

煤矿掘进技术及安全管理研究

孟祥东

河南平宝煤业有限公司 河南 平顶山 467000

摘要: 本文围绕煤矿掘进技术及安全管理展开研究。阐述了煤矿掘进技术的分类及特点,包括煤巷综合机械化、连续采煤机与锚杆钻车配套作业、掘锚机组一体化、钻爆法等技术,分析了各自的优缺点。介绍了我国煤矿掘进技术应用现状,呈现多种技术并存且发展不均衡的情况。同时指出煤矿掘进过程中存在瓦斯爆炸、顶板坍塌、粉尘危害、透水事故等安全隐患。针对这些隐患,详细的阐述了瓦斯、顶板、粉尘、防水、设备等方面的安全管理措施,为煤矿掘进作业的安全高效开展提供全面参考,保障煤矿生产安全和人员健康,促进煤矿行业稳定发展。

关键词: 煤矿;掘进技术;安全管理;效率;安全隐患

引言

煤矿作为重要的能源产业,其掘进作业是煤炭开采的关键环节。随着煤炭需求的持续增长和开采环境的日益复杂,煤矿掘进技术的发展与安全管理成为行业关注焦点。煤矿掘进技术的合理选择和应用直接关系到开采效率和质量,不同的掘进技术有着各自独特的原理、设备构成和作业方式。然而,煤矿掘进过程中存在诸多安全隐患,如瓦斯爆炸、顶板坍塌、粉尘危害和透水事故等,这些隐患严重威胁作业人员生命安全和煤矿生产的正常进行。

1 煤矿掘进技术的分类及特点

1.1 煤巷综合机械化掘进技术

1.1.1 设备构成复杂

该技术主要依靠悬臂式掘进机、刮板输送机、转载机、胶带输送机等一系列设备协同作业。悬臂式掘进机如同“开路先锋”,负责破碎煤岩,为后续运输工作创造条件。刮板输送机则承担着将掘进机破碎的煤岩从掘进工作面运输到转载机的任务,转载机起到中转的作用,将煤岩转运到胶带输送机上,最终由胶带输送机将煤岩输送出巷道,实现煤炭的连续运输。

1.1.2 优点突出

一是生产稳定性强,能够在相对复杂的煤矿井下环境中保持稳定的工作状态,即使遇到一些小型的地质变化或设备故障,也能较快地恢复生产,确保掘进工作的连续性。二是对生产环境适应能力强,无论是在高瓦斯、高粉尘等恶劣环境条件下,还是在不同地质构造的煤层中,都能较好地开展掘进作业。并且由于设备的机械化程度高,大大减轻了工人的劳动强度,提高了工作效率。

1.1.3 存在一定不足

我国在掘进机技术的研究方面起步相对较晚,虽然经过多年的发展取得了显著进步,但与国外先进技术相比,在设备的性能和可靠性方面仍有差距。如,在设备的截割功率、截割速度、使用寿命等方面,国外的先进设备是具有一定的优势。

1.2 连续采煤机与锚杆钻车配套作业技术

煤巷综合机械化掘进技术主要由悬臂式掘进机、刮板输送机、转载机、胶带输送机等设备协同作业。悬臂式掘进机负责破碎煤岩,后续设备实现煤炭连续运输。其优点显著,生产稳定性强,能在复杂井下环境保持稳定,遇小型地质变化或设备故障可较快恢复生产,确保掘进连续性;对生产环境适应能力强,可在高瓦斯、高粉尘及不同地质构造煤层中作业;机械化程度高,减轻工人劳动强度,提高工作效率^[1]。然而,我国掘进机技术研究起步晚,与国外先进技术相比,在设备性能和可靠性方面存在差距,如截割功率、截割速度、使用寿命等方面不如国外先进设备。

1.3 掘锚机组一体化掘进技术

掘锚机组一体化掘进技术带来了煤矿掘进工艺的创新变革。它将掘进和支护作业集成于一台设备,打破了传统先掘进后支护的模式,实现了同步进行。这样的一体化作业模式极大地减少了作业工序转换时间,使掘进效率得到显著提高。比如在一些煤矿的实际应用中,以往需要先完成掘进工作再进行支护,耗费大量时间,而采用掘锚机组一体化后,两项工作同时进行,大大缩短了整体施工周期。它的核心设备四臂锚杆钻机发挥着重要的作用,提高了掘进技术的智能化和自动化程度。四臂锚杆钻机能够自动完成锚杆的安装和紧固等工作,一方面减少了人工操作带来的误差,确保了支护的准确性和稳定性;另一方面也降低了工人的劳动强度,提高了

工作的安全性。由于自动化操作，支护的质量和效率也得到了提升。目前该技术仍处于发展和完善阶段，技术尚不稳定。关键的核心技术由国外设备制造商掌控，这使得国内在技术研发和制造工艺方面面临挑战。国内需要进一步加大投入，提高自身的技术水平和制造工艺，以突破技术瓶颈。

