

灵宝市地质灾害发育特征及分布规律研究

张明磊,徐光林

(河南省地质矿产勘查开发局 第二地质环境调查院,河南 郑州 450053)

[关键词] 地质灾害;发育特征;分布规律;灵宝市

[摘要] 依据 2013 年灵宝市地质灾害详细调查成果资料,从地形地貌、气象水文、地层岩性、地质构造、地下水等方面阐述了灵宝市的地质环境条件,分析归纳了灵宝市地质灾害的主要类型及其发育特征。总结了地质灾害在空间和时间上的分布规律:空间上沿河流、沟谷呈条带状分布,受地形地貌控制,在低山区灾害发育密集,在乡镇人类活动强烈地区较发育;在时间上呈现出在雨季集中分布的规律。

[中图分类号] P694 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2017)08-0047-04

近年来,随着灵宝市城镇化建设进程加快和小秦岭金矿区矿产资源开发规模增大,区域地质灾害有加剧趋势,威胁到群众的生命财产安全。针对这一现状,许多专家、学者对当地地质灾害进行了深入的调查研究,比如:邢永强等^[1-2]研究了灵宝市小秦岭金矿区泥

石流灾害的发生机理、发育特征,进行了危险性评价,提出了灾害防治的措施和建议;陈华清等^[3]分析了小秦岭矿渣型泥石流的物源特征及起动机理,并对其危险性进行了评价。本研究在 2013 年对灵宝市地质灾害详细调查的基础上,根据灵宝市的地质环境条件,进一步分析地质灾害的发育特征及分布规律,以期为地质灾害的防治提供参考。

[基金项目] 河南省三门峡市地质灾害详细调查项目(1212011089058)

(1) Seep 模块模拟的渗流场结果表明:库水位的下降和降雨产生一个较大的水力坡降,且库水位下降速率越大,地下水位线越高,水位在快速下降的过程中,地下水来不及排出,滞后于库水位下降。滑坡体中地下水向外的渗透力和产生的动水压力作用于滑坡,使滑坡的稳定性降低。

(2) 降雨入渗是影响滑坡稳定性的一个重要因素,但比较工况 4 和 5 发现两工况稳定系数相差并不大,这是由于滑体物质的渗透系数较小,降雨不易入渗。因而对于该滑坡而言,影响滑坡稳定性的主要因素还是库水位的下降。

(3) 库水位下降并叠加降雨的情况对滑坡的稳定性不利,但并不是库水位下降的速率越大,滑坡越不稳定,模拟发现库水位以 1.0 m/d 的速率下降并叠加降雨的工况滑体稳定系数最低,为 1.07。所有工况的稳定系数均超过 1.05,说明在三峡库区水位日降幅增大并叠加极端降雨的情况下,该滑坡仍然保持基本稳定。

[参考文献]

[1] 王士天,刘汉超,张倬元,等.大型水域水岩相互作用及其环境效应研究[J].地质灾害与环境,1997,8(1):69-

89.

- [2] 易武,孟召平,易庆林.三峡库区滑坡预测理论与方法[M].北京:科学出版社,2011:194-200.
- [3] 作彦卿.地下水与地质灾害[J].地下空间,1999,19(4):303-310.
- [4] 秦洪斌.三峡库区库水与降雨诱发滑坡机理及复活判据研究[D].宜昌:三峡大学,2011:10-11.
- [5] 李晓,张年学,廖秋林,等.库水位涨落与降雨联合作用下滑坡地下水动力场分析[J].岩石力学与工程学报,2004,23(21):3714-3720.
- [6] 吴琼,唐辉明,王亮清,等.库水位升降联合降雨作用下库岸边坡中的浸润线研究[J].岩土力学,2009,30(10):3025-3031.
- [7] 廖红建,盛谦,高石夯,等.库水位下降对滑坡体稳定性的影响[J].岩石力学与工程学报,2005,24(19):3454-3458.
- [8] 张桂荣,程伟.降雨及库水位联合作用下秭归八字门滑坡稳定性预测[J].岩土力学,2011,32(增刊1):476-482.

