

我国区域地质灾害评价的现状及其问题

黄润秋, 向喜琼, 巨能攀

(成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家专业实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 滑坡等地质灾害的区域评价对制定区域地质灾害防治规划、指导国土资源的合理开发和地质环境的妥善保护具有重要意义,也是地质灾害风险评价与风险管理的基础。本文以滑坡灾种为典型,总结了近10年来中国在这一领域所开展的工作和所取得的进展。在此基础上,重点指出了工作中所暴露出来的一些问题和这些问题产生的原因。针对这些问题,提出了应该注意的方面和有关的对策措施。

关键词: 区域地质灾害评价; 滑坡; 现状; 展望

中图分类号: P694 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2552(2004)11-1078-05

近年,崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害及其风险评价已经成为人们普遍关心的主要问题之一。据2002年中国国土资源公报,2002年全国发生各类突发性地质灾害40246起,造成853人死亡、109人失踪、1797人受伤,直接经济损失51亿元^[1]。可见滑坡等地质灾害的预防和减轻意义重大,直接关系到经济的发展和社会的稳定。

然而,由于认识和管理水平的局限,同时受制于经济条件,目前只能调用有限的资源、采取有限的措施来应对滑坡灾害的频繁发生。管理部门和科研单位对地质灾害的响应往往滞后,主动防灾和减灾举措不多而且范围狭窄。同时,虽然民众已普遍意识到地质灾害所引起的风险不可小觑,但在防灾减灾实践中,民众参与的广泛性仍十分有限。造成这种局面的主要原因是地质灾害发生的地点、时间、规模和方式具有很大的不确定性,我们对这种不确定性的认知能力还有诸多的不足,因而在制定防灾方案时缺乏必要的依据,无法做出确定性决策。这一切都有赖于对地质灾害危险性评价和风险评价水平的提高。近年风险分析和评价已经成为表达地质灾害固有的不确定性的一种重要工具^[2],从区域上对滑坡进行风险评价、实施风险管理已经成为滑坡灾害防治领域的共识。然而无论是在理论上

还是实践上,中国尚未形成确实可行的区域地质灾害评价与管理体制。有鉴于此,本文以滑坡灾种为典型,回顾和总结了我国区域滑坡灾害评价的现状,在此基础上,阐述了对当前区域地质灾害评价中存在的几个问题的思考。

1 区域地质灾害评价现状

所谓“区域地质灾害评价”是指在一定的面积范围内,根据区域地质条件背景、地质灾害触(诱)发因素及人类活动状况,对区域地质灾害发生的空间、时间和可能造成的危害、损失所做出的各种分析与判断。它包括区域易发性评价(以基本地质条件的分析为主)、区域危险性评价(在易发性基础上考虑人类活动等诱发因素)和区域风险性评价(在危险性基础上考虑生命和财产的损失)。回顾国内外地质灾害区域评价,尤其是滑坡灾害区域评价的发展历程,大致可以分为以下几个阶段。

(1) 20世纪80年代中后期之前,主要是针对大型工程建设(如三峡水库)进行的地质环境质量评价或者地质灾害易发性评价。评价多在广泛的野外调查基础上进行,以定性评价为主,同时也有引入信息量法、综合评判法等定量方法,单元的划分、数据的获取和结果的图示表达主要由手工完成。

收稿日期: 2004-03-18; 修订日期: 2004-05-09

基金项目: 国家自然科学基金重大研究计划项目(编号: 90102002)资助。

作者简介: 黄润秋(1964-),男,教授,博士生导师,从事工程地质、岩土工程教学与科研工作。E-mail: hrq@cdu.edu.cn

(2) 20世纪80年代中后期至90年代中期这10年,中国地质灾害区域评价领域的研究基本处于停滞状态,文献资料检索足以证明这一点。

(3) 到20世纪90年代中后期,随着高等院校与科研院所将地理信息系统(GIS)技术全面引入滑坡区域评价^[3-7],这一研究领域又受到国内工程地质界广泛的关注。评价目标从地质环境质量评价逐渐过渡到了易发性和危险性评价。

这期间所基于的评价思路、采用的数学方法较之20世纪80年代中后期之前并无本质的不同,虽然有人工神经网络、模糊综合评判等数学方法的引入,但实质仍然是筛选若干基本控制因素和影响诱发因素,以一定的数学方法进行加权计算,得出一个稳定性或危险性指标(有稳定性区划、危险性评价、滑坡空间预测等各种不同的提法)。图1是Aleotti等^[8]对已有的滑坡危险性评价方法进行的总结分类。这些方法在中国滑坡灾害评价领域都有不同程度的运用,可见至此中国在易发性、危险性评价领域已经与国际水平相当。

