

油井管道清蜡与降回压装置的优化策略

杨 洋 廖炜诺 杨蕊祯 (长庆油田第二采油厂西峰采油三区, 甘肃 庆阳 745100)

摘要: 油井管道清蜡与降回压装置是解决油井管道结蜡问题和保障油井管道生产的重要技术手段。本文主要研究了油井管道清蜡与降回压装置的优化策略, 并通过对现有的装置进行分析, 提出了装置结构优化、工作原理改进以及材料选择与工艺提升等优化策略。经过应用与效益分析, 发现这些优化策略能够有效提升装置的清蜡与降压效果, 提高油井管道生产效益。旨在提高装置性能, 降低维护成本, 提升油井管道生产效率。

关键词: 油井管道清蜡; 降回压装置; 优化策略

油井管道结蜡是指在高温、高压条件下, 原油中的蜡成分逐渐凝固形成蜡沉积物, 影响油井管道的正常生产。蜡沉积物会附着在油井管道壁上, 导致油流通道不畅, 使得原油无法顺利运输和提取, 严重影响油井管道的产量和效益。为了解决这一问题, 人们开发了各种清蜡与降回压装置, 旨在通过物理或化学方法去除蜡沉积物并降低油井管道的回压, 保障油井管道的正常生产。然而, 现有的清蜡与降回压装置存在一些问题, 如清蜡效果不佳、能耗大、维护成本高等。

因此, 如何优化清蜡与降回压装置, 提高其效果和经济性就成为一个值得研究的课题。本文通过对油井管道结蜡的原理及影响进行了分析, 在此基础上对现有的清蜡与降回压装置进行了研究。通过对现有装置的工作原理进行剖析, 发现其存在一些不足之处, 如清蜡效果不佳、能耗大、维护成本高等。因此, 本文提出了一系列优化策略, 包括装置结构优化、工作原理改进以及材料选择与工艺提升等, 其能够有效提升装置的清蜡与降压效果, 提高油井管道生产效益。

1 油井管道结蜡原理及影响

1.1 油井管道结蜡的物理化学原理

油井管道在生产过程中, 随着地层流出的原油, 地层中的沉积物也会随之被带出, 这些沉积物在油井管道中不断积累, 形成蜡质物质。蜡质物质是一种高分子碳氢化合物, 其分子结构中包含大量的碳和氢元素^[1]。在温度和压力降低的情况下, 蜡质物质中的氢元素逐渐逸出, 分子结构逐渐变得稳定, 最终形成结晶状的蜡质沉积物。在油井管道中, 蜡质沉积物的形成过程受到多种因素的影响, 包括原油的性质、地层的温度和压力、开采过程中的流速和压力等。

此外, 油井管道中的化学物质和金属离子也会影响蜡质沉积物的形成和性质。当蜡质沉积物在油井管道中积累到一定程度时, 会对油井管道的生产产生负

面影响。一方面, 蜡质沉积物会降低油井管道的产油效率, 因为沉积物会堵塞油流通道, 导致流动阻力增大。另一方面, 蜡质沉积物也会影响油井管道的产能, 因为沉积物会逐渐溶解在原油中, 使原油的粘度增大, 流动性变差, 进一步影响油井管道的生产效率。

1.2 结蜡对油井管道生产的影响

结蜡对油井管道生产的影响是复杂而多方面的。首先, 沉积在井筒和油管内的蜡质会逐渐累积, 随着时间的推移, 它们会逐渐堵塞油流通道, 使得流动阻力骤增, 导致油井管道的产油效率显著降低。其不仅影响了油田的产能, 而且会增加油田开采的成本, 对经济效益产生显著的负面影响。此外, 沉积的蜡质还会改变原油的流变性, 当蜡质沉积物溶解在原油中, 会使原本粘度适中的原油变得粘稠, 流动性变差。这不仅增加了油井管道生产的难度, 还可能对油泵等关键设备造成严重磨损, 设备的频繁维修或更换无疑会增加开采成本, 降低经济效益。

更为严重的是, 结蜡问题可能导致油井管道的停产。一旦油井管道内沉积的蜡质过多, 严重阻碍了油流的流动, 油井管道就有可能被迫停产。不仅打乱了正常的生产计划, 还可能对油田的整体开发方案产生影响。为了恢复生产, 油田工人需要定期进行人工清蜡或借助专门的机械进行清蜡作业。这些额外的维护工作无疑增加了开采成本, 同时也影响了油田的稳定生产。所以, 结蜡对油井管道生产的危害不容忽视。为了确保油田的稳定、高效生产, 必须对结蜡问题给予足够的重视, 并采取有效的清防蜡措施来应对。只有这样, 才能确保油田的持续、高效开发, 为国家的能源安全和经济发展做出贡献。

