

# 环保型井下试油修井技术研究与应用

邓超雷 昆罗强

中国石油青海油田分公司井下作业公司 青海 茫崖 816401

**摘要：**环保型井下试油修井技术是石油开采领域的重要发展方向。本文研究了绿色化学药剂的应用、高效废弃物处理技术及防泄漏技术等核心环节，并探讨了这些技术在陆地与海上油田的应用现状。同时，文章还展望了环保型井下试油修井技术的未来趋势，包括智能化与自动化的发展、多功能一体化技术的创新以及与可再生能源的结合。这些研究为石油开采行业的可持续发展提供了有力支持。

**关键词：**环保型井下；试油修井技术；研究应用

## 引言

石油开采深化进程中，井下试油修井作业面临的环境压力剧增。传统作业方式不仅恶化环境状况，还导致成本攀升，阻碍了行业的可持续发展。环保型井下试油修井技术的研发与应用变得至关重要。本文深度解析该领域的关键技术，系统梳理其当前应用状况，并预测未来发展趋势。我们期望，通过本研究能为石油开采行业的绿色发展提供有价值的参考，助力行业转型升级，迈向更加环保、高效的未来，实现经济效益与环境保护的双赢局面。

## 1 环保型井下试油修井技术研究

### 1.1 绿色化学药剂的应用

环保型化学药剂的应用是环保型井下试油修井技术的关键部分。从原理上看，这类药剂经过精心设计与合成，具备可生物降解和低毒等优良特性，以新型钻井液添加剂为例，其中使用的高分子材料能在自然环境里迅速分解，从而大大减少在地下的残留量<sup>[1]</sup>。这些药剂在发挥完自身功能后，短时间内就会被环境微生物分解成无害物质，有效避免了对地层和周边环境的长期污染。在特点方面，绿色化学药剂相比传统药剂优势明显。它对地层的损害极小，不会像传统药剂那样导致地层孔隙堵塞，也不会使地层渗透率大幅降低。在整个使用过程中，其产生的废弃物处理起来更加容易，不会引发二次污染问题，这为井下作业的环保性提供了有力保障。此外，绿色化学药剂还能提升井下作业效率，例如新型解堵剂能够更高效地清除地层中的堵塞物，进而提高油井产量，实现了环保与生产效率提升的双赢局面。这使得在井下试油修井作业中，绿色化学药剂的应用成为一种既有利于环境保护又有助于石油开采的理想选择。

### 1.2 高效废弃物处理技术

在环保型井下试油修井作业中，高效废弃物处理技

术是不可或缺的一环。其原理涵盖了物理、化学和生物处理这三种主要方法。（1）从物理处理来看，高精度过滤设备在处理含油废水方面发挥着关键作用。通过多层滤网以及特殊吸附材料的协同作用，废水中的油滴和杂质能被有效去除。这就像是为废水设置了一道精细的滤网，将其中的污染物拦截下来，使废水得到初步净化。

（2）化学处理方法则是利用化学反应的神奇力量，将废弃物中的有害物质转化为无害的形式。比如在处理含重金属离子的废水时，通过氧化还原反应，重金属离子会沉淀下来，从而使废水的危害大大降低。这种方法就像一个精准的化学魔术，将有害物质变成了稳定的沉淀物。（3）生物处理主要依靠微生物的代谢作用。特定细菌被培养起来，它们就像一个个微小的清洁工人，对含油钻屑中的石油类物质进行分解。这些微生物以石油类物质为“食物”，通过自身的代谢将其转化为无害的物质。这种综合的废弃物处理技术具有显著的特点。它能够将井下试油修井产生的废弃物最大程度地无害化。与传统的填埋或直接排放方式截然不同，它极大地减少了对环境的污染。而且，更值得一提的是，它实现了废弃物的资源回收利用。就像处理后的钻屑可以摇身一变成为建筑材料生产的原料，这种从废弃物到资源的转化，不仅减少了对环境的压力，还创造了额外的价值，推动井下作业朝着更加环保和可持续的方向发展。

### 1.3 防泄漏技术

在环保型井下试油修井领域，防泄漏技术是保障作业安全和环境友好的关键所在，从原理层面而言，它主要围绕两个重要方面展开。一方面是对井下设备密封性能的改进，通过运用新型密封材料以及更为精密的密封结构设计，实现了卓越的防泄漏效果。高性能的橡胶密封件与多层密封结构的配合，就像是为油管、阀门等设备穿上了一层坚固且严密的“防护铠甲”，极大地降低

