

# 巷道掘进支护中现存问题分析及解决措施研究

舒敬贵

临沂矿业集团菏泽煤电有限公司彭庄煤矿

**摘要:** 煤炭作为一种不可再生能源,在我国能源供应过程中占据不容忽视的重要地位,特别是在目前能源转型的关键阶段,确保其稳定供应尤为重要。通常情况下,煤矿开采环境较为恶劣、地质结构情况较为复杂,且极易受到天气条件等外部环境因素影响,给井下开采作业带来风险与难度。

**关键词:** 巷道掘进支护; 问题; 解决措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.122

## 一、煤矿巷道概况

某矿井在设计时,考虑到各种因素影响,确定每年开采能力为240万t,实际在经历了多年的井下开采后,其内部由于部分已开采形成了大量老窖。现在此种情况下,由于矿井的内部开采方式仍然较为传统,导致开采效率较低,不能满足实际任务的需求,所以要对目前的开采技术进行升级以提高开采效率和保证开采时候的安全性。目前为提高开采效率,更加方便有效地进行掘进,矿井内一般主要采取快速掘进技术,此种技术对相关的配套技术提出了更高的要求,为了应用此种技术,必须对配套支护技术进行升级。除此之外,由于开采过程中最先开采的煤层埋藏较浅,对支护技术的要求也不高,但随着开采的不断继续直到后期,开采的煤层深度变深,周遭的地质环境变得复杂,围岩的状态也差异较大,对支护技术要求随之增高,为了满足开采的安全有效进行,巷道支护工艺的升级也刻不容缓。本文针对上述情况,以矿井内部巷道快速掘进支护技术为基础进行分析探讨。

## 二、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。

## 三、当前煤矿掘进支护中存在的主要问题

### (一) 巷道埋深大,掘进支护难度随之增加

随着设备的升级换代,技术水平的不断提高,当前

的煤炭开采技术越来越成熟,人们已经能够开采埋深达到1000m的煤矿。在实际的开采作业中,传统的支护方式已经不能够满足当前的支护要求,迫切需要进行技术升级,以满足如今的大深度煤矿开采的要求。在传统的支护方式中,经常用到锚杆和锚索,在埋深不大的矿井中这一支护方式还能起到较好的支护作用,但是在埋深较大的矿井中这一支护方式就显得有些捉襟见肘,不能满足施工要求了。因此有必要进行支护技术的升级换代,提高煤矿施工的安全性。

### (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) 技术水平待提高

煤矿开采过程中,需对煤矿周边岩石进行爆破处理,由此形成巷道拱,然后进行支护与开采过程的实施。巷道掘进设备与技术应用在整个开采过程中具有不容忽视的作用,一旦机械化设备出现故障,就会对煤矿企业的开采速度产生一定影响。部分中小型煤矿,由于井下作业人员欠缺过硬的专业技术能力,对于开采设备及相关技术的采用无法根据工程实际情况进行调整,一旦遇到硬度较高、开采较为复杂的巷道,容易导致设备故障的产生,影响安全生产。

### (四) 围岩环境勘测

良好的围岩环境能够确保巷道环境处于稳定状态,保证采矿工作的顺利进行。在正式开展煤矿开采工作之前,需要勘测人员对岩石状况进行详细的勘查,明确围岩状态后,开展围岩环境的巷道掘进工作。在围岩比较脆弱的区域开展施工作业容易出现冒顶事故,对此,必须重点关注地质承载力,一旦发现安全隐患,必须采取锚杆技术对围岩进行加固。同时,支护技术的使用也需要重视围岩环境,根据围岩硬度确定支护力度,合理选择支护方法和支护材料。

### （五）地表应力

在煤矿开采过程中，由于地表应力控制不佳，可能会发生岩体位移现象，严重的会导致整个岩石层垮塌，给矿山安全生产工作带来严重的事故灾害。究其原因，是煤矿掘进工作中没有采取针对性的支护策略，或者巷道支护效果降低、乃至失灵，最终导致矿山压裂事故发生。因此，对于煤矿地质薄弱环节的掘进与支护，需要煤矿企业对整个采矿区详细的地质调查，全面了解当地地表应力分布情况，针对容易发生岩石坍塌的区域，要及时采取特别保护措施，降低地下岩层垮塌事故发生的概率，为煤矿安全生产提供良好的采掘环境。

### （六）煤矿掘进支护机械不能满足实际需求

在如今的煤矿井下掘进施工中，众多的煤矿企业都选择用悬臂式掘进机进行开掘作业。这一设备在施工中，需要操作工人在空顶的条件下进行工作，在作业中，需要用到多种辅助设备，自动化程度较低。从效率和便捷性上来讲，这一设备都不具备任何优势，属于需要更新换代的设备，但有些企业总是故步自封、不思进取，上层人员不了解施工过程，底层人员不清楚技术手段，这就导致许多工艺设备还是几十年前那一套，毫无新意。当前效率、质量、安全施工才是企业的核心竞争力，因此需要革新井下掘进设备，提升自动化水平，保障工人权益。

