

# 煤矿采矿工程中掘进和支护技术的应用

张平

黑龙江龙煤鸡西矿业有限责任公司

**摘要:**随着我国经济的发展,各行各业对能源的消耗也越来越大,煤炭作为我国工业生产的主要能源,从而其开采力度越大,井下作业难度也越高,尤其是一些处在复杂地质区域的煤矿,为了提升掘进作业的效率 and 安全性,应加强对支护措施的应用。这要求首先应全面掌握地质条件的实际情况,以及相应安全影响因素,然后再开展复杂地质掘进支护。

**关键词:**煤矿采矿工程;掘进;支护技术;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.01.156

## 引言

在我国煤矿开采作业中,广泛采取井工开采方式,但这种方式对开采技术以及井下作业的设计提出了更高的要求,对于软岩巷道环境下,由于受到地质条件以及水文条件的特殊性影响,导致巷道掘进和支护十分困难,为此,人们必须选择合理的支护类型,提高顶层巷道支护水平,保障巷道具备良好的承载力,同时也推动煤矿开采作业的顺利推进。

### 一、巷道掘进与支护技术应用的重要性

众所周知,煤炭资源所处的环境条件复杂,因此煤炭资源开采存在很大风险。为确保煤炭资源开采工作的顺利开展,需要在煤矿开采工作前,结合开采区域的实际情况制订针对性的工艺方案,在此基础上,由采矿人员围绕煤矿的分布特点,做好开采地点的支护工作,为煤炭资源的安全运输提供可靠保障。井下地质条件特殊,对支护技术的要求较高,为确保煤矿开采各环节工作安全稳定,巷道掘进和支护势在必行。矿井中存在着很多不确定性因素,容易出现冒顶事故,一旦发生事故,将会造成无法预估的严重后果。对此,必须结合矿井开采区域的实际情况,做好掘进与支护工作,以便为提高煤矿采矿工程的综合效益奠定基础。

### 二、煤矿采矿工程掘进和支护技术的影响因素

#### (一) 工程技术因素

煤矿生产中采用了炮采、综采等技术。在采矿过程中,要根据深度进行采矿,这需要根据地形进行计算和设计。因此,这类掘进技术的应用对操作人员的技术要求很高,且要重视对顶板设备的管理,保证采矿作业安全和生产效率。

#### (二) 围岩环境

巷道的稳定性与围岩环境具有紧密的联系,通常围岩环境越稳定,巷道的安全性也越高。为了保证煤矿企业人员和设备的安全,在煤矿掘进正式开始之前,需要

地质勘探人员对井下周围围岩的年代和特性进行全面客观的评价,然后根据地质勘探数据,确定井下巷道施工标准和施工内容。对于观测到围岩的脆弱环节,为了避免可能发生沉降、塌方等地质灾害,需要煤矿技术人员高度重视。一方面,加强地质环境的微观变化,加强地质灾害预警和通报;另一方面,在围岩薄弱环节采取锚杆、锚索加固技术,提高围岩周围强度。此外,围岩加固工作应根据周围地质环境采用合理的支护手段,结合每种支护方式的特色,综合选择支护效果好、经济效益明显的支护手段。

#### (三) 地质条件

我国地域辽阔,不同地区的地质条件存在较大差异,这就需要在开展采矿工程巷道掘进和支护作业前,对于采矿工程所在区域的地质条件做充分分析,尽可能减少地表环境因素对获取分析数据的干扰。预防在后续巷道掘进和支护作业中,出现地下水断层等特殊情况,增加采矿工程作业量。如果地质条件偏差、巷道工作环境较为复杂,还需要邀请行业专家,对于采矿工程生产条件做更细化分析,保障巷道的安全防护。

