

# 降粘技术在采油生产中的应用效果及优化策略

张乾赐

曙光采油厂采油作业七区

DOI: 10.12238/j pm.v5i8.7114

**[摘要]** 随着能源需求的增加,高粘度原油的有效开采成为重要课题。降粘技术通过化学和物理手段降低原油粘度,显著提高油井采收率。然而,应用中存在地质条件差异、原油组分复杂、化学添加剂环境影响等挑战。本文分析了降粘技术的原理及其应用效果,探讨了常见问题与应对策略,旨在为油田开发提供理论支持和实践建议。

**[关键词]** 降粘技术;高粘度原油;油田开发

## Application effect and optimization strategy of viscosity reduction technology in oil production

Zhang Qianci

Shuguang oil production plant oil production operation seven area

**[Abstract]** With the increase of energy demand, the effective exploitation of high viscosity crude oil has become an important topic. The viscosity reduction technology reduces crude oil viscosity by chemical and physical means and significantly improves oil well recovery. However, there are challenges in geological conditions, complex components of crude oil, and environmental impact of chemical additives. This paper analyzes the principle and application effect of viscosity reduction technology, and discusses the common problems and coping strategies, aiming to provide theoretical support and practical suggestions for oilfield development.

**[Key words]** viscosity reduction technology; high viscosity crude oil; oil field development

### 引言

随着全球能源需求的不断增长,石油资源的高效开发和利用成为各国关注的焦点。然而,部分油田中的原油具有较高的粘度,导致其在地层中的流动性差,难以通过常规方法高效开采。这不仅降低了油井的产能,还增加了采油的成本和难度。因此,如何降低原油的粘度,提高其流动性,成为油田开发过程中亟待解决的问题之一。降粘技术应运而生,通过一系列化学处理或物理手段,显著降低原油的粘度,从而提高油井的采油效率和产能。降粘技术的应用范围广泛,包括稠油油田、重油油田和部分含蜡原油油田等。在实际应用中,降粘技术不仅可以有效提升油田的开发效率,还可以在在一定程度上降低油田开发的环境风险。然而,降粘技术在推广和应用过程中也面临着一些技术挑战和环境问题。因此,本文将详细探讨降粘技术的基本原理、应用效果、存在的问题以及针对这些问题的优化策略,为油田开发提供学术参考和实践建议。

### 1 降粘技术的原理与应用效果

降粘技术主要通过以下几种方式实现:化学添加剂改性、热处理和机械剪切等。

#### 1.1 化学添加剂改性

化学添加剂改性是降粘技术中最常用的方法之一,主要是通过向原油中加入表面活性剂、聚合物等化学物质,破坏原油中的分子间作用力,从而降低其粘度。例如,表面活性剂能够在油水界面形成单分子层,降低油水界面的表面张力,改善原油的流动性。聚合物添加剂则通过改变原油的流变性质,使其

在较低温度下也可以保持较好的流动性。实验证明,化学添加剂改性技术是可以显著降低原油粘度,提高油井产量的。

#### 1.2 热处理

热处理是通过提高原油的温度,降低其粘度的一种方法。原油在高温下,其分子运动加剧,内摩擦力减小,从而粘度降低。热处理常采用的是蒸汽注入或电加热等方式,主要需要将高温热源直接引入油层,提高原油的温度,改善其流动性。热处理技术在稠油油田的应用较为广泛,效果显著。然而,由于热处理需要消耗大量能源,成本较高,因此在实际应用中需要综合考虑经济效益。

#### 1.3 机械剪切

机械剪切的作法则是通过外力作用,破坏原油中的大分子结构,使其粘度降低。常见的机械剪切设备包括剪切泵、高速搅拌器等。机械剪切能够在短时间内显著降低原油的粘度,提高其流动性和可输送性,尤其适用于含有大量胶质、沥青质的原油处理。

### 2 降粘技术在采油生产中的常见问题与挑战

#### 2.1 油田地质条件的差异困难

降粘技术的应用效果在很大程度上取决于油田的地质条件。不同油田的地质结构、孔隙度、渗透率、温度和压力等因素差异显著,导致降粘技术的适用性和效果存在较大差异。地层的孔隙度和渗透率是决定原油流动性的重要参数,在高孔隙度和高渗透率的地层中,原油更容易流动,降粘剂的效果显著。然而,在低孔隙度和低渗透率的地层中,原油的流动性本身就

