

复杂地质条件下钻井监督工作中的风险识别 与防范措施研究

刘振

胜利油田分公司石油工程监督中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7463

[摘要] 随着石油勘探逐步深入地下深部, 复杂地质条件下的钻井作业成为常见现象, 然而复杂地质环境的多变性和不确定性, 使得钻井作业伴随着较高的风险。本文旨在探讨复杂地质条件下钻井监督工作中的风险识别与防范措施。通过对地质、设备与技术、管理和外部环境等方面的风险进行分析, 文章总结了不同类型风险的成因与表现, 并提出了有效的识别方法, 如地质勘探、设备监控、风险评估与模拟仿真等。研究表明, 通过实时监测、科学评估和风险预警, 可以有效识别和防范潜在风险, 从而保障钻井作业的安全性与高效性。

[关键词] 复杂地质条件; 钻井监督; 风险识别; 风险防范

Study on risk identification and preventive measures in drilling supervision under complex geological conditions

Liu Zhen

Petroleum Engineering Supervision Center of Shengli Oilfield Company

[Abstract] With the gradual deepening of oil exploration, drilling operations under complex geological conditions have become a common phenomenon. However, the versatility and uncertainty of complex geological environment make drilling operations associated with high risks. This paper aims to explore the risk identification and prevention measures of drilling supervision under complex geological conditions. Through the analysis of risks in geology, equipment and technology, management and external environment, the paper summarizes the causes and manifestations of different types of risks, and puts forward effective identification methods, such as geological exploration, equipment monitoring, risk assessment and simulation. The research shows that through real-time monitoring, scientific assessment and risk early warning, the potential risks can be effectively identified and prevented, so as to ensure the safety and efficiency of drilling operations.

[Key words] complex geological conditions; drilling supervision; risk identification; risk prevention

引言

随着石油、天然气等资源的勘探开发逐步深入地下深部, 复杂地质条件下的钻井作业已成为当今石油勘探开发中的常见现象。然而, 复杂地质环境下的钻井作业, 因其地质条件的多变性和不确定性, 往往伴随着较高的风险^[1]。钻井监督工作是确保钻井安全、高效进行的关键环节, 涉及对钻井过程中的各类风险进行有效的识别和防范。因此, 系统探讨复杂地质条件下钻井监督工作中的风险类型、成因及其识别方法, 就此提出相应的防范措施, 对于钻井作业的顺利开展重要重要的实践意义。

一、复杂地质条件下钻井监督工作中的风险类型及其成因

1. 地质风险

地质风险是钻井监督工作中最为常见的一类风险, 尤其在复杂地质条件下尤为突出。由于地层的复杂性, 地下地质的变化难以完全预测, 钻井监督员必须在地质勘探信息的基础上,

实时调整钻井策略。地质条件的变化可能导致压力异常、地层塌陷或井喷等事故的发生^[2]。例如, 在遇到高压气层、含水层或易塌陷的地质环境时, 钻井作业中容易出现井壁不稳、钻头卡滞等问题。尤其是地质勘探数据不充分或存在误差时, 钻井监督员往往很难完全掌握井下地质的变化趋势, 进而影响决策。在这种情况下, 监督员若未能及时采取有效措施, 可能导致井喷、气体喷发或井液外泄等重大安全事故。

2. 设备与技术风险

设备与技术风险是钻井监督工作中不可忽视的一个重要方面。钻井作业需要依赖大量的机械设备和高精度技术, 如果设备出现故障或技术应用不当, 就会对作业过程产生严重影响。在复杂地质条件下, 钻井设备面临更为严苛的工作环境, 设备磨损速度加快, 容易发生故障, 特别是钻头、泵送系统、旋转设备等关键部件。一旦设备发生故障, 可能导致钻井进度受阻, 甚至引发安全事故。技术风险也同样不容忽视, 钻井监督员在复杂的地质环境中需要采用灵活的技术手段, 但如果技

术操作不当，如钻井液的配比错误、钻进速度过快或钻头磨损不及时更换，都可能导致作业失败或事故发生。此外，若钻井监督员对新型设备的操作不熟悉或技术手段更新不及时，也可能导致设备性能无法最大化发挥。

