

陕西宝鸡市地质灾害基本类型和空间分布

石 玲, 王 涛, 辛 鹏

SHI Ling, WANG Tao, XIN Peng

国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室/中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

Key laboratory of Neotectonic Movement and Geohazard, Ministry of Land and Resources/Institute of Geomechanics,
Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China

摘要:宝鸡是中国地质灾害发育较强的地区之一。为揭示其地质灾害分布规律,在 2006—2012 年持续 7 年的地质灾害详细调查资料和综合研究成果分析的基础上,统计宝鸡市地质灾害的主要类型和空间分布特征,结果显示宝鸡市地质灾害主要类型为滑坡、崩塌、泥石流和不稳定斜坡 4 类,其中滑坡数量最多达 887 处,约占总数的 57%,主要沿渭河谷地、东北部黄土丘陵区、南部和西部山区中人类工程活动频繁的山间盆地和主干道路切坡沿线密集分布;其次为崩塌 328 处,约占总数的 21.23%,再次为不稳定斜坡 234 处,约占总数的 15.15%,崩塌和不稳定斜坡主要分布于渭河盆地周边的塬边和丘陵斜坡带、东北部典型黄土丘陵区高陡斜坡带和基岩山区交通干线道路沿线的切坡地段;泥石流灾害数量最少为 96 处,约占总数的 6.21%,集中分布在西南部陇山、秦岭山区沟谷和黄土丘陵区的沟壑中。目前,频繁发生的浅层小型滑坡和崩塌灾害,特别是黄土地区房前屋后和山区公路边坡地段的小型滑坡和崩塌灾害,是宝鸡市减灾、防灾关注的重点。

关键词:地质灾害;滑坡;崩塌;泥石流;不稳定斜坡;空间分布

中图分类号:P694 文献标志码:A 文章编号:1671-2552(2013)12-1984-09

Shi L, Wang T, Xin P. Main types and spatial distribution of geohazards in Baoji City, Shaanxi Province. *Geological Bulletin of China*, 2013, 32(12):1984-1992

Abstract: Baoji City is one of the areas in China that suffer from geo-hazards. To evaluate the spatial distribution of landslide disasters, the authors analyzed the main types of geo-hazards and their distribution characteristics on the basis of detailed investigation and comprehensive research on geo-hazards in Baoji City. The study was focused on the regional spatial distribution of different types of geological hazards. The results show that landslides, collapses, debris flows and unstable slopes are main types of geological hazards in Baoji City. There are 887 landslides accounting for 7.75% of the total geological hazards. Landslides are mainly distributed in Weihe River valley, northeast hilly area, and southern and western intermountain basins where there are frequent human engineering activities and engineering cutting slopes. There are 328 collapses, accounting for 21.23%. The number of unstable slope reaches 234, accounting for 15.15%. Collapses and unstable slopes are distributed in the loess plateau edge slope belt surrounding Weihe River basin, steep slopes in northeast typical loess hilly area and engineering slopes along road transportation lines. There are 96 debris flows, which possess the least proportion of all the geo-hazards, accounting for 6.21%. The disaster reduction and prevention in Baoji City should be focused on the shallow landslides and collapses nowadays, especially small-scale loess collapse and rock collapses behind resident buildings and small slopes along mountain highways.

Key words: geo-hazard; landslide; collapse; debris flow; unstable slope; spatial distribution characteristics

陕西宝鸡地区是中国地质灾害发育较强的地区之一。据不完全统计,截止 2012 年,全市地质灾害已造成 230 多人死亡,直接经济损失超过 2 亿元;近

10a 来,随着宝鸡城市建设和大规模经济建设的快速发展,地质灾害的发生也呈逐年增加的趋势^[1-3],特别是暴雨诱发的群发地质灾害和人类工程活动

收稿日期:2013-08-20;修订日期:2013-10-16

资助项目:国家“十二五”科技支撑项目课题(编号:2012BAK10B02)和中国地质调查局项目(编号:1212010640401)

作者简介:石玲(1957-),女,高级工程师,从事地质灾害统计分析研究。E-mail: 2381951384@qq.com

引发的地质灾害时有发生,严重影响了城市建设的和谐发展。例如,2008 年 4 月 26 日,由于降雨、地表水入渗透发黄土地坡失稳,造成宝鸡扶风县城关卫校 4 名学生死亡,14 人受伤;2011 年 8 月,宝鸡市区持续降雨 40 多天,累计降雨 374mm,诱发崩塌、泥石流和小型滑坡 800 多处,导致 5 人死亡。因此,进行宝鸡市地质灾害系统调查和综合研究^[4-5],揭示宝鸡地区地质灾害的主要类型和分布特征,为宝鸡地区地质灾害监测预警和减灾防灾提供重要的基础资料,已成为宝鸡地区地质灾害防治工作的主要内容。

本文在中国地质科学院地质力学研究所宝鸡项目组 2006—2012 年持续 7 年的地质灾害详细调查资料和综合研究成果分析的基础上^{①[5-9]},统计分析宝鸡市地质灾害,重点是滑坡、崩塌、泥石流和不稳定斜坡主要的空间分布特征,为宝鸡市地质灾害危险性区划、监测预警和防治区划提供信息。

1 地质灾害基本类型

中国地质科学院地质力学研究所宝鸡项目组从 2006—2012 年,持续 7 年在宝鸡市进行以区县为单元的地质灾害详细(1:5 万)调查,先后完成宝鸡市 12 区县地质灾害调查、编录、数据库建设^①及相关专题研究^[6-14],共计查明宝鸡市地质灾害点 1545 处,其中危及人员和财产的隐患点 880 处,威胁 100 人及以上的大型地质灾害隐患点 161 处。目前,宝鸡市频繁发生的地质灾害主要是浅层小规模滑坡和崩塌灾害^[5],是群测群防监测预警重点关注的对象。