[作者简介] 刘凯(1992—),男,湖北恩施州人,硕士研究生,研究方向为边坡稳定性分析及滑坡预测预报。

[收稿日期] 2017-01-15

(责任编辑 李杨杨)

1 地质环境条件

(1) 地形地貌。灵宝市位于豫西秦岭山系的东端,南为小秦岭和崤山山脉,北为黄河及河谷平原,中部为黄土丘陵,地势南高北低,由南向北呈阶梯状下跌(自南部小秦岭老鸭盆脑 2 413.8 m 向北降至 308.0 m),自然比降 34.4‰,有中山、低山、黄土台塬、山前洪积扇、河流阶地、河床漫滩等 6 种地貌类型。

(2) 气象水文。灵宝市属于暖温带大陆性半湿润季风气候区,四季分明,多年平均气温 13.8 ℃、蒸发量 1 616.4 mm、降水量 609.7 mm。降水量分布呈明显的空间差异性,南部山区降水较多,川塬地区降水偏少;年最大降水量 988.2 mm,年最小降水量 318.7 mm;全年降水量集中在 5—10 月,期间降水量约占全年降水量的 80%。境内除黄河干流外的主要河流有 10 余条,均属黄河水系,其中属黄河一级支流的有双桥河、十二里河、枣乡河、阳平河、沙河、弘农涧河和好阳河。

(3) 地层岩性。灵宝市位于中朝准地台南缘,具有结晶基底和沉积盖层双层结构特征。结晶基底由新太古界太华群及古元古界组成,以片麻岩为主。沉积盖层由中元古界、上元古界、古生界、中生界及新生界组成,其中:中元古界官道口群以海相沉积白云岩、石英砂岩为主,熊耳群以海底喷发杏仁状安山玢岩为主;上元古界震旦系以冰碛岩为主;古生界仅有寒武系下统,以细晶白云岩和条带状灰岩为主;中生界仅见白垩系,岩性为隐晶灰岩、微晶白云岩和黏土岩夹砂砾岩;新生界古近系由隐晶灰岩、黏土岩夹砂砾岩及煤层组成,新近系底部为微胶结砾岩,上部为棕黄、灰绿色黏土岩,第四系分布较广,中、下更新统以黄土夹古土壤为主,上更新统在黄土塬顶部及黄土覆盖的低中山低洼部位或古冲沟两侧以风积黄土为主,在黄河二、三级阶地以冲积黄土状粉土为主,全新统主要分布在黄河及其支流一级阶地、漫滩之上,主要岩性为黄土状粉土及砂砾卵石。岩浆岩比较发育,集中分布于小秦岭地区,以脉状和岩基侵入为主,岩性有花岗岩、石英闪长岩、辉长岩等。

(4) 地质构造。灵宝市位于东西复杂构造带北支西段,境内地质构造复杂,表现为多构造类型,纬向构造、新华夏构造尤为发育,组成了区内的基本构造格架。区内断裂主要有近东西向、北西向和北东向三组,其中近东西向断裂主要有小秦岭北麓山前大断裂、老鸦盆断裂、杨沟口断裂、大坪—银家沟断裂,北东向断裂主要有朱阳—五亩—川口—温塘区域大断裂。继燕山运动之后,区内新构造活动主要表现为以东西向山前大断裂的复活和差异性升降为主。地震活动也较频

繁,地震动峰值加速度 0.15g,地震基本烈度为 7 度。

(5) 岩土体类型特征。依据岩土体的介质及结构特征,将灵宝市的岩土体划分为松散土体、半坚硬岩类、坚硬岩类三大类型,其中:松散土体主要分布于北部山前地区,在中部的低山丘陵区及土石山地亦有分布;半坚硬岩类主要分布于阳店、川口以南和五亩乡盘龙—长桥,以及朱阳镇透山、运头等地;坚硬岩类分布于南部小秦岭、崤山山区石质山地。

(6) 地下水类型。灵宝市地下水的赋存条件受地质构造控制,与地形地貌、地层岩性及水文、气象等条件密切相关。依据地下水的赋存条件及水力性质将地下水划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和基岩裂隙水 3 种类型;松散岩类孔隙水主要分布在河流阶地、河床漫滩及北部黄土台塬、山前洪积扇;碎屑岩类孔隙裂隙水主要分布在朱阳断陷盆地内;基岩裂隙水则广泛分布在南部基岩山区。

2 地质灾害类型及发育特征

灵宝市发育的地质灾害类型有滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷、地裂缝等。统计资料显示,截至 2012 年 6 月,灵宝市共发生地质灾害 453 处,其中滑坡 60 处、崩塌 104 处、泥石流 23 处、不稳定斜坡 257 处、地裂缝 4 处、地面塌陷 5 处^[4]。

