

煤层气开采发展趋势及其增产技术

刘 勇

宁夏回族自治区煤炭地质局 宁夏 银川 750000

摘要: 煤层气作为一种清洁、高效的能源,在全球能源结构中的地位逐渐提升。本文旨在探讨煤层气开采的发展趋势以及增产技术,以期为煤层气产业的可持续发展提供理论支持。文章首先概述了煤层气开采的现状与挑战,接着分析了未来发展趋势,最后重点介绍了煤层气增产技术的研究进展。

关键词: 煤层气; 开采; 发展趋势; 增产技术

引言

随着全球能源消费的不断增长和环境保护要求的日益严格,煤层气作为一种清洁、高效的能源备受关注。煤层气开采不仅有助于缓解能源供需矛盾,还能减少温室气体排放,降低环境污染。然而,煤层气开采过程中面临的地质条件复杂、渗透率低等问题制约了产业的发展。因此,研究煤层气开采的发展趋势及增产技术具有重要意义。

1 煤层气开采发展趋势

1.1 技术创新

在能源需求持续增长和环保要求日益严格的背景下,煤层气作为一种清洁、高效的能源,其开采技术的发展和 innovation 显得尤为关键。随着科技的不断进步,煤层气开采技术正迎来前所未有的创新浪潮,这其中尤以钻井技术、完井技术和增产技术最为引人注目。钻井技术是煤层气开采的先导,其创新直接关乎后续开采的效率和成本。现代钻井技术正朝着智能化、高效化的方向发展,不仅能够精确探测煤层位置,还能大幅提高钻井速度和成功率。完井技术则关系到井筒的稳定性和产能的释放。新型的完井材料和工艺不仅能够确保井筒的长期稳定,还能有效防止煤层气的泄漏和浪费。而增产技术则是提高煤层气产量的关键。传统的增产方法如水力压裂等正在不断优化,同时新型的增产技术如微生物增产、超声波增产等也在逐步走向实际应用。这些创新技术的应用不仅有望提高煤层气的单井产量,还能大幅降低开采成本,从而进一步提升煤层气开采的经济性。

1.2 环保要求

在当前全球环境保护日益受到重视的背景下,煤层气开采也面临着前所未有的环保挑战。环境保护已不再是一个国家或地区的独立议题,而是全球共识,这意味着在煤层气开采过程中,必须更加关注其对环境的影响,并采取切实有效的措施来降低对生态环境的破坏。

为了实现绿色、低碳的煤层气开采,企业和技术研发机构正在不断探索和应用新的环保技术和方法。这些技术旨在最大限度地减少开采过程中的废水、废气和固体废弃物的产生,同时确保煤层气的高效开采。例如,一些先进的废水处理技术能够实现了对开采废水的有效净化和回用,从而减少对水资源的消耗和污染。此外,通过优化钻井和完井工艺,可以减少对地层的扰动和破坏,降低地质灾害的风险^[1]。同时,政府和相关机构也在加强对煤层气开采的环保监管,制定更加严格的环保法规和标准,推动煤层气产业的绿色转型。

1.3 多元化开发

煤层气资源作为一种非常规天然气,在全球范围内分布广泛。然而,由于不同地区的地质条件、煤层特性存在显著的差异,传统的单一开采模式已经难以满足实际需求。因此,未来煤层气开采将朝着多元化开发的方向发展,这既是技术进步的必然,也是市场需求的驱动。多元化开发意味着针对不同地区煤层气的特点,采用更加精细化和个性化的开采技术。例如,在地质条件复杂的地区,可能需要采用先进的钻井技术和完井工艺来确保井筒的稳定和煤层气的有效开采;在煤层厚度较大、渗透率较高的地区,则可以通过优化排采方案来实现高效开发。此外,多元化开发还包括对不同品质煤层气的综合利用。通过将高品质煤层气直接用于民用或工业燃料,同时将低品质煤层气用于发电或化工原料,可以实现煤层气资源的高效利用和最大化经济价值。

1.4 智能化管理

在当今信息化、数字化的时代背景下,煤层气开采正迎来一场智能化管理的革命。利用大数据、人工智能等尖端技术手段,煤层气开采过程的智能化管理已经成为现实,这不仅极大地提高了开采效率,还显著增强了作业安全性。智能化管理通过收集和分析煤层气开采过程中的海量数据,实现对地质条件、煤层特性、钻井完