### 三、煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术应用

#### (一) 光面爆破技术

光面爆破技术是巷道掘进施工中常用的技术之一,该技术的科学合理应用,对提高煤矿巷道掘进效率有着极为重要的作用。将光面爆破技术应用于煤矿采矿工程中,能够掌握爆破过程,在对爆破点进行爆破时,还可以根据连锁反应爆破临近爆破点,叠加技术的使用能够在爆破面形成围岩区域,有利于施工顺利开展。但在具体应用该技术之前,必须合理地布局炮眼,精准计算炮眼的间距及炸药的使用量,根据爆破区域的具体情况制订爆破方案,以便从整体上提高爆破质量。

#### (二) U型钢支护

U型钢规格为,净高和净宽分别为3.5m和4m,有效

断面面积为 $12.2\text{m}^2$ ，U型钢布置完毕后需进行挂网喷浆，喷浆厚度为 $100\text{mm}$ ，网片规格为 $3.2\text{m}\times 1\text{m}$ ，喷浆所用浆液由硅酸盐水泥、河沙、石子配制而成，质量配比为 $1:2:2$ 。U型钢断面，如170页图2所示。工艺流程如下：第一，开展安全检查，确定工程质量、瓦斯传感器位置、敲帮问顶，不存在任何危险因素后开始掘进一段距离，接下来布置U型钢<sup>[6]</sup>；第二，U型钢的布置首先凿柱窝，过程中先确定柱窝的位置，然后清理浮煤炭，接下来通过钢钎在地板凿出柱窝，柱窝凿好后将U型钢挡腿插入，然后派专人扶好；第三，在工作平台上开始上梁，过程中先将柱腿和梁用卡缆连接，然后将两个梁之间的卡缆连接，并依据中线位置将支架摆正后插入拉杆，最后将卡缆卡紧。所有操作结束后挂上金属网并开始喷浆，喷浆结束后清理工作面，并继续向前掘进，布置U型钢。

### （三）锚杆支护技术

其锚固内的锚杆和围岩共同作用，两者统称为锚固体。在煤矿巷道中，通过合理布置锚杆，可使巷道顶板和两帮的锚固体作用形成一个整体承载结构，这个承载结构不仅能够支护外部围岩，对外部围岩变形进行限制，还可以承受来自自身重量以及因为变形而形成的压力，从而维持巷道的稳定。一般情况下，锚杆对巷道岩体加固作用主要表现为，一是利用锚杆的抗拉作用，锚杆穿过破碎岩体进入深部稳定岩层，对不稳定岩体发挥着悬吊作用；二是锚杆和岩体一起作用，不仅能够使岩层的抗变形能力提升，还可以使岩体的整体性加强；三是利用锚杆的抗剪作用，可阻碍岩层产生离层作用，加大岩层间的摩擦作用力，还可避免岩层间的相对滑动，促进岩层产生组合梁作用形式；四是利用锚杆形成三向应力作用，使边界岩层的受力状态发生改变，进而使岩层的承载能力提高，促进锚杆和岩体的共同作用。因此，锚杆支护对易破碎岩体的锚固作用为，一是提供支护强度，当巷道锚固体变形量加大时，锚杆所受到的拉伸载荷也变大，依据力的相互作用，锚杆对围岩的抗力也相应地增大；二是提高锚固体刚度，当围岩中安设锚杆后，岩体由均质岩体转变为复合岩体；三是提高锚固体的峰后强度，有利于巷道围岩的承载能力及稳定性。

### （四）混凝土支护技术

混凝土支护：在混凝土支架的制造中采用喷射混凝土的方法，并将锚杆和混凝土支护有机结合起来，以保证围岩的安全。因此，在实际作业中，必须对喷淋装置进行科学配置，并通过合理的布局保证作业的效率和安全。在掘进完毕后，要及时安装临时锚杆，将混凝土喷