在宝鸡市地质灾害数据库的基础上初步统计分析,宝鸡市主要的地质灾害类型包括滑坡、崩塌、泥石流和不稳定斜坡 4 类。其中,滑坡 887 处,是各类灾害中数量最多的灾种,约占灾点总数的 57%(图 1),其次为崩塌,328 处,约占灾点总数的 21.23%,再次为不稳定斜坡,234 处,约占灾点总数的 15.15%,泥石流数量最少,为 96 处,约占灾点总数的 6.21%。

1.1 滑坡类型

滑坡是宝鸡市分布最广、数量最多的地质灾害类型,按照原始斜坡地层组合关系可以进一步细分为 6 种:①黄土滑坡,滑体主要由黄土与古土壤组成,一般规模较小;②黄土-硬土软岩滑坡,滑体主要由黄土与古土壤及硬土软岩组成,一般规模较大;③黄土-基岩滑坡,滑体主要由黄土与下伏基岩组

成的滑坡,一般规模较小;④残坡积层滑坡,滑体主要由山区松散坡积物与下伏基岩组成,属于典型的表层小型滑坡;⑤阶地滑坡,主要发育于河谷阶地,滑动面沿阶地粘土层发育;⑥基岩滑坡,滑体主要由基岩组成。在这 6 类滑坡中,目前频繁发生的是小型黄土滑坡和山区的残坡积层滑坡,是减灾、防灾的重点关注对象。

1.2 崩塌类型

按照原始斜坡组成岩性可分为:①黄土崩塌,主要是黄土陡崖,在长期卸荷作用、降雨冲蚀和人工扰动下所产生的崩塌,占崩塌总数的 2/3,特别是小型黄土崩塌,频繁发生在村庄的房前屋后(老窑洞),易导致人员伤亡,需加强群测群防和监测预警;②基岩崩塌,主要是山区人工切坡形成的高陡边坡,在松弛卸荷作用、降雨冲蚀和人工扰动下,发生小规模崩塌,占崩塌总数的 1/3,频繁发生在山区公路边坡地段,需引起高度注意。

1.3 泥石流类型

主要以汛期暴雨诱发的中小型泥石流为主,根据泥石流发育形态和物质来源可将区内泥石流灾害或隐患分成 3 类:①沟谷型泥石流,主要指沿冲沟发生的泥石流,一般规模相对较大;②坡面型泥石流,主要是斜坡表层由于降雨所诱发的剖面泥流,相比沟谷型泥石流具有更易发、规模小、分布广的特征;③采矿弃渣潜在泥石流,是由于长期以来矿山开发形成的尾矿堆积、植被破坏、山体裸露、矿渣挤占沟床河道等现象比较突出,强降雨诱发弃渣沿冲沟流动产生的泥石流。

1.4 不稳定斜坡类型

通常指可能演化成为滑坡或崩塌灾害的危险斜

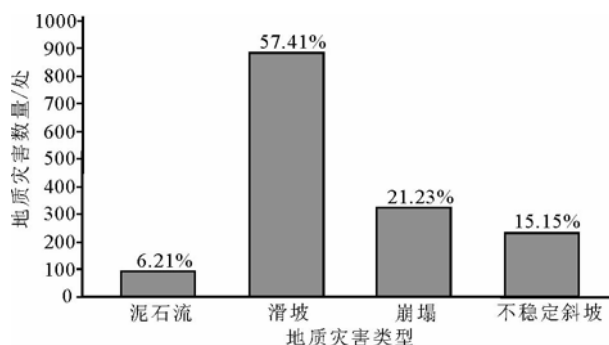


图 1 宝鸡市主要地质灾害类型统计柱状图

Fig. 1 Statistic histogram showing major geological hazard types in Baoji City

坡地段,或者可以称为潜在滑坡或崩塌;按照斜坡岩性可以分为:①黄土不稳定斜坡,主要在村镇人口集中的高陡人工切坡地带,尤其在强降雨期间,易于发生危岩体失稳,危险性更高;②岩质不稳定斜坡,人工高切坡地段,在荷载、降雨入渗和工程振动作用下,表层岩体和坡积物出现较大张裂,易演化为崩滑灾害,对公路和居民点等构成威胁。

2 地质灾害分布特征

基于对宝鸡市主要地质灾害类型形成条件的简要分析,按照“先总体分布、后分类特征”的思路,着重剖析宝鸡市区域地质灾害的空间分布特征,对于地质灾害随降雨量等因素变化的时序分布特征暂不讨论。

2.1 地质灾害总体分布特征

宝鸡市地质灾害形成和发育特征是静态背景要素和动态诱发因素综合作用的结果,因此其总体空间分布与地质环境条件、降雨等诱发因素关系密切,尤其在河流两岸、活动构造密集部位、地貌分区边界或转换地带,以及人类工程扰动强烈等地区相对集中分布。通过对全区地质灾害密度分析,得出地质灾害最大点密度约为 3.5 处/ km^2 ,重点分布在宝鸡市中部的黄土塬边、丘陵、河谷及秦岭山麓等地貌复合交会部位。根据地质灾害点密度分布图(图 2),该区地质灾害分布至少具有以下 4 个鲜明特征。

(1)在区域活动断裂带周边集中

宝鸡地区发育多条区域性活动断裂带,地质灾害中一高密度区明显集中在部分主要断裂带周边,由南向北依次包括凤县—鹦鸽咀断裂带、秦岭北缘断裂带、宝鸡—眉县断裂带及陇县—宝鸡断裂带(由一系列近平行的次级断裂组成)。

