

石油钻井工程中常用防漏堵漏技术措施研究

秦菲

中国石化集团公司国际石油工程有限公司, 北京 100020

摘要：近年来科学技术的持续创新使得石油钻井工程领域不断发展，防漏堵漏技术作为石油勘探开发过程中的重要技术，可以有效提升钻井作业安全，帮助石油工程企业实现更高的经济效益。通过有效的技术运用一方面能够减少钻井液的损失、保障施工安全，另一方面还能够降低钻井成本、提高工程经济效益。然而现阶段石油钻井工程中防漏堵漏技术的运用仍存在一些问题，基于此，本文从防漏堵漏技术运用重要性出发，分析石油钻井工程中存在的漏失类型以及应对漏失的防漏堵漏技术的具体运用，同时提出几点石油钻井防漏堵漏施工管理措施，解以期为石油钻井工程使用防漏堵漏技术提供参考，促进石油钻井工程企业的高质量发展。

关键词：石油钻井工程；防漏堵漏技术；措施研究

Research on Common Leakage Prevention and Plugging Technical Measures in Oil Drilling Engineering

Qin Fei

Sinopec International Petroleum Engineering Co., LTD. Beijing 100020

Abstract : In recent years, continuous innovation of science and technology has made the field of oil drilling engineering develop continuously. As an important technology in the process of oil exploration and development, leakage prevention and plugging technology can effectively improve the safety of drilling operations and help petroleum engineering enterprises achieve higher economic benefits. On the one hand, the effective application of technology can reduce the loss of drilling fluid and ensure the construction safety, on the other hand, it can reduce the drilling cost and improve the economic benefit of the project. However, there are still some problems in the application of anti-leakage and plugging technology in oil drilling engineering at this stage. Based on this, this paper, starting from the importance of the application of anti-leakage and plugging technology, analyzes the types of leakage in oil drilling engineering and the specific application of anti-leakage and plugging technology in response to leakage, and proposes several anti-leakage and plugging construction management measures for oil drilling. The solution is expected to provide reference for the use of leakage prevention and plugging technology in oil drilling engineering, and promote the high-quality development of oil drilling engineering enterprises.

Keywords : oil drilling engineering; leakage prevention and plugging technology; measure study

石油是全球能源体系的重要组成部分之一，钻井工程在全球范围内都占据重要地位，渗漏问题是石油钻井工程企业普遍关注的重点问题，控制好渗漏问题是提高石油钻井作业安全和提高工程施工效率的关键。随着石油钻井工程不断深入，传统的防渗漏技术已经不适用日益发展的现代化钻井工程施工的需要，防漏堵漏技术开始应用到现阶段的石油钻井工程施工过程中，对于石油钻井工程而言，该技术的应用相较于传统的防渗漏技术防渗堵漏的效果较好，能够大大降低井漏概率，提高工程施工的安全性，提升工程整体质量^[1]。

一、石油钻井工程防漏堵漏技术运用的重要性

(一) 减轻环境污染

石油钻井工程若出现原油泄露，极易污染周边环境和地下水。近年来绿色和可持续发展战略的提出，人们的环保意识不断增强，石油企业勘探与开发过程中对环保的要求越来越高。防漏堵漏技术的应用通过有效预防渗漏现象可以减轻对环境的污染，实现环保需求，促进石油企业可持续发展。例如，在钻井施工过程中利用监测或预警技术，加强对钻井过程中各项参数的评估和

预测，可以及时发现渗漏问题，并予以解决，大大降低渗漏隐患，减轻渗漏对环境的消极影响。

(二) 保障施工作业人员安全

防漏堵漏技术在石油钻井工程中的运用是保障施工安全、确保工程质量、提高工程效益的重要技术手段。由于石油钻井作业的特殊性，施工环境复杂、风险较高，施工作业人员需要进行深井作业，若发生渗漏问题，一方面可能引起环境污染，另一方面会对作业人员的人身生命安全造成威胁，因此，防漏堵漏技术的运用具有必要性，通过有效的技术措施的实施，可以极大降低工

