

# WEBGIS 降雨型滑坡预警模型及关键技术研究

钟洛加<sup>1,2</sup> 肖尚德<sup>2</sup> 周衍龙<sup>2</sup> 沈贵文<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学 研究生院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖北省地质矿产勘查开发局, 湖北 武汉 430022; 3. 湖北地质学会, 湖北 武汉 430022)

**摘要:**以降雨强度—降雨持续时间图解及其与滑坡发生之间的关系确定滑坡发生的临界降雨量理论,结合湖北省主要地质灾害类型、规模、时空分布及危害程度的实际情况,在研究降雨量和降雨过程与地质灾害的空间分布的对应关系基础上,建立地质灾害时空分布与降雨过程的统计关系,开展区域性地质灾害发生的临界降雨量和预警预报判据模型的应用研究。对实现地质灾害信息管理与维护的自动化,信息传输与发布的网络化,信息分析处理的模型化,信息服务与决策的可视化等问题进行了探讨。

**关键词:**地质灾害; 预警预报; 判据; 模型

**中图分类号:** P426.626 **文献标识码:** A

湖北省是我国地质灾害多发省份之一,地质灾害种类多、分布广、危害大,严重制约着地区国民经济的发展,严重威胁着人民生命财产安全。为了减轻地质灾害所造成的损失,实现地质灾害气象预报信息发布标准化作业的方法,并根据实时的降雨预报和雨量资料,对全省地质灾害发生的空间范围进行实时发布。开展基于 WEBGIS 的降雨型滑坡预警预报系统的研究,已成为当前社会和政府关注的一个焦点并迫切希望开展研究和加以解决的一个重大课题。该系统的研究有助于提高地质灾害气象预警预报业务的自动化程度,对提高湖北省地质灾害防治工作的及时性、科学性,促进经济效益、社会效益和环境效益的协调统一,最大限度地减少地质灾害对人民生命财产造成的危害,保障社会稳定有着重要的现实意义和较广的应用前景。

地质灾害的监测预警是我国减灾防灾的主要措施之一。目前,对滑坡的监测预报预警研究主要有两个方面:一是利用各种装置对潜在滑坡体进行监测,获得滑坡体位移变形的基础数据,通过对位移—时间曲线的分析来预测滑坡变形趋势,这种方法一般只适用于已知的潜在滑坡,通常针对一些规模巨大的岩质滑坡体进行监测。长期以来,人们总是试图通过对滑坡体位移—时间曲线的分析,找到可以预报滑坡发生的特征值,但由于一方面缺乏足够的滑坡形成、变形位移到破坏全过程完整的数据,另一方面,岩体或土体具有各种尺度的结构不均匀性,物理、化学、水力学等性质极不均匀,无论采用何种方法进行监测,获得的资料总是不完全的。二是区域性宏观预测预报,在滑坡填图的基础上,根据降雨和滑坡之间的经验与理论关系、易导致滑坡的区域地质、地貌因素,划分滑坡易发区。如 Keefer. et. al (1987)根据区域降雨遥测网获得的实时雨量观测数据以及国家气象站的降雨预报信息,采用斜坡稳定性模型对暴雨期间滑坡的可能性进行预报。在 Keefer. et. al. (1987)基于传统的斜坡稳

定性模型提出的滑坡预报系统中,主要根据降雨强度—降雨持续时间图解极其与滑坡发生之间的关系确定滑坡发生的临界降雨量。

近 30 a 来,降雨滑坡预测预报一直是滑坡研究中的热点课题之一,其核心是通过研究降雨与滑坡的各种关系,预测可能的滑坡状态。从目前公开出版的众多文献中可以看出,降雨滑坡预报研究内容广泛、研究方法多样。预报内容可分为 3 类:时间预报、空间预报和强度预报。研究方法可分为:统计方法、理论模型方法和统计学与理论模型的耦合方法。而空间预报是目前国内外主要研究课题之一,降雨滑坡空间预报的重点是区域性的降雨滑坡频发区和易发区。所以,利用编图技术,编制滑坡灾害图是降雨滑坡空间预报的主要方法。

