

地质灾害预警应急分析技术研究进展

罗高玲¹, 涂长红¹, 廖化荣²

(1. 中鼎国际工程有限责任公司矿山建设分公司, 江西 萍乡 337000; 2. 中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

摘 要:论述了当前地质灾害预警应急分析技术研究已取得的进展、热点、存在的主要问题以及发展趋势, 对这些问题进行详细分析, 指出了其中的关键点, 并提出了相应的解决方案, 对地质灾害预警应急分析技术的发展提出新的研究方向, 为提高我国的地质灾害预警应急分析技术提供依据。

关键词:地质灾害, 预警应急, GIS 系统, 研究进展

中图分类号: X43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004—5716(2010)06—0139—04

我国是一个地质灾害种类繁多、分布广、地质灾害危害性大的国家^[1]。长期以来, 国家未建立包含地质灾害资料、应急监测技术、相关的标准规范、专家人才等方面的地质灾害应急分析的信息平台, 一旦出现地质灾害事件时, 不能进行准确的预警和应急分析, 因此也就无法及时正确提出防治对策, 严重危害人民生命、财产和生存环境、国家重大工程的建设与安全, 制约经济、社会、环境和人文等方面的可持续发展。

地质灾害严重危害人民生命、财产和生存环境, 严重威胁国家重大工程的建设与安全。据初步统计, 全国约有 700 多个县(市)长期受到地质灾害的困扰, 数千万人生活在地质灾害严重的地域, 缺乏生存的安全感^[2]。据统计, 1985~1995 年间, 每年因地质灾害造成 300~400 人死亡, 经济损失 100 多亿元。1995 年以来, 每年造成约 200 亿元的经济损失, 1000 余人死亡。中国目前和今后相当长一段时期处在大规模的国土开发和工程建设阶段, 以往许多地质灾害的发生都与科技水平比较落后, 环境保护意识相对较差, 人口数量和人口密度逐渐增大, 人口整体素质较低等有着密切的关系。初步统计, 全国至少有 50% 的滑坡、崩塌灾害是由于不科学的人类工程——经济活动所造成的。

1 国外研究进展及发展趋势

国际上早期的地质灾害空间预测主要依据野外调查与航空像片解译情况, 由专家进行地质灾害敏感性判断和评价, 故称之为专家评价法^[3]。该方法评价精度取决于野外调查的详细程度和专家的知识与经验, 评价中运用的隐含规则使结果分析与更新困难, 且不同调查者与专家得出的结果无法进行比较。

20 世纪 70 年代, 以美国加利福尼亚旧金山地区圣马提俄郡的滑坡敏感性图为代表, 利用多参数图的加权(或不加权)叠加得到区域滑坡灾害预测图的方法得到大力推广^[4]。该方法的优点是克服了使用隐含规则的问题, 而且可以充分利用 GIS 技术, 实现从数据获取到

分析、管理的自动化; 缺点是权重的确定仍保持主观性, 模型的推广应用有一定困难。

20 世纪 80 年代, 受统计回归分析和判别分析在石油运移与矿床预测中应用的启发, Carrara A^[5]将多元统计分析预测方法引用到区域滑坡空间预测中, 并在世界各国得到迅速发展与推广。Haruy - ama M 等^[6]利用数学统计理论对日本活火山地区降雨引起的滑坡灾害进行了危险度评价。Baeza C 和 Corominas J^[7]利用统计判别分析模型进行了浅层滑坡敏感性评估。Carrara A、Cardinali M、Guzzetti F 等^[8]将统计模型与 GIS 结合, 应用于意大利中部某小型汇水盆地的滑坡危险性评估。美国在 1997 年建立了滑坡灾害实时监测——预警系统。另外, 模糊数学方法也是目前地质灾害空间预测研究中应用较为广泛的方法之一。

