

减缓新型城镇化进程中的地质灾害 风险科技创新建议

石菊松^{1,2}

1. 中国地质调查局, 北京 100037
2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

摘要 中国地形地质条件复杂,是世界上地质灾害最严重的国家之一。随着新型城镇化规划布局的实施,地质灾害风险格局将发生新的改变。结合国际社会防灾减灾领域科技发展的新趋势,从推动科技创新、创新调查评价、强化风险管理3个方面提出对策建议,以期提质增效,提升防灾减灾科技支撑能力,减缓新型城镇化进程中的地质灾害风险。

关键词 城镇化;地质灾害;科技创新;风险减缓

1 全国地质灾害总体状况与新形势、新要求

1.1 总体状况

中国是世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一。中国地形地质条件复杂,山地丘陵约占国土面积的65%,构造活动强烈、地震频发,崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害隐患多、分布广,防范难度大。截至2015年,全国已登记的地质灾害隐患点288525处,威胁1800万人和4431亿财产的安全,严重威胁到500多个城镇、上万个村庄的安全和一些重大工程的正常运行。其中,

滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害隐患点约25.7万,高易发区面积约180万km²,占全国山地总面积的25%,主要分布在四川、云南、贵州、甘肃、湖南、湖北、江西、福建、广东等山地丘陵地区。华北平原、长江三角洲、汾渭盆地、珠江三角洲等地区因过量开采地下水,地面沉降、地裂缝发育,2015年全国地面沉降严重区(年沉降速率≥50 mm/a)面积约1.24万km²,累计地面沉降量大于200 mm的面积约9.2万km²,21个省市102个地级以上城市发生了不同程度的地面沉降地裂缝灾害(图1)。山西、黑龙江、安徽等主要煤炭矿山采空地面塌陷损毁

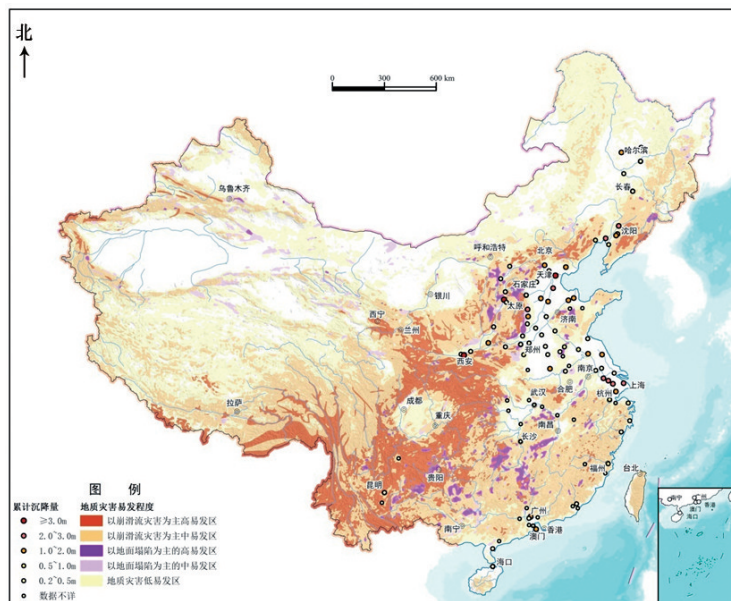


图1 全国地质灾害易发程度示意

Fig. 1 Map of national geological disaster prone

收稿日期:2016-12-26;修回日期:2017-01-04

作者简介:石菊松,副研究员,研究方向为地质灾害防治,电子信箱:shijusong@126.com

引用格式:石菊松.减缓新型城镇化进程中的地质灾害风险科技创新建议[J].科技导报,2017,35(5):38-44;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2017.05.004

土地面积约90万 km^2 。桂中、湘中、珠三角等地区岩溶地面塌陷灾害发育,已登记岩溶塌陷灾害3315处,全国岩溶塌陷高易发区面积52.7万 km^2 。

“十二五”期间,全国平均每年发生地质灾害18200处,成功预报地质灾害1228起,避免人员伤亡63238人,避免直接经济损失11.5亿元,比“十一五”分别增加99%、67%和178%。因地质灾害造成的人员死亡、失踪数量减少了3603人,由年均约1100人降低到年均约400人,与“十一五”相比减少64%。总体来看,“十二五”期间,全国地质灾害防治工作取得了明显成效,初步建成了调查评价、监测预警、综合防治和应急防治等地质灾害防治“四大体系”,已完成1080个县(市、区)1:5万地质灾害详查调查、15833处重大地质灾害隐患点勘查以及综合防治,实现地质灾害隐患点群测群防工作全覆盖,初步建立了全国地质灾害数据库、气象预警平台和重点地区地质灾害监测预警体系。

