

文章编号: 1006-4354 (2003) 06-0010-03

# 陕西省地质灾害预报预警研究

王 川<sup>1</sup>, 刘 勇<sup>1</sup>, 张 宏<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象台, 陕西西安 710015; 2. 陕西省专业气象台, 陕西西安 710015)

**摘 要:** 地质灾害是陕西省较为严重的自然灾害之一, 用近 50 a 中陕西省地质灾害及降水资料分析了陕西省地质灾害分布规律, 研究了气象条件与地质灾害发生的关系, 发现强暴雨和连续降雨是造成地质灾害的主要诱因, 确定了不同区域不同降雨日数诱发地质灾害的临界值, 制定出不同区域 1 级至 5 级地质灾害预报预警标准, 并介绍了省气象台开发的地质灾害预报预警系统。

**关键词:** 地质灾害; 气象条件; 预报预警

**中图分类号:** P694

**文献标识码:** A

陕西省是地质灾害严重的省份之一, 主要有山洪、滑坡、泥石流、崩塌等。地质灾害往往造成江河堵塞、通讯中断、交通受阻、建筑物被毁、良田林木遭到破坏, 已成为引起全国高度关注的重大自然灾害之一。地质灾害有明显的年周期变化, 每年的汛期(6—10月)为活动高发期, 特别是主汛期的7—8月, 次数多, 灾情重, 突发性强。尤其是秦巴山区山地自然灾害的活动十分频繁, 是我国著名的山地自然灾害多发区和重灾区。如1981年秦巴山区西部的暴雨过程中, 诱发滑坡、泥石流约1.9万处(条), 其中规模较大的有2600余处(条), 仅汉中市所属各县毁坏房屋1.6万间, 死亡305人。2002-06-08—09位于秦岭腹地的佛坪8h降水210mm, 高强度降水导致严重山洪并诱发滑坡、泥石流灾害, 造成400余人失踪死亡, 经济损失5亿元。研究地质灾害形成的特点和规律, 探讨成灾的气象条件, 做好陕西省地质灾害的预报预警有重大的现实意义。

## 1 陕西省地质灾害分布规律

陕西省环境地质条件复杂, 地质灾害的形成涉及许多自然因素与人为因素的组合, 各地影响因素不尽相同, 造成滑坡、泥石流具有成片、成带分布规律。陕西省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程队提供的全省环境地质调查报告指

出, 全省由北至南可划分为20个滑坡、泥石流发育区。主要发育区分布在陕北黄土高原梁峁区、黄土塬地、关中黄土高原边, 陕南汉江谷地、巴山北坡、嘉陵江流域、商洛地区。根据灾害点的发育密度及危害程度, 全省划分为23处灾害易发区。其中以陕北、陕南为主要区域, 秦巴山区是重点防护地区。秦巴山区的山地自然灾害还存在突发性、群发性、垂直分带性及夜发性等特点。

## 2 陕西省山地灾害与气象条件的关系

陕西省位于我国内陆腹地, 南北长870km, 东西最宽处为430km。以秦岭和北山为界, 北部为黄土高原, 海拔900~1500m; 南部为秦巴山区, 海拔多在1000~3000m, 中部为关中平原, 地势低平, 海拔320~800km。三个区域气候特征迥然有别, 陕北属暖温带干旱—半干旱气候区, 年降水量不足500mm, 关中属暖温带半湿润气候, 年降水量550~700mm, 陕南秦岭北部属暖温带山地气候, 年降水量700~1000mm, 秦岭南部属北亚热带湿润半湿润气候, 年降水量750~1000mm。

地质灾害的发生是许多因素的组合, 但降雨是诱发地质灾害的最主要也是最直接的因素。据地质部门对突发性地质灾害的分类统计表明, 持续降雨诱发占地质灾害总发生量的65%, 局地暴

收稿日期: 2003-07-04

作者简介: 王 川 (1972-), 女, 陕西咸阳人, 硕士, 工程师, 从事天气气候科研开发工作。

雨诱发占总发生量的 43%。长历时高强度降雨及暴雨会使秦岭、北山河水暴涨,山坡土层含水饱和,土体软化,强度减弱,加之雨水沿断裂或岩石隙渗入地下,导致溜塌、蠕动、浅层滑坡及泥石流大量发生,强大的水动力条件和河谷中不良地质体发育,成为山地灾害产生的环境条件。

