

Discussion on coal mining technology and tunneling support technology

Mingming Shi

Shanxi Jinxing Energy Co., Ltd., Lvliang, Shanxi, 033600, China

Abstract

Coal resources are one of the pillar resources driving national economic development, with an inseparable intrinsic connection to the level of national economic development. In recent years, with the vigorous development of China's social economy, the demand for coal resources from all sectors of society has been increasing year by year. Under the backdrop of large-scale mining, coal enterprises should introduce more secure and efficient support technologies to reduce the probability of safety accidents during coal mining operations, thereby providing higher quality and stable coal resources to all sectors of society. This article mainly analyzes coal mining technology and explores corresponding tunneling support technology, aiming to provide reference for the development of the coal industry.

Keywords

coal mining; tunneling support; technical investigation

煤矿开采技术与掘进支护技术的探讨

石明明

山西锦兴能源有限公司, 中国·山西 吕梁 033600

摘要

煤炭资源是助推国家经济发展的支柱性资源之一,与国民经济的发展水平之间具有密不可分的内在关联。近年来,随着我国社会经济的蓬勃发展,社会各界对于煤炭资源的需求量也在逐年攀升,煤炭企业在大规模开采的背景下,更应当通过引入安全性更高、效率更有保障的掘进支护技术,规避煤炭开采作业期间安全事故发生的概率,从而为社会各界提供更加优质与稳定的煤炭资源。本篇文章主要是分析了煤矿开采技术,并且就对应的掘进支护技术进行了探究,以期煤炭行业的发展提供借鉴。

关键词

煤炭开采; 掘进支护; 技术探究

1 引言

煤矿的开采属于典型的高危型行业,是国家重点发展的支柱性行业之一。近年来,随着智能矿山开采技术在煤炭企业中的引入和应用,煤炭行业也迎来了新的发展生机。但在操作过程中,考虑到地下开采空间环境过于复杂,受周边岩体支护条件、水文地质等多方面因素所带来的影响,作业期间发生的安全事故屡见不鲜。尤其是随着现阶段地表煤炭资源存量持续缩减,地下煤炭开采事业的运作所处的开采场景更加复杂多变,对开采技术要求更加严格。因此,如何能够通过选择有效的开采掘进技术,更成为煤炭行业在发展过程中应当关注的重要话题。

2 煤矿开采技术

2.1 煤矿炮采技术

炮采技术是现阶段煤矿企业在发展过程中应用最为广泛的一项开采技术,其具有操作难度低、适用性广泛的特征。通过人工作业与爆破技术之间的相互融合,借助爆破手段,创造更加宽广的开采工作空间,为井下人工开采和装煤提供了更便捷的技术支撑。首先,在炮采技术应用之前,需要提前考察开采区域的地质水源条件,选择合适的爆破点,基本可以适应不同地质条件下煤矿挖掘工作的应用。其次,考虑到炮采技术投入的成本相对较低,往往能够获得较高的利润空间。尤其对于一些中小型煤矿企业来说,炮采技术的应用也成为了其谋求高利润空间的最佳选择^[1]。但考虑到炮采技术的施工现场管理难度较高,爆破地点选择不当容易引发安全事故,同时还会牵连顶板坍塌等问题,现场施工人员的安全无法得到有效保障。最后,炮采技术的应用需要尽可能缩减爆破时间,同时,在现场设置多个不同的爆破点,减少装

【作者简介】石明明(1988-),男,中国山西运城人,本科,工程师,从事矿压治理研究。

煤阶段的劳动力。在现场检查中应遵循一炮三检的原则，并提前做好爆破技术交底工作，组织炮采人员参加专业的爆破培训活动，以提升现场的自我安全意识。

2.2 煤矿综采技术

作为综采技术主要是借助机械化设备进行煤矿开采，通过综采工艺技术的引入和应用，能够有效地提升煤矿开采的整体效率。比如在采煤运输、井底支护等环节中，采用综采技术就会让工序的复杂性显著降低，以机械设备代替人工挖掘，规避人为操作过程中的失误问题，同时也降低了开采风险性。综采工艺技术目前在煤矿开采企业中得到了广泛的应用，以其独特的优越性在煤矿开采领域焕发生机。第一，综采技术在应用过程中具有更高的安全性，许多煤矿企业在引入综采技术之后，人力成本明显降低，井下的用人数量也明显缩减，相关人员可通过项目工程的实践作业，调节机械设备的运作参数，通过后台调节机械设备完成开采工作，从而有效地规避井下安全事故的发生。第二，综采技术的引入让煤矿产量显著增加。综采技术中融入了大量的机械化操作设备，设备的工作效率要远远高于人为操作，从而带动产煤量的增加，保障了井下操作的效率。第三，综采技术的应用降低了人力操作成本，通过机械化的生产替代人工操作，也能够有效地节约人工成本的支出，从而为企业带来更高的经济效益^[2]。

