

煤矿采矿工程巷道掘进与支护技术研究

李 鹏

冀中能源股份公司万年矿生产服务二区 河北 邯郸 056300

摘 要：煤矿采矿工程中，巷道掘进与支护技术至关重要，直接关系到矿井安全和生产效率。掘进技术需根据地质条件选择机械化或钻爆法等方式，确保巷道稳定。支护技术则采用锚杆、棚式、U型钢等多种方法，强化巷道稳定性，防止坍塌。同时，需注重通风防尘与瓦斯排放，保障施工安全。本研究旨在分析掘进与支护技术，为煤矿采矿工程提供技术参考。

关键词：煤矿采矿工程；巷道掘进；支护技术

引言：煤矿采矿工程中，巷道掘进与支护技术的科学应用是确保矿井安全高效生产的基石。随着开采深度的增加，地质条件愈发复杂，对巷道掘进与支护技术提出了更高要求。本研究旨在系统性地探讨巷道掘进方法及其与支护技术的有机结合，旨在为复杂地质条件下的煤矿开采提供技术指导和解决方案，推动我国煤矿采矿工程的技术进步与安全生产。

1 煤矿采矿工程巷道掘进技术

1.1 巷道掘进的基本原理与流程

1.1.1 巷道掘进的定义与目的

巷道掘进是煤矿采矿工程中的关键步骤，它指的是在煤层或岩层中，通过一系列技术手段将岩石或煤体破碎下来，形成一条供开采、运输、通风等使用的地下通道。这一过程的目的是为了满足不同煤矿开采过程中的实际需求，确保采矿作业的高效与安全。

1.1.2 巷道掘进的常用方法及流程概述

巷道掘进的常用方法主要包括钻爆法、机械掘进法和盾构法等。其中，钻爆法是最传统的方法，通过钻孔、装药、爆破等步骤实现巷道掘进；机械掘进法则利用掘进机等设备进行连续或半连续的掘进作业；盾构法则多用于长距离、大断面的隧道掘进。流程上，巷道掘进通常包括测量定位、掘进作业、支护安装、通风与防尘以及安全检查等环节。测量定位是确保巷道掘进方向准确的关键步骤；掘进作业则根据所选方法进行；支护安装是为了保证巷道的稳定性；通风与防尘则是为了改善掘进作业环境；安全检查则贯穿整个掘进过程，确保作业安全。

1.2 巷道掘进的关键技术

（1）综合机械化掘进技术及其应用。综合机械化掘进技术是现代煤矿采矿工程中的主流技术。它利用掘进机等机械设备进行掘进作业，具有掘进速度快、效率

高、安全性好等优点。在实际应用中，掘进机能够根据巷道的地质条件和掘进要求进行适应性调整，确保掘进作业的顺利进行。（2）掘锚融合化掘进工艺的特点与优势。掘锚融合化掘进工艺是一种新型的掘进技术，它将掘进与支护作业紧密结合在一起。这种工艺不仅提高了掘进效率，还确保了巷道的稳定性。掘锚一体机的使用使得掘进与支护作业能够同时进行或快速转换，大大缩短了掘进周期。（3）钻爆法掘进技术的适用条件与操作要点。钻爆法掘进技术适用于地质条件复杂、岩石硬度较高的场合。在操作要点上，需要严格控制钻孔的布置、装药量以及起爆顺序等参数。同时，还需要加强爆破作业的的安全管理和监督，确保爆破器材的质量和性能符合要求^[1]。

1.3 巷道掘进的影响因素分析

（1）巷道围岩强度对掘进的影响。巷道围岩强度是影响掘进效率和巷道稳定性的关键因素之一。围岩强度越高，掘进难度越大，但巷道稳定性也相对较好。因此，在掘进过程中需要根据围岩强度选择合适的掘进方法和支护方式。（2）地应力对巷道稳定性的影响。地应力是巷道掘进中不可忽视的因素。地应力的大小和方向对巷道的稳定性具有重要影响。在掘进过程中，需要充分考虑地应力的作用，采取相应的支护措施来抵消地应力的影响，确保巷道的稳定性。（3）巷道断面设计与掘进效率的关系。巷道断面设计对掘进效率具有重要影响。合理的断面设计能够减少掘进过程中的阻力，提高掘进效率。同时，断面设计还需要考虑通风、运输等实际需求，确保巷道能够满足采矿作业的要求。

2 煤矿采矿工程巷道支护技术

2.1 巷道支护的基本原理与目的

2.1.1 巷道支护的定义与重要性

巷道支护是指在煤矿开采过程中，为防止巷道围岩

因开采活动引发的应力重新分布而导致的破坏或垮塌，采用一系列技术手段和材料对巷道进行加固和保护的过程。这一过程对于确保煤矿开采的安全性、提高开采效率以及延长巷道使用寿命至关重要。巷道支护不仅能够维持巷道的稳定性，还能够保障采矿作业人员的安全，防止因巷道垮塌等事故导致的人员伤亡和财产损失。

