

地质条件对于采矿安全的影响及其防治措施

汤卫龙

陕西五洲矿业股份有限公司 陕西 商洛 726403

摘要：本文聚焦地质条件对采矿安全的影响。首先阐述主要影响类型，包括岩层性质、地质构造、水文地质和不良地质现象。接着详细分析各类地质条件对采矿安全的具体影响，如岩层性质影响巷道稳定性，地质构造破坏岩体完整性等。然后提出采矿安全地质隐患的防治原则，即预防为主、因地制宜、全程管控。最后给出针对不同地质隐患的具体防治措施，涵盖岩层性质、地质构造和水文地质隐患的防治，为保障采矿安全提供全面指导。

关键词：地质条件；采矿安全；影响因素；防治措施

引言：采矿作业作为资源开发的关键环节，其安全性受地质条件影响深远。地质条件复杂多变，涵盖岩层性质、地质构造、水文地质及不良地质现象等多个方面，不同因素对采矿安全的影响形式与危害程度各异，且相互关联、相互作用，进一步放大了采矿过程中的安全风险。一旦发生安全事故，不仅会造成人员伤亡和财产损失，还会对生态环境产生严重破坏。因此，深入研究地质条件对采矿安全的影响，制定科学合理的防治原则与具体措施，对于保障采矿作业的安全、高效进行，促进矿业经济的可持续发展具有至关重要的现实意义。

1 地质条件对采矿安全的主要影响类型

地质条件在采矿安全领域扮演着极为关键的角色，其对采矿安全的影响贯穿于采矿作业的每一个环节。不同类型的地质因素，不仅影响形式各有特点，所造成的危害程度也大不相同，主要集中体现在岩层性质、地质构造、水文地质以及不良地质现象这四个核心方面。而且，这些因素并非孤立存在，它们之间相互关联、相互作用，进一步放大了采矿过程中的安全风险。（1）岩层性质是影响采矿安全的基础因素之一。不同岩层的硬度、脆性、节理裂隙发育程度等存在差异。例如，坚硬且脆性的岩层在采矿爆破或机械开挖时，容易产生飞石，对作业人员和设备造成直接伤害；而软弱破碎的岩层则可能发生冒顶、片帮等事故，威胁井下作业空间的安全。（2）地质构造的复杂性也会给采矿安全带来诸多挑战。断层、褶皱等地质构造的存在会破坏岩体的完整性，降低岩体的稳定性。在断层带附近，岩体破碎，容易发生坍塌和突水事故；褶皱构造则可能导致应力集中，增加岩爆等动力灾害发生的可能性。（3）水文地质条件同样不容忽视。地下水的存在会增加采矿的难度和危险性。突水事故不仅会淹没巷道和设备，还可能引发泥石流等次生灾害，对人员生命安全构成严重威胁。不

良地质现象，如岩溶、瓦斯突出等，也是采矿安全的大敌。岩溶发育地区可能出现地面塌陷，破坏地表设施；瓦斯突出则会在瞬间释放大量瓦斯和煤尘，引发爆炸事故，造成重大人员伤亡和财产损失^[1]。

2 各类地质条件对采矿安全的具体影响

2.1 岩层性质对采矿安全的影响

岩层的物理力学性质与完整性状况，是决定采矿巷道及采场稳定性的关键，也是影响采矿安全的基础性要素。坚硬且完整的岩层，具备较高的抗压与抗剪强度。在巷道开挖过程中，这类岩层能够保持较好的自身稳定性，不易发生明显的变形、垮落等情况，为采矿作业营造了相对安全的环境，安全风险处于较低水平。与之相反，松软岩层，像页岩、泥岩等，其质地疏松、强度低下，并且在遇水后极易出现软化、崩解现象。当对这类岩层进行巷道开挖时，顶板下沉、帮壁片帮等问题会频繁发生。这不仅会严重干扰采矿作业的正常进度，还可能对作业人员的人身安全构成威胁，同时损坏采矿设备。另外，岩层的层理、节理发育程度同样不容忽视。节理裂隙密集的岩层，整体性较差，容易发生块体脱落，从而形成安全隐患。若岩层中存在软弱夹层，会进一步降低岩层的整体性与稳定性，增加巷道支护的难度，极易引发支护失效、顶板垮落等事故^[2]。

2.2 地质构造对采矿安全的影响

地质构造，涵盖断层、褶皱、节理等，是诱发采矿安全事故的关键因素，其影响主要在于破坏岩层完整性、改变应力分布，从而引发各类安全隐患。断层是岩层断裂后产生相对位移的构造，会严重破坏岩层的连续性。断层破碎带内的岩体结构松散、稳定性极差，当巷道穿越断层时，极易出现突水、突泥、顶板垮落等严重事故。而且，断层可能成为瓦斯、地下水等有害物质的渗透通道，进一步增加采矿作业的安全风险。褶皱构造

