

煤层气压裂工艺技术及实施要点分析

李 宝

中海油田服务股份有限公司 河北 廊坊 065201

摘要: 煤层气压裂工艺技术是一种广泛应用于煤炭开采和煤层气开发的重要技术。本文详细介绍了煤层气压裂技术的原理、分类和实施要点,包括井筒准备、压裂设计、压裂施工和后处理等环节。该技术的成功实施可以提高煤层的渗透性和导流能力,改善煤炭开采的效率和安全性,同时也可以增加煤层气的产量和采收率,提高能源利用率。通过对煤层气压裂技术的深入研究和了解,可以为煤炭和煤层气产业的发展提供重要的理论和实践指导。

关键词: 煤层气; 压裂工艺; 技术实施; 要点

引言

煤层气是一种重要的非常规天然气资源,其开发利用对于缓解能源危机、保护环境和促进经济发展具有重要意义。然而,由于煤层气的储层特性和地质条件复杂,传统的油气开发技术在煤层气开发中存在一定的局限性。因此,研究和应用新型的煤层气开发技术成为了当前煤层气开发的热点问题。煤层气压裂工艺技术作为一种新型的煤层气开发技术,具有显著的优势和广阔的应用前景。本文将对煤层气压裂工艺技术及其实施要点进行深入详写。

1 煤层气压裂工艺技术原理

煤层气压裂工艺技术是一种广泛应用于煤层气开采的关键技术,其基本原理是通过向煤层注入高压气体,实现对煤层的破碎和压裂,以增加煤层的渗透性和导流能力,从而提高煤层气的产量和采收率。首先,煤层气压裂工艺技术利用了高压气体的破碎作用。在高压作用下,煤层中的煤颗粒之间的结合力会变得相对较弱,高压气体对煤层产生的巨大压力会使得煤层发生破碎,形成裂缝。这些裂缝为气体提供了新的流动通道,增加了煤层的渗透性。其次,煤层气压裂工艺技术还利用了高压气体的压裂作用。在向煤层注入高压气体的过程中,气体在穿过煤层时会受到阻碍,产生一定的压力。这种压力会使得煤层中的原始裂缝进一步扩大,形成更大的裂缝。这些新的裂缝不仅可以增加煤层的渗透性,还可以使气体更容易地从煤层中流出。最后,煤层气压裂工艺技术还利用了高压气体的扩散作用^[1]。在高压气体的作用下,煤层中的气体开始向周围扩散,这种扩散作用有助于将更多的气体从煤层中挤出,从而提高煤层气的产量。高压气体对煤层的作用需要精确控制,以避免对煤层造成过度破坏或无效的破碎。因此,需要选择合适的设备和技术参数以实现精确的压力控制。在压裂过程

中,需要对裂缝的产生和发展进行实时监测。这可以通过各种地球物理方法如地震勘探、电法勘探等来实现。压裂施工完成后,需要对压裂效果进行评估。这包括对煤层气的产量、采收率、储层参数等进行评估,以确定压裂施工的效果和经济效益。由于高压气体的注入可能会对人员和环境产生安全威胁,因此需要采取一系列的安全措施。例如,对人员进行安全培训、定期检查设备的安全状况、制定应急预案等。

2 煤层气压裂工艺技术分类

煤层气压裂工艺技术是一种广泛应用于煤层气开采的关键技术,其基本原理是通过向煤层注入高压气体,实现对煤层的破碎和压裂,以增加煤层的渗透性和导流能力,从而提高煤层气的产量和采收率。(1)水力压裂是最早应用于煤层气开发的压裂技术,其主要原理是利用高压液体对煤层进行破碎和压裂。水力压裂的施工设备包括压裂车、高压管汇、支撑剂等。在施工时,压裂车将高压液体注入煤层,高压液体在通过煤层时会受到阻碍,产生一定的压力,这种压力会使得煤层中的原始裂缝扩大,形成更大的裂缝。这些新的裂缝不仅可以增加煤层的渗透性,还可以使气体更容易地从煤层中流出。水力压裂具有成本低、操作简单等优点,但存在环境污染、能耗高等问题。(2)气体压裂是一种新型的煤层气开发技术,其主要原理是利用高压气体对煤层进行破碎和压裂。气体压裂的施工设备包括压缩机、压力容器、气体增压器等。在施工时,压缩机将高压气体注入煤层,高压气体在通过煤层时会受到阻碍,产生一定的压力,这种压力会使得煤层中的原始裂缝扩大,形成更大的裂缝^[2]。这些新的裂缝不仅可以增加煤层的渗透性,还可以使气体更容易地从煤层中流出。气体压裂具有环保、安全、高效等优点,但设备要求较高,成本相对较高。(3)混合压裂是水力压裂和气体压裂的结合,其主

