

煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术研究

张雪瑞

重庆城市职业学院 重庆 400000

摘要: 煤矿生产在我国当前社会经济建设发展的过程中具有非常重要的作用,但是在生产的过程中很可能会产生瓦斯事故,其作为我国煤矿生产的主要灾害,不仅会影响矿井生产的安全性,还会给操作人员造成人身伤害。近年来,矿井的开采深度和强度有所增大,工作面涌出的瓦斯也不断增多,在瓦斯涌出异常的情况下会导致工作面瓦斯超限给煤矿井下综采工作的开展造成安全隐患。文章以煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术的应用作为核心,以玉溪煤矿 1301 工作面瓦斯抽采技术的实际应用情况为例,对这项工作中涉及到的工作面瓦斯参数、技术设备局限、技术要点等进行简要的探讨,为加强瓦斯抽采技术的应用成效奠定良好的基础。

关键词: 煤矿; 井下综采工作面; 瓦斯抽采技术

Study on gas drainage technology in fully mechanized mining face in coal mine

Xuerui Zhang

Chongqing City Vocational College Chongqing 400000

Abstract: Coal mine production plays a very important role in China's current social and economic development, but gas accidents are likely to occur in the process of production. As the main disaster of coal mine production in China, it will not only affect the safety of mine production, but also cause personal injury to operators. In recent years, the mining depth and intensity of the mine have increased, and the gas emitted from the working face has also increased. Under the abnormal gas emission, the gas in the working face will exceed the limit, which will cause safety hazards to the development of fully mechanized mining in coal mines. Taking the application of gas drainage technology in fully mechanized coal mining face as the core, taking the practical application of gas drainage technology in 1301 working face of Yuxi Coal Mine as an example, this paper briefly discusses the gas parameters, technical equipment limitations and technical points involved in this work, laying a good foundation for strengthening the application effect of gas drainage technology.

Keywords: Coal mine; Underground fully mechanized mining face; Gas extraction technology

我国目前在现代化社会发展的过程中逐渐开始使用新能源达到节能环保的作用,减少人们在使用资源的过程中产生的环境污染。但煤炭资源依旧是我国占比最大的战略性安全能源。各个煤炭企业在生产经营过程中都不断加大了煤矿开采深度,向着高应力低压层采掘,从而不可避免的引发了煤炭变质问题,面临着开采过程中出现的新的问题。并且每层瓦斯含量也有所增加,从而降低了采煤的安全性,一旦技术人员在设计,施工,采掘等过程中没有对新面临的的安全隐患加以研究与应对,就会影响煤矿开采效率,并大大威胁施工与采掘构成中人员安全。

一、综采工作面瓦斯参数

已云南省玉溪煤矿为例,其 1301 综采工作面的煤炭资源储量达到了 $2.05 \times 10^6 \text{t}$,可开采储量超过了 $1.80 \times 10^6 \text{t}$,煤层平均采高达到了 5.85m,煤层回采率超过了 88%,工作面开采的倾斜长度设计为 200m,走向长度为 1200m。技术人员针对综采工作面利用瓦斯抽采技术开展相应的工作时,需要掌握煤层瓦斯吸附常数和工业分析值,经过实践操作,

将工作面的 3 个位置作为取样点,得到的煤层瓦斯吸附常数 a , b 分别为 $42 \text{m}^3/\text{t}$, 1.65MPa 。煤层的挥发分质量分数、水分质量分数及灰分质量分数分别达到了 17.9%, 0.58% 及 18.9%,煤层孔隙率为 4.23%,煤层视密度为 $1.34 \text{t}/\text{m}^3$ 。为了掌握煤层中的瓦斯含量具体情况,技术人员在煤层上设置了 3 个钻孔进行采样,通过试验分析得到瓦斯的平均含量为 $18.68 \text{m}^3/\text{t}$ 。

图 1 为瓦斯含量测量装置结构,开展测量工作时能够利用这个装置结构提高测量结果的精准性。分析煤层瓦斯压力的过程中,要考虑煤层瓦斯含量在增大的情况下,会越来越容易出现瓦斯涌出现象,同时还会增大瓦斯的体积分数。

根据现阶段的煤矿井下综采工作面瓦斯抽采工作情况来看,压力较大的瓦斯在抽采的过程中难度更低。在煤层透气性提高的过程中,瓦斯的流动性会逐渐下降,导致抽采难度提升。技术人员在此煤层抽采中采用了钻孔的方式测量煤层透气性次数,得到的数值为 $11.1 \text{m}^2 / (\text{MPa} \cdot 2 \text{d})$ 。

