维普资讯 http://www.cqvip.com

陕西省地质灾害预报实例分析及模式探讨*

王雁林[1,2]

(1. 长安大学 环境科学与工程学院，陕西 西安 710054；2. 陕西省国土资源厅地质环境处，陕西 西安 710082)

摘要：陕西省是我国地质灾害较严重的省份之一，利用数理统计方法，分析了2001～2005年陕西省发生的地质灾害成功预报实例的时空分布、类型规模等若干规律，并进一步讨论了地质灾害成功预报的原因。在此基础上，提出了陕西省地质灾害成功预报的3种模式以及提高成功预报水平的对策措施。

关键词：地质灾害；预报实例；陕西

中图分类号：P642.2 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-811X(2006)04-0071-04

0 引言

目前关于“地质灾害成功预报”还没有一个统一的定义，但这一概念所要表达的主旨是清楚的，即在发现临灾前兆后，能够及时采取措施，避免人员伤亡。地质灾害预报是个复杂的系统工程，由于地质灾害的发生受到多种不确定因素的影响，使得实现地质灾害成功预报不仅成为各级国土资源部门防治地质灾害的难点问题，同时也是地质灾害防治科技领域的重大问题[1]。目前地质灾害的防治研究还停留在事后论证的水平上。近年来通过采取建设群测群防体系以及开展气象预报预警等工作，地质灾害成功预报取得了一定效果。国土资源部《国土资源十一五规划纲要》提出要进一步提高地质灾害预报水平①，刚刚召开的国土资源部地质灾害调查监测与预警技术方法及能力建设座谈会指出要围绕“监测、预警、预报”提高地质灾害防治水平[2]，在现有水平下如何提高成功预报水平，是一个十分紧迫的课题。陕西省成功预报的实例，是研究地质灾害成功预报、提高陕西地质灾害防治管理水平的重要材料。本文在以往研究工作[3~7]基础上，通过对这些地质灾害成功预报实例规律的分析，从中总结地质灾害成功预报原因、探讨提高地质灾害成功预报能力，不仅对于有效保护人民群众生命财产安全、指导地质灾害防治具有重大意义，而且对于地质灾害防治领域的科学研究也具有一定推动作用。

1 地质灾害预报实例的若干规律和原因分析

1.1 陕西省预报概况

依据陕西省国土资源厅2001～2005年地质灾害预报统计资料②，2001～2005年共成功预报225起，避免了6 000多人伤亡和经济损失6 000多万元。地质灾害成功预报率为7.75%(表1)。其中2001年成功预报了3起，避免了25人伤亡；2002年成功预报了14起地质灾害，避免了167人伤亡和4起重大伤亡事故；2003年成功预报了176起地质灾害，避免了4 867人伤亡和3 307万元的经济损失，特别是2003年8月29日宁陕县城东部泥石流灾害的成功预报，县城紧急转移6 300余人，避免了重大人员伤亡。2004年成功预报地质灾害7起，避免128人伤亡，避免直接经济损失304万元。2005年成功预报地质灾害25起、避免869人伤亡和231万元的直接经济损失。

通过对上述225起地质灾害成功预报实例的认真筛选和系统整理，发现有若干实例要素不全面，为了便于分析比较，本文从中选取70例内容较完整的实例进行分析。分析的基本思路是首先分析了这些成功预报实例的时空分布特征、类型和规模；分析这些成功预报的原因，在此基础上归纳提出了地质灾害成功预报模式。

* 收稿日期：2006-06-23
基金资助：陕西省软科学项目 (2005KR13)
作者简介：王雁林 (1975-)，男，山西运城人，在读博士，从事国土资源方面的管理与研究工作。
① 国土资源部. 国土资源十一五规划纲要. 国土资源部. 2006.4
② 陕西省国土资源厅2001～2005年地质灾害成功预报资料. 陕西省国土资源厅. 2006.4

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 陕西省2000～2005年成功预报起数/当年发生灾情起数

