

Deformation and Failure Mechanism and Control Technology of Deep and High Stress Recovery Roadway

Jiaze Zhu

Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui, 232000, China

Abstract

Energy provides sustained support for economic and social development. Due to the large-scale mining in China, the shallow mineral resources in most areas have tended to dry up. In order to obtain more resources, relevant technical personnel have invested in the research work of deep mining, and the mining is getting deeper and deeper. At present, the mechanical strength of the rock mass in the coal mine is not high, which is easy to damage, and it is also easy to deformation. Among them, the roof is easy to be affected, which reduces the stability of the roadway, resulting in safety accidents. As a technician, we must pay attention to the roadway deformation. In view of this, the deformation and failure mechanism and control technology of deep high stress recovery roadway are discussed.

Keywords

mining roadway; deformation and failure mechanism; high stress; control technology

深部高应力回采巷道变形破坏机理与控制技术

朱家泽

安徽理工大学, 中国·安徽 淮南 232000

摘要

能源为经济和社会发展持续提供支持。由于中国大规模地开采矿山, 导致大部分地区浅部的矿产资源已趋于干涸, 为获取更多资源, 相关技术人员纷纷投入深部开采的研究工作, 矿井开采也越来越深。就目前来看, 煤矿中岩体的力学强度并不高, 易破损, 也容易出现变形, 其中顶板容易受到影响, 使巷道的稳定性降低, 从而出现安全事故。作为技术人员必须重视巷道变形。鉴于此, 论文对深部高应力回采巷道变形破坏机理与控制技术进行讨论。

关键词

回采巷道; 变形破坏机理; 高应力; 控制技术

1 引言

经济全球化背景下, 企业快速发展, 能源需求量也进一步增加。现阶段, 中国浅部的资源已逐渐减少, 大部分地区已开展深部开采, 探索更多资源。然而, 采矿场的地质结构复杂、影响因素较多, 导致采矿现场会出现巷道变形等诸多问题, 应用传统的支护方式难以为其提供有力支撑, 技术人员必须了解该工程的实际情况, 包括巷道被破坏的程度, 采用科学的方法进行分析并建立模型, 制定更具针对性的控制方案, 提高支护强度, 有效控制巷道变形。

2 深部高应力回采巷道变形破坏机理

近年来, 我国深部巷道数量逐渐增多, 深部巷道中的高应力巷道具有复杂性, 一旦遭到破坏, 就会降低巷道的稳

定性, 影响中国煤炭资源的开采效率。论文以宁夏某煤矿为例科学分析深部高应力回采巷道变形破坏机理。

2.1 工程概况

宁夏某煤矿中, 工作人员需开采5号煤层。该区域有采空区和未采空区, 其中, 下部分、左边部分均属于未采空区, 上边部分属于采空区。采空区、运输巷之间的距离是20m煤柱。此外, 该煤矿的回风巷应为1000m, 还有约400m尚未挖掘。5号煤层的倾角约为18°, 厚度约为5m, 坚固系数是1.3。该区域有粗砂岩、粉砂岩、泥岩等。

2.2 巷道被破坏情况

工作人员应对宁夏该煤矿的巷道情况展开调查, 将调查结果用于研究变形破坏机理。掘进时, 受支护预应力低的影响, 大约掘进40m后, 该巷道有0.8m的底鼓量。此时, 施工队及时采取相应措施, 但仍无法做到有效控制, 使得出现变形、破坏。观察该煤矿工程的现场可以发现, 在高压力的影响下, 巷道顶部下沉, 支护出现位移, 支护作用下降, 导致出现肩角破坏, 巷道变形^[1]。

【作者简介】朱家泽(1998-), 男, 中国江苏南京人, 本科, 从事矿山绿色开采研究。

巷道的帮部被挤压,并有较为明显的开裂问题。发生开裂的原因是周围的围岩有较大的水平应力,帮部内挤压5cm或5cm以上,必然会出现开裂。伴随着裂纹面积的增加,该煤矿的围岩间的孔洞也完整地展现出来。内挤会影响底板、顶板,在长期的挤压下,底板、顶板发生破坏。

该煤矿的底板受强大的压力影响,导致出现明显的鼓起。受高压影响,该区域会产生较大面积的低鼓变形,对该区域进行调查可以发现,底鼓量远远超过0.8m,巷道低鼓受到强烈影响,导致表才能够裂开。此外,该区域的底板内角也受到挤压。长期受压力影响,围岩扩容的范围将会越来越大,低鼓量也会随之增加,继而产生更大面积的鼓起^[2]。

2.3 巷道围岩变形破坏机理

2.3.1 建立模型

相关工作人员可以调查的各项数据为依据。应用现代化软件建立模型,用以科学分析巷道围岩变形破坏机理。该模型的长、宽、高分别为8000cm、6000cm、500cm。此时,以调查的实际数据为依据,建立等比厚度的岩层,岩层自上而下的顺序是粗砂岩、粉砂岩、5号煤层、泥岩和粗砂岩。随后,对每一个岩层的结构面进行模拟,确保模型的准确性。