2 现有清蜡与降回压装置分析

2.1 现有清蜡与降回压装置的工作原理

现有清蜡与降回压装置主要通过两个步骤来发挥

作用：首先，利用热能或化学反应清除管道内的蜡层；其次，通过特定的设备降低管道内的回压，确保油流畅通无阻。在清蜡过程中，核心步骤是提高管道内的温度，使其超过蜡的熔点。这样，蜡层会逐渐软化并从管道内壁脱落。为了实现这一步，装置配备了高效的加热设备，能够迅速提升管道内的温度。随着蜡层逐渐融化，还需要通过化学溶剂的介入来彻底清除蜡质。这些溶剂与蜡发生反应，破坏其分子结构，使其从管道中彻底清除。

随后，这些溶解的蜡质通过管道被排出至外部容器进行收集和处理。在降低回压方面，该装置也采取了一系列有效的措施。首先，通过增压泵将管道内的压力提高至高于外部的压力，这样管道内的液体就能更容易地流动。这一步利用了流体动力学原理，确保了油流的顺畅。接下来，装置还特别设计了合理的管道直径和配备减压阀。这些设备能够进一步调节管道内的流体速度和压力，从而显著降低回压。这样，不仅提高了油井管道的生产效率，还延长了设备的使用寿命，降低了因高回压而导致的各种潜在风险。

2.2 现有装置的优缺点

现有清蜡与降回压装置的结构设计合理，维护方便。一般来说，使用电加热设备进行加热，具有高效性和能源节约的特点。另外，注入化学溶剂的过程也相对简单，可以通过控制注入量和注入速度来控制清蜡的效果。现有装置利用加热和化学反应的方式清除蜡层，相比传统的机械清除方法，可以节省大量的人力和物力成本。同时，通过合理设置管道直径和减压阀来降低回压，可以减小管道的能耗和压力损失。

其缺点是设备成本高，现有清蜡与降回压装置需要一套完整的设备，包括加热设备、泵、化学注入系统等，设备的采购和维护成本较高。特别是注入化学溶剂的系统，需要严格控制化学溶剂的质量和稳定性，增加了设备的工艺要求和成本。而在清除蜡层和降低回压的过程中，可能会产生一些有害物质和废水。特别是化学溶剂的使用，若处理不当，可能对环境造成一定的污染风险。因此，在使用过程中，需要采取合适的措施来控制 and 处置产生的废物和废水，以保护环境。

3 清蜡与降回压装置的优化策略

3.1 装置结构优化

清蜡与降回压装置的优化策略之一是装置结构优化。通过改善装置的结构设计，可以提高清蜡和降回

压的效果，降低设备成本和环境污染风险。一方面，合理设置管道直径和布局，可以提高液体在管道中的流动速度，并减小回压^[2]。根据液体流动的特性和需求，选择合适的管道直径和管道材料，以减小液体流动时的摩擦阻力，并降低回压。而改进化学溶剂的注入系统，可以提高清蜡的效果，降低溶剂的使用量。优化注入系统的设计，控制注入量和注入速度，使化学溶剂与蜡层充分接触，加速反应速率，从而提高清蜡效果。

另一方面，改善加热设备，提高加热效率和能源利用率。例如，采用更高效电加热设备，加热速度更快，能耗更低，通过在管道内设置加热元件，增加表面积和接触面，提高传热效果和加热均匀性。同时，考虑装置的安全性，在设计中增加安全措施，降低事故的风险。如在装置中设置过压保护装置和温度监控装置，及时发现和处理异常情况，避免事故发生。而合理设置装置的通风和排放系统，控制化学溶剂的挥发和废物的排放，降低环境污染风险。

3.2 工作原理改进

清蜡与降回压装置的主要功能是清除油井管道内部的蜡和降低回压。传统装置的工作原理是利用加热和机械振动等方法，而其存在一些问题，如处理时间长、效果不稳定等。因此，需要对清蜡与降回压装置的工作原理进行改进。一方面，传统的加热方式是通过电热或燃气加热，这种方式不仅效率低下，而且容易造成能源浪费。其需要采用先进的红外线加热技术，而红外线加热具有加热速度快、节能环保等优点，能够显著提高清蜡效率。

此外，超声波技术具有穿透性强、能量集中等优点，可用于油井管道的清蜡和降回压。通过在装置中集成超声波发生器，利用超声波的振动和空化效应，可以有效清除油井管道内部的蜡和降低回压。另一方面，传统的机械振动装置存在易磨损、寿命短等问题。因此，需要采用高强度材料和先进的表面处理技术，以提高装置的耐磨性和耐腐蚀性，优化机械振动装置的结构设计，使其更加紧凑、稳定。工作原理的改进是提高清蜡与降回压装置性能的关键，通过引入先进的红外线加热技术和超声波技术，以及优化机械振动装置的设计和材料选择，可显著提高清蜡与降回压装置的性能，降低维护成本，并延长其使用寿命。

