

基于瓦斯利用目的的生产

矿井老采空区瓦斯抽采技术的研究

吴卫兵（沁和能源集团有限公司安监部，山西 晋城 048200）

摘要：矿井下开采煤炭的环境含有一定的瓦斯，对矿井工人和矿井的结构安全都会产生一定的影响。近年来，社会越来越关注煤炭资源的开采安全。在一些老采矿区已经出现采空的现象。被采空的矿井不仅对地质环境造成了破坏，同时也容易因瓦斯含量过高而出现爆炸的情况。本文以矿井老采空区为主要研究对象，着重对基于瓦斯利用目的的生产矿井老采空区瓦斯抽采技术进行了研究和分析。

关键词：矿井采空区；瓦斯抽采技术；瓦斯利用

0 前言

煤炭资源在现阶段社会的发展中仍然发挥着重要的作用。在大量开采煤炭资源的同时，矿井老采空区的安全问题也应该被受到重视。瓦斯泄漏和爆炸事故是对矿井老采空区安全威胁最大的因素，应用瓦斯抽采技术不仅能够减少老采空区的瓦斯含量，还能够将抽采出来的瓦斯作为清洁能源利用到其他行业和领域中。从利用瓦斯的角度出发，能够为老采空区瓦斯抽采技术的应用提供借鉴的经验。

1 瓦斯抽采技术

1.1 瓦斯抽采技术的概况

在科学技术不断发展的背景下，我国的煤炭开采技术也得到了进一步的发展，矿井的深度不断增加，矿井内部的工作环境也越来越受到许多因素的限制。由于矿井本身与地质环境有着密切的关联，在矿井开采深度逐渐增加的情况下，地质环境的结构也会受到一定的影响而改变，使矿井下存在较多的安全隐患^[1]。其中，由瓦斯引起的地质灾害情况，会对矿井下开采环境造成威胁。瓦斯抽采技术就是基于这种情况发明出来的。

瓦斯抽采技术主要是依靠抽放设备来降低矿井下瓦斯含量的。基于我国不同矿区煤炭资源开采情况的不同，瓦斯抽采技术的实际应用情况也存在一定的差异，为了能够让瓦斯开采技术适用于大多数矿井瓦斯的抽取，现阶段我国已经可以建立一种高效的瓦斯抽采体系，实现矿井瓦斯的抽取和采集工作^[2]。

1.2 矿井采空区瓦斯抽采技术的应用

1.2.1 高位钻孔瓦斯抽采技术

目前我国应用于矿井采空区瓦斯抽采的技术，主要包括高位钻孔瓦斯抽采技术以及高抽卷瓦斯抽采技术两种。高位钻孔瓦斯抽采技术是应用最为常见的一种抽采技术，在实际应用中，这种抽采技术主要是针对采空区经风巷向顶部钻孔，以抽采工作面上煤壁涌出的瓦斯作为主要的抽采对象，利用压力带来向裂隙带施加下沉压力，进而形成瓦斯流动通道，便于抽放设备抽采矿井下的瓦斯^[3]。需要注意的是，这种瓦斯抽采技术具有一定

的限制条件，当地质情况较低时，由于高位钻孔容易导致钻孔塌陷，因而是否应用高位钻孔瓦斯抽采技术，需要依据矿井地质环境的实际情况来确定。

1.2.2 高抽卷瓦斯抽采技术

高抽卷瓦斯抽采技术主要是凭借破坏采空区顶部，让其形成大裂隙带，达到增加采空区瓦斯浓度的目的。在此基础上，利用顶板巷道抽采技术来实现对巷道内瓦斯的抽采工作。应用高抽卷瓦斯抽采技术，能够尽量减少工作面涌出的瓦斯含量，进而实现更好的瓦斯抽采效果^[4]。然而与高位钻孔瓦斯抽采技术相比，高抽卷瓦斯抽采技术的实际应用范围更小。由于这种技术想要依靠巷道来实现，因而实际应用的施工成本较高，再加上该技术应用本身需要较高的瓦斯负压，使得该技术通常被应用到煤层较厚的开采区中。

1.3 矿井采空区瓦斯抽采技术的发展趋势

我国的煤炭资源能够呈现出开采范围广、开采规模的特点，近年来，煤炭安全事故的频繁发生，使得人们更加关注煤矿的安全问题。由于不同地区矿井的地质情况不同，在应用瓦斯抽采技术时，需要依据实际情况来选择合适的瓦斯抽采技术^[5]。现阶段，瓦斯抽采技术已经逐渐成为保障矿井采空区安全的主要技术之一，我国已经逐渐形成了相对高效的瓦斯抽采体系，能够实现矿井采空区瓦斯的抽采工作。从加强环境保护和促进可持续发展的角度来看，瓦斯抽采技术的应用不仅能够实现矿井下瓦斯含量的降低，还能够被作为一种获取瓦斯能源的主要途径，并将其应用到其他行业和领域当中，以此来减少对环境造成的污染。

