

浅谈天然气增压开采技术

李贵林 封婷婷

中石化西南油气分公司采气二厂 四川 广元 628000

摘要: 天然气增压开采技术是提高天然气产量的重要手段,其通过向储层注入能量或流体,以增加储层压力并提升天然气开采效率。本文主要探讨了天然气增压开采技术的定义、分类、适用范围及优缺点,并深入研究了关键技术,如增压设备选择与优化、监测与控制技术等。此外,文章还分析了天然气增压开采技术的发展趋势与挑战,包括智能化、自动化技术的应用以及市场需求与产能规模的平衡等。随着技术的不断进步,天然气增压开采技术将在未来发挥更大的作用。

关键词: 天然气;增压开采技术;关键技术

引言:随着全球能源需求的不断增长,天然气作为一种清洁、高效的能源日益受到重视。为了提高天然气的开采效率,满足日益增长的能源需求,天然气增压开采技术应运而生。该技术通过向储层注入能量或流体,提高储层压力,进而促进天然气的流动和开采。本文旨在探讨天然气增压开采技术的基本原理、分类、关键技术以及未来的发展趋势和挑战。通过深入了解和研究这一技术,我们可以更好地应用它来提高天然气开采效率,促进能源行业的可持续发展。

1 天然气增压开采技术概述

1.1 天然气增压开采技术的定义与原理

天然气增压开采技术是指在天然气开采过程中,通过人为干预,向储层注入能量或流体,以提高储层压力,从而增加天然气产出的技术,其核心原理是利用外部能量驱动储层流体的流动,降低流动阻力,提高天然气的开采效率。

1.2 增压开采技术的分类与特点

(1) 水力增压开采。水力增压开采是通过向储层注入水来提高储层压力的方法,其特点是技术成熟、操作简单,但需要消耗大量水资源,且可能导致地层水淹,影响天然气品质,水力增压开采适用于储层厚度大、渗透率较高的地区。(2) 气力增压开采。气力增压开采通过向储层注入压缩气体来增加储层压力,这种方法优点在于注入气体与天然气组分相近,不易引起地层水淹,但成本较高,且需要稳定的气源,气力增压开采更适用于储层渗透率低、气体饱和度高的地区。(3) 化学增压开采。化学增压开采是利用化学剂改变储层流体的物性,如降低界面张力、增加流体流动性等,从而提高天然气开采效率,其特点在于效果显著,但化学剂的选择和使用需慎重,避免对环境造成污染,该技术适用于储

层物性较差、常规开采方法效果不理想的地区。(4) 其他增压开采技术。除了上述三种常见的增压开采技术外,还有一些新型的增压方法,如微生物增压开采、超声波增压开采等,这些技术尚处于研究或试验阶段,但具有广阔的应用前景^[1]。

1.3 增压开采技术的适用范围及优缺点分析

增压开采技术的适用范围广泛,但不同的技术有其特定的适用条件和局限性,水力增压开采虽然操作简单,但受水资源限制且可能导致地层水淹;气力增压开采效果稳定,但成本较高;化学增压开采效果显著,但需慎选化学剂以避免环境污染。在实际应用中,应根据具体的储层条件、开采需求和环境因素,选择最合适的增压开采技术,此外,增压开采技术也存在一些共同的优缺点。优点包括:提高天然气产量、延长气井寿命、增加储层能量等;缺点包括:成本较高、操作复杂、可能对储层造成一定损害等。因此,在实际应用中,需要综合考虑各种因素,权衡利弊,选择最合适的增压开采方案。

2 天然气增压开采技术的关键技术

2.1 增压设备选择与优化

(1) 压缩机选择与配置。压缩机是天然气增压开采技术中的心脏设备,其性能直接影响到增压开采的效果,在选择压缩机时,第一,要考虑气田的产能需求,即压缩机需要提供足够的压力增量以满足天然气的开采要求。第二,压缩机的流量也要与气田的产气量相匹配,既要避免压缩机过载运行,也要确保有足够的增压能力,同时,压缩机的效率也是一个重要的考量因素,高效率的压缩机意味着在相同的能源输入下,能够产生更多的有用功,从而提高增压开采的经济效益。第三,压缩机的可靠性也非常重要,因为一旦压缩机出现故