GIS技术贯穿于评价数据的获取、评价计算、评价结果的表达这一评价的全过程之中,第一次将滑坡灾害区域评价从传统的繁复手工劳作中解放出来,并为运用多种数学方法进行对比分析提供了方便。

(4) 20世纪90年代末期以来,国外滑坡风险评价的思想体系开始引入,越来越多的人认识到应该考虑滑坡灾害的社会属性,实现对滑坡进行风险评价和风险管理。国内学者纷纷提出各式各样的滑坡风险评价和管理体系框架^[9-13],但是,归根结底,都没有跳出图2所示的基本框架^[2]。

然而,滑坡风险评价这一目标的实现并非一蹴而就,事实上现今国内的研究积累还主要在易发性和危险性区划方面,在区域上提滑坡发生的概率还不现实,所以要真正实现这一框架还有很长一段路要走。事实也证明了这一点,现今滑坡风险评价和管理方面的研究也仅仅限于框架的提出,尚无切合实际的应用实例。

以上粗略地回顾了我国滑坡灾害评价的发展历程,接下来不妨再来回顾一下近年我国地质灾害防治领域的2件大事。

其一,由中国地质调查局组织的县(市)地质灾害调查与区划工作正在开展之中,从而第一次开始

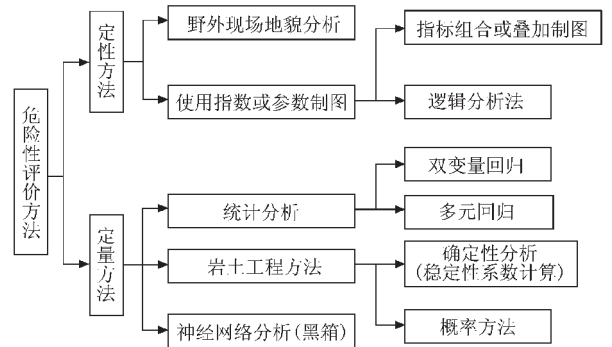


图1 已有的地质灾害危险性评价方法分类^[8]

Fig.1 Proposed classification of landslide hazard assessment methods

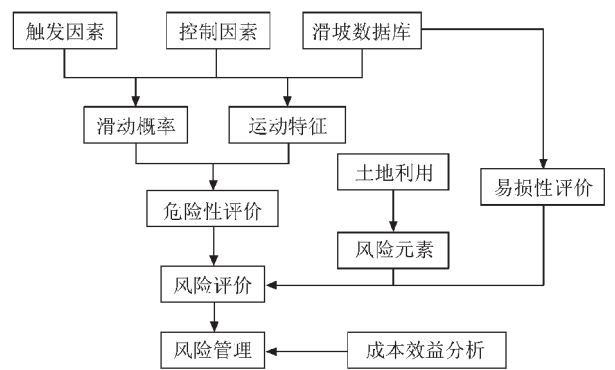


图2 滑坡风险评价和管理基本框架^[2]

Fig.2 Basic framework for landslide risk assessment and management

在大范围内针对县市一级行政区开展以人为本的调查与区划工作。全国共筛选出地质灾害严重的县(市)700个,分步骤、分阶段开展调查与区划工作。截至2002年,共完成了168个县(市)的调查和区划工作,建立了相应的信息系统和群测群防网络。成功预报地质灾害703次,避免人员伤亡19120人,避免直接经济损失2.36亿元。地质灾害多发区的汛期地质灾害群测群防网络已初步建立并正逐步完善^[1]。然而,在参与这一项目的过程中,笔者也注意到一个非常突出的问题:调查容易区划难。项目实施单位普遍感觉缺乏简便易行的区划方法体系,惯用多年的专用性调查和区划方法运用到县市一级时暴露出了以前没有引起注意的一些局限性。项目积累的海量数据是以往工程地质工作者梦寐以求而不能得的,要将这些数据有效地应用到防灾减灾决策中,迫切需要摸索一条适合我国县市一级地方政府职能部门,事