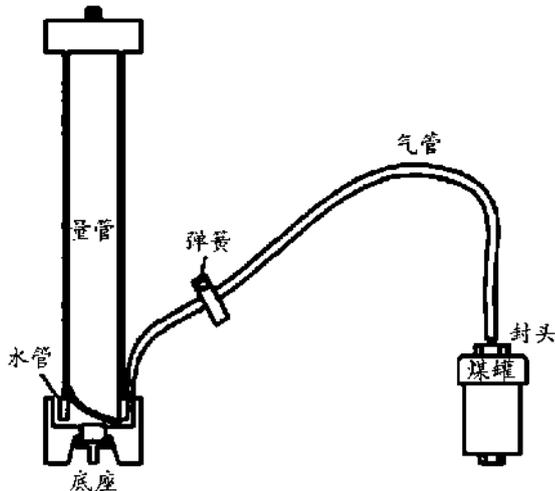


图1 瓦斯含量测量装置结构示意图

二、煤矿井下综采工作面瓦斯抽采现有技术装备局限性

首先技术人员落实煤矿井下综采工作面瓦斯抽采工作的过程中，需要以专业的技术操作作为基础支撑，还要利用相关设备提高抽采效率，从而达到实际工作要求。我国现有的技术和装备虽然可以在一定程度上满足煤矿开采的基础要求，但是在钻进的过程中还是会受到制约。利用目前的抽采技术装备开展中硬煤层的综合钻进工作时，整体效率比较低下，其需要以煤层长距离定向成孔作为主要的形式才能够达到钻进要求，技术人员在持续钻进的过程中，会随着钻进压力和钻孔直径的增加需要利用体积和质量更大的装备，因而钻进辅助工作的效率不高，还会增大技术人员的操作压力，增加安全风险。对煤矿井下综采工作面瓦斯进行抽采时，要根据钻孔实钻轨迹和设计轨迹的偏差进行有效控制，但是不同区域的煤矿井下情况存在显著的差异，技术人员在钻进之前只是简单地分析了地质资料，缺乏实地考察，因而实际钻进的轨迹与设计轨迹很可能产生差异，在施工中极易穿出煤层。

其次对碎软煤层顺层进行定向成孔时存在较大的难度。技术人员会利用护孔筛管开展这项工作，但是其直径较小，在抽采瓦斯时钻孔深度可以达到跨越工作面覆盖对侧巷道和影响区，从而对煤层造成破坏。利用高转速螺旋钻进和空气套管进行钻进施工可以提高煤层最大成孔深度，但是在轨迹控制方面会产生偏差，成孔效率较低，还会形成抽采盲区，对后续操作的开展造成影响。因此，技术人员需要在长期操作中分析煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术的特点和技术装备需求，加大技术研发力度，利用更加可靠的技术和装备

提高抽采质量及效率。

三、综采工作面瓦斯抽采技术要点

对 1301 工作面进行开采时，发现瓦斯涌出量较大，以瓦斯抽采的方式对高瓦斯问题进行治理就需要以提高煤矿开采的安全性作为关键，按照图 2 的方式布置综采工作面瓦斯抽采钻孔，充分体现抽采技术的作用和价值，降低瓦斯抽采的危险性。这项技术的相关工作要点如下：

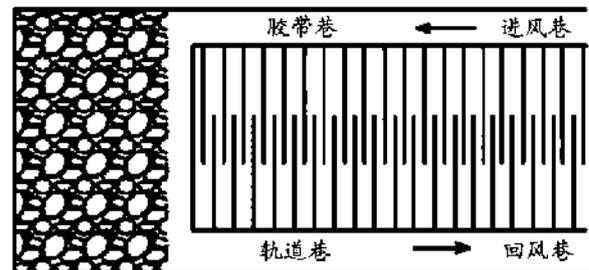


图2 综采工作面瓦斯抽采钻孔布置

1. 钻孔直径

以钻孔施工的方式作为综采工作面瓦斯抽采的主要形式时，很容易破坏煤矿的结构，引发内部瓦斯涌出问题，对施工现场的环境造成较大的影响，不利于煤炭企业的生产经营，还会在后期工作中给技术人员带来更多难以解决的问题。在钻孔的过程中就需要结合具体的情况确定钻孔直径，技术人员要明确在钻孔直径增大时，瓦斯抽采的效率会得到提升。当煤炭暴露在空气中的面积增大时，瓦斯涌出的几率也会增大。但是如果技术钻孔的直径太小，则会影响瓦斯抽采效果，直径过大则会引发塌孔风险，还会增大封孔难度。结合多方面可能产生的影响因素和问题来看，我国的煤矿瓦斯抽采钻孔直径一般需要控制在 75-100mm 以内。就本工作面的情况来看，最终确定的钻孔直径为 94mm，符合国内煤矿瓦斯抽采钻孔的规范。

