

矿山地质灾害特征及防治策略

金鸿宽（山西泽州天泰能源有限公司，山西 晋城 048000）

摘要：根据目前煤矿地质灾害的发生现状来看，诱发因素多种多样且具有群发性、继发性、多样性等特征。根据一些已发生地质灾害的煤矿来看，开采期间采空区的范围不断扩大，继而引发底板岩层和煤层顶板的破碎，诱发多种地质灾害。在水体下开采时，若开采活动管控力度不足，也可能出现岩层裂隙，对周边环境造成影响，甚至引发矿井事故。鉴于此本文便分析了煤矿地质灾害的特征，在此基础上提出了有关的防治策略。

关键词：煤矿开采；地质灾害；防治策略

煤矿开采不可避免地会影响开采区域的地质结构，这也可能在开采区滋生出很多地质灾害隐患。如煤矿开采之前的废土没有合理处理就可能在降雨时产生滑坡泥石流等灾害，煤矿开采后也会形成采空区，采空区由于内部空洞面积较大，导致承载能力不足，也可能诱发地面塌陷等地质灾害。煤矿地质灾害普遍具有严重的危害性，危及现场开采作业人员的生命财产安全，因此有必要了解煤矿地质灾害的基本特征，制定合理有效的灾害防治策略。

1 煤矿地质灾害的主要特征

1.1 群发性

与普通的地质灾害不同，煤矿开采中的地质灾害具有明显的群发性特征，井下煤矿资源在采掘期间，会随着采掘深度的不断推进，对矿井内部的地质结构与周边地质带来影响，部分地质结构的稳定状态被打破，导致井下岩层内应力出现偏移，岩层结构稳定性不足所带来的地质灾害往往不止一项。煤矿资源开发中，可能会出现岩层崩塌、地面沉降等地质灾害，这些灾害往往会一起或接连发生，对现场作业人员的生命财产安全带来威胁。

1.2 诱发性

煤矿地质灾害的诱发性特征指的是地质灾害所表现出的连锁反应，在发生某一项地质灾害时带来其他地质灾害。如煤矿井下作业期间，若发生矿井突水的地质灾害问题，会导致大量地下水涌入到矿井内部，再经过渗透导致地下水结构失调，使得地面也产生不同程度的下陷问题，也可能因此引发岩体结构裂缝，这类地质灾害还会随着时间的推移而引发新的地质灾害问题，在灾害治理时不仅要关注预防工作，同时还要防范地质灾害可能诱发的其他灾害。

1.3 多样性特征

在煤矿地质灾害中，灾害类型表现出了明显的多样化特征，而且结合不同地质灾害的所属类型，所产生的危害以及影响时间也具有明显差别。危害事件较短的灾害大多为突发事件，实际的危害影响持续时间较短但破坏力却非常大。而持续时间较长的地质灾害并不会在短期内带来严重的经济损失或人员伤亡，例如土地盐碱化等，但这类灾害却有着渐发性特点，可能会形成煤矿安

全隐患^[1]。

2 煤矿地质灾害类型与表现

2.1 瓦斯爆炸

瓦斯爆炸是煤矿灾害中最严重的一种，瓦斯指的是植物纤维素与有机质在厌氧菌的分解作用下形成的一种无色、无味、易燃、易爆气体，高温与高压条件下，成煤的同时也会经过理化作用产生瓦斯。正因为瓦斯无色无味，所以当煤矿开采中遭遇瓦斯时难以通过嗅觉察觉，但若是瓦斯浓度过高，则可能会导致缺氧窒息。瓦斯在地下围岩或煤层中，通常以游离、吸附的状态存在，正常状态下甲烷、乙烷、丁烷为气态，戊烷则为液态。在煤矿开发期间，瓦斯较为常见且优势危害性最大的灾害，井下工作多为封闭工作，一旦瓦斯浓度超标，遭遇明火或火花时极有可能引发瓦斯爆炸灾害。在井下采掘工作面持续拓展过程中，井下瓦斯浓度积累到5~15%左右时就可能引发瓦斯爆炸事故，瓦斯爆炸所产生的高温高压对于井下工作人员和设备会带来极为严重的伤害，还会伴随着有毒的一氧化碳气体，在爆炸后现场也十分危险。

