

# 高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新

刘 洋

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿 河南 新乡 453600

**摘 要：**煤矿瓦斯抽采是煤矿安全生产的重要环节，同时也是有效利用瓦斯资源、降低能源消耗的重要手段。随着煤矿安全生产意识的不断提高，高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新显得尤为重要。本文旨在分析当前煤矿瓦斯抽采技术的现状，探讨高效低成本瓦斯抽采技术创新的方向与应用，为煤矿企业的可持续发展提供参考。

**关键词：**煤矿；瓦斯抽采；高效低成本；创新

## 引言

矿井瓦斯是煤矿生产过程中的重要安全隐患，同时也是宝贵的能源资源。瓦斯事故给煤矿安全生产带来严重威胁，因此，矿井瓦斯的抽采工作显得尤为重要。瓦斯抽采不仅可以减少煤矿事故，提高生产安全，还可以有效利用瓦斯资源，降低能源消耗。然而，传统的瓦斯抽采技术存在效率低、成本高的问题，难以满足现代煤矿生产的需求。因此，高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新成为当前研究的热点。

### 1 煤矿瓦斯抽采技术现状

#### 1.1 主要抽采方法

目前国内矿井瓦斯抽采技术已经形成了多种方法并存的格局，其中井下钻孔抽采、煤层气地面抽采以及通风调节是三种主要的技术手段。井下钻孔抽采技术因其灵活性和针对性强而被广泛应用。具体来说，顶板裂隙钻孔抽采主要针对煤层上方的裂隙区域，通过钻孔将瓦斯抽出；水平长钻孔抽采则适用于煤层较长、瓦斯压力较大的区域，通过长距离的水平钻孔有效抽取瓦斯；顶板高抽巷抽采则是在煤层上方开设高抽巷，利用巷道内的负压抽取瓦斯。这些方法在实际应用中均取得了显著效果。煤层气地面抽采则是通过地面钻井的方式，直接抽取煤层中的瓦斯。这种方法不仅可以降低矿井内的瓦斯浓度，还可以将抽取的瓦斯作为能源加以利用，具有较高的经济效益。通风方法则是通过优化矿井通风系统，改善通风条件，从而降低瓦斯浓度。这包括合理设置通风设施、提高通风效率等措施。

#### 1.2 存在问题

尽管现有的瓦斯抽采技术在一定程度上降低了瓦斯事故的发生率，但仍面临诸多挑战。钻孔施工难度大，尤其是在复杂地质条件下，钻孔的准确性和稳定性难以保证，导致抽采效率低。同时，抽采设备能耗高，维护成本也相对较高<sup>[1]</sup>。此外，抽采过程中瓦斯泄漏问题严重，不仅影

响了抽采效果，还可能对矿井安全构成威胁。

### 2 高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新方向

煤矿瓦斯抽采作为煤矿安全生产的重要环节，其技术的创新与发展对于提高煤炭开采效率、保障矿工生命安全以及促进煤炭行业的可持续发展具有至关重要的意义。当前，随着信息化、智能化技术的不断进步，以及新型设备、工艺和理论的持续涌现，煤矿瓦斯抽采技术正朝着高效、低成本的方向不断迈进。

#### 2.1 信息化与智能化技术的应用

信息化与智能化技术的深度融合，为煤矿瓦斯抽采带来了前所未有的变革。通过传感器、物联网、大数据等先进技术手段，可以实现对矿井环境、瓦斯浓度、设备状态等关键数据的实时监测与高效传输，从而构建出一个数字化、可视化的矿井环境监控系统。在传感器方面，现代传感器技术已经能够实现对瓦斯浓度、温度、湿度、压力等多种参数的精准测量，为瓦斯抽采提供了丰富的数据基础。这些传感器被布置在矿井的各个关键位置，实时采集数据，并通过物联网技术将数据传输至数据中心。物联网技术的应用，使得矿井内的各种设备实现了互联互通。瓦斯抽采泵、钻孔设备、封孔材料等关键设备都被接入了物联网，实现了远程监控和智能控制。这不仅提高了设备的运行效率，还降低了人工干预的成本和风险。大数据技术则在海量数据的处理和分析中发挥了关键作用。通过大数据算法，可以对监测数据进行深度挖掘，揭示出瓦斯在煤层中的运移规律，为瓦斯抽采提供科学依据<sup>[2]</sup>。同时，大数据还可以对设备的运行状态进行预测和分析，实现故障预警和远程维护，进一步降低了运维成本。智能化技术的应用则使得瓦斯抽采过程更加高效和智能。通过人工智能算法，可以对抽采参数进行实时优化，如抽采负压、抽采时间等，以提高抽采效率。同时，智能化技术还可以实现设备的自动控制和智能调度，使得瓦斯抽采过程更加顺畅