以该煤矿的地质资料为依据,在5号煤层的顶板处开挖巷道。该巷道的净宽在380cm,端面约为14m²,中高为36.23cm。根据该工程的支护方案,在模型中逐步加入锚杆、钢梁,并计算锚杆的预紧力,在模型中施加预紧力和张拉力。

2.3.2 分析结果

通过对模型的计算与分析,可以看出,该煤矿工程的巷道端面平整度不高,多为坑洼不平的面。巷道断面底板位移明显,低鼓下沉明显^[3]。

2.3.3 分析巷道机理、失稳成因

第一,该区域的地质结构较为复杂,当地空气湿度较大且多为雨水天气。掘进工作中,可以发现地质结构中有多个断层,断层可能会使煤岩层裂隙再次发育。实际调查过程中,巷道的湿度较高且经历不同规模的淋水,这也影响巷道围岩的稳定性,加之高应力的影响,该巷道围岩快速发生变形。第二,该煤矿巷道的顶板是复合型顶板,自身的稳定性不高。该煤矿的煤层顶板应为粉砂岩、煤线互层、粉砂岩细砂岩互层,厚度分别为0.0046cm、0.0023cm、0.0542cm。从岩石力学角度进行分析,该煤矿所用的顶板性质是离层型顶板。此类顶板的特点是一层顶板被破坏,其余层顶板也会遭到破坏。第三,5号煤层的埋深达到600m,经计算可以得出该垂直应力和水平应力分别是15MPa、25MPa。可以推断,该煤炭工程巷道围岩属于中高应力。第四,该巷道的支护形式存在问题,锚固力水平、预紧力都难以达到要求,一旦围岩发生变形,将失去作用。根据煤矿资料可以看出,该区域的支护形式是传统形式,支护参数具有单一性,相应的构件也不符合标准。回风巷、运输巷的锚杆预紧力水平能达到2550kg,而锚杆应达到5365.2kg,由此可以看出,锚

杆预紧力水平未达到理想效果。而顶板的扭矩力也未达到标准,难以为锚杆提供预紧力。

就目前而言,该煤矿回风巷主要应用锚索网喷的方式展开支护工作,实际工作中,两帮内挤、顶板下沉的现象仍然存在。掘进期间,低鼓现象也会出现。在此情况下,巷道围岩处于不稳定的状态中。变形破坏机理可理解为,开挖岩体后,岩体自身的性能较差,难以承受采空区侧支承压压力,从而导致出现破碎变形,裂缝也因此发育。其中,复合型顶板容易损坏,导致发生严重变形。此外,锚杆预紧力不能达到标准难以发挥支柱作用,使得该区域浅部的变形面积扩大,变形也更为严重,逐步演变成底板鼓。上文所述,该区域气候潮湿、降雨角度,在此环境中,地质结构受到影响,长此以往,该巷道的围岩将出现应力流变等问题,加剧巷道围岩变形^[4]。

3 巷道围岩稳定控制技术

3.1 控制原理

在高应力复合顶板下,支护的强度降低,导致本文所述煤矿巷道的围岩逐步发生变形。因此,技术人员必须采取一定措施进一步提高支护的强度,发挥复合顶板的作用,确保该煤矿巷道围岩的安全性、稳定性。第一,科学选择锚固剂,进一步去提高巷道中锚杆的刚度,应以提高支护强度。对巷道围岩的刚度进行研究可以发现,锚杆刚度在一定程度上影响支护强度。因此,可应用锚固长度或锚固剂以提高锚固力,为巷道围岩稳定性打下坚实基础。需要注意的是,如果岩体处于破碎状态,必须应用锚固剂提升刚度,提高预紧力。第二,进一步强化支护应力场,加大支护应力场的扩散面积。提高应力场可从以下三方面着手:首先,重视构建,提升构件的刚度或面积;其次,进一步提高锚杆的预紧力;最后,科学调整锚杆索,确保锚杆索处于正确的支护角度。技术人员需提高锚固刚度,以当前的支护系统为依据,逐步扩散高预应力场,实现对巷道围岩全部的有效控制。比如,在围岩的裂缝中,需进行人为干预,避免围岩发生变形破坏。同时将岩体的承载能力全面发挥出来,用以抵抗围岩的移动。第三,在巷道围岩中,展开补强支护工作。该煤矿的巷道围岩中存在多个被严重破坏的区域,此时,技术人员需补打锚杆,保护围岩,避免变形加剧^[5]。

3.2 巷道围岩控制方案

明确巷道围岩的破坏情况、原理后,技术团队应制定针对性的巷道围岩控制方案,以提高围岩的稳定性。技术团队需以控制原则为依据,综合分析当前工程的实际情况、施工条件,结合所建模型,构建一个科学、合理的控制方案,提高巷道围岩的稳定性。在该方案中,应明确锚固刚度,技术人员也需用多种方法增强锚固刚度,提高抗拉拔力,随后,逐步提高锚杆索预应力,用以提升自身的承载力。除此之外,还需重视巷道的变形破坏区域,应展开针对性的补强支护工