(1) 不稳定斜坡。全市共查明不稳定斜坡 257 处,其中土质斜坡 228 处、岩质斜坡 29 处,不稳定斜坡发展趋势主要为崩塌。区内不稳定斜坡具有坡度跨度大、坡形以直线形和凸形为主、潜在危害严重、诱发因素清楚、宏观前兆相对明显、可预防性较强等基本特征。不稳定斜坡坡度主要分布在 34°~90°之间,其中坡度为 61°~90°的有 204 处,且均为生产建设活动形成的高陡边坡。

(2) 滑坡。全市共查明滑坡 60 处,主要分布在黄土台塬、低山地区,以及中山区部分黄土覆盖的斜坡地带,以中、浅层滑坡为主,具有活动性强、危害大的特点。滑坡规模以小型为主(40 处),还有中型 12 处、大型 7 处、特大型 1 处。以现代滑坡为主,运动形式主要为牵引式(牵引式滑坡 56 处),以黄土层内滑坡居多(表 1)。滑坡平面形态主要为半圆形和舌形,半圆形和舌形滑坡共 45 处。剖面形态主要为凹形、阶梯形和凸形,其中凹形 20 处、阶梯形 18 处、凸形 10 处。

(3) 崩塌。全市共查明崩塌灾害 104 处,是主要的地质灾害类型,具有发生频率高、危害性较大等特点,集中分布于黄土台塬边缘、低山区、交通线路两侧、居民房前屋后等人类工程活动较为强烈的地区,尤其是窑洞密集地区及交通沿线更为集中,大部分为小型

表 1 滑坡按滑动面发育位置分类结果

滑面类型	数量 (个)	比例 (%)	滑床岩性	滑面及滑带特征	滑体特征
黄土层内滑坡	54	90	滑床后壁一般为晚更新世黄土,滑床以中更新世黄土为主,整体坡度一般较大	滑面后部呈直线形,中部及前部呈圆弧形,整体近似圆弧形。滑带土致密,呈层状碎裂结构,表面光滑,有擦痕,厚度 15~45 cm	滑体主要为中、晚更新世黄土,结构散乱,颜色混杂或较均一,呈灰黄色或浅黄色。滑体厚度一般 <15 m
黄土-基岩接触面滑坡	6	10	滑床中后部岩性为中、晚更新世黄土,中前部为泥岩、砂砾岩、灰岩等。滑床后部坡度陡峻,中部及前部较平缓,整体坡度较小	滑面中后部呈圆弧形,前部呈近水平直线形。滑带土呈褐红色,致密,黄土段呈层状碎裂结构,表面光亮如镜面,部分滑带处可见泥岩,表面光滑,有擦痕,厚度一般为 20~50 cm	滑体由中、晚更新世黄土及部分风化砂泥岩组成,可辨层次。滑体厚度一般 <30 m

崩塌。104 处崩塌灾害中有岩质崩塌 34 处、土质崩塌 70 处,土质崩塌的变形模式主要为倾倒式及滑移式,岩质崩塌主要为倾倒式、拉裂式和错断式,各种模式崩塌的形成机理见表 2。崩塌灾害 60.6% 发生在陡崖、

表 2 灵宝市崩塌形成机理分类

崩塌类型	数量 (个)	比例 (%)	坡体岩性	结构面	形成机理
倾倒式	54	51.9	黄土和风华破碎基岩	黄土垂直节理或风化、卸荷节理裂隙面	在陡立或悬空边坡地段,坡体在自重所产生的倾覆力矩作用下,沿黄土垂直节理或风化、卸荷节理裂隙面以倾倒形式发生破坏
拉裂式	6	5.8	黄土和陡立、外凸基岩	拉张裂隙或风化裂隙面	在拉张力作用下,风化裂隙或拉张裂隙不断扩张,岩体逐渐外倾,最终失去平衡发生破坏
滑移式	31	29.8	黄土	黄土垂直节理或卸荷裂隙面	在陡立或悬空边坡地段,坡体在自重所产生的倾覆力矩作用下,沿黄土垂直节理或卸荷裂隙面以滑移形式发生破坏
错断式	13	1.5	坚硬岩层或黄土	黄土垂直节理面,岩体垂直节理、裂隙面	在直立边坡地段,岩体或黄土在重力作用下沿垂直节理或裂隙面产生剪切力,下错发生破坏

