙的关键部位又是隐蔽工程,锚杆质量至关重要。施工中,锚杆钻孔、清孔、灌浆、拉拔、检测各环节都是技术关键,都对锚杆质量有重要影响,不可忽视。锚杆质量检测,目前还没有可靠的方法与手段,是一个有待研究解决的课题。

3. 由于影响土层抗剪强度的因素较为复杂,目前铁路系统土层锚杆设计和应用还没有作为永久结构物的例子,这是尚待进行研究、开发应用的领域。

4. 立论于在岩体中(特别是顺层中)以短小锚杆的连锁作用,使之形成假想墙体,支撑岩体压力的构想是有研究、开发应用价值的一个课题。

(三)锚定板挡墙

锚定板挡墙,是70年代由我国铁路行业进行系统试验研究与应用,带有中国特点的轻型支挡结构。它由墙面系、拉杆、锚定板和填土共同组成,利用土体对锚定板位移的抗力来平衡作用在墙面上的土压力,保持墙身的稳定。我国已建成的锚定板挡墙和桥台已有数十座,采用有肋柱和无肋柱两种结构形式,并有单级和双级之分。

锚定板挡墙是一种主体结构与土共同作用的支挡建筑,其受力和变形状态较为复杂。目前采用的设计理论、设计原则、计算方法和公式,都是通过大量的理论研究、室内模型试验、现场原型试验和工程实践取得的。在实际应用中,其要点可归纳为以下几点:

1. 墙面土压力,根据大量现场实测结果,采用库仑主动土压力,但乘以1.2~1.4的增大系数,土的应力分布按梯形考虑,墙高的上1/2为三角形,下1/2为矩形。

2. 锚定板要进行整体稳定检算,采用折线裂面法(克郎兹法,铁科建议法)或土墙法,墙体所受土压力采用库仑主动土压力,稳定系数作适当提高(与重力型墙相比),土墙法对锚定板的设置及密度有一定要求。

3. 锚定板单位面积容许拉拔力根据现场拉拔试验决定,并有可供选择采用的经验数据和公式,如铁道部第三勘测设计院公式、铁道部第四勘测设计院公式。

4. 拉杆长度,除上下排有特殊要求外,主要由满足墙的整体稳定要求计算确定。

综合以上各点可以看出:

1. 锚定板挡墙的设计理论、设计计算方法均带有一些假定或简化,具半理论半经验性,有的还几种方法共存,所以设计采用时,需根据工程的重要程度,进行认真比较,以采用偏安全的结果为宜。

2. 锚定板挡墙由于处在土与结构的共同作用中,土与结构的性状极为重要,为满足其要求,必然给施工质量、施工工艺带来较为严格的要求,如拉杆、锚定板的埋设,墙面系的安装,拉杆的防锈处理,填料的压实等,都有一些特殊规定,相应也增加了施工复杂程度。

(四)加筋土挡墙

加筋土挡墙60年代起源于法国,我国铁路系统约与锚定板挡墙同期开始进行系统的研究和工程应用。目前我国已建成加筋土挡墙数百座,以公路居多。

加筋土挡墙是利用加筋条(带)与填土间摩擦力来平衡墙面系所受土压力的一种复合型墙土结构。铁路系统对加筋土挡墙进行研究的内容、途径、方法与锚定板挡墙基本相同,不同之