

# 矿井瓦斯抽采技术研究及应用探究

武岳阳（山西焦煤西山煤电股份有限公司马兰矿，山西 古交 030205）

**摘要：**随着经济的快速发展，我国对于煤炭的消耗量也在不断增加，煤炭的开采量也随之增多，煤层的开采深度与日俱增、瓦斯的抽采更加困难以及瓦斯涌出的现象也时有发生。这对煤矿安全生产产生了重要的影响，甚至威胁到了煤矿工作人员的生命安全。国内外学者研究发现，瓦斯突出防治可以从2个方面来进行，一方面是局部来防治突出，其主要包含的措施有钻孔、注水及水力挤出等方式。一方面是区域防治突出，其主要的方式有开采保护以及瓦斯抽采技术。在长期开采的过程中，开采深度不断增加，低透高瓦斯煤层更加容易出现，导致瓦斯含量严重超限。在新的因素影响下，传统的通风稀释已经难以满足复杂的开采现场条件需求，从而催生了新的瓦斯抽采技术。使得高瓦斯煤层和瓦斯突出煤层得到有效的治理，在一定程度上提高了煤矿的经济效益。但由于各个煤矿地质结构、瓦斯含量以及人员技能水平的不同，在瓦斯开采技术时，要根据各个煤矿具体的情况进行，确保能够最大程度上提高抽采效率，满足生产需求。基于此，本篇文章对煤矿瓦斯抽采技术研究及应用进行研究，以供参考。

**关键词：**煤矿；瓦斯抽采；技术研究；应用分析

煤矿瓦斯灾害是影响我国煤矿安全生产的主要因素，而瓦斯抽采是防治煤矿瓦斯灾害的主要方法。随着对防治瓦斯灾害研究的不断深入，瓦斯抽采技术有了显著进步。但是高瓦斯低渗透煤层透气性差，瓦斯抽采难度大，导致工作面瓦斯预抽时间长、工程量大以及煤层消突效果差，严重影响和制约了矿井的采掘接替和安全高效生产。如何提高煤层的透气性成为低渗透煤层瓦斯高效抽采的关键。国内外研究及实践证明，煤层卸压增透是增加煤体渗透性的有效方法。目前常用的增透方法有：常规密集钻孔卸压增透法，水力压裂、水力割缝、水力掏槽等单一化水力化措施卸压增透法，高能气体、深孔预裂爆破卸压增透法等。常规的单一增透抽采方法由于达不到理想的应用效果，无法消除采、掘工作面的瓦斯灾害威胁，对回采工作面生产能力形成很大制约。基于此，提出应用水射流切槽和水力压裂相结合的切槽致裂增透瓦斯高效抽采技术，结合现场试验，研究了切槽致裂增透瓦斯高效抽采技术的增透效果，对提高和促进矿井的安全高效生产以及瓦斯资源化利用具有重要意义。

## 1 煤与瓦斯抽采治理技术应用的必要性分析

矿井瓦斯抽采过程中涉及到很多任务，如通风技术及相关事项、估算技术及相关事项、瓦斯动力学等。我国煤炭资源储量高的地区地质条件相当复杂，这实际上增加了瓦斯抽采的难度系数。在煤炭资源开采过程中，瓦斯事故频繁发生，危害程度很大。根据近年来我国矿山建设中的安全问题，瓦斯问题造成的人员伤害程度最大，在很大程度上影响了矿山建设和煤炭工业的发展和进步。在高瓦斯浓度煤层施工过程中，对上覆岩层的破坏概率大，岩层可能会坍塌，上坍塌位置可能会出现缺口。上邻近层的气体 and 煤层中的气体可能通过间隙溢出，然后聚集在一起，从而增加气体的比例。如果瓦斯不能得到很好的解决，可能会降低施工环境的安全性，导致

瓦斯事故的发生，进而造成很大的损害。瓦斯涌出会给矿井回采带来严重威胁，瓦斯抽采是降低瓦斯事故最有效且最常用的手段。根据矿井煤层赋存情况、瓦斯涌出情况以及瓦斯治理设备情况，合理地确定瓦斯抽采技术对提高瓦斯治理效果具有一定的促进意义。

## 2 煤矿瓦斯抽采技术发展阶段

### 2.1 对于透气性较高煤层的开采阶段

1950~1955年，中国的辽宁抚顺针对透气性较高的特厚煤层，首次采用煤矿瓦斯技术对井下煤层进行钻孔预抽。这项技术的成功实施，不仅有效解决了抚顺地区深部煤层开采时所遇到的安全问题，还使得瓦斯作为一种很好的燃料被人们所使用。