了这些关键设备发生泄漏的可能性。另一方面,实时监测系统发挥着不可或缺的作用。它借助传感器对井下设备的压力、温度、流量等关键参数进行不间断的实时监测。这就如同为井下作业环境配备了无数双敏锐的“眼睛”,任何细微的异常都逃不过它们的监测。一旦有异常情况出现,系统会立即发出预警,工作人员便可以迅速采取措施,从而避免大规模泄漏事故的发生,防患于未然。防泄漏技术的特点十分突出。它对于井下试油修井作业的安全性和环保性有着显著的提升作用。它能将原油泄漏的风险控制在最低限度,如同为周边的生态环境筑起了一道坚实的“保护墙”。与传统那种在泄漏事故发生后才进行处理的模式相比,这种防泄漏技术有着本质的区别。它将重心放在预防上,从根源上掐灭了泄漏问题对环境产生危害的苗头,真正做到了未雨绸缪,让井下作业在安全、环保的轨道上顺利进行,为石油开采与环境保护的和谐共生提供了有力保障。

## 2 环保型井下试油修井技术的应用现状

### 2.1 在陆地油田的应用

在陆地油田的开采作业中,环保型井下试油修井技术正展现出蓬勃的应用活力,为油田的可持续发展和周边生态保护发挥着重要作用,绿色化学药剂的应用已成为一种广泛的趋势,以新疆某陆地油田为例,其采用的可生物降解钻井液就是环保型化学药剂应用的成功典范<sup>[2]</sup>。这种钻井液在完成钻井功能后,能在自然环境中迅速分解,避免了传统钻井液长期残留对土壤和地下水造成污染的问题。对于新疆地区脆弱的生态环境而言,这一举措意义非凡,有效减少了对植被、土壤结构和水资源的破坏,保障了当地生态系统的相对稳定。废弃物处理技术的持续改进也是陆地油田环保作业的重要体现。不少油田已经意识到随意排放钻屑和废水对环境的危害,纷纷建立专门的废弃物处理中心。在这些处理中心里,综合运用物理、化学和生物等多种处理手段,对钻屑进行分离、净化处理,对废水进行除油、除杂质和无害化处理。这不仅降低了废弃物对周边土壤和水体的污染风险,还实现了部分资源的回收利用,减少了对环境的压力。在防泄漏方面,陆地油田通过积极对井下设备进行升级改造,进一步筑牢了环保防线。新型的密封材料和先进的设备结构被广泛应用,大大提高了油管、阀门等关键部位的密封性。这一系列举措使得原油泄漏事故的发生率显著降低,从而保障了周边的农田能够正常耕种,农作物免受油污污染;河流也能保持清澈,水生生物不受侵害,整个陆地油田周边的生态环境得以稳定维持。

### 2.2 在海上油田的应用

海上油田宛如蓝色海洋中的能源宝库,但因其特殊的海上环境,环保问题面临着更为严峻的挑战,这也使得环保型井下试油修井技术在此有着至关重要的意义。在海洋这片广袤而脆弱的生态环境中,油污泄漏堪称是海洋生态的“头号杀手”。防止油污泄漏对海洋生态的破坏成为了环保型井下试油修井技术应用的核心目标。以渤海湾的海上油田为例,这里广泛采用了先进的防泄漏技术和实时监测系统。防泄漏技术像是为海上油田作业穿上了一层坚固的“防护甲”,通过特殊的密封材料和精巧的设备结构设计,极大地降低了油管、阀门等关键部位发生泄漏的可能性。而实时监测系统则如同敏锐的“海洋卫士”,它利用分布在各个关键位置的传感器,对压力、流量等参数进行实时监测。一旦数据出现异常,哪怕只是极其细微的变化,都能迅速被捕捉到,应急处理措施会即刻启动。这种快速响应机制就像一支训练有素的应急部队,能在第一时间阻止油污泄漏的进一步扩大,避免海洋生态遭受灭顶之灾。海上作业产生的废弃物处理同样不容忽视。海上油田配备了专门的海上废弃物处理平台,这一平台是海上环保的关键防线。它运用多种高科技手段,对钻屑、废水等废弃物进行专业处理。钻屑经过特殊处理后,其中的有害物质被有效去除;废水则经过层层净化,达标后才会进行排放或者循环利用。通过这些处理方式,有效避免了废弃物直接排入海洋,守护了海洋的纯净与生机,保护了海洋生物的栖息地,让海豚、海龟等众多海洋生物能够在这片清洁的海域中继续繁衍生息。

