

Countermeasures of Geological Disaster Control in Karst Ground Subsidence Area

Miao Tian Yue Wu

Surveying and Mapping Geographic Information Center of Sichuan Geological Survey Institute, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

Karst topography is a unique type of landform formed by rock dissolution, widely distributed around the world. The karst areas in China have a vast area, accounting for about one-third of the country's total land area, mainly distributed in southwestern, southern, and central regions. Due to the particularity of karst terrain, various geological disasters are prone to occur, among which ground subsidence is the most common and harmful one. In recent years, with the rapid development of the social economy, the impact of human activities on karst areas has become increasingly severe, and the frequency and harm of ground subsidence disasters have continued to increase, posing a serious threat to the safety of local residents' lives and property as well as socio-economic development. Therefore, how to effectively prevent and control ground subsidence disasters in karst areas has become an important issue that urgently needs to be addressed.

Keywords

karst ground collapse area; geological disaster; importance; control countermeasures

试析岩溶地面塌陷区地质灾害治理对策

田苗 吴越

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心, 中国·四川成都 610000

摘要

岩溶地形地貌是由于岩石溶蚀而形成的独特地貌类型, 广泛分布于世界各地。中国岩溶地区面积广阔, 占全国国土面积的三分之一左右, 主要分布在西南、华南和华中地区。由于岩溶地形的特殊性, 容易发生各种地质灾害, 其中地面塌陷是最常见和危害最严重的一种。近年来, 随着社会经济的快速发展, 人类活动对岩溶地区的影响日益加剧, 地面塌陷灾害的频发程度和危害程度不断升高, 给当地居民的生命财产安全以及社会经济发展带来了严重威胁。因此, 如何有效防治岩溶地区的地面塌陷灾害, 成为亟待解决的重要问题。

关键词

岩溶地面塌陷区; 地质灾害; 重要性; 治理对策

1 引言

岩溶地面塌陷作为一种典型的地质灾害, 其主要特征表现覆盖在溶蚀洞穴之上的松散土体, 在外力或人为因素作用下产生的突发性地面变形破坏。此类塌陷事件多发生于碳酸盐岩、钙质碎屑岩和盐岩等可溶性岩石分布地区, 且常与降雨、洪水、干旱、地震等自然因素及抽水、排水、蓄水等人为工程活动密切相关。

2 岩溶地面塌陷区地质灾害治理的重要性

首先, 岩溶地面塌陷区地质灾害治理对维护区域生态环境具有重要作用。岩溶地区普遍具有地下水资源丰富、地表水系发达等特点, 是重要的水资源供给区。然而, 由于地面

塌陷等地质灾害的频发, 地表水体和地下水体易受到污染, 水资源供给受到严重影响^[1]。因此, 加强对岩溶地面塌陷区的地质灾害治理, 不仅有利于保护当地水资源, 维护地表生态平衡, 也有利于整体改善区域生态环境, 促进可持续发展。

其次, 岩溶地面塌陷区地质灾害治理对保障人民生命财产安全具有重要意义。地面塌陷作为一种隐性较强的地质灾害, 一旦发生, 常常会造成房屋倒塌、道路破坏、人员伤亡等严重后果, 给当地居民的生产生活带来巨大威胁。特别是在一些人口密集、经济发达的岩溶地区, 地面塌陷灾害的危害更加严重。因此, 加强对这些区域的地质灾害预防和治理工作, 不仅能够最大限度地减少人员伤亡, 也能有效保护当地的基础设施和居民财产安全, 维护社会稳定, 促进当地经济社会的可持续发展。