1.2 新形势

未来5年,中国极端天气增多趋势明显,中高强度地震仍多发、频发,工程经济活动强度将显著增强,暴雨、地震和工程经济活动导致地质灾害突发性、异常性和不可预见性增加,地质灾害仍呈高发、频发态势,地质灾害防治工作面临形势依然严峻。由于地质灾害具有隐蔽性、破坏性强和动态变化的特点,已完成地质灾害调查评价的精度、广度、深度还不能充分满足防治工作需要,对地质灾害隐患存在判断不准、识别不清,“滑者未查,查者未滑”情况时有发生。随着新型城镇化、“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带发展等重大战略实施,地质灾害风险格局将发生改变。多年快速发展所形成的建设成就与社会财富积累使得小规模地质灾害导致的损失后果也很严重,是近年来地质灾害导致的财产损失增长明显、灾情形势复杂的重要原因之一。特别是西北黄土高原区、西南高山峡谷区,由于受发展空间限制,很多城镇和

基础设施规划建设不得不在岩土体松散的斜坡体、峡谷地带或滑坡体附近选址,地质灾害风险增大,防灾减灾难度加大。

1.3 新要求

“十三五”时期贯彻落实“五位一体”总体布局、“四个全面”战略布局和五大发展理念,对地质灾害防治提出了新的更高要求。全面建成小康社会,实现14个集中连片特困地区8000万人的精准脱贫,要求通过“灾害或生态移民搬迁”解决约20%人口的因灾致贫、返贫问题。全面推进依法治国,增强国家治理能力,要求“坚持以防为主、防抗救相结合”、“科学减灾、依法应对”,依靠创新驱动,支撑地质灾害防治法制建设与管理现代化。为实现到2020年时中国进入创新型国家行列,地质灾害防治领域必须在地质灾害调查的精度、风险管理和综合减灾理念,在对地观测技术、大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术利用方面实现由“跟跑”到“并行”,实现最大限度地减少人员伤亡和财产损失,完善调查评价、监测预警、综合防治、应急防治地质灾害防治“四大体系”,推动科技、管理创新,提升地质灾害防治效率和能力。

总体上,中国中、东部平原盆地和滨海平原地区的城镇区域因过量抽取地下水,地面沉降问题突出。山地丘陵和西部高山峡谷、黄土高原地区滑坡崩塌泥石流灾害突出,甘肃省舟曲、云南省东川等150个县级以上城镇受泥石流灾害威胁。规划建设的重要经济区和城市群,也不同程度受地质灾害威胁。其中,成渝人口经济集聚区、黔中地区、滇中城市群、关中天水地区和兰州西宁城市群等5个重要经济区,地质灾害高易发区面积大于30%;黔中地区和太原城市群地面塌陷高易发区占20%以上的区域;京津冀地区、长三角地区、冀中南地区、太原城市群、关中天水地区和珠三角地区地面沉降地裂缝问题突出(图2)。

