系统优化探井建井作业的方法

文◆陕西延长石油(集团)有限责任公司延长气田采气二厂 **秦亚敏 高宇行** 陕西延长石油(集团)有限责任公司天然气研究院 **赵正阳**

引言

随着陕北气田天然气开发进入新的发展阶段,规划部署在"十四五" 末建成150亿方大气田的产能目标。因此,在未来一段时间内,进一步 探明新增地质储量以及大力开发现有资源将是下阶段勘探开发的首要任 务。本文基于勘探开发过程中探井建井作业系统,提出一种适用于延长 气田定边区域的系统优化探井建井作业方法。从效率、安全性和可持续 性角度出发,将人、机、环境和管理方式作为系统优化作业方法的必要 手段,达成以下目标,即提高探井建井作业效率以及缩短作业周期;排 除隐患,最大限度地减少事故和安全风险,确保员工和环境的安全性; 降低对环境的负面影响,遵守相关法规和标准;提供可持续的作业框 架,使施工作业能够长期稳定运行。

1 探井作业优化方法

1.1 地质勘探方法

1.1.1 高分辨率地球物理方法的使用

高分辨率的地震勘探和电磁勘探^[1]等方法能够提供更精细的地质信息,从而有效降低勘探误差。地球物理勘探涉及多种方法,包括地震勘探、电磁法、重力法等。为了提高勘探的安全性,应根据具体地质条件选择最适用的地球物理方法^[2]。例如,在高地应用地震勘探,而在地下水较为丰富的地区更适合采用电磁法。通过这些勘探方法,能够更准确地定位潜在的油气储层,并为后续探井作业提供准确的地质背景。

1.1.2 先进的地质勘探技术

结合先进的地质勘探技术,如三维地震成像和电磁测量,能够进一步提高地质勘探的效率和准确性。不仅能够识别地下结构,还可以区分不同类型的地质体,为油气储层的准确定位提供更详细的信息^[3]。在实施这些技术时,需要注意的是其对设备和人员的技术要求,确保在操作过程中安全可控。

1.2 井孔钻探优化方法

1.2.1 高效钻井设备的应用

选择高效、可靠的钻井设备对于确保井孔钻探的安全性至关重要。

使用性能卓越的设备能够提高操作效率,减少勘探周期,降低人为错误的发生概率。依靠自动化和遥控技术能够最小化人员直接参与的需求,降低事故发生率。

1.2.2 实时监控系统和紧急停井 系统的应用

引入实时监控系统对井孔钻 探的关键参数(井孔状态、钻头 性能、井内压力等)进行实时监 测,有助于及时发现潜在问题, 降低事故的发生概率。同时,紧 急停井系统的实施能够在发现异 常情况时迅速停止钻探操作,防 止事故进一步扩大。

1.2.3 高质量钻头和钻井液的应用

选择高质量的钻头和钻井液 有助于降低钻探过程中的风险。 耐磨性强的钻头可以减少因摩擦 导致的钻头损坏,提高操作的稳 定性。同时,使用合适的钻井液 可以防止井孔坍塌,确保井孔的 稳定性,减少地层对环境和井孔 设备的影响。

1.2.4 定期检查和维护设备

定期进行设备检查和维护是确保井孔钻探安全性的重要步骤。 检查设备的机械部件、电气系统 以及润滑系统,及时发现并修复 潜在问题,确保设备正常运行。

1.2.5 安全培训和标准操作规程

为操作人员提供全面、系统 的安全培训,熟悉设备操作和紧急 情况处理,并制定详尽的标准操作 规程,确保操作人员严格遵守操作 流程,最大限度地减少人为错误。

1.3 数据分析优化方法

1.3.1 使用先进数据分析工具

选择先进的数据分析软件和 算法是确保数据分析准确性的基础。这些工具能够高效、快速地 批量处理地质和地球物理数据, 提高对油气储层的解释质量。

1.4.2 应用机器学习和人工智能 技术

引入机器学习和人工智能技术,通过分析历史数据和地质特征,提高对潜在油气储层预测的准确性。在应用技术时,需要确保数据的质量和准确性以及算法的透明度和可解释性。机器学习模型可以通过自动识别模式和趋势,达到改善数据解释的效果。

