

瑞士的山地灾害研究^{*}

乔 建 平

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 瑞士位于阿尔卑斯山脉地区,境内崩塌、滑坡、泥石流等山地灾害类型齐全。该国政府十分重视保护生态环境,使山地灾害得到了有效控制。该文主要介绍瑞士从事山地灾害研究的机构和手段、方法以及研究的内容。

关键词 山地灾害 瑞士 研究机构 研究内容 研究手段

分类号 《中图法》P 642.2 **文献标识码** D

1 研究机构

瑞士受国情限制,不可能设置专门的山地灾害研究机构。其研究工作主要由以下部门承担构成。

1.1 高校研究所

瑞士的理工类高校一般是按校(院)—系—研究所—实验室设置。研究所是高校主要从事基础研究的单元,实验室直接为研究所的基础研究提供实验基地。如瑞士的苏黎士大学和日内瓦的洛桑理工大学都有一支可以从事山地灾害研究的队伍,主要利用实验设备从事山地灾害的基础研究。

1.2 国家政府职能部门

瑞士国家政府专业职能部门工作人员的学历层次都较高,大多有博士或硕士学位,具备一定的技术和研究能力。所以在处理公益性山地灾害时,也做一定程度的研究工作。如瑞士的 Falli Holli 滑坡(体积 4 000 万 m³)便是由国家一个部门的水文处组织研究,提出治理方案。

1.3 工程公司

瑞士的工程公司大致分为集体和个体两类,没有国营。公司的管理和技术人员的学历普遍较高,具有博士硕士学位的人才为公司业务部门的主体。各公司十分重视提高技术人员的业务水平,经常与高校、政府专业职能部门的研究和技术人员开展学术交流,并积极参予山地灾害工程治理项目的招标竞争。公司主要从事山地灾害工程治理、监测工作,也涉猎到一定范围的基础研究。这些公司还大量参予国外山地灾害防治工程招标,在国际上也有一定知名度。如与我们合作的瑞士 Straub AG 工程公司具有雄厚的山地灾害研究和防治工程设计施工能力,曾参加过土耳其、伊朗、巴西等国的工程合作项目,在国际上占有一席之地。

2 研究领域

2.1 成因研究

瑞士的区域地层岩性较为单一,出露的多为片麻岩。由于受地区气候条件的影响(海拔 2 200 m 到达雪线),岩体风化破碎程度较高。所以区内高陡斜坡易产生崩塌。一些植被条件差、具备发生泥石流地形条件的地区也有泥石流发生。在一些缓坡地带还发生了大规模滑坡。瑞士山地灾害的数量较少,发生的频率不高。因此每发生一处山地灾害都能引起政府部门、工程部门和院校研究所的高度重视,并投入极大的人力和物力进行研究和治理。研究组织工作由政府部门牵头,会同国内知名专家学者实地

^{*}本文系作者访问瑞士期间的调研总结。

收稿日期: 1998—10—20。

考察, 提出各自的观点, 制定进一步研究治理方案。成因研究的方法与我国大同小异, 采用较多的仍是岩土力学、结构力学、数理统计分析等方法。成因研究内容分为:

1. 内因研究, 包括斜坡地形; 斜坡结构; 斜坡岩性; 斜坡脆弱性; 应力分布。
2. 外因研究, 包括降雨; 融雪; 人为活动

瑞士专家在进行成因研究方面十分重视定量化分析, 做任何一个结论, 都要有大量的数字依据, 而不仅仅满足定性的或宏观的分析。我们在参观考察每一处山地灾害时, 同行专家都能介绍出他们在定量分析中使用过的具体观测、实验以及计算数据, 说明做结论的根据。如我们考察的 Randa 崩塌, 是一个典型的基岩沿节理面产生的大型崩塌(体积约 3 000 万 m^3), 崩塌的触发因素是融雪。为了证实这样一个结论, 经过反复模拟试验, 取得可靠数据后才做出这一结论。

2.2 危险性预测

目前在国际上准确预报崩塌、滑坡、泥石流的发生时间, 还是一个共同的难点, 没有哪一个国家的研究人员总结出一种可靠、被广泛应用的方法。在此前提下, 欧洲国家的研究及工程技术人员更注重山地灾害的危险性预测研究。研究成果不但在学术界中得到了认可, 政府部门也已推广采用。

瑞士比较通用的危险性预测方法, 类似于我们已作过的滑坡泥石流危险度区划研究。通对一个地区, 一个滑坡或碎屑流的分析研究, 制定评价指标, 评判出该区域或单个滑坡或碎屑流上的不同危险程度的范围和位置, 提出防治措施。危险性预测的结果一般是采用不同色调和技术指标做为图例, 制作成危险性预测图。并按工程的要求做成不同比例尺图件。这样的彩色危险性预测图醒目、通俗易懂, 各类人员都能理解, 便于使用。瑞士政府经过 1992~1995 年的研究总结, 已制定出国家通用的山地灾害危险预测规范化图例, 在全国采用统一标准进行山地灾害危险性预测评价。并根据预测的结果, 制定相应的防御措施, 使减灾防灾工作进入规范化管理的渠道。