34.6% 发生在陡坡,可见斜坡坡度越大,越容易发生崩塌。灵宝市崩塌灾害多分布在 300~1 700 m 高程范围内,主要集中在 300~1 000 m 范围,因为 300~1 000 m 高程范围主要是广大的黄土台塬和低山区,河流侵蚀严重,加之修路、建房等人类活动强烈,导致崩塌灾害发育。

(4) 泥石流。全市共查明泥石流灾害 23 处,主要分布在小秦岭矿区,大多为沟谷型泥石流,按流体性质分多为水石流,按物源分大多属矿渣型泥石流。本研究调查的 23 条沟道都曾发生过水石流或者洪水灾害,目前也都存在着泥石流隐患,其中西峪、文峪、枣乡峪、大湖峪 4 处为大型泥石流沟,其余皆为小型泥石流沟。据调查资料综合评判,23 条泥石流沟中有 8 条(文峪、西峪、枣乡峪、大湖峪、灵湖峪、蛤蟆峪、苍珠峪、杨寨峪)处于中易发状态,其余 15 条处于低易发状态。

3 地质灾害分布规律

3.1 空间分布规律

(1) 沿河流、沟谷两侧呈条带状集中分布。据统计,灵宝市约 80% 的地质灾害分布于河谷两侧,呈条带状集中分布,且多发生在流水侵蚀作用活跃、谷坡地形变化快的地方,在河流支沟分布密度大于主沟,以弘农涧河及其支流尤为典型。在弘农涧河及霸底河、东

涧河上游黄土覆盖的支沟中,沟谷深切成 V 字形,以垂直侵蚀作用为主,沟谷两侧崩塌、滑坡频发,但大部分规模较小;在弘农涧河中游地段,河流以侧向侵蚀为主,两岸边坡风化、卸载作用强烈,处于河流侵蚀岸的斜坡易发生滑坡、崩塌灾害;弘农涧河下游河谷开阔,自然侵蚀扩张速度较慢,地势开阔,坡体总体较稳定,但人类工程活动强烈,边坡易形成剥落和局部不稳定。另外,不稳定斜坡隐患更具有线性分布特点,主要集中在修建公路切坡形成的高陡边坡处和人工切坡建窑、建房而成的陡崖处。

(2) 受地形地貌控制明显。灵宝市地质灾害受地形地貌因素控制较为明显。据统计,低山区地质灾害发育密度最高,其次为河谷区及黄土台塬区,中山区最低。低山区范围涉及阳店、川口、苏村、五亩、朱阳、寺河等 6 个乡镇,该区地表黄土覆盖,沟谷发育,修路开挖边坡和切坡建房挖窑等人类活动强烈,共发育地质灾害 211 处,以不稳定斜坡、崩塌和滑坡为主;河谷区分布在黄河及其主要支流河床河漫滩,该区河谷开阔,地势平坦,城镇密布,人类活动强烈,地质灾害较发育,共发育地质灾害 43 处,类型为滑坡、不稳定斜坡和崩塌;黄土台塬区以及部分河流阶地、山前洪积扇主要分布在豫灵、故县、阳平、西阎、焦村、尹庄、函谷关、阳店、大王等 9 个乡镇,该区黄土覆盖较厚,植被发育较差,

水土流失严重,共发育地质灾害 103 处,类型主要为不稳定斜坡、崩塌和滑坡;在中山区,小秦岭采矿活动强烈,泥石流隐患发育,崤山黄土覆盖,人类活动较强烈,导致地质灾害较发育,共发育地质灾害 96 处,类型为不稳定斜坡、崩塌、滑坡、泥石流。

(3)各乡镇分布特点。从各乡镇地质灾害发育数量来看,地质灾害发育程度与乡镇所处的地理位置和地形地貌、地质条件、人口密度及人类活动有关,整体上表现为南部山区地质灾害发育数量大于北部地区,县城西侧地质灾害较发育(表 3)。朱阳镇是地质灾害的高发区,有灾害点 89 处,其境内分布有众多采矿区,地势较高、地形坡度较大,加之人类活动强烈(建有 250 省道等),所以地质灾害点分布较多;其次为五亩、苏村、阳平、寺河、故县等乡镇,这些乡镇人口密集、沟谷纵横,或是矿产开采区,或是农业种植区,人类活动较强烈,因而地质灾害点分布较多;最后是函谷关、焦村等乡镇,因人口较少、地势相对较为平坦,且人类活动较弱,所以地质灾害点分布较少。

