

煤矿瓦斯抽采必要性及抽采技术

浦同传

宣威市能源局 云南 曲靖 655400

摘要：本文详细阐述了煤矿瓦斯抽采的必要性、抽采技术、现存问题及发展趋势。从安全角度看，瓦斯抽采可预防瓦斯爆炸和煤与瓦斯突出；在环保方面，能减少温室气体排放、减轻地表塌陷和环境污染；于能源利用而言，可缓解能源供需矛盾并创造经济效益。文中介绍了本煤层、邻近层、采空区瓦斯抽采技术及其优缺点。同时指出我国瓦斯抽采技术存在设备性能待提升、成本高、效果不稳定等问题，并强调智能化、联合、绿色抽采技术是未来发展趋势，为煤矿瓦斯治理提供全面参考。

关键词：煤矿；瓦斯抽采；必要性；抽采技术

引言：煤矿瓦斯问题一直是煤炭开采行业的重大挑战。瓦斯既是威胁煤矿安全的关键因素，又与环境保护和能源利用密切相关。合理有效的瓦斯抽采对于煤矿安全生产、减少环境影响和提升能源效益至关重要。随着技术的发展，各种瓦斯抽采技术应运而生，但也面临着诸多问题。深入了解瓦斯抽采的必要性和抽采技术的现状及发展方向，对于保障煤矿行业可持续发展具有深远意义。

1 煤矿瓦斯抽采的必要性

1.1 安全方面的必要性

(1) 预防瓦斯爆炸

煤矿瓦斯主要成分是甲烷，甲烷是一种可燃气体。当瓦斯在井下巷道和采掘工作面等空间内积聚到一定浓度（5%-16%之间），遇到火源就会发生爆炸。在煤矿开采过程中，有许多可能产生火源的因素，如电气设备产生的电火花、摩擦火花以及爆破作业等。例如，在一些小型煤矿，由于电气设备维护不善，容易产生电火花，一旦瓦斯浓度超标，就极易引发爆炸事故。根据相关统计，瓦斯爆炸事故往往会造成大量人员伤亡和财产损失，严重影响煤矿企业的正常生产经营和社会稳定。

(2) 防范煤与瓦斯突出

在一些地质构造复杂的煤矿，煤与瓦斯突出是一种严重的灾害。煤与瓦斯突出是指在压力作用下，煤体和瓦斯突然从采掘工作面喷出现象。这一过程中，强大的冲击力会破坏井下的通风系统、巷道支护等设施，并且涌出的大量瓦斯会进一步威胁井下作业人员的生命安全。通过瓦斯抽采，可以降低煤层中的瓦斯压力和瓦斯含量，有效减少煤与瓦斯突出的危险性。

1.2 环境保护的必要性

(1) 减少温室气体排放：甲烷是一种强效的温室气

体，其温室效应是二氧化碳的20多倍。煤矿开采过程中如果瓦斯直接排放到大气中，会对全球气候变化产生负面影响。通过瓦斯抽采并加以利用，例如将其用于发电、供热等，可以将瓦斯转化为能源，减少甲烷的排放，对环境保护有着积极意义。

(2) 减轻地表塌陷和环境污染：在煤矿开采过程中，如果煤层中的瓦斯不被抽采，随着煤炭的采出，地下岩层的应力状态会发生改变，容易导致地表塌陷。而地表塌陷会破坏地表植被、土地资源等，同时可能影响到周边的水体环境。此外，未抽采的瓦斯在井下积聚，还可能通过裂隙等通道泄漏到地表，对周边大气环境造成污染。

1.3 能源利用的必要性

(1) 煤矿瓦斯的主要成分甲烷是一种清洁能源，燃烧后主要产生二氧化碳和水。随着全球对清洁能源需求的增加，抽采煤矿瓦斯并将其作为能源加以利用，可以在一定程度上缓解能源供需矛盾，同时提高能源利用的清洁性。(2) 对于煤矿企业来说，瓦斯抽采后进行利用可以产生额外的经济效益^[1]。比如瓦斯发电可以满足煤矿自身部分用电需求，降低企业的用电成本；将瓦斯出售给其他企业用于供热、化工原料等，也可以为煤矿企业带来收入来源。