20 世纪 90 年代以来, 随着计算机技术和信息科学的高速发展, 以处理和分析地理空间数据为主要特点, 满足模型计算要求, 具有属性数据库与图形库动态联接和导入导出功能的地理信息系统(GIS)技术得到了空前发展, GIS 技术与地质灾害空间预测数学模型方法的结合成为地质灾害研究的热点领域^[9]。Aleotti P、Baldelli P、Polloni G 等^[10]采用 GIS 技术对意大利北部阿尔卑斯山前缘的 Piedmont 地区的滑坡、洪水、雪崩、山谷口堆积等灾害的危险性及总的风险进行了区划性制图研究。利用滑坡调查的分布资料和有关地质因素, 构造滑坡敏感性指标来反映滑坡灾害的危险性。2000 年, 美国地质调查局制定了《美国国家滑坡灾害减灾战略》。Ragozin A L 等^[11]从理论上研究了滑坡灾害风险评价中的危险性、易损性和风险性; 提出了考虑危险性评估目标有效期限在内的单个滑坡灾害危险性指标, 并用其主要控制因素的概率乘积表示; 对于区域性滑坡灾害评估, 提出了利用给定地区的面积、滑坡发生面积、滑坡数量和时间之间的关系建立的定量模型开展研究。

从预测预报方法上看, 目前国内外研究主要集中在

以下几方面^[12]: (1) 滑坡变形前兆的现象预报法; (2) $S-t$ (变形-时间) 曲线变化趋势判断法; (3) 斋藤法和改进的斋藤法; (4) 统计数学模型法; (5) 黄金分割法; (6) 非线性动力学模型预报法; (7) 降雨量参数预报法; (8) 声发射参数预报法; (9) 多参数预报法。

自 20 世纪 80 年代以来, 为了了解并解决人类所面临的资源环境方面的问题, 发展生态学, 建立以长期生态监测和研究为目的的国家、区域和全球性网络, 已经成为一种国际性的趋势。

在国家尺度上, 出现了美国的长期生态学研究网络 (L TERNetwork)、英国的环境变化研究网络 (ECN)、加拿大的环境监测和分析网络 (EMAN) 和德国的陆地生态系统研究网络 (TERN)。在区域尺度上, 建成了美洲的美洲研究所 (IAI)、亚太地区的亚太地区全球变化研究网络 (APN) 和欧洲的欧洲全球变化研究网络 (ENRICH)。在全球尺度上, 形成了全球环境监测系统 (GEMS)、全球海洋观测系统 (GOOS)、全球气候观测系统 (GCOS)、全球陆地观测系统 (GTOS) 及全球变化分析、研究和培训系统 (START) 等。绝大多数发达国家在地质灾害多发区, 采用 3S 技术 (全球卫星定位系统 GPS、地理信息系统 GIS 以及高精度遥感系统 RS)、信息的卫星频道无线传输技术以及具有高度自动化的地质灾害决策支持系统, 建立了较为完善的地质灾害监测预警网络^[13]。

国外研究发展的趋势主要是基于 GIS 技术的地质灾害风险评估技术和地质灾害综合信息管理与决策支持系统; 开发基于 3S 技术基础的地质灾害数据采集、编目、存储和数据库技术模块; 建设信息管理综合技术平台, 建立地质灾害综合信息管理中心; 研究开发地质灾害数字模拟和物理模拟技术; 研制地质灾害预测、危险性区划和风险评估技术模块; 开展地质灾害防治辅助决策模块开发研究^[14]。

对于突发性地质灾害, 尤其是崩塌、滑坡监测技术方法在国外已发展到一个较高水平。监测技术方法已由过去的人工皮尺监测过渡到仪器监测, 现在正在向自动化、高精度的遥测系统发展。监测仪器也正在向精度高、性能佳、适应范围广、监测内容丰富、自动化程度高的方向发展。

2 国内研究现状

目前我国开展的灾害风险评估主要有几个特点^[15]: 一是集中在大尺度的理论探讨多, 主要有灾害分布规律、机理分析等; 二是单灾种的评估研究多; 三是在实际应用中传统方法多, 只有在 20 世纪 90 年代以后出现了定量或半定量的统计分析; 四是评价手段主要是实地调查和手工制图。

国内诸多专家、学者对地质灾害的数据平台建设进

行了研究, 主要成果有:

