

矿山岩溶塌陷形成机理及综合治理

□ 张宝柱 陈振东

我国覆盖型岩溶区中的矿区,开采过程中大都出现了因矿山疏干排水引起的地面塌陷,造成矿区及附近建筑物开裂、倒塌,农田毁坏,公路、铁路塌陷,桥梁变形,河床塌陷引起河水倒灌,以致矿坑淹没,危害极大。如:湖南思口煤矿于1973~1984年间地面塌陷坑达6000多个,影响范围60多平方公里,拆迁民房18300平方米,毁田950亩,毁小水库和水塘188座,改河道1.3公里,整治赔偿费达1000万元以上。山西省内八个主要矿务局所属煤矿区的地面塌陷已影响到数百个村庄、数万亩田地 and 几十万人口的正常生活与生产。据对28处因矿坑排水、突水引起的塌陷的不完全统计,其直接经济损失达4000~5000万元以上。在全国因地面塌陷每年造成的直接经济损失达数10亿元。地面塌陷问题是一个亟待解决的工程地质、水文地质问题,又是一个关系到社会经济和生态环境的重要社会问题。本文结合国内较典型的岩溶区矿山实例,对矿床疏干引起的地面塌陷的形成机理、分布规律、综合治理方法做些探讨。

一、地面塌陷的形成机理

对于岩溶区因采排地下水引起的地面塌陷的成因有多种论述,但塌陷产生的根本原因是塌陷区下部岩溶水和上部土层之间的矛盾。基本情况是隐伏的浅部岩溶发育的矿区,由于采矿区疏干排水或井下突水,引起了地下水位大幅度下降,地下水的水动力条件发生了显著变化,水力坡度和流速加大,促使岩溶裂隙中的充填物和上覆土层受到冲蚀、搬运、淘空,被水流逐渐带走而产生隐伏土洞;当土洞不断扩大,伴随着潜蚀还可能在洞顶产生岩、土崩塌,甚至覆盖层顶部的岩、土失去平衡时,便以隐伏的空洞为中心使地面出现沉降,继而出现似圆形地面

开裂,最后盖层岩土直接崩落便形成了地面塌陷。这样的塌陷符合潜蚀成因理论。由于地质条件的差异和复杂性,在岩溶含水层上覆有致密的粘土盖层,地下水处于承压状态下,地下水位在自然和人为因素作用下降低至基岩面以下时将产生水气压力变化的效应,受真空吸蚀也可能导致岩溶塌陷。同时在降雨渗入的作用下,将使塌陷盖层产生增压软化效应;在地震及人为振动的作用下可产生液化震动冲击效应。塌陷盖层以土层为主,仅在山东莱芜的顾家占和业矿区见有厚度小于30米的第三系砂、泥岩塌陷。这些地方的砂、泥岩主要受构造影响,风化破碎,岩性变得疏松软弱而导致塌陷。

二、地面塌陷的分布规律

地面塌陷的分布规律受很多因素的影响,最主要的是与可溶岩浅部岩溶的发育程度、覆盖层的性质以及地下水的活动强度等因素有着密切的关系。疏干塌陷的分布有以下特征:

1. 塌陷多分布在浅部岩溶强烈发育带、围岩接触带和导水断层破碎带附近。
2. 塌陷的分布受第四系松散覆盖层土层性质、厚度控制,故在第四系厚度较小、颗粒较粗的地层中易发生塌陷。
3. 由采、排地下水而引起的大量地面塌陷,绝大部分是产生在地下水降落漏斗影响半径范围内,尤其是多分布在降落漏斗中心的主要径流方向上,随着地下水位不断降低,开采疏干范围和排水量逐渐增大,塌陷数量也随之增多。特别是地下水位急剧变动,反复升降,地面塌陷更易发生。
4. 塌陷多沿河床和其两侧以及在地势低洼地段分布,塌陷频率多在降雨后增多。