最后, 岩溶地面塌陷区地质灾害治理对促进区域经济社会发展具有重要意义。岩溶地区往往蕴含着丰富的矿产资

【作者简介】田苗(1986-), 男, 中国重庆人, 本科, 高级工程师, 从事水文地质、工程地质和环境地质研究。

源和旅游资源，是当地经济发展的重要支撑。但是，由于地面塌陷等地质灾害的频发，不仅阻碍了基础设施建设，也影响了矿产资源的开采和旅游业的发展。因此，加强对这些区域的地质灾害治理，不仅有利于保护当地的自然资源，促进矿业和旅游业的健康发展，也有利于推动区域经济社会的整体进步，为当地居民创造更加安全稳定的生产生活环境。

3 岩溶地面塌陷的地质灾害成因

3.1 岩溶地面塌陷区域的岩土内部条件影响

岩溶地面塌陷区域的岩土内部条件是影响塌陷发生的

重要因素之一。岩溶地区通常由可溶性岩石如石灰岩、白云岩等组成，这些岩石在长期的风化溶蚀过程中，形成了大量的溶洞、暗河等地下空间。当上覆岩层的厚度和强度不足以支撑其自重时，就会发生塌陷。此外，岩溶区域的土层性质也对塌陷有重要影响。土层疏松、孔隙率高、渗透性强，容易发生土体垮塌和水土流失，加剧塌陷的风险。岩溶区域复杂的地质构造，如断层、褶皱等，也会导致岩体破碎，降低岩体的整体稳定性，为塌陷的发生创造条件。岩溶地面塌陷地质灾害分布见图1。

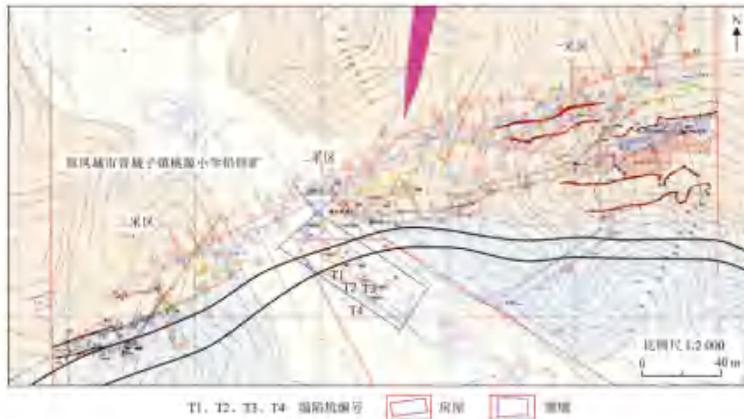


图1 岩溶地面塌陷地质灾害分布图

3.2 岩溶地面塌陷外部条件

岩溶地面塌陷的外部条件主要包括气候、水文、地形等自然因素的影响。气候条件如降水量的多少，直接影响着岩溶的发育速度。在湿润多雨的环境下，岩石溶蚀加剧，岩溶发育迅速，塌陷的风险增加。水文条件如地下水位的变化，也会影响岩溶空间的稳定性^[2]。地下水位下降时，上覆岩土失去支撑，极易引发塌陷。此外，地形条件如坡度、坡向等，也会影响岩溶的发育和塌陷的发生。陡峭的斜坡更易发生塌陷，而缓坡则相对稳定。

3.3 其他灾害对岩溶地面影响

岩溶地区常伴生滑坡、崩塌、泥石流等其他地质灾害，这些灾害的发生会改变岩溶地表的应力平衡条件，加剧岩溶发育程度。例如，滑坡和崩塌会使岩溶洞穴失去上覆岩层的支撑，导致洞穴扩大、坍塌，引发岩溶塌陷；泥石流则会冲刷、淤塞岩溶洞穴和溶洞，改变岩溶水系统的水动力条件，加速岩溶发育。此外，强降雨、地震等自然因素诱发的其他地质灾害，也会对岩溶塌陷产生叠加效应。

3.4 人类活动对岩溶地面的影响

随着社会经济的发展，人类工程活动日益频繁，对岩溶环境的扰动不断加剧。不合理的土地利用，如乱砍滥伐、陡坡开荒等，会导致水土流失，加速岩溶的发育。城市建设中大量抽取地下水，导致地下水位下降，失去对岩溶空间的支撑，引发塌陷。在岩溶地区进行采矿、修建道路、水库等工程活动，会扰动岩体结构，改变岩溶发育环境，诱发塌陷