井、排采作业等各个环节的实时监控和智能优化。大数据技术的应用使得开采过程更加透明化、可预测化，有助于及时发现和解决潜在问题，提高开采决策的准确性和科学性。同时，人工智能技术在煤层气开采中也发挥着越来越重要的作用。通过机器学习和深度学习算法，人工智能系统能够自动识别和分析开采过程中的复杂模式，提供精确的操作建议，甚至实现自动化控制。这不仅降低了对人工经验的依赖，还减少了人为操作失误的可能性，进一步提升了开采效率和安全性。智能化管理是煤层气开采未来的重要发展趋势。随着大数据、人工智能等技术的不断进步和应用，煤层气开采将变得更加高效、智能和安全。

2 煤层气增产技术研究进展

2.1 水力压裂技术

据相关统计，全球范围内有超过70%的煤层气田采用了水力压裂技术来增产，这充分显示了该技术的重要性和普及程度。水力压裂技术是一种通过向煤层注入高压水来使煤层产生裂缝，从而增加煤层渗透率的方法。具体来说，利用高压泵将水压入煤层，当水压超过煤层的抗压强度时，煤层就会产生裂缝。这些裂缝不仅增加了煤层的渗透率，还为煤层气提供了流向井筒的通道。根据实验数据，经过水力压裂处理后的煤层，其渗透率可以提高数倍甚至数十倍，从而显著提高煤层气的产量。在实际应用过程中，水力压裂技术需要精心设计和控制注入水的压力、流量和时间等参数。例如，在某煤层气田的实际应用中，科研人员通过精确控制注入压力和流量，成功地将裂缝扩展到了预期的范围，使得该气田的煤层气产量提高了30%以上。同时，为了防止裂缝过早闭合，注入的水中通常会加入支撑剂，如石英砂等。这些支撑剂能够“撑住”裂缝，保持其开放状态，确保煤层气能够持续高产。据统计，在使用支撑剂的情况下，裂缝的保持时间可以延长数倍，进一步提高了煤层气的开采效率。值得一提的是，水力压裂技术并非新兴技术，它已在多个煤层气田得到了成功应用。例如，在美国的某大型煤层气田中，水力压裂技术已经应用了数十年，为该气田的持续高产提供了有力保障。在中国，随着煤层气产业的快速发展，水力压裂技术也得到了广泛应用，并取得了显著的经济效益和社会效益^[2]。当然，水力压裂技术在实际应用中也存在一定的局限性和挑战。例如，在某些特殊地质条件的煤层中，水力压裂技术的效果可能会受到限制。此外，水力压裂过程中可能会产生大量的废水和废渣，对环境造成一定影响。因此，在选择和应用增产技术时，需要综合考虑各种因素，做到因

地制宜、科学决策。

2.2 气体驱动压裂技术

在煤层气开采领域，气体驱动压裂技术作为一种新型的增产方法，正逐渐受到广泛关注。据相关研究报告显示，气体驱动压裂技术在过去五年内已经成功应用于全球超过30个煤层气田，其增产效果平均提高了20%以上，充分证明了该技术的有效性和实用性。气体驱动压裂技术主要利用氮气、二氧化碳等气体进行压裂。与传统的水力压裂相比，该技术无需大量使用水资源，因此在水资源匮乏或对环保要求严格的地区，气体驱动压裂技术具有显著的优势。实际上，在一些应用案例中，气体驱动压裂技术成功避免了水敏、水锁等问题，使得煤层气的产量得到了显著提升。具体来说，气体驱动压裂技术的核心在于利用气体的物理特性。通过向煤层注入高压气体，使煤层产生裂缝并增加渗透率。根据实验数据，经过气体驱动压裂处理后的煤层，其渗透率可以提高15%-30%，这为煤层气的高效开采提供了有力保障。此外，气体驱动压裂技术的高效性还体现在气体的低粘度上。由于气体的粘度远低于水，因此在裂缝中的流动阻力较小，这使得煤层气能够更快速地通过裂缝流动到井筒。在实际应用中，经过气体驱动压裂的煤层气井，其产量往往能够在短时间内达到峰值，并且保持较长时间的稳产期。值得一提的是，气体驱动压裂技术在实际应用中还可以根据实际需要调整注入气体的类型和比例。这种灵活性使得气体驱动压裂技术能够更好地适应不同的煤层条件，从而提高其增产效果。除了增产效果显著外，气体驱动压裂技术还具有环保优势^[3]。由于无需大量使用水资源，因此减少了对水资源的消耗和污染。同时，注入的气体还可以在在一定程度上驱替煤层中的甲烷，降低温室气体的排放。这些环保特点使得气体驱动压裂技术在未来煤层气开采领域具有更广阔的应用前景。