会使岩层发生弯曲变形。背斜部位岩层受拉应力作用,容易产生裂隙,导致稳定性降低;向斜部位岩层受压,会发生挤压变形,增大巷道支护压力,增加支护难度和成本。节理构造虽规模相对较小,但当其密集发育时,会像刀刃一样切割岩层,形成众多破碎块体,极易引发片帮、冒顶事故。同时,节理裂隙还会加速地下水的渗透,降低岩层的强度,对采矿安全构成持续威胁。

2.3 水文地质对采矿安全的影响

水文地质条件借助地下水的类型、水量、水压等关键因素,对采矿安全产生显著影响,其中地下水是导致采矿突水、淹井等重大事故的主要根源。在采矿作业推进时,一旦遭遇潜水、承压水等地下水,当巷道或采场揭露含水层,地下水便会迅速涌入作业区域。若涌水量超出排水系统的处理能力,且水压过高,就会造成巷道被淹没、采场被迫停产的严重后果,甚至直接危及作业人员的安全。不仅如此,地下水还会对松软岩层和断层破碎带产生软化作用,降低岩层的强度与稳定性,进而诱发片帮、冒顶等事故。同时,地下水与岩层中的硫化物发生化学反应,会生成具有腐蚀性的物质,这些物质会损坏采矿设备和支护设施,间接提升了采矿过程中的安全风险。倘若采矿区域存在地下暗河、溶洞等特殊地质构造,还极有可能引发突水突泥事故,给采矿作业带来难以估量的严重损失。

3 采矿安全地质隐患的防治原则

3.1 预防为主原则

采矿安全地质隐患防治工作必须坚定不移地秉持预防为主的原则。在采矿作业正式启动之前,开展全面且深入细致的地质勘察工作是至关重要的。要运用先进的地质勘探技术和设备,对采矿区域的地质条件进行全方位的探测与分析,精确查明各类地质条件的具体分布范围、显著特征以及潜在的安全风险。例如,详细了解岩层的岩性、厚度、产状,地质构造的类型、规模和展布,水文地质条件中地下水的赋存状态、补给排泄情况等。基于勘察结果,提前制定具有高度针对性的预防措施。这些措施应涵盖采矿作业的各个环节,从开采方法的选择到支护方案的设计,从通风系统的布置到排水措施的规划等。通过科学合理的勘察和精心规划,对采矿方案进行优化调整,尽可能避开地质条件复杂、安全风险极高的区域开展作业活动。这样可以从源头上有效规避因地质隐患而引发的各类安全事故,为采矿作业的安全进行奠定坚实基础^[1]。

3.2 因地制宜原则

由于不同采矿区域的地质条件千差万别,地质隐患

的类型以及危害程度也存在着显著的差异。因此,在制定防治措施时,必须紧密结合实际的地质情况,因地制宜地开展。针对不同的岩层性质,如坚硬岩层、软弱岩层、破碎岩层等,要采用与之相适应的开采方法和支护技术。对于地质构造复杂的区域,如断层、褶皱发育地带,要根据构造的特点和规模,制定专门的防治方案。在水文地质条件方面,对于地下水丰富、水压较高的区域,要采取有效的防水、排水和治水措施。避免盲目照搬其他地区的防治经验和技術方法,确保所采取的防治技术和方法具有高度的针对性和有效性。只有这样,才能切实提升地质隐患的治理效果,保障采矿作业的安全顺利进行。

3.3 全程管控原则

地质隐患的防治工作贯穿于采矿作业的全生命周期,从前期准备阶段到后期收尾阶段,每一个环节都容不得半点马虎。在前期,要做好地质勘察和采矿方案设计工作,为后续作业提供科学依据。中期作业实施过程中,要严格按照设计方案进行操作,同时加强对地质隐患的实时监测。运用先进的监测技术和设备,对岩体的变形、地下水的变化等情况进行密切跟踪,及时发现潜在的风险因素。一旦发现隐患,要立即采取有效的治理措施,防止隐患进一步扩大升级。在后期收尾阶段,也不能放松警惕,要开展全面的隐患排查工作,确保采矿区域的地质安全。通过全程严格管控,形成一套完整的地质隐患防治体系,保障采矿作业全程的安全稳定。

