

# 浅析煤矿掘进技术及安全管理

吕志伟 赵 钢

河北冀中邯峰矿业有限公司武安郭二庄矿 河北 邯郸 056303

**摘 要：**煤矿掘进技术作为煤炭开采的关键环节，其应用效率和安全性直接关系到煤炭生产的整体效益与人员安全。岩巷、煤巷、半煤岩巷及特殊地质条件下的掘进技术各具特点，需针对性选择与应用。安全管理方面，设备维护、作业环境优化、人员操作规范及灾害预防与应急响应机制构成了掘进过程的安全保障体系。通过技术创新与安全管理强化，可有效提升煤矿掘进作业的安全性及效率。

**关键词：**煤矿掘进技术；安全管理；措施

## 引言

煤矿掘进技术作为煤炭资源开采的基础性技术，其发展水平与安全性对煤炭工业的持续健康发展具有重要意义。本文旨在探讨煤矿掘进技术的分类、具体应用及安全管理措施，以期提升煤矿掘进作业效率与安全性提供理论参考。随着煤炭开采条件的日益复杂，掘进技术的选择与应用需更加精细，同时安全管理也需不断升级，以应对各种潜在风险。

## 1 煤矿掘进技术概述

煤矿掘进技术是指在岩（土）层或矿层中开掘各种形状、断面或纵横交错的井、巷、峒室的工作，是煤矿开采中的重要环节。掘进技术的发展历程悠久，早期主要依赖人力和简单的工具，如镐、锹等，效率较低。随着科技的进步，现代掘进技术已广泛采用机械化、自动化和智能化的设备，如掘进机、锚杆钻机等，极大地提高了掘进效率和安全性。掘进技术主要分为普通掘进法和特殊掘进法两大类。普通掘进法通常适用于岩层稳定、涌水量不大的条件，主要采用常规的钻眼爆破法进行掘进，这种方法需要严格控制炮眼的作用和位置，确保巷道掘进的形状和尺寸符合设计要求，掘进过程中需进行强制通风，以排除炮烟和有害气体，确保施工安全。特殊掘进法则包括隧道掘进技术、液压冲击破碎技术等。隧道掘进技术利用掘进机械设备对煤炭进行开采，具有开采效率高、能源消耗低、安全性好等优点。液压冲击破碎技术则是一种利用高压水进行破碎开采的方法，能够在煤层中形成一定规模的晶面，减少开采面的强度，提高采煤率。在煤矿掘进过程中，巷道支护技术同样至关重要，巷道支护的目的是控制巷道围岩变形和破坏，保持巷道稳定，确保煤矿安全生产。常见的巷道支护方式有棚式支护、喷射混凝土支护和锚杆支护等。支护材料的选择应根据巷道围岩性质、支护方式、

支护强度等因素综合考虑，确保支护体的强度、刚度和稳定性。优化掘进设备、提高机械化水平、研发新型掘进材料以及优化煤矿掘进工艺等措施，也是提高煤矿掘进效率和安全性的重要途径。

## 2 煤矿掘进技术的具体应用

### 2.1 岩巷掘进技术应用

岩巷掘进在煤矿开采中占据重要地位，因其面对的岩石硬度较高，对技术和设备要求极为严苛。在实际作业时，钻爆法应用颇为广泛。工作人员需依据岩石特性、巷道断面大小等精准设计炮眼布局与装药量。例如在硬度较大的花岗岩巷道掘进中，炮眼深度通常控制在2-3m，炮眼间距依据岩石节理情况设定在0.4-0.6m。通过合理布置掏槽眼、辅助眼和周边眼，掏槽眼率先起爆，为后续爆破创造临空面，辅助眼跟进扩大掏槽效果，周边眼则控制巷道轮廓。光面爆破技术在此基础上得以运用，它通过控制周边眼的装药量和起爆顺序，使爆破后的巷道岩壁平整光滑，减少对围岩的扰动，降低超欠挖现象，从而有效提高巷道成型质量，减少支护工作量。随着技术发展，机械化作业在岩巷掘进中比例不断提升。悬臂式掘进机成为重要设备，其工作机构可灵活调整，适应不同岩石条件和巷道形状。在中等硬度岩石巷道中，掘进机通过切割头旋转破碎岩石，将岩渣装入运输设备，操作过程中，司机根据岩石硬度实时调整切割速度和推进力，确保设备高效稳定运行。配套的锚杆钻机、喷浆机等设备紧跟掘进机作业，实现支护作业的快速衔接，提高掘进效率，保障巷道施工安全<sup>[1]</sup>。

### 2.2 煤巷掘进技术应用

煤巷掘进与岩巷掘进存在显著差异，煤巷的煤质相对松软，且需考虑瓦斯等安全因素。综合机械化掘进是煤巷掘进的主流方式。以连续采煤机作业为例，它集破煤、装煤和运输功能于一体。在煤层厚度稳定、地质