为有效预防、主动和综合减轻新型城镇化进程中的地质灾害风险,全面提升城镇化区域地质环境安全水平,提高城

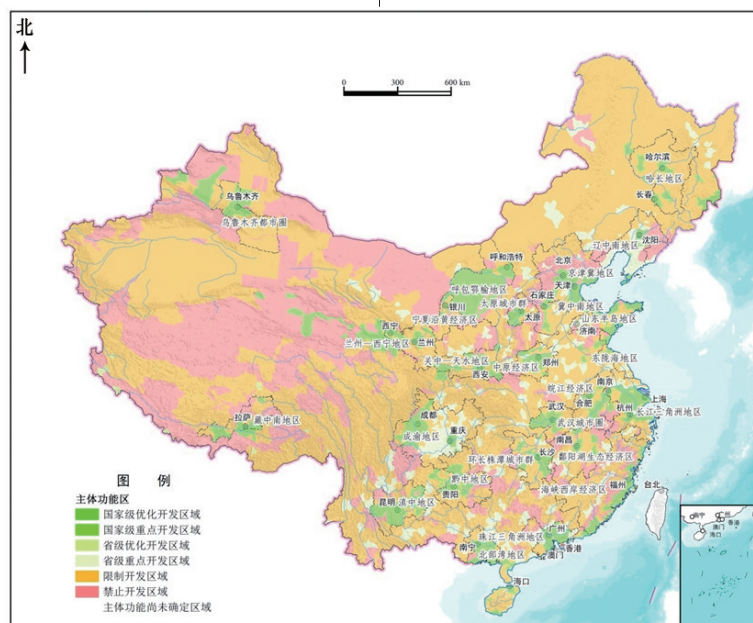


图2 中国重要经济区和城市群以及主体功能区分布

Fig. 2 Map of Chinese major economic zones, urban agglomerations and the main functional areas distribution

市防灾减灾抗灾能力,应推动科技创新、提升科学应对能力;全面加强地质灾害风险评价,将防灾减灾规划纳入城市规划建设中,同步规划,优先实施;适当提高城市地质灾害防治标准,提高城市地质灾害风险管理水平。

2 推动科技创新,提升应对能力

2.1 国际防灾科技发展趋势

近年来,国际社会高度关注地质灾害对经济社会可持续发展的严重影响,日益重视依靠科技手段提高防灾减灾能力,美、欧等发达国家不断增加防灾减灾科技投入,加大前沿基础研究和关键技术研发,强化前沿基础研究成果在关键技术研发和技术系统构建中的应用。2008年国际科联(ICSU)与国际社会科学理事会(ISSC)共同发起一项为期10年的科学计划——灾害风险综合研究计划(IRDR),其主要任务是推动并发展多学科、跨部门的联合,从而提高灾害风险研究能力,实现科学高效的灾害风险决策和行动,设立3个科学目标:认识灾害及其脆弱性和风险特点;理解复杂变化风险背景下的决策;通过以知识为基础的行动降低灾害风险,减少损失^[1]。2009—2012年欧盟国家通过“Safeland”项目,开发了适用于欧洲、区域、地方以及社区尺度的定量风险评估与管理的工具,建立了欧盟滑坡风险评估的基准,提高了灾害预测和确定危险或风险区的能力^[2]。2013年美国地质调查局(USGS)发布了自然灾害科技战略(Circ1383-F),明确了提高观测能力、理解灾害过程及效应、提升评价产品和服务能力及增强减灾意识4个方面的目标和优先行动计划^[3]。为此,USGS与国家气象服务中心(NWS)在海岸带和滑坡高易发区开展滑坡实时监测、提升利用空天地一体化遥感技术,重点是激光雷达测量(light detection and ranging, LiDAR)、合成孔径干涉雷达测量(synthetic aperture radar interferometry, InSAR)对潜在灾害的探测水平,研发更可靠的滑坡危险性评估模型和软件工具等系列研究工作。2015年联合国在日本仙台发布的《2015—2030年仙台减少灾害风险框架》的4个优先领域为:理解灾害风险;加强灾害风险治理、管理灾害风险;投资于减少灾害风险、提高抗灾能力;加强备灾以作出有效响应,并将灾区“重建得更好”^[4]。

总体上,国际社会在防灾减灾科技方面的新趋势主要表现为以下几个方面。1)由强调减轻灾害损失和灾害应急转向强调灾害风险管理、备灾和社会抗灾能力,更加强调综合防灾减灾,强调科学技术和公众参与的重要性。2)更加强调理解灾害风险,加强基础研究,强化监测预报的理论基础,逐步形成重大地质灾害孕育基础模型系列,关注地质灾害链过程,重视灾害动力学过程机制和规律研究。3)基于基础研究成果,综合利用对地观测技术创新,融合高效数值模拟技术、大数据和云计算技术,持续更新监测预警系统,实现监测手段现代化、预警方法科学化和信息传输实时化,不断提升监测预测预警的准确性和时效性。4)加强多灾种定量风险评估和灾害风险综合研究,注重学科交叉融合,制定风险评估