(2)在特定的地貌类型区集中

宝鸡市地貌主要分为 3 类:①南部和中西部秦岭、陇山基岩山区的山间盆地,由于发育下伏基岩+上覆黄土等松散堆积层斜坡结构,同时多为人类活动密集区,导致地质灾害较为多发,地质灾害以中一高点密度为主;②中部渭河谷地周边的黄土塬边、丘陵沟壑岸坡地带多发育大型阶地及接触型黄土滑坡,同时也是宝鸡市工程活动最为密集的地区,地质灾害以高密度为主;③北部塬边向基岩山区过渡带、黄土丘陵区及泾渭分水岭沿线地质灾害较为密集,发育黄土滑坡及接触型黄土滑坡,地质灾害以

中一高密度为主。

(3)在河流水系侵蚀切割影响区集中

区域主干河流及其一级支流岸坡沿线通常是地质灾害集中分布的地段。研究区干流主要包括长江流域的嘉陵江、黄河流域的渭河沿岸;一级支流包括嘉陵江一级支流安河、红岩河,汉江一级支流渭水河,渭河一级支流清姜河、石头河、长寿沟、金陵河、千河、漳河等。相对嘉陵江和汉江而言,渭河流域控制了全区大部分的地质灾害分布。

(4)在人类工程扰动区集中分布

主要沿宝成铁路线、陇海铁路线、宝鸡峡引水渠和秦岭山区公路沿线集中分布,特别是宝成铁路和宝鸡峡引水渠沿线,由于人工切坡和工程灌溉成为中国著名的滑坡、崩塌灾害多发带。

2.2 滑坡分布特征

宝鸡市滑坡的整体分布特征表现为:①滑坡沿渭河谷地和东北部黄土丘陵区、南部和西部山区人类工程活动频繁的山间盆地居民地和主干道路切坡沿线密集分布;②沿主要活动断裂带周边集中,在上覆第四系黄土+下伏白垩系砂岩或新近系硬土软岩的黄土丘陵区集中,在上覆第四系黄土或阶地+新近系硬土软岩或三门组湖相层的大型河谷阶地地区集中(图 3)。不同滑坡类型的空间分布特征如下。

2.2.1 黄土滑坡分布特征

宝鸡市黄土主要分布在渭河谷地以北和陇山山地以东的地区,分布面积约 8300 km^2 ,约占宝鸡市行政面积的 46%。黄土滑坡主要集中在黄土区的塬边及梁崩斜坡地带,一般发育在厚层黄土与古土壤组成的陡坡部位。黄土滑坡尽管分布面积较广,但是规模较小,且有相当一部分由人类工程活动切坡诱发,空间分布(图 3)表现为:①渭河及其支流切割的塬边、人为改造较频繁的斜坡带,尤其是宝鸡市区的河流两岸分布均十分密集,特别是在支流和冲沟两岸常表现为对滑滑坡群^[14];在千河上游及渭河下游两岸呈不对称分布,主要在侵蚀岸一侧集中分布,例如渭河北岸和千河西岸;②在陇山山麓及页岭—千山黄土丘陵区,黄土滑坡仍然主要分布在河流支流或支沟岸边的斜坡地带,尤其在麟游县和千阳县较为典型。