## 1 系统特点

本系统研究的主要内容是根据已掌握主要地质灾害类型、规模、时空分布及危害程度等大量资料,在研究降雨量、降雨强度和降雨过程与滑坡灾害的空间分布、时间分布上的对应关系,建立起滑坡灾害时空分布与降雨过程的统计关系,在确定区域性滑坡的临界降雨量和降雨强度阈值的基础上,开发出地质灾害气象预警预报网上发布系统,其中采用临界降雨量模型和有效降雨量模型来进行预警预报。武汉中心气象台可通过本系统根据降雨量按时上传降雨数据,数据保存在后台数据库中,系统能够自动获取数据库中的数据生成时间与降雨量实时曲线,当降雨量达到降雨强度阈值时,触发 MAPGIS 图件,在 Internet 上发布区域预警预报信息,并上传至武汉中心气象台,并在互联网上实时发布。

本系统的研究思路是以 WebGIS 技术为手段,采用湖北省 1/50 万的地质灾害易发程度分区数字图为基础图件,将全省划

收稿日期:2008-02-25

基金项目:湖北省地勘科学基金资助项目(2004Y0012)

作者简介:钟洛加,男,中国地质大学研究生院,博士研究生;湖北省地质矿产勘查开发局,教授级高级工程师。

分为 6 个地质灾害预报预警单元和 82 个行政区划单元;对每个预报预警单元分别统计地质灾害发生频率,建立相关概率模型,进行定量评价;根据省气象台发布的未来 24 h 降雨量预报数据,对每个行政区划单元进行降雨量分析和判据修正。系统能够自动获取数据库中的数据生成时间与降雨量实时曲线,并实时动态地绘制地质灾害等级色块图和降雨量等值线趋势图。连接 Internet 的任意一个用户,都可以浏览、查询该集成系统站点中的地质灾害综合信息,实现地质灾害防治信息的开放和共享。

2 预警预报判据模型设计

通过对已有地质灾害点与降雨的关系分析、统计,建立预测预报模型,并依据分区建立与不同预报等级相应的预报判别标准。

2.1 预警判据设计原理

考虑到图上信息的严谨、准确性,以及灾害预报特有的不确定性,在计算机给出灾害等级色块图的基础上,增加人工校正功能。使得某些特定区域在计算机根据降雨量判断值算法得出结果的基础上,综合地质灾害预报专家的判断经验,进一步确保灾害等级色块图的准确性。为达到这一目的,在成图设计中增加了“灾害预报—降雨量分析图”(见图 1),通过该图对可能存在计算机判定误差的区域进行人工雨量判读和灾害发生等级的修正,达到准确发布信息的目的。

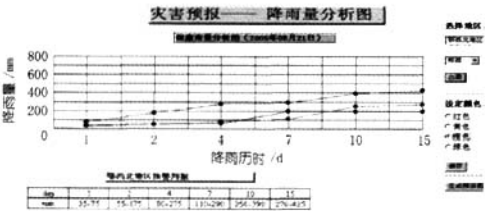


图 1 降雨量分析

首先在 MAPGIS 平台下设定分析图底图,根据湖北省地质灾害气象预警分区预警判据,由计算机自动从数据库中提取前 15 d 的降雨量值,然后再分别计算当天、前 2 d、前 4 d、前 7 d、前 10 d、前 15 d 降雨量的 6 组数据和,特别注意的是,在计算前  $N$  天的日期时,系统还考虑到大小月,即闰年。最后由系统将 6 组数据和结果在图上描出,并将各点两两相连构成折线。系统根据曲线的趋势,若超出上限(红线),则由系统发出红色警报;若在上限和下限之间(黄线),则发出黄色警报和橙色警报;否则均为绿色。

