

国内外地质灾害风险管理对比及评述

唐亚明^{1,2}, 张茂省^{1,2}, 李政国^{1,2}, 冯卫^{1,2}

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054;
2. 国土资源部黄土地质灾害重点实验室, 陕西 西安 710054)

摘要: 在了解国内外地质灾害管理背景的基础上, 阐述了国际上开展地质灾害风险管理有代表性的国家或地区在地质灾害管理上的经验和方法, 总结了国内地质灾害风险管理的研究现状。结合实际工作, 对我国现阶段的地质灾害调查、评价、防治工作体系进行了说明。在此基础上, 将国内外地质灾害管理方法做了对比和评述, 最后对如何开展地质灾害风险管理提出了建议。

关键词: 地质灾害; 滑坡; 风险评价; 风险管理; 国内外对比

中图分类号: P642.22

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2015)02-0238-09

Review and Comparison on Inland and Overseas Geo-hazards Risk Management.

TANG Yaming^{1,2}, ZHANG Maosheng^{1,2}, LI Zhengguo^{1,2}, FEN Wei^{1,2}

(1. Xi'an Center of Geological Survey, CGS, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Key Laboratory for Geo-hazards in Loess Area, Ministry of Land and Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Based on the knowledge of inland and over seas background of geo-hazards management, this paper explored the methods of geo-hazards risk management from some of the main representative countries or regions in the world, and summarized the research results of geo-hazards risk management in domestic academic circles. It also introduced the actual geo-hazard investigation, assessment and prevention situation in China. On the basis of above, the geo-hazards management methods used overseas and inland were compared. In the end, some suggestions for the geo-hazards risk management in China were put forward.

Keywords: geo-hazards; landslide; risk assessment; risk management; comparison inland and overseas

中国各级政府一直把防灾减灾作为国民经济建设的重要内容和构建公共安全体系的重要保障, 但是, 由于许多地区地质环境非常脆弱, 是滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的易发区和高发区, 加之在现阶段

城镇化推进过程中, 人类工程活动对地质环境的影响又会愈加强烈, 因此, 尽管我们对地质灾害防治非常重视, 但地质灾害风险依然不减。而我国目前对地质灾害的管理还是沿用传统的调查、评价方法,

收稿日期: 2015-02-21; **修回日期:** 2015-03-20

基金项目: 中国地质调查局项目“延安宝塔区地质灾害监测预警示范”(1212010740907), “甘肃礼县地震地质灾害调查评价”(12120114035701)

作者简介: 唐亚明(1973-), 女, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事地质灾害调查和研究工作。E-mail: tangyaming73@sohu.com

这已越来越不能满足现阶段和未来对公共安全体系科学管理的要求。因此,在这种情况下,有必要创新传统方法,用更为先进和有效的方式管理地质灾害和利用土地资源。笔者对国内外地质灾害管理方法做了对比和评述,对我国如何开展地质灾害风险管理提出建议。其目的是更新传统理念,加快地质灾害管理水平与国际接轨,促进风险管理工作在国内的开展。

1 国内外地质灾害管理背景

1.1 国际背景

联合国开发署把滑坡作为第二位的自然灾害,在1989年提出了“国际减灾十年计划 IDNDR(1990~2000年)”,集合了不同国家的政策、经验和专家,提出了减轻自然灾害损失30%的具体目标。但不幸的是,减灾十年的目标并没有实现,到20世纪末,无论是自然灾害的总数还是地质灾害的次数都在继续增加,灾害造成的损失也在加剧(Cascini L., et al)。1999年7月,联合国又提出了《国际减灾战略》(ISDR)倡议,主题是“21世纪——更安全的世纪:减轻灾害和危险”。提出了四大主要目标:①提高全民风险意识,使大家认识到自然灾害、环境灾害和人为灾害对社会的威胁。②使政府部门采取积极措施减轻对公共基础设施以及环境资源的风险。③鼓励公众参与减灾活动,通过提高参与程度和扩大各级减灾网络,增强社会的抗灾能力。④减少由于灾害引起的经济和社会损失,其效益相当于增加了国内生产总值。2002年联合国秘书长安南说:“人类活动在很大程度上改变了地球的自然平衡,并对大气圈、海洋、极地冰盖、森林植被和我们赖以生存的环境造成了前所未有的扰动。我们也在不知不觉中将自己置于有害的境地之下,人类历史上从来没有像今天这么多的人聚集在地震活动区,贫穷和人口压力也使更多的人生活在洪灾和滑坡的易发区内。疏于土地利用规划、环境管理和缺乏调节机制都增加了自然灾害的风险。”联合国2004年在有关材料中提出并强调,在城市规划和开发中迫切需要可靠的地质灾害危险性和风险区划(Cascini L., et al)。