2.2 地面塌陷

地面塌陷的形成原因大多来自于采掘工程产生的采空区，地面塌陷形成时，裂缝也会相继而生，塌陷位置的形态与范围都与采掘方式有着密不可分的联系。部分矿区选择房柱式开采，这种开采模式下采空区面积更小，若出现地面塌陷灾害，那么塌陷区则为带状或串状分布。一些大型矿区常选择回采模式，这种采掘模式下采空区的面积大，塌陷面积同样较大，可能造成梯级塌陷。在产生地面塌陷灾害时，还可能引发地下水水位下降的现象，进而导致道路坍塌、植被破坏等，一定区域的生态环境也会遭受连锁影响，甚至当地人的饮水也可能受到影响，造成生态与经济损失。

某矿区整体地形较为平缓，植被覆盖率较高，但因为煤矿资源的粗放式开采，产生了大面积的采空区，引发地面塌陷与地裂缝等多种地质灾害。据了解，全市的塌陷面积达到了60.15km²左右，采空区面积220km²，塌陷面积56.21km²，共有1920余户当地人家遭受影响，3480间房屋遭受不同程度的损坏，并且大范围更低与林草地遭到破坏。此外当地的水源也因此受到破坏，当地

某县境内已经有十余条河流出现了断流现象, 20 余口全井彻底干涸。煤矿资源的开采使得采空区面积也在不断延伸, 地表塌陷的面积也在累加, 地质灾害频发对当地人的生活也带来了严重威胁。若该矿区在开采方式上不进行改进, 还会造成新的地面塌陷灾害。

2.3 滑坡灾害

滑坡灾害指的是陡坡中岩体或土体顺着贯通的剪切破坏面而形成的一种地质滑移现象。滑坡灾害的形成机制便是在一个滑移面中, 如果剪切应力高于滑坡面的抗剪强度, 便会造成地质滑移灾害。滑坡属于一种严重的地质灾害, 会为当地居民的生命财产安全及工业、农业生产带来严重损失, 若情况较为严重, 还可能引发大规模的灾难, 危及当地人畜、植被、基础设施安全。煤矿开采作业会产生煤矸石, 而煤矸石大量堆积在矿井附近时会占用较大的土地空间, 对周围生态环境带来影响, 引发矿区及周边地表蓄水能力降低, 在暴雨来临时地表蓄水能力不足很容易引发滑坡和泥石流等地质灾害。从本质上来看, 滑坡灾害并不能完全归咎成自然灾害, 煤矸石处理不妥当和煤矿开采对地质带来的影响也是主要因素之一, 因此更应在煤矿开采的同时考虑到生态问题。

3 煤矿地质灾害的防治方法

3.1 瓦斯爆炸的防治

实际上瓦斯爆炸灾害的发生离不开两个条件, 其一为瓦斯浓度过高, 其二则是遭遇明火或火花, 也就是可燃条件与点燃条件。在瓦斯爆炸灾害防治中, 单纯针对点燃条件展开防治并不够彻底, 瓦斯浓度过高时即便不点燃也会造成人员缺氧窒息甚至是中毒, 所以要从问题的根源, 也就是可燃条件展开防治。首先在煤矿开采作业中, 应及时做好瓦斯的抽取工作与工作面通风工作, 严格贯彻“一通三防”原则, 做好通风、防尘、防火、防瓦斯。利用瓦斯抽取和通风的方式将瓦斯含量控制在安全范畴, 避免瓦斯含量过高导致的爆燃或中毒问题; 其次要根据开采工作面现状做好瓦斯的超标预防预警工作, 建立瓦斯超标预警机制与应急机制, 在煤矿开采期间利用现代技术手段实现瓦斯的含量检测, 当瓦斯含量达到预警线时及时发动警报, 并采取应急处理措施, 降低瓦斯的含量, 确保采掘作业的安全性。在瓦斯爆炸灾害防治中, 还要严格控制明火, 明确规定井下明火使用要求, 强化工作人员的安全意识, 避免人为操作失误引发的地质灾害。

3.2 地面塌陷的防治

地面塌陷是矿区最严重的地质灾害之一, 而塌陷灾害成因条件复杂, 防治工作同样复杂, 涉及的内容与影响因素多种多样, 对此应当充分了解矿区的地质结构信息, 从而制定科学可行的塌陷防治方案, 具体要关注以下几点:

3.2.1 做好预测预报工作

针对当前正在投产的矿区, 应当及时收集井下的有关信息, 如地质结构信息、水文信息、采空区等。通过

现场调查和测量等方式, 了解以往的开采信息, 重点在于从开采之初到现在的开采范围, 针对开采强度高、采空区面积大、易发生沉降的地区也要分析采空区的形成规律, 做好地面塌陷灾害的预报预警工作。