障,将直接影响到天然气开采的连续性和稳定性,压缩机的配置同样不容忽视。一要根据气田的实际需求和产能规模,合理配置压缩机的数量和分布,过多或过少的压缩机都可能导致资源浪费或产能不足。二压缩机的布置方式也要考虑到地形、气井分布和管道布局等因素,以确保增压气体的均匀分布和高效输送^[2]。(2)注水/注气系统设计与优化。注水/注气是天然气增压开采中常用的技术手段,其目的在于通过向储层注入流体来增加储层的压力,从而提高天然气的开采效率,注水/注气系统的设计与优化是实现这一目标的关键。在设计注水/注气系统时,第一,要对储层的物性进行深入研究,包括储层的厚度、孔隙度、渗透率等参数,以确定注入流体的最佳类型和注入方式。第二,还要考虑注入流体的性质,如粘度、密度、化学稳定性等,以确保注入流体能够与储层中的天然气良好混合并顺利运移。第三,注入速率的控制也是注水/注气系统设计的关键一环,注入速率过快可能导致储层压力迅速上升,从而增加储层破裂的风险;而注入速率过慢则可能影响增压效果,降低天然气的开采效率,因此,需要根据储层的具体条件和开采需求,精确控制注入速率,以实现最佳的增压效果。第四,注水/注气过程的实时监控和调整也是至关重要的,通过实时监测储层的压力变化、注入流体的流量和成分等数据,可以及时发现问题并采取相应的调整措施,确保注水/注气系统的稳定运行和增压效果的最大化。

2.2 监测与控制技术

(1)压力、流量等参数实时监测。在天然气增压开采的过程中,实时监测储层的压力、流量等关键参数至关重要,这些参数不仅直接反映了储层的动态状态和天然气的开采效果,还是评估增产措施效果和调整开采策略的重要依据,通过安装高精度的压力计、流量计等监测设备,可以实现对储层参数的实时、连续监测,确保数据的准确性和可靠性。实时监测技术的应用,使得技术团队能够及时发现储层压力异常、流量波动等问题,从而快速采取应对措施,例如,当发现储层压力下降或流量减少时,可以及时调整压缩机的运行参数或注水/注气方案,确保储层的稳定增压和天然气的持续高产。此外,实时监测技术还能够为预测储层未来的动态变化提供数据支持,通过对历史数据的分析和挖掘,可以建立储层动态变化的数学模型,预测未来的压力变化、流量趋势等,这有助于技术团队提前制定和调整开采策略,以应对储层的复杂变化,确保天然气的持续高产。(2)智能化控制系统研发与应用。随着科技的发展,智能化控制系统在天然气增压开采中的应用逐渐普及,这些系

统通过集成人工智能、大数据等先进技术,实现对增压开采过程的自动化、智能化控制和管理,智能化控制系统能够自动监测和分析储层的动态参数,如压力、流量等,根据预设的优化算法,自动调整压缩机的运行参数、优化注水/注气方案等,这不仅可以提高开采效率、降低能耗,还能够减少人为干预的误差,提高操作的精确性和稳定性,同时,智能化控制系统还能够实现对设备的远程监控和维护,技术团队可以通过网络平台实时查看设备的运行状态、性能数据等,及时发现并处理设备故障或异常情况。这不仅可以提高设备的可靠性和使用寿命,还能够降低维护成本和提高生产效率^[3]。

2.3 增产机理研究与技术优化

(1)岩石力学特性与增产机理。天然气储层的岩石力学特性是决定开采效果和增产潜力的重要因素,深入研究这些特性有助于我们更好地理解天然气的赋存状态、运移规律和增产机理,储层的岩石类型、孔隙结构、应力状态等因素直接影响天然气的流动性和可采性,例如,孔隙度和渗透率高的储层更容易让天然气流动,而岩石的应力状态则决定了储层的稳定性和增产措施的有效性。基于这些岩石力学特性,我们可以选择更合适的增压开采技术,例如,对于孔隙度和渗透率较低的储层,我们可能需要采用更强的增压措施,如高压注水或注气,以提高储层的压力并驱动天然气流动。此外,通过深入研究岩石力学特性,我们还可以更准确地预测开采过程中的应力变化和储层响应,从而更有效地避免储层损害和提高开采效率^[4]。(2)增产措施优化与效果评估。随着开采的进行,储层的物性和条件会发生变化,这就要求我们不断地优化增产措施以适应这些变化,为了实现这一目标,我们需要建立一个科学、系统的增产措施优化和效果评估体系。第一,通过对不同增产措施的效果和经济效益进行全面评估,我们可以确定当前条件下最为有效的增产方案,这可能涉及到注水、注气、压裂等多种措施的组合和优化。第二,我们需要建立一个长期的监测体系来跟踪评估增产措施的实施效果,这包括对储层压力、流量、产量等关键参数的实时监测和分析,以及对增产措施实施后储层物性和应力状态的变化进行深入研究,通过这些监测和评估,我们可以及时发现增产措施的效果和问题,并据此调整和优化增产方案,这不仅确保了增产措施的有效性和持续性,还可以为后续的开采决策提供重要的参考和依据,深入研究岩石力学特性、优化增产措施并建立长期的监测和评估体系是实现天然气高效、安全、可持续开采的关键。随着科技的不断进步和创新,我们相信这些研究