## 3 环保型井下试油修井技术的发展趋势

### 3.1 智能化与自动化发展

科技的持续进步为环保型井下试油修井技术带来智能化与自动化的发展新向,在井下设备中增设大量传感器和自动控制装置意义重大,这些传感器如同敏锐的触角,能精确感知各种数据,而自动控制装置则依据数据实现对作业的精准把控,作业过程的每一个环节都能得到实时、精细的管理<sup>[3]</sup>。智能化废弃物处理系统也将大显身手。它能够快速分析废弃物成分和数量,并据此自动优化处理参数。这不仅提高了处理效率,还能保证处理效果的稳定性,避免资源浪费和处理不达标情况的发生。对于防泄漏方面,自动化的监测和控制系统是关键。它凭借高灵敏度的传感器和先进算法,能够迅速且准确地发现泄漏风险。一旦监测到异常,系统可自动启动应对措施,无需人工干预,极大地减少了人为失误因素,确保在最短时间内控制泄漏情况,更好地保护井下和周边环境。此外,智能化与自动化的发展还体现在远

程监控与故障诊断方面。通过远程监控平台，技术人员可以实时查看井下作业状态，对各项数据进行综合分析，及时发现并处理潜在问题。这种远程监控方式不仅提高了工作效率，还降低了人员下井作业的风险。结合大数据分析和人工智能技术，可以实现对井下设备的故障诊断和预测性维护。通过对设备运行数据的深度挖掘，可以提前发现设备故障迹象，并制定相应的维修计划，避免设备突发故障导致的生产中断和安全事故。

### 3.2 多功能一体化技术

在未来的井下作业中，多功能一体化技术将成为主流趋势。以新型井下作业液为例，这种创新型的作业液堪称是井下作业的“全能选手”。它集多种关键功能于一身，在钻井过程中，其具备良好的润滑性、携屑能力和稳定性，能够有效降低钻头与井壁之间的摩擦，确保钻头顺利钻进，同时将钻屑顺利带出井口，保证钻井作业的高效进行。在试油阶段，它又能很好地适应井下复杂的环境条件，协助完成对油层的测试，准确获取油层的压力、产量等重要数据。更为重要的是，当作业完成后，这种井下作业液无需像传统作业液那样经过复杂的处理流程。它可以自动分解为无害物质，这一特性简直是环保领域的一大突破。这意味着不再需要额外的废弃物处理设备和步骤，大大减少了人力、物力和时间成本。从环保角度来看，这避免了因处理作业液而可能产生的对土壤、地下水和周边生态环境的污染，从源头上降低了环境风险。这种多功能一体化技术对于整个井下作业流程的优化效果显著。它简化了从钻井到试油等一系列环节，减少了不同作业阶段之间的衔接时间和操作复杂性。工作人员可以更专注于核心作业内容，提高作业效率，同时也能更好地保障井下作业与环境保护之间的平衡，为石油行业的可持续发展提供了有力的技术支撑。

### 3.3 与可再生能源的结合

降低石油开采过程中的碳排放是这一结合的核心目标，在井下作业现场，太阳能和风能有着巨大的应用潜力，想象一下，在广袤的油田上，一排排太阳能光伏板整齐排列，它们如同忠诚的能源卫士，在阳光的照耀

下将太阳能转化为电能。这些电能可以为井下设备的运行、照明系统以及各种监测装置提供源源不断的动力<sup>[4]</sup>。而在那些风力资源丰富的地区，高大的风力发电机矗立在油田周边，叶片随风转动，将风能转化为可用的能源。通过利用太阳能或风能，井下作业对传统能源的依赖将大幅减少。传统能源在开采和使用过程中往往伴随着大量的碳排放，而可再生能源则具有清洁、无污染的优势。这一转变不仅是能源形式的简单替换，更能从根本上改变石油开采的环保面貌。由可再生能源驱动的环保型设备展现出了更高的运行效率。这些设备在设计上与可再生能源完美匹配，能够充分利用稳定、清洁的能源供应。例如，一些新型的井下泵设备在太阳能驱动下，可以更精准地控制流量和压力，减少了能源浪费和设备损耗。这种结合为井下试油修井作业的环保化注入了新的活力，推动石油开采朝着更加可持续的方向发展。

### 结语

综上，环保型井下试油修井技术对于石油开采行业的可持续发展具有重大意义。展望未来，智能化、自动化技术的持续革新，将为这一领域注入新的活力。多功能一体化技术与可再生能源的深度融合，将进一步拓宽环保型井下试油修井技术的应用范围。我们有理由相信，在科技的不断推动下，环保型井下试油修井技术将展现出更加广阔的发展前景，为石油开采行业的绿色发展提供强有力的技术支撑，助力行业迈向更加环保、高效的未来。

### 参考文献

- [1]贾海刚,岳龙.井下作业试油工艺技术分析[J].石化技术,2020,25(07):78.
- [2]王亚豪.井下作业试油测试技术措施[J].化工管理,2019(09):134.
- [3]王凯.关于对井下试油压裂新工艺的探讨与实践[J].工程技术研究,2020,25(09):142~143
- [4]王俊威.胜利油田小套管完井水平井试油技术优化设计与应用[J].油气井测试,2020(5):73~74.