4 地质条件引发采矿安全隐患的具体防治措施

4.1 针对岩层性质隐患的防治措施

岩层性质差异是引发采矿安全隐患的重要因素,防治的关键在于提升岩层稳定性并强化巷道支护。(1) 采矿作业开展前,需借助专业地质勘察手段,精准查明岩层的物理力学性质,如抗压、抗拉强度等,以及层理节理的发育状况。依据岩层类型,科学优化巷道布置与采矿方法。针对松软岩层和节理密集岩层,由于其稳定性差,宜采用分层开采、缓慢推进的作业方式,最大程度减少对岩层的扰动,避免因过度开挖导致岩层失稳。(2) 强化巷道支护是保障安全的重要环节^[4]。要根据岩层强度合理选择支护方式,对于坚硬完整岩层,锚杆支护可有效发挥作用;而松软岩层和节理密集岩层,需采用锚杆+锚索+金属网联合支护体系,必要时增设喷浆支护,以增强巷道的整体性和稳定性。同时,建立定期检查维护制度,及时更换损坏的支护构件,防止因支护失效引发冒顶、片帮等安全事故。另外,对于遇水易软化的岩层,要采取有效的排水、防潮措施,降低地下水

对岩层的软化影响,维持岩层的力学性能。

4.2 针对地质构造隐患的防治措施

地质构造,如断层、褶皱、节理等,会引发诸多采矿安全隐患,防治的关键在于有效规避构造风险并加固构造区域。(1)在采矿方案设计阶段,要充分研究地质资料,尽可能避开断层、褶皱等地质构造复杂区域。若因实际情况必须穿越断层,需提前开展详细勘察,精准确定断层的位置、规模以及破碎带特征,据此制定专项穿越方案。针对断层破碎带,采用注浆加固技术,将水泥浆等加固材料注入破碎带,填充裂隙,提高破碎带的强度和稳定性。巷道穿越断层时,缩短支护间距,选用高强度支护材料和方式,如采用钢架支护结合锚喷支护,加强巷道周边岩层的加固。(2)对于褶皱构造区域,依据褶皱类型优化巷道布置。在背斜部位,顶板易发生变形破坏,需重点加强顶板支护;向斜部位则要重点防范地下水积聚,做好排水工作,同时加强岩层应力监测,根据监测数据及时调整支护方案。(3)对于节理密集区域,采用锚杆支护封闭节理裂隙,防止岩块松动脱落,降低块体脱落风险。并且定期排查节理发育情况,及时清理松动块体,保障采矿作业安全。

4.3 针对水文地质隐患的防治措施

水文地质因素是引发采矿安全隐患的重要方面,其防治核心在于全面且细致地做好地下水的排查、疏排以及防控工作。(1)在采矿作业开展前,必须进行全面且深入的水文地质勘察。运用专业的勘察技术和手段,精确查明地下水的类型,如孔隙水、裂隙水或岩溶水等;明确含水层的分布范围、厚度及富水性;测定水量大小以及水压高低等关键参数,并据此绘制详细准确的水文地质分布图,以此为基础科学预判突水风险,为后续防治工作提供可靠依据。(2)对于存在地下水的采矿区域,要构建完善的排水系统,合理配置足够数量和排水能力的排水设备,确保能够及时、有效地排出作业区域

的地下水,将地下水位控制在安全范围内。若遭遇承压水含水层,需采用疏水降压措施,通过合理布置钻孔进行疏水,降低水压后再开展采矿作业。对于地下暗河、溶洞等特殊区域,要提前精准探测,采用注浆封堵、帷幕注浆等有效方式,阻断地下水通道。此外,还需定期对水文地质情况进行动态监测,实时掌握地下水变化,一旦发现异常立即停止作业并采取应急措施^[5]。

结束语

地质条件对采矿安全的影响不容忽视,其复杂性和不确定性给采矿作业带来了诸多挑战。通过深入剖析地质条件的主要影响类型、具体影响机制,我们明确了采矿安全地质隐患防治的重要性和紧迫性。遵循预防为主、因地制宜、全程管控的防治原则,采取针对性强、科学合理的具体防治措施,能够有效降低地质条件引发的安全风险,保障采矿作业的安全有序进行。未来,随着科技的不断进步和采矿技术的日益创新,我们应持续优化防治策略,加强地质监测与预警,不断提升应对地质条件变化的能力,推动采矿行业向更加安全、高效、可持续的方向发展。

参考文献

- [1]王春波.煤矿地质条件对安全生产的影响及应对措施[J].中国科技期刊数据库 工业A,2025(3):165-168.
- [2]张修水,李良,薛敏喜.矿山开采工程中水文地质对防治水措施的影响[J].中国金属通报,2025(5):246-248.
- [3]王建军,吴继蛟.煤矿水文地质条件分析及矿井水害防治技术研究[J].能源与节能,2025(7):136-138.
- [4]张百伟.煤矿地质条件对采矿安全的影响研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2024(11):177-180.
- [5]李佳莹.地质条件对工程建设的影响及应对措施分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):072-074.