到要求的厚度，用锚网喷出加强金属网的强度，提高混凝土支架的整体性能。

### （五）棚式支护技术

在煤矿开采作业前，需要确定支架技术方案，为满足支护结构强度的要求，通常选用金属支架。但随着煤矿开采面积的不断扩大，该方法逐渐被锚杆支架技术取代。在此现状下，棚式支护技术以其稳定性良好、实用性强、应用便捷、成本低的优势被广泛应用于煤矿支护。相比砌碛支护模式，上述两种支护方法都具有操作被动的特点。实际开采工作要求煤矿使用综合机械掘进方法进行巷道掘进。该模式要发挥效用，需要悬臂式掘进机及锚杆机等设备的辅助。和连续采煤机相比，悬臂式掘进机的资金耗费大，无法保障采掘作业的稳定性和安全性，所以很多煤矿选择使用连续采煤机。此外，为了能更加客观地评估围岩的稳定性，需要科学预算巷道围岩的移近量，具体而言，必须充分利用概率分析法及数据分析法等技术方法，基于巷道顶底板岩层的平均单向抗压强度及巷道埋深，科学计算巷道预期围岩移动量，根据计算结果对设备的工作阻力进行评估，掌握每米巷道要求的支架承载力，根据裂隙发育程度和底板岩石性质的评估结果为棚距提供可靠的依据。

## 四、煤矿采矿工程巷道掘进技术和支护措施

### （一）制定巷道掘进施工方案

在巷道掘进的施工作业环节，需要在前期的方案制定中，加强地质勘查，从多层面着手，做好全过程的技术监督，了解工程项目的具体情况，在地质勘查环节做好前期准备，确保掘进工艺操作的可行性和规范性。在地质勘察作业环节，技术人员需要对勘察过程进行进一步的完善，了解工程项目的实际需求，掌握有关参数，将应力围岩的强度参数、结构性能参数等集中记录下来，了解应力大小参数等有关的数据信息。对相关数据进行记录、分析、汇总，构建起数据模型，保证地质勘查的相关数据可以发挥出支持保障的作用，提高地质勘查工作的全面性和规范性效果。在地质勘查环节保证各项参数信息全面性，制定工程项目的掘进方案，对工程项目地质情况进行全面分析，制定高效性、可行性较强的巷道掘进处理方案。例如在大断面连续开挖的过程中。要使用专业化的挖掘设备设施，完成挖掘任务，利用间接性运输处理方案，或是采取连续运输处理方案，在稳定的地基条件和施工环境下进行生产。如果开挖过程中使用综合机械化开挖的方式，需要配备完善的设备设施。

### （二）支护系统设计

针对我国煤矿井下巷道支护设计特点，提出了合理

的技术措施,保证了设计思路的科学、规范,并将地质调查、设计、施工、监测等环节有机地结合在一起,以实现矿井的综合利用。第一是岩体力学评估,主要对工程场地的岩体应力、岩体力学特性等进行合理的评估,同时要了解相关参数,以保证各项力学指标与工程的实际需求一致。第二,在初步设计时,应采用有限差分数值仿真技术,将工程类推与理论计算相结合,保证后续工作的顺利进行,并进一步提高稳定性分析与计算精度。第三,在初步的设计方案基础上,确定项目的具体施工方式。第四,在施工过程中,对各支护技术方案进行实时监测,以了解其实施效果。第五,通过信息反馈,根据直接的数据和信息,对改进后的设计和工艺进行改造,确保巷道表面、深部变形等参数可以作为反馈信息,使修改方案更加合理、可控。第六,不断进行最初设计,收集信息的反馈结果,直至完成整个设计,才能保证总体的安全。