在此过程中越来越多的国家或地区认识到地质灾害对人类生存的威胁和生活的影 响,并积极开展有关地质灾害调查评价和风险管理的研 究和实践,取得了令人瞩目的成绩。在全球范围内,地质灾害风险管理是于20世纪80年代末发展,并于90年代末流行起来的一种灾害管理方法。1997年在夏威夷召开了首次关于滑坡风险评价与管理的学术会议,使该领域逐渐成为热点;2005年在温哥华召开了“国际滑坡风险管理会议”,系统总结了有关滑坡风险管理的理论、方法、经验和实例,可以说代表了当今国际上在这一领域的研究进展和水平(Hunger O., et al)。国际滑坡和工程边坡联合技术委员会(JTC)现也把它作为一种通用的和推荐的方法在土地利用规划方面加以推广,并业已形成指导性的规范(Fell R., et al)。

1.2 国内背景

归纳起来,我国的地质灾害调查工作可以划分为4个阶段。第一阶段:自1949年以来,有计划地开展了全国大江、大河和重要交通干线的地质灾害调查。例如,黄河中游工程地质调查、铁路沿线的地质灾害调查等,这些调查工作主要服务于国民经济建设中的重大工程。第二阶段:20世纪80年代以来,开展了各省的1:50万区域性环境地质调查,在这项环境地质调查工作中,地质灾害调查被作为一项重要内容,由此形成了各省1:50万地质灾害区划图件。第三阶段:1999年以来,在国土资源部环境司的统一部署下,相继开展了县(市)相当于1:10万精度的地质灾害调查与区划。这项工作分为2期,第一期1999~2005年完成了700个县(市);第二期2006~2008年完成了1320个县(市),共完成2020个山区丘陵县的地质灾害调查与区划工作,覆盖国土面积约800万 km^2 ,发现地质灾害及隐患点24万多处。第四阶段:2005年中国地质调查局开始实施的地质灾害高易发区相当于1:5万精度的地质灾害调查,截止2013年已完成151个县市,覆盖国土面积约63.28万 km^2 ,发现地质灾害及隐患点26万多处,为在全国铺开1:5万地质灾害调查奠定了

基础^①。

以上各项工作为摸清家底、制定地质灾害防治规划、建立基础性的监测预警网络、发挥群测群防优势、实施减灾防灾措施等都起到了积极作用,可以说我国的地质灾害防治工作取得了巨大的成绩。但是,正如前面提到的,我国很多地区地质环境脆弱,灾害本身就呈多发频发的态势。而且,随着我国经济社会发展水平的不断提高,人们对灾害的容忍度一直在降低,正如法国的地质灾害专家 Leroi 所指出的:一个国家的经济发展水平越高,居民的生活越舒适,其能够接受的自然灾害的风险就越小,社会呼吁免受自然灾害威胁的要求就越来越高(Leroi E., et al)。这一方面提高了公众和媒体对地质灾害管理工作的诉求,另一方面也凸显了科学防灾的重要性和紧迫感。可以说,我国的地质灾害防治工作正面临一个灾害形势严峻、公众意识增强,同时需要新技术、新方法进行支撑的阶段。

2 国外地质灾害风险管理

2.1 瑞士

瑞士是一个由 26 个州组成的联邦制国家,形成联邦、州、市镇三级的行政关系,各州实行自治。灾害发生后,市镇是第一责任人,州政府主要负责制定相关法律和提出预防方案,联邦政府仅负次要责任,因此各州的滑坡管理政策都是不同的。

瑞士西部 Freiburg 州有一个称之为 Falli Holli 的未开发山区,20 世纪 60 年代开始,计划开发成一个以旅游观光为主的城镇。该地区滑坡发育,1976 年,已完成了 1:2.5 万滑坡填图,明确划分出滑坡活跃区、潜在滑坡区及稳定区。1977 年出于扩大规模的需要,有关部门向政府提交了新的城镇发展规划,其中有一处建筑群就位于滑坡活跃区内。当时有人提出反对意见,但是地方当局出于经济发展考虑,还是批准了这个新规划,于是 36 栋房屋先后在滑坡高风险区修建起来了。1994 年 3 月,该地滑坡开始发生蠕滑变形,至 9 月底滑动结束,总位移大约 200~250 m,滑坡面积大约 1.5 km²,破坏了许多房屋和道路。此事引发了一场法律纠纷,但最后业主们的

赔偿上诉被驳回了(Cascini L., et al)。此事件导致了 3 个后果:一是 Freiburg 州所有的位于滑坡高风险区内的建筑许可证暂缓颁发;二是全面更新各类地质灾害风险评估图件;三是促使联邦政府于 1997 年通过了基于地质灾害风险管理的土地利用规划法规,并作为指导性文件,向 26 个州推广。