2.2.2 黄土—硬土软岩滑坡分布特征

黄土—硬土软岩滑坡在宝鸡市发育数量众多,

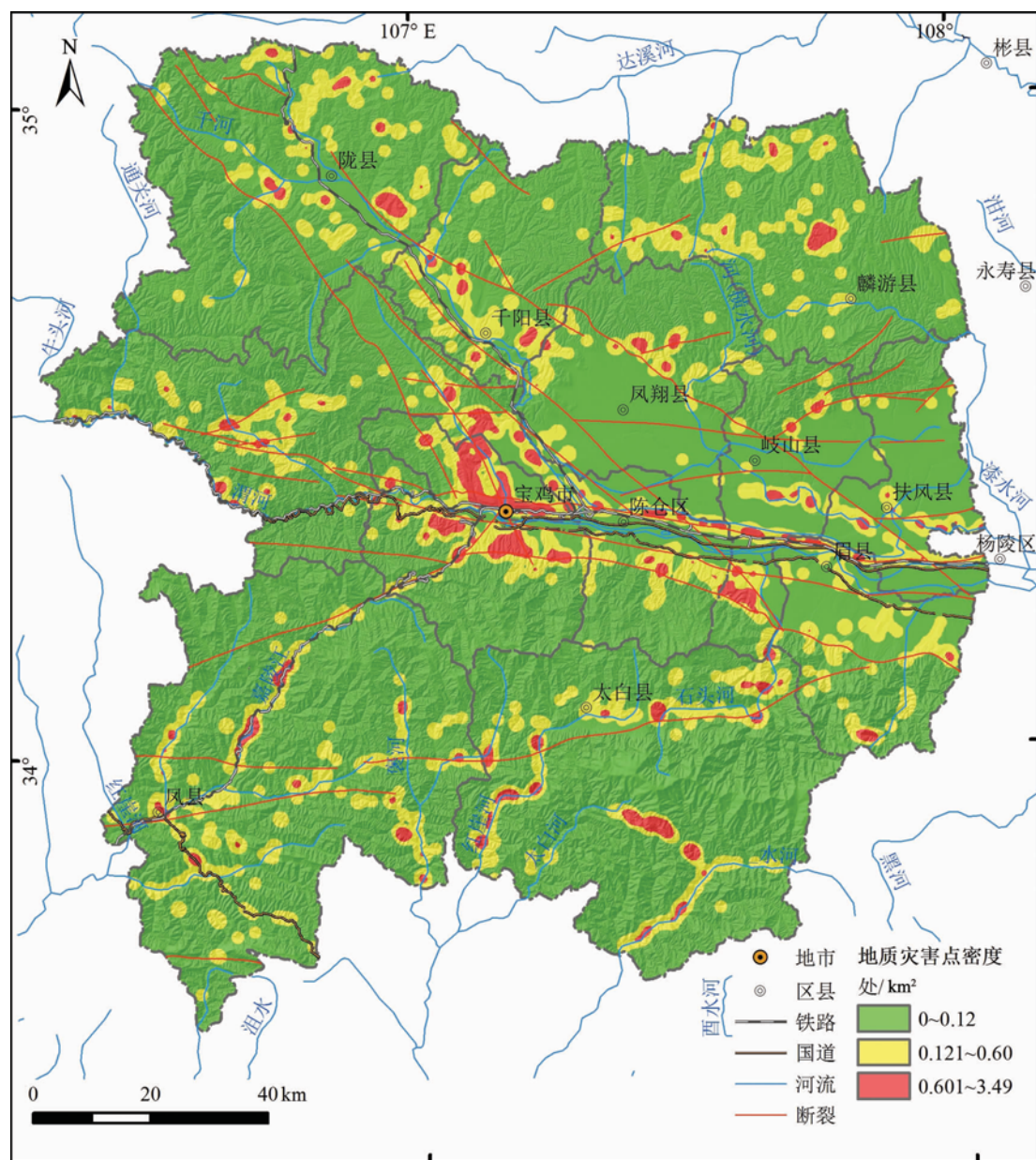


图 2 宝鸡市地质灾害点密度分布

Fig. 2 Geological hazard point density distribution of Baoji City

是区内最主要的地质灾害类型之一。由于地层组合厚度不同,在不同地段的滑坡体积大小不一。宝鸡市工程地质条件相近的硬土软岩地层主要包括 3 类:新近系(N_{1-2})红色硬土软岩(三趾马红土)、下更新统(Q_1)三门组灰绿色等含砂质硬粘土和中更新世(Q_2)晚期秦岭北麓的仙游寺粘土。黄土-硬土软岩滑坡区域分布主要取决于下伏硬土软岩的分布特征。具体分布特征(图 3)如下:①黄土-三门组滑坡

主要分布于渭河盆地及其一级支流千河等下游地段,由于新近埋藏深度较大,坡体岩性一般夹有嵌入型阶地结构,滑坡规模较大;②黄土-三趾马红土滑坡分别在渭河盆地周边,即渭河干流蟠龙塬以西宝鸡峡周边及其一级支流金陵河、长寿沟等中上游地段,滑坡规模较大,滑带产出角度近水平;在千山一页岭等黄土丘陵的分水岭地段,上覆黄土厚度较薄,滑坡规模一般较小,且滑带以 10° 倾伏角度产出;③

黄土-仙游寺粘土滑坡主要分布于仙游寺粘土沉积区,即秦岭北麓的低山丘陵区,其物质来源为秦岭山地表层的褐色古风化壳,为湿润一半湿热气候环境下形成的坡面流堆积;此类滑坡主要集中在渭滨区以东各区县渭河以南的秦岭山麓地带,规模一般以中小型为主。

2.2.3 黄土-基岩滑坡分布特征

黄土-基岩滑坡主要集中分布于2类地貌(图3):
①中部及北部千山—页岭一线黄土丘陵区,下伏基岩绝大部分为白垩系砂砾岩—粉砂岩等软硬互层的工程地质岩组,仅在陇县—宝鸡断裂带沿线分布少量侏罗系砂岩及碳酸盐岩等岩组;②南部和西部基