3.2.2 做好煤矿采煤技术与地质灾害防治培训

将煤矿开采区中的地质灾害防治原则从原本的发现与治理, 变更为预防与控制, 在煤矿开采区中展开矿区地质灾害影响评估、地质灾害发展预测、地质灾害调查等工作, 按照矿产资源发展规划中的科学开发、合理利用、矿业可持续发展等原则, 强化可持续发展意识, 将其作为指导思想展开地质灾害防治综合培训, 在开采矿产资源的同时还要做好环境治理工作。

3.2.3 地方居民搬迁与疏散

已经受采空区塌陷影响的当地居民应当及时搬迁撤离, 新搬迁地区也要根据与采空区的距离做好地质灾害的危险性评估工作, 并且原址也要做好地质灾害勘测工作, 避免新的地质灾害发生。

3.2.4 受破坏地区的综合治理

做好受破坏地区的综合治理工作, 受破坏地区包括矿区周边的自然环境和周边居民的生活设施, 如植被恢复、地质恢复、房屋加固、排水设施建设或重修等, 整体的规划治理应当为当地受影响居民的生活提供保障, 如住宅、教育、医疗、饮水、农业等。

3.2.5 采空区探测

对于历史存在采空区或可能存在采空区的区域, 在工程建设前应当做好勘查工作, 包括煤矿开采的建设性作业和当地居民的设施建设, 都要利用物探法探明地下是否有采空区、采空区面积等。

3.3 滑坡防治

煤矿地质灾害中, 滑坡灾害的成因大多源于开采产生的煤矸石等固体废物, 因此在煤矿采掘中, 形成的废弃物应当妥善处理, 保证堆放区域的平坦性, 废弃物也要做好分层处理工作, 以及堆放周边建造遮挡结构。若需要将废弃物放置在缓斜坡, 那么坡脚必须要建立遮挡设施, 沿着遮挡设施紧密堆放, 保证废弃物堆放的平稳性。建造的坡脚要足够稳定, 若有需求可以选择稳固支架或构造栏进行遮挡。煤矿开采之初可能因场所问题需要进行挖掘处理, 而挖掘坡脚需要注意维护工作, 对已知的滑坡也要做好综合治理。工业场所在开发要求下必须挖掘时, 也要根据岩土结构选择适合的坡脚, 也要利用稳固法或构造栏等方式进行加固。

4 煤矿地质灾害的防治建议

4.1 做好煤矿开采区域的地质勘查

在煤矿开采作业正式开始之前, 需要针对开采作业面及其周边的地质条件进行全方位的勘查以及比对分析, 从而制定针对性的地质灾害防治方案。而在煤矿地质勘查作业期间, 勘查人员需要针对可能出现的煤矿地质灾害进行预防, 评估地质灾害发生时可能会带来的威胁程度与影响范围等, 特别是一些具备诱发性特点的地

质灾害类型,更要全面且深入的研究分析,将现场勘查获取到的数据信息进行详细记录,为煤矿地质灾害的防治和控制做好铺垫。除此之外,煤矿企业还需要在地质灾害防治期间提高资金投入力度,将地质灾害的防治作为管理工作中的重要环节,根据开采区域的实际情况制定并持续改进管理制度体系与地质灾害防控措施,强化管理人员与一线工作人员的安全意识等。

4.2 制定完善的地质灾害防治计划

在防治煤矿地质灾害过程中,防治计划的制定更要注重灾害发生前的预防,防治计划可以有效加强煤矿地质灾害的抵御能力和处理效率,并且从根本上降低地质灾害的发生概率与危害程度,保证煤矿开采作业的顺利推进。对于煤矿作业而言,开采工作前制定完善的地质灾害防治计划具有现实意义,通过事前制定预防控制计划,在事中实现降低灾害发生率与影响力的目的,最大程度上为现场工作人员的生命财产安全提供保障,也减少企业因地质灾害而产生的损失。当前很多煤矿企业在采掘施工中缺乏合理可行的理论知识和基础设施等条件支持,开采理论与技术手段较为欠缺,在煤矿施工现场依然沿用着以往的传统采掘技术,这不但提升了煤矿地质灾害的发生概率,同时也不利于地质灾害的防治,在发生地质灾害事故时也无法采取有效的手段将损失降到最低。虽然传统煤矿开采技术的操作流程较为简便,对于技术水准的要求也不高,但安全性与开采效率上必然有所欠缺,并不能构成足够坚固的屏障来保证人员生命安全,也可能会为周边环境带来更严重的破坏。传统的粗放型开采作业模式已经对很多地质环境会造成不可逆的损害,这本身就提高了地质灾害的发生频率与概率,而且上述的土地盐碱化等长期性的地质灾害还会带来更严重的范围性环境破坏,不利于煤矿行业的可持续发展。对此在煤矿开采期间,为有效避免地质灾害的出现,应当制定完善的灾害防治计划,根据既有的地质条件、技术条件、设施条件等制定针对性的灾害防治计划,提高开采过程的安全性。此外还需要预先制定好风险的防控与应对方案,在安全生产的前提下提高开采效率。