殷坤龙等^[16]利用二态变量的多元回归模型对汉江河谷安康、旬阳河段进行了滑坡空间预测。

刘大安等^[17]根据国际上新出现得数据仓库与数据集市的概念, 提出了数据运筹的概念, 并通过一个水电站的边坡地质灾害防治监测项目进行了应用研究。

刘传正^[18]于 2001 年发表了区域地质灾害调查评价与监测预警新思维, 初步提出了包括“发育度”、“危险度”和“危害度”概念的递进分析思路。

周念清^[19]基于 GIS 对徐州市地下水资源管理进行研究, 针对徐州市地下水资源开发利用过程中出现的种种问题, 以 MapInfo 为平台, 用 Visual Basic 和 MapBasic 开发了徐州市地下水资源管理信息系统 (GWR-MIS)。

张永波等^[20]从地质灾害数据信息管理与维护、时空分析模型、区划分析模型等三方面详细地介绍了地质灾害信息处理与决策支持系统的设计思路和主要功能。

韦京莲^[21]构建了地质灾害信息系统, 论述了地质灾害数据的采集、整理、标准化、编码及数据库设计。列举了所引用的数据标准, 建立了数据项编码原则和系统, 并进行了空间信息要素层的划分。还论述了地质灾害数据库结构设计、库表的组成及其逻辑关系。

胡新丽等^[22]根据斜坡地质灾害研究特点和 GIS 软件的特点, 提出了 GIS 支持下的斜坡地质灾害空间预测的技术路线, 建立了具有不同功能的 4 个子系统组成的基于 GIS 的斜坡地质灾害空间预测系统; 提出了数据库信息的标准和斜坡地质灾害区域空间预测评价指标体系; 讨论了斜坡地质灾害预测及动态监测预测的建模、空间尺度和方法; 并利用面向对象的高级编程语言研制开发了该系统, 开发了与 MAPGIS 集成的常用的单体斜坡和区域斜坡稳定性预测模型及斜坡地质灾害工程地质信息非空间数据库和空间图形库。

罗培等^[23]在 Windows 环境下, 以 GIS 系列工具软件为基础平台, 采用数据库管理技术对数据进行采集、存储、管理、分析、计算和图形显示, 利用计算机语言的编程功能, 开发了重庆市地质灾害评估信息系统, 使有关决策部门能够方便地对系统进行查询和分析, 获取所需要的地质灾害评估结果。

杨华等^[24]以等面积法作为基本手段, 根据评价区实际情况算得的离散等积网格作为评价模板。结合“3S” (GIS、RS、GPS) 技术, 探讨地质灾害易损性面评价的实现方式, 旨在提出“3S”框架内的地质灾害灾情评估实现模式。

张桂荣等^[25]基于 WebGIS 建立了浙江省地质灾害信息系统网络数据库, 实现了浙江省地质灾害信息远程查询访问统计、信息共享、信息可视化等功能, 为当地政

府部门管理地质灾害提供了科学的资料与决策研究依据。

关于地质灾害的形成机理、处理方法和措施、检测或监测方法、机构等方面的文献诸多,但也未形成系统的资源共享,没有综合的、按灾害种类划分的文献数据库供查询。

3 存在问题分析

综合国内现状研究结果,目前国家地质灾害预警应急分析主要存在以下几方面的问题:

(1)原始资料种类繁多,多比例尺,不能统一分析;空间地质信息管理缺乏系统性,信息共享程度低;

(2)已发生的各种地质灾害案例资料分散在各部门,未进行有效整理、分析及建库,不能对即将发生的类似地质灾害起到范例和借鉴作用;

(3)各种地质灾害的测试方法、技术,未按某一标准或规范进行分类,未有效结合典型案例进行分析,为地质灾害应急分析提供借鉴和推广,具有很大的区域性和局限性,未进行统计和建库,无相应的资源库进行信息查询;

(4)各种地质灾害的标准规范和测试机构分散,无相应的资源库进行信息查询;

(5)各种地质灾害检测和监测设备、仪器资源未进行汇总、建库,不能有效利用,造成设备、仪器资源的浪费;