3. 安全管理风险

安全管理风险是钻井监督工作中的核心问题之一，复杂地质条件下的钻井作业环境不稳定，任何疏忽都可能导致人员伤亡或设备损坏^[3]。安全管理风险的根源在于钻井监督员的安全意识、操作规程的执行情况以及应急处置的准备情况。如果安全规程执行不严格，或者监督员未能充分认识到作业中可能存在的危险性，事故发生的概率就会增加。特别是在高风险作业时段（如遇到井喷、爆炸等紧急情况），监督员需要快速做出反应，及时采取有效措施，避免事态扩大。如果应急响应不及时或人员协调不力，事故可能造成无法挽回的损失。此外，监督员若未定期进行安全培训或操作演练，也会增加操作失误的风险。

4. 环境与外部因素风险

在复杂地质条件下，钻井作业不仅仅要考虑地下环境的变化，地面环境和外部因素也可能对钻井作业产生影响。恶劣的天气、突发的自然灾害、地面设施的突发故障等，都可能导致作业中断或事故发生。例如，在暴雨、雪灾或极端高温天气下，钻井设备可能因为电力中断、设备冷却不足而出现故障，甚至无法继续作业。另一方面，地下水位变化、地面沉降或附近土壤的湿度变化，也可能影响到钻井平台的稳定性。在一些偏远地区，地理环境的恶劣和交通不便也会导致设备和物资的调配困难，增加作业难度。此外，外部的法规和政策变动，或社会环境的不稳定，也可能影响钻井项目的推进。

二、钻井监督中的风险识别方法

1. 地质勘探与数据分析

地质勘探是钻井监督中风险识别的基础。通过对钻井现场及周围地层的详细勘探，获取准确的地质数据，是判断地质风险的第一步。钻井监督员应利用前期的地质勘探资料、钻井资料及历史数据，分析地下地质层的压力、温度、含水层及气体层的分布情况。随着钻井过程的深入，监督员还需要依靠实时地质数据（如岩屑样本、钻井参数等）来动态评估地下环境的变化^[4]。数据分析的重点是识别异常地质特征，例如可能存在的异常压力区、软弱地层等，这些都是引发井喷、地层塌陷等事故的潜在危险。在这一过程中，钻井监督员需要与地质专家密切合作，确保数据分析的准确性和及时性，能够提前识别出地层的变化，避免因地质问题导致的作业风险。

2. 设备监控与故障预警

设备是钻井作业的核心，设备故障往往是导致钻井过程中出现风险的主要因素之一。为了有效识别设备风险，钻井监督员应依赖设备监控系统，实时监测钻井设备的运行状况。现代钻井设备配备了多种传感器，能够实时采集设备的振动、温度、压力等信息，帮助监督员识别潜在的设备故障。例如，钻井泵、旋转设备、钻头磨损等关键设备的异常运行，可能是设备故障的早期预警信号。通过建立设备故障预警机制，对设备的运行数据进行实时分析和预测，能够有效识别出潜在故障风险。在此基础上，钻井监督员应定期检查设备状况，安排必要的设备维护和保养工作，以减少设备故障对作业安全的威胁。

3. 风险评估与模拟仿真

风险评估是钻井监督中的核心环节，通过对不同风险因素的综合评估，识别出最可能影响作业安全的因素。钻井监督员可利用风险评估模型对作业过程中可能遇到的各种风险进行量化分析，评估其发生概率和影响程度。这些评估模型通常包括地质、设备、作业流程等多个维度，能够帮助监督员识别出可能导致安全事故的关键风险点。此外，随着技术的进步，模拟仿真技术被广泛应用于风险识别中。通过构建虚拟的钻井环境，模拟钻井作业中的各种操作和应急情况，可以提前识别潜在的风险和操作失误。例如，利用地质信息进行流体动力学仿真、井喷模拟等，能够为实际作业提供有效的风险预警，帮助监督员提前制定应对措施。

4. 实时监测与远程数据分析

在复杂地质条件下，钻井作业环境充满不确定性，因此实时监测和远程数据分析成为重要的风险识别手段。通过在钻井现场部署传感器和监测设备，监督员可以实时获取作业过程中各项关键参数，如井下压力、温度、钻井液流量、泥浆比重等。这些数据的实时传输和分析，能够帮助监督员快速识别异常变化。例如，井下压力突然升高、钻井液流量异常等，都可能是潜在风险的信号。通过远程数据中心进行数据的实时处理和分析，可以实现更高效的风险识别和决策支持。此方法可以大大提升监控的效率和准确性，尤其适用于地质条件复杂、作业环境恶劣的区域。实时监测系统能够及时发现设备故障、地质变化等因素引发的潜在风险，为监督员提供决策依据，有助于在风险发生前采取预防措施，确保钻井作业的安全。