2. 钻孔深度

钻孔深度会直接影响综采工作面瓦斯抽采效果，部分技术人员在实践操作中缺乏对钻孔深度的有效控制，导致最终的瓦斯抽采效率较低，影响煤矿开采成效，达不到煤炭企业在预期建设发展目标。玉溪煤矿 1301 工作面煤矿开采的厚度为 4.1m，技术人员在钻孔之前测得绝对瓦斯涌出量平均为 35m³/min，在开采的过程中工作面推进速度为 5m/d，因此瓦斯的排放带宽度为 120m 左右。实际开展瓦斯抽采工作时，就需要将钻孔深度控制在 120m，做好整个流程的工作，减少后续操作中的安全问题。

3. 钻孔间距

在钻井间距逐渐缩短的情况瓦斯的抽采效果会得到提

升,一些技术人员就会按照这个原理优化瓦斯抽采成效。当钻孔之间的距离缩短到一定程度之后,抽采效果就不会产生明显的优化,同时在钻孔间距缩小的过程中抽采难度会逐步增大,这就对技术人员的工作能力和水平提出了非常严格的要求,还要应对更大的工作量。玉溪煤矿工作面的瓦斯抽采时间为9个月,技术人员在抽采的过程中要明确理论要点,分析不同钻孔间距下的瓦斯抽采效率。基于此,煤炭企业组织了技术人员开展实验操作,为确定最佳的钻孔间距,分别对间距1m,2m,3m,4m,5m时的抽采率进行了分析,得到的结果为98.4%,76.2%,50.9%,36.1%,18.3%。为了达到煤矿安全生产的规定和要求,技术人员在实施煤层瓦斯抽采工作时,应该保证抽采率超过40%,所以能够在达到规定的基础上选择较大的钻孔间距数值。同时,还要考虑抽采成本,因此本次抽采的钻孔间距应该为3m。

4.抽采负压

瓦斯在煤层中流动的过程中需要保证煤层存在裂隙,并且不同位置的瓦斯之间应该要有一定的压力差值,如果压力差较小或者没有压力差就会导致瓦斯不能够流动。在压力差增大的情况下,煤层中的瓦斯流动速度会逐渐提高,技术人员以增强瓦斯抽采实际效果作为主要的工作目标时,要确定抽采负压。在本次瓦斯抽采当中,可以在钻孔设计时设置10~30kPa的负压。在负压提升时瓦斯抽采的设备性能也需要优化,还要满足更高的精度要求。结合具体的瓦斯抽采技术应用要求,本次的瓦斯抽采压力确定为18kPa。

四、煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术分析

1.煤矿井下全域化瓦斯抽采模式

现代化煤矿开采需要达到最基础的安全性要求,一旦技术人员在实践操作中缺乏安全意识,就会从根本上影响综采工作面瓦斯抽采技术成效,还会给自己的人身安全造成损害。煤矿井下全域化瓦斯抽采模式可以在保证抽采安全性的同时提高煤矿开采效率,这项技术适用于中硬煤层大盘区瓦斯预抽、碎软煤层区域递进式瓦斯预抽中,技术应用原理是利用顺煤层定向钻孔和顶板高位定向钻孔的方式提高钻孔轨迹的精确性,技术人员能够沿着目标地层进行长距离延伸,在煤矿井下区域实现精准覆盖。这项抽采操作的实施要求技术人员在全时段连续抽采,不能够在抽采过程中产生中断现象,这样才能够最大限度地实现全域抽采,满足煤矿井下综采工作面瓦斯抽采的质量和效率要求。