技术标准和规范,不断完善地质灾害易发性、危险性、风险评估模型和软件工具,完善综合风险管理和信息服务平台。

2.2 科技创新重点方向

科技创新是支撑地质灾害防治工作的关键和基础。“十三五”期间,围绕地质灾害防治需求和支撑服务新型城镇化,推动形成防灾减灾科技创新链、业务链,重点方向如下。

1) 夯实基础,加强地质灾害前沿基础研究,形成理论化、系统化、模型化的地质灾害理论体系,提升地质灾害早期识别能力。尽管经过近50年的学科发展,地质灾害领域的前沿基础研究依然滞后,缺乏解释灾害孕育发生机理的理论体系、基本物理模型与模式,危险性预测与风险评估技术基本依赖经验和统计。地质灾害是地球深部过程、表生过程与人类工程经济活动耦合的结果,因此应加强大规模人类工程活动对地质环境的影响和致灾机理,滑坡、泥石流、地面沉降、地面塌陷等地质灾害的演化机制、诱发因素与成灾机理,地表过程对气候变化的响应机制及其反馈等前沿基础理论研究,深化对地质灾害孕育发生过程与灾害情景的科学认知,建立基本物理模型和模式系列,形成基于地球内、外动力系统时空演化的成灾理论体系,为理解和评价地质灾害风险奠定基础。

2) 加强提升精准性、服务准实时-实时地质灾害应急、监测预警与调查评价共性关键技术研发与应用。目前地质灾害危险性预测和风险评估的精准性、灾害情景构建的真实性、预警时效性等方面,难以满足突发地质灾害防治需求。应加强对地观测技术,特别是无人机航拍和三维航空摄影测量、LiDAR和InSAR等对地观测技术、地球物理技术、分布式光纤传感技术等新技术在地质灾害调查、监测方面的研发与应用。加强物联网、大数据、云平台、移动通信和高效数值、物理模拟技术在地质灾害调查和风险防控等方面的技术研发和应用,研究形成地质灾害过程监测、危险性预测与风险评估、灾害情景模拟、灾害预警、灾情快速获取技术为核心的防灾减灾技术方法体系,提高防灾减灾共性关键技术的精准性、时效性。

3) 创新驱动防灾产业发展,促进防灾减灾仪器设备、装备的国产化、标准化、系列化、产品化,加强新材料、新工艺、新技术的应用研发。目前,中国在高新技术应用与仪器设备制造等方面相对落后,具有自主知识产权的防灾减灾救灾关键仪器设备、装备创新不足,关键技术、系统及平台的模型化、标准化、产品化方面与国际先进水平差距明显。针对地质灾害监测预警与防治需求,重点研发具有自主知识产权、适用于复杂环境的高效地质灾害监测仪器设备、光纤监测系统;研制地质灾害应急勘查装备,研发地质灾害快速处置技术装备和滑坡、泥石流灾害防治的新材料、新工艺和新技术,形成地质灾害防治工程安全检测、修复与风险防控的标准化技术体系,推进关键技术和装备的标准化、产品化和产业化,提高关键技术装备的国产化水平。

4) 加强成果转化应用,构建“基础研究-关键技术、装备

研发-技术示范与应用推广-产业化”的全链条地质灾害科技成果转化应用示范。结合新型城镇化、“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带等国家战略的实施,推动云南、四川、甘肃等地质灾害高易发区重要城镇地质灾害调查与风险评估、监测预警、工程治理、应急防治的技术集成示范与成果推广应用,完善专业监测预警和群测群防相结合地质灾害监测预警模式,形成面向公众的地质灾害综合防治技术示范基地,提升“防抗救”能力,推动具有自主知识产权的监测仪器设备装备、抢险救灾装备的推广应用和产业化示范。

5) 推进地质灾害监测预警体系、灾害情景模拟和野外长期观测基地等科技条件平台建设。充分利用云计算、大数据、移动互联等新技术、新理念,构建国家-省-市-县4级地质灾害监测预警体系,全面提升地质灾害监测预报预警的时效性和精准性,实现地质灾害数据信息动态更新与融合共享。利用地质灾害成灾理论体系、大型物理模型和高效数值模拟等技术,构建不同工况条件下的地质灾害风险情景,有效指导地质灾害隐患排查和备灾工作。在汶川地震灾区、三峡库区等崩塌滑坡泥石流高易发区,华北平原和滨海平原地面沉降严重区建立野外长期观测基地,实现对重大地质灾害的发生演化、致灾过程、灾情演化进行高精度持续监测,构建三维综合工程地质模型,开展野外现场实验研究,为地质灾害机理研究和关键技术研发提供基础数据和资料。

