

岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险防控研究

苑永昆

山西鲁能河曲电煤有限责任公司上榆泉煤矿 山西 忻州 036500

摘要: 岩溶地区因其独特的地质构造和水文地质条件,使得地下水开采与地面塌陷风险之间存在紧密的联系。本文详细探讨了岩溶地区地下水开采过程中的地面塌陷风险,并提出了相应的防控策略。通过对岩溶地区地质特点、地下水开采方式、地面塌陷机制以及风险防控措施的全面分析,本文旨在为岩溶地区地下水资源的可持续利用和地质灾害防控提供理论支持和实践指导。

关键词: 岩溶地区;地下水开采;地面塌陷;风险防控;可持续利用

引言

岩溶地区是一种特殊的地质环境,其地下水资源的开发与利用对于区域经济发展和社会需求具有重要意义。然而,由于岩溶地区地质构造复杂,溶洞、裂隙发育,地下水资源分布不均,使得地下水开采过程中往往伴随着地面塌陷等地质灾害的风险。因此,深入研究岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险防控,对于保障人民生命财产安全、促进区域可持续发展具有重要意义。

1 岩溶地区地质特点与地下水开采方式

1.1 岩溶地区地质特点

岩溶地区的地质特点主要表现为岩溶地貌和岩溶水文地质的特殊性。岩溶地貌形态多样,如溶洞、溶蚀洼地、石芽等,这些地貌形态的形成与岩溶作用密切相关。岩溶水文地质条件复杂,地下水系统发育,但分布不均,且受地质构造、气候条件等多种因素的综合影响。

1.2 地下水开采方式及其影响

岩溶地区的地下水是区域水资源的重要组成部分,其开采方式多种多样,主要包括井采、泉采和坑道开采等。这些开采方式不仅满足了人们生活和农业灌溉的需求,同时也对工业发展起到了重要的支撑作用。然而,不同的开采方式对地面塌陷的影响程度和机制有着显著的差异。井采作为一种常见的地下水开采方式,其通过钻井深入含水层提取地下水。在岩溶地区,井采方式可能会因为井壁周围岩体的破碎或溶蚀而导致井壁失稳。此外,长期大量的抽水还可能引起井周固体介质的破坏,如井壁坍塌、含水层系统结构变化等,这些问题都增加了地面塌陷的风险。泉采则是利用自然涌出的泉水进行开采。在岩溶地区,泉水往往与地下水系统紧密相连,大量开采泉水可能会直接影响地下水水流场,导致局部地区的水位下降。水位的下降不仅会影响泉水的可持续利用,还可能引发地下水系统中固体颗粒的重新分布

和运移,进一步加剧地面塌陷的风险^[1]。坑道开采是一种更为直接的地下水开采方式,通常用于大型水利工程或矿山排水。在岩溶地区进行坑道开采时,往往需要挖掘深入地下的隧道或巷道。这种开采方式会直接破坏地层结构,改变地下水的流动路径和赋存状态。如果坑道支护不当或地质条件复杂,很容易引发地层滑移、坍塌等地质灾害,进而导致地面塌陷。

2 地面塌陷的成因与机制分析

2.1 成因分析

岩溶地区地面塌陷的形成是一个复杂的地质过程,其成因主要包括自然因素和人为因素两大类。自然因素方面,首先,地质构造运动是地面塌陷形成的重要背景。地壳的升降、褶皱和断裂等活动会导致地层结构发生变化,形成各种岩溶地貌和构造破碎带,为地面塌陷的发生提供了地质条件。其次,岩溶作用也是不可忽视的因素。岩溶地区广泛分布着溶洞、溶隙和溶蚀管道等岩溶形态,这些岩溶空间在地下水的作用下不断发育和演化,可能导致地层的稳定性和承载能力下降。此外,地下水动态变化也会对地层稳定性产生影响。地下水位的升降、水流的冲刷和侵蚀等作用都可能引发地层结构的破坏和地面塌陷的形成^[2]。人为因素方面,不合理的地下水开采是导致地面塌陷的主要原因之一。过度开采地下水会破坏地下水的动态平衡,导致地下水位下降、水体固结的土体失去支撑而塌陷。此外,工程建设活动也可能对地层结构造成破坏。例如,在岩溶地区进行大规模的挖掘、填筑和爆破等施工活动时,如果未采取适当的支护和加固措施,很容易引发地层滑移、坍塌等地质灾害。同时,工程建设还可能改变地下水水流场,影响地层的稳定性和承载能力。岩溶地区地面塌陷的成因是多方面的,既有自然因素的长期作用,也有人为因素的不合理干扰。因此,在岩溶地区进行工程建设和地下水开