(6)各省、市虽已建立相应的地质灾害专家组,但未建立全国范围的地质灾害专家人才库,且专家人才未按专长进行分类,不能在全国范围内实现按专家特长分类的数据资源的共享。

4 结束语

各种地质灾害科学文献和信息获取的手段非常多,信息的内容和形式也是多种多样的,具有多元性和复杂性,目前尚未对进行各种地质灾害的科学文献的统计、归类及建库。

进一步的工作将基于数字化、智能化、GIS等现代技术,通过收集、整理及分析,建立全国滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、岩溶塌陷、地下采空区、地震隐患、地下水污染、土壤污染等地质灾害重大事故案例图文声并茂的数据库,进行地质灾害应急检测技术分析和标准规范化研究制定,建立包括应急检测技术和安全限量的地质灾害预警分析基础数据库及机构和专家人才库,由此建立网络化、智能化、面向国家科技创新及应用的地质灾害预警应急分析技术资源库。

参考文献:

- [1] 吴积善,王成华,等.中国山地灾害防治工程[M].成都:四川科学技术出版社,1997.
- [2] 童峻,刘国政.我国地质灾害现状[J].中国减灾,2002

(3):12.

- [3] Aleotti P, Chowdhury R. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives[J]. Bull Eng Geol Env, 1999(58): 21-44.
- [4] 夏元友,熊海丰.边坡稳定性影响因素敏感性人工神经网络分析[J].岩石力学与工程学报,2004,23(16): 2703-2707.
- [5] Carrara A. A multivariate model for landslide hazard evaluation[J]. Mathematical Geology, 1983(15): 403-426.
- [6] 文海家,张永兴,柳源.滑坡预报国内外研究动态及发展趋势[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(1): 1-4.
- [7] Baeza C, Corominas J. Assessment of shallow landslide susceptibility by means of statistical techniques[C]// Proceedings of VII Int. Symp. on Landslides. 1996:153-158.
- [8] Carrara A, Cardinali M, Guzzetti F. Uncertainty in assessing landslide hazard and risk[J]. ITC Journal, 1992(2): 172-183.
- [9] 高改萍,杨建宏. GIS在地质灾害研究中的应用[J]. 人民长江,2003,34(6): 32-33.
- [10] Aleotti P, Baldelli P, Polloni G. Landsliding and flooding event triggered by heavy rains in the Tanaro basin, Italy [C]// Proceedings International Congress Interpraevent, 1996(1): 435-446.
- [11] Ragozin A. L, A V Uvarova S A. First results of the dynamics analysis of major disasters in the territory of Russia [C]// Sergeevskie Chtenia, Issue 6, Inzhenernaya Geologia i Okhrana Geologicheskoi Sredy (in Russian), Chumachenko, 2004:185.
- [12] 孙广忠. 中国自然灾害[M]. 北京:学术书刊出版社,1990.
- [13] 樊运晓. 区域承灾体脆弱性综合评价研究[D]. 北京:中国地质大学博士学位论文,2000.
- [14] 刘传正. 地质灾害预警工程体系探讨[J]. 水文地质工程地质,2000(4): 1-4.
- [15] 刘连中,罗培. 基于GIS的重庆市地质灾害风险评估系统[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2005(3): 111-114,118.
- [16] 殷坤龙,晏同珍. 汉江河谷旬阳江段区域滑坡规律及斜坡不稳定性预测[J]. 地球科学-武汉地质学院学报,1987,12(6): 631-638.
- [17] 刘大安,刘小佳,袁宝远,等. 地质灾害防治监测信息工程数据运筹技术[J]. 自然灾害学报,2000,9(1): 62-67.
- [18] 刘传正. 三峡库区地质灾害调查评价与监测预警新思维[J]. 工程地质学报,2001,9(2): 121-126.
- [19] 周念清. 基于GIS的徐州市地下水资源管理研究[J]. 岩石力学与工程学报,2002,21(11): 1750-1750.
- [20] 张永波,李向全,张礼中,等. 地质灾害信息处理与决策支持系统的设计与开发[J]. 地理学与国土研究,2002,18(4): 25-26,32.
- [21] 韦京莲. 地质灾害信息系统的数据准备及数据库设计[J]. 煤炭地质与勘查,2002,30(1): 30-32.

