

煤矿巷道掘进施工及顶板支护技术研究

田佳良

(吉林省延边州珲春市珲春矿业集团公司 板石煤业)

摘要: 随着能源挖掘的脚步不断深入,能源开发的形式不再单一,但是煤矿仍然是现在经济发展的主要能源动力。在煤炭的掘进和开采中,巷道的建设作为保障安全和提升能源挖掘的有效手段,起着极其重要的作用。但是在实际的煤矿开采活动中,巷道的建设又受到地质条件、环境因素、施工方案等因素的限制,从而影响煤矿的开采效率。本文从煤矿实际的开采过程入手,研究细化煤矿的掘进、运输工作以及巷道的顶板支护技术,并针对现有的策略所存在的一些问题提出相应策略,以期对后续研究者提供参考。

关键词: 能源开采;煤矿巷道掘进;顶板支护技术

能源是推动经济社会发展的引擎,其中煤矿作为主要的能源燃料,为现代化建设作出了重要贡献。但煤矿的开采过程涉及环境、地质、方案等多方面因素,很难实现理想化挖掘。为保障煤矿开采的效率和进度,研究人员采用巷道掘进的施工方式以及其配套的顶板支护技术来保证煤矿的产量和输出稳定性。但巷道的掘进方式和支护技术的选择还是依赖于多方面的因素考察,且其安全问题也是在煤矿开采中不得忽视的因素,因此需要对煤矿巷道的掘进方式及顶板支护技术进行细致分析,最大程度保障煤矿开采的安全,提升煤矿的产能效率。

1 煤矿巷道变形特征及掘进施工方式分析

1.1 煤矿巷道变形特征分析

煤矿周边的岩质是巷道掘进的主要考虑因素。与一般的岩质层相比,软岩的力学性质受到温度的影响较为明显。首先,当开展掘进工程初期,软岩环境下的巷道变形量就远远大于一般岩质层,能够产生显著的蠕变,这使得掘进的速度不能太快,且需要及时地搭建更强支撑力的顶板来承受这掘进初期的蠕变量。其次,软岩巷道具备一定的时间和空间效应。相对坚硬围岩,软岩巷道的形变和稳定性会随着时间和掘进区域的大小而改变。另外,在软岩巷道的开发过程中,巷道的应力分布具有很强的方向性,不能在各个方向上均匀分布,从而需要借助更加强有力的支护板来确保掘进安全。再则,在这种特殊岩质层的环境下,巷道的形变不仅仅出现在顶部,在掘进的过程中,巷道的两侧都会出现强烈的迁移现象,让整个巷道空间变窄。最后,软岩环境下的巷道掘进对周边的扰动极其敏感,因此在此环境下需要避开多条巷道掘进的方案,否则会产生强烈的共振,使得巷道变形坍塌,危及施工者生命安全。

1.2 煤矿巷道掘进施工要点分析

煤矿巷道掘进涉及众多施工环节,每一个环节之间的联系相对紧密且都有相应的技术要求,因此在保障安全的前提下,技术人员在整个项目中应该对掘进施工环节进行严格质量把控,做到精准预测。并且在确保各个环节之间联系的紧密性的前提下,尽可能地加快工程进度,减少施工工期,促进后续煤矿开采的效率。根据对煤矿巷道的实际操作经验,总结出煤矿巷道掘进施工的要点主要有:

(1) 合理安排工程实践

坚硬围岩对于工程的选择性要求较低,但是煤矿开采过程中难免会遇到软岩环境。基于软岩环境下巷道掘进的时间性和空间性要求,施工过程中对软岩巷道的稳定时间进行合理推算,并且在实际的施工过程中尽量节约时间,减少巷道岩层的形变量,在应力出现集中方向性之前构建顶板支护,保障整个巷道的应力分布均匀,确保施工安全。

(2) 合理选取巷道位置

由于巷道的掘进受到诸多因素影响,且环境天气等不可控因素人为无法进行干预,因此,在施工过程中应该合理地选取巷道位置,尽量避开复杂地质条件的区域,简化巷道布设工程。首先,为了选取更合适的掘进位置,前期的巷道地质分析和各种环境因素的考量是不可少的。再则,巷道的掘进方向应该尽量选择

岩层强度大、受温度膨胀小、水路简单的区域,减少工程的复杂性。另一方面,煤矿巷道的掘进方向还需要与应力方向一致,减少应力的产生,保证岩层的稳定性。接着,施工过程还需要根据施工方案的设计和实际情况对对巷道的布置进行一定地微调,确保整个结果整个更加符合预期值。最后,为了确保巷道掘进的安全性,施工过程要尽量避开移动压力和支撑压力的影响区域,尽量将巷道布设在低应力或坚硬围岩区域^[1]。