## 四、煤矿开采工程支护技术的应用要点

### （一）软岩回采巷道

对煤矿巷道进行支护施工的关键作用在于避免周围岩体发生形变甚至塌陷，最大限度地保证支护区域的开采安全性与稳定性。软岩回采巷道的载荷力通常较为薄弱，因此需要相关技术人员在进行支护施工时，改变传统单纯提高支护刚度的思维，着眼于充分利用并发挥自承能力上。根据岩层属性、地压来源等因素进行分析，采用卸压、加固与支护相结合的技术手段强化支护效果，从而更好地保证采矿区域围岩的韧性以及延长能力。此外，对于巷道掘进过程中极易发生变化的地质结构，相关技术人员可根据实际情况进行二次支护，从而更好地保证其支护作用效果，避免围岩发生变形或开裂而影响到开采安全。

### （二）通风与降尘技术

在煤矿巷道掘进施工的过程中，通风与降尘技术能为井下作业人员施工创建安全的环境，具有保障生命财产安全的作用。通常情况下，局部通风机是煤矿巷道掘进过程中主要的通风设备，该设备作为重要的通风装置，具体应用时必须结合施工现场环境及地质情况。面对特定的施工区域，为保障巷道的通风质量，为井下作业人员创建安全的作业环境，还可能用到压入式局部通风机。无论使用哪种通风设备，具体使用前都要求施工单位进行严格的质量检测，做好故障排查工作，使设备处于高效运行的状态。同时，这些设备应将变压器及线

路连接部位的安装质量作为重点检查内容，在保障通风质量的同时，还能够充分发挥设备的效用。此外，泡沫除尘及除尘风机等除尘处理技术也是煤矿开采过程中的一项关键技术，煤岩体破碎过程中会产生大量粉尘，这些粉尘会对矿井设备及作业人员的安全造成极为不利的影 响，因此要使用降尘技术保障施工人员安全，确保煤矿生产效益得到进一步提升。

### （三）动态监测应用

随着我国智能化监测设备的不断发展，煤矿巷道进行支护施工过程中，煤矿企业需合理的运用动态监测设备，及时发现安全隐患，为相关技术人员采取相应的解决措施提供参考依据。与此同时，该技术还可应用于煤矿开采过程中的各个环节，进行实时监控的同时也可以对问题所在位置进行精准定位，不仅可以显著提升锚杆支护的稳定性与可靠性，还可以更好的保证煤矿企业的开采安全，提升开采效率，也避免了不必要的人工查验。

## 五、提升煤矿掘进支护效果的相关措施

### （一）选择使用连续自移式快速掘进支护装置

就目前的井下掘进的支护需求来说，连续自移式快速掘进支护装备完全能够满足支护需求，保障支护施工进度。该装备在使用过程中，可以具体把工作过程分为四个阶段：1）超前钻探。使用勘探钻机进行打孔取样，在这一过程中，需要将掘进机整个固定在通道内，调整好钻探角度、钻探位置，根据要求钻探到一定深度取样，然后送样分析，同时调整好掘进机的状态，进入掘进模式，待分析结果出来后进行开掘作业。2）截割作业阶段。开启除尘系统，启动掘进设备，将切断的岩层、土石通过渣土转运设备向后方输送，最后由皮带输送机输送到临时的存储地点，最后通过升降机等运出井下。3）进行临时支护，新掘进出来的通道需要及时地完成支护工作，操作快速掘进支护装备向前移动，撑开支撑靴，防止两侧的通道出现坍塌，同时作业面上防护网也铺展开来，有效维护整个通道空间。4）进行永久支护作业。在快速掘进支护装备向前达到指定位置时，在作业面上搭建好设备，通过锚杆钻机打出的孔洞，开展支护作业。在进行支护作业时，需要保证整个通道不会垮塌，在钻机打出的孔洞中插入锚杆，再覆上一层铁丝网，完成混凝土的浇注，在混凝土凝固的过程中需要临时支护的持续维持，待混凝土凝固后才能够保证整个支护结构的完整性，不会由于重力作用出现坍塌，之后收起临时支护装备，进行下一阶段的支护工作。重复上述的四个阶段，完成通道的掘进、支护工作。在具体的施工中如果发现阶段一的超前钻探分析结果不能很好地满足施工要求，应该更改方位重新钻探。在整个的快速掘进支护的作业过程中，前面掘进机的掘进施工虽然存在间歇式钻探——掘进，但后方的支护工作应该保持较好的连贯性，以保障整个通道连贯的支护效果，提升支