3 创新调查评价,有效规避风险

3.1 地质灾害调查评价国际趋势

美国、日本、意大利等发达国家和中国香港、台湾地区公益性地质灾害调查评价走在世界前列。香港地区通过斜坡编录与勘察,每年2次利用高分辨率航拍影像数据对全区斜坡灾害进行更新,开展大比例尺定量风险评估,制定风险准则,建立“斜坡安全系统”,实现了定量风险管理在行政及政策层次的应用^[5]。意大利完成了全国滑坡、崩塌、泥石流灾害的编录,圈定了全国滑坡、泥石流区域及其影响区,形成了可全球数据共享的空间数据库,建立了精细化的滑坡易发性、危险性和风险评估的技术方法体系^[6]。美国俄勒冈州利用LiDAR完成了滑坡高易发区1:24000比例尺的滑坡编录,并分类开展了不同类型滑坡的易发性评价^[7-8]。美国加利福尼亚州完成了以流域和活动断裂带为单元1:24000比例尺的地震滑坡危险性评估图,形成了可重复过程的定量地震滑坡危险性评价与区划技术方法体系^[9]。

总体来看,这些工作代表了当前国际上滑坡调查评价成果的最高水平,其技术趋势主要体现在以下方面。1) 高度重视卫星遥感、航空遥感测量等对地观测技术应用和科技引领,特别是高精度LiDAR应用等。2) 更加强调滑坡定量风险评估技术方法和软件工具的研发,发布了系列滑坡风险评估与制图的技术指南^[10-11]。3) 重视不同时期、多时相滑坡编录和基于事件的全面滑坡编录与制图,利用点、线、面和属性数据库来综合表征滑坡、崩塌、泥石流灾害。4) 更加注重调

查成果的直观表达和数据的共享服务,提供Google KML、WebGIS、ArcGIS的链接、矢量数据、PDF图件和报告下载等^[12-14]服务(图3)。5) 关注重大滑坡、泥石流灾害堆积结构、动力学特征和地质地貌过程的调查^[15-16],重视不同诱发条件和情景的构建^[17-18],为风险评估提供定量数据基础。

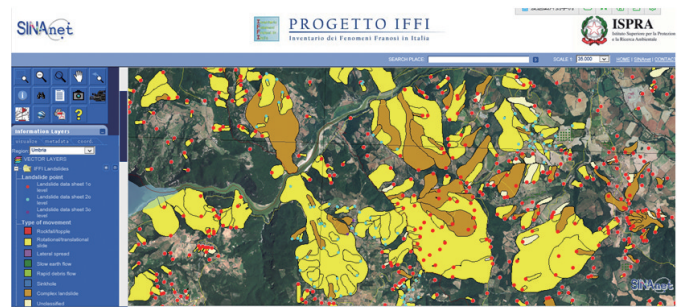


图3 意大利IFFI滑坡编录数据库界面

Fig. 3 Database interface of Italy IFFI landslide catalog

3.2 创新调查评价的重点方向

目前,中国地质灾害调查评价与国际先进水平相比,在精度、深度和广度方面尚存在较大差距,地质灾害形成地质条件和致灾因素调查薄弱,地质灾害发育规律认识不足,缺少极端条件下地质灾害的危险性和风险评价,新技术方法应用不够,全国地质灾害信息系统建设有待完善,地质灾害调查成果转化与应用服务需要进一步加强,在调查工作内容、调查方式和技术方法等方面需加强创新。

1) 夯实基础,加强地质灾害形成地质条件、区域规律和成灾模式的调查,提高灾害隐患识别水平。利用数字高程模型(DEM)、遥感影像、已有基础地质和地质灾害数据资料,加强易崩、易滑地层、斜坡结构类型、构造地貌等控制地质条件与地质灾害分布规律的调查研究,研究不同地质地貌单元在地震、降雨和工程活动诱发重大地质灾害的启动机制、动力学过程及其成灾模式。加强地质灾害诱发条件相关资料数据的统计分析和典型地质灾害剖析,确定区域主要地质灾害诱发因素及其强度、频率。利用多种技术手段,如基于事件编录、不同时相遥感影像的对比探测、高精度LiDAR等,和野外调查相结合,全面调查地质灾害及隐患,建立多尺度、高精度滑坡分布图。加强原始资料数据的获取与管理、提高1:5万工程地质条件调查的工作程度、形成基础性、公益性和专业性地质灾害调查评价成果图件。