作,全面提高该巷道的稳定性,实现有效控制。巷道围岩控制方案如图1所示。

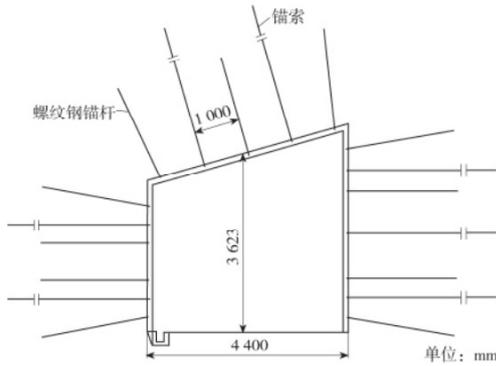


图1 巷道围岩控制方案

3.3 实施控制方案,分析效果

在巷道围岩稳定性控制方案中,技术人员进行十字监测,主要监测巷道的变形量。同时对比分析原变形数据。数据变形曲线如图2所示。

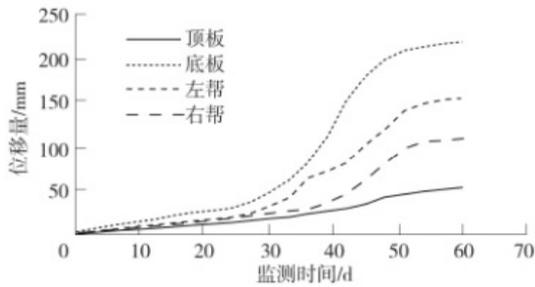


图2 实验阶段数据变形曲线

由图2可以看出,提高锚杆预紧力、增大护表面积等方法,支护效果和承载力大幅度提高,有效改善该工程中巷道围岩变形破坏。在应用新支护方案并进行掘进时,顶板下沉量约为0.04m,低鼓量约为0.22m,两帮移近量约为0.262m。可以看出,该方案实施后各项数据有所降低。检测后期,顶板、底板、左帮、右帮的数据均处于稳定状态,其中,每日的收敛速度未超过0.001m,代表已有效控制该煤炭工程巷道。

宁夏某煤矿工程的地质结构复杂且受到雨水影响较大。该巷道的性质是高应力大变形巷道,经调查发现,该巷道的

顶板均为离层型顶板,支护设计不科学,支护强度不够,加之围岩自身的承载力不强、稳定性不高,导致该巷道存在严重的低鼓问题,左帮、右帮的挤压也较为明显。

变形破坏机理:该煤矿的岩体被挖开后,当前区域的岩体自身不具备较强的力学性质,受采空区侧支承压、深部高应力的影响,该巷道围岩出现严重的变形、破碎,也呈现出较大裂缝。此外,该巷道所使用的顶板为离层型顶板,任意一层发生破碎,就会快速发生大面积的变形破坏。以变形破坏机理为基础,采取多种措施,如开展补强支护工作、提升支护应力场、扩散应力场的有效范围、提高锚杆的刚度等,有效解决围岩变形破坏。同时依据工程理论制定相应的控制方案,并将新方案与旧方案进行对比分析,科学调整高水巷段、低水巷段。

新控制方案实施后,对其展开检测并记录相应的检测数据。根据检测可知,顶板下沉0.04m、左帮和右帮共移近0.262m。监测第50天时,各项数据处于平稳状态,由此可以看出,该巷道围岩变形破坏问题已有效改善。

4 结论

综上所述,在深部煤矿开采中,巷道可能会出现断面的面积减小、变形、出现低鼓等问题。发生变形破坏的原因是支护方式难以提供有效支撑、所使用的复合顶板易破损。此时,技术人员应综合分析该煤矿的实际情况,了解当前该煤矿的破坏情况,可借助现代化技术搭建模型,提高分析结果的准确性。在明确控制原理的前提下,制定针对性的控制方案,并对其监测,有效提高巷道围岩的稳定性。

参考文献

- [1] 江成玉,刘勇,韩连昌,等.深部高应力软岩巷道变形特征及支护技术研究[J].煤炭工程,2021,53(1):47-51.
- [2] 张守宝,皇甫龙,王超,等.深部高应力双巷掘进巷道围岩稳定性及控制[J].中国矿业,2022,31(2):9-10.
- [3] 戎生权.邻采空区深部高应力回采工作面超前动压治理技术研究[J].中国煤炭工业,2022(6):2-3.
- [4] 毕颖,赵政文.冲击高应力膨胀破碎软岩大变形巷道控制机理研究[J].煤矿安全,2022(7):53.
- [5] 王浩坤.深部高应力大倾角工作面转采技术研究与实践[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(9):2-3.