2 基于瓦斯利用目的的生产矿井老采空区瓦斯抽采技术分析

可持续发展政策的提出，不仅要求人们减少对不可再生能源的不合理利用，还要以提高能源的利用效率为主，通过调整我国现有的能源资源结构，在促进经济效益提高的同时，也能够有效保障我国的能源安全。从瓦斯利用的角度来看，对生产矿井老采空区瓦斯抽采技术进行分析，主要可以从以下几个方面入手：

2.1 老采空区瓦斯富集规律

在对瓦斯抽采技术进行分析之前，首先要明确老采空区所在的地质环境情况。在开采煤矿的过程中，由于煤层深度的不断推进，破坏了原本地层中应力场的平衡状态，使得岩层和地表不断发生位移，进而影响矿井的工作安全。而这个位移的过程，也使得覆岩在移动和破坏中呈现出较为明显的分带性特征，具体的分带划分情况以垮落带、裂隙带和整体弯曲下沉带为主，依据分带划分的区域则主要包括煤壁支撑影响区、离层区以及重新压实区三个区域。矿井下产生的瓦斯主要以空区遗煤、煤柱以及临近煤岩层三个来源为主，基于瓦斯本身比空气轻、扩散速度也大于空气的特点，瓦斯会在矿井下浓度差和密度差的作用下，逐渐向采动裂隙带的上部积聚。因而瓦斯抽采技术也主要是从采动裂隙带的上方入手，进而实现对矿井下瓦斯的抽采。

2.2 老采空区瓦斯抽采方案的选择

保障老采空区的安全，需要从矿井下的瓦斯含量入手，以降低矿井下瓦斯的浓度为f要目的，应用瓦斯抽采技术来治理矿井下的瓦斯。现阶段，我国应用于老采空区的瓦斯抽采技术，主要从瓦斯利用和煤矿瓦斯治理两个角度出发，利用地面钻井来实现对老采空区的瓦斯抽采。但由于这种抽采技术不能够完全适用于各种老采空区的地质情况，因而人们仍需要对现有的瓦斯抽采技术进行优化和研发。从生产矿井的井下巷道条件来看，利用巷道来进行矿井瓦斯的抽采，不仅能够降低瓦斯抽采技术的应用成本，还能够有效实现瓦斯的抽采效果。但由于该种抽采技术缺少相关的经验借鉴，使得在应用该抽采技术之前，需要事先对老采空区的实际情况进行了解，以便能够实现对瓦斯抽采技术的有效调整。

从这一方面来说，在选择老采空区瓦斯抽采方案之前，首先要明确老采空区瓦斯抽采技术的应用流程（如图1）。

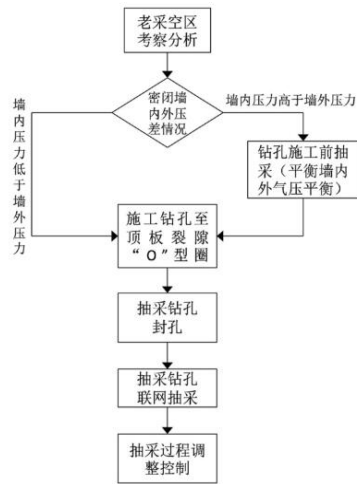


图1 老采空区瓦斯抽采技术流程

表1 某老采空区密闭墙内瓦斯浓度和墙内外压差情况

密闭墙位置	墙内瓦斯浓度 (%)	墙内绝对气压 (Pa)	墙外绝对气压 (Pa)	密闭墙内外压差 (Pa)
回风顺槽	68	95070	95090	20

外U回风顺槽	90	95070	95080	10
辅运顺槽	61.80	94820	94950	130
胶带顺槽	60.50	94840	94980	140

然后需要从老采空区的煤层工作情况和地质情况入手，明确密闭墙内瓦斯浓度以及墙内外压差情况。

接下来就要结合老采空区瓦斯的富集规律，对矿井煤层进行抽采钻孔布置。在进行抽采钻孔布置时，还要考虑到井下巷道条件以及采空区两侧的气压差，确定好终孔点与采空区之间的距离，并确定好终孔的高度，用以方便后续的管路布置。在明确具体的钻孔抽采参数之后，就要对矿井采空区进行管路布置。并提前布置好瓦斯抽采的路线，以便能够让瓦斯抽采工作进行顺利。