灾害。此外，工程施工不当，如基础开挖深度过大、爆破振动等，也会直接引发岩溶塌陷。

4 岩溶地面塌陷地质灾害防治措施

4.1 强化地下资源保护力度

首先，要加强岩溶地区地下水资源的保护与合理开发利用。岩溶地区地下水资源丰富，是当地居民生活和生产的重要水源，但不合理的开采利用会导致地下水位下降，加剧岩溶发育，诱发地面塌陷。因此，需要严格控制岩溶地区地下水开采量，实施地下水资源的科学配置和定额管理，确保地下水开采与补给的动态平衡。同时，要加强地下水资源的保护，防止地表污染物通过岩溶通道进入地下水系统，影响地下水质量。

其次，要加强岩溶地区矿产资源的合理开发与管理。岩溶地区往往蕴藏着丰富的矿产资源，如煤炭、铁矿、铅锌等，但不当的开采活动可能引发岩溶塌陷等地质灾害。为此，需要科学规划矿区开发布局，严格控制采矿活动范围和开采强度，避免过度开采导致地表岩溶发育加剧。同时，要加强矿山地质环境保护与治理，采取修建排水系统、回填采空区等措施，减轻采矿活动对岩溶地质环境的扰动和影响。

最后，要加强岩溶地区地下空间的合理利用与管理。岩溶地区地下空间资源丰富，如溶洞、地下河等，具有特殊的科研、旅游和防灾等价值。但不合理的开发利用会破坏岩溶地下空间的自然属性，引发岩溶塌陷等次生灾害。因此，

需要科学论证岩溶地下空间开发利用的可行性和安全性,严格控制开发强度和范围,最大限度地保护岩溶地下空间资源。同时,要加强岩溶地下空间的监测预警和应急管理,及时发现和处置潜在的地质灾害隐患。

4.2 建立地质环境监督保护体系

首先,要健全法律法规体系,为岩溶地面塌陷地质灾害防治提供法治保障。国家和地方政府应制定专门的法律法规,明确各方责任义务,规范防治工作流程,强化监管执法力度。同时,要与相关法律法规相衔接,形成完整的法律体系,为防治工作提供有力支撑。

其次,要建立健全监测预警体系,及时发现和应对岩溶地面塌陷地质灾害隐患。应充分利用现代科技手段,构建天-空-地一体化监测网络,实现对岩溶地区的全天候、全方位、全过程动态监测。针对重点区域和关键部位,可采取布设监测点、巡查排查等方式,及时发现隐患征兆^[1]。建立预警响应机制,根据监测数据和风险评估结果,适时发布预警信息,提醒公众采取避险措施。

再次,要完善应急响应机制,提高岩溶地面塌陷地质灾害突发事件处置能力。制定应急预案,明确应急组织体系和职责分工,细化应急处置流程和措施。定期开展应急演练,提高相关部门和人员的应急处置能力。一旦发生岩溶地面塌陷地质灾害,要快速启动应急响应,组织受威胁人员撤离,控制灾情蔓延,最大限度减少人员伤亡和财产损失。

最后,要加强科技支撑,提升岩溶地面塌陷地质灾害防治的科技水平。加大科研投入,针对岩溶发育机理、塌陷致灾机制、监测预警技术、治理工程措施等开展深入研究,为防治工作提供理论指导和技术支撑。促进产学研用结合,推动科研成果转化应用,不断提高防治工作的针对性和有效性。