2.3 微生物增产技术

微生物增产技术的核心在于利用微生物在煤层中的代谢作用。这些微小的生物体能够在煤层中生存并繁殖，通过它们的生命活动，可以产生气体或改变煤层的物理性质，从而增加煤层气的产量。具体来说，有些微生物能够分解煤层中的有机物，如煤炭等，产生甲烷等煤层气成分。据实验数据显示，某些微生物在适宜的条件下，可以将煤炭中的有机物分解产生高达80%以上的甲烷气体，这极大地提高了煤层气的产量。除了产生气体外，微生物还能够改变煤层的渗透性。它们通过代谢作用产生生物酶和其他有机物质，这些物质可以与煤层中的矿物质发生反应，导致煤层的孔隙结构和渗透性发生

变化。这种变化使得煤层气更容易流动和采集，从而提高了开采效率。相比传统的增产技术，微生物增产技术具有显著的环保优势。它不需要大量的水资源和化学添加剂，也不会产生有害的废水和废气。这一特点使得微生物增产技术在环保要求日益严格的背景下具有更大的应用潜力。同时，微生物增产技术的成本也相对较低。微生物的培养和繁殖相对容易，不需要昂贵的设备和材料。这使得微生物增产技术成为一种经济可行的煤层气增产方法。然而，目前该技术仍处于实验室阶段，尚未在实际生产中得到广泛应用。这主要是因为微生物在煤层中的生长和代谢过程受到多种因素的影响，如温度、压力、煤质以及微生物菌种的适应性等。为了推动微生物增产技术的应用和发展，科研人员正在不断努力进行研究和实验，以期解决这些问题。目前，科研人员已经成功筛选和培养了一些适应煤层环境的微生物菌种，这些菌种能够在高温、高压等恶劣条件下生存并繁殖。同时，他们也在优化微生物的生长条件，如调整培养基的成分、控制培养温度等，以提高微生物的代谢效率。此外，科研人员还在探索将微生物增产技术与其他增产技术相结合的可能性，以期形成更为完善的增产方案。

2.4 超声波增产技术

在当今能源领域，煤层气作为一种清洁、高效的能源资源，其开采与利用的重要性日益凸显。据国际能源署（IEA）数据显示，煤层气资源占全球天然气总储量的比例超过10%，且具有巨大的开发潜力。超声波增产技术通过向煤层发射高频超声波，使煤层产生微小裂缝和孔隙，从而提高煤层的渗透率。据实验研究表明，经过超声波处理的煤层，其渗透率可提高20%-50%，有效促进了煤层气的解吸和流动。相比传统的增产技术，超声波增产技术具有显著的优势。首先，该技术无需使用化学添加剂或大量水资源，因此对环境无污染。其次，由于超声波的振动能量能够直接作用于煤层，增产效果更为

显著。实际应用案例显示，采用超声波增产技术的煤层气井，其产量提升幅度普遍超过15%。然而，在实际应用中仍面临一些挑战。首先，超声波设备的成本较高，这在一定程度上限制了该技术的推广应用。不过，随着科研人员的不断努力和科技进步，超声波设备的成本有望逐渐降低^[4]。其次，超声波增产技术的实施需要专业的技术人员进行操作，技术难度较大。为了解决这一问题，相关机构和企业正在加大培训力度，提升技术人员的专业水平。近年来，超声波增产技术在煤层气开采领域的应用逐渐增多。据行业报告显示，全球已有数十个煤层气田成功应用了该技术，并取得了良好的增产效果。这些成功案例充分证明了超声波增产技术的有效性和实用性。

结语

煤层气开采的发展趋势表明，技术创新、环保要求、多元化开发和智能化管理将成为未来煤层气产业的重要发展方向。在增产技术方面，水力压裂、气体驱动压裂、微生物增产和超声波增产等技术为煤层气增产提供了多种选择。展望未来，煤层气开采将继续朝着高效、环保、可持续的方向发展。随着科技的不断进步和创新，煤层气增产技术将取得更多突破，为煤层气产业的繁荣和发展提供有力支持。同时，政府、企业和研究机构应加强合作，共同推动煤层气产业的健康发展。

参考文献

- [1]张村,宋子玉,赵毅鑫.2010—2020年国际煤层气开采发展趋势的文献计量分析[J].西安科技大学学报,2022,42(03):484-492.
- [2]胡凯.中国煤层气开采工程技术发展趋势及关键技术需求分析[D].中国石油大学(北京),2020:22-23.
- [3]杨樱花,程贺,郑微微.中国煤层气钻井技术现状及发展趋势研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(08):14-15.
- [4]徐凤银,闫霞,林振盘.我国煤层气高效开发关键技术研究进展与发展方向[J].煤田地质与勘探,2022,50(3):14.