2.3 安全保障措施

由于瓦斯本身呈现出无色无味的状态，且极易发生燃烧和爆炸等现象，因而需要重视矿井下瓦斯气体的含量。在应用瓦斯抽采技术来对矿井下的瓦斯气体进行抽采时，需要采取一定的措施来保障技术应用的安全，才能够减少各种安全事故的发生概率。

从这一方面来说，针对生产矿井老采空区的瓦斯抽采技术来说，其安全保障措施主要包括两个方面的内容，一是钻孔施工前平衡闭墙内外压力，二是防灭火的措施。从钻孔施工前平衡闭墙内外压力的角度来说，首先要对老采空区含有的瓦斯浓度进行考察和分析，明确各闭墙内的气压以及墙外巷道空间气压之间的大小关系。在进行钻孔施工之前，首先要调整和控制闭墙内外的压力差，以采空区气压不超过外部气压或接近外部气压为主要标准，防止出现钻孔施工时高浓度瓦斯突然涌出的情况。而从防灭火的角度来说，则要在应用瓦斯抽采技术的同时，建立防灭火备用系统。现阶段我国较为常见的防灭火系统，以地面注氮系统、灌浆系统和井下移动注氮系统为主。具体来说，针对不同老采空区瓦斯含量多少以及地质条件，选择合适的防灭火备用系统。除此之外，还要建立一定的监测监控系统，通过设置CO传感器、喷浆堵漏装设喷粉防爆装置以及进行日常巡检等措施，保证老采空区能够按照既定的程序进行瓦斯气体的抽采，进而保证老采空区的实际工作安全。

2.4 抽采过程的具体分析

瓦斯的抽采工作本身需要经历一个较为漫长的过程，在应用瓦斯抽采技术对生产矿井老采空区的瓦斯进行抽采时，需要对整个抽采过程进行有效控制，才能够保证达到瓦斯抽采的具体效果。从整体的抽采程序来说，对生产矿井老采空区瓦斯的抽采工作，需要从各个钻孔和抽采干管路的抽采浓度、负压、混合量以及纯量等进行监测并计量，结合抽采浓度、自然发火指标监测以及闭墙内外压差等数据的分析结果，对整个抽采过程中应用的抽采方法进行细致的调整，以此来实现瓦斯气体的抽采工作。

生产矿井老采空区的抽采过程主要包括以下几个方面：

首先,以闭墙内外气压差为标准,利用观测孔,将气压平衡抽采的标准设置为抽采负压 5kPa,抽采的浓度则控制在 59.2%–64.2% 之间,直到闭墙内外压差的数值将为 0。

其次,在完成观测孔的气压平衡抽采之后,需要进行钻孔施工。并对钻孔抽采时瓦斯气体的浓度进行及时的记录,直到煤层瓦斯的浓度达到 25ppm。而在这个过程中,为了能够更好的实现对瓦斯抽采技术的及时分析,需要将记录下来的瓦斯抽采浓度绘制成曲线图,进而实现对抽采浓度以及变化规律的分析。与此同时,基于抽采浓度的数据变化情况,再结合采空区自然发火指标气体的检测情况,对现有的抽采控制措施和程序进行一定的调整,以便能够更好的适应矿井地质情况的变化。在调整过程中,一方面可以依据钻孔的位置距离,对钻孔抽采的实际顺序进行调整,另一方面也可以从抽采管路内的 CO 浓度入手,当抽采管路中的 CO 浓度超过 24pp 时,就要及时暂停抽采。而在这个过程中,还要借助 1:1.5 的石灰水来对整个老采空区的密闭墙进行刷浆堵漏,进而达到减少闭墙漏风的目的。

再次,在对抽采的实际情况对抽采技术进行调整之后,就要依次对钻孔进行抽采,并密切关注孔内瓦斯气体的浓度含量以及抽采纯量。在这个过程中,相关人员需要密切注意闭墙内外压差是否发生较大的变化。当闭墙内外压差超过理论上的规定标准时,就要再次对抽采过程进行调整。为了应对闭墙内外压差变化的情况,主要可以采取三个方面的措施来缓解压差:第一,当闭墙内外压差大于 4kPa 时,及时暂停抽采;第二,对抽采负压大小进行及时调整;第三,从观测孔入手,向采空区内注入氮气,平衡闭墙内外压差。与此同时,氮气还能够有效驱替采空区的甲烷,进而达到增加瓦斯抽采量、减少采空区自然发火等突发情况。