2) 以“全流程信息化”和“星空地一体化对地观测与探测技术”为抓手,构建“数据获取(调查)-模型研究(研究)-信息服务(应用)”的技术方法体系。推广应用融合“3S”技术、移动互联技术,实现数字高程模型、地质图、遥感影像等地质灾害野外调查“一张图”管理、野外现场填图和语音录入等功能的野外数据采集系统,加强基于GIS技术集成地质灾害风险分析功能的桌面辅助制图系统的应用示范。加强地质灾害易发性、危险性和风险评价模型的研发。加强无人机航拍与

三维摄影测量、北斗技术、LiDAR、InSAR、GIS等调查技术方法的应用推广,建立星、空、地一体化地质灾害调查技术方法体系,构建“数据获取-模型研究-信息服务”的技术方法体系,提高地质灾害调查评价技术水平和效率。

3) 转变传统地质灾害调查工作方式,构建开放共享全国地质灾害信息系统与服务平台。通过大数据、云平台和地质灾害野外数据采集系统汇集中央和地方地质灾害调查数据,完善全国地质灾害信息系统与服务平台。加强已有数据资料的充分利用和综合研究,明确地质灾害的调查重点和关键问题,从“网格式”调查转变为以目标地质体、问题和成果服务导向的调查。借鉴建筑信息模型(BIM)的理念,以全国地质灾害信息系统为平台,实现地质灾害调查、监测、防治和应急全流程信息开放共享、协同优化和动态更新。加强商业性水文地质、工程地质、环境地质、岩土工程、地质灾害勘查等相关地学数据资料收集,加强数据开发利用与综合研究,提高公益性地质灾害调查工作程度。

4) 加强成果转化与服务产品研发。强化成果质量,创新优化成果表达形式,拓展成果服务渠道,提高成果的实用性、时效性、可读性和科学性。推进成果转化与服务产品研发,加强不同情景条件下的风险评价,开展多灾种定量风险评价,提高地质灾害调查评价的精准性、时效性,有效指导防灾减灾和备灾;针对新型城镇化、土地利用规划、重大工程规划建设和防灾减灾等需求,编制不同形式和主题的服务性成果;根据政府、部门、科研院所、公众等不同用户的需求,及时将调查成果转化为数据信息、防治对策和决策建议等针对性服务产品。延伸成果服务链条,加强支撑服务国土空间规划、土地利用规划、城乡规划等“多规合一”的地质灾害易发性、危险性和风险评估技术指南的研究与示范,支撑服务中国特色地质灾害防治管理体系。

3.3 支撑服务新型城镇化地质灾害调查重点工作

结合目前中国地质灾害调查评价工作程度、新型城镇化规划和国家重大战略布局,“十三五”期间,公益性地质灾害调查应加强中央与地方协调联动、分工合作,重点开展以下地质灾害调查评价工作。

1) 开展重大地质灾害与区域工程地质调查,支撑服务国家重大战略规划实施。在“一带一路”、京津冀协同发展区、长江经济带等区域开展活动构造与区域工程地质、岩溶塌陷、地面沉降与地裂缝等调查,查明影响重大工程与城镇规划建设的活动断层、岩溶塌陷、地面沉降与地面裂缝等重大地质问题和区域工程地质条件,评估区域地质安全程度和重大地质灾害风险。特别是要加强华北平原、沿海滨海平原地区地面沉降地裂缝调查与监测,掌握地面沉降状况和发展趋势,评估灾害风险,提出风险防控对策建议,服务国家重大战略实施。

2) 积极推进集中连片贫困山区城镇地质灾害风险调查,支撑服务精准脱贫和新型城镇化规划建设。在乌蒙山区、吕梁山区、武陵山区、秦巴山区、陇南山区、藏东南地区等受地

质灾害威胁严重、人口密集的城镇,开展地质灾害调查评价,查明致灾因素,研究成灾规律和机理,评估地质灾害风险,探索划定地质灾害危险区和安全区,提出城镇地质灾害风险管控方案,支撑服务集中连片贫困山区异地搬迁脱贫和新型城镇化规划建设。