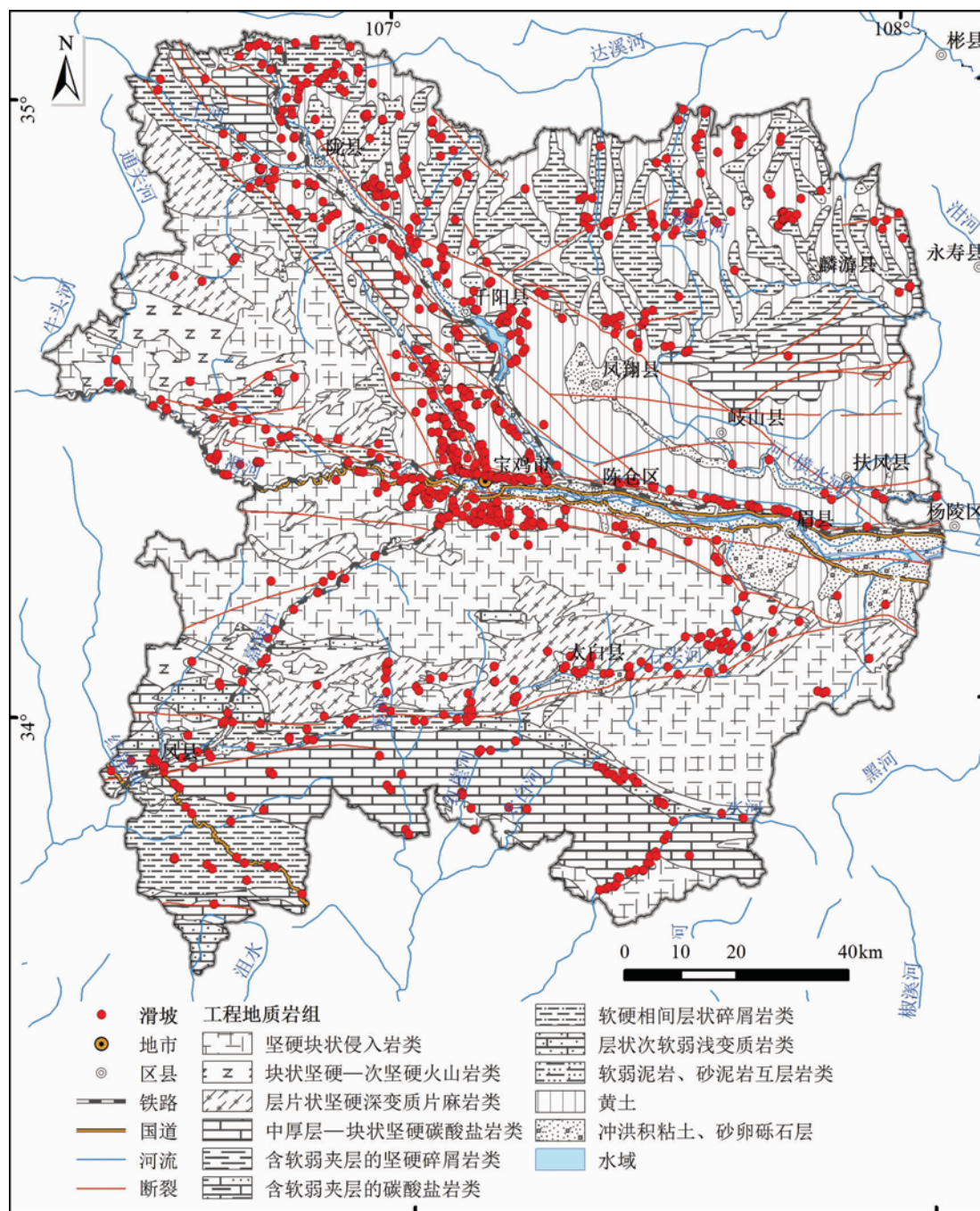


图3 宝鸡市滑坡灾害分布

Fig. 3 Distribution of landslides in Baoji City

岩区的山间盆地地段,主要包括南部秦岭山区的太白县鹦鸽—桃川盆地、咀头—靖口盆地,凤县安河—嘉陵江盆地和西部陇山山区的香泉盆地。下伏基岩凤县地区仍以白垩系软硬互层的岩组为主,太白县地区以古元古代秦岭群深变质岩为主。黄土—基岩滑坡的滑带多位于基岩顶部的风化壳部位。具体分布包括金台区的硤石沟、六川河、金陵河葫芦沟焦家沟、全家坡及玉池村附近,陇县西北部的新集川乡一带,麟游县中部河流中下游地段等。

2.2.4 残坡积层滑坡分布特征

秦岭及陇山基岩山区覆盖宝鸡市版图约一半左右,而残坡积层滑坡是基岩山区分布最为广泛的滑坡类型,主要特征表现为以新生滑坡居多,规模一般较小,对异常强降雨的响应十分敏感,特别是在山区公路和乡镇建设人工开挖边坡地段,残坡积层滑坡集中分布,是宝鸡市减灾防灾的重点关注对象。在地质环境良好、植被覆盖茂密的地段,残坡积层滑坡并不多发;相对而言,在植被由于开荒遭到破坏,斜坡在采矿、建房及修路等切坡作用下发生扰动之后,极易形成降雨诱发型浅表层残坡积层滑坡。除了西部和南部大片山区以外,在东北部的千山及凤翔—岐山北侧的老爷岭—崛山一带也有局部分布。

2.2.5 阶地滑坡分布特征

宝鸡市阶地滑坡广泛分布于各级河流的阶地岸坡地段。按照河流级别和滑坡规模可将区内阶地滑坡分布(图 3)分为 2 类:①大型阶地滑坡集中分布在主干河流渭河及千河等大型河谷两侧的塬边斜坡地段,原始斜坡主要是由中—晚更新世黄土及各级河流阶地组成;此类滑坡在渭河北岸和千河右岸的各区县零星分布;②中小型阶地滑坡集中分布在基岩山区和黄土梁峁区中小型河谷沿岸地段。具体包括岐山—扶风县的漳河沿岸,凤县的小峪河、麻峪河,太白县渭水河、红岩河沿岸等。

2.2.6 基岩滑坡分布特征

宝鸡市纯岩质的滑坡分布较广,在大部分区县均有分布,但是数量并不多,主要集中在基岩山区的局部工程扰动地段。工程扰动类型以山区采矿、依坡建房或修路造成的切坡,或者毁林开荒为主,因此滑坡主要分布在人员相对密集的坡体居民点周边、公路、铁路沿线等。具体山区分布包括南部秦岭、西部陇山、北部千山、东北部崛山—老爷岭等山区地段;基岩类型以白垩系层状砂泥岩互层岩组为主,同时

还包括块状坚硬侵入岩类、火山岩类、深变质的片麻岩类及浅变质的板岩—千枚岩岩组等。

2.3 崩塌分布特征

宝鸡市崩塌灾害区域分布广泛,分布仅次于滑坡,是区内发育数量第二的地质灾害类型。全区相比滑坡而言,崩塌整体分布,在局部地段异常集中的现象不明显,主要分布在中部、东北部及南部地区,集中在局部人类工程切坡扰动形成的陡坡或陡崖地段(图 4)。根据岩性组成为黄土崩塌和岩质崩塌 2 类;其中,黄土崩塌数量约占总数的 $2/3$,分布于黄土塬边及丘陵区的高陡斜坡处,岩质崩塌数量约占总数的 $1/3$,主要分布于基岩山区道路沿线的切坡地段。

2.3.1 黄土崩塌分布特征

黄土崩塌主要发育在居民挖窑、建房、修路等切坡形成的黄土陡崖或陡坡地段,多由异常强降雨诱发,对居民的生命财产威胁相比岩质崩塌更甚。主要分布在中部渭河盆地周边的塬边和丘陵斜坡带,以及东北部典型黄土丘陵区斜坡带。各区县具有代表性的崩塌分布如下:金台区黄土崩塌主要集中于渭北台塬、金陵河后缘、前缘陡崖及硤石沟。包括林家村崩塌、罗家坡崩塌、蒋家庙崩塌、光明村崩塌、五七村崩塌、郑家湾崩塌等;扶风县境内崩塌绝大部分为黄土崩塌,且主要分布于渭河北侧和漳河两侧坡度大于 60° 的高陡斜坡地段。除降雨以外,区内黄土陡坡对 5·12 汶川强烈地震的远场响应也较为明显,分别在陈仓区天王镇、麟游县天堂镇及凤翔县水沟村等地形成了黄土崩塌灾害。