最后,利用间歇性抽采的方法,抽取老采空区的瓦斯含量,出于保障老采空区安全以及瓦斯抽采的目的,需要将整个抽采过程的参数变化情况纳入到监测范围之内,让瓦斯抽采工作能够在规定的、安全的状态下进行。

2.5 瓦斯抽采效果

将整个瓦斯抽采过程中的抽采浓度以及抽采纯量绘制成折线图,能够更加直观的呈现出瓦斯抽采技术的实际应用效果。在抽采生产矿井老采空区的瓦斯气体时,由于会受到间歇性抽采的影响,导致瓦斯抽采浓度和抽采纯量产生较为明显的波动。在完成瓦斯的抽采之后,需要依据抽采浓度和抽采纯量来计算整个抽采过程的总抽采混合量以及标况纯量,再与抽采前期的考察分析和预测结果进行对比分析,在计算得出老采空区瓦斯抽采率的同时,也能够及时发现瓦斯抽采技术在实际应用中存在的缺陷和不足,进而及时进行优化和调整。

2.6 效益分析

由于瓦斯从本质上来说属于清洁能源的一种,因而在瓦斯抽采之后,可以采取一定的措施将其转化为可用

的能源,在提高老采空区经济效益的同时,也能够更好的促进其他行业和领域的发展。在应用瓦斯抽采技术时,通过抽放设备将老采空区的瓦斯气体抽采到地面的泵站当中,将瓦斯气体与矿井乏风进行掺混,并将得到的混合物输送到氧化炉中,在明确矿井乏风本身的瓦斯浓度和进入氧化炉之后的浓度之后,就可以依据以下两个公式,对进行氧化炉的瓦斯存量进行计算,进而达到瓦斯实际的发电效率:

$$2382028.016 + Q_{\text{乏}} / 0.3\% = Q_{\text{总}} / 1.01\%$$

$$914628.2 + Q_{\text{乏}} = Q_{\text{总}}$$

从这一方面来说,瓦斯抽采技术能够对提高我国矿井采空区的经济效益起到重要的作用。

煤矿采空区的瓦斯浓度,不仅会对矿井结构的稳定性造成一定的影响,还会因瓦斯泄漏和爆炸事故的发生,威胁到井下作业人员的安全。在生产矿井老采空区应用瓦斯抽采技术,不仅能够将抽采的瓦斯应用到其他行业和领域当中,还能够在减少安全事故发生的同时,起到保护环境、提高资源能源利用效率的目的。结合以上瓦斯抽采技术的实际应用情况,在应用瓦斯抽采技术时,需要事先对老采空区的实际情况进行考察分析,并在整个抽采过程中对瓦斯抽采技术的实际应用情况进行监测,及时关注采空区内部各种可能产生安全事故的实际情况,对瓦斯抽采的实际程序进行调整,以便能够在保障采空区安全的前提下,实现瓦斯抽采技术的应用效果。

3 结论

综上所述,瓦斯抽采技术能够有效减少老采空区瓦斯的含量。我国是煤炭开采和生产的大国。在保证煤炭资源能够满足市场供应和可持续发展要求的同时,人们也要积极寻找能够代替煤炭资源的能源。瓦斯作为一种清洁能源,能够被应用到汽车、发电以及生活的多个领域当中,具有较大的利用价值和发展前景。利用好瓦斯抽采技术,能够将矿井老采空区作为瓦斯能源的主要获取来源之一。

参考文献:

- [1] 李路广,李向阳等.千米定向钻机在大宁煤矿瓦斯抽采中的应用[J].煤炭工程,2021,53(10):84-88.
- [2] 龙州进,覃佐亚等.浅析不同直径抽采钻孔对预抽煤层瓦斯效果的影响[J].采矿技术,2021,21(S1):28-30.
- [3] 李治蒙.探讨矿井瓦斯抽采的必要性及抽采方法[J].矿业装备,2021(05):30-31.
- [4] 徐璐璐.淮河能源控股集团推动废弃矿井瓦斯利用,变资源优势为产业优势[N].中国煤炭报,2021-09-09(007).
- [5] 衡献伟,李青松等.贵州省煤矿瓦斯抽采技术装备现状与展望[J].能源与环保,2021,43(08):25-31+36.

作者简介:

吴卫兵(1971-),汉族,山西沁水人,职称:工程师,本科,研究方向:煤矿安全管理,采煤,通风等。