岩溶地面塌陷发展过程示意图见图2。

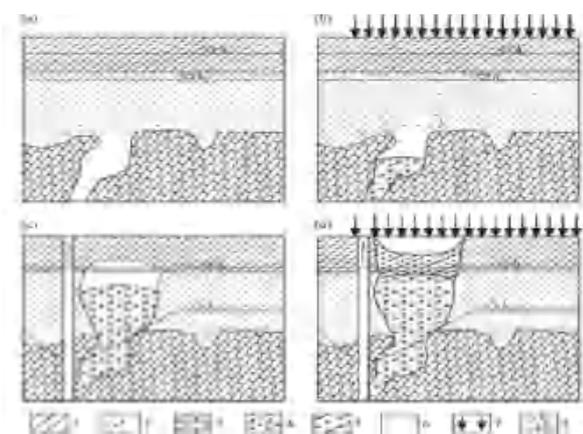


图2 岩溶地面塌陷发展过程示意图

4.3 加强岩溶地质灾害防治的宣传教育和社会参与

首先,宣传教育是增强公众岩溶地质灾害防范意识的

重要手段。通过多种渠道和形式,广泛宣传岩溶地质灾害的成因、危害及防治措施,普及岩溶地质灾害防治知识,增强公众的忧患意识和责任意识,引导公众自觉参与到岩溶地质灾害防治工作中来^[4]。可以利用电视、广播、报刊、互联网等媒体平台,开展形式多样的宣传教育活动,如制作专题片、公益广告,举办知识讲座、培训班等,提高宣传教育的覆盖面和影响力。同时,要针对岩溶地区的实际情况,开展有针对性的宣传教育,如对居住在岩溶塌陷高风险区的群众,要进行重点宣传教育,增强其风险意识和自救互救能力。

其次,社会参与是岩溶地质灾害防治工作的重要力量。岩溶地质灾害防治是一项系统工程,需要政府、专家、企业和公众等多方主体共同参与。要充分发挥社会力量的作用,鼓励和支持社会组织、志愿者等参与岩溶地质灾害防治工作。如组织志愿者参与岩溶地质灾害隐患排查、应急演练等活动,发挥社会组织在宣传教育、应急救援等方面的优势,形成全社会共同参与岩溶地质灾害防治的良好局面。同时,要建立健全社会参与的机制和平台,完善相关政策和制度,为社会力量参与岩溶地质灾害防治提供必要的支持和保障。

最后,还要注重发挥岩溶地区居民的主体作用。岩溶地区居民是岩溶地质灾害防治的直接受益者,也是防治工作的重要参与者。要充分尊重和发挥岩溶地区居民的主体作用,引导其积极参与到防治工作中来,如参与隐患排查、监测预警、应急演练等活动,提高自我防范和自救互救能力^[5]。同时,要建立健全居民参与的机制,完善居民参与的渠道和平台,畅通居民诉求表达和意见反馈的渠道,提高防治工作的透明度和公众参与度。

5 结语

综上所述,岩溶地面塌陷区地质灾害治理是一项复杂的系统工程,需要从地质环境调查、土地利用管理、地下水资源保护、生态修复、科技创新等多个方面入手,采取综合治理措施,形成完善的防治体系。只有政府、专家学者、企业和公众等多方主体密切配合,协同发力,才能有效防范和减轻岩溶地面塌陷灾害风险,维护人民生命财产安全,促进经济社会可持续发展。

参考文献

- [1] 刘莉莉.岩溶地面塌陷区地质灾害治理措施分析[J].地球,2018(6):94-95.
- [2] 尚掩库.岩溶地面塌陷区地质灾害治理及桩基设计探究[J].山西建筑,2012,38(24):72-73.
- [3] 席亚龙.岩溶地面塌陷区地质灾害治理方法研究[J].绿色环保建材,2021(10):23-24.
- [4] 陈玉如.岩溶地面塌陷区地质灾害治理及桩基设计[J].徐州建筑职业技术学院学报,2006,6(3):5-8.
- [5] 赵庆钢,马晨,曾国龙.浅析综合物探方法在岩溶塌陷地质灾害勘查中的应用[J].西部资源,2021(2):184-186.