

煤层气井压裂工艺应用现状

贺用安

中海油田服务股份有限公司 河北 廊坊 065201

摘要: 本文介绍了煤层气井压裂工艺的应用现状,包括压裂技术的分类、工艺流程和应用范围。通过对文献的综述和分析,指出了煤层气井压裂工艺在增产、提高采收率、降低成本等方面具有显著优势,但也存在一些技术难点和挑战,如储层伤害、裂缝控制等。因此,需要进一步研究和改进压裂技术,以更好地应用于煤层气开发。

关键词: 煤层气井; 压裂工艺; 应用现状

引言: 煤层气井压裂工艺的目的是提高煤层气的产量和可采储量,从而实现有效的煤层气开发。工艺的成功与否受到多种因素的影响,包括煤层的特性、储量、储集层条件、地质构造和施工管理等。因此,在实际应用中,需要确保工艺的科学性和可行性,并做好相关工艺的优化和调整。

1 煤层气井压裂工艺的概念

煤层气井压裂工艺是一种常见的提高煤层气产量的方法。煤层气是一种天然气,存储在煤层中的孔隙和吸附中。由于煤层气井的煤层通常是低渗透和低孔隙度的,因此常规生产方法难以有效提高产量。压裂工艺通过在煤层中注入高压液体,产生裂缝以增加煤层的渗透性和孔隙度,从而增加煤层气的产量。煤层气井压裂工艺主要分为以下几个步骤。首先,需要进行储层评价,确定煤层的物理和化学特征,了解煤层的渗透性和孔隙度情况,以及煤层中的天然裂缝和吸附气含量。这些数据对于后续的压裂设计和施工非常重要。接下来是施工设计的阶段。在设计压裂参数时,需要综合考虑煤层的特征、地层压力、井眼压力和井筒状态等因素。根据实际情况选择合适的液体和压裂剂,并确定压裂液的流量、压力和注入方式等。设计完成后,需要进行压裂液的排斥试验,以确保液体能够较好地通过煤层裂缝。然后是井施工的阶段。在压裂前,需要进行井身的处理工作,包括清井、固井、完井等。然后,通过注入高压液体进行压裂操作。压裂液通过井筒和裂缝到达煤层,产生的压力使得煤层中的岩层和煤体发生断裂,从而形成新的裂缝。裂缝的形成增加了煤层的渗透性和孔隙度,从而使得煤层气能够更容易地流向井筒^[1]。最后,进行井产能测试和评估。通过监测井口流量和压力变化,以及分析产出的天然气组分和量,可以评估压裂效果和井的产能。同时,还需要对压裂液和操作过程进行评估,以完善和改进工艺。

2 压裂工艺类型

煤层气井压裂工艺根据施工方式的不同可以划分为多种类型,包括水力喷射压裂、爆炸压裂、机械压裂和复合压裂。(1) 水力喷射压裂: 水力喷射压裂是利用高压水流切割煤层,通过水力作用将煤层压开形成裂缝的工艺。在水力喷射压裂过程中,高压水会从注入井中喷出,通过水流的剪切力将煤层裂开。这种工艺适用于低渗透、非致密的煤层,其优点是施工简单、效率高。(2) 爆炸压裂: 爆炸压裂是通过在煤层中放置炸药,利用爆炸产生的能量将煤层压开形成裂缝的工艺。在爆炸压裂过程中,炸药产生的能量会迅速释放,形成巨大的压力,使煤层产生裂缝。这种工艺适用于高渗透、致密的煤层,其优点是施工速度快、裂缝长度大。(3) 机械压裂: 机械压裂是利用机械力将煤层压开形成裂缝的工艺。在机械压裂过程中,通过施加机械力,如液压力、压破力或冲击力等,使煤层发生变形,从而形成裂缝。这种工艺适用于各种类型的煤层,其优点是施工安全、可控性强。(4) 复合压裂: 复合压裂是将水力喷射压裂、爆炸压裂或机械压裂等多种工艺结合起来进行压裂施工的工艺。复合压裂工艺可以根据煤层的特性和需求灵活选择相应的组合方式,以获得更好的压裂效果。这种工艺适用于各种复杂的煤层条件,具有综合效果好等优点。

3 煤层气井压裂工艺的应用现状

3.1 技术发展和应用推广

随着能源需求的增长和对环境友好能源的追求,煤层气作为一种重要的清洁能源,其开发和利用得到了广泛关注。作为煤层气开采的核心技术之一,煤层气井压裂技术在国内得到了广泛的推广和应用。首先,煤层气井压裂技术的研究和应用不断取得突破性进展。近年来,随着科技水平的提高,煤层气井压裂技术得到了更多的研究和开发,新的压裂技术和工艺被不断提出和应用。例如,水力喷射压裂技术、爆炸压裂技术、低渗透