采等活动时,必须充分考虑地质环境因素,制定合理的方案和措施,确保工程的安全性和稳定性。

2.2 机制探讨

地面塌陷作为一种地质灾害,在岩溶地区尤为常见,其发生机制涉及多个方面,但主要可以归结为固体介质的失稳破坏和流体介质的运移两大核心机制。首先,固体介质的失稳破坏是地面塌陷的重要机制之一。在岩溶地区,由于长期的岩溶作用,地下形成了复杂的溶洞、裂隙网络。这些溶洞和裂隙的存在大大削弱了地层的整体性和稳定性。当地下水开采或其他人类活动对这些脆弱地层产生扰动时,很容易引发固体介质的失稳破坏,如井壁的坍塌、地层的滑移等。这些破坏进一步加剧了地层的不稳定性,为地面塌陷的发生提供了条件。其次,流体介质的运移也是导致地面塌陷的关键机制。岩溶地区的地下水系统复杂且动态变化,地下水的开采、补给和径流都可能对地层产生重要影响。一方面,地下水位的下降会导致地层的总应力发生变化,使得原本稳定的土体失去支撑而发生沉降^[3]。另一方面,地下水的流动还可能携带走地层中的细小颗粒,形成空洞或扩大原有的裂隙,进一步降低地层的承载能力。这种流体介质的运移作用与固体介质的失稳破坏相互作用,共同推动了地面塌陷的发生和发展。

3 风险防控策略与建议

3.1 建立科学合理的地下水开采规划体系

在岩溶地区,地下水资源的开采利用对于区域的社会发展具有举足轻重的作用。然而,由于地质条件的特殊性和复杂性,不合理的开采往往会导致地面塌陷等地质灾害的发生。因此,建立科学合理的地下水开采规划体系显得尤为重要。在进行地下水开采前,必须进行深入细致的地质勘察和水文地质调查。这些工作旨在全面了解区域的地质构造特征、岩溶发育程度、地下水资源分布及赋存条件等关键信息。通过掌握这些基础数据,我们可以对地下水资源进行科学评估,为后续的开采规划提供坚实的基础。在充分掌握地质和水文地质条件的基础上,应着手建立科学合理的地下水开采规划体系。这一体系应综合考虑区域经济社会发展需求、生态环境保护要求以及水资源可持续利用原则等多方面因素。具体而言,需要制定开采总量控制指标,明确各区域的开采限额,确保开采量与区域水资源承载能力相适应。同时,还应制定年度开采计划,细化开采目标和时间安排,确保开采活动的有序进行。此外,规划的有效执行离不开严格的监管和评估机制。因此,在规划实施过程中,应加强对开采活动的监督管理,确保各项规划

指标得到有效落实。同时,还应定期对规划实施效果进行评估,及时发现问题并采取相应措施进行整改,确保规划体系的科学性和有效性。建立科学合理的地下水开采规划体系是岩溶地区实现水资源可持续利用和防范地质灾害的重要途径。通过深入细致的地质勘察和水文地质调查、制定科学合理的开采规划以及加强监管和评估工作,我们可以有效保障岩溶地区地下水资源的合理利用和区域的可持续发展。

3.2 加强地下水开采监管和执法力度

在岩溶地区,地下水资源的开采利用对于区域的社会发展至关重要。然而,由于一些不法分子或企业的非法、超量开采行为,往往会导致地面塌陷等地质灾害频发,严重威胁着人民群众的生命财产安全。因此,加强地下水开采监管和执法力度势在必行。为了有效遏制非法开采和超量开采行为,必须建立健全地下水开采监管体系。该体系应包括对开采行为的全面监控、开采量的实时测量、开采数据的定期上报与审核等多个环节。通过科技手段如遥感监测、地下水位自动监测等技术,实现对开采行为的实时监控和数据采集,确保监管部门能够及时了解和掌握开采情况。在监管过程中,一旦发现超出规划范围的开采行为,监管部门应立即采取措施予以制止和纠正。对于情节较轻的,可以通过警告、罚款等方式进行处罚;对于情节严重或造成严重后果的,应依法追究相关责任人的法律责任。同时,加强执法力度也是确保地下水开采秩序良好的关键。各级政府 and 有关部门应加大对非法开采、超量开采等违法行为的打击力度,形成高压态势^[4]。对于发现的违法行为,要坚决予以查处,并公开曝光典型案例,起到警示教育作用。此外,还应加强宣传教育,提高公众对地下水资源的保护意识和法律意识。通过广泛宣传地下水开采的法律法规、政策文件和典型案例,引导广大人民群众自觉遵守相关法律法规,共同维护良好的地下水开采秩序。