和高效。

## 2.2 新型抽采设备与工艺的发展

新型抽采设备与工艺的发展,为瓦斯抽采提供了更多高效、环保的解决方案。在瓦斯抽采泵方面,传统的泵往往存在效率低、能耗高、噪音大等问题。而新型瓦斯抽采泵则采用了先进的节能技术和设计理念,如变频调速技术、高效叶轮设计等,使得泵的效率 and 能耗得到了显著提升。同时,新型泵还具有低噪音、易维护等特点,提高了瓦斯抽采的舒适性和可靠性。在钻孔设备方面,传统的钻孔设备往往需要人工操作,效率低下且精度不高。而新型钻孔设备则采用了自动化技术,如液压驱动、智能控制系统等,实现了钻孔的自动化、高精度作业。这不仅提高了钻孔效率,还降低了人工干预的成本和风险。在封孔技术方面,传统的封孔材料往往存在密封性差、易老化等问题,导致钻孔漏气严重,影响抽采效果。而新型封孔技术则采用了先进的材料和工艺,如高分子材料、相变凝胶等,具有优异的密封性能和耐久性。这些新材料不仅提高了钻孔密封的可靠性,还降低了材料消耗和人工成本。例如,某种新型的高效瓦斯抽采泵,通过采用变频调速技术和高效叶轮设计,使得泵的效率 and 能耗得到了显著提升。同时,该泵还具有低噪音、易维护等特点,提高了瓦斯抽采的舒适性和可靠性。

## 2.3 瓦斯抽采理论与方法的创新

瓦斯抽采理论的创新为矿井瓦斯抽采提供了科学指导。通过对瓦斯在煤层中的运移规律进行深入研究,可以更准确地揭示瓦斯的分布、涌出等特性。这些研究成果为瓦斯抽采提供了理论依据,使得可以更加科学地制定抽采方案和优化抽采参数。在实践中,一些创新的瓦斯抽采方法也得到了广泛应用。例如,“地面井预抽+高(低)位抽采巷”技术是一种结合了地面井预抽和井下抽采巷抽采的综合方法。通过地面井预抽降低煤层瓦斯压力,再结合高(低)位抽采巷进行抽采,可以实现瓦斯抽采效率的大幅提升<sup>[3]</sup>。又如高压水射流割缝与液态CO<sub>2</sub>驱替联合抽采技术,通过高压水射流割缝增加煤层透气性,再结合液态CO<sub>2</sub>驱替瓦斯,可以提高瓦斯抽采浓度和效率。这些创新的理论和方法不仅提高了瓦斯抽采效率,还降低了抽采成本。它们为煤矿瓦斯抽采提供了新的思路和方向,推动了煤矿瓦斯抽采技术的不断进步和发展。

## 2.4 环保型钻孔密封技术的研发

在传统的瓦斯抽采过程中,钻孔密封技术一直是一个难题。传统的水泥基钻孔密封材料在复杂煤层环境下难以保持稳定,容易导致瓦斯抽采浓度严重衰减。

为了解决这一问题,科研人员研发了环保型相变凝胶(EPCG)钻孔密封技术。EPCG技术采用环保型材料制成,具有良好的密封性能和耐久性。同时,该技术还具有相变特性,可以根据环境温度的变化自动调节密封材料的性能,保持稳定的密封效果。这不仅提高了钻孔密封的可靠性,还降低了材料消耗和人工成本。与传统的水泥基密封材料相比,EPCG技术具有显著的优势<sup>[4]</sup>。首先,EPCG材料具有良好的流动性和渗透性,可以充分填充钻孔周围的裂隙和空隙,形成致密的密封层。其次,EPCG材料具有优异的耐温性能和化学稳定性,可以在复杂煤层环境下保持稳定性能,不会因为温度或化学物质的变化而失效。最后,EPCG技术的施工简便、操作方便,大大降低了施工难度和成本。

## 3 高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新应用案例

### 3.1 神东保德煤矿高效瓦斯抽采示范项目

#### 3.1.1 项目背景与概况

神东保德煤矿年瓦斯抽采量高达4304万立方米,利用率达到80%。为了实现更高的抽采效率和更低的成本,该矿实施了地面井下联合瓦斯高效抽采示范项目。该项目结合矿井实际情况,综合采用了多种高效瓦斯抽采技术,形成了独特的瓦斯抽采体系。

#### 3.1.2 高效瓦斯抽采技术应用

(1)超前预抽技术:在备用工作面,神东保德煤矿采用地面钻井和井下钻孔相结合的方式,提前对煤层中的瓦斯进行抽采。通过精确的钻孔布置和合理的抽采参数设置,有效降低了工作面开采时的瓦斯压力,为安全生产提供了有力保障。(2)边掘边抽技术:在掘进工作面,该矿创新性地采用了边掘边抽技术。掘进机在掘进过程中,同时布置抽采钻孔,利用掘进机后方的空间进行瓦斯抽采。这种技术既保证了掘进作业的安全,又提高了瓦斯抽采的效率,实现了掘进与抽采的同步进行。(3)随采随抽技术:在回采工作面,神东保德煤矿根据工作面的推进情况,及时调整抽采钻孔的位置和数量,确保瓦斯抽采的连续性和稳定性。同时,该矿还优化了抽采系统和管理措施,提高了瓦斯抽采浓度和利用率。通过实施随采随抽技术,有效降低了回采过程中的瓦斯涌出量,提高了矿井的安全生产水平。(4)超长定向钻孔技术:神东保德煤矿在瓦斯抽采过程中,屡次刷新顺煤层定向钻孔世界纪录。其井下超长定向钻孔施工主孔深度先后达到2311米、2570米、3353米,并实现了3353米超长定向钻孔精准与盘区另一侧巷道贯通。这一技术的突破,为瓦斯抽采钻孔对整个盘区钻孔控制区域范围的全覆盖提供了可能,进一步提高了瓦斯抽采效率。