护效果,保证井下的安全生产。

### (二) 设计合理的煤矿巷道掘进与支护技术方案

煤矿巷道掘进与支护技术方案的设计和应用必须结合煤矿巷道掘进和周边维护结构的实际情况进行。某煤矿1622工作面在结束回采工作后,基于工作面围岩活动情况,在围岩活动基本处于稳定状态后,沿煤柱对1623工作面回风顺槽继续开展掘进工作。值得注意的是,该工作面回风顺槽掘进作业受到留设的5m窄小煤柱及沿空巷掘进等情况的影响,致使该煤矿继续掘进工作面巷道顶部和两侧支护存在较严重的问题,对此,为保障煤矿巷道掘进和支护作业的安全开展,需要对原有支护方法进行优化改进,通过顶板预裂、补加帮锚索、局部支护单体支护等方式加固顶帮,提高煤矿巷道掘进中围岩稳定性。

### (三) 合理规划巷道布局

在煤矿开始巷道掘进和支护之前,首先要做好巷道的规划布局工作,设计好巷道两侧运输巷和回风巷的位置和规格,全面评估岩层应力对煤矿掘进的影响,做好巷道支护防护工作,防止出现井下采空区地表压力聚集而发生危险。运输巷和回风巷的设置要根据一定的标准,避免盲目性、重复性建设,切实保障煤矿掘进工作顺利开展。以两者的设置间距为例,运输巷和回风巷都要距离采空区域5m以外,两者不应水平方向设置,应该与巷道采空区呈阶梯状分布,有效间隔控制在12m左右,避免间距不足而增加支护成本。此外,在巷道布局中要重视断层问题,许多矿井压顶事故都是从地层裂缝开始的。巷道掘进过程中,要时刻观察断裂层纹路的大小,将断裂层控制在7~14mm,并且每隔一段时间观察断裂层的变化,确保断裂层不在发展和扩大。只有加强巷道薄弱环节的检测意识和行动,才能从源头上降低煤矿掘进事故隐患,保障煤矿企业人员和设备安全。

### (四) 选择使用单体液压支护配合顶梁支护的掘进支护方式

就当前的井下支护的实际情况看,单体液压支护,再搭配顶梁完成支护作业,能够满足大多数的井下巷道的支护要求。具体的操作流程如下:工作人员打眼完成后,爆破作业面,快速完成顶梁的支撑,将铁丝网铺开,快速建立起单体液压支护。在完成锚网的铺设作业时,操作工人应该保证锚网能够紧贴通道壁,对于铁丝网交错搭接的部位,应当确保重合的长度大于20公分,同时每间隔20公分,就需要对铁丝网进行扭结一次。在支护作业中,单个液压支撑柱的支撑力应该大于90kN,若在混凝土的浇注过程中发现锚网存在漏液问题,应当及时展开补救工作,若补救无效,则应该中断混凝土的浇注,及时更换锚网重新浇注混凝土。

### (五) 对机械设备参数进行合理设置

煤矿巷道掘进工作离不开悬臂式掘进机或掘锚一体机等设备,为保障掘进质量,必须确保掘进设备处于良

好的运行状态。因此,在保障设备各项参数符合标准要求的前提下,应该由专业人员进行设备的操作,做到规范应用,将设备的实际效用充分发挥出来。在具体应用机械设备之前,必须详细勘查煤矿所在区域的地质条件,以便全面掌握复杂地质信息,以此为依据预测机械设备使用过程中可能遇到的威胁,并及时做好设备的调整工作,确保掘进工作的顺利进行。同时,在实际操作机械设备的过程中,要严格控制掘进路线,尽可能避免对支护结构产生不利影响。此外,具体选择哪种掘进设备,要根据煤矿所在区域的实际情况及企业的综合实力确定,尽可能降低安全隐患。

### (六) 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。

## 六、结论

综上所述,巷道掘进和支护技术对于煤矿企业安全稳定生产发挥着重要作用,煤矿相关从业人员应该树立熟练掌握两种技术的内涵和联系,为保障煤炭企业开采质量和效率提供有效技术支持。在煤矿掘进和支护工作中,结合围岩环境、地质特征、地表应力等因素,全面评估影响巷道安全的各种地质条件,做到合理规划巷道布局,因地制宜确定掘进方案,加强巷道支护管理工作,做好井下通风排水工作,增强从业人员安全意识和能力,从而推动煤炭开采行业长期稳定健康发展。

## 参考文献

- [1] 杨伟.煤矿开采工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].能源与节能,2020(2):167-168.
- [2] 王猛.煤矿开采工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].建筑工程技术与设计,2020(14):213.
- [3] 李振洋.煤矿开采工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].建筑工程技术与设计,2020(16):5067.
- [4] 何刚,孙伟明.煤矿开采工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].商品与质量,2020(12):162.