3) 开展重大工程区地质灾害调查,支撑服务重大工程规划建设。结合大江大河水电开发、重大线性工程建设、矿山资源开发以及重要活动构造带城镇和基础设施规划建设,探索开展工程活动、内动力地质作用诱发的重大地质灾害调查评价,查明重大地质灾害形成地质条件、演化规律及其发展趋势,评估工程活动、构造运动诱发重大地质灾害风险,服务区域防灾减灾和国家重大工程规划建设。

4) 破解地质灾害防治技术难题,支撑服务地质灾害综合防治体系建设。在三峡库区、地震灾区、西南山区、西北黄土高原和东南沿海等地质条件复杂地区,围绕地方难以解决的区域性关键问题和地质灾害防治技术难题,统筹开展地质灾害调查、监测预警和防治技术研发与应用示范工作,支撑服务地质灾害综合防治体系建设。

4 强化风险管理,提高防治标准

目前,中国还没有全国人大审议通过的有关地质灾害防治的相关法律法规,尽管《关于加强地质灾害防治工作的决定》中明确要求对建设用地进行地质灾害危险性评估,但在严格执行和评估深度上均存在不足;国际上普遍开展的地质灾害风险评估工作在中国尚处于起步阶段,风险管理在防灾减灾领域整体上也处于试点阶段,还缺少相应的技术标准规范。

1) 加强地质灾害防治与风险管理标准体系建设。进一步完善与《地质灾害防治条例》和《关于加强地质灾害防治工作的决定》相配套的规章、地方性法规及相关的国家、行业、地方技术标准体系。适当提高山区城镇地质灾害防治标准,确保大规模灾害发生条件下城镇的安全,探索山区城镇社区灾害风险管理机制。提高沿海滨海平原区城镇应对地面沉降使相对海平面上升导致的洪涝灾害、风暴潮等灾害防治标准,加强地面沉降地裂缝对城镇基础设施安全运营的风险管理。积极探索政府主导、政策扶持、社会参与、市场化运作的开发式治理地质灾害防治工作新机制。

2) 构建综合减灾体系,指导和约束山区城镇建设。坚持以人为本,以山区地质灾害高发区城镇、村庄为对象,开展高精度地质灾害调查和风险评估,强化极端诱发条件下灾害链的分析,划定地质灾害安全区和危险区红线。危险区红线内应禁止规划建设新城镇和村民居住点,已有群众应尽快搬出,或采取治理及预警措施。进一步完善以调查评价、监测预警、工程治理与灾害管理为一体的综合减灾体系,支撑和引领地质灾害防治与管理。

3) 健全地质灾害防治管理体系,提升灾害监测和应急避险能力。加强基层国土资源部门地质灾害防灾减灾专业技

术人员的配置,增强地方自主防灾减灾能力。建立常态化多部门协作、数据资料共享的地质灾害防治长效协调机制,提高统筹协调能力。强化汛期和重点地区地质灾害巡查、排查、应急演练、宣传培训、专业指导工作,提升群测群防和应急避险能力。

4) 推行地质灾害风险管理和保险制度,建立灾害防治责任分担的长效机制。中国地质灾害灾情复杂,地质灾害风险将长期存在,应借鉴美国、意大利等发达国家地质灾害风险管理的经验,建立服务于土地利用、城乡发展、资源开发等规划制定的地质灾害风险评估制度,制定相应的标准规范,明确程序上先评估后规划,深度上由危险性走向风险评价,从规划源头上强化地质灾害防治。在地质灾害风险评价的基础上,引入地质灾害保险制度,逐步建立地质灾害防治责任分担的长效机制。

5 结论

由于中国地质灾害总体状况和面临的形势依然复杂,全球气候变化和新型城镇化进程增加了灾害风险防控难度,因而需借鉴国际社会相关经验,坚持以防为主,“防抗救”相结合,由关注减轻灾害损失转向全面减轻灾害风险,更加重视防灾减灾科技创新,加强地质灾害调查评价、监测预警和风险管理。希望以此有效减缓新型城镇化进程中的地质灾害风险,并助力2030年中国地质灾害防治科技创新能力达到与发达国家“并行”到“领跑”的水平。

注:本文在《国家防灾减灾领域“十三五”科技创新专项规划》、《国家重点研发计划重点专项——重大自然灾害监测预警与防范实施方案》和《全国地质灾害防治“十三五”规划》编制与咨询过程中,与众多专家交流研讨基础上撰写而成。

参考文献(Reference)