2.1.2 巷道支护的基本类型与功能

巷道支护技术根据支护材料和结构形式的不同，主要分为锚杆支护、液压支架支护、预制钢筋混凝土支护和U型钢支护等基本类型。这些支护类型各有特色，适用于不同的地质条件和巷道断面。锚杆支护以其成本低、施工方便、支护效果好等优点成为煤矿中最常用的支护形式；液压支架支护则以其强大的支撑力和适应性强等特点，在深部开采和复杂地质条件下的巷道支护中发挥着重要作用；预制钢筋混凝土支护和U型钢支护则以其高强度、耐久性好等优点，适用于需要长期保持巷道稳定性的场合。

2.2 巷道支护的关键技术

2.2.1 锚杆支护技术及其应用

(1) 锚杆的选型与参数设计：锚杆的选型需根据巷道围岩的性质、巷道断面尺寸、开采深度等因素综合考虑。锚杆的参数设计包括锚杆的长度、直径、锚固方式等，这些参数的选择直接影响到支护效果。一般来说，锚杆长度应穿透潜在滑动面，直径应根据围岩强度确定，锚固方式则根据围岩性质选择机械锚固或化学锚固。(2) 锚杆支护的施工要点与质量控制：锚杆支护的施工要点包括锚杆孔的定位、钻孔深度与角度的控制、注浆材料的选用与注浆工艺等。质量控制方面，应确保锚杆孔的位置准确、注浆饱满、锚杆安装牢固。同时，还应对锚杆支护进行定期检测和维护，及时发现和处理潜在问题。

2.2.2 液压支架支护技术及其优势

(1) 液压支架的工作原理与结构特点：液压支架的工作原理是通过液压缸的伸缩产生推力，对巷道围岩进行支撑。其结构特点包括顶梁、立柱、底座等关键部件，这些部件能够根据实际需要进行调节和适应。液压支架具有支撑力大、适应性强、操作简便等优点。(2) 液压支架在巷道支护中的应用实例：液压支架广泛应用于深部开采和复杂地质条件下的巷道支护。例如，在煤层厚度变化大、地质构造复杂的区域，液压支架能够根据实际情况进行调整，保持巷道的稳定性。此外，在巷道交叉点、拐点等特殊部位，液压支架也能够提供有效的支撑^[2]。

2.2.3 预制钢筋混凝土支护与混凝土支护技术

(1) 材料的选用与支护结构设计：预制钢筋混凝土支护与混凝土支护的材料选用需考虑材料的强度、耐久性和经济性。支护结构设计应根据巷道断面尺寸、围岩性质、开采深度等因素综合考虑，确保支护结构的稳定性和承载能力。(2) 施工中的注意事项与质量控制：在施工过程中，应注意混凝土的浇筑质量、钢筋的绑扎和焊接质量，以及支护结构的整体稳定性。对于预制钢筋混凝土支护，应确保预制构件的尺寸准确、质量可靠，并在现场进行准确的安装和连接。对于混凝土支护，应严格控制混凝土的配合比、浇筑和振捣工艺，确保混凝土的密实性和强度。同时，应对支护结构进行定期检测和维护，及时发现和处理裂缝、脱落等问题^[3]。

2.2.4 U型钢支护技术的特点与应用

U型钢支护技术具有结构简单、安装方便、承载能力强等特点。U型钢材料具有良好的韧性和塑性，能够适应巷道围岩的变形，保持巷道的稳定性。在煤矿采矿工程中，U型钢支护广泛应用于各种复杂地质条件下的巷道支护。特别是在巷道围岩破碎、地质构造发育的区域，U型钢支护能够发挥其承载能力强、适应性好的优势，有效防止巷道垮塌和冒顶等事故的发生。

2.3 巷道支护的影响因素与优化策略

(1) 巷道围岩性质对支护效果的影响。巷道围岩的性质是影响支护效果的关键因素之一。不同性质的围岩对支护结构的要求不同。因此，在选择支护类型和参数时，应充分考虑巷道围岩的性质，如岩石的强度、硬度、节理发育情况等。针对不同类型的围岩，应采用相应的支护技术和材料，以确保支护效果。(2) 地应力条件下的支护技术选择。地应力是影响巷道稳定性的重要因素之一。在地应力较大的区域，巷道围岩的变形和破坏风险增加。因此，在选择支护技术时，应充分考虑地应力的影响。对于高应力区域，应采用具有强大支撑力和适应性的支护技术，如液压支架支护或U型钢支护。同时，还需要结合巷道的地质条件和开采深度等因素进行综合考虑，确保支护技术的合理性。(3) 支护材料与支护结构的优化选择。支护材料与支护结构的优化选择是提高支护效果的关键。在选择支护材料时，应充分考虑材料的强度、耐久性、可加工性和经济性等因素。对于不同地质条件和巷道断面，应选择适合的支护材料以确保支护效果。例如，在软岩巷道中，应选择具有较好柔韧性和适应性的支护材料，如U型钢或高强度锚杆；而在硬岩巷道中，则可以选择刚性较强的支护材料，如预制钢筋混凝土或混凝土^[4]。