在 10 a 的气象周期中,滑坡、泥石流发生的频次与年降水量的多少呈正相关<sup>[1]</sup>,丰水年灾难性滑坡呈现高值,偏早年份滑坡致灾事件少。年内滑坡、泥石流发生的高值出现在连阴雨季 6—9 月,尤以 7—9 月最集中。冬季无论是滑坡还是泥石流都较少发生。对 1984 年榆林、延安降雨及次年滑坡、1981 年陕南降水与山地灾害、1984 年全省滑坡等灾害与降水分析发现:当前一年的雨量偏多时,次年的开春季节发生的灾害性滑坡较常年偏高;陕南地区进入汛期后,6—9 月降雨量超过多年同期降雨量 200 mm 时,滑坡和泥石流会成片发生;秦巴山区 6—10 月降雨超过多年同期平均值又有暴雨叠加,会引发大量滑坡。

陕西是北方多暴雨地区之一,汉江河谷是多暴雨带,关中盆地少暴雨地区,再向北暴雨又复增多,陕北北部东多西少。陕西暴雨季节比较长,3 月下旬至 11 月上旬均有暴雨出现,而大暴雨出现在 5 月中旬至 10 月下旬,特大暴雨只出现在 6 月至 9 月。连阴雨多发生在关中和陕南,由此决定了陕北的山地自然灾害主要由局地特大暴雨造成,而秦巴山区则以局地特大暴雨和连阴雨中的暴雨为主,雨期有时长达一周或数十天,在大面积雨区中可能出现一个或数个降雨中心。

对地质灾害个例分析发现,地质灾害的发生与前期降水量和短历时雨强有着十分密切的关系,强暴雨和连续降雨是诱发山洪、滑坡、泥石流最主要的原因之一,连阴雨尤其是连阴雨中出现暴雨日更应引起注意。1981-08-13—24,陕南持续降雨,秦巴山区出现 4 个暴雨中心,造成历史罕见的地质灾害。

选取 1950—2000 年陕西境内泥石流、滑坡等地质灾害中较严重及典型的地质灾害统计分析,个例涉及陕北神木、子长等县市,关中的西安、宝鸡、渭南等 17 个县市,陕南包括秦巴山区在内的

32 个县市,并对相应个例的降水情况逐一统计分析发现:在陕北的地质灾害个例中,以 2~3 d 连续降雨为主,总降水量在 150~400 mm 之间,且其中一日降雨量往往超过 100 mm,甚至达 250 mm。关中局部地区的地质灾害中,连续 2~15 d 降雨均有可能导致山地灾害,其中 2 d 连续降雨雨量超过 100 mm,其中 1 d 为暴雨导致的山地灾害占统计总次数的 12%;3~5 d 连续降水,总降雨量为 100~200 mm (30% 出现暴雨日) 的占总次数的 65%;6~15 d 连续降水,总降雨量为 100~350 mm 的占总次数的 23%。陕南地区的地质灾害中,2~15 d 连续降雨均能导致山地灾害,其中 2 d 连续降水、降雨量超过 100 mm,其中 1 d 为暴雨导致的地质灾害占总次数的 6%,3~5 d 连续降水、总降雨量为 100~300 mm (50% 出现暴雨日) 的占总次数的 35%,10 d 以上连续降水、总降雨量为 100~600 mm (90% 出现暴雨日) 的占总次数的 45%。

### 3 陕西省地质灾害预报预警系统

在对陕西省地质灾害分布规律及其与气象条件关系研究分析的基础上,初步制定出陕西省地质灾害预报预警系统,系统由 7 个部分组成,第 1 部分为陕西省地质及环境地质评价,其中包括了地质部门给出的地质环境质量图、地质灾害发育程度评价图、地质灾害发展趋势预测图、地质灾害危险程度预测图、地质灾害危险性评价图、生态环境质量图、岩土环境质量图及降雨量分布图。第 2 部分为陕西省滑坡、泥石流发育区和易发区图。第 3 部分为秦巴山区山地灾害危险性评估。第 4 部分为陕西省滑坡泥石流个例档案,收集了 1950—2000 年陕西境内泥石流滑坡等地质灾害个例。第 5 部分为陕西省滑坡泥石流预报指标指南,收集了近 50 a 典型的地质灾害个例对应的降水资料。第 6 部分为滑坡、泥石流灾害预报系统,包括预报雨量累计、雨量排行及滑坡泥石流预报结论。第 7 部分为滑坡、泥石流灾害预警系统。