(3) 科学选择巷道断面及破岩方式

巷道的断面形状也是掘进工程中的重要考虑因素,断面形状的好坏直接决定了巷道的稳定性和持久性,从而在选择断面时,应该充分考虑巷道周边的地质压力和应力方向。若地质压力较低,可以选择矩形、梯形、或者圆弧拱形巷道结构,维持巷道的稳定性和安全性。在地质压力较高的区域,则需要将巷道设计成半圆拱形或者圆形。另外,在施工过程中还会遇到地质压力分布不均的情况。

确定好巷道的断面之后就要对巷道进行掘进施工。打钻孔爆破施工的方法是长久以来使用时间最长且使用范围最广的掘进工艺。但是随着时代的不断发展,综掘机掘进以其出色的机械化能力崭露头角,无疑是当下最好的施工方式。相对于爆破施工来说,综掘机施工具备了计划程度高、工程效率高、安全系数高、巷道造型可控性高、巷道围岩完整性高等五高优点,具备相当强的市场竞争力。但是在实际操作中,遇到的地质环境常常是不可控的。对于地质条件差及井下实际条件的影响,无法具备综掘机施工的有效条件。因此,在这种情况下,技术人员仍然会采用打钻孔爆破施工,作为替代不具备综掘条件时的一种掘进方式。

2 煤矿巷道顶板支护方式分析

2.1 煤矿巷道顶板支护原理

煤矿巷道的顶板支护作为确保煤矿开采的安全性的坚实防线,在保障施工稳定安全的同时也使得大小机械能够进入到巷道中进行开采,在深化巷道掘进的机械化同时也提升了煤矿的开采量以及煤矿的开采效率。目前,巷道顶板支护主要采用锚杆技术进行整体架构。锚杆支护的目标作用点为锚固区域的坚硬围岩的离层和裂缝。锚杆支护技术的出现使得坚硬围岩的离层和裂缝区域的不规则形变和应力集中于某个方向的问题得以解决,保证巷道顶板顺利搭建。其次,锚杆支护技术具有很强的掌控能力,对锚固区域的围岩能够有效进行有效控制,最大程度减少了围岩对于地质层的拉伸,从而保护岩层不变形或是遭受较大破坏。另一方面,施工的预应力固定受到锚杆支护体系的硬度和刚度的影响很大,因此在实际的施工条件下需要根据围岩环境对锚杆的刚度和硬度进行确定。另外,锚杆支护的预应力扩散能力也影响着巷道顶板支护的效果。一般来说,巷道支护工作会采用锚杆、锚网进行支护,巷道围岩稍差或服务年限较长的巷道,用锚索进行辅助^[2]。

2.2 煤矿巷道顶板支护方式确定

分析煤矿巷道顶板支护技术的原理和注意事项之后,需要对巷道顶板支护方式进行分析确定。总体来说煤矿巷道顶板支护工作需要分步开展,首先进行初始支护实现主要巷道安全支

撑，其次在对特殊区域进行二次支护，最后在对巷道的底部进行加固处理，防止其鼓包影响安全，具体操作如下：

(1) 初始支护

初始支护是整体顶板支护架构的基础，是保障煤矿巷道挖掘安全的基础。初始支护要求对整个岩层的进行合理控制，使得围岩在保持其原有的支撑力的同时还具备一定的变形空间。一般来说，巷道初始支护，会采用锚杆、锚网、锚索进行联合支护，巷道围岩不好的，会适当调整支护材料参数，从而保障巷道的实用年限，防止巷道变形。

(2) 二次支护

对于一些地质条件复杂，服务年限较长的巷道，通常会进行二次支护。一般采用岩层注浆、锚喷支护，U钢备棚等方式。岩层注浆、锚喷支护在实际应用中较多，主要是将巷道围岩连成一个整体，加强围岩坚固性系数，这种施工方法的优点是施工局限性小，易施工。U钢备棚一般应用于巷道围岩压力大、两条交错巷道的层间距小的巷道中。相对于锚喷支护来说，U钢备棚的支护强度更大，服务年限更久，但是由于钢棚加工、巷道坡度等情况，U钢备棚的施工难度较大。

(3) 底层支护

由于成本高、耗时费力的因素，一般情况下巷道不会对底层进行支护处理。但是对于围岩岩性软或者巷道短期内形变量过大的巷道，在其掘进施工的过程中就需要考虑巷道底部膨胀鼓起因素。巷道底鼓会造成巷道变矮、铺轨变形、皮带太高、严重的还会使进风量（回风量）减少，影响巷道运输甚至危及人员安全。对于底板压力大的巷道，可采用铺水泥地面，打设锚杆锚网加强支护，必要时，可以进行打钻孔注浆施工。