作者简介：秦菲（1990.05-），男，汉族，河南南阳，硕士研究生，工程师、从研究方向：钻井生产及管理。

程渗漏风险，进而保障施工作业人员安全。

(三) 提升工程整体效益

防漏堵漏技术的有效应用能够降低渗漏风险，减少施工事故的产生，进而确保施工进度，提高工程施工的质量和效率，避免因渗漏引发的返工和维修施工，降低施工成本，提升工程的整体效益。另外，防漏堵漏技术还有助于石油企业进一步进行石油资源的勘探和开发，提高企业油气藏的开发和利用率^[2]。

二、石油钻井工程漏失类型

(一) 地层漏失

由于地层中的压力显著低于钻井液柱所产生的压力，钻井液开始渗透进入地层的孔隙结构中，这一过程导致了钻井液的量逐渐减少，从而影响了钻井作业的正常进行。

(二) 裂缝漏失

在钻探过程中，当钻头钻遇那些裂缝发育的地层时，钻井液会迅速地渗透进这些裂缝，导致钻井液的大量流失，这种情况不仅会增加钻井成本，还可能对钻井作业的安全性和效率产生负面影响。

(三) 井壁坍塌漏失

在进行钻井作业的过程中，由于地下地层的稳定性较差，井壁出现了坍塌现象，这种坍塌导致了钻井液的大量流失，给钻井作业带来了严重的困扰和挑战^[3]。

(四) 水泥环漏失

在固井作业完成之后，水泥环与套管之间以及水泥环与地层之间常常会存在一些微小的通道，这些微小通道使得钻井液能够通过它们发生流失，从而影响了固井作业的效果和质量。

(五) 设备故障漏失

由于钻井设备出现故障或损坏，例如钻杆接头的密封性能不佳，这会导致钻井液发生泄漏的情况。

(六) 人为因素漏失

由于操作不当或设计上的错误等人为因素，可能会导致钻井液的损失。这种损失可能是由于不正确的操作程序、缺乏经验的工作人员、设备故障或维护不当等原因引起的。此外，设计上的缺陷，如不合理的钻井液配方或不适当的钻井参数设定，也可能导致钻井液在钻井过程中无法正常工作，从而造成损失。

三、石油钻井工程防漏堵漏技术应对漏失的应用

(一) 防漏技术具体运用

1. 地质分析

漏失是指钻井液在钻进过程中由于地层压力过大或地层孔隙度和渗透性过高而流失到地层中的现象，这一现象不仅会导致钻井液的损失，还可能引发井壁不稳定、井涌甚至井喷等严重问题。因此，在进行钻井作业之前，必须进行详细的地质勘探和分析工作，以全面了解目标区域地层的构造特征、压力系统分布以及流体特性。通过对相关关键地质参数的深入研究，可以有效地预测在钻井过程中可能出现的各种复杂情况，特别是潜在的漏失问题^[4]。

2. 钻井液设计

根据地质分析结果，需要设计一个合适的钻井液体系，加强

对钻井液密度、粘度、滤失控制等方面的精确调控。这样的设计目的是为了平衡地层压力，确保在钻井过程中能够有效防止井壁坍塌和地层流体的侵入。通过精心选择和调配钻井液的各个参数，我们可以确保钻井作业的安全性和高效性，从而顺利完成油气资源的勘探和开发任务。

3. 井身结构设计

为了确保井眼的稳定性并最大限度地减少井漏的风险，合理设计井身结构显得尤为重要，主要包括精心规划和选择合适的套管程序及其尺寸。通过科学的计算和分析，可以确定不同地层所需的套管类型和厚度，从而确保井筒在钻进过程中能够承受各种地层压力和化学腐蚀。此外，合理的井身结构设计还可以有效防止地层坍塌和流体侵入，进一步提高钻井的安全性和成功率。

4. 钻井参数控制

在进行钻井作业的过程中，必须严格监控和控制各种钻井参数，包括但不限于钻压、转速和排量，相关参数的精确控制对于确保钻井作业的成功至关重要。若钻压过大，可能会对地层施加过大的压力，导致地层结构受损，进而引发漏失现象^[5]。而通过精确控制钻压、转速和排量，可以有效避免对地层造成过大压力，从而确保钻井作业的顺利进行，最大限度地减少潜在的风险和损失。