实上也是中国地质灾害防灾减灾的基层决策主管部门有效实施的灾害风险监控管理道路。

其二,随着三峡库区2003年蓄水,2001年开始由中央财政拨出专款40亿元用于三峡库区一期蓄水位涉及到的崩滑地质灾害的预防和治理。一期规划治理的197处崩塌滑坡防治工程现已基本完成。如此短的时间内集中在一个地区组织实施数量众多、规模宏大的地质灾害治理工程,在中国地质灾害防灾减灾历史上尚属首次。这一系统工程实施,无论是对地质灾害管理部门,还是对勘察、设计和施工单位,都是前所未有的挑战,可以说是对中国现阶段地质灾害防治、施工、管理领域的一次全面的考验。整个工程对预防和减轻该区地质灾害的作用究竟有多大,特别是管理的成效究竟如何,可能要在蓄水以后3~5年才能初见端倪。

2 区域地质灾害评价中的若干问题

总结起来,当前区域地质灾害危险性评价中存在以下几个方面的主要问题。

2.1 片面追求评价数学模型的复杂性

由图1可以看到,各种危险性评价方法可以分为定性评价和定量评价两大类。需要指出的是,无论是定性方法还是定量方法,无论形式上是否严格,各种方法无一例外都带有较大的人为性,从而导致评价结果具有较大的随意性。

对于这个问题,在认识上是存在一定分歧的。一种观点认为现有地质灾害区域评价方法体系下得出的评价结果和区划不确定性因素太多,不具有适用价值;另一种观点则认为这种局面归咎于评价模型不够先进合理,对将各种数学模型尝试运用到这一研究领域的努力寄予厚望,国内这种倾向尤其明显。这2种观点,前者长久以来习惯于确定性研究方法和确定性结果,视地质灾害的复杂性和不确定性为畏途;后者忽略了地质灾害本身是一个复杂的地学命题,再完美先进的数学方法,如若不能在诠释地质灾害本身的发生、发展规律问题上获得新知的話,则势必不太可能得出更好的危险性评价结果。造成这种现象的原因是,在地质灾害研究中,缺乏综合与协调,缺乏建立在事物间具有广泛联系性规律基础上的整体思考和对解决实际问题能力的追求。

实践证明,思考问题的整体性越强,则可能寻

找到的与问题相关的结论就越多,对问题相关规律的描述和解释也就越贴近于现实世界,从而也可寻找出相关解析结论之间的相关性联系和一套处理相关解析结论所涉及利益关系的协调、平衡办法^[4]。所以真正有望推动这一领域发展的途径是思想方法上的转变,而不仅仅是数学模型的优化问题。

2.2 评价或区划结果的评判标准不够明确

之所以要特别强调评判标准问题,是因为这实质上涉及到滑坡灾害危险性评价的基本出发点和目的问题。现在人们对区划结果是否符合实际往往根据这样的标准,如“已有的滑坡点所在评价单元得出的评价级别是否是高危险的”。此处姑且不论逻辑上是否严谨,仅从危险性评价或区划的目的来看,单纯依赖这一评判标准得出自圆其说的结论就有失妥当了。显而易见,区域滑坡灾害评价是为区域滑坡灾害管理服务的,因此,能否很好地为管理所用并取得令人满意的管理绩效,才是评判评价结果的正确适用与否的最终标准。在进行滑坡灾害评价时,如果不能很好地坚持为滑坡灾害管理提供依据这一目标,则评价结果的正确与否将是一句空话。

2.3 过于强调GIS的应用

20世纪90年代,随着联合国减灾10年计划的提出,自然灾害评价和管理方面的研究进入一个以往任何时候都没有出现过的高潮。加之同期系统科学和非线性科学等理论、地理信息系统和遥感等技术纷纷引入自然灾害研究领域,研究者对其难免寄予很高的期望,希望以此带来地质灾害区域评价和预测领域的飞跃。然而,回头客观公正地评判10年来这一领域的发展,GIS是起到了一定的推动作用,但是远没有达到人们当初的期望。

地质灾害是地质环境变异与人类生存发展之间的一个矛盾,防治和减轻地质灾害从根本上讲是协调人与地质环境之间的关系,对其认识的提高只能依赖于对这2个方面及其相互关系的认识的深入。数理理论的发展和计算机等先进技术的引入,固然可以起到积极的推动作用,但绝不能取代地质灾害成因机理研究来取得根本性的突破,GIS技术亦是如此。