根据地理及气候背景将陕西省划分为 5 个区域,即陕北北部、陕北南部和关中北部、关中南、秦岭及汉水流域、大巴山区。预报等级分为:一级:可能性很小;二级:可能性较小;三级:可

能性较大；四级：可能性大；五级：可能性很大。其中，三、四级为预警预报；五级为警报。

根据研究和历史经验，滑坡、泥石流的发生在过程降雨量和降雨强度两项参数中，存在一个临界值，当一次降雨过程总降雨量或降雨强度达到临界值，灾害即可发生。针对全省 5 个不同的区域，找出五级预报等级对应的降水临界值，制作出一级至五级地质灾害预报预警标准。1 d 降水量预报值 ( $R_1$ ) 分为  $<50$  mm、 $50\sim 80$  mm、 $80\sim 100$  mm、 $100\sim 150$  mm、 $\geq 150$  mm 5 个等级降水临界值 (全省)， $R_4$  分为  $<100$  mm、 $100\sim 120$  mm、 $120\sim 150$  mm、 $150\sim 200$  mm、 $\geq 200$  mm 5 个等级降水临界值 (陕南)， $R_6$  分为  $<150$  mm、 $150\sim 200$  mm、 $200\sim 250$  mm、 $250\sim 280$  mm、 $\geq 280$  mm 5 个等级降水临界值 (陕南)， $R_{10}$  分为  $<120$  mm、 $120\sim 150$  mm、 $150\sim 180$  mm、 $180\sim 200$  mm、 $\geq 200$  mm 5 个等级降水临界值 (陕南)，系统对以上 5 个区域的 1 d 降水量预报值 ( $R_1$ )、4 d 降水量预报值 ( $R_4=R_3$  (实况) +  $R_1$ )、6 d 降水

量预报值 ( $R_6=R_5$  (实况) +  $R_1$ )、10 d 降水量预报值 ( $R_{10}=R_9$  (实况) +  $R_1$ ) 进行综合判别，根据不同的预报预警标准，作出陕西省地质灾害等级预报预警。

#### 4 结论

地质灾害预报预警是一项新的业务，做好陕西省强降水的监测预警以及强降水诱发地质灾害的规律、作用机理的分析研究，开展陕西省尤其是诱发秦巴山区的地质灾害暴雨监测预报预警服务，对有效地抵御地质灾害，保护陕西省的生态环境有重要意义。目前，此项工作只是初步研究的结果，有待于今后深入研究，使系统对全省不同区域的地质灾害预报更有针对性、代表性。

#### 参考文献：

- [1] 陕西省减灾协会. 陕西省重大自然灾害综合研究与防御对策 [M]. 西安：陕西科学技术出版社，1993.

## 气象指数预报

现今人们特别关心天气，收看天气预报已经成为每天生活中必不可少的事。

但是随着物质生活的丰富，生活质量的提高，常规的天气预报已不能满足需求。气象部门开展了针对需要的专业气象预报，气象指数预报是其中的一种。气象指数预报在发布指数等级的同时，还加了预报提示。按照气象指数预报，人们可以避免那些对人身体健康和活动不利的气象因素，充分利用有利的条件，很方便的安排好自己的生活。早晨起床后，想要到户外锻炼身体，先看一下晨练指数预报，预报提示是否适宜晨练。要去上班了，看看上下班天气预报，预报提示是否要

带上雨具。再看穿衣指数，按照提示穿衣，才不会受热着凉。爱美的女士千万不要忘了看紫外线强度指数预报，强度达到 3 级以上，预报提示就会建议外出时需要防护，打遮阳伞或擦防晒霜。夏季还要特别注意看舒适度指数和中暑指数预报，按照提示选择既舒适又不易中暑的天气外出，保证您会有一个好心情。有些疾病对天气变化特别敏感，患有支气管和心脑血管疾病的人，要特别关注支气管疾病和心脑血管疾病复发指数预报，它会提示您提前做好预防。

(贺平安，张国栋)