2.3.2 岩质崩塌分布特征

宝鸡市山区岩质崩塌具有明显地沿道路切坡地段呈线性集中分布的特征,尤其在南部秦岭腹地的凤县和太白县(图 4)更为鲜明,具体分布包括凤县境内的宝一成铁路(或 S212)及温江寺—三岔镇县道等低级别公路沿线,太白县的姜眉公路 150~170km 路段、太洋公路 45~70km 路段等。另外,在秦岭北侧山区,眉县的红河谷上游 7km 路段及太白山盘山公路沿线岩质崩塌也较为密集。主要的成灾方式表现为:松弛岩体累积变形或者异常强降雨诱发危岩体崩塌,堵塞道路或对人员和车辆造成冲撞威胁。

2.4 泥石流分布特征

泥石流是宝鸡市各类地质灾害中数量最少的灾

害类型,区域分布的局地集中特征弱于崩滑灾害,但仍然较为集中,主要分布在宝鸡市西南部基岩山区及黄土丘陵区(图4)。各区县泥石流发育数量不等,其中凤县分布数量最多,约40余处;其次为陈仓区,约30余处,集中在西部陇山地区;再次为渭滨区和太白县,二者泥石流数量相当。宝鸡市泥石流主要包

括2类,即汛期异常强降雨诱发的中小型泥石流和采矿弃渣堆积沟谷的潜在泥石流隐患。

2.4.1 沟谷型泥石流分布特征

沟谷型泥石流是宝鸡市规模较大、致灾较严重的泥石流类型,主要形成、发育在西南部陇山和秦岭山区沟谷及黄土丘陵区的沟壑中。根据物质组成,可以

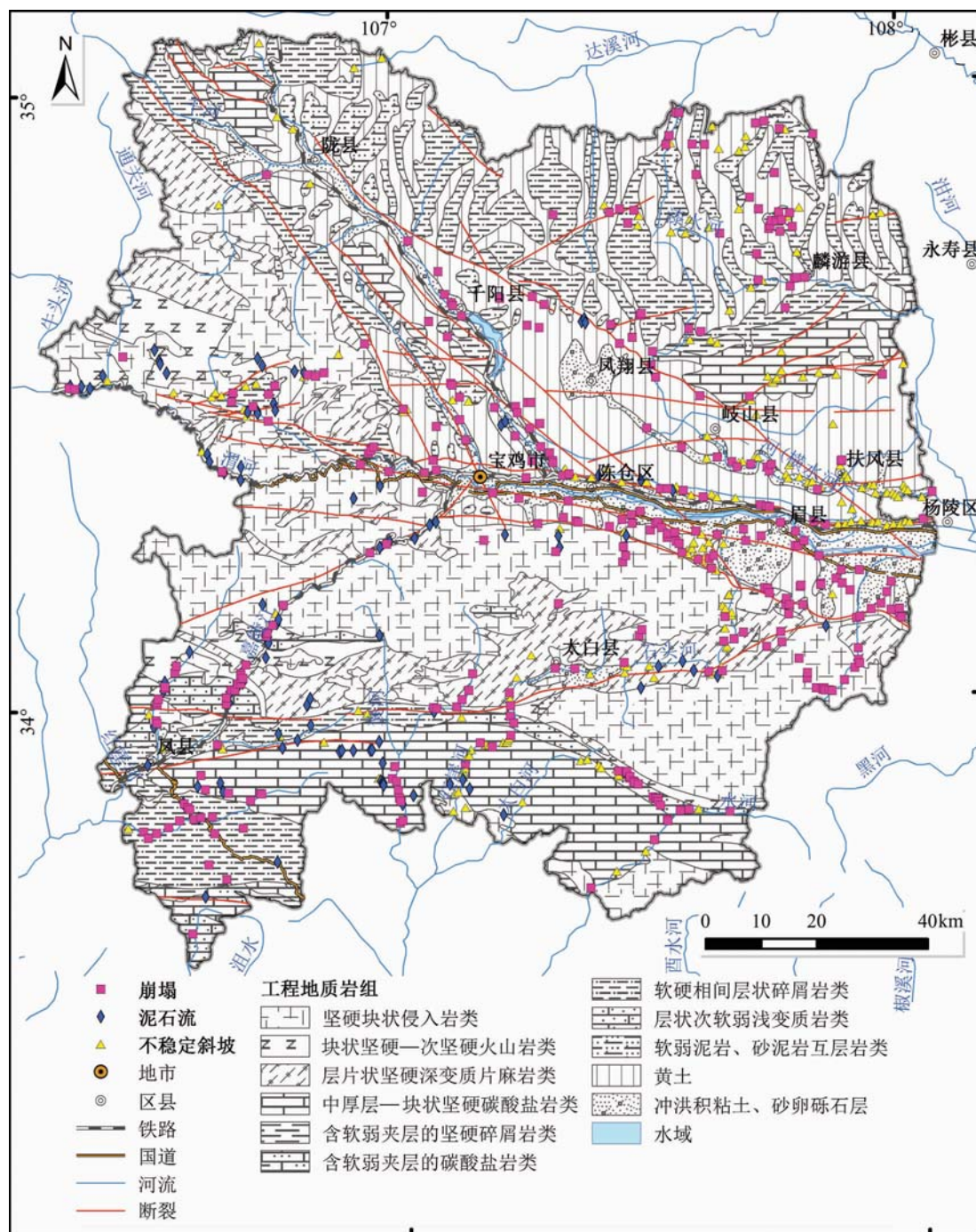


图4 宝鸡市崩塌、泥石流及不稳定斜坡分布

Fig. 4 Distribution of collapses, debris flows and unstable slopes in Baoji City

分为泥石流和水石流 2 类。其中,泥石流主要分布于黄土丘陵区沟壑中,物质组成岩土混杂,级配相对较好,颗粒磨圆及分选较差,一般由强降雨诱发山区洪流,进而演化为泥石流灾害,通常表现为粘性泥石流特性;水石流主要分布于基岩山区中一高山向盆地过渡的低山丘陵区,固体物质以卵砾石—漂石为主,磨圆及分选较好,粉粘质的细粒物质含量极少,通常表现为稀性泥石流特征。

史载沟谷型泥石流灾害并不鲜见,以陈仓区为例,此类泥石流在宝鸡峡以西的渭河南北两侧一级支流中十分发育,尤其以陇海线沿线的泥石流最为典型。1981 年 8 月强降雨触发的泥石流导致铁路运输被迫中断,损失巨大。2005 年 9 月下旬,强降雨导致多处泥石流发生,其中磨沟泥石流将铁路桥桥墩冲坏,影响铁路交通的正常运营。

2.4.2 坡面型泥石流分布特征

坡面型泥石流发育特征通常区别于沟谷型泥石流,主要表现在流域呈斗状,无明显流通区,形成区与堆积区直接相连,流程较短,规模较小,更易诱发等。根据物质组成将其分为新近堆积黄土泥流和残坡积层坡面流 2 种形式。这里残坡积层特指基岩山区的岩质碎屑与土体混杂堆积物,对人员和设施影响相对较局限;然而,黄土泥流灾害分布十分广泛,对人员和财产威胁甚广。

