

Impact assessment of hydrogeological changes on groundwater environment in mining areas

Rong Wang Xiaoyu Chen

Liaoning Province Geological Mineral Survey Institute, Co. Ltd., Shenyang, Liaoning, 110034, China

Abstract

Mining activities significantly alter the hydrogeological conditions of mining areas, primarily manifested through structural damage to aquifers, changes in groundwater dynamic conditions, and alterations in recharge and discharge patterns. When these changes occur, they exert multifaceted impacts on groundwater environments, inevitably leading to substantial water level drops, the formation of sinkholes, groundwater contamination, reduced water availability, and disruption of water circulation systems. This paper provides an in-depth analysis of the mechanisms and specific manifestations of these effects, aiming to establish scientific foundations for groundwater protection and remediation in mining zones, thereby facilitating coordinated development between mining operations and ecological conservation efforts.

Keywords

mining area; hydrogeological conditions; groundwater environment; influence; countermeasures

矿山开采区水文地质条件变化对地下水环境的影响评估

王蓉 陈晓宇

辽宁省地质矿产调查院有限责任公司, 中国·辽宁 沈阳 110034

摘要

矿山开采活动会显著改变矿区的水文地质条件, 而这一改变主要体现为含水层结构破坏、地下水动力条件改变以及补径排条件变化等。当上述这些变化发生时, 便会对地下水环境产生多个方面影响, 必然导致地下水水位大幅下降并形成降落漏斗、造成地下水水质污染、使地下水水量减少, 以及破坏水循环系统使其紊乱。本文就深入地分析了这些影响的作用机制和具体表现, 旨在为矿山开采区地下水环境的保护和治理提供科学的依据, 为矿山开采与生态环境保护的协调发展提供助力。

关键词

矿山开采区; 水文地质条件; 地下水环境; 影响; 应对策略

1 引言

矿山资源一直以来都是国家经济发展的重要物质基础, 无论是煤炭、铁矿还是有色金属矿, 均在工业生产、能源供应等领域发挥着不可替代的作用。目前矿山开采在推动社会进步和经济增长的同时, 也对周边环境造成了一系列的负面影响, 其中地下水环境的破坏尤为突出。而矿山开采区的水文地质条件是地下水赋存和运动的基础, 它就如同一个精密的系统, 维持着地下水的稳定状态。可开采活动的每一个环节都有可能打破原有的水文地质平衡, 导致地下水的赋存状态、运动规律等发生改变, 进而影响到地下水环境的稳定性和安全性。

近几年随着矿山开采规模的不断扩大和开采深度的逐渐增加, 水文地质条件变化对于地下水环境的影响也日益显

现。特别是在我国北方的一些煤炭开采区, 由于长期大规模地开采, 使得地下水水位持续地发生下降, 已经形成了大面积的地下水漏斗区, 甚至部分区域的水位下降幅度超过了百米。在南方的有色金属矿区, 因为采矿过程中产生的废水携带了大量的重金属, 导致周边的地下水收到了污染, 致使当地居民出现了饮水困难和健康问题。

2 矿山开采区水文地质条件变化的主要表现

2.1 含水层结构破坏

实际在矿山开采的过程中, 为了开采地下矿产资源, 往往需要进行地下巷道开挖、采空区形成等作业, 但这些活动会直接破坏含水层的结构。此时原本完整的含水层可能会被切割、穿透, 导致含水层的连续性受到破坏, 那么地下水的储存空间便会发生改变^[1]。例如, 在煤层开采中, 采空区上方的岩层会发生移动和变形, 且这种变形会向上传递, 进而影响到含水层所在的岩层。甚至随着采空区面积的扩大, 岩层的移动范围也会增大, 使含水层的孔隙度和渗透率发生

【作者简介】王蓉(1994-), 女, 本科, 助理工程师, 从事水文和环境地质研究。

显著地变化。原来一些原本孔隙度较大、透水性较好的含水层,可能会因为岩层挤压而孔隙度减小,导致其透水性降低,部分含水层甚至可能会失去原有的储水能力。同时开采活动还可能会引发断层活化。原因是断层在地质构造中原本可能处于相对稳定的状态,有的断层本身具有隔水作用,可以将不同的含水层分隔开来。但在开采的过程中,地下应力分布发生了改变,可能会导致断层发生位移或错动,使得原本隔水的断层成为地下水的通道。这样一来,不同含水层之间的地下水就会通过断层相互渗透,进一步地改变了含水层的结构和分布。