条件简单的煤巷,连续采煤机可快速穿梭作业。其截割头设计专门针对煤质特性,能够高效破碎煤炭。在作业时,连续采煤机按照预先规划路径前进,边截割边将煤炭通过刮板输送机输送至后续运输系统。为防止瓦斯积聚,通风系统需紧密配合,确保巷道内瓦斯浓度始终处于安全范围。锚杆支护技术是煤巷掘进支护的关键环节,由于煤巷围岩稳定性相对较差,锚杆支护可有效增强围岩自承能力。在实际施工中,根据煤巷的埋深、煤层强度等因素确定锚杆的规格、长度和间距。比如在埋深较浅、煤层强度较好的煤巷,可选用长度2-2.5m的锚杆,间距控制在0.8-1.2m。通过及时安装锚杆,将破碎的煤体与深部稳定岩体连接为一体,形成稳定的承载结构,保障巷道在掘进和后续使用过程中的安全。锚索支护在一些特殊地段如巷道交叉点、围岩破碎带等也会应用,进一步强化支护效果,确保煤巷掘进施工顺利进行。

### 2.3 半煤岩巷掘进技术应用

半煤岩巷兼具煤巷和岩巷的特点,掘进过程更为复杂。在选择掘进方式时,需综合考虑煤层与岩层的比例、硬度等因素。当煤层较厚、岩石硬度较低时,可采用综掘机直接掘进。例如在煤层占比达60%且岩石为页岩等较软岩石的半煤岩巷,综掘机可先切割煤层部分,再缓慢切割岩石部分。操作过程中,要密切关注设备运行状态,因为切割不同硬度介质时,设备的负荷变化较大。通过调整切割头转速和推进速度,保证设备稳定运行,同时减少对设备的磨损。钻爆法在半煤岩巷掘进中也有广泛应用。对于岩石硬度较高、煤层较薄的情况,钻爆法更为适用。在爆破设计时,要分别针对煤层和岩层制定不同的爆破参数,对于煤层,控制装药量以减少对煤质的破坏;对于岩层,按照岩巷爆破要求设计炮眼参数。在实际施工中,先爆破岩层部分,为煤层开采创造空间,然后再进行煤层的采挖和运输。在支护方面,由于半煤岩巷围岩条件复杂,需采用联合支护方式。除了常规的锚杆支护,还可能需增加钢带、金属网等,以提高支护强度,确保巷道在掘进和使用过程中的稳定性,满足煤矿安全生产需求<sup>[2]</sup>。

### 2.4 特殊地质条件下的掘进技术应用

在煤矿开采中,常常会遇到特殊地质条件,如断层、破碎带、软岩等,这些给掘进工作带来极大挑战。在断层区域,由于岩石破碎、应力集中,掘进时易发生坍塌等事故。超前支护技术至关重要。通过在掘进前方打设超前锚杆、超前小导管等,对破碎岩体进行预加固。例如在遇到落差较小的正断层时,在巷道顶部每隔0.3-0.5m打设一排超前锚杆,锚杆长度根据断层破碎带宽

度确定,一般为3-5m,深入断层破碎带稳定岩体1-2m,从而形成一个保护拱,为后续掘进作业提供安全保障。软岩巷道掘进面临围岩变形大、自稳能力差的问题。采用锚注支护技术可有效解决此类问题。先按照设计要求施工锚杆,对软岩进行初步固定,然后通过注浆管向围岩中注入水泥浆等浆液,使浆液在围岩裂隙中扩散、凝固,增强围岩的整体性和强度。在埋深较大、地应力高的软岩巷道,还可结合U型钢支架进行支护,U型钢支架具有良好的可缩性,能适应软岩的大变形,与锚注支护共同作用,控制巷道变形,确保巷道稳定。在富含水的地质条件下,防水治水技术尤为关键。在掘进前,通过物探等手段查明水源位置和水量大小,然后采用超前探放水、注浆堵水等措施,排除积水,封堵涌水通道,保障掘进工作安全进行,避免水害事故发生。

## 3 煤矿掘进过程中的安全管理措施

### 3.1 设备安全管理

(1) 设备的日常维护保养至关重要。掘进设备在高强度运行下,各部件易出现磨损、松动等状况。每日作业前,应对设备关键部位如传动装置、液压系统、电气线路等进行细致检查,及时清理设备表面及内部的煤尘、杂物,防止其进入设备内部影响正常运转。定期为设备添加润滑油,确保各运转部件保持良好的润滑状态,减少磨损,延长设备使用寿命。(2) 设备的正确选型与安装不容忽视。依据煤矿掘进的地质条件、巷道规格等因素,合理选择适配的掘进设备,确保设备性能满足实际作业需求。在设备安装过程中,严格按照设备安装说明书进行操作,保证设备安装稳固,各连接部位紧密可靠。安装完成后,要进行全面调试,对设备的运行参数进行校准,确保设备在最佳状态下运行。(3) 设备的故障监测与处理要及时高效。为设备配备先进的故障监测系统,实时监测设备运行状态,一旦发现异常,如设备振动加剧、温度异常升高、声音异常等,立即停机检查。维修人员应迅速对故障进行诊断,确定故障原因,并采取针对性的维修措施,尽快恢复设备正常运行,避免因设备故障导致安全事故发生。

