

# 煤矿瓦斯治理抽采技术的应用研究

王泉林

禹州枣园煤业有限公司 河南 禹州 461670

**摘要:** 煤矿瓦斯抽采是保障煤矿安全生产的关键技术。本文阐述其应用基础,包括瓦斯赋存特性、抽采机理及前期准备。介绍本煤层、邻近层、采空区瓦斯抽采技术的分类与应用要点。分析影响瓦斯抽采效果的因素,涵盖煤层地质条件、抽采技术参数、抽采系统与施工质量。针对这些影响因素,提出优化措施,如结合煤层条件选型适配抽采技术、动态优化抽采参数、完善抽采系统并强化施工质量管理。通过这些措施,可提升瓦斯抽采效果,降低瓦斯灾害风险,保障煤矿开采安全高效进行,对煤矿安全生产具有重要指导意义。

**关键词:** 煤矿瓦斯; 瓦斯治理; 抽采技术; 技术应用

**引言:** 煤矿瓦斯灾害是煤矿开采过程中的重大安全隐患,严重威胁矿工生命安全与煤矿生产稳定。瓦斯抽采作为预防瓦斯灾害的核心手段,通过人工干预抽取煤层及围岩中的瓦斯,降低采掘空间瓦斯浓度。其应用基础涉及瓦斯赋存特性、抽采机理及前期准备等多方面,不同煤层条件需采用不同抽采技术。同时,煤层地质条件、抽采技术参数、抽采系统与施工质量等因素会影响抽采效果。因此,深入研究煤矿瓦斯抽采技术分类、应用及优化措施,对提高瓦斯抽采效率、保障煤矿安全生产具有重要意义。

## 1 煤矿瓦斯抽采的应用基础

煤矿瓦斯抽采旨在通过人工干预抽取煤层及围岩中的瓦斯,控制采掘空间瓦斯浓度,防止瓦斯灾害。其应用基础涵盖瓦斯赋存特性、抽采机理及前期准备,三者共同决定抽采效果与效率。(1) 瓦斯赋存特性是抽采技术选型的关键依据,涉及瓦斯含量、压力、煤层透气性及吸附解吸特性等。煤层透气性影响瓦斯运移速度,透气性佳则抽采难度低、效率高;低透气性煤层需增透处理。瓦斯压力与含量决定抽采潜力与难度,压力高、含量大,抽采阻力大,对设备与技术要求高。(2) 瓦斯抽采机理是利用煤层与抽采系统间的压力差,促使瓦斯解吸、扩散,并通过管路输送至指定区域。需构建合理抽采系统,制造压力梯度,打破瓦斯动态平衡,推动其向钻孔汇聚,实现高效抽取。(3) 抽采前期准备包括煤层瓦斯参数测定与抽采系统规划搭建。参数测定需精准获取核心指标,为技术选型与参数设计提供依据;系统规划搭建需结合开采布局,合理布置钻孔、铺设管路、配备设备,确保系统密封、稳定、高效,为瓦斯抽采奠定基础<sup>[1]</sup>。

## 2 煤矿瓦斯抽采技术的分类及应用

### 2.1 本煤层瓦斯抽采技术

本煤层瓦斯抽采技术是直接在赋存瓦斯的煤层布置抽采钻孔,抽取原生瓦斯的方式。其优势在于剪针对性强,能直接降低开采煤层瓦斯含量,适用于各类瓦斯赋存煤层,尤其适合瓦斯含量较高、透气性中等及以上的煤层。(1) 该技术主要有顺层钻孔抽采与穿层钻孔抽采两种形式。顺层钻孔抽采是沿煤层走向或倾向布置平行于层面的钻孔,深度依工作面长度与煤层厚度设计,具有施工难度低、接触面积大、抽采范围广的特点,适用于回采、掘进工作面的超前及边采边抽。穿层钻孔抽采是从岩层巷道向煤层打垂直或斜穿煤层的钻孔,适用于煤层厚、层位稳定但顺层钻孔施工难的场景,可实现对煤层不同区域的均匀抽采。(2) 本煤层瓦斯抽采的关键操作要点有三方面。一是钻孔布置参数设计,要根据煤层透气性、瓦斯含量确定钻孔间距、行距与深度,避免抽采盲区。二是钻孔施工质量控制,确保钻孔垂直度与密封性,防止坍塌、漏气。三是抽采负压调节,需依据瓦斯涌出量与煤层透气性动态调整,控制在合理范围,防止负压过高致钻孔坍塌、过低无法高效抽采,保障瓦斯持续稳定抽取<sup>[2]</sup>。