该指导性法规按重现周期为 30 年、100 年和 300 年的滑坡发生概率分别进行了地质灾害风险区划。高风险区(红色地区)是不允许修建房屋的,且区内已被破坏的建筑也不允许重建。中等风险区(蓝色区),修建房屋必须达到安全标准,且根据灾害类型必须制定详细的建筑方案,如禁止房门朝向滑坡方向等。低风险区(黄色区),修建房屋不受限制,但应向当地居民明示风险信息 and 应采取的防护措施。“残余风险区”(黄白条带区),是那些灾害极少发生的区域,这类地区一般不受限制,但某些高危害性设施,如化工厂等,也是不允许修建的。

2.2 法国

法国陆地总面积为 544,965 km²,人口约 6 千万,受到多种自然灾害的威胁,其中洪灾最为发育,滑坡的危害也较大。从 20 世纪 70 年代开始,法国编制了 1:2.5 万的全国性滑坡特征图,覆盖了主要的地质灾害分布区。1982 年提出了基于防灾目标的 PER 计划,局部地区编制了更详细的 1:1 万或 1:5 千滑坡图,为城市土地利用服务。1995 年又提出风险预防规划(PPR),在国家层面投入巨资,进行全国性的 1:2.5 万滑坡风险填图,对土地利用规划等具有法律约束效力。

PPR 的目标是对一定的地区进行地质灾害风险分析,然后进行风险高低区划,给予低风险区以发展经济的权力,或者在高中风险区就有关城镇规划建设的相关问题向管理者提供建议。PPR 由各州政府提供财政支持,法国共有 36 000 个城镇,其中 21 000 个存在一定的地质灾害风险,而 5 000 个处于高风险之中,城市和农村分别以 1:1 万和 1:2.5 万的比例尺进行填图,到 2005 年底已完成了这 5 000 个高风险城镇的风险预防规划(Leroi E., et al)。

^① 李铁峰. 地质灾害调查评价总体要求(中国地质调查局内部会议交流材料), 2014.

PPR由地方政府下达任务书,由专业队伍完成,经政府审批后,成为州立的条例,同时添加到地方法规中,再经法定的公示阶段即可执行。根据风险预防规划,土地划分为禁止建筑的红色区域,以及采取预防措施后可以进行建筑的蓝色区域。针对已有建筑,有需要采取防治措施的,必须在五年内完成,否则由州政府强制执行(Leroi E., et al)。

2.3 美国加利福尼亚

1994年美国加利福尼亚州的Northridge地震引发了约1万km²的11000多处滑坡,基于此编制了详细的滑坡目录,并建立了地震与滑坡的相关关系。利用Arc-info地理信息系统,在1:2.4万的地质底图上划分了以10m为单元的栅格,依据Newmark持续变形理论,将土体强度参数、数字高程模型与地震峰值加速度等动态模型相结合,得到每个单元格的滑坡位移量,再与Northridge地震数据相校正,可得到破坏概率分布曲线,利用此概率函数就可预测不同地震动条件下滑坡破坏概率的空间分布,形成了滑坡危险区划图,且此图输入新的地震参数,可以随时更新(Jibson R W., et al)。

加州政府于2004年公开出版了1:2.4万地震滑坡危险性区划修正图,这些图上划定了潜在的地震滑坡危险区的范围。政府规定,在危险区内的任何发展都必须遵守各种公共政策,各个城镇和社区当局都有责任制定危险区地震地质灾害风险减缓政策。

2.4 意大利亚平宁半岛

意大利在1997年和1998年发生了2次大的滑坡灾难,导致了南部坎帕尼亚区许多城镇受灾,共有166处公共设施破坏,造成了巨额财产损失。因此,中央政府通过一项法律,要求水利部采用较为简单快速的方法进行滑坡和泥石流的危险性区划工作。

随后1999~2000年的2年时间里,意大利完成了全国的1:2.5万滑坡泥石流危险性区划图,总面积约30万km²。将滑坡泥石流强度划分为3级,危害程度划分为4级,通过叠加敏感性区划和危害性区划而得到危险性等级,然后进行危险区划。之后,在此基础上又选择局部做了更深入的调查,以更大比例尺(1:5000、1:2000)和定量的地质灾害风险评

价方法形成了风险区划图,用于土地利用规划的改进。这些图在很大程度上使用了地质力学模型,通过对1998年滑坡事件的反演进行模型验算,使用了地形测量,详细调查、岩土勘察、孔隙水压力测量,以及饱和、非饱和土的特征估计等技术手段(Cascini L., et al)。

2.5 安道尔共和国

安道尔共和国地处比利牛斯山脉,是位于法国和西班牙之间的小国家,易遭受洪灾和滑坡灾害,而且岩崩频繁,在首都安道尔市和Santa Coloma市的繁华地区地质灾害威胁很大。