2.双管定向钻进技术

许多区域的煤矿性质都比较软弱,特别是遇到碎软煤层

时,会在钻进过程中受到较多因素的影响,导致煤层受到损害,结构的稳定性有所降低。考虑碎软煤层钻进的安全性,技术人员可以利用双管定向钻进技术作为主要的瓦斯抽采技术形式,利用双管定向钻进时采用压缩气体作为钻孔循环介质,避免其在钻进当中扰动孔壁。这项技术操作需要以内定向钻具组合作为基础,技术人员要将其设置在外套管钻具组合内部,前端伸出套管。其中,内定向钻具组合则可以采用空气螺杆马达气动定向钻进工艺加强轨迹的准确性,防止在钻进过程中产生轨迹偏移现象。完成钻孔作业之后还要利用大直径筛管进行护孔操作,适当提升碎软煤层的成孔深度,使得最终的成孔更加精确。如果技术人员在操作当中发现钻孔轨迹偏离了设计轨迹。就需要及时利用定向钻进工艺对其进行纠正,以钻杆动力头带动内定向钻具组合持续滑动定向钻进。当钻孔轨迹与设计轨迹不存在偏差时,可以直接利用复合钻进工艺技术开展这个环节的工作。要上提高煤层钻进的排渣效果和施工精度,还可以交替使用定向钻进和复合钻进工艺优化双管定向钻进施工成效。

3.大直径筛管完孔技术

以双管定向钻进技术作为主要的钻孔钻进施工操作时,技术人员要从钻孔中退出内定向钻具组合,将外套管钻具组合停留在孔内,再从外套管钻具组合内部将大直径筛管下入孔底,利用大直径筛管完孔技术完成最终的瓦斯抽采工作。这项技术双管定向钻进技术可以配合使用,技术人员应可以设计筛管的外径,一般要达到 $\Phi 75\text{mm}$ 的标准。常用的大直径筛管材料为双抗聚氯乙烯管,一些煤炭企业在开发煤矿的过程中还开发了配套大直径筛管助推装置,以三个液压马达作为三条同步带的驱动装置,使得不同直径的筛管都能够被夹紧,满足筛管的长距离安设要求。瓦斯抽采对于整体操作的稳定性和安全性提出了较高的要求,技术人员利用大直径筛管完孔技术时,可以通过螺栓和钻机机身对筛管助推装置进行固定,使其可以与钻机液压系统有效集成,之后利用钻机液压系统的高压油驱动液压马达,为下管操作的开展提供充足的动力。

4.超前钻孔抽放瓦斯技术

煤矿开采需要应对不同的地质条件和自然环境,一些煤矿企业组织技术人员开展相关的工作之前,会让其根据具体的地质条件和自然环境优化技术应用形式及成效,解决地质条件引发的问题。开展煤矿井下综采工作面瓦斯抽采工作时,可以利用超前钻孔抽放瓦斯技术解决煤层地质条件变化时引发的回风顺槽瓦斯浓度增高的问题,避免出现瓦斯高值,为瓦斯抽放孔操作的有效落实奠定良好的技术基础。以本工

作面为例,技术人员在钻孔的过程中将煤层钻孔布置在工作面运输顺槽和回风槽内,煤层的平均厚度为 1.39m,运输顺槽设计钻孔按单排孔布置,在钻场中间 5m 位置设置一个钻孔,回风顺槽和运输顺槽开孔高度距巷道底板分别为 0.5m、0.9m,保持钻孔倾度与煤层倾角一致,供液管路和回液管路采用直径 51mm 的高压管。控制钻机的过程中要保证每一台钻机至少有 3 人协同作业,在提高钻进效率的同时,提高钻机运行的稳定性和安全性,防止产生故障问题。

五、结语

煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术在实践操作中的应用能够取得良好的效果,技术人员要分析其中是否存在安全隐患,在开采煤矿的过程中不断提高煤炭质量,防止其发生变质。煤炭企业在生产经营当中也需要充分认识到瓦斯抽采的重要性,持续研发全新的技术方法,促使瓦斯抽采效率和

安全性同步提升。

参考文献:

[1]刘文峰.煤矿井下综采工作面瓦斯抽采技术研究[J].能源与节能,2023(02):134-137.

[2]李泉新,姚克,方俊,姚亚峰,史春宝.煤矿井下瓦斯高效精准抽采定向钻进技术与装备[J/OL].煤炭科学技术:1-9[2023-03-08].

[3]刘健.郑庄煤矿井下瓦斯抽采技术的应用研究[J].山西化工,2021,41(06):150-152.

[4]马小敏.煤矿井下深孔定向钻进瓦斯抽采技术及应用[J].工矿自动化,2019,45(08):83-87+108.

[5]朱奇.煤矿井下瓦斯抽采钻孔施工技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2018(12):129+131.