差，降粘技术即使能降低粘度，也难以显著提高原油的流动性和采收率。此外，地层中的天然裂缝和非均质性也会影响降粘剂的传播和分布，导致降粘效果不均匀。温度和压力是影响降粘技术应用效果的另外两个重要因素，不同油田的地层温度和压力差异较大，这会直接影响降粘剂的性能。例如，某些降粘剂在高温高压条件下可能发生分解或失效，导致降粘效果不佳。此外，温度和压力的变化还会影响原油的物理化学性质，从而影响降粘技术的应用效果。在低温条件下，原油中的蜡晶容易析出，增加粘度和流动阻力，从而就对降粘技术提出了更高的要求。

## 2.2 原油组分的差异性挑战

原油的化学组成复杂且多变，不同油田的原油组分差异很大，这使得同一种降粘技术在不同油田的适用性和效果存在显著差异。原油中的胶质、沥青质和蜡含量是影响降粘技术效果的重要因素。高胶质和沥青质含量会显著增加原油的粘度，这对降粘剂的选择和使用提出了更高的要求。降粘剂需要针对这些高分子化合物进行设计，才能确保能够有效降低粘度。然而，不同油田中胶质和沥青质的含量和性质不同，这就导致降粘剂的效果也会有所不同。此外，含蜡原油在低温条件下容易形成蜡晶，增加原油的粘度和流动阻力。降粘技术需要有效破坏或抑制蜡晶的形成。但由于不同油田的原油中蜡含量和蜡晶形成条件不同，导致降粘技术的效果不尽相同。例如，在某些油田中，原油中的蜡晶在特定温度下容易形成和堆积，导致降粘效果不理想。因此，降粘技术在应用前就需要先进行充分的实验研究，了解原油的具体组成和性质，才能更好的选择合适的降粘剂和降粘工艺方法。

## 2.3 化学添加剂的环境影响

降粘技术中的化学添加剂可能对环境产生不利影响，这需要进行严格的环境评估和安全控制。部分化学添加剂具有一定的毒性，可能对地下水和周围生态环境造成污染。例如，某些表面活性剂和聚合物在降粘过程中可能残留在地层中，对环境构成潜在威胁。这些化学添加剂在进入地层后可能扩散到地下水系统中，导致地下水污染。此外，降粘剂的长期使用还可能导致地层中化学物质的积累，对土壤和植被产生负面影响。因此，在应用降粘技术前，需要进行充分的环境评估，确保化学添加剂的安全性和环境友好性。同时，化学添加剂在地层中的降解速度和降解产物也是需要大众关注的主要问题。如果添加剂在地层中不能有效降解，就可能会导致长期的环境污染。此外，降解产物的性质也需要进行准确评估，确保其不会对环境产生次生污染。例如，某些聚合物的降解产物可能具有较高的生物活性，影响地层微生物群落的平衡。环境影响不仅包括地层和地下水，还涉及到地面环境的管理和控制。在降粘技术的应用过程中，需要采取有效的措施，防止化学添加剂对地面环境造成污染，提高降粘技术在采油生产中的实际应用效果。

## 2.4 油井和管道的沉积物问题

降粘技术在长期应用过程中可能导致油井或管道内的沉积物堆积，从而影响设备的正常运行和维护。在降粘过程中，原油中的胶质、沥青质等高分子物质可能在油井或管道内沉积，形成沉积物。这些沉积物会增加流动阻力，降低原油的流

动性和输送效率。例如，某些化学添加剂在高温高压条件下可能发生反应，生成不溶性沉积物，堵塞油井和管道。沉积物的堆积不仅会增加流动阻力，还会对设备造成物理损伤，增加设备的维护难度和成本。清除沉积物则需要停产进行机械清洗或化学清洗，不仅增加了运营成本，还可能对设备造成损害。此外，频繁的设备维护也会影响油田的正常生产，降低系统的经济效益。沉积物问题还涉及到油井和管道的设计和施工质量。良好的设计和施工质量可以减少沉积物的形成和积累，但在实际操作中，由于地质条件和操作环境的复杂性，沉积物问题实在是难以完全避免。而沉积物的化学组成和物理性质也对清洗和维护提出了不同的要求。不同油田的沉积物成分和性质差异较大，清洗和维护方法需要根据具体情况进行选择。例如，某些沉积物可能需要高温高压清洗，而其他沉积物可能需要使用特定的化学溶剂进行溶解和清除。这对油田的运营和管理提出了更高的要求，需要在技术和管理上进行综合考虑，才能更好确保降粘技术的长期有效应用。