### (三) 加强巷道支护管理工作

在煤矿巷道支护工作中,可以从技术和管理两方面入手,加强巷道管理工作的效能。在技术层面,密切关注采矿区周围地质变化,做好地质薄弱区域的动态检测;聘请优秀的地质勘探检测团队提供业务支持;地下水渗透、地质断裂层、煤层瓦斯超限等煤炭采掘环境要重点关注,并制定相应的应急保障策略。做好井下围岩的加固工作,可以采用超前注浆技术,提高周围岩层的稳定性;采用锚杆、锚索和锚网立体支护技术,强化煤层断裂带支护效果;同时,利用先进的探测设备,密切监视地表应力变化,提前捕获锚索固定脆弱位点并采取加固措施,提高巷道支护的安全性和稳定性。在管理层面,加强支护器材的质量管控,把控锚固螺帽的精度,在条件允许的条件下,采用专用锚固定螺母代替普通螺母,提高在复杂地质条件下锚固定点的整体承载力。在锚杆支护施工过程中,加强支护现场的管理,严格制定并落实巷道支护方案,明确现场施工单位和部门的职责,确保按照施工要求提供安全稳定的巷道支护环境。

### (四) 重视井下安全生产教育宣传

煤矿开采工程是个系统性工作,在做好巷道掘进和支护技术研究的同时,还要加强对井下安全生产的教育与宣传,树立煤矿从业人员高度的安全意识,从根本上防止和减少煤矿安全生产事故的发生。一方面,煤矿企业管理部门要高度重视采掘与支护的安全教育宣讲工作,将干部职工受教育视为完成煤矿掘进任务等同的地位,使煤矿从业人员真正认识到煤矿安全管理政策和措施对于保障煤矿掘进工作的重要作用。另一方面,在煤

矿安全教育培训内容上,注重讲解煤矿巷道掘进支护对于煤矿安全生产形势的总体影响,讲授煤矿巷道掘进工作危害种类和逃生技巧,采取课堂讲授和员工互动的教学方式,让煤矿职工真正受教育、懂安全。

### (五) 优化巷道掘进机械配置工作

在巷道掘进作业中,要做好机械配置工作,确保各项作业内容可以有序落实。巷道掘进作业的机械配置可以细分为以下两种类型:第一种,掘进机。在采矿工程生产作业中,主要使用重型大功率掘进机或轻型掘进机完成巷道掘进任务。在选择掘进机时,需要综合考虑多方面因素,例如采矿工程实际施工标准、施工区域地质情况、巷道断面倾角等。在巷道断面偏小、没有过高的破岩难度时,则应用轻型掘进机。其采购、租赁成本偏低,可以有效降低整个巷道掘进成本支出。而且,掘进人员可以控制轻型掘进机完成更多样化的掘进操作,在掘进过程中不容易出现严重的机械设备故障。如果巷道断面偏大、破岩难度偏高,则要应用重型大功率掘进机,逐步完成巷道掘进任务。掘进人员还需要根据岩层结构、岩石硬度等参数信息,选择合适的掘进机截割头结构,调整合适的运行功率,进而提高巷道掘进质量。第二种,运输设备。在巷道掘进作业中,拥有多种类型的运输设备,使用频率最高的为刮板输送机、胶带输送机,在具体应用中,需要配合掘进机类型、运行功率,选择合适的运输设备,确保掘进机和运输设备可以实现1+1>2的应用效果,进而稳定提升巷道掘进效率,将岩石结构快速运输到其他区域。避免不同机械设备在配合环节中浪费过多时间成本,合理控制采矿人员工作量。

### 结语

总而言之,在煤矿采矿工程中,合理地选择和应用巷道掘进与支护技术,是保障采矿工作安全开展的前提,也是提升煤矿综合效益的关键举措。科学合理的煤矿巷道掘进和支护技术,能够尽可能减少巷道掘进过程中出现事故的概率,保障开采质量,有利于提高煤炭资源的开采效率。

### 参考文献

- [1]张涛.近距离下煤层回采巷道布置方式及支护技术研究[D].太原:太原理工大学,2022.
- [2]刘相寿.三软煤层巷道“锚索-锚网梁”支护技术探索[J].煤炭技术,2022,24(5):23-24.
- [3]李鹏.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术的运用分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(24):145-146.