三、地面塌陷的预防措施

目前,对于塌陷的防治尚处于不断实践探索阶段,但只要掌握了它的形成条件和分布规律,采取早期预测、早期预防的方法,可以在一定程度上减轻塌陷的形成,使其危害程度降低。

1. 早期预测。对于岩溶充水矿床,首先应该在矿区水文地质工程地质勘探阶段进行岩溶塌陷问题研究,根据地层、岩性、地质构造、岩溶发育规律、地形地貌和水文地质条件的综合分析,判别矿床疏干排水后可能产生的地面塌陷程度、分布范围及其对开采工作的影响程度。然后在预定的勘察区内开展专门的岩溶塌陷工程地质勘察,进而对地面塌陷作出更确切的预测和评价,划分塌陷区和稳定区,编制塌陷预测图。对该范围内已建和待建的建(构)筑物稳定性提出具体的处理措施与建议,为矿区生产建设宏观决策提供依据。据了解,已有部分岩溶充水矿山已经或将要进行专门的岩溶塌陷工程地质勘察工作。我国在水资源地勘探中对这方面问题的预测已有比较成功的经验,可以借鉴。

2. 预防措施。在作出地面塌陷早期预测之后,应根据预测成果,采取预防性措施,特别是在矿山基建实施矿床疏干排水时起,就应该采取积极的预防性措施。

(1)建造注浆截水帷幕。岩溶地面塌陷的产生,主要是由于地下水的大量抽排较大地改变了地下水水动力条件,增强了地下水的潜蚀和搬运能力而引起的。所以要避免或减少地面塌陷的产生,根本的方法是减少岩溶充填物和第四系松散土层被地下水潜蚀、搬运。在水文地质条件有利(过水通道范围不大,有较可靠的隔水边界)的情况下,通过打钻注浆,在过水断面上建立地下截水帷幕,是防止和减少地面塌陷的治本之道。国内已有几个成功的实例,具有广阔的发展前景。

(2)合理选择、布置水源地和抽排水方式。矿井抽排水与矿区供水水源地应考虑相互配合做到排供结合,发挥最大的社会效益。抽排水的方式应尽量合理,对于水源井,要适当控制

抽水量和下降水位,防止集中过量开采地下水引起地面塌陷。对于矿区疏排水,应避免一开始就采取水位大降深,应严格控制矿井排水量,逐渐降低地下水,缓慢改变地下水动力条件,从而达到减少地面塌陷的目的。对各种疏水孔必须设置合理的过虑装置,防止泥沙大量流失产生地面塌陷。为了掌握疏干排水时地面产生塌陷的情况,要建立地面塌陷监测网,以揭示塌陷产生的规律,为进一步预测和防治塌陷提供可靠的依据。

(3)钻孔充气防塌。对相对封闭的岩溶地段,可设通气孔防止真空吸蚀和高压冲爆,也有一定的防塌作用。如恩口煤矿,将塌洞的岩溶溶洞口全部用块石充填,混凝土封闭,并在其中间埋设充气管,以防止真空吸蚀作用。煤炭坝煤矿在塌陷区的泻水河岸施工一充气钻孔后,该塌陷区未再发生塌陷。

四、地面塌陷的处理方法

由于地面塌陷受地形、地貌、水文地质、工程地质等条件控制,因此对治理方法,往往不能采用单一的处理方法,应根据具体矿区采用综合治理方法对地面塌陷及时予以处理。

1. 塌陷回填。塌陷的回填是一个普通的处理方法,但由于塌洞所处的地形条件、地貌特征不同,覆盖土层的厚度不同,基底岩溶洞口的出露与否,都直接关系地表水或降雨的渗入量,相应的回填方法和施工处理方法不尽相同。

(1)当塌陷底部未暴露可溶岩岩溶洞口时,应先用块石、碎石或毛石混凝土等充填下部塌陷区,上部再用三合土或粘性土回填,并予以分层夯实。回填处应高出地面0.5米左右,以防受地表水的影响。事实证明,采用土石方直接回填的塌洞,效果不佳,仍有“塌洞复活”的现象发生,有时一个塌洞要反复3~4次填补。

(2)当塌洞底部可溶岩岩溶洞口出露时,应首先把塌洞底部基岩稍作清理,再据溶洞口规模的大小,选用块石、废坑木、废钢轨等先予支撑,然后用混凝土浇灌,将岩溶洞口严密封闭,