3.3 材料选择与工艺提升

传统的清蜡与降回压装置通常采用普通钢材制

造,其强度和耐腐蚀性有限。为了提高装置的耐用性和可靠性,可选择高强度合金钢或其他高强度材料。这些材料能够承受更高的压力和温度,显著提高装置的使用寿命。而装置中的一些关键部件,如加热元件、振动元件等,经常与蜡和井液接触,容易磨损。为了降低磨损,需要选择耐磨性更好的材料,如陶瓷、硬质合金等。这些材料具有出色的耐磨性能,能够显著提高装置的稳定性和可靠性。

同时,为了进一步提高装置的耐腐蚀性和耐磨性,其采用先进的表面处理技术,如喷涂、渗碳淬火等,在部件表面形成一层硬质保护层,提高表面的硬度、耐磨性和耐腐蚀性。而为了确保装置的准确性和可靠性,需采用精密加工技术来制造关键部件,精密加工技术能够确保部件的尺寸、形状和位置精度,从而提高装置的整体性能。此外,装置中的许多部件需要焊接而成,焊接质量直接影响装置的可靠性和安全性,可采用先进的焊接工艺,如激光焊接、电子束焊接等,以提高焊接质量和强度。所以,通过对清蜡与降回压装置的材料选择与工艺提升进行优化,可显著提高装置的性能、降低维护成本并延长使用寿命。选择高强度、耐磨的材料以及采用先进的表面处理技术和精密加工技术,能够确保装置的可靠性和稳定性,有助于降低石油工业的运行成本,提高油井管道的产量和经济效益。

4 清蜡与降回压装置应用与效益分析

清蜡与降回压装置在石油开采过程中扮演着重要的角色。随着油井管道的开采,地层中的蜡质会逐渐析出并附着在油管壁上,形成蜡层。不仅会降低油井管道的产能,还可能造成油井管道的回压升高,影响正常的生产和集输。目前,常用的清蜡与降回压装置主要包括加热清蜡装置、机械清蜡装置、化学清蜡装置和降回压装置等。其装置通过不同的原理和技术手段,实现对油井管道的清蜡和降回压目的。加热清蜡装置主要通过加热方式融化蜡质,从而清除蜡层。其原理是通过热载体或电热带等加热方式对油管壁进行加热,使蜡质融化后随油流排出。

机械清蜡装置则是通过机械力清除蜡层,如利用刮刀、磨球等工具对油管壁进行刮削和冲击,使蜡层脱落。化学清蜡装置则是通过向油管内加入化学药剂,使蜡质溶解或转化为其他物质,从而达到清蜡的目的。降回压装置则通过改变油流的方向或增加油流的流速等方式,降低油井管道的回压,提高油井管道的生产

效率。而在实际应用中,需要根据油井管道的实际情况选择合适的清蜡与降回压装置。例如,对于结蜡严重且回压较高的油井管道,可能需要同时使用加热清蜡装置和降回压装置。而对于结蜡较轻的油井管道,可以考虑使用机械清蜡装置或化学清蜡装置。

此外,清蜡与降回压装置的应用对石油开采行业具有显著的效益,其装置能够有效清除油井管道中的蜡层,提高油井管道的产能和生产效率,不仅可以增加石油产量,还降低采油成本,提高经济效益。其次,清蜡与降回压装置的应用可以延长油井管道的生产寿命。由于蜡层的形成和回压的升高会对油井管道造成严重的损害,如果不能及时清除和处理,导致油井管道停产或报废。通过使用清蜡与降回压装置,可有效地保护油井管道设备,延长其使用寿命。而清蜡与降回压装置的应用还可以提高石油开采的安全性和稳定性。在石油开采过程中,如果油井管道出现回压过高或结蜡严重等问题,可能会导致生产事故或安全隐患。使用清蜡与降回压装置可以及时处理这些问题,保障生产安全和稳定。在环保意识日益增强的今天,石油企业应积极履行社会责任,减少对环境的负面影响。通过使用清蜡与降回压装置,减少对地层和环境的破坏,树立企业的良好形象。

5 结论

油井管道清蜡与降回压装置在石油工业中扮演着至关重要的角色,其工作效率直接影响到油井管道的生产效益。通过实时监测管道内蜡层的融化状态,智能调节加热设备的输出功率,确保温度稳定在最佳范围。同时,优化化学溶剂的选择与配比,提高溶解效率,减少溶剂消耗。通过多级减压阀的串联设置,逐步降低管道内的压力,减小流体阻力,根据实际工况调整管道直径,以适应不同流量下的压力需求,进一步提高降回压效果。通过实施,油井管道清蜡与降回压装置的性能将得到显著提升,为石油工业的可持续发展提供有力保障。未来研究中,还可进一步探索智能化、自动化的清蜡与降回压技术,以适应更复杂多变的油田环境。

参考文献:

- [1] 陈倩. 浅谈油井管道清蜡防蜡工艺的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(18): 175-177.
- [2] 付亚荣, 刘泽, 张新军等. 中高含水油井管道清蜡降黏方案制定方法 [J]. 石油石化节能, 2023, 13(04): 44-47.