## 3 优化策略建议

### 3.1 个性化的技术设计与对应性优化

在应用降粘技术时，应根据不同油田的地质条件进行个性化的技术设计和实施。首先，施工团队可以通过地质勘探与分析，确定油田的孔隙度、渗透率及温度等参数，从而选择适合的降粘剂和降粘工艺。例如，对于低孔隙度和低渗透率的油田，可考虑采用更高浓度的降粘剂，并结合热处理技术，提升油层温度，优化降粘效果。其次，可以在油田开采过程中，定期进行物理和化学性质监测，及时评估降粘剂的适用性和效果。针对不同层位的地质条件差异，可以采用分层注入的方式，使降粘剂更有效地渗透到各个层位，提高整体降粘效果。最后，加强对降粘技术的科研投入，开展新型降粘剂的开发和性能研究，适应多变的地质环境，提高降粘技术的应用范围和效果。

### 3.2 针对原油组分进行差异性优化

针对原油的复杂化学组成，建议在降粘技术应用前要先进行详细的原油组分分析，对胶质、沥青质和蜡含量等成分进行定量分析，从而才能选择最适合的降粘剂。同时，应开发多种类型的降粘剂，来应对不同油田中原油组分的差异情况。例如，对于高胶质含量的原油，可选择针对性强的表面活性剂进行改性，增强其流动性；而对于含蜡原油，则推荐使用能有效抑制蜡晶生成的化学添加剂，避免蜡晶对采油过程的影响。同时，在降粘剂的使用过程中，建议进行阶段性的效果评估与调整，从而始终保持降粘剂在应用中的活性和效果。除此之外，对于降粘剂与原油中其他成分的相互作用也需要进行持续性的关注和检验，避免因相互反应而导致降粘效果下降或沉积物产生，影响采油效果。

### 3.3 针对化学添加剂进行环境评估与控制

在使用降粘技术时，必须对化学添加剂的环境影响进行严格评估。首先，在使用化学添加剂之前，还是建议要对所有化学添加剂进行全面的毒理学和生态毒理学评估，我们必须确保其对地下水和土壤不会构成长久性的损害和荼毒。此外，还应当建立健全环境监测体系，要定期对油田周边环境进行全面性

下转第 189 页

供新的动能。

### 5 燃气泄漏只能监测技术的发展趋势

首先是要提高监测的准确性。为消除测量误差、提高探测准确性,国内外学者已开展一系列高精度监控方法的研究,如在管内壁上铺设接触式玻纤塞德尔采集点;并采用非自主差动探测技术和有源差动探测技术,对天然气管道进行高精度监控。

其次是要有一个单独的安全保障环节。早期预警技术必须是完整的,精确的,并且有一个单独的安全性部件。这一部门应当是相对独立的,或者按照一些国际性的机构所制定的工业标准来操作,不然的话,这些部件的可靠性很难得到保障。

也有必要引进机器学习。目前,人工智能已被广泛应用于化学分析等其它领域。该方法在气体泄露监控中的实际应用中,通过对海量的采样点与移动点进行识别,可以有效地提高监控效果。这样就能极大地减少错误率。

最后是技术的云化。在云计算环境下,海量的信息可以通过网络传输给分布在不同位置的服务器上。为今后发展更完善的早期预警体系打下基础。同时,现代安防装备与装置也是一个由多个体系、多个装置构成的一个复杂的网络。云环境下的智能化管线监测,可以在网上进行数据的传送与处理。

### 6 结语

天然气管道泄漏的智能化监控是近年来发展起来的一项重要课题。首先,感应科技会变得更高级。在物联网、传感等领域快速发展的背景下,天然气管道泄漏的智能化监控系统将采用更为先进、更为精准的检测方法。其次,实现了智能化的监控。在此基础上,利用人工智能的方法,使其具有较高的自我学习与决策能力,能够对管道泄漏进行更精确的辨识与预报。该系统还将与其它相关的检测方法有机地融合在一起。比如,利用无人机在管线巡检中的优势,实现对管线的全方位监

控,从而提升管线巡检的精度和有效性。

因此,本文提出了一种基于智能的天然气管道泄漏监测方法。利用智能监控技术,对天然气管道进行更好的监管,增强用户的安全性,还能为天然气工业的可持续发展带来强大的支持。