### 2.2 对低透气性的煤层进行强化抽采阶段

针对中国存在的一些透气性较差且瓦斯含量较高的煤层，采用布孔式的抽采方式来抽采瓦斯，效果差强人意。而这种常规的开采方式也难以保证安全，增加了危险发生的概率。1960年以后，人们做了大量的实验来解决类似煤层的开采问题，也对多种抽采方式进行了改进和强化。例如：利用水利作用产生的压力来对煤层进行割缝，利用扩大钻具的直径和进行爆破等方式实现对该类煤层的强化抽采。在进行实验的过程中，发现大多数方法对于该类煤层的开采效果良好，但是该方法仍处于实验和总结经验的阶段，所以还未得到大范围的普及和推广。

## 3 煤矿瓦斯抽采技术存在的问题分析

对于目前中国的煤矿瓦斯抽采技术来说，对矿井内瓦斯的的存在条件、流动规律以及对瓦斯事故的发生原理等一些知识的研究和分析还比较落后，急需瓦斯新技术和新设备的发展和应用，所以这两者就存在一定的矛盾，导致相关研究理论基础薄弱，抽采率无法得到保证，因此，突破现有的技术屏障和研究理念，找到引发瓦斯事故的根本原因，对相关技术理论进行深入研究是非常有

必要的。同时,就目前中国的瓦斯抽采技术来讲,已经可以解决普遍存在的一些煤矿瓦斯抽采问题,同时在对瓦斯事故进行预防和治理的过程中,也总结出了很好的方法和经验。随着深层煤矿井的开采以及科学技术水平的不断提高,瓦斯事故的发生率也在逐年下降,但对于目前的煤矿开采来说,仍无法满足对瓦斯事进行绝对预防以及控制死亡人数的要求,而如何打破这一局限和障碍是瓦斯抽采技术发展中所面临的问题。

#### 4 瓦斯抽采方法的确定

如今,我国经常采用的煤矿瓦斯抽采方式为施工层瓦斯抽采、邻近层瓦斯抽采和采空位置瓦斯抽采。瓦斯抽采的方式判定必须依据煤矿瓦斯产生的方位、矿层的特性和煤矿施工期间应用的开采与施工方法。瓦斯抽采方法的判定必须依照下列方式:①依据煤矿的地理情况、矿层特性、施工工作面、掘进机工作面巷道的布设方式与如今应用的施工工艺判定瓦斯抽采方法;②依据煤矿瓦斯经常涌出的方法和相对的含量,科学合理的选取抽采瓦斯的方法;③结合各方面情况评估应用的瓦斯抽采方案投入的资金与工作量,从而判定需要应用的瓦斯抽采方式。融合矿井的地质结构、水文情况、矿层存储情况以及瓦斯涌出量等,科学的判定瓦斯抽采方法。譬如马兰矿层施工过程中,针对综采工作面中回风面进行钻孔期间选用斜向控,矿层施前期需要应用前面讲解的方法针对瓦斯展开抽采,若是施工期间能够应用泄压的方法展开瓦斯抽采操作。

#### 5 瓦斯综合抽采技术类型

矿井瓦斯抽采技术根据划分原则可以分为多种类型,根据开采时间划分,矿井瓦斯综合抽采技术分为采前、采中和采后抽采;以抽采方式划分,矿井瓦斯综合抽采技术分为钻孔、地面、巷道、低渗煤层抽采。但是,对于矿井瓦斯治理而言,单一的综合抽采技术已经不能满足实际问题治理的需求。因此,煤矿企业应当结合煤层地质与矿井开采的实际情况,进行瓦斯综合抽采技术治理方案的科学制定,进行多种瓦斯抽采技术的科学融合,从而保证矿井瓦斯治理效果的最大化,不仅可以保证矿井开采工作的安全开展,还有助于促进煤矿企业管理水平的提升。

##### 5.1 采前抽采技术

采前抽采技术是针对单一煤层进行瓦斯开采的重要方式,其可以有效进行单一煤层瓦斯含量的降低,从而降低单一煤层煤矿开采安全事故发生的概率。由于我国大部分煤层具有较低的透气性。所以,在进行采前抽采技术应用时,应当做好钻孔间距离的科学衡量,在保证钻孔间距离的基础上,进行钻孔工作都有序开展,从而进行单一煤层瓦斯含量的降低。

##### 5.2 采中抽采技术

采中抽采技术是进行煤矿矿井瓦斯含量降低的重要方式,其可以在煤矿开采过程中,通过工作面通风方式,

进行矿井内瓦斯含量的降低,以保证煤矿开采工作的有序开展。因此,煤矿企业在应用采中抽采技术时,应当结合不同矿井的实际工作情况,以不同的通风工作面为依据,进行不同采中抽取方式的科学选择,以保证采中抽采技术的科学应用。