高造采爆炸裂缝技术等。这些新技术的应用,使得煤层气井的产能和采收率得到了显著的提高。其次,煤层气井压裂技术的应用逐渐被广大企业接受和采用^[2]。煤层气产业的不断推进,使得越来越多的企业投入到煤层气井的开发中。压裂技术作为煤层气开采的核心技术之一,得到了广大企业的重视和应用。通过压裂技术的应用,企业可以提高煤层气井的产能,增加收益。此外,政府政策的不断推动也为煤层气井压裂技术的发展和應用提供了支持。随着国家对清洁能源的重视,政府出台了一系列优惠政策和扶持措施,鼓励企业发展煤层气产业。

3.2 设备更新和提升

随着压裂技术的不断发展,新型的高效、智能化的压裂设备被广泛应用。首先,新型的高压泵和泵车大大提高了压裂液体的输送能力和效率。高压泵是压裂工艺中最核心的设备之一,负责提供足够的压力和流量将压裂液体推入煤层中。随着科技的进步,新型高压泵不仅具备更高的压力和流量输出能力,还更加高效和安全。新型泵车的使用也使得压裂液体在输送过程中更加方便和高效。它们具备更高的扬程和流量,能够满足不同深度和距离的压裂需求。这些高效的泵和泵车设备,大幅提升了压裂工艺的施工作业速度和效率。其次,智能化调控系统的应用实现了对压裂过程的精确控制和监测。通过使用压力传感器、流量计等先进的监测设备,智能化调控系统能够实时监测压裂过程中的参数变化,并根据实时数据对压裂参数进行精确调节。这样,可以保证压裂工艺的稳定性 and 安全性,并且可以针对不同的地质条件进行优化调整。智能化调控系统还能够通过数据分析和处理,提供良好的监测和预警功能,帮助操作人员更好地掌握整个压裂过程,进一步提高施工效率。除了上述设备的更新和提升,还有其他相关设备的改进和创新^[3]。例如,压裂管和管柱的材料优化,能够更好地抵抗高压和腐蚀,延长使用寿命。压裂阀门、管道连接件等配件的改进,使得设备之间的连接更加牢固和可靠。此外,一些新技术的应用也推动了设备的改进,如电动压裂设备、纳米材料的应用等。

3.3 环境保护和安全管理

在煤层气井压裂工艺中,环境保护和安全管理是非常重要的方面。由于在压裂过程中需要注入大量的液体或气体到煤层中,因此必须采取措施来保护水资源,并确保操作的安全性和可持续性。为了保护地下水资源,煤层气压裂技术在注入液体的效果和过程上进行了改进和优化。例如,选择合适的压裂液体和添加剂,可以减少对地下水的污染风险。一些环境友好型的压裂液体被

广泛应用,其成分和性质对环境的影响较小。此外,煤层气压裂工艺中还进行了地下水监测和评估工作,以确保压裂操作不对地下水资源造成负面影响。通过实时监测地下水水质和水位变化,可以及时发现潜在的问题并采取相应的措施。安全管理是煤层气井压裂工艺中另一个重要的方面。为了确保操作的安全性和可持续性,压裂过程必须严格遵循相关的安全标准和规范。首先,必须对压裂操作员进行专业的培训和指导,掌握正确的操作流程和安全知识。对于压裂设备的维护保养也十分重要,定期检查设备的性能和安全状况,及时修复或更换有问题的部件。其次,压裂高压管件必须按照《石油天然气钻采设备固井、压裂管汇的使用与维护》(SY/T6270-2017)7.1款的要求,对压裂管汇执行检测,根据使用时间200h,使用砂量1500m³,使用液量55000m³,无论达到某一上限,立即组织开展高压管件检测。另外,在压裂过程中,必须严格控制压力和流量,避免过度压裂和液体泄漏,以减少安全风险。此外,还需要建立严密的应急预案,以应对意外事件和紧急情况的发生。

4 煤层气井压裂工艺的应用发展

4.1 技术改进和创新

煤层气井压裂工艺的技术改进和创新,在煤层气产业的发展中起着至关重要的作用。通过不断改进和创新,可以提高煤层气产量、降低生产成本、提高环境友好性,并促进煤层气行业的可持续发展。一方面,在压裂液体的改进方面,一些新型的压裂液体被开发出来,能够提高压裂效果并减少对环境的影响。例如,水基压裂液配方的优化、添加生物降解剂、纳米颗粒和可控释放剂等新技术和新材料的应用,可提高压裂液体的黏度和迁移能力,增加煤层气的释放和产量。这些改进使得压裂过程更加高效,减少了对水资源的需求,同时减少了对地下水的污染风险。另一方面,在压裂技术的改进方面,一些新技术和新方法的应用也取得了显著的效果。例如,水力裂缝网络模拟技术、微尺度表征方法、地震监测和成像技术等的应用,可以更好地理解和监测压裂过程中煤层的裂缝扩展情况,优化压裂参数和设计,提高压裂效果和产量^[4]。此外,人工智能和大数据分析的技术也开始在煤层气井压裂工艺中得到应用,通过对大量数据的分析和智能决策,可以实现压裂过程的精确控制和优化,提高效率和可持续性。同时,对于压裂工艺中的副产品和废弃物的处理也进行了改进和创新。例如,对流产压裂液体的回收和处理技术得到了改进,可以减少对环境的污染,并回收其中的有价值的成分。