最后用粘性土充填并分层压实。回填处也应稍高于塌陷洞口周围的地面标高。实践表明,这样处理的塌陷稳定可靠,回填效果较好。

2. 围堤挖沟。对塌陷密集地带,又处于洪水淹没范围时可构筑土堤将塌陷区围起来,防止洪水对汇水塌坑的径流补给。在地势较低的塌陷区外围,可因地制宜地开挖横截地表径流的沟渠,以避免降雨汇流进入塌陷区造成不良后果。在地表积水有可能通过塌陷坑增大矿井涌水量的地段,应开沟疏导引流,排除积水,可以减少地表积水渗漏造成潜蚀破坏作用。例如凡口铅锌矿在东部地势低洼塌陷区以北沿山脚地带开挖了导水沟,取得了较好的效果。

3. 河床塌陷的处理。对河床地段塌陷坑,若数量少,也可用上述填封塌陷的办法回填处理,简单而经济。若塌陷较多,但分布长度不大,第四系覆盖层又较厚时,可用铺设人工河床的办法通过塌陷区。斗笠山煤矿对丁加冲小溪的塌陷处理即是一例。若第四系覆盖层较薄,河水流量又不大,可采取剥除盖层,在基岩上砌墩、建拱渡槽引水的方法,如斗笠山煤矿处理泉塘水溪中塌陷。铜录山矿于1988年6月因降雨水涨,河水沿青山河床的塌陷区灌入地下,流入矿区,为防止矿坑淹没,在青山河桥墩段河床安装了重型钢板结构的渡槽46米,将河水引渡过塌陷区。水口山铅锌矿曾家溪桥头塌陷区用三合土建造270米长的人工渡槽,使矿井排水量明

显减少。

当然,对于河床中塌陷密集,分布长度大的河流,应根据具体情况考虑对河流采取局部改道的方法处理,使河渠远离塌陷区。水口铅锌矿对曾家桥和桥头塌陷区的河段(280米)进行改道,避开原塌陷的河道。泗顶铅锌矿对塌陷严重的泗顶河一段(1200米)也进行了改道。

4. 加固措施。未经有效处理的地表塌陷及预计的塌陷影响范围内,不应作为天然地基。对塌陷的工程处理应按其成因区别对待,并充分估计处理后重发性。工程措施宜采用地表截流、防渗堵漏、挖填灌、堵塞岩溶通道、通气降压等方法,同时应采用钢筋混凝土梁板跨越。对重要建筑物,应采用桩(墩)基。

在岩溶矿区因排水疏干出现地面塌陷是一种极为普遍的环境工程地质现象。其破坏能力严重,危害程度极大。工程实践表明,采用防渗注浆帷幕治理方法和对塌陷区的地表水系建改道工程的防治方法,所需投资费用较大,对原始资料精度要求高,实施前应考虑进行专门的“岩溶塌陷的工程地质勘察”、“防渗注浆帷幕幕址的工程地质勘察”以及“地表水系改道线路的工程地质勘察”等,使防治方案建立于可靠的基础上,必须经过多种防治方案的技术经济比较,确定技术上可行,经济上合理的最优方案,以达到预期的目的。

(阜新矿业学院)

参考文献(略)

环境地质学——21世纪地学发展的机遇

环境问题是当今国际社会普遍关注的重大问题,日趋严重的地质环境与地质灾害把地质学家推到了保护地球环境的前沿。保护环境、保护人类,是地质学家义不容辞的责任。

环境地质学是一门综合性学科,主要研究地球表面地质环境变化的原因和规律及地质环境与人活动的相互关系。环境地质学已进入一个新的发展时期。主要表现在:1. 环境地质研究问题国际化。一些复杂而紧

迫的全球变化问题,并非哪个国家能独立解决,必须联合起来对付全球环境恶化和灾害。2. 环境地质研究已触及人类生活和工农业生产的各个领域。如全球构造与气候的关系、地球化学背景与农业的关系、微量元素与人体健康(地方病)的关系、核废物的安全处置等等。3. 人类活动对环境的影响越来越大,从而导致地质环境日益恶化和地质灾害的频繁发生,因此,环境工程地质得到重视。4. 重视地质灾害的预测和防治。