2.2 地下水动力条件改变

矿山开采会改变地下水的水头压力和水力坡度,从而影响到地下水的运动方向和速度,即改变地下水动力条件。一方面,在开采的过程中会抽取大量地下水用于降排水,以保证开采作业的安全进行。即在地下开采中,为了防止矿坑积水影响开采,需要不断地将地下水抽出。但这会导致开采区及其周边的地下水水位发生下降,继而形成降落漏斗。而降落漏斗的形成将使得地下水的水力坡度增大,在水头差的作用下,地下水的流动速度就会加快。随后原本的地下水运动方向就会发生偏转,向降落漏斗中心进行汇集。另一方面,采空区的形成会使地下水的渗透路径发生改变。所谓采空区,就是地下矿产被开采后留下的空间,一般这些空间可能被空气填充,也可能会积聚一定量的水。若地下水流动遇到了采空区,部分地下水可能会通过采空区进行运移。那么采空区的存在就相当于增加了新的渗透通道,而且其透水性往往与周围岩层不同,从而改变了原有的水循环路径。

2.3 地下水补径排条件变化

矿山开采对地下水的补给、径流和排泄条件均会产生一定的影响。首先在补给方面,开采活动可能会破坏地表植被和土壤结构。由于地表植被具有保持水土、增加降水入渗的作用,而矿山开采过程中需要剥离地表的植被和土壤,重新修建为矿山道路、厂房等设施,此举导致地表植被的覆盖率降低,土壤结构也遭到了破坏^[2]。如此一来,降水落到地表后更多地以地表径流的形式流失,降水的人渗量被迫减少,从而降低了地下水的补给量。其次在径流方面,如前文所述,含水层结构的破坏和地下水动力条件的改变会导致地下水的径流路径发生改变。当含水层被切割、穿透后,原本连续的径流通道可能会被堵塞,新的径流通道便会形成。最后在排泄方面,开采过程中的排水将成为地下水的一种新的排泄方式。原本地下水的排泄主要包括向地表水体补给、泉眼溢出等自然排泄方式。但在矿山的开采中,大量的地下水被抽排到地表,且这种人工排泄方式的排泄量远远大于自然排泄量,就可能会导致原本的泉眼干涸,因为地下水水位下降,泉眼则会失去补给的来源。

3 矿山开采区水文地质条件变化对地下水环境的影响

3.1 对地下水水位的影响

矿山开采区的水文地质条件变化对于地下水水位的影响最为直接和明显。因为开采过程中大量地抽取了地下水以及对含水层结构的破坏,会导致地下水的水位发生大幅度地下降。虽然在开采初期,水位的下降主要集中在开采区附近,其影响的范围较小。但随着开采时间的延长和开采范围的扩大,水位下降的范围会变会逐渐地扩大,进而形成较大范围的降落漏斗。通常降落漏斗的大小和深度与开采规模、开采时间、含水层的透水性等因素有关,开采的规模越大、时间越长,含水层透水性越好,那么降落漏斗的范围就越大,深度也就越深。实际上地下水的水位下降会带来一系列问题,比如浅表层地下水干涸、对土壤的浸润作用减弱以及改变地下水与地表水的水力联系^[3]。

3.2 对地下水水质的影响

当水文地质条件发生变化时,会加剧地下水的污染,对于地下水的水质造成严重地影响。具体来说,矿山开采的过程中会产生大量的矿坑水,而矿坑水中含有高浓度的悬浮物、重金属、硫化物等污染物。像金属矿地开采中,矿石中的硫化物与水、空气接触后会发生化学反应,随即产生酸性矿坑水,其中含有铜、铅、锌、镉等重金属离子,且浓度往往会超过国家标准。若采空区与含水层连通或因断层活化等原因导致矿坑水与地下水发生混合时,上述这些污染物便会进入地下水系统,最终造成地下水被污染的情况。同时开采活动还会破坏地表植被和土壤层,使地表的污染物更容易随着降水入渗进入到地下水内,并且地下水动力条件的改变还影响着污染物在地下水中的迁移和扩散。

3.3 对地下水水量的影响

一旦矿山开采区的水文地质条件发生变化,将导致地下水的水量减少。一方面含水层结构的破坏将使地下水的储存空间减小,导致地下水的储存量减少。因为采空区的形成会使原本储存于含水层中的地下水流失,而采空区的存在使得含水层的结构被破坏,所以地下水无法再在原来的空间中得以储存,便会流向采空区,然后被抽排到地表^[4]。实际随着采空区面积的不断扩大,会有越来越多的含水层空间被破坏,地下水的水量也随之大大幅度地减少。甚至一些小型的含水可能会完全干涸,完全失去供水的能力。另一方面是地下水补径排条件的改变影响着地下水的补给量和排泄量。由于补给量的减少和排泄量的增加(如开采排水)共同作用,导致了地下水的动态平衡被打破,致使水量逐渐地减少。加之地表植被和土壤结构被破坏,降水的人渗量减少,使得地下水的补给来源不足。不仅如此,开采过程中的大量排水,还会使地下水的排泄量远大于补给量,地下水的储量在不断