2 煤矿瓦斯抽采技术

2.1 本煤层瓦斯抽采技术

2.1.1 顺层钻孔抽采技术

(1) 原理：顺层钻孔抽采是沿着煤层的走向或倾向施工钻孔，然后通过钻孔将煤层中的瓦斯抽出。这种技术适用于煤层透气性较好的情况。钻孔的布置方式可以根据煤层的厚度、倾角等因素进行优化。如在煤层厚度较大时，可以采用多层钻孔布置的方式，以提高瓦斯抽

采效果。

(2) 优点: 顺层钻孔抽采技术施工相对简单, 对煤层的破坏较小, 能够有效降低煤层中的瓦斯含量和瓦斯压力。在一些高透气性煤层的煤矿中, 顺层钻孔抽采可以取得较好的瓦斯抽采效果。

(3) 局限性: 其抽采效果受煤层透气性的影响较大, 如果煤层透气性较差, 瓦斯在煤层中的流动阻力较大, 抽采效率会显著降低。此外, 钻孔在长时间抽采过程中可能会出现堵塞等问题, 影响抽采的连续性。

2.1.2 穿层钻孔抽采技术

(1) 原理: 穿层钻孔抽采是从煤层顶底板等岩层向煤层施工钻孔, 通过这些钻孔对煤层中的瓦斯进行抽采。这种技术适用于煤层透气性较差或者煤层结构复杂的情况。比如在一些含有断层、褶皱等地质构造的煤层中, 穿层钻孔可以穿过这些复杂结构, 到达瓦斯富集区域进行抽采。

(2) 优点: 穿层钻孔抽采能够克服煤层透气性差的问题, 通过在顶底板岩层中施工钻孔, 可以利用岩层的较好的完整性和稳定性, 保证钻孔的稳定性。这种技术可以对煤层中的瓦斯进行预抽, 提前降低煤层中的瓦斯含量, 提高煤矿开采的安全性。

(3) 局限性: 穿层钻孔抽采技术施工难度较大, 需要精确的钻孔定位技术, 以确保钻孔能够准确穿过煤层。而且钻孔的施工成本相对较高, 需要专门的钻探设备和技术人员。

2.2 邻近层瓦斯抽采技术

2.2.1 上邻近层瓦斯抽采

(1) 原理: 在煤层开采过程中, 上邻近层中的瓦斯会在采动影响下向开采层运移。上邻近层瓦斯抽采就是通过在开采层的上部布置抽采巷道或钻孔, 将上邻近层中的瓦斯抽出。例如, 在一些煤层群开采的煤矿中, 当开采下部煤层时, 上部煤层中的瓦斯会在岩层移动的影响下向下部开采层附近聚集, 通过在合适的位置设置抽采系统, 可以有效地将这些瓦斯抽出。

(2) 优点: 可以有效地减少上邻近层瓦斯涌入开采层的量, 降低开采层中的瓦斯浓度, 提高开采安全性。同时, 上邻近层瓦斯抽采可以与本煤层瓦斯抽采相结合, 形成一个完整的瓦斯抽采体系, 提高整个煤矿的瓦斯抽采效率。

(3) 局限性: 需要准确判断上邻近层瓦斯的运移规律, 包括瓦斯的涌出量、运移方向和距离等。如果判断不准确, 可能会导致抽采系统的布置不合理, 无法达到预期的抽采效果。此外, 上邻近层瓦斯抽采需要在开采

层上方进行工程施工, 可能会受到地质条件和开采工艺的限制。

2.2.2 下邻近层瓦斯抽采

(1) 原理: 与上邻近层瓦斯抽采类似, 下邻近层瓦斯抽采是在开采层的下部布置抽采系统, 将下邻近层中的瓦斯抽出。在一些特殊的煤层结构中, 下邻近层中的瓦斯也可能对开采层的瓦斯浓度产生影响, 通过抽采下邻近层瓦斯, 可以进一步优化整个煤矿的瓦斯治理效果。