5. 实时监测与预警

通过运用各种先进的监测设备，例如实时监测泥浆池体积的变化情况、井口压力的波动等关键参数，可以对钻井过程进行全方位的实时监控，及时发现任何潜在的异常情况，从而迅速采取相应的措施，确保钻井作业的安全和顺利进行。

6. 应急处理措施

为了确保在钻井过程中一旦发生漏失情况能够迅速而有效地应对，必须制定一份详尽的应急处理方案。首先，需要准备各种堵漏材料，如水泥、化学堵漏剂等，以便根据漏失的具体情况选择合适的材料进行封堵。其次，调整钻井液的性能也是控制漏失的关键措施之一。此外，加强现场人员的培训和演练，确保相关人员熟悉应急处理流程和操作方法，能够在关键时刻迅速而准确地执行堵漏措施。

(二) 堵漏技术具体运用

1. 堵漏材料的选择

在进行油气田开发的过程中，地层特性和漏失情况是影响作业效率和安全的重要因素。为了有效地解决这些问题，选择合适的堵漏材料至关重要。根据地层的特性和漏失的具体情况，可以选择不同类型的堵漏材料，如纤维、颗粒和凝胶等。首先，纤维类堵漏材料具有良好的悬浮性和渗透性，能够迅速进入地层的微裂缝和孔隙中，从而有效地封堵漏失通道。纤维材料通常由天然或合成纤维制成，具有较强的抗拉强度和耐高温性能，适用于高温高压的地层环境。其次，颗粒类堵漏材料主要通过填充地层中的孔隙和裂缝来实现堵漏效果。颗粒材料的粒径可以根据地层的孔隙大小进行选择，以确保其能够有效地进入并封堵漏失通道。颗粒材料通常包括石英砂、陶粒、碳酸钙等，具有较高的机械强度和化学稳定性。最后，凝胶类堵漏材料在遇到水或特定化学物质时会发生膨胀或交联反应，从而形成具有一定强度的凝胶体，封堵漏失通道^[6]。凝胶材料具有良好的流动性和可泵送性，适用

于复杂地层条件下的堵漏作业。常见的凝胶材料包括聚合物凝胶、硅酸凝胶等，具有较强的抗温抗压性能。

2. 堵漏剂的配制

根据不同的漏失类型和漏失量，需要合理地配置和选择堵漏剂，以确保能够达到最佳的堵漏效果。首先，要对漏失类型进行详细分析，判断是裂缝漏失、孔隙漏失还是其他类型的漏失。其次，根据漏失量的大小，确定所需堵漏剂的种类和用量。例如，对于裂缝漏失，可能需要使用具有较强粘附性和膨胀性的堵漏剂；而对于孔隙漏失，则可能需要使用具有较好渗透性和封堵性能的堵漏剂。此外，还需要考虑现场的具体条件，如温度、压力等因素，以确保所选堵漏剂能够在这些条件下正常工作。

3. 堵漏工艺的应用

在石油钻井工程中，面对漏失问题，必须采取恰当的堵漏工艺方法来应对，桥接堵漏和凝胶堵漏技术是主要的方法。桥接堵漏是一种常见的堵漏方法，主要通过向漏失层注入特定的桥接材料，如纤维、颗粒等，这些材料在漏失通道中堆积形成桥架，从而封堵漏失通道，阻止钻井液的进一步流失。这种方法适用于裂缝和孔隙较大的漏失情况。凝胶堵漏则是利用化学反应生成的凝胶来封堵漏失通道^[7]。通过注入特定的化学物质，在漏失区域发生反应，生成高粘度的凝胶，填充并封堵漏失通道。这种方法适用于微裂缝和细小孔隙的漏失情况，能够有效提高封堵效果。

4. 堵漏施工操作

在进行石油钻井施工的过程中，严格控制各项施工参数是至关重要的。这些参数包括但不限于泵压、排量以及堵漏剂的浓度等。只有通过精确地调节和监控这些关键指标，才能确保堵漏作业能够顺利进行，从而保障整个钻井工程的安全和效率。