2.2 降雨量等值线原理

降雨量等值线图,作为等值线图的核心部分,根据各监测点提供的降雨量数据按照等值线算法动态生成;降雨量等值线图将各地区的降雨量差异以图形的形式表现,并且动态对各等值线予以数值表示(见图 2)。

系统根据用户选择的日期在数据库中搜索该日期关键字,将具有相同关键字的所有记录读出,按降雨量值分类。将具有相同降雨量值及符合精度的邻域内的纪录归并在同一数组中,再将各分类数组中记录按照地理位置坐标值( $x,y$  值)以曲线算法予以光滑连接成一闭合曲线,各分组按照等值线算法依次生成闭合曲线,待所有的雨量观测点均被包含在等值线中后,将生成的曲线结果以 MAPGIS 的点线区数据结构组成 MAPGIS 下

的点、线、区文件。至此,整个由雨量数据作为数据源的等值线文件生成完毕,将此生成的点线区文件同行政区划图的点线区文件,依照点文件先读的原则,分别将点线区文件组织成为一个 MAPGIS 的工程文件,此工程文件中最终包括:湖北省行政区划、灾害点位置图,降雨量等值线图,等值线及其标定的各等值线数值及图例等。



图 2 降雨量趋势

3 关键技术及创新点

3.1 关键技术

该系统研究将综合 INTERNET 技术、数据库技术、计算机网络等先进技术在地质灾害预警预报方面的集成与应用,解决地质灾害气象预警预报信息发布、数据库与 Web 结合、地质灾害气象服务预报标准化、内部网络整体与安全性设计、图片传真图格式转换等一系列问题。采用的主要技术为:

(1) 根据传统的斜坡稳定性模型提出的滑坡预报系统中主要以降雨强度—降雨持续时间图解及其与地质灾害发生之间的关系,结合湖北省主要地质灾害类型、规模、时空分布及危害程度的实际情况,在研究降雨量和降雨过程与地质灾害的空间分布的对应关系基础上,建立地质灾害时空分布与降雨过程的统计关系,开展区域性地质灾害发生的临界降雨量和预警预报判据模型的应用研究。

(2) 利用 GIS 技术对与斜坡不稳定性直接或间接有关的地质—地貌要素图进行各种操作和分析,编制 1/50 万的地质灾害易发程度分区数字图并建立相应的空间数据库。

(3) 利用湖北省 1/50 万的地质灾害易发程度分区数字图为基础图件,将全省划分为 6 大地质灾害预报预警区和 82 个地质灾害预警预报单元;统计地质灾害发生频率,建立相关概率模型,进行定量评价;并依据分区建立不同预报等级相应的预报判别标准,确定区域性滑坡的临界降雨量和降雨强度阈值。

(4) 考虑到项目可靠性和安全性要求,系统采用基于 Web-GIS(MapGIS IMS)与 ASP.NET+SQL 技术架构实现。

3.2 创新点

(1) 建立了湖北省比较完整的滑坡灾害时空分布与降雨过程的统计关系和基于 1/50 万湖北省地质灾害易发程度数字图的 6 个预警区的预警预报应用数学模型。

(2) 基于 MAPGIS-IMS(InternetMapServer)构建的地质灾害信息 Web 发布系统,开发了在 Internet 上实时表达降雨量等值线

置方式下,水资源、土地资源、林业资源、矿产资源、海洋资源、风力资源等是区域的主要资源,但是这些资源在整个环境容量中所影响的程度不同,假如对某个区域进行环境容量分析,以土地资源为主,那么土地资源所占的比重较大,则应赋予较大的权重,当没有其它资源或不考虑其它资源时,则其它资源计算为零。例如,在我国云南省糯扎度水电站安置区移民时,林业资源是一个很重要的考虑因素,因此在分析环境容量时应赋予较大数值;同样在我国内蒙古自治区草原区安置区移民时,更多考虑的是草地资源以便于发展牧业,因此相应地赋予较大数值。同时,社会、经济、自然等指标将增加或削弱安置区的环境容量。安置区经济快速发展、社会稳定、自然环境优越将增加环境容量;反之,将削弱安置区容量。其它资源容量用“K”值,对土地和水资源确定的容量进行“增加”和“削弱”(乘以系数“ $\alpha$ ”),一般情况下社会环境容量和自然环境容量的“K”值小于1,经济环境容量可大于1,也可小于1,则移民安置区多因子环境容量分析模型如下:

$$F = \sum_{i=1}^m F_i \cdot \alpha \cdot \min_{j=1}^n \{F_6; F_7; F_8\} \cdot \beta$$

式中  $F$  表示安置区总环境容量;  $F_i$  表示安置区域拥有不同种类的资源容量;  $\alpha$  表示安置区域不同类型资源的系数;  $F_6$  表示经济环境容量;  $F_7$  表示社会环境容量;  $F_8$  表示自然环境容量;  $\beta$  表示相关系数。

移民环境容量分析一般是先对移民安置区基本的资源(水资源、土地资源、矿产资源、林地资源等)、社会(人地关系、民族、宗教、文化等)、经济(安置区原有地经济发展水平、所在区域经济发展情况、基础设施情况等)、环境(居住环境、水土保持、环境保护)、人口(人口密度、男女比例、文化素质等)进行宏观定性分析;在此基础上,建立移民安置区环境容量微观定量分析的评价体系,确定移民安置区环境容量分析的典型年份、各指标在各年份的总量及其相应的移民生产期望达到的目标标准;最后,确定移民安置区环境容量的值,再减去移民安置区原有居民数量,即为移民安置区所能迁入的移民数量。

## 7 结语

水利水电工程的兴建,水资源的开发与利用,是人类改造客观世界、开发利用自然环境与资源的具体体现。移民是水利水电工程建设的关键,而移民安置环境容量又是移民的关键。必须全面规划、统筹兼顾、做好移民安置环境容量分析及环境影响评价,建立移民安置环境容量评价指标体系及模型分析,确定移民安置区环境容量可接纳的移民数,保证移民在搬迁安置后能逐步走向富裕。坚持人与自然和谐相处,以人为本,构建和谐社会,促进经济、社会、资源与环境相互协调和可持续发展,推动区域经济的进一步腾飞。

本文所提《移民安置环境容量指标体系及多因子分析模型研究》,是一项新的方法与探索,还必须在具体水利水电工程移民实践中,不断总结提高、改进完善。作为一个刍议,谨供各位领导、专家及广大读者参阅指正。

## 参考文献:

- [1] 施国庆. 东风水电站黔西库区移民环境容量分析, 见: 水库论文集. 南京: 河海大学出版社, 1991.
- [2] 长江三峡工程论证移民专家组. 长江三峡工程移民专题论证报告. 南京: 河海大学出版社, 1988.
- [3] 肖元廷, 徐才灶. 移民安置环境容量评价探讨. 水利经济, 1998, (11): 33~34.
- [4] 孙阳, 王里奥, 袁辉. 三峡库区环境人口容量探讨, 见: 移民与社会发展国际论文集. 南京: 河海大学出版社, 2002.
- [5] 唐传利, 施国庆. 移民与社会发展国际论文集. 南京: 河海大学出版社, 2002.
- [6] 廖蔚. 水库移民及其环境容量分析. 环境经济, 2007, (6): 30~31.
- [7] 于静波. 三峡库区移民环境容量指标的研究. 中国人口、资源与环境, 1996, 6(1): 52~53.
- [8] 刘肖珩. 移民环境容量肥西方法初探. 环境导报, 1996, (3): 21~22.
- [9] 王天德. 水库移民环境容量问题. 人民珠江, 1997, (2): 7~8.