2.3 煤矿普采工艺

普采工艺技术更加适用于一些小规模的煤矿开采项目中，在开采过程中，通常不需要前期展开成本预算。普采工艺技术与人为开采模式极为相似，但却不需要用到大量的机械投入，而是以人工开采为主，只需要配合一些简单的设备，也不必过多地考察矿区的地质情况，开采过程中的流程和规范更加细致，能够有效节约开采成本投入。但考虑到普采工艺技术的机械化投入率更低，因此，开采效率显然无法与综采技术之间相比，同时，人为面临的安全隐患也更高。

2.4 煤矿节水开采

考虑到井下煤矿开采需要考虑地下水环境问题，如果前期未做好有效的地下水勘探，极有可能会造成人工或机械挖掘损害地下水资源以及地表水。因此，煤矿企业在开采过程中，应当融入节水发展的先进理念。节水开采工艺地面注浆技术，保障地下水以及地表水在开采过程中不会受到外力机械带来的损害。尤其是在煤层开采过程中，极有可能会由于外力机械影响导致顶板或下侧出现塌陷的问题，从而严重破坏地下水的运行结构，出现地下水位下降、流向改变的问题。因此，在煤矿开采工作中，更应当通过引入节水开采理念，强化对于地下水位的勘测以及地表环境的保护力度，降低开采过程中由于外力影响发生的裂缝概率。

3 煤矿掘进技术的应用

3.1 煤巷决定技术的应用

在20世纪初期，煤巷掘进技术在我国得到了初步的推

广，同时，人们也在巷道挖掘过程中持续探索新的掘进技术。基于已有的巷道挖掘工作经验，在长期的煤炭产业实践总结中，通过优化改进决定方式，形成了以机械设备为核心，以配套的辅助作业流程为基础的向导掘进技术。通过多种掘进技术之间的联合应用，能够让综合掘进技术更好地适应不同煤层地质条件的应用场景，同时也满足了煤炭产业大规模生产与发展的新需求，缩短了煤矿开采绝境的时间成本^[3]。

3.2 岩巷掘进技术的应用

岩巷掘进技术在应用方式上主要可以分为两种类型。第一，借助全液压的钻车展开掘进工作，第二，通过利用重型的悬臂式掘进设备进行挖掘。而在当前的煤矿开采发展过程中，考虑到地下空间的复杂性以及技术受限等因素，导致我国对于重型的悬臂式掘进设备应用普及效率相对较低，探索经验也不足，因此，重型悬臂式的掘进技术应用并不广泛。与之相比，全液压钻车机械设备的操作更加便捷，且具有较强的实用性价值，在煤矿企业的应用更加普遍。

3.3 煤岩混合式的掘进技术

煤岩混合式的掘进技术更加关注掘进开采过程中的安全系数，能够更好地适应复杂生产条件下的空间场景，从而解决生产环境带来的不确定性问题。目前，我国的煤岩混合式掘进技术得到了又一次的革新与发展，很多煤炭生产单位以可持续掘进这个工作目标，选择采用煤岩混合掘进技术，提升了煤矿可持续开采的效率。

4 煤矿井下掘进支护技术

4.1 喷射混凝土支护技术

喷射混凝土支护技术主要是针对井下岩石结构的裂痕进行有效地黏合，避免了由于外力影响出现的井下板层裂缝问题。喷射混凝土技术需要施工人员在井下的巷道壁以及岩体结构的部位进行喷射混凝土操作，尤其是针对其中存在的不稳定结构部分，能够有效地进行粘连，从而让岩土结构大面积的保障整体稳定性，规避顶板岩层掉落的问题。根据目前煤矿开采作业以及支护工作的现场需求来看，喷射混凝土施工技术能够有效地提升局部区域岩石结构的稳定性，然后使巷道壁的整体稳固性更强，也能够消除煤矿开采作业中的许多隐形。与此同时，通过混凝土喷射技术的应用，还能够让混凝土材料与煤矿生产环境中的岩石结构充分地融合在一起，从而有效地提升岩石结构的整体性与稳定性，极大地降低了不同煤矿开采过程中安全事故发生的概率。

4.2 锚杆支护技术的应用

锚杆支护技术是目前煤矿掘进支护中应用最为广泛的技术方式。这种支护技术通过将锚杆锚固在巷道围岩结构的内部，利用锚杆的锚固力，将围岩结构构建成一个完善的有机整体，从而有效地提升围岩结构自身的承载能力。锚杆支护技术在工作过程中的原理，主要是围绕着围岩松动圈的理论，随着巷道的逐步开挖，周边的围岩结构就会出现力学松动的问题，此时，将锚杆深入到稳定的岩层中，就可以达到