- [1] International Council for Science. A science plan for integrated research on disaster risk: Addressing the challenge of natural and human-induced environmental hazards[R]. Paris: ICSU, 2008.
- [2] International Centre for Geohazards(ICG) at the Norwegian Geotechnical Institute (NGI) in Norway. Summary report of Safeland-Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies[R]. Oslo: NGI, 2012.
- [3] Holmes R R, Jr, Jones L M, Eidenshink J C, et al. U.S. Geological Survey natural hazards science strategy: Promoting the safety, security, and economic well-being of the Nation: U.S. Geological Survey Circular 1383 - F[R]. Reston, United States: USGS, 2012.
- [4] The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030[R]. Sendai: United Nations, 2015.
- [5] Ng K C, Parry S, King J P, et al. Guidelines for natural terrain hazard studies [R]. Hong Kong: GEO, 2003.
- [6] Trigila A, Iadanza C, Spizzichino D. Quality assessment of the Italian Landslide Inventory using GIS processing [J]. Landslide, 2010, 7(4): 455-470.
- [7] Burns W J, Coe J A, Kaya B S, et al. Analysis of elevation changes detected from multi-temporal LiDAR Surveys in Forested landslide terrain in western Oregon[J]. Environmental & Engineering Geoscience, 2010, 16(4): 315-341.
- [8] The Oregon Department of Geology and Mineral Industries. Statewide landslide information database for Oregon(SLIDO)[EB/OL]. (2014-12-29)[2016-06-20]. <http://www.oregongeology.org/slido/index.html>.
- [9] The California Geological Survey. CGS information warehouse: Regulatory maps [EB/OL]. [2016-06-20]. <http://maps.conservation.ca.gov/cgs/informationwarehouse/index.html>.
- [10] Corominas J, Van Westen C J, Frattini P, et al. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk[J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2014, 73(2): 209-263.
- [11] Fell R, Corominas J, Bonnard C, et al. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning[J]. Engineering Geology, 2008, 102(3): 85-98.
- [12] Chacón J, Irigaray C, Fernández T, et al. Engineering geology maps: Landslides and geographical information systems[J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2006, 65(4): 341-411.
- [13] Pennington C, Freeborough K, Dashwood C, et al. The national landslide database of Great Britain: Acquisition, communication and the role of social media[J]. Geomorphology, 2015, 249: 44-51.
- [14] Van Westen C J, Castellanos E, Kuriakose S L. Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview [J]. Engineering Geology, 2008, 102(3-4): 112-131.
- [15] Coe J A, Baum R L, Allstadt K E, et al. Rock-avalanche dynamics revealed by large-scale field mapping and seismic signals at a highly mobile avalanche in the West Salt Creek valley, western Colorado[J]. Geosphere, 2016, 12(2): 607-631.
- [16] LaHusen S R, Duvall A R, Booth A M, et al. Surface roughness dating of long-runout landslides near Oso, Washington (USA), reveals persistent postglacial hillslope instability[J]. Geological Society of America, 2016, 44(2): 111-114.
- [17] Wasowski J, Keefer D K, Lee C T. Toward the next generation of research on earthquake-induced landslides: Current issues and future challenges[J]. Engineering Geology, 2011, 122(1): 112-131.
- [18] Marc O, Hovius N, Meunier P, et al. Transient changes of landslide rates after earthquakes[J]. Geological Society of America, 2015, 43(10): 883-886.

Towards effective geo-disaster risk prevention in China's new urbanization via innovation

SHI Jusong^{1,2}

1. China Geological Survey, Beijing 100037, China

2. Institute of Geomechanic, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100081, China

Abstract Geological conditions are complex in China, and China is one of the countries suffering most serious geological disasters in the world. With the implementation of the new urbanization planning, the geological disaster risk pattern will change. Based on the analysis of overall situation of national geo-disasters and new urbanization planning and the international development trend of science and technology of disaster prevention and mitigation, this paper proposes a series of suggestions in terms of promoting scientific and technological innovation, innovative geo-disaster survey and risk assessment, and strengthening risk management. These suggestions may enhance the quality and efficiency of geo-disaster prevention and risk mitigation, strengthen the capacity of technology support for geo-disaster risk mitigation, and reduce the geo-disaster risk during the process of new urbanization of China.

Keywords urbanization; geo-disaster; science and technology innovation; risk mitigation

(编辑 王志敏)