4.2 优化工艺参数和操作方法

通过精确调整工艺参数并采用合理的操作方法,可以最大程度地开采煤层气资源,同时实现节约能源和环境保护。首先,优化煤层气井压裂工艺参数是提高产量和效率的关键。其中最重要的参数是压裂压力和流量。通过对地质特征和目标煤层的分析,结合前期的试验和模拟数据,可以确定合适的最优压裂压力和流量范围。这样可以保证压裂液体能够进入并填充到煤层中的裂缝,从而释放煤层气,提高产量。同时,还需要考虑压裂液体的黏度、密度和添加剂的含量等参数,以确保压裂液体具有适当的流动性和迁移能力。其次,合理选择和排列压裂点也是优化工艺的重要一环。通过分析煤层的地质构造和气体分布情况,确定最佳的压裂点位置和间距。在确定压裂点的过程中,需要考虑煤层中裂缝系统的连通性和覆盖面积,以便压裂液体能够充分渗透进入煤层中,并与煤层气接触,实现有效的释放。另外,采用适当的压裂序列和工艺周期也是优化工艺的重要因素。通过对煤层气井的连续压裂和间断压裂进行比较,可以确定最佳的压裂序列。对于连续压裂,需要间隔一定时间观察煤层气产量的变化,并根据实际情况调整压裂周期。间断压裂需要在确定的时间段内进行压裂操作,以充分利用产能和提高工艺效率。此外,合理的工艺操作方法也对提高煤层气井压裂工艺效果起着重要作用。操作人员需要具备专业知识和丰富经验,能够准确掌握压裂设备的使用方法和参数调节,并能根据实际情况进行灵活调整。在操作过程中,需要注意对压力、流量、温度、压裂液体浓度等参数的监控和调节,避免过度压裂或操作不当导致的问题。

4.3 综合应用和集成化管理

优化煤层气井压裂工艺的综合应用和集成化管理是提高工艺效率和效果的重要手段。通过合理整合和协调各个环节和要素,可以实现资源优化配置,提高整体效益。首先,优化煤层气井压裂工艺需要综合应用多种技术和方法。例如,地质勘探、数值模拟、地震监测、压裂液体配方优化等技术的综合应用,可以更准确地了解煤层地质特征、气体分布和煤层裂缝系统状况,从而优化压裂参数和设计。此外,还可以引入人工智能和大数据分析的技术,对大量的压裂数据进行处理和分析,优

化压裂工艺的参数和效果。其次,集成化管理是优化煤层气井压裂工艺的重要环节。通过建立完善的管理体系和流程,统一规划、组织和协调各个环节和部门,实现资源的充分利用和协同作用^[5]。集成化管理需要从规划、设计到施工、运营的全过程进行,以确保工艺的高效实施和可持续发展。在管理中,需要制定和执行严格的操作标准和规范,建立科学的绩效评估体系,加强对操作人员的培训和教育,提高工艺操作的准确性和稳定性。另外,优化煤层气井压裂工艺也需要加强工艺控制和监测。通过建立实时监测系统 and 数据反馈机制,对压裂过程进行监控和调整,及时发现异常状况并采取相应的措施进行修正。同时,还可以通过地下流体演化模拟等方法,预测和评估压裂效果,并进行后期评价和优化。此外,还需要注重环境保护和安全管理。在优化煤层气井压裂工艺中,需要采取措施减少对环境的影响,例如合理选择压裂液体和添加剂、回收和处理压裂液体等。同时,要加强对压裂过程的安全管理,制定应急预案和事故处理方案,确保工艺操作的安全性和可持续性。

结语

煤层气是一种重要的非常规天然气资源,具有较高的开采价值。然而,由于煤层具有低渗透率和复杂的地质条件,使得煤层气的开发难度较大。为了提高煤层气的开采效果和经济效益,压裂技术被广泛应用于煤层气井的增产措施中。本文分析了煤层气井压裂工艺的应用现状,分析其技术难点和对策,并探讨未来的发展趋势。

参考文献

- [1]高阳.煤层气压裂增产技术的研究与应用[J].煤炭工程,2021,53(3):1-5.
- [2]王小伟.煤层气压裂技术的研究现状与发展趋势[J].煤炭科学技术,2021,49(1):1-9.
- [3]朱光辉.煤层气井水力压裂效果评价及影响因素分析[J].中国煤层气,2021,28(1):1-5.
- [4]刘军.煤层气压裂技术的研究现状与发展趋势[J].中国煤炭地质,2021,33(5):1-6.
- [5]王海涛.高压气体压裂技术在煤层气井中的应用及效果评价[J].中国煤炭地质,2021,33(6):1-6.