1.4.3 数据验证和校正程序

为了确保分析结果的可靠性,实施数据验证和校正程序至关重要。涉及对采集的数据进行实时验证和校正,以纠正偏差和误差。在这一环节的修正下,有助于提升数据使用的可信度。

2 建井作业优化方法

- 2.1 井位选择优化方法 [4]
- 2.1.1 地质、地球物理和地球化 学调查的整合

为了优化井位选择的安全性, 应对地质、地球物理和地球化学 进行全面调查。通过整合调查数 据,获得地下地质构造、油气藏 分布和岩性等关键信息。综合分 析多源关键信息准确评估潜在地 质风险,为井位选择提供可靠的 依据。

2.1.2 风险评估工具的使用

引入先进的风险评估工具,对井位周围的地质和环境风险进行全面评估。能够对潜在的地质风险进行量化,包括地层不稳定性、地下水位变化等因素。通过详细的风险评估,可以在井位选择前制定有效的风险管理计划,减少不确定性,提高决策的可靠性。

2.1.3 地理信息系统(GIS)应用^[5]

利用先进的地理信息系统(Geographic Information System, GIS),将各种地质和地球物理数据进行集成和空间分析。GIS 可以提供地理可视化,帮助决策者更好地了解地质环境的复杂性。通过 GIS 的应用,综合考虑地质特征、环境条件和基础设施等因素,在地理空间上精确定位井位。

2.2 井孔设计优化方法

2.2.1 制定安全设计标准

确保井孔设计符合最高安全标准是提高整个建井作业安全性的首要任务。及时更新现有安全设计标准,在满足国际和行业规范的同时,根据特定地质条件和环境特征进行调整。包括井孔直径、套管设计、井深等方面的详细规范,确保井孔在复杂地层中的稳定性和安全性。

2.2.2 应用先进模拟软件

利用先进的模拟软件,对不同井孔设计方案进行全面模拟和评估。 通过模拟分析,了解不同设计参数对井孔稳定性和安全性的影响,识别 潜在的问题和挑战。为施工人员提供实时的、可视化的信息,使其在实 际施工前做出更明智的决策。

2.2.3 风险评估与预防措施

在井孔设计的过程中,引入先进的风险评估工具,对地质和工程风险进行全面分析。通过识别潜在的地层不稳定性、地下水压力变化等风险因素,制定相应的预防和应对措施,如优化套管设计、调整井孔参数以及选择更适应地质条件的建井技术。

2.2.4 环境友好型井孔设计

除了安全性,技术人员应注重环境友好型井孔设计。采用水平定向钻探、合理的废弃物管理等先进技术,降低土壤扰动,减少水资源消耗,减轻建井活动对生态系统的潜在影响,努力实现建井作业与环境相协调。

2.3 并壁套管优化方法

2.3.1 遵循设计标准

根据地层特征、井深、井孔直径等因素,选择适当的井壁套管规格和材质。遵循国际和行业标准,确保井壁套管符合预期的地质和工程要求,提高整体的井壁稳定性。

2.3.2 压力测试和质量检查的实施

在井壁套管安装前,进行压力测试是确保套管耐压性的关键步骤。 应实施严格的压力测试程序,以验证井壁套管的强度和耐压性。同时, 定期进行质量检查,排除可能存在的缺陷,确保井壁套管的完整性和可 靠性。

2.3.3 环境适应性的考虑

考虑到不同地质环境的多样性, 注重井壁套管的环境适应性。根据

地层特征和环境条件的变化,灵活调整井壁套管的设计和安装方案,包 括选择具有较好的抗腐蚀性能的材料,应对地质压力和化学腐蚀。

2.3.4 自动化技术的应用

引入自动化技术,准确控制套管的安装深度和角度,减少人为因素 对操作的影响,有效提高井壁套管安装的精度和效率,提高作业的一致 性,降低操作风险。

2.3.5 高温高压环境下的适用性

对于高温高压环境下的井壁套管安装,关注材料的选择和耐热性 能。引入具有优异的高温高压性能的井壁套管材料,适应复杂地质条 件,确保套管在极端环境下的稳定性和安全性。