(编辑: 刘忠清)

(上接第 49 页)

趋势图和地质灾害预警预报等级色块图程序。

(3) 在 Internet 中采用降雨量模型来进行预警预报, 自动生成时间与降雨量实时曲线并能对全省 82 个预警预报单元进行快速评价。

(4) 实现了地质灾害气象预报信息发布的标准化作业方法, 建立了一个完全新型的地质灾害研究成果表达与信息服务的体系, 为湖北省地质灾害减灾防灾工作提供强有力的技术支撑, 填补了湖北省地质灾害区域性预报预警信息网上发布的空白。

## 4 系统应用

经过近 1 a 的试运行和优化完善, 系统各项指标性能均达到设计要求。该系统自 2005 年汛期以来, 共预报 5 次, 均与实际情况吻合。

2006 年汛期已正式启动该系统。全省各地(市)、县地质灾害监测站现已经使用该系统, 开展对本地地质灾害有关资料进

行数据处理, 预警预报工作等。

## 5 结语

基于 WebGIS 技术的地质灾害预警预报, 采用湖北省 1/50 万的地质灾害易发程度分区数字图为基础图件, 将全省划分为 6 个地质灾害预警预报单元和 82 个行政区划单元; 对每个预报预警单元分别统计地质灾害发生频率, 建立相关概率模型, 进行定量评价; 根据省气象台发布的未来 24 h 降雨量预报数据, 对每个行政区划单元进行降雨量分析和判断修正。系统能够自动获取数据库中的数据生成时间与降雨量实时曲线, 并实时动态地绘制地质灾害等级色块图和降雨量等值线趋势图。连接 Internet 的任意一个用户, 都可以浏览、查询该集成系统站点中的地质灾害综合信息, 实现地质灾害防治信息的开放和共享, 实现了湖北省地质灾害信息管理与维护的自动化、信息传输与发布的网络化、信息分析处理的模型化、信息服务与决策的可视化。

(编辑: 赵凤超)

作者: 钟洛加, 肖尚德, 周衍龙, 沈贵文

作者单位: 钟洛加(中国地质大学, 研究生院, 湖北, 武汉, 430074; 湖北省地质矿产勘查开发局, 湖北, 武汉, 430022), 肖尚德, 周衍龙(湖北省地质矿产勘查开发局, 湖北, 武汉, 430022), 沈贵文(湖北地质学会, 湖北, 武汉, 430022)

刊名: 人民长江 

英文刊名: YANGTZE RIVER

年, 卷(期): 2008, 39(12)

被引用次数: 0次

相似文献(10条)

1. 期刊论文 马文瀚. 陈建平. MA Wen-han. CHEN Jian-ping 突发性地质灾害气象预警预报研究综述 - 地质灾害与环境保护 2007, 18(1)

分析了国内外突发性地质灾害气象预警预报相关研究动态, 对地质灾害气象预警预报的研究现状和研究进展作了系统地总结. 根据最新研究成果, 从预警预报理论方法等方面对地质灾害预警预报的发展趋势进行了初步预测, 并结合地质灾害气象预警预报的经验, 就地质灾害气象预警预报存在的问题提出一些问题和看法.

2. 期刊论文 金江军. 潘懋. 杨志双. 丛威青. JIN Jiang-jun. PAN Mao. YANG Zhi-shuang. CONG Wei-qing 深圳市突发性地质灾害预警预报流程设计 - 地质灾害与环境保护 2007, 18(3)

首先探讨了突发性地质灾害预警预报分级体系, 认为不但要考虑地质灾害发生可能性等级, 还要考虑地质灾害可能造成的损失等级, 并提出了综合这两个方面的三级警报分级体系. 然后提出了突发性地质灾害预警预报流程设计的四大原则, 即合法性、科学性、及时性、实用性. 最后设计了一套适合深圳市实际情况突发性地质灾害预警预报流程, 说明了地质灾害预警预报信息的传输、制作与签批过程.