新近堆积黄土是指全新统近代以来堆积的黄土,多为黄土状土。地质成因以坡积和洪积为主,主要分布在河漫滩、低级阶地、山间洼地、洪积扇、坡积地带、黄土梁的坡底等地段。因此,无论在基岩山区、还是黄土丘陵抑或塬边沟壑等地段,均有新近堆积黄土分布。由于其不良的水敏性,即便在常规降雨条件下,也易形成浅层饱和流滑或表层坡面泥流,在太白县、麟游县等各区县均有典型实例。

残坡积层与新近堆积黄土相比,成因有相似之处,由原岩经历风化、剥蚀、搬运和堆积作用形成,但物质成分更为复杂,一般由碎石—角砾质土组成。由于残坡积层一般厚度较小,因此在植被良好的缓坡地段通常不易发生流滑;但是在工程切坡地段,植被遭到破坏,坡度趋于陡峭,不利于残坡积物自身稳定,加之连阴雨或短时暴雨诱发,容易发生浅层物质启动流滑,进而演化为坡面泥石流。因此,无论在山区开荒的植被破坏区,还是建房及修路切坡形成的扰动区均易发残坡积层坡面泥石流,在凤县—渭滨

区的宝成铁路(或省道 S212)及陈仓区西部主要公路切坡沿线分布较为典型。

2.4.3 矿渣潜在泥石流分布特征

宝鸡市矿渣潜在泥石流主要集中分布在矿业发达的凤县和太白县境内,采矿弃渣堆积分布的沟谷地段。截至目前,太白县境内的弃渣潜在泥石流隐患集中分布在县境西南部庙沟金矿地区,即王家岭乡红岩河两岸支流和太白河镇太白河右岸支流地段,这些沟谷中堆积了大量矿渣和尾矿粉末,松散物质储量十分丰富,且物质颗粒较小,易于搬运,一经暴雨触发启动形成泥石流,对沟谷沿线及下游的矿业设施、厂房、矿工宿舍等威胁极大。凤县矿区弃渣累积量较多的泥石流隐患沟主要有银洞梁沟、八卦沟、寺沟、二道沟和三道沟;汇水面积较大的泥石流隐患主要包括八卦沟、国安寺沟、贯沟、唐家沟、寺沟等。

2.5 不稳定斜坡分布特征

宝鸡市不稳定斜坡主要是指存在潜在滑坡或崩塌隐患的斜坡,且以潜在崩塌为主,因此,空间分布上,不稳定斜坡常与崩塌相伴生。根据斜坡岩性组成,将其分为黄土不稳定斜坡和山区岩质不稳定斜坡两种。区域分布主要集中在宝鸡市东部各区县(图 4),具体包括东北部的麟游县、中东部的岐山县和扶风县,以及东南部的太白县;另外在西部的陇县、凤县及陈仓区西部地段也有少量发育。

2.5.1 山区岩质不稳定斜坡分布特征

山区岩质不稳定斜坡主要是工程切坡且缺乏有效支护措施所致,绝大部分集中在各级公路沿线及建房切坡周边的崩滑灾害多发地段。由于斜坡处于崩滑体形成之前的变形阶段,因此不稳定斜坡的空间分布特征与公路沿线的崩塌和滑坡灾害相似,呈相互穿插的分布态势,其余零散分布在居民点周边及公路沿线切坡地段。以太白县为例,不稳定斜坡集中分布在姜眉公路的鸛鸽段、五里峡路段和 160~180km 路段,以及太洋公路的 35~55km 路段,其余零散分布在居民点周边和次级公路沿线切坡地段。

2.5.2 黄土质不稳定斜坡分布特征

黄土质的不稳定斜坡在黄土丘陵、塬边或河谷岸坡等地均有分布,一般集中在村民挖窑和公路切坡形成的高陡斜坡地带,在岐山县和扶风县的黄土台塬区、麟游县的黄土丘陵区较为集中。