### 3.2 作业环境安全管理

(1) 通风系统的有效运行是保障作业环境安全的关键。合理设计通风系统,确保巷道内有充足的新鲜空气供应,及时排出掘进过程中产生的瓦斯、粉尘等有害气体。定期对通风设备进行检查与维护,保证风机正常运转,通风管道无破损、漏风现象。加强通风管理,根据巷道掘进进度及时调整通风系统,确保各作业地点通风良好。(2) 巷道支护工作必须扎实到位。在掘进过程

中,根据巷道围岩条件选择合适的支护方式,如锚杆支护、锚索支护、架棚支护等。严格按照支护设计要求进行施工,保证支护质量。对已支护的巷道要定期进行巡查,观察支护结构是否变形、松动,如有问题及时采取加固措施,防止巷道坍塌,保障作业人员的安全。(3)对作业环境中的瓦斯、粉尘等有害因素要进行严格监测与控制。采用先进的瓦斯检测仪器,实时监测巷道内瓦斯浓度,一旦瓦斯浓度超标,立即停止作业,采取有效的瓦斯排放措施。加强对粉尘的治理,通过喷雾降尘、通风排尘等手段,降低作业环境中的粉尘浓度,减少粉尘对作业人员健康的危害,预防粉尘爆炸事故的发生<sup>[3]</sup>。

### 3.3 人员操作规范管理

(1)作业人员必须经过严格的专业培训。培训过程中,需确保他们全面了解掘进设备的操作规程、详细的作业流程以及至关重要的安全注意事项。培训内容不仅涵盖丰富的理论知识,更要着重于实际操作技能的训练,通过高度仿真的模拟作业场景,使作业人员能够熟练掌握设备操作技巧,并显著提升其在面对突发情况时的应变与处理能力。(2)在作业过程中,作业人员要严格遵守操作规程。严禁违规操作,如严禁擅自更改设备运行参数、严禁设备运行时进行检修,也严禁忽视安全警示标志进行危险作业,任何可能危害人员安全或影响生产流程的行为都应被严格禁止。严格执行岗位责任制,明确每个作业人员的职责,确保各项作业任务有序进行。对于违反操作规程的行为,要给予严肃处理,以起到警示作用,维护良好的作业秩序。(3)加强作业人员之间的协作与沟通。掘进作业通常需要多个工种协同配合,如掘进机司机、支护工、运输工等。各工种之间要保持良好的沟通,及时传递作业信息,避免因信息不畅导致误操作。在进行交叉作业时,要制定详细的安全措施,明确各工种的作业顺序和安全责任,确保作业过程安全有序。

### 3.4 灾害预防与应急管理

(1)建立完善的灾害预警系统。这一系统对可能发生的瓦斯爆炸、透水、冒顶等灾害进行实时监测与预

警,确保矿井安全。我们采用先进的传感器技术,精准布置于矿井的关键位置,对巷道内的瓦斯浓度、水位变化以及地压活动等关键参数进行不间断的实时监测。一旦这些关键参数超出预设的安全范围,预警系统将立即自动触发警报,通过声光电等多种方式迅速提醒现场作业人员,确保他们能够第一时间察觉并采取有效的应对措施,从而保障人员安全与矿井生产稳定。(2)制定科学合理的应急预案。针对不同类型的灾害,制定详细的应急处置流程,明确各部门、各岗位在应急救援中的职责。定期组织应急演练,让作业人员熟悉应急处置流程,提高应急响应能力和协同配合能力。确保在灾害发生时,能够迅速、有效地开展救援工作,减少人员伤亡和财产损失。(3)储备充足的应急救援物资。在井下设置专门的应急物资储备库,储备如灭火器、急救药品、通讯设备、支护材料等应急救援物资。定期对应急物资进行检查与维护,确保物资完好有效。建立应急物资管理制度,明确物资的领取、使用和补充流程,保证应急物资在关键时刻能够发挥作用<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,煤矿掘进技术是煤矿开采中的关键环节,不同类型的掘进技术适用于不同的巷道条件,需根据具体情况合理选择。安全管理在煤矿掘进过程中至关重要,必须确保设备安全、作业环境安全、人员操作规范,并加强灾害预防与应急管理。只有全面做好安全管理工作,才能有效保障煤矿掘进作业的顺利进行,提高生产效率,降低事故风险,实现煤矿开采的可持续发展。

### 参考文献

- [1]郎志明.浅析煤矿掘进技术及安全管理[J].电脑校园,2024(22):110-112.
- [2]王洋.浅析煤矿掘进技术及安全管理[J].能源与节能,2024(11):125-127.
- [3]赵云龙.浅析煤矿掘进过程中的中深孔爆破技术[J].内蒙古煤炭经济,2022(14):27-29.
- [4]刘嵩,徐楠楠.浅析煤矿综合机械化快速掘进技术[J].中国设备工程,2024(4):228-230.