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2003～2005	2001～2005
成功实例(起)	3	14	176	7	25	208	225
灾情(起)	80	82	4 150	112	335	4 597	4 759
成功预报率(%)	3.75	17.07	4.24	6.25	7.46	4.52	7.75

1.2 预报实例的时空分布和类型

1.2.1 时间分布特征

陕西省发生的地质灾害成功预报实例，在各月份分布如下：1月份1%、2月份3%、3月份2%、4月份1%、5月份3%、6月份6%、7月份19%、8月份31%、9月份13%、10月份20%、11月份1%、12月份没有发生。陕西省地质灾害成功预报基本发生在7～10月份，约占成功预报实例的83%，其中8月份成功预报实例比例最高，达到31%。

1.2.2 空间分布特征

空间分布从行政区和地貌单元分布进行分析。从成功预报实例的行政区空间分布来看，各行政区成功预报空间分布不均，西安14%、咸阳9%、渭南3%、宝鸡1%、铜川7%、延安26%、榆林3%、安康11%、汉中13%、商洛13%。将各行政区成功预报实例比例按照“>20%、10%～20%、<10%”进行三级分级。划分结果表明，延安市成功预报比例>20%，西安、安康、汉中、商洛比例介于10%～20%；其余各市比例<10%。

从各地貌单元发生成功预报比例来看，陕北（延安、榆林2市）为37%，关中（西安、渭南、咸阳、宝鸡、铜川）为29%，陕南（商洛、汉中、安康）为34%。基本上各占1/3。

1.2.3 地质灾害预报的灾害类型和规模

根据对这些成功预报地质灾害的类型进行统计，其中成功预报滑坡灾害占到66%，成功预报崩塌34%，成功预报泥石流6%，成功预报地面塌陷4%。因此总体上，成功预报的灾害类型以滑坡灾害为主。根据对这些成功预报的地质灾害规模进行统计，各灾害类型规模以《县市地质灾害调查与区划技术要求》为分级依据进行统计，表明地质灾害成功预报的灾害规模以小型为主，占到70%。

1.3 地质灾害成功预报的原因分析

地质灾害的成功预报，关键在于灾害前期的临灾预警和信息发布，如能及时发现灾害隐患点临灾前兆，并及时转移撤离人员，就可达到人员避险的目标。通过对上述地质灾害成功预报实例的综合分析，总结这些地质灾害能够成功预报主要有以下原因：

1.3.1 通过各种查险方式，能在灾害临灾前夕及时发现一些前兆

目前地质灾害防灾监测主要依靠受威胁群众自己监测、国土部门巡查的方式。根据对这些成功预报实例的分析，发现这些成功预报，都是能够及时发现临灾征兆，从而采取了相应措施。进一步分析表明通过监测人自查发现临灾隐患的占到45%，国土部门巡查发现的40%，其他人发现临灾隐患占15%。说明国土部门巡查发现地质灾害隐患临灾情况起到了重要作用（表2）。

表2 地质灾害隐患查险方式

发现方式	国土部门排查	监测人自查	其他人发现
比例（%）	40	45	15

1.3.2 能迅速采取措施，发出撤离信息并及时撤离人员

出现临灾前兆后，一般情况下地质灾害很快会发生，预报时间与发生时间的间隔，对于撤离具有十分重要的参考意义[8～9]。通过对成功预报分析，发现在发出预报后，1 h 内发生的地质灾害占到8%；1～3 h 内发生的地质灾害占到12%，3～12 h 内发生的地质灾害占到40%，12～24 h 内发生的地质灾害占到16%；24～48 h 内发生的地质灾害占到12%；48 h 以上发生的地质灾害占到12%。这说明一旦出现临灾征兆，在未来12 h 内发生的灾害占到52%，未来24 h 内发生的68%。由于上述成功预报实例的隐患点在发现临灾征兆后，立即撤离人员，基本上在12 h 内全部撤离受威胁群众，从而避免了人员伤亡。如2004年3月25日零时15分，延安市宝塔区桥沟镇市场沟村一崩塌出现临灾前兆，村民屈院琴发现后，立即呐喊，受崩塌威胁的10人在最短时间内立即撤离，15 min 后崩塌体掩埋房屋，由于及时撤离，使得10人避免伤亡。由此可见，一旦出现临灾前兆，要迅速撤离。