3 结 论

本文在统计分析宝鸡地区地质灾害主要类型和空间分布特征的基础上,初步取得以下4点认识和结论。

(1)宝鸡市地质灾害主要类型包括:滑坡、崩塌、泥石流和不稳定斜坡4类,其中滑坡数量最多达887处,约占总数的57%,其次为崩塌328处,约占总数的21.23%,再次为不稳定斜坡234处,约占总数的15.15%,泥石流灾害数量最少为96处,约占总数的6.21%。目前,频繁发生的浅层小型滑坡和崩塌灾害,特别是黄土地区房前屋后小型崩塌灾害和山区公路边坡的小型滑坡和崩塌灾害,是减灾防灾关注的重点。

(2)宝鸡市地质灾害主要集中分布于河谷两岸,例如,渭河、金陵河、千河、石头河、长寿沟、清姜河和嘉陵江两岸都是地质灾害相对集中分布的地段,特别是叠加活动断裂分布的渭河北岸,大规模深层滑坡灾害密集分布,是中国著名的大型黄土滑坡分布带,也是宝鸡市地质灾害防灾减灾关注的重中之重。

(3)宝鸡地区滑坡主要沿渭河谷地、东北部黄土丘陵区、南部和西部山区中人类工程活动频繁的山间盆地和主干道路切坡沿线密集分布。其中,大型深层滑坡主要沿渭河北岸黄土塬边密集分布,浅层小规模滑坡主要分布于黄土与基岩边界地区和山区河谷两岸薄层坡积物覆盖的基岩斜坡,目前后者频繁发生,是宝鸡市减灾防灾的重点。

(4)宝鸡地区崩塌和不稳定斜坡大多相伴而生,分为黄土崩塌和黄土不稳定斜坡、基岩崩塌和基岩不稳定斜坡。前者主要分布于渭河盆地周边的塬边和丘陵斜坡带,以及东北部典型黄土丘陵区高陡斜坡带,特别是在居民挖窑、建房、修路等切坡形成的黄土陡崖或陡坡地段,多由异常强降雨诱发小规模崩塌,对居民的生命财产威胁极大,是宝鸡市减灾防灾关注的重点。后者主要分布于基岩山区交通干线道路沿线的切坡地段,特别是南部秦岭腹地风县的宝成铁路(或S212)及温江寺—三岔镇县道等低级

别公路沿线,太白县的姜眉公路150~170km路段、太洋公路45~70km路段等,每年雨季强降雨都会诱发小规模崩塌和不稳定斜坡的危岩体变形,堵塞道路或对人员和车辆造成冲撞威胁,是山区公路减灾、防灾关注的重点。

参考文献

- [1]殷跃平. 兰州皋兰山黄土滑坡特征及灾度评估研究[J]. 第四纪研究, 2004, 24(3): 302-310.
- [2]孙广忠. 西北黄土的工程地质力学特性及地质工程问题研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1989.
- [3]张春山, 何淑军, 辛鹏, 等. 陕西省宝鸡市渭滨区地质灾害风险评估[J]. 地质通报, 2009, 28(8): 1053-1063.
- [4]韩金良, 吴树仁, 燕军军, 等. 陕西宝鸡陈仓区吴家湾滑坡风险评估[J]. 地质通报, 2009, 28(8): 1118-1120.
- [5]张春山, 韩金良, 孙炜锋, 等. 陕西省陇县地质灾害危险性分区评价[J]. 地质通报, 2008, 27(11): 1795-1802.
- [6]李滨, 吴树仁, 石菊松. 渭北黄土塬区滑坡发育特征及分布规律研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 212-216.
- [7]谭成轩, 雷伟志, 孙炜锋, 等. 中国典型粘黄土区地质灾害风险评估危险性影响因素分析[J]. 地质通报, 2008, 11(27): 1771-1781.
- [8]谭成轩, 孙炜锋, 张春山, 等. 宝鸡地区典型黄土剖面钻孔岩芯工程地质特性研究[J]. 工程地质学报, 2011, 19(5): 732-748.
- [9]李东林, 吴树仁, 张春山, 等. “醉汉林”作为滑坡和边坡变形特征标志的意义——以陕西陇县地区为例[J]. 地质通报, 2007, 26(5): 613-619.
- [10]李滨. 多级旋转型黄土滑坡演化机理研究[D]. 西安: 长安大学博士学位论文, 2009.
- [11]何淑军, 张春山, 吴树仁, 等. 陕西省宝鸡市渭滨区夏呀河风险评估[J]. 地质通报, 2007, 28(8): 1064-1076.
- [12]孙炜锋. 千阳县千河谷地典型粘黄土区地质灾害危险性评价研究[D]. 北京: 中国地质科学院博士学位论文, 2008.
- [13]孟庆华. 秦岭山区地质灾害风险评估方法研究——以陕西凤县为例[D]. 北京: 中国地质科学院博士学位论文, 2011.
- [14]刘鑫, 陈奇, 吴树仁, 等. 陕西陇县李家下滑坡风险评估[J]. 地质通报, 2007, 26(5): 613-619.
- [15]辛鹏, 吴树仁, 石菊松, 等. 基于降雨响应的黄土-基岩型滑坡失稳机制分析——以宝鸡市麟游县岭南滑坡为例[J]. 工程地质学报, 2012, 20(4): 547-555.
- [16]杨为民, 吴树仁, 谭成轩, 等. 陕西宝鸡地区对滑式黄土滑坡的特征及其碰撞诱发机理[J]. 地质通报, 2008, 27(11): 1854-1861.
- ①吴树仁, 张春山, 等. 宝鸡市陇县、金台区、渭滨区、陈仓区等12区县地质灾害详细调查报告. 2008—2011.