### 2.2 邻近层瓦斯抽采技术

邻近层瓦斯抽采技术主要用于煤层群开采场景,针对开采煤层上下邻近层赋存的瓦斯。通过布置抽采钻孔或巷道,抽取邻近层卸压瓦斯,防止其向采掘空间泄漏积聚,适用于邻近层瓦斯含量较高且与开采煤层间距较近的情况。(1) 其核心机理是利用开采煤层回采产生的采动影响,使邻近层煤层卸压、裂隙发育,瓦斯解吸并向采动裂隙运移,再通过提前布置的钻孔或巷道将瓦斯抽至安全区域。根据邻近层与开采煤层位置关系,可分为上、下邻近层瓦斯抽采,二者布置方式有别。(2) 上邻近层瓦斯抽采常用高抽巷或钻孔抽采。高抽巷布置在

开采煤层上方岩层、上邻近层瓦斯富集区，利用巷道透气性集中抽采；钻孔抽采是从开采工作面巷道或高抽巷向邻近层布孔，终孔在瓦斯富集区，适用于邻近层厚度小、层位不稳定场景。下邻近层瓦斯抽采多采用穿层钻孔抽采，从开采煤层下方岩层巷道向邻近层布孔，利用采动卸压效应高效抽采。（3）邻近层瓦斯抽采关键在于精准判断邻近层位置、厚度及瓦斯赋存特性，合理确定抽采钻孔或巷道布置位置与参数，确保覆盖瓦斯富集区，同时根据采动影响下瓦斯运移规律变化及时调整参数，避免瓦斯泄漏。

### 2.3 采空区瓦斯抽采技术

采空区瓦斯抽采技术是针对煤矿回采后形成的采空区中积聚的瓦斯进行抽取的技术，采空区瓦斯主要来源于回采煤层残留瓦斯、邻近层卸压瓦斯及围岩释放瓦斯，其积聚量较大，若不及时抽取，易通过采空区裂隙向采掘空间泄漏，引发瓦斯超限，适用于各类回采工作面采空区的瓦斯治理。（1）采空区瓦斯抽采技术主要分为密闭抽采、插管抽采与地面钻孔抽采三种形式。密闭抽采是在采空区封闭后，通过在密闭墙中布置抽采管路，抽取采空区内部积聚的瓦斯，适用于采空区范围较小、瓦斯涌出量相对稳定的场景，其核心是确保密闭墙的密封性，防止空气进入采空区引发瓦斯燃烧爆炸，同时控制抽采负压，避免抽采过程中带出大量煤粉。（2）插管抽采是在回采工作面推进过程中，向采空区预埋抽采管路，随着工作面推进，逐步抽出采空区瓦斯，适用于回采工作面采空区瓦斯涌出量较大、且持续时间较长的场景，可实现边回采边抽采，及时控制采空区瓦斯浓度。地面钻孔抽采是从地面向采空区布置钻孔，直接抽取采空区瓦斯，适用于采空区范围较大、井下抽采难度较高的场景，其优势是抽采不受井下开采工艺影响，抽采范围广，可实现对采空区瓦斯的长期、稳定抽取。（3）采空区瓦斯抽采的关键是控制抽采负压与抽采量，避免抽采负压过高导致采空区顶板坍塌或空气大量涌入，同时需加强抽采管路的维护，防止管路堵塞、漏气，确保抽采效果的稳定性。