3.3 采取多种工程措施降低地面塌陷风险

在岩溶地区,由于地质构造的特殊性和复杂性,地下水开采过程中往往伴随着地面塌陷等地质灾害的风险。为了降低这一风险,我们可以采取多种工程措施来确保开采活动的安全进行。一方面,在开采井周围设置防护网或支护结构是一种有效的预防措施。这些结构能够增强井壁的稳定性,防止因井壁失稳而引发的地面塌陷。同时,对于可能发生塌陷的区域,我们可以采取注浆加固、锚杆支护等工程技术手段来提高地层的承载能力。这些措施能够有效地加固地层,减少地层滑移和坍塌的可能性。另一方面,对于已经发生塌陷的区域,我

们需要及时采取治理措施来防止灾害的进一步扩大。回填加固是一种常用的治理方法,通过向塌陷区填入合适的材料来恢复地层的稳定性和承载能力。此外,地表排水也是一项重要的治理措施,通过合理设置排水系统来降低地表水对塌陷区的影响,防止因水流冲刷而加剧塌陷程度。除了上述工程措施外,我们还可以借助先进的技术手段来提高地面塌陷的监测和预警能力。遥感技术和地理信息系统是两种常用的技术手段,它们能够实现对地面的实时监测和数据分析,帮助我们及时发现和处理潜在的安全隐患。通过这些技术手段的运用,我们可以更加准确地掌握地面塌陷的发展趋势,为制定有效的防治措施提供科学依据^[5]。采取多种工程措施是降低岩溶地区地下水开采过程中地面塌陷风险的重要途径。通过加强井壁支护、加固地层、治理塌陷区以及运用先进技术进行监测和预警,我们可以有效地保障开采活动的安全进行,促进岩溶地区地下水资源的可持续利用。

3.4 建立完善的应急响应机制和救援体系

岩溶地区地下水开采是一项复杂且具有潜在风险的活动,地面塌陷等地质灾害随时可能发生。因此,建立一套完善的应急响应机制和救援体系至关重要。这不仅是保障人员安全的需要,也是确保开采活动顺利进行的重要保障。第一,制定详细的应急预案是应急响应机制的核心。预案应涵盖可能发生的各种地质灾害情况,明确应急响应的流程、责任分工、通讯联络、资源调配等关键内容。这样,在灾害发生时,相关部门和人员能够迅速按照预案进行响应,减少混乱和延误。第二,组建专业的应急队伍是救援体系的重要组成部分。这些队伍应具备专业的地质灾害救援知识和技能,能够在第一时间赶赴现场进行救援。同时,他们还需要定期接受培训和演练,保持高度的战备状态。第三,储备必要的应急物资和救援设备也是应急响应机制和救援体系不可或缺

的一环。这些物资和设备包括但不限于救援工具、医疗用品、通讯设备、照明设备等,它们能够在灾害发生时为救援工作提供有力的支持。第四,建立畅通的应急通讯网络是确保应急响应机制有效运行的关键。这个网络应能够覆盖所有相关部门和人员,确保在灾害发生时能够迅速传递信息、协调行动。第五,为了提高应急响应能力和救援水平,加强应急演练和培训也是必不可少的。通过定期的演练和培训,可以让相关人员熟悉应急预案和救援流程,提高他们在灾害发生时的应对能力。

结语

本文通过对岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险防控的深入研究和分析,得出以下结论:岩溶地区地下水开采过程中存在较大的地面塌陷风险;建立科学合理的规划体系、加强监管和执法力度、采取多种工程措施以及建立完善的应急响应机制和救援体系是降低风险的有效途径。展望未来,随着科技的进步和研究的深入,岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险防控将更加精准和高效。未来研究可以进一步关注新技术新方法在风险防控中的应用以及多学科交叉融合的研究思路和方法创新。

参考文献

- [1]杨文兴.岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险评估及防控对策研究[J].水文地质工程地质,2023,50(2):160-166.
- [2]周智来.岩溶区地下水开采引发的地面塌陷机制与防控技术[J].中国地质灾害与防治学报,2023,34(1):105-110.
- [3]黄沈发.基于GIS的岩溶地区地下水开采与地面塌陷风险评价[J].安全与环境工程,2023,20(2):58-63.
- [4]喻恺.岩溶地区地下水开采与地面塌陷监测预警系统设计及实现[J].中国岩溶,2023,42(1):35-41.
- [5]李凌,陈辉.岩溶区地下水开采与地面塌陷耦合模型及防控策略研究[J].地质灾害与环境,2023,34(2):50-56.