### 3.1.3 项目成效与启示

通过实施这一系列高效瓦斯抽采技术，神东保德煤矿的瓦斯抽采量得到了显著提升，瓦斯浓度得到了有效控制。同时，由于采用了高效低成本的抽采技术，该矿的瓦斯抽采成本也得到了有效降低。该项目的成功实施，为我国煤矿瓦斯抽采工作提供了宝贵的经验和启示：即要紧密结合矿井实际情况，综合运用多种高效瓦斯抽采技术，形成独特的瓦斯抽采体系；同时要加强科技创新和现场应用，不断提高瓦斯抽采效率和降低成本。

## 3.2 新景矿保护层与被保护层协同开采及高效瓦斯抽采技术

### 3.2.1 项目背景与挑战

新景矿位于阳泉矿区，煤层赋存条件复杂，瓦斯含量高，透气性差。在深部低透突出煤层群开采过程中，瓦斯治理成为制约矿井安全生产的关键因素。传统的瓦斯抽采技术难以满足高效、低成本的要求，因此新景矿积极探索新的瓦斯抽采技术。

### 3.2.2 高效瓦斯抽采技术应用

（1）地面井预抽技术：新景矿首先通过地面井对煤层进行预抽，降低煤层的瓦斯压力和瓦斯含量。地面井预抽技术具有抽采范围广、抽采量大、抽采效率高等优点，为后续的开采工作提供了有力保障。（2）高（低）位抽采巷技术：在开采保护层时，新景矿利用高（低）位抽采巷对卸压瓦斯进行抽采。高（低）位抽采巷的布置根据煤层的赋存条件和开采顺序进行优化设计，确保抽采效果的最大化。通过高（低）位抽采巷技术，新景矿成功实现了对卸压瓦斯的有效抽采和利用。（3）增透措施：为了提高煤层的透气性和瓦斯抽采效率，新景矿还综合运用了机械造穴、地面井压裂等增透措施。机械造穴技术通过钻孔内的机械作用形成多个小洞穴，增加了煤层的裂隙和透气面积；地面井压裂技术则通过高压水或气体对煤层进行压裂，使煤层产生更多的裂隙和通道。这些增透措施的实施显著提高了瓦斯的抽采效率。（4）协同开采与抽采：新景矿通过保护层与被保护层

的协同开采和高效瓦斯抽采技术的综合应用，成功解决了深部低透突出煤层群开采过程中的瓦斯治理难题。保护层开采后，被保护层得到充分卸压，瓦斯压力显著降低；同时利用高（低）位抽采巷对卸压瓦斯进行抽采，实现了瓦斯的高效利用和矿井的安全生产。

### 3.2.3 项目成效与经验

通过实施“地面井预抽+高（低）位抽采巷”技术，新景矿成功实现了保护层与被保护层的协同开采和高效瓦斯抽采。该技术的应用不仅提高了矿井的安全生产水平，还有效利用了瓦斯资源，降低了能源消耗和环境污染。同时，由于采用了高效低成本的抽采技术，新景矿的瓦斯抽采成本也得到了有效控制。该项目的成功实施为我国深部低透突出煤层群的瓦斯治理提供了宝贵的经验和启示：即要综合运用多种高效瓦斯抽采技术，形成协同开采与抽采的体系；同时要加强科技创新和现场应用，不断提高瓦斯抽采效率和降低成本。

## 结语

高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新是提高煤矿安全生产水平和降低能源消耗的重要途径。通过信息化与智能化技术的应用、新型抽采设备与工艺的发展、瓦斯抽采理论与方法的创新以及环保型材料与技术的应用，可以显著提高瓦斯抽采效率并降低成本。未来，随着技术的不断进步和应用经验的积累，高效低成本煤矿瓦斯抽采技术将为煤矿企业的可持续发展注入新的活力。

## 参考文献

- [1]唐隽.高效低成本煤矿瓦斯抽采技术创新[J].内蒙古煤炭经济,2024,(18):61-63.
- [2]李国富,李超,张碧川,等.我国煤矿瓦斯抽采与利用发展历程、技术进展及展望[J/OL].煤田地质与勘探,1-16[2025-02-26].
- [3]吕立斌.煤矿瓦斯抽采技术发展与研究[J].能源与节能,2024,(12):205-207.
- [4]邢凯.煤矿瓦斯抽采与综合利用的技术措施研究[J].矿业装备,2024,(05):54-56.