GIS作为一门新兴边缘学科,其自身的发展尚有广阔的空间,但是从GIS自身界定的研究领域、选定的研究焦点来看,无论它如何发展,对于滑坡灾害评价而言,也仅仅只是一个工具。因此,在地质灾害的评价与管理领域中,GIS技术不可能成为主题。

2.4 对地质条件的分析和重视不够

如前所述,滑坡灾害易发性或危险性评价归根到底是一个地学问题,在进行区域评价时,始终都不能丢掉地质分析和研究这一基本武器。Aleotti等^[8]曾明确指出,在提出和发展一种滑坡危险性评价方法时,识别导致斜坡失稳、引起滑坡的因素是非常重要的基础性工作。事实上,只有通过确定过去导致滑坡发生的因素,方能预测未来滑坡在何时何地发生。换句话说,不管采用什么方法,必须在考虑过去失稳的原因和引起未来可能失稳的原因的情况下,谨慎选择危险性评价的输入数据。

然而,由于滑坡受控于多个因素,因果关系的确定并不那么简单。通常,要想识别与滑坡有关的所有因素是困难的,而且大多数情况下界定不同因素之间的关系也很困难。比如二元回归分析中,分开考虑2个或多个因素和综合考虑这些因素得出的评价结果可能不同,而且即使是相同的因素,由于考虑的相关过程-机制类型的不同也可能有不同的结论,所以不加地质分析、盲目运用二元回归分析可能得出完全错误的结论^[8]。

近几年来国内所开展的滑坡灾害易发性区划和危险性评价工作中,由于从区域上对滑坡灾害进行深入的地质分析和研究不够,因而得出的结论不仅不能很好地为管理所用,甚至从地质本身来看也是站不住脚的。地质分析和研究的不足集中体现在以下几个环节。

(1)将“滑坡”作为一个整体概念,基本不考虑变形破坏机制全然不同的各类滑坡的差异性。众所周知,滑坡是一个集合概念,不同地质环境背景下孕育发生的不同成因机制的滑坡,受控的因素往往并不完全相同,甚至相去甚远。但是,现今在进行区域滑坡灾害评价时,往往对类型不加以区分,这必然造成评价指标体系、评价方法的选择和评价结果的解释等诸多环节的混乱。现在看来,在评价之前系统地分析评价区域内滑坡发生的成因机制、合理划分不同的滑坡类别、分类别考虑其评价指标和评价方法,是非常必要的。

(2)缺乏对评价指标体系的系统分析,这个问题体现在以下3个方面。

其一,由于上边(1)中所述的原因,“滑坡”这一评价对象过于笼统抽象,在确定因素指标时没有与某种特定成因机制的滑坡相对应,自然便会引起指标

体系的混乱,因素重要性排序和权重确定、数据量化赋值方案都会随之混乱。因此,评价区域内不同类型的滑坡采用同一套指标体系是欠妥当的,更不要说试图建立全省或者全国范围内通用的指标体系了。

其二,缺少对各个评价因素指标相互关系的考量。评价模型多要求各个因素之间相互独立,而现今多没有仔细考虑这个问题。比如斜坡结构、岩性和坡度之间显然是存在一定相互关系的,但大都将其视为独立,或者进行二次评判,将之总为一个指标,但是采用的方法却常是加权,而不是基于地质分析的。再者,在确定因素的重要性和权重时忽视了另外一个问题:当我们谈论一个因素对滑坡的发生起着多大的作用时,往往依赖于另外一个或多个相关因素的状况。换言之,因素指标对滑坡发生可能性大小或者斜坡稳定性大小的贡献大小,或者某因素处于某种状态时斜坡失稳或发生滑坡的可能性大小,其实是一个条件概率问题。

其三,评价指标过多,不具备可操作性,有的人甚至认为越多越全面。实际上,这是对地质灾害发生规律从区域上把握不够、地质分析不够充分、概念不够清晰所引起的。根据笔者多年的经验,控制一个地区地质灾害发育的根本性地质因素也就是3~5个。

(3)评价输入数据大多来源于某一控制或影响滑坡发生的因素专题图,而且还不完全是这些因素对滑坡发生的可能性的贡献大小。

近年来,评价所需的输入数据大多直接或者间接来源于地形图、地质图等平面图,也就是说,用地表二维数据代替了空间三维数据,从而不能充分地反映各因素对斜坡稳定性的控制和影响。比较典型的例子是,诸如软弱夹层、软弱基座这样的一些地质要素,它们对斜坡的稳定性往往起着控制性作用,但是平面图很难反映这种作用。再比如,对地质构造、交通线、水库等线形特征,多采用GIS中的buffer分析方法简单地区域化,而并未客观地反映其真正影响的区域及影响程度。