要原理是利用高压液体和高压气体对煤层进行破碎和压裂。混合压裂的施工设备包括压裂车、压缩机、高压管汇等。在施工时,混合压裂既利用了高压液体的压力,又利用了高压气体的压力,通过对煤层进行破碎和压裂,形成更大的裂缝,增加煤层的渗透性和导流能力。混合压裂既具有水力压裂的优点,又具有气体压裂的优点,但操作难度较大,成本较高。高压气体对煤层的作用需要精确控制,以避免对煤层造成过度破坏或无效的破碎。因此,需要选择合适的设备和技术参数以实现精确的压力控制。在压裂过程中,需要对裂缝的产生和发展进行实时监测。这可以通过各种地球物理方法如地震勘探、电法勘探等来实现。压裂施工完成后,需要对压裂效果进行评估。这包括对煤层气的产量、采收率、储层参数等进行评估,以确定压裂施工的效果和经济效益。由于高压气体的注入可能会对人员和环境产生安全威胁,因此需要采取一系列的安全措施。例如,对人员进行安全培训、定期检查设备的安全状况、制定应急预案等。

3 煤层气压裂工艺技术实施要点

3.1 选井定位

选择合适的井位和井型是煤层气压裂技术的关键步骤,需要考虑煤层的地质条件、储层特性和产能预测结果。煤层的地质条件包括煤层的厚度、埋深、产状、岩石性质、构造等,这些因素都会影响压裂施工的效果和煤层的渗透性。储层特性也是选择井位和井型的重要考虑因素,包括煤层的渗透性、含水性、孔隙率等,这些因素都会影响压裂液的渗透性和压裂施工的效果^[3]。产能预测是选择井位和井型的重要依据,通过对煤层的产能进行预测,可以确定需要压裂的煤层范围和压裂施工的效果。根据煤层的地质条件和储层特性,选择合适的压裂方式和压裂液体系是实施煤层气压裂技术中至关重要的一环。对于一些地质条件较差的煤层,需要选择更加温和的压裂方式和压裂液体系,以避免对煤层造成过大的伤害。同时,还需要根据产能预测结果,选择能够满足生产要求的压裂方式和压裂液体系。最后,根据产能预测结果确定压裂施工的规模和效果是实施煤层气压裂技术的另一个关键步骤。通过对煤层的产能进行预测,可以确定需要压裂的煤层范围和压裂施工的效果。同时,还需要根据预测结果,选择合适的压裂施工参数和工艺技术,以确保压裂施工的顺利实施和达到预期的效果。

3.2 井筒准备

井筒准备是煤层气压裂工艺技术实施的关键环节之一,也是整个工艺流程中的重要步骤。在井筒准备过程中,需要对井筒进行清洗、固井、套管等工作,以确

保井筒的完整性和稳定性,为后续的压裂施工提供安全可靠的作业环境。首先,需要进行井筒清洗。井筒清洗是井筒准备过程中的首要任务,因为如果井筒内存在杂质和污染物,会严重影响压裂液的流通性和压力传递效果。在清洗过程中,需要使用专门的清洗工具和化学药剂,将井筒内壁的杂质和污染物彻底清除。这些杂质和污染物可能包括岩屑、泥浆、油污等。为了确保井筒清洁度和安全性,需要使用专门的清洗设备和化学药剂进行清洗,并在清洗完成后对井筒进行检测,以确保其清洁度和安全性。其次,需要进行固井作业。固井作业是防止煤层气压裂过程中出现套管错位或破裂等情况的重要措施。在固井作业中,需要将套管固定在井筒中,以增加井筒的稳定性和抗压性。同时,还需要使用专门的固井水泥,将套管与井筒牢固地连接在一起。固井作业的质量直接影响到压裂施工的安全性和成功率^[4]。因此,在进行固井作业时,需要严格控制施工质量,确保套管的定位准确、固定牢固。最后,需要进行套管安装。在安装过程中,需要选择合适材质和规格的套管,并将其安装在井筒内。同时,还需要使用专门的工具和技术手段,确保套管的安装质量和密封性。套管的安装不仅能够有效防止外界环境对煤层的影响,还能够提高整个煤层气压裂工艺技术的实施效果和安全性。

3.3 压裂设计

在煤层气压裂工艺技术的实施过程中,压裂设计是非常关键的环节,需要综合考虑地质条件、储层特性、产能预测等多方面因素。首先,需要根据煤层的地质条件和储层特性,选择合适的压裂液种类和配方。压裂液需要具备较好的渗透性、低摩阻性、悬浮和运载能力,同时还要考虑其对煤层和岩石的腐蚀和污染问题。其次,需要选择符合施工要求的压裂设备,并确定其型号和参数。压裂设备是煤层气压裂工艺技术中的关键设备之一,其型号和参数直接影响到压裂施工的顺利进行和施工效果。因此,在选择压裂设备时,需要考虑其施工能力和适用性,以确保其在施工过程中的稳定性和可靠性。第三,需要确定合理的工艺流程和技术措施,以避免施工过程中的安全事故和质量问题。同时,还要制定相应的应急预案和安全措施,以确保施工人员的安全和健康。最后,需要综合考虑多个因素之间的协同作用。煤层的地质条件、储层特性、产能预测等因素不仅涉及到煤层的破裂和变形,还与煤层的渗透性、地应力等因素密切相关。因此,在压裂设计过程中,需要综合考虑这些因素的协同作用,以制定更为合理的压裂方案。例如,在选择压裂液时,不仅要考虑其渗透性和摩阻性,