青海扎家同哪成矿规律初探

张昆宏

(青海省地质调查院,青海 西宁 810012)

摘 要:扎家同哪是目前在大场地区发现的又一个金找矿潜力具大的地区,已圈出矿(化)体 13 条,矿体赋存于厚度巨大的三叠纪浅海相陆源碎屑沉积岩中,金矿体受断裂构造蚀变破碎带的严格控制,主矿体长度已经超过 1500m,平均厚度为 1.5m;平均品位为 3.0g/t。矿床成矿元素简单,主要为金,伴生有锑。通过对成矿热液及矿源的初步研究,访矿床类型与大场相似,为矿床属构造蚀变岩型金矿,通过进一步工作,会有非常可喜的发现。

关键词:扎家同哪;构造蚀变岩;成矿规律

中图分类号:P61 **文献标识码:**A **文章编号:**1004—5716(2010)06—0142—04

1 区域成矿地质背景

大场地区大地构造位置处于可可西里-巴颜喀拉印支褶皱系中的北巴颜喀拉冒地槽带 3 级构造单元中段,北与阿尼玛卿优地槽带相邻,南与南巴颜喀拉冒地槽带相衔接。几乎全被巴颜喀拉山群(TB)陆源碎屑沉积覆盖,岩性单一,由陆源碎屑岩为主的复理石岩系组成,分选性差,厚度巨大为特征;断裂、褶皱并存,断裂表现为区域性深大断裂。褶皱宽缓,次级褶皱发育;岩浆活动贫乏,仅有印支期花岗岩类小岩体分布。

1.1 地层

区域内出露地层相对单一,有早二叠世布青山群马尔争组($P_1 m^2$)、三叠纪巴颜喀拉山群(TB)、第四纪(Q_4)等地层。

(1)早二叠世布青山群马尔争组($P_1 m^2$):分布于甘德-玛多深大断裂一线,呈条带状断块北西-南东向分布。岩性为灰-深灰色及玫瑰色灰岩夹砂砾岩及火山

岩,火山岩呈透镜状、带状、似层状与正常沉积的碎屑岩及灰岩相间出现,由中基性安山岩、玄武岩及少量火山碎屑岩和沉凝灰岩组成。与三叠纪地层呈断层接触。

(2)三叠纪巴颜喀拉山群(TB):为区域上分布较广的地层,其中以砂岩夹板岩组(TB_1)、变砂岩组(TB_2)最为发育。砂岩夹板岩组(TB_1):分布于甘德-玛多深大断裂以北,其展布与构造线方向基本一致,与下伏二叠纪地层呈断层接触,与上覆变砂岩组在加给陇洼-大场为断层接触,区域上为整合接触。岩性主要为中薄层长石砂岩、岩屑质砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩及泥质板岩,局部夹灰岩透镜体或薄层灰岩。变砂岩组(TB_2):分布于甘德-玛多深大断裂以南,呈北西向展布,岩性以长石石英砂岩、岩屑质砂岩为主夹粉砂质泥质板岩、千枚状板岩及炭质板岩等。

(3)第四纪(Q_4):由灰色、杂色粘土、砂砾石组成、灰色淤泥质粉细砂、亚砂土及含钙质粘土等组成。

- [22] 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.
- [23] 罗培,况明生,光磊,等. 重庆市地质灾害风险评估信息系统[J]. 自然灾害学报, 2004(6): 32-37.
- [24] 杨华,赵纯勇,张永兴. 基于“3S”技术的地质灾害易损性面评价方法研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004(3): 96-101.
- [25] 张桂荣,殷坤龙. 基于 WebGIS 的地质灾害信息系统网

络数据库建设[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(3): 114-118.

收稿日期:2009-04-19

第一作者简介:罗高玲(1963-),男(汉族),湖南醴陵人,工程师,现从事地质工程与岩土工程的勘察、设计工作。