1989年安道尔政府颁布法令,提出在该国大部分地区开展比例尺为1:2.5万的滑坡和洪灾危险性编图。在滑坡图中以4种颜色表示:绿色表示没有滑坡现象,黄色表示存在局部或小型滑坡,橙色表示存在小型滑坡或休眠性大滑坡,红色表示存在活动性大滑坡。政府管理部门应用这种图批准建筑许可证和设计防治工程(Corominas J., et al)。1998年,又通过了城市土地利用规划法,根据这项法律政府又推动了几项编图工作,其中包括1:5000滑坡编图。这项编图工作采用数字地面模型DTM和松散层数据,可以更精确地识别潜在滑坡区,提高滑坡风险评价的准确性(Corominas J., et al)。同时,还启动了旨在减少岩崩灾害的控制计划,划定了禁止开发区和可开发区。分界线是依据崩塌体的能量确定的,通过在GIS系统中将每个潜在岩崩的坍塌角斜线与水平地面的交点轨迹连起来,可划分出危险区界线。安道尔政府将此图用于新开发项目的审批,在分界线上部的区域还修建了防崩塌的格栅以保护建筑物(唐川等,2001)。

3 国内地质灾害风险管理

3.1 学术界内研究现状

在我国,地质灾害风险管理一直没有被纳入到政府土地利用规划体系,仅限于学术界的研究。最早的国土资源经济研究院从20世纪90年代起一直致力于地质灾害易损性分析、风险评价、经济评价的

理论与方法研究。其中,张业成等(1994)在地质灾害灾情分析的基础上,评价了我国地质灾害的危害程度,进行了全国范围的危险性区划。张梁等(1998)在借鉴国外和国内其他领域研究成果的基础上,根据环境经济理论,对地质灾害评估和经济损失的理论基础进行了探讨。罗元华等(1998)所著《地质灾害风险评估方法》较为系统地阐述了我国各类地质灾害风险评估的理论和方法体系。向喜琼等(2000)在借鉴发达国家和地区,特别是香港地区边坡安全管理经验的基础上,提出从区域上对地质灾害进行风险评价和管理的基本构想。许强等(2000)、唐川等(2001)对地质灾害发生时间和空间的预测、预报作了研究。张春山等(2003)对黄河上游地区的滑坡、崩塌、泥石流地质灾害做了区域性危险性评价。向喜琼(2005)对区域滑坡地质灾害危险性评价与风险管理做了较为系统的研究。国内其他学者吴益平等(2001)、汪敏(2001)、彭满华等(2001)、朱良峰等(2002)、胡新丽等(2002)、殷坤龙等(2003)也纷纷提出地质灾害风险评估和风险管理的体系和框架。

从2007年开始,通过“十一五”科技支撑课题“地质灾害风险评估技术研究”,逐步把国外的风险管理理论引入国内,吴树仁等(2012)所著《滑坡风险评估理论与技术》一书体现了该课题的最新成果。石菊松等(2009)从数据获取与更新、风险评估与制图模型、标准与技术方法体系和结果验证等方面论述了滑坡风险评估的难点与对策。王涛等(2013)以汶川MS8.0级地震重灾区的11县市为例,初步提出了基于简化Newmark位移模型的地震滑坡危险性应急快速评估方法。乔建平(2008)等提出了基于贡献权重叠加法的滑坡风险区划方法。唐亚明等(2012a,2012b)研究了黄土滑坡风险评价技术方法,探索了中大比例尺滑坡风险区划,并按1:5万~1:5000不同比例尺精度进行了滑坡风险区划。以陕西宝鸡、陕西延安等作为研究区进行了地质灾害风险管理的探索和实践。

3.2 实际地质灾害管理工作现状

我国于2003年11月24日颁布了国务院令第

394号《地质灾害防治条例》,从总则、防治规划、地质灾害预防、应急、治理、法律责任等七章四十九条对我国的地质灾害防治工作作了规定,《条例》规定,地质灾害防治应当纳入国民经济和社会发展规划,应当坚持预防为主、避让与治理相结合,全面规划、突出重点的原则。2011年6月13日国务院又以国发〔2011〕20号发布了《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》,从指导思想、基本原则和工作目标全面开展隐患排查和动态巡查,加强监测预报预警,有效规避灾害风险,综合采取防治措施,加强应急救援工作,健全保障机制,加强组织领导和协调8个方面做了28条规定。但我国地质灾害一直呈多发频发态势,近些年几次大的事件,如2008年5月12日“汶川”地震引发的大量地质灾害,2010年4月14日玉树地震引发的地质灾害,2010年8月7日舟曲特大泥石流,2013年汛期四川都江堰等地的滑坡和泥石流等,使主管部门和专业队伍有了相当的压力,也充分说明我国地质灾害防治工作面临的严峻形势。2010年8月9日,时任国土资源部部长徐绍史在甘肃舟曲召开的抢险救灾紧急会议上说:“今年中国发生的地质灾害约三分之一在发现的隐患点之外”。据2004年全国715个地质灾害成功预报避灾实例统计分析,居民自我判定的占成功避灾总数的3.5%,群测群防的占86.7%,专业性预报的仅占总数的9.8%(刘传正等,2006)。我国幅员辽阔,自然地质条件复杂,各地经济发展水平差异巨大,地质灾害调查研究水平各异,诸多因素制约着地质灾害的有效管理。