对浅层围岩结构的切向约束力,从而阻止表层围岩结构的持续变形和松动问题。在实际应用场景下,锚杆支护技术具有施工流程简洁、前期投入成本较低、支护效果显著等多方面的优势。例如,如果某煤层开采过程中,顶板结构相对较为完整,岩石强度处在适中的区间,此时,选择利用锚杆支护技术就能够有效地控制顶板下沉的问题。通常情况下,根据巷道的规格以及围岩结构的性质,可选择相应系数的锚杆,灵活设置锚杆的长度、直径以及间排距等相关参数,随后使用锚杆钻机钻孔,将锚杆插入钻孔内,并注入锚固剂,当锚固剂凝固之后,就能够将锚杆与周边的围岩结构融为一体,从而发挥支护作用。但考虑到锚杆支护对于周边围岩结构的外向破碎力较为严重,在地应力较高的情况下如果单独使用锚杆支护,支护效果极为有限。

例如,在某浅层的矿井煤层支护工作中,考虑到该矿井煤层埋深较浅,地质构造相对简单,顶板多为砂岩,完整性较好。在巷道掘进过程中,主要采用锚杆支护技术。通过前期地质勘查,确定顶板岩层的力学参数,选用直径 20mm、长度 2m 的螺纹钢锚杆,间排距为 800mm×800mm。在掘进工作面迎头每循环进尺后,及时打设锚杆,配合金属网护顶,有效控制了顶板的初期下沉。在巷道支护完成后的监测数据显示,顶板下沉量在允许范围内,保障了掘进作业的顺利进行,且大幅降低了支护成本,提高了掘进效率。

4.3 锚索支护

锚索支护是对锚杆支护的有力补充,常用于深部开采、围岩变形大或关键部位的加强支护。锚索通常由高强度钢丝捻制而成,长度较长,锚固深度大。它能够深入到巷道围岩深部稳定岩体中,将浅层破碎围岩与深部稳定岩体连接在一起,提供更大的锚固力,有效控制围岩的大变形。在高地应力巷道,如千米深井的开拓巷道,锚索支护展现出显著优势。施工时,先钻孔至设计深度,将锚索连同锚固剂送入孔内,安装托盘和锁具并张拉至预定预应力。与锚杆相比,锚索支护承载能力强,可适应复杂多变的地质条件,但成本相对较高,施工工艺也更为复杂,对施工人员技术水平要求较高。

4.4 金属支架支护

金属支架支护具有较高的强度和刚性,常见的有梯形

支架和拱形支架。梯形支架结构简单、加工方便,适用于顶压较小、侧压不大的巷道,一般采用工字钢或 U 型钢制作。拱形支架则多用于顶压、侧压较大的巷道,其承载能力强,能较好地适应巷道围岩的不均匀受力。在软岩巷道或受采动影响严重的巷道中,金属支架可迅速提供有效支撑,防止围岩垮落。例如在近距离煤层群开采时,下层煤巷道受上层煤开采影响,围岩破碎,采用拱形金属支架能短期内保障巷道畅通。不过,金属支架重量较大,运输安装不便,且与围岩的贴合性较差,容易出现局部集中受力现象,后期维护成本较高。

总的来说,地质条件是支护技术选型的首要考虑因素。包括围岩岩性、强度、完整性,以及地应力大小、方向,还有是否存在断层、褶曲等地质构造。对于坚硬完整的围岩,可选用相对简单的锚杆支护;而在软岩、破碎带或高地应力区域,则需采用联合支护方式,如锚索、金属支架与混凝土支护相结合。除此之外,采煤方法、开采顺序会使巷道承受不同程度的采动影响。如采用综采放顶煤工艺,采空区垮落范围大,周边巷道受动压影响强烈,需提前在掘进支护时考虑加强措施,如加大支护密度、预留补强空间等,以适应开采过程中的围岩变形。

5 结语

综上所述,随着我国煤矿产业的持续性发展,在大力推行安全生产的煤矿发展号召下,煤矿企业为实现可持续发展的目标,应当更深入地探索多种开采技术以及掘进支护技术相联合的方式,从而为保障煤矿开采效率以及开采过程中的安全性铺垫基础条件,真正推动我国煤矿产业在安全第一的条件下实现产业结构的升级与改造。

参考文献

- [1] 刘太坡.煤矿开采技术与掘进支护技术的探析[J].石化技术,2025,32(01):376-378.
- [2] 郭晓康.煤矿开采技术与掘进支护技术的探讨[J].内蒙古煤炭经济,2024(22):23-25.
- [3] 安标标.煤矿开采技术与掘进支护技术的探析[J].能源与节能,2024(10):148-150+153.