3. 期刊论文 周平根. 毛继国. 侯圣山. 李昂. 刘树东. Zhou Pinggen. Mao Jiguo. Hou Shengshan. Li Ang. Liu Shudong 基于WebGIS的地质灾害预警预报信息系统的设计与实现 - 地学前缘 2007, 14(6)

论述了基于网络地理信息系统的地质灾害预警预报信息系统的总体框架结构、系统设计要点和系统功能特点, 并对采用的关键技术进行了简要分析说明. 系统采用部署灵活、扩展性强的三层体系结构, 基于模块化思想进行设计与实现, 以分布式架构集成异构的数据源, 并建立了模型库管理决策模型. 系统以地质灾害预警预报数据数学模型为核心, 应用数据库技术、基于FeatureBase的地理信息系统技术和网络技术建立了融合通用地理信息功能与地质灾害预警预报业务功能的分布式软件系统, 实现了地质灾害信息采集、传输、管理、分析、决策、发布的一体化平台. 现场实施表明, 该系统运行稳定, 能有效为职能部门提供辅助决策支持和信息发布服务.

4. 学位论文 张昕 公益项目的社会评价研究——以山东省地质灾害气象预警预报项目为例 2007

公益性项目是社会发展的重要组成部分, 而项目评价则是衡量项目是否成功的唯一途径. 由于公益性项目自身具有非营利性和服务大众的特点, 所以在公益性项目的评价系统中, 社会评价成为非常重要的方面.

在项目评价理论的发展过程, 建设项目、工业项目的评价理论及其方法经过多年的发展已经日趋成熟, 而在实际工作中也已发挥了重要的作用. 而与之相对的公益性项目评价研究却刚刚起步, 尤其是公益性项目的社会评价的理论与方法尚不成熟和规范.

本文对公益性项目社会评价进行了较为系统的研究, 力求在理论层次深入探索, 并寻求实际运作中的有效解决方法. 故此, 论文首先回顾了项目社会评价理论的发展历程. 然后, 界定了公益性项目的定义和范畴, 以及阐述了公益性项目评价的特点, 并指出山东省地质灾害气象预警预报项目属于公益性项目. 该项目的社会评价工作应符合公益性项目评价的要求, 并对公益性项目社会评价的发展及其现状进行了综述. 之后, 根据山东省地质灾害预警预报项目的自身特点, 设计了一套适合此类项目的评价指标体系, 并针对传统层次分析法的一些缺点和该项目在社会评价过程中所表现出来的特点, 引入了模糊分析法, 并做出了适当的改进, 以建立合理、有效的评价模型. 最后, 结合山东省地质灾害预警预报项目, 运用该模型, 对其进行社会效果的评价.

论文的创新点在于, 在学术界对于地质灾害预警预报此类公益性项目的社会评价工作还处于起步阶段时, 通过对项目实际情况了解和征询专家的意见, 结合项目评价的相关理论, 建立了地质灾害预警预报类项目社会评价体系及其评价模型, 并运用该体系进行了评价. 论文为今后同类项目的社会评价工作的开展提供了框架和思路, 同时也能通过评价找出项目进行过程中的不足, 及以后改进的方向. 所以, 具有重要的借鉴意义.

5. 会议论文 周平根. 毛继国. 侯圣山 基于WebGIS的地质灾害预警预报信息系统的设计与实现 2006

本文论述了基于网络地理信息系统的地质灾害预警预报信息系统的总体框架结构、系统设计要点和系统功能特点, 并对采用的关键技术进行了简要分析说明. 系统采用了部署灵活、扩展性强的三层体系结构, 基于模块化思想进行设计与实现, 以分布式架构集成异构的数据源, 并建立了模型库管理决策模型. 系统以地质灾害预警预报数据数学模型为核心, 应用数据库技术、基于FeatureBase的地理信息系统技术和网络技术建立了融合通用地理信息功能与地质灾害预警预报业务功能的分布式软件系统, 实现了地质灾害信息采集、传输、管理、分析、决策、发布的一体化平台. 现场实施表明, 该系统运行稳定, 能有效为职能部门提供辅助决策支持和信息发布服务.