此外，在总结预报当中，发现预警方式和预报精度的提高，对于提高成功预报也开始发挥重要作用。省级预报预警由于面积大，只能起到警示作用。宁强县在地质灾害成功预报中，建立了县级地质灾害气象预报预警机制，由县国土资源局和县气象局联合发布地质灾害气象预报，2005年9月29日根据雨情发出预警，庙坝乡华严寺村、庙坝村、白果树村

维普资讯 http://www.cqvip.com

三个滑坡隐患点监测人根据滑坡变形情况，及时组织居民撤离，10月1日三个滑坡发生，分别避免了10人、4人、43人的伤亡。

由上述分析可知，地质灾害之所以能够成功预报，在于3个环节：即对地质灾害发生有一定的警惕；能在灾害临灾前夕及时发现一些前兆；能及时采取措施，撤离人员。

2　地质灾害预报模式探讨

在分析地质灾害成功预报的原因基础上，总结提出陕西省地质灾害预报的三种模式：

模式1　监测人或受威胁住户对灾害发生有一定的警惕，如看见大暴雨等，采取实地察看，如果看见裂缝变形加大等特征变化明显，按照撤离路线或“防抢撤”方案，发出预警信号（呐喊或者敲锣等），迅速撤离居民（图1）。这种模式是“点上监测”的一般模式。这种模式，需要监测人责任心强，判断基本上定性为主，存在相当的风险。

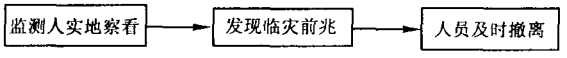


图1　预报模式1

模式2　监测人或受威胁住户对灾害发生本身有一定的警惕性，如看见大暴雨等，除采取一般措施，还加密监测，并有一定的简易监测手段；加上国土部门或乡镇巡查，根据监测情况，对于临灾征兆能够比较准确地判断。依据情况，及时发出预警信号（呐喊或者敲锣等）或启动“防抢撤”方案，迅速撤离居民（图2）。这种预报是“点上监测，线上巡查”的点、线结合预报模式。其预报与第一种模式相比，由于有一定的监测手段和巡查措施，发现临灾征兆的可能性更大。

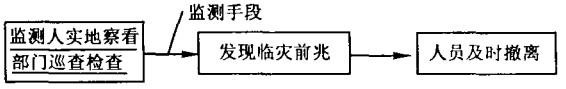


图2　预报模式2

模式3　根据降雨情况，发布气象预报预警信息，提醒监测人；同时国土部门巡查督导。监测人根据预警信息，对隐患点加密监测，发现临灾征兆，立即发布预警信号，按照撤离路线或“防抢撤”方案，发出预警信号（呐喊或者敲锣等），迅速撤离居民（图3）。这种模式下，地质灾害的成功预报，形成了“面上有气象预警，点上有监测，线上有巡查”的点、线、面三位一体的预报模式，从而使预报精度、预报水平都有所提高，成功预报率高。

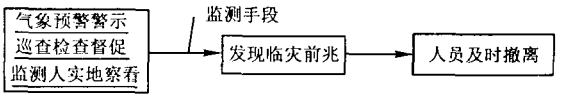


图3　预报模式3

目前陕西省绝大多数成功预报，还停留在模式1水平上，成功预报基本上是定性判断。提高地质灾害成功预报水平就是要从模式1，达到模式2，并力争达到模式3的水平。提高陕西省地质灾害成功预报水平，需要在以往工作[10~12]基础上，进一步采取以下对策措施：

(1)提高地质灾害气象预报预警水平。这是提高成功预报精度的重要手段之一。省级地质灾害气象预报预警由于研究区范围较大，只能起到警示的作用；根据宁强县开展的气象预报预警和福建省安溪县地质灾害气象预报预警的成果，预报预警推进到县级可以起到更好效果。