下面以延安市地质灾害防治体系为例进行说明,从中可以窥见我国目前的地质灾害管理的现状、方法和体系。

延安市总面积3.7万km²,人口219万,属于地质灾害高易发区。从1999年开始实施1:10万地质灾害调查以来,地质灾害管理工作取得了很大进展,先后完成了各县(区)1:10万地质灾害调查与区划工作。从2005年起,开始实施1:5万地质灾害详细调查,截止2010年,已完成了全部13个县(区)的详细调查工作。延安市地质灾害防治规划依据的是相

当于1:10万比例尺的地质灾害调查区划成果,全市共划出17个地质灾害易发区,面积29 566 km²,占全市国土面积的79.83%。截止2012年底,共有重要地质灾害隐患点1 362处,威胁人员25 973人(延安市国土资源局,2013)。

针对该市地质灾害防治的严峻形势,政府先后实施了勘察治理、搬迁避让、群测群防、专业监测、气象预警等全方位的综合防治工作。对每个隐患点安排责任单位和监测人员,保证监测工作的连续性和稳定性。对威胁30人以上的隐患点,制定防抢撤方案,其中威胁50人以上的隐患点防抢撤方案报市国土资源局备案。严格落实汛期地灾防治24h值班、险灾情信息速报和汛期险情巡查三项制度。在针对基层群测群防和科普教育方面,还开展了“农村普及地质灾害防治知识万村培训行动”等工作。

以上各项减灾防灾措施,对地质灾害防治起到了积极作用,但由于黄土高原本身地质环境脆弱,降雨和冻融作用明显,加之许多劈山修路、切坡建房、造库蓄水等工程建设,使得滑坡、崩塌、泥石流灾害还是呈不断上升趋势。而且,由于地质灾害发生的复杂性和随机性,许多灾害点会发生于查明的隐患点之外,而许多已有的监测点又没有发生滑坡。由于以上种种因素,使得该市的地质灾害防治工作一直处于“防不胜防”(隐患点太多)和“猝不及防”(隐患点之外)的被动状态。

3.3 中国香港地质灾害风险管理现状

中国香港陆地面积1 050 km²,大部分地区为山坡地,由于高强度的土地利用和过去没有严格的土地利用规划,香港曾遭受严重的滑坡灾害,造成重大的人员伤亡和经济损失。为了减轻灾害,香港于1977年成立土木工程署(GEO)。两年后,启动了岩土工程区域研究计划(GASP),包括区域性滑坡灾害调查(1:2万)和地段性滑坡灾害调查(1:2 500)。

区域性滑坡灾害调查主要基于航片解译、地面调查和已有的岩土勘察信息进行,将全香港划分为7个亚区,每个亚区面积为50~100 km²。地段性滑坡灾害调查分为2个阶段。第一阶段于1977年开始,编目了大约8 500个人工切坡和2 000个填土边

坡,开发了边坡分级系统,采用定性的权重打分方法,计算“不稳定得分”和“危害得分”及“风险总分”,对边坡进行分级,得到了用于城市规划和开发的“滑坡特征图”;第二阶段于90年代中期开始,重新对边坡进行了编目,识别了大约57 000个边坡,开发了新的分级系统,采用定量的风险评价方法,对全部边坡进行分级评价。地段性的滑坡灾害调查,区划结果更为精细,分区面积一般为2~4 km²(Wong, H N. 2005)。

在滑坡评价中广泛应用了边坡极限平衡分析方法,按10年一遇的降雨所产生的地下水条件计算边坡安全系数,进而考虑人的生命安全和经济损失,确定高风险、低风险和可忽视风险三级。基于该地区的详细数据,香港已经开发了定量的风险分析方法(QRA),可分别针对区域性滑坡风险和具体的场地滑坡风险进行评价应用(Wong, H N. 2005)。

4 国内外地质灾害管理对比及评述

4.1 事前管理和事后管理

不难看出,风险管理强调的是一种事前管理,它在地质灾害发生之前就对灾害的风险进行预估和评价,从而决定是否需要使用手段,以及使用何种手段来减少或缓解风险。在前期做了大量细致的工作以提供决策使用,其费用-效益法对有效使用地质灾害防治资金提出了合理化建议,也许正因为如此,使用风险管理的技术手段进行地质灾害管理成为许多先进国家的选择。