三、钻井监督工作中的风险防范措施

在复杂地质条件下，钻井监督工作需要采取有效的风险防范措施，以减少各种潜在的风险带来的影响。

1. 地质风险防范措施

针对地质风险，钻井监督员应加强地质勘探和地层分析，确保钻井作业前充分了解地质特征。钻井监督员需要在前期地质勘探基础上，结合最新的井下数据，动态调整钻井策略。为了防止高压气层、含水层或易塌陷地质环境带来的危险，应加强对钻井液的管理和压力控制。例如，在遇到高压区时，及时调整钻井液密度，确保液柱压力足够支撑井壁。监测仪器的使用也非常重要，实时监控井下压力、温度等关键数据，及时发现异常并作出调整。若出现井壁不稳或钻头卡滞等问题，应立即减慢钻进速度，或者使用适当的井壁稳定剂。同时，钻井监督员还应定期与地质专家沟通，获取最新的地质动态信息，避免误判和盲目操作。

2. 设备与技术风险防范措施

针对设备与技术风险，钻井监督员需要加强设备维护和定期检查，对设备的运行状况进行实时监控，特别是对关键设备如钻头、泵送系统、旋转设备等，确保其处于良好的工作状态。钻井监督员应采用现代化的监控技术，如传感器、远程数据分析系统，及时发现设备故障的早期信号^[5]。此外，要加强对技术操作的培训和技能提升，确保钻井监督员熟练掌握新型设备的操作。对于技术风险防范，钻井监督员要精确控制钻井液的配比，定期检查钻头磨损情况，并根据实际地质条件调整钻进参数，如钻进速度、循环泥浆量等。实施严格的技术标准和操作规范，避免因操作不当导致的技术故障。遇到新型技术或

设备时, 监督员应提前进行模拟演练, 确保技术操作的准确性。

3. 安全管理风险的防范措施

针对安全管理风险的防范, 需要从提高全员的安全意识和强化操作规范入手, 通过定期的安全培训和应急演练, 使所有参与钻井作业的人员熟悉作业中的潜在危险, 并掌握应急处理程序。在钻井作业前, 钻井监督员应对现场进行安全评估, 识别作业中的关键安全点, 以工程设计为依据, 根据地层和井下情况, 充分利用综合录井的有关数据、图表, 掌握井下动态, 合理选择钻头、喷嘴, 优选钻井参数, 制定相应的防范措施。此外, 要强化现场安全管理, 确保安全规程严格执行, 定期检查各类设备的安全性能, 保证设备无故障。在作业过程中, 监督员应始终保持警惕, 确保操作符合安全要求, 对可能的安全隐患及时采取措施。例如, 当遇到高风险的作业时段, 如井喷风险高的地层, 监督员应特别关注井口压力、井壁稳定性等关键数据, 避免任何疏漏。在应急处置方面, 钻井监督员应熟悉所有应急设备的使用, 确保在出现意外情况时能够迅速反应, 采取有效的应急措施, 最大限度地减少事故损失。

4. 环境与外部因素风险的防范措施

针对环境与外部因素的风险防范, 钻井监督员要对外部环境进行准确评估和预测, 密切关注天气预报和地质灾害的预警信息, 提前做好应对准备。特别是在极端天气(如暴雨、雪灾、高温等)下, 提前部署应急设备和防护设施, 确保钻井作业能够持续进行。例如, 恶劣天气下, 可以预备备用电源系统, 避免因停电导致设备故障。对于可能的自然灾害, 如泥石流、地面沉降等, 监督员应结合地面环境变化, 及时调整钻井作业计

划, 并加强现场的物资调度。此外, 远离交通便利的区域时, 钻井监督员要提前协调设备和物资的供应, 确保作业不受外部环境的影响。在法规和政策的风险防范方面, 钻井监督员应确保钻井作业符合法律法规要求, 定期关注相关政策的变化, 避免因法规变动而导致作业停滞或违法。

五、结语

复杂地质环境的多样性和不确定性要求钻井监督员具备高度的风险意识和灵活的应对能力。随着技术的不断进步, 模拟仿真与数据分析在风险识别中的应用, 将进一步提高钻井作业的安全性与效率。为了保证钻井作业的顺利开展, 今后应加大对钻井技术的研究与投入, 加强现场人员的专业培训, 完善应急响应机制, 构建更加完善的风险防控体系。

[参考文献]