### 【参考文献】

- [1]李红卫,梁智宇.城市商业综合体管道燃气泄漏监测系统研究与应用[J].城市燃气,2023,(10):34-37.
- [2]李小明,王祥,郭贤,等.城市生命线可燃气体智能监测仪环境适应性实验研究[J].能源技术与管理,2023,48(02):1-4.
- [3]曾岳梅,马志,陈铁牛,等.地下燃气泄漏监测系统研究[C]//中国城市燃气协会安全管理委员会.2021 第五届燃气安全交流研讨会论文集(下册).武汉安耐捷科技工程有限公司;2023:4.
- [4]吴凤洋.燃气管道泄漏点精确定位检测方法探讨[J].电工技术,2023,(03):158-160+164.
- [5]傅仁轩,陈龙飞,王庆华.燃气泄漏监测报警控制系统的设计与实现[J].化工管理,2022,(28):115-118.
- [6]王珺玮.地下燃气管线泄漏智能监测系统的综合应用[J].城市燃气,2022,(01):23-27.
- [7]张双双.燃气管道泄漏监测与定位系统研究[D].安徽理工大学,2020.
- [8]贾镇铜.智能物联网户内燃气设施泄漏监测[C]//中国城市燃气协会安全管理委员会.2020 年燃气安全交流研讨会论文集、调研报告.吉林港华燃气有限公司;2020:4.
- [9]李超,邓小宝,史运涛,等.社区户内燃气泄漏动态预警模型[J].中国安全科学学报,2022,32(03):90-97.
- [10]李云志,刘文武,张艾翔,等.智能家用燃气泄漏监测报警系统设计[J].信息通信,2019,(08):49-51.

### 上接第 186 页

的环保指标监测,及时发现潜在的污染源,避免因化学添加剂的使用而对周边生态系统造成不可逆危害风险,因此,为了安全起见,也建议优先应当选择环境友好型的生物降解性化学添加剂,并减少对环境有害成分使用或者使用后要进行毒害降解措施。在实际应用中,可结合生态修复技术,监测和评估化学添加剂的降解效果和对生态系统的影响,制定详细的应急预案,应对可能的化学品泄漏事故,在使用之前要做好对周边环境的隔离和保护措施。还要对使用人员开展相关技术培训,提高工作人员的环保意识,确保降粘技术和化学添加剂的应用能够兼顾生产效益与环境保护效果。

#### 3.4 降粘技术的长期运行维护管理

为确保降粘技术在采油过程中的长期有效性,必须加强对油井和管道的运行维护管理。为了降粘技术的有效实施,需要定期对油井和管道进行清洗与检查,及时清除沉积物,才能防止因沉积物堆积导致的流动阻力增加问题。在选择清洗方法时,应根据沉积物的成分和性质,采用相应的机械或化学清洗技术,尽可能把沉积物清理干净。在实操中,还应当建立完善的设备维护和管理制度,确保所有设备的正常运行,并及时进行故障排查和维修。此外,在降粘剂的使用过程中,还应定期评估其使用效果,并根据实际情况进行适当的调整与优化。也

可以考虑建立信息共享平台,在平台上建立数据档案机制,记录降粘剂的使用情况和效果,为后续的其他决策提供数据支持。

### 4 结论

降粘技术在提高油田开采效率、降低采油成本方面具有重要的实际意义。通过对降粘技术原理及其应用效果的深入分析,可以看出,该技术在解决高粘度原油流动性差的问题上可以获得不错的成效。然而,随着油田开采的深入,降粘技术在应用过程中也面临诸多挑战,如油田地质条件的差异困难、原油组分的多样性挑战、化学添加剂的环境影响及油井和管道的沉积物问题等。因此,针对这些挑战,本文认为应当通过合理的技术设计和环境评估,结合先进的管理和维护手段,不断提升降粘技术在油田开发中的应用效果,实现可持续的油气资源开发。

### 【参考文献】

- [1]王飞.边底水稠油油藏控水降粘技术研究与应用[J].石化技术,2024,31(05):186-188.
- [2]卫骏,许清海,刘世岩,罗仁凯.浅谈稠油井降粘剂辅助注蒸汽开采[J].石化技术,2022,29(07):52-54.
- [3]刘全国,张韬,尚智美,段崇美.稠油冷采降粘技术在胜坨油田的应用[J].当代化工研究,2021,(17):103-104.