##### 5.3 采后抽采技术

采后抽采技术是进行矿井密闭空间或顶部裂缝间瓦斯含量与压力降低的重要方式,对于提高矿井瓦斯利用量具有重要的作用。因此,煤矿企业可以结合矿井的实际情况,采用密闭埋管抽采、地面钻井抽采等技术,进行采后抽采工作。

#### 6 提高瓦斯抽放效果技术措施

##### 6.1 优化孔径,合理布置钻孔

孔径对于瓦斯抽采具有重要的作用,因此,在合理的范围之内,适当增加孔径有利于提高瓦斯抽采量。在本方案的设计和改进的过程中,设置满足不同工况条件的孔径。并且,严格设置横排和纵排的孔径和孔间距,使其能够整齐、规范排列。

##### 6.2 加强钻场管理

钻场工作的顺利开展和有序进行是瓦斯抽采的基础工作,也是钻孔施工、封孔高效进行的前提。提前对钻场所处的各项内部和外部环境因素加以分析,在充分论证的基础上,确定钻孔的区域和钻孔的位置。在施工前,要做好定线工作,确定定线的质量和位置。在钻孔布置时,要加强管理使得各项参数都能够符合设计要求。

##### 6.3 高瓦斯工作面瓦斯抽采技术体系

###### 6.3.1 高位钻孔抽采

针对高瓦斯无煤柱综采或综放工作面的上覆岩层垮落特点,为解决回采空间瓦斯超限问题,沿工作面回风巷开掘一系列垂直回风巷的平巷作为钻场,在钻场内施工高位钻孔抽采上邻近层瓦斯。钻场深3m,宽6m,首钻场距开切眼70m。每个钻场内布置6个钻孔,呈扇形布置。根据晋平煤业107采区工作面顶板初次来压距离及襄垣地区其他矿井生产经验,确定裂隙带高度约为35~50m,设计钻孔终孔位置为工作面采高的5~10倍位置左右。根据计算钻场间隔35m的距离时,前后钻场内的钻孔搭接位置均在裂隙带内,因此确定钻场间距为35m已保证高位钻孔瓦斯抽采的正常搭接。

###### 6.3.2 边掘边抽

采区掘进工作面的最大瓦斯涌出量为 $3.83\text{m}^3/\text{min}$ ,大于 $3\text{m}^3/\text{min}$ 且依靠通风能力不能解决瓦斯问题。为降低掘进工作面瓦斯浓度,采用边掘边抽方式治理工作面瓦斯。钻场规格尺寸为:宽3.5m,长4m,高3m,钻场间距为50m。钻场的布置应避免受采动影响,避开地质构造带,抽采钻孔布置相对巷道保留20m的超前距离,保证抽采密封效果。

###### 6.3.3 采空区瓦斯抽采

上隅角瓦斯浓度是影响工作面安全生产的重点,采

空区瓦斯涌出又是上隅角瓦斯的主要来源，建立高效的采空区瓦斯抽采技术，对工作面上隅角瓦斯浓度控制具有重要意义。由于瓦斯密度低，采空区瓦斯会向覆岩裂隙带扩散，裂隙带空间充满后则向工作面上隅角涌出，造成隅角瓦斯浓度超限。因此，在工作面回风巷施工抽采钻孔，对工作面采空区瓦斯进行抽采。根据矿压观测规律及瓦斯抽采情况，在巷每隔 80m 设置一个抽采硐室，第一个抽采硐室距切眼裂隙带抽采硐室 80m，共计 3 个抽采硐室。在每个硐室内施工 10 个抽采钻孔，钻孔终孔位于煤层顶板上方 24~32m 之间，距回风巷水平距离 8~35m 之间。

#### 6.4 增透效果考察和分析

常规钻孔组在抽采期间平均瓦斯抽采浓度仅为 23.4%，而采用切槽致裂增透技术的切槽致裂组钻孔，由于煤体在采取切槽致裂后，钻孔周围煤体应力卸载，使得大量瓦斯由吸附态解释转变为游离态，瓦斯浓度大幅提升，平均瓦斯抽采浓度达到 49.5%，较常规钻孔组提高了 2.1 倍，抽采效果显著提升。常规钻孔组平均瓦斯抽采纯量为 0.25m<sup>3</sup>/min，切槽致裂组的瓦斯抽采纯量较常规钻孔组提高了 2.2 倍，瓦斯抽采效率大幅提高。所以，由数据对比分析可以看出，对于高瓦斯低渗透煤层，切槽致裂增透技术对改善煤层瓦斯赋存状态和提高瓦斯抽采效率方面效果显著，为矿井瓦斯治理能力的提高提供了新思路。