我国的地质灾害管理采用的是一种以各级隐患点为对象的“点状管理”,强调各级领导的包抓和重视,采取群测群防的防控战术,积极进行灾后重建和各类工程治理措施,在地灾防治上不可谓不重视。但这样的管理体系轻“事前”重“事后”,轻“规划”重“补救”,尤其缺乏事前科学决策的强有力的技术支撑,在实际地质灾害防治工作中有待完善。

4.2 管理尺度和调查精度

地质灾害的宏观管理、中观管理、微观管理采用的方法不一样,使用的技术手段也不同。管理的尺

度决定了调查的精度,调查的精度决定了地质灾害评价的比例尺。地质灾害调查应根据不同管理者的需要,采用恰当的比例尺,并使用与之相适应的技术手段,获取相应的评价参数。根据以上各国的情况看,瑞士、法国、美国、意大利、安道尔等国在全国性的滑坡调查中,使用的都是1:2.5万左右的比例尺,在一些城镇或重要地区使用的是1:1万比例尺,用于土地利用规划使用的是1:5千乃至更大的比例尺,中国香港则在全区使用的是1:2万比例尺,在局部使用的是1:2 500比例尺。

如前所述,我国的地质灾害采取的是一种“点状”管理,无论是群众报灾的隐患点,还是专业队伍调查的隐患点,都是按照“点”来管理的(或监测预警,或工程治理等),而在“点”之上,没有小区域的过渡,直接是“面”上的管理。这个“面”或者是基于全国性的区划,或者是全省的区划,或者是某个县的区划,而无论是哪一级的区划,这个“面”都很大,最小的几十平方千米,动辄几百上千平方千米,由于管理对象面积太大,一般只能通过汛期的天气预报对公众和职能部门进行警示,针对性和可操作性不强。

4.3 法制化过程

地质灾害风险区划在城镇土地利用规划上有用武之地,因此,最近20年来,一些国家或地区政府逐渐将地质灾害风险区划工作纳入到法规体系,明确规定土地利用规划要执行地质灾害风险区划的结果。通常做法是,对风险高的地方设定限制区,对风险低的地方设定发展区,或对某些地区的建筑结构类型做出限制等。其从地质灾害调查区划到土地利用规划到建筑许可有一套严格的法定程序,当中各个环节责任明确,地质灾害风险区划的结果具有法定效力。

在我国大陆地区并没有这样的法定程序,在制定土地利用规划之前没有规定一定要参照地质灾害区划结果。由于区划过粗,实际使用起来也无法应用到土地规划当中去。其实这种基于土地利用规划的地质灾害风险区划在现实中还是有需求的。例如,当某地政府进行城镇新区规划时,对一个新建中学的总体规划,就主动避开了一条小型泥石流沟的

洪泛区,将之规划为操场,而将教学楼和宿舍放在相对安全的区域。设想,如果地质灾害专业队伍能够切实为政府的土地利用规划提出可供操作的建议,在现实中还是有非常大的需求的。

4.4 定量化趋势

本质上来说,地质灾害风险评价是对未来不确定性事件做出合理的和在一定信度内的预测,并有可能在将来被检验。因此,定量化评价(QRA)是其发展方向。为此,有关地质灾害风险评价的技术,如滑坡的空间预测、年发生概率、滑移距离预测、滑坡强度分析、承灾体时空概率、易损性分析等逐渐成为国际上在这个领域的研究热点和难点。诚然,在此过程中有许多因素制约着评价的精度和信度,这也许就是科学的局限性,但将灾害风险定量化以更好地为科学决策服务是发展的必然趋势。

国内在定量化地质灾害风险方面还做得远远不够,这与未能将风险管理纳入到地质灾害管理体系有关。定量化需要更为先进和精准的技术,这对专业技术队伍提出了更高的要求,但惟其如此,才能体现地质灾害调查评价在政府科学决策中的技术支撑作用。

5 结论和建议

(1)用风险管理技术来指导与地质灾害相关的城镇规划、应急管理、土地利用等越来越成为国际上的发展趋势,它作为一种先进的方法在许多国家被利用,并在全世界范围内得到推荐。

(2)风险管理更注重事前管理,而基于土地利用规划的地质灾害风险管理,更有利于科学、长效、有制度保障地开展地灾防治工作。我国应积极制订有关地质灾害风险管理的政策措施,将风险管理纳入到地质灾害管理体制中,积极开展地质灾害风险管理工作。

(3)地质灾害的调查精度应与管理尺度相匹配。我国幅员辽阔,县级是我们国家最基本的行政管理层次,地质灾害的防治主要依靠县级国土资源主管部门来落实。建议全县采用1:2.5万调查区划;城

区、新开发区、重点城镇等采用 1:1 万调查区划;一些重点坡段可采用大于 1:5 000 的调查区划。

(4)建议将地质灾害风险评价与区划结果纳入到土地利用规划的编制中去,并将之形成法定程序。应用到土地利用规划的地质灾害风险区划,精度更高,区划更细,需要更专业的技术支持。