2.3 临灾预报

尽管临灾预报的难度很大, 但瑞士的研究和工程技术人员仍在不懈努力, 开展深入细致的研究。预报方法主要是依靠监测仪器采集数据, 自动报警, 同时记录灾害发生的全部过程。不过到目前为止, 还未见到瑞士同行总结的预报理论方法和数学模型。

瑞士具有生产精密仪器的美称, 我们所见到的较大型崩塌和泥石流基本上都安装了监测仪器。如在 Randa 崩塌, 经过专业人员的实地勘察后, 在崩塌体附近安装了自动记录微震动仪和地表位移计。在崩塌对面山上安装了连接震动仪和位移计的自动摄像装置。当崩塌发生时, 震动仪和位移计通过报警装置发出警报信号, 同时启动摄像装置记录崩塌的全部过程。一次崩塌后, 既记录了从发展到发生的全过程数据资料, 又拍摄了图象。在 Zermatt 泥石流也安装这种监测预报装置, 为了完整拍摄泥石流的全部运动过程, 还在不同沟段装置了大型自动启动的探照灯和摄像机。无论白天或晚上发生泥石流都能完整记录泥石流的全部运动过程。

2.4 防治方法

瑞士是全世界最富裕的国家之一, 又是阿尔卑斯山脉地区的一个小国。瑞士政府既珍惜本国的每一寸土地, 也十分重视每一处山地灾害的治理。为了保障人民的生命财产安全, 往往不惜重金对山地灾害加以治理。瑞士的灾害防治工程费用中除国家支付部分外, 当地政府和居民都必须承担一定比例。政府规定凡出资方都有权监督检查工程质量。所以, 工程技术人员在工程设计中不但要保证工程的质量和效果, 而且还要讲究工程的外观造形和工艺, 以及开发利用价值。如 Pissot 泥石流防治工程采用了将停淤场设计在山腰的方案, 避免对沟口附近的住宅、农田造成损失。山腰停淤场的库容大小是根据沟源固体物质的储量设计的。库壁采用了钢筋混凝土加锚构成。外侧边坡还埋设了滑坡测斜仪, 监测边坡变形情况。当固体物质淤积到一定程度时, 急时清淤, 始终保证有一定的停淤空间。排导槽和停淤场的设计独特, 造形美观, 合理利用了地形条件, 与周围的环境融为一体, 形成一种特殊景观。工程设计规划、施工、验收除政府组织专业技术人员参加外, 还专门邀请当地居民代表参加。

瑞士滑坡治理的基本方法仍是挡墙、桩、排水、锚固、拦网等。值得一提是瑞士滑坡工程治理选材上除采用常规钢筋混凝土、浆砌块石外,处理较小型滑坡,广泛采用了生物工程措施。此种生物工程不是一般意义上的植树,是以树桩为主的支挡工程。因瑞士的森林植被覆盖率很高,而且木材的质量很好,取材方便,所以采用树桩治理小规模滑坡施工简便、见效快。这种支挡工程的排水性好,不留渗水孔都能达到排水效果。无论山区公路、还是河谷坡地,生物工程非常普遍。

瑞士大规模深层滑坡较少,处理浅层滑坡采用的抗滑桩多数为挖孔方桩,施工的机械先进,速度快,工期短。如日内瓦的 Chancy 滑坡防治工程,设计挖孔桩共 17 根,采用全套机械化施工作业,现场仅有几个人在施工操作。在很短的时间内就能完成。

3 研究手段

3.1 野外观测

瑞士境内较大规模的滑坡、崩塌、泥石流基本上都建立了观测系统,长年采集地表和地下的位移数据。观测系统的仪器主要包括:微震动仪,地表位移计,地下倾斜仪, GPS 全球定位仪。

观测数据是灾害预报的基本依据。如前所述, Randn 崩塌的成功预报就取决于对微震动仪和地表位移计观测数据的分析。但分析方法比较简单,没有复杂的数学模型,通常是根据观测曲线的变化分析斜坡变形的特点,当曲线发生异常突变时发出紧急预报。依靠这种方法,成功地预报了 Randn 崩塌发生的时间。同时录像设备记录崩塌发生的全过程。GPS 技术是瑞士近年广泛应用于大坝监测、滑坡监测的一种手段。这种方法应用在大型滑坡监测是非常有效的。通过对滑坡不同部位的观察,分析滑坡的观测规律和破坏模式,也能够较准确地分析预报滑坡发生时间。如在 Falli Honi 滑坡(体积约 4 000 万 m^3) 体上,共设置了 10 余个 GPS 观测点,根据观测资料分析,做出每年融雪期是滑坡主要活动期的结论。绘制了滑坡不同运动速度分布的危险性图,并采取了相应的防治措施。凡工程治理的滑坡都还要坚持较长时间的监测,一是监测滑坡治理前后的变形情况,二是检验治理工程的质量。如在 Chancy 滑坡治理前就安装了地下倾斜仪,经过监测确定了滑动面位置。治理后连续监测斜坡变形的情况,检验治理工程的质量,直到业主验收为止。通常工程验收都包括工程的质量监测内容。