## 3 煤矿瓦斯抽采技术应用的影响因素

### 3.1 煤层地质条件因素

煤层地质条件是影响煤矿瓦斯抽采效果的核心自然因素，涵盖煤层透气性、瓦斯赋存状态、煤层厚度与倾角、地质构造等，其中透气性与瓦斯赋存状态影响尤为突出。（1）煤层透气性是瓦斯运移的关键，透气性系数低，瓦斯运移慢，抽采难度大，即便采用先进技术也难高效抽采；透气性好则抽采效率高。瓦斯赋存状态分游

离态与吸附态，游离态易抽取，吸附态需解吸后才能抽取，故煤层中吸附态占比越高，抽采难度越大、周期越长。（2）煤层厚度影响钻孔布置合理性，厚煤层需更多钻孔实现均匀抽采；倾角大则增加钻孔施工难度，影响质量。地质构造如断层、褶皱会破坏煤层完整性，导致透气性不均，断层破碎带易形成瓦斯富集区，同时增加钻孔施工难度，易引发坍塌、漏气等问题，进而影响抽采效果<sup>[3]</sup>。

### 3.2 抽采技术参数因素

抽采技术参数的设计与调节对瓦斯抽采效果影响显著，涵盖钻孔布置参数、抽采负压、流量、时间等，其合理性关乎抽采范围、效率与最终成效。（1）钻孔布置参数（间距、行距、深度、角度）若不合理，会出现抽采盲区，使部分区域瓦斯无法有效抽取，还会造成资源浪费。抽采负压与流量需和煤层透气性、瓦斯涌出量适配，负压和流量过高或过低，都会影响瓦斯抽采的稳定性与高效性。（2）抽采时间是保证抽采效果的关键要素，时间不足，煤层瓦斯含量难降至安全范围，易引发灾害；时间过长，会增加成本、影响开采进度。所以，要依据煤层瓦斯含量、透气性及抽采效率，合理确定抽采时间，平衡抽采效果与开采进度。此外，抽采过程中需根据实际情况动态调节技术参数，以适应瓦斯运移规律和煤层条件变化，确保抽采效果持续稳定。

### 3.3 抽采系统与施工质量因素

抽采系统运行状态与施工质量是瓦斯抽采工作顺利开展的基础，关乎抽采效果稳定性和可靠性。（1）抽采系统由抽采设备、管路、密封装置等构成。抽采设备性能决定抽采能力，设备功率不足、运行不稳，会使抽采负压与流量达不到设计要求，影响效率。抽采管路密封性与畅通性很关键，漏气会造成负压损失，堵塞会影响瓦斯输送，均会降低抽采效果。（2）施工质量控制涵盖钻孔与密封质量。钻孔施工中，垂直度、深度不符设计要求，会使钻孔与煤层接触不充分，缩小抽采范围；钻孔坍塌、掉块会堵塞钻孔，阻碍瓦斯运移抽取。密封质量针对钻孔封孔和管路连接处，封孔不严、连接松动会漏气，导致负压损失，无法形成有效压力梯度，影响抽采效果。此外，做好抽采系统日常维护，定期检查维修设备与管路，及时处理故障，可保障系统长期稳定运行。

## 4 煤矿瓦斯抽采技术应用的优化措施

### 4.1 优化抽采技术选型，适配煤层条件

抽采技术选型的核心是结合煤层地质条件与瓦斯赋存特性，选择适配的抽采技术与抽采形式，避免技术选型不合理导致抽采效果不佳。（1）对于透气性较好、

瓦斯含量中等及以上的单一煤层, 优先采用本煤层顺层钻孔抽采技术, 结合穿层钻孔补充抽采, 确保抽采范围覆盖整个开采区域; 对于煤层群开采场景, 重点采用邻近层瓦斯抽采技术, 配合本煤层抽采, 形成联合抽采模式, 同时根据邻近层位置与瓦斯赋存情况, 合理选择高抽巷抽采或钻孔抽采形式。(2) 对于低透气性煤层, 单纯采用常规抽采技术难以实现高效抽采, 需结合增透处理技术, 如水力割缝、水力压裂、深孔控制爆破等, 通过物理手段破坏煤层结构, 增加煤层裂隙发育程度, 提升煤层透气性, 再配合常规抽采技术, 实现瓦斯高效抽取。此外, 需根据开采工艺的变化, 动态调整抽采技术与抽采形式, 确保抽采技术与开采进度、开采布局相适配, 提升抽采的针对性与有效性<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 优化抽采技术参数, 提升抽采效率