和实践将不断取得新的突破和成果。

3 天然气增压开采技术的发展趋势与挑战

3.1 技术发展趋势

(1) 智能化、自动化增压开采技术。随着科技的快速发展,智能化和自动化成为了各行业的共识,天然气开采业也不例外,智能化和自动化的增压开采技术不仅可以提高开采效率,降低人为操作的错误率,还能确保开采过程的安全性和稳定性,智能化的增压开采技术基于大数据、云计算和人工智能等先进技术,能够实现对储层状态的实时监测、预测和优化调整,自动化的增压开采技术则通过先进的控制系统和自动化设备,实现开采过程的自动化管理,减少对人力资源的依赖。(2) 绿色环保、节能减排增压开采技术。在全球环境问题日益严重的背景下,绿色环保、节能减排成为了各行各业追求的目标,天然气作为一种清洁能源,其开采过程也需要符合环保和减排的要求,通过研发和应用环保型的增压开采技术,可以减少开采过程中的能耗和排放,降低对环境的影响,例如,采用高效节能的压缩机、优化注水/注气方案等,都是实现绿色环保、节能减排的重要途径^[5]。

3.2 行业挑战与对策

(1) 市场需求与产能规模的平衡。随着天然气需求的不断增长,市场需求与产能规模的平衡成为了一个重要的挑战。一方面,需要不断增加产能以满足市场需求;另一方面,也要考虑到产能过度扩张可能带来的资源浪费和环境污染问题,因此,需要根据市场需求和产能规模的实际情况,制定合理的开采计划,确保供需平衡和可持续发展。(2) 安全生产与环境保护的要求。安全生产和环境保护是天然气开采行业的两大基本要求,随着社会对安全生产和环保要求的不断提高,行业需要进一步加强安全生产管理,完善环保措施,确保开采过

程的安全性和环保性,例如,加强对储层状态的监测和预测,及时发现和处理安全隐患;采用环保型的开采技术和设备,减少对环境的影响等。(3) 技术创新与人才培养的需求。技术创新是推动天然气增压开采技术发展的核心驱动力,随着技术的不断进步和创新,行业需要不断引进和研发新技术、新设备,提高开采效率和环保性。同时,人才培养也是行业发展的重要保障。需要加强对技术人员的培训和教育,提高他们的专业技能和素质,为行业的发展提供坚实的人才支撑。

结束语

天然气增压开采技术作为提高天然气产量的重要手段,在能源领域具有广泛的应用前景。通过深入研究关键技术,不断优化设备选择与监测控制,我们可以进一步提升开采效率,实现安全、环保和高效的天然气开采。同时,我们也应看到天然气增压开采技术面临的挑战,如市场需求与产能规模的平衡、环保要求的提高等。因此,我们需要继续加强技术创新和人才培养,推动天然气增压开采技术的持续发展,为全球能源供应和环境保护作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 张伟,李明.天然气增压开采技术研究及应用进展[J].天然气工业,2022,42(1):107-112.
- [2] 王志刚,陈晓辉.天然气开采增压技术的优化与应用[J].石油与天然气化工,2021,50(5):45-49.
- [3] 刘晓阳,孙亮.基于大数据的天然气增压开采监测与控制技术研究[J].计算机与应用化学,2023,34(2):231-236.
- [4] 郭建强,王子铭.天然气田增压开采技术研究与实践[J].石油机械,2022,54(2):41-45.
- [5] 韩峰,陈晓红.天然气增压开采中的环境保护与可持续发展[J].环境保护与循环经济,2021,41(10):70-73.