6. 期刊论文 吴跃东. 向钊. 马玲. Wu Yuedong. Xiang Fan. Ma Ling 安徽省地质灾害气象预警预报研究 - 灾害学 2008, 23(4)

根据安徽省地质灾害特点及与气象条件的关系, 从气象因素和地质灾害隐患入手, 逐步深化研究降水和地质环境与地质灾害发生的关系, 由浅入深, 在尝试和探索中开展安徽省地质灾害气象预警预报研究. 建立了安徽省地质灾害气象预警预报模型及预报系统, 提出了基于GIS的地质灾害气象预警方法, 为提高安徽省地质灾害的气象预报水平奠定了一定的基础, 并通过对于2004~2007年的地质灾害实例验证预报取得了较好的效果.

7. 期刊论文 岳建伟. 王斌. 刘国华. 蔡洪春. 周玉才. 余广文. YUE Jian-wei. WANG Bin. LIU Guo-hua. CAI Hong-chun. ZHOU Yu-cai. YU Guang-wen 地质灾害预警预报及信息管理系统应用研究 - 自然灾害学报 2008, 17(6)

根据调查, 江西省地质灾害的诱发因素主要是降雨, 因此, 通过总结前人关于地质灾害预报预警的研究, 提出了一套应用降雨资料对地质灾害进行预报预警的预警流程, 并建立预警及信息管理系统. 该系统采用空间数据库引擎技术管理海量滑坡、地质、地貌、降雨等数据及地质灾害的文档等资料, 系统基于WebGIS技术, 实现了地质灾害预报预警图的发布、信息查询、空间定位、空间叠加和地质灾害预警预报信息反馈等功能.

8. 期刊论文 李伟. 王卫红. LI Wei. WANG Wei-hong 基于WebGIS的突发性地质灾害预警预报系统设计与实现 - 浙江工业大学学报 2009, 37(6)

讨论了地质灾害预警预报系统的研究现状和存在问题,分析了建立突发性地质灾害评价和预警预报系统的流程;基于多层体系架构,给出了构建突发性地质灾害预警预报系统的体系结构;重点研究了构建突发性地质灾害预警预报系统的关键技术;基于webGIS技术,构建了突发性地质灾害预警预报原型系统,实现了地质灾害评价和预警预报信息的发布;测试结果表明,系统达到了设计目标。

9. 期刊论文 [雷万荣](#), [周玉才](#), [章勇](#), [唐春梅](#), [余广文](#), [程志华](#), [LEI Wangrong](#), [ZHOU Yucai](#), [ZHANG Yong](#), [TANG Chunmei](#).

[YU Guangwen](#), [CHENG Zhihua](#) 江西省地质灾害气象预警预报工作体系建设的探讨 - [上海地质](#)2007, "" (4)

简要地介绍了江西省地质灾害气象预警预报工作体系建设的总体思路,地质灾害气象预警预报工作体系建设的组成及主要内容,对地质灾害可以进行更有效的防治。

10. 会议论文 [唐灿](#), [李铁锋](#), [温铭生](#), [连见发](#), [刘艳辉](#), [刘传正](#) [国家级地质灾害气象预警预报理论与方法](#) 2006

我国地质灾害十分发育,每年造成严重损失和社会影响,研究表明,超过三分之二的突发性地质灾害是由于大气降雨直接诱发或与大气因素相关的.本文主要就国家级地质灾害气象预警预报理论与方法进行了论述.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_rmcj200812018.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_rmcj200812018.aspx)

授权使用: 重庆大学(cqdx), 授权号: 2ae47d20-1f66-4524-9fdb-9da400fc4c59, 下载时间: 2010年6月29日