1.4 钻爆法掘进技术

钻爆法掘进技术是一种古老且应用广泛的岩石破碎方法。其工作原理是先在岩石上精准钻孔，再根据岩石状况选择正向或反向装药方式，将炸药装填进炮孔，通过控制炸药用量、炮眼间距等爆破参数，引爆炸药以破碎岩石。该技术优势明显，适应性强，能应对各种硬度和地质条件的岩石。并且成本相对较低，无需大量机械设备投入，适用于小型煤矿或地质复杂的巷道掘进。然而，钻爆法也存在诸多缺点。一方面，爆破时会产生较大震动，可能影响周围巷道和设备，甚至引发顶板坍塌等安全事故。另一方面，爆破过程中会产生大量粉尘，严重污染井下作业环境，危害工人身体健康。

2 煤矿掘进技术的应用现状

目前我国煤矿掘进技术的应用现状呈现出多种技术并存、发展水平不均衡的特点：（1）综合机械化掘进技术在大型煤矿广泛使用并成为主流。它集多种功能于一体，大幅提升掘进效率。以悬臂式掘进机为例，配合相关运输设备可快速破碎和运输煤岩，加快巷道掘进速度、减轻工人劳动强度，有力保障煤矿高效生产。而且该技术持续升级，通过优化参数、改进刀具材质等手段，增强了对高硬度煤层和复杂地质区域的掘进能力，应用范围不断拓展。（2）掘锚机组一体化掘进技术正逐步推广。一些先进煤矿企业已开始应用，其能实现掘进与支护同步，极大提高施工效率和安全性。像朱家崙煤矿使用的特定掘锚一体机，拥有多种一体化功能，可在掘进同时进行锚护作业，有效缩短作业周期。随着技术成熟，其在提高巷道成型质量、减少支护材料消耗等方面优势渐显，吸引众多企业尝试，但核心设备和技术多被国外掌控，国内在研发和制造工艺上有待加强。（3）传统钻爆法在小型煤矿或复杂地质区域仍有应用。钻爆法适应性强，可破碎不同硬度和地质条件的岩石^[2]。不过，其存在诸多问题，如掘进效率低、安全性差、劳动强度大，爆破产生的震动和粉尘会影响巷道与设备、危害工人健康，且施工工艺复杂，需要严格把控爆破参数和流程来保障施工安全与质量。

3 煤矿掘进过程中的安全隐患

3.1 瓦斯爆炸

瓦斯作为煤矿井下最为常见且极其危险的有害气体，其易燃、易爆的特性犹如一颗隐藏在黑暗中的“定时炸弹”。在煤矿掘进的艰苦作业环境中，瓦斯的威胁始终如影随形。当井下通风不畅、瓦斯排放不及时等情况出现时，瓦斯浓度便会逐渐升高。一旦瓦斯浓度超过了安全限值，哪怕是遇到极其微小的火源，如电气设备产生的电火花、工人作业时的摩擦火花、爆破作业产生的火花等，都可能瞬间引发剧烈的瓦斯爆炸。这种爆炸的威力极其巨大，不仅会产生强烈的冲击波，对巷道、设备造成严重的破坏，导致井下的支架倒塌、设备损毁、通风系统瘫痪，而且爆炸后还会产生高温和大量有毒有害气体，如一氧化碳、二氧化碳等。这些有毒气体在井下狭小的空间内迅速蔓延，会使来不及躲避的作业人员中毒窒息，造成严重的人员伤亡和难以估量的财产损失。

3.2 顶板坍塌

顶板坍塌是煤矿掘进过程中屡见不鲜且危害严重的安全事故。在掘进作业不断推进的过程中，巷道顶板所承受的压力也在不断发生变化。如果施工人员没有根据实际的地质情况及时进行顶板支护，或者所采用的支护方式不当、支护强度不够，那么顶板就会因无法承受上方的压力而发生坍塌。顶板坍塌的发生往往具有突发性，让人猝不及防。一旦发生，沉重的岩石和煤块会瞬间砸落下来，不仅会对正在作业的人员造成严重的砸伤、掩埋等伤害，导致人员伤亡，还会损坏井下的各种设备和设施，影响掘进工作的正常进行。特别是在一些地质条件复杂、顶板岩石破碎、地应力较大的区域，顶板坍塌的风险更高。而且，即使是局部的顶板坍塌，也可能会引发连锁反应，导致更大范围的顶板失稳，进一步加剧事故的严重性。

3.3 粉尘危害

在煤矿掘进过程中，大量的粉尘会随着采掘作业不断产生。这些粉尘弥漫在井下空气中，给作业人员的身体健康带来了严重的威胁。长期吸入粉尘的作业人员，容易患上尘肺病等职业病，导致肺部组织逐渐纤维化，呼吸困难，严重影响生活质量和寿命。当粉尘在空气中达到一定的浓度时，遇到火源便会引发粉尘爆炸。粉尘爆炸的破坏力不容小觑，其爆炸产生的冲击波和火焰会迅速在井下巷道中传播，对人员和设备造成严重的伤害。此外，粉尘还会影响井下的视线，降低作业环境的能见度，增加作业人员的操作难度和安全风险，给安全生产带来诸多隐患。