再者,不经野外调查,直接引用已有的专题图。这些专题图并非专为地质灾害调查与区划而作,在一个因素指标内的分类和描述体系并不能满足地质灾害评价的需要。例如,传统的地质图对地层岩性的划分和描述并未考虑灾害评价的特别需要,往往较粗,如对厚达500m的地层的描述或许仅仅是“砂岩夹泥岩”,而单从地质图上无从得知泥岩的具体出露

位置, 软弱层这一重要信息便自然丢失了。

因此, 要想实现真正可靠的区域滑坡评价, 首先需要完善和改进传统的填图标准和方法。

(4) 自GIS引入以来, 评价单元几乎都是网格单元, 割裂了斜坡系统固有的内部联系。这样做的弊端是显而易见的。在条件允许的情况下, 特别是当有充分的野外调查时, 区域滑坡评价应尽量采用自然斜坡单元, 力求系统地反映斜坡单元的真实状态。

(5) 从地质意义上对评价结果进行的审视和提炼不够充分。

由于上述诸多方面的不足, 评价结果自然很难得到透彻的分析和应用, 上述问题解决得越彻底, 越有望对评价结果进行系统深入的审视和分析, 从而反馈改进评价方法。同时, 如何由滑坡灾害易发性评价上升到危险性评价, 再到风险评价, 也有赖于对评价结果透彻的理解和分析。

3 结 论

综上所述, 中国区域地质灾害评价和管理要走向真正意义的风险评价与管理还有较长的路要走。而滑坡易发性评价和危险性评价是实现滑坡灾害管理的基础, 在相当长的一段时间内, 这一领域仍应更多地关注易发性评价和危险性区划。为此, 要重视对区域地质条件的评价与分析, 重视对灾害发生机理及其区域性规律的认识, 重视评价指标体系建立的科学性和合理性, 借助先进技术, 不断完善和改进易发性和危险性评价方法, 从而为实现区域地质灾害风险评价与管理奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 国土资源部. 二零零二年中国国土资源公报[N]. 人民日报, 2003-4-4(12).
- [2] Dai F C, Lee C F, Ngai Y Y. Landslide risk assessment and management: an overview[J]. *Engineering Geology*, 2002, 64: 65-87.
- [3] 向喜琼, 黄润秋. 基于GIS的人工神经网络模型在地质灾害危险性区划中的应用[J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2000, 11(3): 23-27.
- [4] 沈芳, 黄润秋, 苗放, 等. 区域地质环境评价与灾害预测的GIS技术[J]. *山地学报*, 1999, 17(4).
- [5] 沈芳, 黄润秋, 苗放, 等. 地理信息系统与地质环境评价[J]. *地质灾害与环境保护*, 2000, 11(1).
- [6] 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.
- [7] 黄润秋, 许强, 沈芳, 等. 基于GIS的地质灾害区域评价与危险性区划系统研究[A]. 见: 第三届海峡两岸三地环境灾害研讨会论文集[C]. 台北, 2001. 177-182.
- [8] Aleotti P, Chowdhury R. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives [J]. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 1999, 58: 21-44.
- [9] 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*, 2000a(1): 38-41.
- [10] 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(1).
- [11] 朱良峰, 殷坤龙, 张梁, 等. 地质灾害风险分析与GIS技术应用研究[J]. *地理学与国土研究*, 2002, 18(4).
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 魏一鸣, 金菊良, 杨存建, 等. 洪水灾害风险管理理论[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

Assessment of China's regional geohazards: present situation and problems

HUANG Runqiu, XIANG Xiqiong, JU Nengpan

(National Laboratory of Geohazards Prevention and Geo-Environment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: Regional assessment of geohazards such as rockfalls, landslides and debris flows have great significance for stipulating the regional geohazard prevention plan and guiding the rational development of resources and proper protection of the geological environment and also provides a basis for the geohazard risk assessment and risk management. Taking landslides as a typical case, this paper summarizes the work and progress in this aspect in China over the past ten years. On that basis, some problems arising in work and the causes for them are pointed. In regard to these problems, the points that should be paid attention to and related countermeasures are proposed.

Key words: assessment of regional geohazards; landslide; present situation; prospect