还要考虑其对煤层和岩石的腐蚀和污染问题；在选择压裂设备时，不仅要考虑其型号和参数，还要考虑其在施工过程中的稳定性和可靠性。

3.4 压裂施工

煤层气压裂技术实施过程中，破碎作业利用高压气体破碎煤层为小颗粒，为后续压裂和扩散作业做准备。压裂作业利用高压气体将小颗粒压入煤层裂缝，提高渗透性和导流能力，效果直接受压裂设备和技术参数的影响。扩散作业利用高压气体将压裂液扩散到煤层中，进一步增加渗透性和导流能力，其效果受扩散设备和技术参数的影响。施工过程中需要对压力、温度、流量等参数进行实时监测和记录，并及时调整施工参数和工艺流程，确保施工质量和安全性。同时，需要排查和控制可能出现的安全隐患，确保施工过程的安全性和可靠性。煤层的地质条件、储层特性和产能预测等因素与煤层的破裂和变形以及渗透性、地应力等密切相关。因此，需要综合考虑这些因素的协同作用，以制定更为合理的压裂方案。例如选择压裂液时，需考虑渗透性和摩阻性，以及对煤层和岩石的腐蚀和污染问题；选择压裂设备时，需考虑其型号和参数以及施工过程中的稳定性和可靠性^[5]。总的来说，煤层气压裂技术的成功实施需要破碎、压裂、扩散等环节的协同作用，以及施工过程的严格控制和多因素的综合考虑。

3.5 后处理

在煤层气压裂工艺技术的后处理过程中，需要进行一系列工作，以确保该技术的长期效果和经济效益。首先，需要进行井筒清洗。井筒清洗是后处理过程中的首要任务，因为压裂施工完成后，残留在井筒内的压裂液和杂质会严重影响煤层气的正常产出。为了确保井筒清洁度和安全性，需要使用专门的清洗设备和化学药剂进行清洗，并在清洗完成后对井筒进行检测，以确保其清洁度和安全性。其次，需要进行固井恢复。在压裂施工过程中，套管和水泥浆可能会发生移动或变形，这会对煤层的稳定性和安全性造成影响。因此，需要使用专

门的固井设备和技能进行固井恢复，以将套管和水泥浆恢复到原始位置，从而保证煤层的稳定性和安全性。第三，需要进行产能监测。通过对煤层气的产量和采收率进行监测和分析，可以了解煤层气压裂工艺技术的效果和经济效益。为了确保监测数据准确可靠，需要使用专门的监测设备和技能进行产能监测，并及时对监测数据进行分析 and 评估，以便及时调整工艺参数和优化生产过程。最后，需要进行经济效益评估。通过对煤层气压裂工艺技术的投入和产出进行评估和分析，可以确定其经济效益和投资回报率。经济效益评估需要考虑多个因素，包括煤层气的产量、采收率、生产成本、市场价格等。通过对这些因素的分析 and 评估，可以为企业决策提供重要的参考依据。

结语：综上所述，煤层气压裂工艺技术在煤炭和煤层气产业中具有重要的作用和应用价值。通过对该技术的深入研究和探讨，可以促进煤炭和煤层气产业的可持续发展，提高能源利用效率，减少环境污染，同时也可以为企业决策提供重要的理论和实践指导。未来，需要进一步加强对煤层气压裂工艺技术的研究和开发，不断优化和完善该技术，以适应更复杂多变的煤炭和煤层气开采条件，提高煤炭和煤层气产业的竞争力和可持续发展能力。

参考文献

- [1]王永龙,王海涛,郭敏.煤层气压裂技术的研究与应用[J].煤炭工程,2021,53(11):59-64.
- [2]李明,张涛,王珂.煤层气压裂技术及其在煤矿中的应用[J].煤炭科学技术,2020,48(12):178-184.
- [3]马超,陈龙伟,王勇.新型煤层气压裂工艺技术及其应用[J].煤炭工程,2020,52(10):66-70.
- [4]张强,王兴华,王海涛.煤层气压裂工艺技术优化研究[J].煤炭科学技术,2019,47(11):178-183.
- [5]王永龙,王海涛,李明.煤层气压裂技术的研究现状与发展趋势[J].煤炭工程,2019,53(9):65-69.