5. 堵漏效果评估

在石油钻井堵漏施工结束后，为了确保堵漏工作的效果达到预期标准，会采用多种检测手段进行全面评估。这些检测手段包括但不限于压力测试和流量监测。通过压力测试，可以检查施工部位在承受一定压力的情况下是否仍然保持密封，确保没有泄漏发生。而流量监测则帮助实时监控施工部位的流体流量，从而判断是否存在异常泄漏情况。

6. 堵漏后处理

根据堵漏作业的效果评估，采取相应的后续措施是非常重要的。首先，调整钻井液的性能，以确保其能够更好地适应井下的复杂情况，从而提高堵漏的成功率^[8]。其次，根据具体情况需要继续进行钻进作业，以确保井眼的稳定性和安全性。此外，若堵漏效果不理想还可能需要采取其他补救措施，如使用更先进的堵漏材料或参考文献

技术，或者进行更深入的地质分析，以找到更有效的解决方案。

四、石油钻井防漏堵漏施工管理措施

(一) 制定科学可行的施工方案

科学可行的施工方案是防漏堵漏技术应用发挥效果的制度保障，也是确保防漏堵漏施工正常进行的保障。实际的防漏堵漏技术应用施工过程中，首先需要合理控制钻井施工作业的速度，根据施工地的岩石和土壤实际情况合理控制和调整钻井施工速度，尽可能降低因钻井速度不当造成的井漏问题。其次，需要在钻井施工过程中对现场情况进行全面的把握，对相关内容予以科学合理的调节，规避井漏问题^[9]。

(二) 选择高质量的防漏堵漏材料

防漏堵漏技术的应用材料的选用是其发挥效果的基础，石油工程企业需要加强对材料选择的重视，选择材料时需要选择具备较强防漏性能的材料。现阶段，许多石油工程企业为节约成本，在防漏堵漏施工中的材料选择和运用往往质量堪忧，防渗效果较差，劣质材料的使用不仅不利于应对井漏，还可能加剧井漏，使得工程反复出现返工，延缓施工进度^[10]。因此，石油钻井工程企业需要加强材料重要性的认识，选购材料时严格把控质量，使用之前还需对材料质量进行检测，确保材料运用可以为防漏堵漏施工增益。

(三) 加强施工现场管理和设备维护

施工现场管理是确保施工规范、降低人为操作导致井漏风险的重要手段，设备维护是保证钻井施工质量的重要因素。首先，需要加强石油钻井施工现场的管理和监督，对钻井施工环节进行全面和全方位的监督，及时发现可能出现的问题，并予以有效应对，其次，需要加强对相关设备的检修维护，检查设备是否存在故障，是否能够正常运行，设备的性能影响钻井作业的质量和效率，因此石油工程企业需要认识到设备维护的重要性，定期对设备进行检修维护，及时发现设备存在的问题并予以及时解决，确保设备的正常性能，建立设备故障应急处理方案，为钻井施工作业提供保障，避免因设备问题造成的井漏问题。

五、结语

石油钻井工程施工过程中，井漏是常见问题之一，且该问题一直困扰着石油工程企业。因此，在实际的施工过程中需要加强对防漏堵漏技术运用的重视，合理运用该技术预防和应对井漏，促进石油钻井工程企业的高质量发展。

- [1] 唐纯鹏. 石油钻井工程中防漏堵漏技术研究 [J]. 西部探矿工程, 2023, 35(8):58–60.
- [2] 陈促景. 石油钻井工程中常用防漏堵漏技术分析 [J]. 化工设计通讯, 2023, 49(10):22–24, 27.
- [3] 王正. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用 [J]. 化工管理, 2022(29):168–170.
- [4] 蒋红宗. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用 [J]. 化工管理, 2022(2):157–159.
- [5] 余定泽. 石油钻井工程中防漏堵漏工艺的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(9):181–183.
- [6] 王宝平. 石油钻井工程中防漏堵漏工艺应用探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(21):169–171.
- [7] 李萌, 吴传禹, 范俊. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用 [J]. 石油石化物资采购, 2022(7):123–125.
- [8] 王彦平, 马朋好. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用 [J]. 工程管理与技术探讨, 2023, 5(12).
- [9] 毕东. 石油钻井工程中防漏堵漏工艺的实践 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(20):190–192.
- [10] 葛磊. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用 [J]. 工程管理与技术探讨, 2022, 4(2).