(2) 加强对监测人基本监测方法、临灾征兆识别和预警、撤离等基本知识的培训，这是地质灾害成功预报的最基础工作。只有监测人识灾，才能做到发现临灾征兆，当发生灾害时，知道如何撤，往哪里撤，否则就可能南辕北辙。

(3) 要加大地质灾害易发区内地质灾害防治的宣传，使老百姓有防灾、避灾意识。

(4) 要进一步加强对重大隐患点的专业监测和稳定性评价工作，为监测和预报提供基础数据。

参考文献：

[1] 吴树仁，周平根，雷伟志，等. 地质灾害防治领域重大科技问题讨论[J]. 地质力学学报，2004，10(1)：1-6.

[2] 赵凡，范宏喜. 要把科技纳入地灾防治工作中[N]. 中国国土资源报，2006-06-19(1).

[3] 王雁林. 县级地质灾害防治管理评价指标体系探讨[J]. 灾害学，2005，20(2)：86-90.

[4] 王雁林. 陕南地区滑坡灾害气象预报预警研究[J]. 地质灾害与环境保护学报，2005，20(2)：345-349.

[5] 周新民，王雁林. 陕西省地质灾害防治现状及对策探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报，2005，16(4)：84-90.

[6] 陈豫英，赵光平，王红英. 宁夏汛期地质灾害气象预报预警模型研究[J]. 灾害学，2005，20(3)：25-28.

[7] 罗培. 地质灾害风险评估信息系统探讨[J]. 灾害学，2005，20(4)：57-61.

[8] 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.

[9] 李媛，杨旭东. 降雨诱发区域性滑坡预报预警方法研究[J]. 水文地质工程地质，2006，33(2)：29-31.

[10] 小苏. 坚持以防为主 加强群测群防 构建中国特色的地质灾害防灾体系[J]. 浙江国土资源，2005，(12)：7-10.

维普资讯 http://www.cqvip.com

[11] 殷跃平.中国地质灾害减灾战略初步研究[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(2):1-4.

[12] 姚学祥,徐晶.跨学科的地质灾害预警工程[J].中国工程科学,2004,(6):1-5.

Case Analysis on Geological Hazard Forecast in Shaanxi and Discussion of Its Pattern

WANG Yan-lin[1,2]

(1. *College of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an* 710054, *China*;
2. *Shaanxi Bureau of Land and Resources, Xi'an* 710082, *China*)

Abstract: Shaanxi is one of provinces prone to geological disasters in China. In this paper, by using statistical methods, the spatial-temporal distribution, types, scale and rules of successful forecast to geological disaster events in Shaanxin from 2001 to 2005 are analyzed. The reason of successful forecast of geological disasters is discussed. Three patterns of successful geological hazard forecast and measures to upgrade the level of forecast in Shaanxi Province are put forward.

Key words: geological hazard; forecast case; Shaanxi

(上接第57页)

Analysis on Characteristic and Process of Thunder Disasters in Shaanxi in 2005

GAO Ju-xia[1], PANG Ya-feng[1], REN Jian-fang[1] and WU Mai-feng[2]

(1. *Thunder Protected Center of Shaanxi Province, Xi'an* 710015, *China*;
2. *Weinan Meteorological Office of Shaanxi Province, Weinan* 714000, *China*)

Abstract: Thunder locating technology named ADTAD was adopted in 2005 for thunder monitoring in Shaanxi province. Based on analysis of the data of cloud-to-ground lightning, it is found that temporal distribution of thunders is consistent with annual mean and its spatial distribution is evidently different. The high value areas of thunder events are in some parts of southern Shaanxi. The monitoring data covers the whole province. The thunder locating precision is 4 decimal digits of latitude and longitude. It becomes possible to quantitatively monitor thunder intensity, charge and energy and investigate characteristics such as density and frequency. Combining with the analysis of typical thunder and lightning weather process, the method for thunder disaster and forecast are presented.

Key words: thunder disaster; cloud-to-ground lightning; characteristics; Shaanxi; 2005