参考文献(References):

- 胡新丽,唐辉明. GIS支持的斜坡地质灾害空间预测系统框架设计[J]. 地质科技情报,2002,21(1):99-103.
- HU Xinli,TANG Huiming. Frame Design of Space Prediction and Evaluation System for the Slope Geological Hazard Based on GIS[J]. Geological Science and Technology Information,2002,21(1):99-103.
- 刘传正,张明霞,孟晖. 论地质灾害群测群防体系[J]. 防灾减灾工程学报,2006,26(2):175-179.
- LIU Chuazheng,ZHANG Mingxia,MENG Hui. Study on the Geo-hazards Mitigation System by Residents' Self-Understanding and Self-Monitoring[J]. Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering,2006,26(2):175-179.
- 罗元华,张梁,张业成. 地质灾害风险评估方法[M]. 北京:地质出版社,1998.
- LUO Yuanhua,ZHANG Liang,ZHANG Yecheng. Geological Hazard Risk Assessment Methodologies [M]. Beijing:Geological Publishing House,1998.
- 彭满华,张海顺,唐祥达. 滑坡地质灾害风险分析方法[J]. 岩土工程技术,2001,4:235-240.
- PENG Manhua,ZHANG Haishun,TANG Xiangda. Preliminary Study on the Risk Analysis Methodology for Landslide [J]. Geotechnical Engineering Technique, 2001,4:235-240.
- 乔建平,石莉莉,王萌. 基于贡献权重叠加法的滑坡风险区划[J]. 地质通报,2008,27(11),2238-2242.
- QIAO Jianpin,SHI Lili,WANG Meng. Landslide Risk Zoning Based on the Contributing Weight Stack Method[J]. Geological Bulletin of China,2008,27(11),2238-2242.
- 石菊松,石玲,吴树仁. 滑坡风险评估实践中的难点与对策[J]. 地质通报,2009,28(8):1021-1030.
- SHI Jusong,SHI Ling,WU Shuren. Difficulties and Countermeasures in the Practice of Landslide Risk Assessment[J]. Geological Bulletin of China,2009,28(8):1020-1030.
- 唐川,朱静,张翔瑞. GIS支持下的地震诱发滑坡危险区预测研究[J]. 地震研究,2001,21(1):73-81.
- TANG Chuan,ZHU Jing,ZHANG Xiangrui. GIS Based Earthquake Triggered Landslide Hazard Prediction[J]. Journal of Seismological Research,2001,21(1):73-81.
- 唐亚明,程秀娟,薛强,等. 基于层次分析法的黄土滑塌风险评价指标权重分析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2012,23(4):40-46.
- TANG Yaming,CHENG Xiujuan,XUE Qiang, et al. Weights Analysis of Loess Collapse Risk Assessing Factors Based on Analytical Hierarchy Process [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2012,23(4):40-46.
- 唐亚明,薛强,李清,等. 黄土滑塌灾害风险分级系统研究[J]. 工程地质学报,2012,20(3):378-386.
- TANG Yaming,XUE Qiang,LI Qing, et al. Slope Classification System for Loess Collapse Risk Assessment [J]. Journal of Engineering Geology,2012,20(3):378-386.
- 王涛,吴树仁,石菊松,等. 基于简化 Newmark 位移模型的区域地震滑坡危险性快速评估—以汶川 MS8.0 级地震为例[J]. 工程地质学报,2013,21(1):16-24.
- WANG Tao,WU Shuren,SHI Jusong, et al. Case Study on Rapid Assessment of Regional Seismic Landslide Hazard Based on Simplified Newmark Displacement Model: Wenchuan Ms 8.0 Earthquake[J]. Journal of Engineering Geology,2013,21(1):16-24.
- 汪敏,刘东燕. 滑坡灾害风险分析研究[J]. 工程勘察,2001,2:1-6.
- WANG Min,LIU Dongyan. Study on Landslide Hazard risk Analysis[J]. Geotechnical Investigation and Surveying, 2001,2:1-6.
- 吴树仁,石菊松,张春山,等. 滑坡风险评估理论与技术[M]. 北京:科学出版社,2012.
- WU Shuren,SHI Jusong,ZHANG Chunshan, et al. Theory and Technique of Landslide Risk Assessment[M]. Beijing:Science Press, 2012.
- 吴益平,唐辉明. 滑坡灾害空间预测研究[J]. 地质科技情报,2001,20(2):87-90.
- WU Yiping,TANG Huiming. Spacial Prognosis Studying of Landslide Hazard[J]. Geological Science and Technology Information,2001,20(2):87-90.
- 向喜琼,黄润秋. 地质灾害风险评价与风险管理[J]. 地质灾害与环境保护,2000,11(1):38-41.
- XIANG Xiqiong,HUANG Runqiu. Risk Assessment and Risk Management for Slope Geohazards[J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation,