(2) 优点: 有助于全面控制煤矿瓦斯, 特别是在煤层群开采中, 下邻近层瓦斯抽采可以与上邻近层瓦斯抽采和本煤层瓦斯抽采相互配合, 从多个层面降低瓦斯对煤矿开采的影响。同时, 对于一些深部开采的煤矿, 下邻近层瓦斯抽采可以提前预防深部瓦斯的异常涌出。

(3) 局限性: 下邻近层瓦斯抽采的工程布置需要考虑到开采层与下邻近层之间的岩层结构和力学性质, 以确保抽采系统的稳定性和有效性。并且, 由于下邻近层距离开采层相对较近, 在抽采过程中可能会对开采层的稳定性产生一定的影响。

2.3 采空区瓦斯抽采技术

2.3.1 埋管抽采技术

(1) 原理: 在采空区埋设抽采管道, 通过管道将采空区中的瓦斯抽出。抽采管道可以根据采空区的形状和瓦斯分布情况进行合理布置, 例如采用分支管道的形式, 以提高抽采的覆盖范围^[2]。在煤矿开采过程中, 采空区是瓦斯积聚的重要区域, 随着煤炭的采出, 采空区周围的煤层和岩层中的瓦斯会不断涌入采空区。

(2) 优点: 埋管抽采技术操作相对简单, 可以在不影响煤矿正常开采的情况下对采空区瓦斯进行抽采。并且可以根据采空区瓦斯涌出的动态变化, 灵活调整抽采参数, 如抽采流量、抽采负压等。

(3) 局限性: 由于采空区内部结构复杂, 存在垮落的煤岩块等, 容易造成抽采管道堵塞。而且采空区瓦斯浓度分布不均匀, 可能会导致抽采效率不高, 部分区域的瓦斯无法有效抽出。

2.3.2 钻孔抽采技术

(1) 原理: 从采空区周围的巷道向采空区施工钻孔, 通过这些钻孔对采空区瓦斯进行抽采。钻孔的角度、深度等参数需要根据采空区的具体情况进行设计。这种技术可以深入采空区内部, 直接对瓦斯富集区域进行抽采。

(2) 优点: 能够有针对性地对采空区中的瓦斯进行抽采, 尤其是对于采空区深部的瓦斯, 可以通过合理布置钻孔来提高抽采效果。与埋管抽采相比, 钻孔抽采可以在一

一定程度上避免采空区内部复杂结构对抽采的影响。

(3) 局限性: 钻孔施工难度较大, 需要考虑到采空区周围岩层的稳定性, 防止钻孔施工过程中引发岩层垮落等事故。而且钻孔的维护成本较高, 在长时间抽采过程中也容易出现堵塞等问题。

3 煤矿瓦斯抽采技术存在的问题及发展趋势

3.1 存在的问题

3.1.1 抽采技术有待提高

与国外先进技术相比, 我国在瓦斯抽采设备性能方面还有提升空间。国外的一些先进抽采设备具有更高的稳定性、精准性和耐用性, 而我国部分设备在长时间运行后可能会出现故障频发、参数偏差等情况, 影响抽采工作的正常进行。在抽采工艺的优化上, 国外已经形成了较为成熟的体系, 能够根据不同的煤矿地质条件和瓦斯赋存情况制定个性化的抽采方案, 而我国在这方面的研究还不够深入, 大多采用较为通用的抽采工艺, 导致抽采效果难以达到最佳。