表 3 灵宝市各乡镇地质灾害数量统计 处

乡镇名称	滑坡	崩塌	不稳定斜坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝	合计
城关镇	1	2	13	0	0	0	16
尹庄镇	1	4	14	0	0	1	20
朱阳镇	4	15	60	9	1	0	89
阳平镇	2	21	11	10	1	1	46
故县镇	2	9	12	1	0	0	24
豫灵镇	3	3	8	2	0	0	16
大王镇	2	0	12	0	1	0	15
阳店镇	5	4	7	0	0	0	16
函谷关镇	2	3	5	0	0	0	10
焦村镇	0	2	10	0	0	0	12
川口乡	2	4	10	1	1	0	18
寺河乡	18	9	7	0	0	0	34
苏村乡	8	12	28	0	1	1	50
五亩乡	7	10	54	0	0	1	72
西阎乡	3	6	6	0	0	0	15
合计	60	104	257	23	5	4	453

3.2 时间分布规律

灵宝市地质灾害呈现出在雨季集中分布的规律。在调查到确切发生时间的地质灾害中,有 90% 发生在雨季,在雨季降雨量偏多的年份里,地质灾害的发生更为集中。通过对比地质灾害发生数量与同期多年平均月降雨量的关系(图 1)可以看出,灵宝市地质灾害与降雨量成明显的正相关关系,主要表现为:在年降雨量大的年份相对集中;在雨季相对集中;在日降雨强度大的时间内也相对集中。在强降雨时期内灾害发生和降雨基本同步,连阴雨季节灾害发生有不同程度的滞后,

每年 7—9 月份是地质灾害的高发时段。

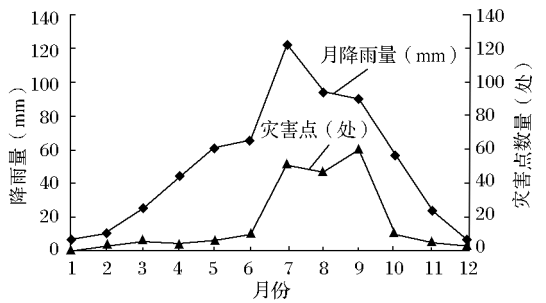


图 1 灵宝市多年平均月降水量与地质灾害发生数量

4 结 论

(1)受气象水文、地形地貌、地层岩性等地质环境背景影响,灵宝市主要发育滑坡、崩塌、不稳定斜坡等地质灾害,地质灾害数量多、局部密度大、规模以中小型为主。

(2)灵宝市不稳定斜坡分布广泛,变形破坏模式多样,潜在隐患大;滑坡平面形态典型,基本力学模式简单,现代滑坡多,潜在危害较大;崩塌数量多,规模小,危害大,变形模式多样;泥石流以矿渣型水石流为主。

(3)灵宝市地质灾害的发育具有明显的空间和时间分布特征,空间上沿河流、沟谷呈条带状分布,受地形地貌控制,在低山区灾害发育密集,在乡镇人类活动强烈地区较发育,在时间上呈现出在雨季集中分布的规律。

[参考文献]

[1] 邢永强,郑钊,赵鸿燕,等.小秦岭金矿区泥石流成因、危险性评价及其防治[J].中国水土保持,2008(7):43-45.
 [2] 邢永强,章煜.河南省灵宝市地质灾害特征、分布情况与防治对策[J].河南理工大学学报:自然科学版,2006,25(5):372-376.
 [3] 陈华清,徐友宁,张江华,等.小秦岭大湖峪矿渣型泥石流的物源特征及其危险度评价[J].地质通报,2008,27(8):1292-1298.
 [4] 张伟,张明磊,商真平,等.河南省三门峡市灵宝市地质灾害详细调查报告[R].郑州:河南省地质环境监测院,2013:47-48.

[作者简介] 张明磊(1981—),男,河南南阳市人,工程师,学士,主要从事水文地质、环境地质及地质灾害调查研究工作。

[收稿日期] 2017-01-15

(责任编辑 李杨杨)