3 煤矿采矿工程巷道掘进与支护技术的实践应用

3.1 工程概况与地质条件分析

3.1.1 工程背景与巷道掘进支护需求

在煤矿采矿工程中,巷道掘进与支护是确保采矿作业顺利进行的关键环节。本项目位于某煤矿深部开采区域,巷道掘进长度达数千米,且需穿越复杂地质构造。鉴于巷道所处位置的地质条件复杂,巷道掘进与支护面临诸多挑战,如围岩稳定性差、地应力高、瓦斯含量大等。因此,制定合理的巷道掘进与支护方案,确保巷道稳定性和安全性至关重要。

3.1.2 地质勘探与巷道掘进支护方案的制定

在项目实施前,进行了详细的地质勘探工作,了解了巷道所在区域的地质构造、岩层性质、水文条件等信息。基于地质勘探结果,结合巷道掘进支护需求,制定了针对性的巷道掘进与支护方案。方案考虑了巷道掘进过程中的地质变化,以及支护结构的适应性和承载能力,确保了巷道掘进与支护的顺利进行。

3.2 掘进与支护技术的具体应用

(1)掘进机械的选择与配置。根据项目特点和地质条件,选择了高效的掘进机械进行巷道掘进。掘进机械具备良好的破岩能力和适应性,能够应对复杂地质条件下的掘进作业。同时,根据掘进进度和巷道断面尺寸,合理配置了掘进机械的数量和类型,确保了掘进作业的连续性和高效性。(2)支护材料的选用与支护结构的施工。在支护材料方面,选择了高强度、耐久性好的锚杆、钢筋网和混凝土等材料。支护结构设计考虑了巷道围岩的性质和地应力条件,采用了合理的支护参数和结构形式。施工过程中,严格按照设计要求进行支护材料的安装和混凝土的浇筑,确保了支护结构的稳定性和承载能力。(3)临时支护与永久支护的结合应用。为确保巷道掘进过程中的安全性,采用了临时支护与永久支护相结合的应用策略。在掘进过程中,及时安装临时支护结构,防止围岩脱落和垮塌。随着掘进进度的推进,逐步将临时支护替换为永久支护,确保巷道的长期稳定性和安全性。

3.3 施工监测与安全管理

(1)巷道掘进施工过程的实时监测。为确保巷道掘进施工的安全性,采用了实时监测技术对施工过程进行监控。通过安装传感器和监测设备,实时监测巷道围岩的变形情况、地应力变化以及掘进机械的工作状态等信息。一旦发现异常情况,立即采取措施进行处理,确保了巷道掘进施工的安全顺利进行。(2)瓦斯管理与安全措施的落实。针对巷道掘进过程中可能遇到的瓦斯问题,制定了严格的瓦斯管理措施。加强了瓦斯监测和预警工作,确保了瓦斯浓度在安全范围内。同时,落实了通风、防尘等安全措施,为施工人员提供了良好的作业环境。(3)施工中的质量控制与安全隐患排查。在巷道掘进与支护施工过程中,注重质量控制和安全隐患排查工作。定期对施工质量进行检查和评估,及时发现问题并进行整改。同时,加强安全隐患排查工作,对潜在的安全风险进行识别和评估,制定了针对性的应对措施,确保了施工过程中的安全性。

结束语

综上所述,煤矿采矿工程中的巷道掘进与支护技术是保障矿井安全、提升开采效率的关键。通过综合研究与应用,我们深刻认识到合理选用掘进方法与支护技术的重要性。未来,随着科技的不断进步,我们应继续探索更为高效、环保的掘进与支护方案,以适应日益复杂的地质条件,推动我国煤矿采矿工程向更加安全、高效、可持续发展的方向。

参考文献

- [1]康永强.煤矿采矿工程巷道掘进与支护技术措施[J].石油石化物资采购,2023,(05):42-43.
- [2]谭强,李志强.探究煤矿采矿工程巷道掘进与支护技术措施[J].内蒙古煤炭经济,2025,(07):71-72.
- [3]王鑫.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术措施研究[J].当代化工研究,2025,(12):138-139.
- [4]杜兴耀.采矿工程巷道掘进与支护技术分析[J].凿岩机械气动工具,2025,(10):110-111.