3.1.2 采成本较高

抽采成本较高严重制约了瓦斯抽采技术的推广应用。一方面, 抽采设备的购置和维护费用高昂。抽采钻机、抽采管道、瓦斯抽采泵等设备不仅价格昂贵, 而且在使用过程中需要定期进行维护和保养, 这无疑增加了企业的成本负担。另一方面, 瓦斯抽采过程中能源和水资源的消耗量大。在一些缺水地区, 水资源的消耗成为了瓦斯抽采的一个瓶颈。同时, 能源的消耗也使得抽采成本进一步增加, 对于小型煤矿和经济效益较差的煤矿来说, 这些成本难以承受, 从而导致他们对瓦斯抽采技术的积极性不高。

3.1.3 抽采效果不稳定

煤矿的地质条件复杂多变, 不同地区的煤层结构、瓦斯赋存规律和涌出特性差异巨大。在一些地质构造复杂的区域, 如断层、褶皱等地带, 瓦斯的涌出情况难以预测, 这给瓦斯抽采工作带来了很大的挑战。而且, 开采方式的不同也会对瓦斯抽采效果产生影响, 比如不同的采煤方法会导致煤层的应力分布和瓦斯流动路径发生变化, 从而影响瓦斯的抽采效果。

3.2 发展趋势

3.2.1 智能化抽采技术

随着信息技术的飞速发展, 传感器技术、大数据技术、人工智能技术等不断应用于煤矿瓦斯抽采领域。通过在井下安装各种传感器, 可以实时监测瓦斯的涌出

量、浓度、温度、压力等参数, 并将这些数据传输到地面的监控中心。利用大数据技术对这些数据进行分析 and 处理, 能够准确地掌握瓦斯的赋存规律和涌出特性, 为抽采方案的制定提供科学依据。人工智能技术则可以根据实时监测的数据自动调整抽采参数, 实现对瓦斯抽采过程的智能控制, 提高抽采效率和效果。同时, 智能化抽采技术还可以实现对抽采设备的远程监控和管理, 减少人工干预, 降低人工成本和劳动强度。

3.2.2 联合抽采技术

联合抽采技术的应用将越来越广泛。单一的抽采技术往往难以满足复杂煤矿条件下的瓦斯抽采需求, 而联合抽采技术可以充分发挥各种抽采技术的优势, 实现对瓦斯的全方位抽采。例如, 本煤层瓦斯抽采技术可以有效地降低煤层中的瓦斯含量, 邻近层瓦斯抽采技术可以减少邻近层瓦斯对开采层的影响, 采空区瓦斯抽采技术可以回收采空区中的瓦斯资源。将这些技术进行联合应用, 可以根据不同的地质条件和瓦斯涌出情况制定个性化的抽采方案, 提高瓦斯的抽采率。

3.2.3 绿色抽采技术

在环保要求日益严格的背景下, 煤矿瓦斯抽采过程中的环境问题越来越受到重视。采用绿色抽采技术, 不仅可以减少对环境的影响, 还可以实现瓦斯的清洁利用^[1]。比如在水力压裂技术中使用环保型的压裂液, 可以降低对地下水的污染风险; 在瓦斯利用方面, 采用高效的净化技术可以去除瓦斯中的杂质, 提高瓦斯的利用效率, 减少对环境的污染。

结束语: 煤矿瓦斯抽采在安全、环保和能源利用等多方面有着不可忽视的必要性。虽然当前瓦斯抽采技术在实际应用中面临着一些问题, 但智能化、联合抽采技术的发展为提高抽采效率和效果带来了希望, 绿色抽采技术则为环境保护和资源利用开辟了新路径。未来应持续改进和创新瓦斯抽采技术, 推动煤矿行业朝着更安全、更环保、更高效的方向发展, 充分挖掘瓦斯资源的潜在价值。

参考文献

- [1] 陈昊. 煤矿瓦斯抽采必要性及抽采技术[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2022(7): 2205-2206.
- [2] 庞烨荣. 煤矿瓦斯抽采必要性及抽采技术[J]. 中华传奇, 2023(28): 95-99.
- [3] 武肖勇. 谈瓦斯抽采必要性及煤矿瓦斯抽采技术[J]. 文渊(中学版), 2021(10): 3992-3993.