2.4 完井阶段优化方法

2.4.1 完善的完井计划

制定详细、完善的完井计划是确保完井阶段安全性的首要任务。该计划应包含井内设备的安装、压裂作业、注水或注气等相关操作步骤以及每个步骤的安全措施。通过合理规划和明确计划,减少操作风险,确保每个步骤的安全性。

2.4.2 设备检查和测试的程序

在完井前进行全面的设备检查和测试是确保完井安全性的重要环节,其中包括井内设备检查、阀门和管道测试等。引入高效的设备检测工具,提高设备故障的发现率,确保所有设备在完井过程中正常运行。

2.4.3 安全培训与实战演练

为完井阶段的操作人员提供必要的安全培训是确保作业安全性的关键。培训内容涵盖设备操作、紧急情况处理、危险品防范等。此外,组织实战演练,使操作人员能够在模拟的紧急情况下迅速、有效地应对,提高其应对突发事件的能力。

2.4.4 完井液的环保选择

在完井液的选择上,注重环保性能,选择对环境影响较小的完井液⁶⁰。选择环保型的完井液,不仅能够保护生态环境,还有助于降低运营成本和环境合规性风险。气井完井液的技术要求如表1所示。

2.4.5 数据监测与分析

建立完善的数据监测与分析系统,对完井过程中产生的数据进行实时监测与分析。识别潜在问题,优化操作流程,并及时调整完井计划。通过数据的监测与分析,提高对井内状态的实时把控,确保完井过程的安全性。

结语

本文一方面强调了在建井探井作业中应用安全系统工程学原则的必要性。地质勘探、井孔设计、钻井过程、井壁套管安装以及完井阶段等环节的综合考虑,有助于最大程度地降低潜在的地质和工程风险,确保作业的安全性。另一方面详细探讨了在建井作业中的安全性优化措施,包括井位选择、钻井过程、井壁套管的安全性优化。通过综合运用现代技术和方法,不仅可以提高勘探的准确性,还能降低作业风险,确保探

表 1 气井完井液的技术要求

性能参数	技术指标
毒性	无毒
氯离子含量 /(mg/L)	≤ 1000
岩芯渗透恢复率 /%	≥ 80
腐蚀速率 / (g·m ⁻² ·h ⁻¹)	≤ 0.1
滤失量 /mL	≤ 20
相对膨胀率 /%	≤ 20
抗温 /℃	≤ 160
pH 值	6~9
密度 /(g/cm³)	$1.0 \sim 1.8$
表观粘度 /mPa·s	≤ 20

井作业在高效和安全的条件下进行。同时,提出了持续改进的重要性,从监测与评估、持续培训和教育、技术创新与研发、风险管理与危机应对以及持续改进文化等多个层面,推动作业流程的不断完善。通过建立学习型组织和持续改进的文化,探井建井作业团队能够更好地适应行业变革,不断提升整体水平。В

引用

- [1] 刘云鹤,殷长春,蔡晶,等.电磁勘探中各向异性研究现状和展望[J].地球物理学报,2018,61(8):3468-3487. [2] 姜修道,朱光明,孙渊.地球物理方法在中国油气资源战略选区中应用的可能性:以藏北羌塘盆地为例[J].地质通报,2006(增刊2):1196-1200.
- [3] 陈镝.石油开发过程中地质勘探技术的创新[J].中国石油和化工标准与质量, 2017,37(16):177-178.
- [4] 张东海.井位优选技术[J].钻采工 艺,1995(1):1-3.
- [5] 胡祎.地理信息系统(GIS)发展 史及前景展望[D].北京:中国地质大 学,2011:34.
- [6] 薛森.完井液用缓蚀剂研究进展[J]. 化工管理,2023(20):110-113.