3 煤矿巷道掘进、支护过程中存在问题

3.1. 煤矿巷道掘进安全问题

我国的矿产开采大多位于地下，且位置相对隐蔽，不方便大量开采和运输，因此在煤矿开采的过程中还需要进行巷道掘进、支护，搭建起一条通路，方便煤矿的运输，提升开采效率。但是在煤矿巷道的掘进过程中，岩层、地质构造、地下水路等因素都容易对整体的巷道安全性产生威胁。在软岩区域或者是地质疏松位置进行巷道开发，受外力的影响更为明显，严重降低巷道掘进速度。

3.2 煤矿巷道顶板支护材料问题

煤矿的开采离不开利益之间的碰撞和竞争。由于项目有限，为了争夺项目，多数企业会对自身的预算成本进行适当缩减，或者是减少顶板支护的细节步骤，从而导致巷道在实际掘进的过程中所选取的支护材料和支护工具都难以达到预期的强度。例如，按照预计支护强度的规定，在不同支护硬度需求不同的煤层之间，需要根据煤层硬度需求对支护的材料进行分类选取。但是在实际施工过程为了节省成本却只用同一种材料来减少顶板铺设的步骤，影响巷道的安全。

随着巷道掘进技术的研发，支护技术也日趋完善，因此煤矿巷道顶板支护的问题已经从技术层面转到了集中在支护材料的管理上。支护材料作为巷道顶板支护的基础，是整个巷道掘进工程的坚实根基。一方面，支护材料选用失误会给整体的巷道结构稳定性造成严重影响甚至是造成不可逆的损伤，影响煤矿的开采，危及员工生命。另一方面，二次支护和底部支护的材料选取和材

料铺设时间的掌控也是影响整体巷道的鲁棒性和稳健性的重要因素。因此，对于支护材料的选择，需要慎之又慎。另一方面，二次支护和底部支护需要等待初始支护及一二次支护后岩层变形区域稳定之后开始构建，且需要根据地质条件进行分类，选取不同硬度的支护材料，从而确保整个岩层的变形处于合理范围内，较少应力集中的现象，进而保障煤矿开采工作的安全。

4 提升煤矿巷道掘进、支护技术建议

虽然如今的煤矿开采技术已经相对成熟，整体来说煤矿巷道掘进和顶板已经能够有效落实，煤矿的开采也能合理有效地运行。但是根据煤矿巷道掘进施工和顶板支护技术的问题分析，目前的煤矿巷道的掘进施工的布局规划以及顶板支护材料的选取和架构还可以进一步提升以达到更好的工程效率。

(1) 科学规划巷道

煤矿巷道受到外界因素的影响较大，水流、岩层、雨水等不可控因素都会严重影响巷道的建设速度。因此，在煤矿巷道掘进之前需要对巷道的布局进行合理规划，尽量避免软岩区域或者是地下水路复杂区域。其次，在巷道的建设中还需要考虑运输巷和回风巷的安排，保证运输巷能够满足入风及进出机械的要求，并且在空间上与回风巷错开。另外，设立回风巷，保障工作人员的呼吸供给需求，并对回风巷进行细致安检，消除安全隐患。另一方面，对于运输巷和回风巷的位置需要系统且全面的思考，二者需要按照原有的规范设置安全间隔。一般情况下，回风巷的高度要高于运输巷，从而方便瓦斯的释放和抽出。与此同时，对于巷道的开采还需要重视断层因素，在实际工作中，巷道遇到断层并处于煤岩交界位置时，要加强巷道支护，同时，在过断层期间要先探后掘，通过打钻孔的方式来确定前方的煤岩情况，防止断层对整体巷道产生安全影响，进而消除煤矿工作的安全隐患。

(2) 加强支护安全管理

顶板支护技术的发展日趋成熟，对于支护技术的改进措施大部分还是集中在顶板支护的安全管理上。强化支护安全管理体系、制定支护安全管理方针或者手册是改善煤矿的顶板支护问题的最有效也是最直接的方案。在支护材料选材的时候，需要按照既定的安全管理规定进行挑选和采购，严厉打击以次充好的现象。接着，对于支护材料的采购还需要根据挖掘区域的地质、环境等因素，采购多种型号的材料，并确保用料充足，避免支护材料临时需求不足的现象发生。其次，对于支护材料的问题需要落实到个人，采取个人责任制度，哪一部分的支护材料出了问题，就让谁承担责任。最后，对于煤矿企业的员工的综合素质和个人品德需要进行定时的培训管理，并且在培训之后对课程有针对性的检测，从而提高员工的综合素养和专业品质。与此同时，要想管理制度落到实处就需要对员工的行为进行明确奖罚。煤矿企业建立健全明确的奖惩方案，有利于提升员工的工作积极性，增加顶板支护的结构安全性，保障煤矿开采的进度和效率，同时也有助于安全管理政策的落实和推进。

参考文献

[1] 师培俊. 煤矿巷道掘进施工与支护技术研究[J]. 能源与节能, 2015, 000(009):65-66.
 [2] 常胜. 煤矿巷道掘进施工与支护技术研究[J]. 工程技术:全文版:00105-00105.