3.2 模拟试验

瑞士国家的专业性实验室都设在高校的研究所和系里。如苏黎士大学的理工研究所实验室,日内瓦洛桑理工大学工程地质系岩土工程研究所的岩土实验室。这些实验室能够做多种岩土工程和力学模拟试验,为工程设计提供参数。实验室的装置设备先进完善,能够模拟复杂的工程模型,为工程设计者提供理想的方案参数。如苏黎士理工研究所实验室做过多次循环溃坝(滑坡和崩塌堆积坝)模拟试验、流体运动模拟试验、固体物质进入沟床的冲刷迁移模拟试验等等。实验的全过程,包括测试、采集数据都由计算机控制进行。每一次实验完成后就能立刻得到一套完整的资料数据。

实验室的试验工作基本都是在导师指导下,由硕士和博士研究生负责完成。研究生每完成一项实验必须提交一份论文或报告。多数研究生都是通过一次较大的试验完成自己的毕业论文。大学实验室的业务面宽,跨度也很大,不只局限在某一个领域。这就给实验室提供了更多的机会。如苏黎士理工研究所实验室既可以模拟泥砂淤积、溃坝模型试验,也可以模拟钢水流态过程模型试验,实验的内容丰富,使用率高,形成良性循环,从而创造了更好的发展条件。

作者简介 乔建平(1953—),男,研究员、副所长。主要从事滑坡研究,已发表论文 30 余篇,主编和编写专著 4 本。研究领域包括滑坡机理、滑坡危险度评价、滑坡分类、滑坡预测、地震滑坡等。

MOUNTAIN HAZARDS RESEARCH IN SWISS

QIAO Jian-ping

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041*)

Abstract Swiss, located in Alps, is a mountainous state, with various kinds of mountain hazards as avalanches, landslides, debris flows in the territory, who attaches importance to the protection of eco-environment and has the hazards effectively controlled. Here present a brief report about the organizations and measures as well as the contents in the fields of mountain hazards research in the state.

Key words swiss, mountain hazards, research organization, measures, contents

宣告一个国际山地年——联合国秘书长的报告

1 国际山地年的重要意义

1992 年由联合国环境与发展委员会正式通过的《21 世纪议程》第 13 章指出, 脆弱的生态环境对国际社会造成了严重威胁。地球表面 20 % 以上的表面为山地所覆盖, 世界上大约 10 % 的人口居住在山区(包括高地)。世界上绝大部分人们的生活都依赖着山区的资源, 如水、农业、林业、采煤和生物多样性。

山地给人类提供了一半以上的淡水, 是世界的“水塔”。山地也给人类提供了大量木材、矿产和牧地。联合国粮农组织报道, 到目前为止, 山地包容了最多的少数民族, 包含了不同的传统文化遗迹和环境知识以及人类栖息地适应性变化的信息。山地展示的巨大而多姿多彩的地貌景观和传统文化, 使其在旅游业——这一世界上最大的行业之一, 具有极大的吸引力。这些宝贵的山区资源和旅游服务, 对人类的未来具有十分重要的全球意义。

2 国际山地年的主要工作——促进山地国家的可持续发展

通过切实可行的措施, 使国际的、地区的、政府的和地方的组织能够更准确地理解山地问题, 并在保证山地可持续发展方面进行更好的工作, 包括: ① 提高认识; ② 国际和地区间的协调合作; ③ 资料 and 经验的交流; ④ 对地区和亚地区间有关山地协定的支持; ⑤ 鼓励地区间和国家间的国际协作。

以上工作, 将通过国际的、地区和亚地区的、国家的和地方的四个层面的支持来实现。

国际层面: 可持续发展委员会监督《21 世纪议程》关于山地第 13 章的贯彻实施; 联合国粮农组织的项目进行可持续发展山地的流域治理; 联合国教科文组织的人类与生物圈(MAB)项目、世界气象组织(WMO)、联合国环境项目(UNEP)和联合国大学(UNU)都将支持国际山地年的工作。地区和亚地区层面: 通过特定山区的组织和条约, 如阿尔卑斯公约(APMN)和国际农业研究中心(CGIAR)等来支持这一工作。国家层面: 通过立法程序和政府倡导, 包括可持续发展制定山地特殊政策和法律及其实施来推动国际山地年的开展。地方层面: 通过大量基层非政府组织, 改善山区人民的社会经济环境, 支持传统的、本土的知识体系和山地社会文化遗产。

联合国粮农组织作为山地的管理者, 将支持与山地有关的活动, 加上国际山地年带来的动力, 这些活动将更为有效, 它们包括:

1) 提高认识 虽然通过从事山地工作的组织和团体的深入细致的努力已告诉人们关于山地和他们的社会问题的有关知识, 但增加关于山地问题的知识仍十分必要。在山地科学家通过山地论坛同其它地区进行广泛交流的同时,