地被消耗。

地下水水量的减少会对区域水资源供应造成严重的影响。对于以地下水为主要水源的地区,可能会出现水资源短缺的局面。这个时候,居民的生活用水无法得到保障,他们不得不寻找其他水源,进而增加了用水的成本。农业灌溉用水自然也会受到限制,导致农作物减产,影响到当地的农业发展。同时水量减少还会使地下水的自净能力下降。因为地下水的自净能力与水量、水流速度等因素有关,水量减少后地下水的更新速度减慢,污染物在地下水中的停留时间便会延长,难以被稀释和净化,最终加剧了地下水污染的程度。

3.4 对水循环系统的影响

矿山开采区水文地质条件发生变化时,会破坏原有的水循环系统,使其发生紊乱。即原本的地下水与地表水之间的自然交换过程受到了干扰,地下水的径流路径随之发生改变,水循环的速度和方向也会有相应的变化。例如采空区的存在可能使地下水的径流受阻,当地下水流动到采空区边缘时,由于采空区的透水性及周围岩层不同,或者是采空区被某种物质填充,就可能使地下水无法顺利地通过,从而在采空区周边停滞,然后形成死水区域。而断层活化可能会使地下水通过断层快速地流失,直接改变区域的水循环格局。原因是断层活化后形成的通道使原本在某个区域循环的地下水,会通过断层流向其他区域,甚至是流向更深的地下或地表。另外水循环系统的紊乱也会进一步地影响到生态环境。当地下水与地表水的交换减少,就会导致湿地、河流等生态系统的水源补给不足。而湿地是重要的生态系统,其依赖与地下水和地表水的补给维持其生态功能,补给不足必然会导致湿地的面积被缩小,湿地中的动植物则会失去栖息地,最终生物多样性被迫减少。河流的径流量减少主要影响的是河流的生态功能,如水质净化、水生生物栖息等等,其会引发生态退化的问题。

4 矿山开采区水文地质条件变化对地下水环境的影响评估

4.1 影响范围的延展性评估

矿山开采区水文地质条件变化对于地下水环境的影响并非局限于开采区及周边小范围,其影响具有较强的延展性。因为地下水具有流动性,水文地质条件的改变会通过地下水的径流将影响扩散到更远的区域。而污染物在地下水中的迁移也会扩大影响的范围。当矿山开采产生的污染物进入地下水后,还会随着地下水的流动向远处进行扩散,即污染

区域可能会不断地进行扩大^[5]。

4.2 长期影响的持续性评估

基于上述内容来看,矿山开采区水文地质条件变化对地下水环境的影响具有长期持续性。即使在矿山开采活动停止之后,已经发生改变的水文地质条件也难以在短时间内进行恢复,其对地下水环境的影响可能会持续数十年甚至是更长的时间。若从含水层结构入手,开采活动造成的含水层破坏是不可逆的,采空区的存在、断层的活化等均会长期地影响地下水的储存和运动。若从地下水水质方面而言,进入地下水系统的污染物具有持久性,尤其是重金属等污染物,它们很难通过自然过程降解。此外水循环系统的紊乱也会产生长期的影响,因为地下水与地表水的水力联系一旦被改变,就会导致地表水体生态系统的长期退化,那么湿地面积缩小、河流径流量减少等问题可能会持续地存在。

5 结语

总之,矿山开采区水文地质条件变化对地下水环境的影响是多维度且复杂的,其涉及到地下水水位下降、水质污染、水量减少以及水循环系统紊乱等多个方面,且这些影响不仅威胁着区域水资源的安全供给,还对生态环境和人类健康构成了潜在的风险。而深入地探究这些影响的作用机制和具体表现,是制定有效应对策略的前提和基础。在未来,相关人员应进一步加强矿山开采区水文地质条件变化与地下水环境相互作用机制的研究,积极地运用先进的技术手段,如3S技术、数值模拟技术等,来提高影响评估的准确性和预测能力,以此为制定更加精准的应对策略提供理论层面的支持。

参考文献

- [1] 王楠. 矿山开采对水文地质环境变化的影响分析[J/OL]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2019(12): [2020-04-03]. <https://www.cqvip.com/doc/journal/2010237254518868992>.
- [2] 李玥. 矿山开采对水文地质环境变化的影响[J/OL]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2019(2): [2019-03-11]. <https://www.cqvip.com/doc/journal/2010237546477914624>.
- [3] 凌付南. 论矿山开采对水文地质环境变化的影响[J]. 世界有色金属, 2018, 43(06): 179-180.
- [4] 石峰, 石磊. 矿山水文地质条件对地质灾害发育的控制作用[J]. 中国金属通报, 2025, (09): 237-239.
- [5] 杨闪. 论矿山开采对水文地质环境变化的影响[J]. 资源节约与环保, 2018, 33(10): 128-128.