- [1]杨小斌, 李虎成, 张永鹏. 加强质量控制提升钻井监督效果的措施分析[J]. 石化技术, 2023, 30 (08): 180-182.
- [2]彭琳, 李霜, 袁可, 曾凤. 钻井监督在井控管理过程中的作用发挥[J]. 天然气技术与经济, 2023, 17 (01): 55-59.
- [3]赵江源, 张玉强, 程欢, 武志华. 青海油田钻井监督工程质量与井控管理实践[J]. 中国石油企业, 2021, (08): 78-79.
- [4]杨卓贤, 白相双, 詹燕涛, 徐新鑫, 佟安琪, 蒋海洋. 钻井工程一体化监督决策能力与风险管控实效[J]. 石油工业技术监督, 2019, 35 (09): 29-31.
- [5]崔彦立, 赵彦彬, 闫志刚, 曹元平, 魏锦渊, 刘强, 温立, 王宝剑. 吐哈油田钻井工程点控监督体系的探索[J]. 石油工业技术监督, 2016, 32 (09): 5-9.

上接第 31 页

为健全监督机制, 施工单位要建立和健全施工质量监督机制, 明确监理职责与权限, 保证监理工作独立、权威。同时制定了详细监理计划及监理细则以实现关键施工环节的全程监理。以桥梁施工为例, 要对桩基施工, 承台施工和墩柱施工这几个关键工序实施重点监管; 严格把好钢筋的加工和安装, 模板的支设和拆除, 混凝土的浇筑和维护等环节。监理单位要有充足的监理人员及设备资源以保证监理工作全面覆盖并得到有效落实, 要加大施工期间施工现场巡视与检查, 发现问题并及时整改。同时加强与施工单位之间的沟通协调, 共同促进工程质量、安全等各项指标的提高。在监督管理工作当中, 材料管理属于其中一个非常重要的组成部分, 施工单位要严格把好建筑材料关, 保证所购材料质量过关并达到设计要求。采购材料时, 要选择声誉好, 品质可靠的供应商配合; 材料验收时, 要按有关标准、规范检查、检测; 材料储存及使用期间要做好防潮, 防晒及防火工作, 保证材料性能稳定可靠。以一座桥梁工程为例, 施工单位对其材料管理进行严格控制, 采购钢筋时选择有相应资质及声誉的钢材供应商配合; 钢筋验收时, 根据有关标准及规范开展外观检查, 尺寸测量及力学性能试验; 钢筋存放及使用期间, 通过设置遮阳棚并加盖防雨布的方法来防止其锈蚀变形, 采用严格材料管理措施保证钢筋材料质量及性能满足设计要求。另外施工单位也应加强施工废弃物处理与资源化利用, 如桥梁施工过程中排放的废渣, 废水及其他废弃物要按有关规定分类收集处理; 对废旧钢材, 模板等可回收利用废弃物要资源化利用, 以降低资源浪费, 减少环境污染。通过

强化材料管理与废弃物处理, 能够促进道路桥梁工程可持续发展与环境保护。

结束语

综上所述, 道路桥梁施工管理存在的问题是不可忽视的, 这些问题直接影响着工程质量, 施工安全和城市交通畅通。通过深入分析和实施优化策略, 不仅能显著提高施工效率和工程质量, 更能给人们提供一个更安全可靠的交通环境。放眼未来, 伴随着科学技术的发展与管理理念的创新, 路桥施工管理必将迎来更加智能化与精细化的工具。要不断探索和实践, 优化管理流程和加强施工安全, 保证每座桥和每条路都能成为城市发展坚实的基石, 助力于建设更便捷更安全交通网络。

[参考文献]

- [1]房晨光. 道路与桥梁施工技术管理及其质量控制措施[J]. 新城建科技, 2023, 32 (23): 169-171.
- [2]常学鑫. 市政工程道路与桥梁施工质量管理探析[J]. 建材发展导向, 2023, 21 (24): 48-50.
- [3]秦泉. 道路与桥梁施工技术与质量控制对策研究[J]. 运输经理世界, 2023, (34): 109-111.
- [4]李梦璠, 白天胜, 刘攀, 肖帅. 道路与桥梁施工管理的技术要点分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (22): 234-236.
- [5]高阳. 市政工程道路桥梁施工管理与控制思路探究[J]. 石材, 2023, (12): 63-65.
- [6]唐微. 市政道路桥梁工程的施工管理及施工控制措施[J]. 中国设备工程, 2023, (19): 256-259.