- 2000,11(1):38-41.
- 向喜琼. 区域滑坡地质灾害危险性评价与风险管理[D]. 成都:成都理工大学. 2005.
- XIANG Xiqiong. Regional Landslide Hazard Assessment and Risk Management[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2005.
- 延安市国土资源局. 延安市 2013 年地质灾害防治方案 [OL]. [2013-10-01]延安市国土资源局网站 <http://www.yagt.gov.cn/bencandy.php?fid=80&id=817>. 2013.
- 殷坤龙,张桂荣. 地质灾害风险区划与综合防治对策[J]. 安全与环境工程,2003,10(1):32-35.
- YIN Kunlong,ZHANG Guirong. Risk Zonation of Geo-hazards and Its Comprehensive Control[J]. Safety and Environmental Engineering,2003,10(1):32-35.
- 许强,黄润秋,向喜琼. 地质灾害发生时间和空间的预测预报[J]. 山地学报,2000,18(增刊):112-117.
- XU Qiang, HUANG Runqiu, XIANG Xiqiong. Time and Spacial Predicting of Geological Hazards Occurrence [J]. Journal of Mountain Science,2000,18(Suppl):112-117.
- 徐绍史. 今年中国 1/3 地质灾害发生在发现的隐患点之外 [OL]. [2011-10-01]中国新闻网 <http://www.chinanews.com/gn/2010/08-10/2456635.shtml>. 2010.
- 张春山,张业成,马寅生. 黄河上游地区崩塌、滑坡、泥石流地质灾害区域危险性评价[J]. 地质力学学报,2003,9(2):143-153.
- ZHANG Chunshan, ZHANG Yecheng, MA Yinsheng. Regional Dangerous the Geological Hazards of Collapse, Landslide and Debris Flows in the Upper Reaches of the Yellow River[J]. Journal of Geomechanics,2003,9(2):143-153.
- 张梁,张业成,罗元华. 地质灾害灾情评估理论与实践[M]. 北京:地质出版社,1998. 52-100.
- ZANG Liang, ZHANG Yecheng, LUO Yuanhua. Theory and Practice of Geo-hazards Assessment [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998, 52-100.
- 张业成,张梁. 中国崩滑流灾害成灾特点与减灾社会化[J]. 中国地质灾与防治学报,1994,5(增刊):408-411.
- ZHANG Yecheng, ZHANG LIANG. Geohazards Causing Characteristics of Collapses, Landslides and Debris Flow in China and Geo-hazards Reducing Socialization [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1994,5(Suppl):408-411.
- 朱梁峰,殷坤龙,张梁等. 基于 GIS 技术的地质灾害风险分析系统研究[J]. 工程地质学报,2002,10(4):428-433.
- ZHU Liangfeng, YIN Kunlong, ZHANG Liang, et al. Risk Analysis of Geo-hazards by Using GIS Technique [J]. Journal of Engineering Geology, 2002, 10(4): 428-433.
- Cascini L, Bonnard Ch, Corominas J, Jibson R, Montero-Olarte J. Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development [A]. In: Hunger O, Fell R, Couture R, Eberhardt E (eds). Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver [C]. London: Taylor & Francis Group. 2005. 199-235.
- Hunger O, Fell R, Couture R, Eberhardt E. Preface [A]. In: Hunger O, Fell R, Couture R, Eberhardt E (eds). Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver [C]. London: Taylor & Francis Group. 2005. IX-X.
- Fell R, Corominas J, Bonnard C, Cascini L, Leroi E, Savage W Z. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning [J]. Engineering Geology, 2008, 102(3-4): 85-98.
- Leroi E, Bonnard C, Fell R, McInnes R. Risk assessment and management [A]. In: Hunger O, Fell R, Couture R, Eberhardt E (eds). Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver [C]. London: Taylor & Francis Group. 2005. 159-198.
- Jibson R W, Harp, et al. A method for producing digital probabilistic seismic landslide hazard maps [J]. Engineering Geology, 2000, 58: 271-289.
- Corominas J, Copons R, Vilaplana, J M, et al. From landslide hazard assessment to management. The Andorran experience [A]. In Picarelli (eds.). Fast slope movements. Prediction and prevention for risk mitigation [C]. Patron Editore. 2003, Vol. 1: 111-118.
- Copons R, Vilaplans J M, Corominas J, et al. Rock fall risk management in high-density urban areas. The Andorran experience [A]. In Glade et al. (eds), Landslide Hazard and Risk [C]. John Wiley and Sons. 2004, 120-125.
- Wong, H N. Landslide risk assessment for individual facilities [A]. In: Hunger O, Fell R, Couture R, Eberhardt E (eds). Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver [C]. London: Taylor & Francis Group. 2005, 237-296.