4.3 选择合理的回采方式

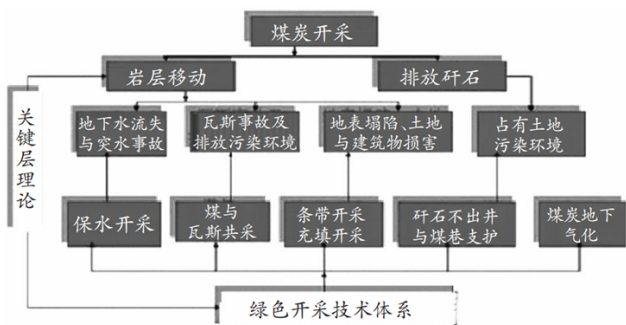


图1 绿色开采技术体系

煤矿回采方式也是引发煤矿地质灾害的主要原因之一,以往煤矿开采方面的法律法规建设存在不足,个别煤矿企业在开采技术和开采流程方面存在着不合理、不合法等行为,这也会提高地质灾害的发生频率。比如垮

落法管理顶板构成的岩层移动影响地表可能会产生开采沉陷区。如今煤矿开采技术的不断发展,很多企业都应用绿色采矿技术来填充采空区,岩层移动的情况得到了有效解决,开采沉降区问题也得到了避免,绿色开采技术体系如图1所示^[2]。

4.4 构建地质灾害预报系统

许多煤矿地质灾害的发生原因很难推测,人为主观判断存在不确定性和不全面性,对此可以利用现代设备来监测各类地质灾害的诱发条件。对于煤矿冲击地压灾害来说,可以引进微震监测系统预警,冲击地压微震监测系统如图2所示。

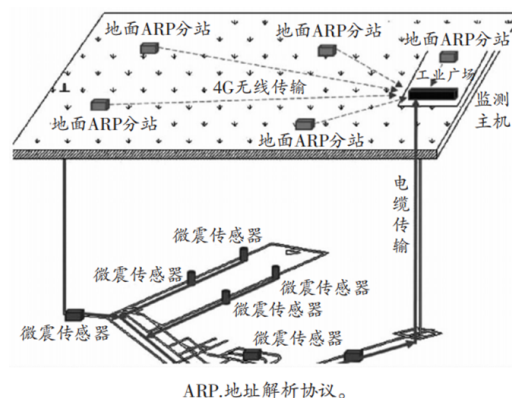


图2 冲击地压微震监测系统

冲击地压微震监测系统可以对岩层运动的能量进行监控,若发现能量超出预设的范围则发动预警,管理人员即可在安全位置采取相关的控制措施。面对煤矿瓦斯突出灾害来说,可以在巷道位置加装瓦斯探测器,时刻监测巷道瓦斯浓度。若巷道中的瓦斯浓度超出预定值则需要主动切断所有设备的电源,避免瓦斯爆炸事故的发生。面对煤矿突水灾害来说,可以在含水层施工位置钻孔并安装压力表,监测水压的变化,同样若水压超出安全值则采取对应的治水方案。煤矿地质灾害的发生情况不同,也需要结合具体情况选择对应的地质灾害预报系统,保证地质灾害的解决效率和开采安全性^[3]。

5 结束语

煤矿地质灾害对于煤矿开采活动带来了巨大的威胁,地质灾害的防治成为首要问题。煤矿企业应当在开采作业前做好现场的勘查工作,并制定完善的灾害防治计划,选择科学的开采技术手段,构建地质灾害预报系统等,从多个方面提高地质灾害的防治力度。

参考文献:

- [1] 刘强. 煤矿地质灾害特征及防治措施探究[J]. 当代化工研究, 2021(18):10-11.
- [2] 隋成禹. 我国煤矿地质灾害特征分析及防治研究[J]. 哈尔滨职业技术学院学报, 2021(04):76-78.
- [3] 王进良. 煤矿地质灾害特征及其防治措施[J]. 能源与节能, 2021(06):98-100.

作者简介:

金鸿宽(1990-),男,吉林蛟河人,汉族,2020年毕业于东北大学采矿工程专业,从事煤矿地测防治水工作。