### 7 煤矿抽采技术与装备发展展望

#### 7.1 引进世界先进的定向钻机及对现有国内大功率钻机进行升级改造

在目前国内大功率钻机应用效果优化方面，可进行升级改造的方向如下：①定向钻机尺寸过大，受到巷道断面限制，在今后研发中需将体积设计小型化；②定向钻机在施工钻孔时常遇到断层、陷落柱等特殊地质区域，易卡钻或抱钻，预先为这些典型地质区域制定防抱钻技术方案，并给出多种钻具配备措施；③应与其他多种技术联合开展增透试验研究，确保钻进过程中无瓦斯事故发生，抽采效果达到最优。

#### 7.2 随钻测量设备的开发与煤岩智能判别机制

该方向主要研究内容如下：①在钻孔过程中常钻进岩层，钻杆易发生损坏，且浪费人力物力，需在钻进过程中实现智能判断所处煤层还是岩层，将引导实施钻孔；②煤矿井下随钻设备轨迹测量 APP 研发，完成井下钻孔轨迹的数据处理，可进一步指导施工。

#### 7.3 定向钻机联合孔代巷技术进行瓦斯抽采研究

该方向主要研究内容如下：采用大功率定向钻机及配套钻具，结合“定向先导孔+正向扩孔”成孔工艺，融合以孔代巷技术，突破原有钻孔终孔孔径，以期实现浓度高、流量大、长时间的钻孔瓦斯抽采效果。

#### 7.4 基于钻孔大数据云技术的理论模型研究

该方向主要研究内容如下：①基于随钻设备的钻孔

轨迹等数据开展煤岩地质区域基础实验研究；②基于施工钻孔现场的海量数据，进行大数据的云计算整合，探索钻孔轨迹偏离诱发条件及钻孔变形失稳等机理；③研发可扫描钻具，在设备钻进后利用可扫描钻具扫描钻孔内数据，然后将数据点云进行处理建立钻孔真三维数值模拟模型用于力学分析。

### 8 结束语

综上所述，瓦斯抽采是治理矿井瓦斯灾害的主要技术手段，根据车寨煤矿煤层瓦斯赋存特征以及矿井瓦斯抽采设备配备情况，对煤层开采时的瓦斯治理方案进行了详细设计。通过全方位瓦斯抽采可以降低煤层回采时的瓦斯涌出量，从而为安全回采创造良好条件。为保证回采工作面瓦斯浓度稳定，实现工作面安全开采，必须对回采工作面瓦斯来源进行分析，从而对工作面前方煤体瓦斯和后方采空区瓦斯进全面治理。通过对工作面二阶段情况进行分析，工作面前方煤体瓦斯、后方陷落柱影响区煤体瓦斯是工作面瓦斯的主要来源，特别是切眼后方陷落柱影响区由于前期未进行抽采，且采动应力和陷落柱围岩应力叠加导致大范围煤体裂隙导通，极易引起工作面初采期间瓦斯浓度超标，必须进行重点治理。采用本煤层预抽、切眼后方煤体裂隙带抽采、采空区瓦斯抽采相结合的方法，可以有效控制工作面瓦斯浓度，实现工作面安全高效生产。

#### 参考文献：

- [1] 黄明. 煤矿瓦斯抽采技术研究及应用探究 [J]. 能源与节能, 2019(09):54-55+58.
- [2] 戚功. 煤矿瓦斯综合抽采技术及应用分析 [J]. 矿业装备, 2019(03):30-31.
- [3] 高军. 煤矿瓦斯抽采技术研究及应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2019(10):63-64.
- [4] 曹春海. 抽采利用技术在煤矿瓦斯防治中的有效应用 [J]. 当代化工研究, 2019(10):89-90.
- [5] 邵兵. 煤矿瓦斯抽采半径考察技术应用 [J]. 科学技术创新, 2019(08):185-186.
- [6] 赵恒. 煤矿瓦斯综合抽采技术及应用 [J]. 山西化工, 2019,39(04):112-113+125.
- [7] 常宸铭. 煤矿瓦斯综合抽采技术及应用 [J]. 矿业装备, 2019(04):56-57.
- [8] 李明. 煤矿瓦斯抽采技术应用分析 [J]. 江西煤炭科技, 2019(02):183-185.
- [9] 朱家来. 煤矿瓦斯治理抽采技术应用 [J]. 冶金管理, 2019(07):67+69.
- [10] 李江朋. 煤矿瓦斯综合抽采技术及应用 [J]. 能源与节能, 2018(11):177-179.

#### 作者简介：

武岳阳 (1982-), 男, 河北井陘人, 2015 年 1 月毕业于太原理工大学, 研究方向: 煤矿开采技术。