结合煤层地质条件与抽采实际效果, 对抽采技术参数进行动态优化, 确保各类参数合理适配, 提升瓦斯抽采效率。(1) 钻孔布置参数优化方面, 根据煤层透气性系数、瓦斯含量, 通过试验确定合理的钻孔间距、行距与深度, 避免抽采盲区, 对于厚煤层, 可采用分层钻孔抽采方式, 确保煤层不同深度的瓦斯均能被有效抽取; 对于倾角较大的煤层, 优化钻孔角度, 降低施工难度, 提升钻孔施工质量。(2) 抽采负压与流量优化方面, 通过现场试验, 确定适配煤层条件的抽采负压与流量范围, 建立抽采参数动态调节机制, 根据瓦斯涌出量、抽采浓度的变化, 实时调整负压与流量, 确保瓦斯持续稳定抽取, 同时避免负压过高或过低带来的不利影响。抽采时间优化方面, 根据煤层瓦斯含量、抽采效率, 合理确定抽采周期, 确保煤层瓦斯含量降至安全范围后再开展采掘作业, 同时兼顾开采进度, 实现抽采效果与开采效率的平衡。

#### 4.3 完善抽采系统, 强化施工质量管理

完善抽采系统配置, 提升系统运行稳定性与可靠性。(1) 根据抽采需求, 合理配备抽采设备, 确保设备功率、抽采能力满足设计要求, 同时配备备用设备, 避免设备故障导致抽采工作中断; 优化抽采管路布局, 减少管路弯头与阻力, 采用密封性好、耐腐蚀的管路材

料, 加强管路连接部位的密封处理, 定期对管路进行检查、清理, 防止管路漏气、堵塞。(2) 强化施工质量管理, 建立完善的施工质量管理体系, 规范钻孔施工、封孔、管路铺设等各个环节的操作流程。钻孔施工过程中, 加强现场监管, 确保钻孔垂直度、深度、角度符合设计要求, 避免钻孔坍塌、掉块; 封孔环节采用优质封孔材料, 严格按照封孔工艺操作, 确保封孔严密性, 减少漏气; 管路铺设过程中, 确保管路连接牢固、密封良好, 避免出现松动、漏气等问题。此外, 加强抽采系统的日常维护与检修, 定期检查设备运行状态、管路密封性, 及时处理故障, 确保抽采系统长期稳定运行<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

煤矿瓦斯抽采技术对于保障煤矿安全生产至关重要。通过对其应用基础的深入剖析, 明确了瓦斯抽采的原理与前期准备要点。不同类型瓦斯抽采技术的分类及应用, 为应对各类煤层条件提供了多样化解决方案。而煤层地质条件、抽采技术参数、抽采系统与施工质量等因素, 时刻影响着瓦斯抽采效果。为此, 采取优化抽采技术选型、动态调整抽采技术参数、完善抽采系统并强化施工质量管理等优化措施十分必要。未来, 随着煤矿开采技术的不断进步, 瓦斯抽采技术也需持续创新与完善, 以更好地适应复杂多变的煤层条件, 为煤矿安全生产提供更为坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]张迪,姚壮壮,王君东,乔金林,王建伟.煤矿上下行钻孔瓦斯抽采技术试验研究[J].能源与环保,2023,45(08):29-33.
- [2]邹荣广.采煤工作面瓦斯抽采技术的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(04):178-180.
- [3]闫循强.煤矿瓦斯抽采技术的发展探究[J].内蒙古煤炭经济,2021(12):57-58.
- [4]吕栋男.利用抽采技术治理回采工作面采空区瓦斯工艺的研究[J].煤炭与化工,2023,46(07):115-117.
- [5]刘海洋.煤矿瓦斯抽采与综合利用的技术措施研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(24):43-45.