3.4 透水事故

在一些水文地质条件复杂的煤矿区域,透水事故犹如一把高悬的利剑,时刻威胁着掘进工作的安全。在掘进过程中,如果不慎遇到了含水层、老空水等富含大量水体的区域,而防治水措施又没有做到位,那么大量的水就会瞬间涌入巷道^[3]。透水事故的发生速度极快,水量往往巨大,能够在短时间内淹没巷道,冲毁设备,使作业人员被困井下,生命安全受到严重威胁。而且,透水事故还可能会引发其他的次生灾害,如导致巷道顶板坍塌、电气设备短路等,进一步加重事故的危害程度。此外,透水事故后的排水和救援工作难度极大,需要耗费大量的时间、人力和物力,对煤矿的生产造成长期的影响。

4 煤矿掘进的安全管理措施

4.1 加强瓦斯管理

瓦斯管理是煤矿掘进安全管理重难点。要建立瓦斯监测系统,在掘进面、巷道关键处装瓦斯传感器,实时采集数据传至监控中心,工作人员需关注浓度变化,超安全限值立即处理。通风管理是降瓦斯浓度关键,需合理设计通风系统,依据掘进面情况定通风方式和量,定期检查维护通风设备,保证其正常运行,还要保持通风巷道畅通。瓦斯超限要及时处理,如停作业、撤人员、加强通风等,严禁超限作业,对违规行为严罚,确保瓦斯管理严格执行。

4.2 加强顶板管理

顶板管理对煤矿掘进安全很重要。制定合理顶板支护方案是前提,依地质条件、顶板岩石性质和厚度选合适支护方式和材料,如锚杆、锚索、支架支护等,且要及时有效支护,避免顶板暴露太久坍塌。通过顶板离层仪、压力传感器等监测设备实时监测顶板变形和压力,同时定期人工检查顶板有无裂缝、破碎等情况。发现隐患要及时处理,特殊地段要加强支护,如增加锚杆密度长度、用锚索加强支护等,防顶板坍塌。

4.3 加强粉尘管理

粉尘管理对保障人员健康和防爆炸事故意义重大。可采取洒水、喷雾降尘措施降低粉尘浓度,在掘进面、运输巷道等易产尘处装洒水喷头和喷雾装置,定期作业。同时加强粉尘监测检查,用粉尘浓度检测仪实时监测,超标即处理。为作业人员配合合格防尘口罩等防护用品,选择符合国家标准口罩,定期培训使用方法,确保正确佩戴使用。还要加强防护用品管理,检查质量性能,及时更换损坏或过期用品。

4.4 加强防水管理

水文地质条件影响煤矿掘进安全,加强防水管理很重要。要加强对水文地质条件勘察分析,了解含水层、老空水情况,为制定防治水方案提供依据。依结果制定合理方案,明确防水和排水方案,对可能有水患地段超前探水、注浆堵水。掘进作业前先超前探水,有水患及时处理。建立完善排水系统,依涌水量和排水要求设计,选合适设备和管道,定期检查维护排水设备,清理疏通排水管道,监测管理排水情况,保井下排水畅通。

4.5 加强设备管理

在煤矿掘进作业中,加强设备管理至关重要。定期对设备进行维护和保养是保障设备性能和可靠性的基础。需依据设备的使用频率、运行环境等因素,制定详细且科学的维护计划。比如,定期为设备的关键部件添加润滑油、清理设备内部的灰尘和杂物等,延长设备的使用寿命,确保其在掘进作业中稳定运行。同时对设备的运行情况进行实时监测是避免安全事故的关键举措。借助先进的监测技术和设备,如传感器、监控系统等,对设备的各项运行参数,如温度、压力、振动等进行实时采集和分析。一旦监测到参数异常,立即发出警报,通知相关人员及时进行排查和处理,将设备故障消灭在萌芽状态,最大程度地降低因设备故障引发的安全事故风险,为煤矿掘进作业的安全、高效开展提供坚实的设备保障^[4]。

结束语:煤矿掘进技术与安全管理是煤矿生产中不可忽视的重要内容。通过对煤矿掘进技术的深入剖析,我们明确了各种技术在不同环境下的优势和不足,以及当前应用现状的多样性和不平衡性。在面对复杂且危险的井下环境时,煤矿掘进过程中的安全隐患不容忽视,这些隐患可能引发严重的人员伤亡和财产损失。本文所阐述的一系列安全管理措施,包括瓦斯、顶板、粉尘、防水和设备管理等方面,是基于对这些隐患的深刻认识而提出的。

参考文献

- [1]孙恺.煤矿掘进技术及安全管理研究[J].能源与节能,2024(4):223-225,228.
- [2]郭敏.煤矿掘进技术及安全管理研究[J].能源与节能,2023(8):195-197.
- [3]崔帅帅.煤矿掘进技术及安全管理研究[J].工程研究与实用,2024,5(2).
- [4]武剑.煤矿掘进技术及安全管理研究[J].矿业装备,2022(3):174-175.