

# 基于精细化管理的钻井工程成本影响因素分析与优化路径

王亚南 (中原石油工程公司钻井一公司, 河南 濮阳 457000)

**摘要:** 钻井工程作为石油天然气开发的主要环节, 具有投资规模大、施工周期长、技术复杂度高、风险因素多等各项特点, 其成本控制水平直接影响油气田开发项目的整体经济效益, 如果在以上环节得不到科学和精准管理, 会给油田企业的资金管理和成本控制带来极大的风险。本文以某油田区块钻井工程项目为实际案例, 分析了钻井工程成本的影响因素, 提出了全流程优化路径, 助力企业石油钻井工程实现全流程精细化管理, 全方位提升油气田开发项目管理水平, 实现节本增效的目标。

**关键词:** 精细化管理; 钻井工程; 成本影响因素分析; 优化路径

**中图分类号:** TE24      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-5167 (2026) 002-0070-03

## Analysis and optimization path of factors affecting drilling engineering cost based on refined management

Wang Yanan (China National Petroleum Engineering Co., Ltd. Drilling Company No.1, Puyang Henan 457000, China)

**Abstract:** As the main link of oil and gas development, drilling engineering has the characteristics of large investment scale, long construction period, high technical complexity and many factors. The level of cost control directly affects the overall economic benefits of oil and gas field development projects. If the above links are not scientifically and precisely managed, it will bring great risks to the fund management and cost control of oilfield enterprises. This article takes a drilling project in a certain oilfield block as an actual case, analyzes the influencing factors of drilling project costs, proposes a full-process optimization path, helps enterprises achieve full-process refined management of oil drilling projects, comprehensively improves the management level of oil and gas field development projects, and achieves the goal of cost reduction and efficiency improvement.

**Keywords:** refined management; drilling engineering; cost influencing factor analysis; optimization path

精细化管理模式通过标准化流程、精准化管控实现资源最优配置和效益最大化, 为钻井工程成本控制提供了新的解决方案。本文以某油田区块钻井工程项目为研究载体, 分析了成本影响因素, 构建科学可行的优化路径, 以此提升油气田企业提升钻井工程成本管理水平。

### 1 工程案例

#### 1.1 项目信息

本案例选取的油田区块钻井工程项目陆上油气钻井工程, 项目位于我国中西部油气勘探开发核心区域, 区块总面积约 120km<sup>2</sup>, 地质构造属于复杂断块油气藏, 储层埋深 2800-4200m。项目共部署开发井 15 口, 其中直井 6 口、定向井 7 口、水平井 2 口, 设计总钻进尺 58600m, 平均单井深度 3907m。项目原计划施工周期 18 个月, 预算总成本 12680 万元, 其中已完工 6 口井累计预算 5860 万元, 平均单井预算成本 845.3 万元, 单位进尺预算成本 2164 元/m。

项目施工配备 ZJ70D 型钻机 3 台、ZJ50D 型钻机 2 台, 配套钻井泵、固控系统、井口设备等专业设备共

42 台(套), 施工人员共计 186 人, 其中技术人员 45 人、操作工人 121 人、管理人员 20 人。项目于 2021 年 3 月正式开工, 初期按照传统管理模式推进施工, 至 2021 年 9 月完成 6 口井的钻井作业, 实际发生成本 6830 万元, 平均单井成本 1138.3 万元, 单位进尺实际成本 2913 元/m, 较预算分别超支 16.5% 和 34.6%, 施工周期较计划延误 1.5 个月, 成本超支和工期延误问题较为突出, 严重影响了项目整体经济效益<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 项目成本构成及偏差分析

项目成本具体构成及偏差情况如下表 1 所示。

从表 1 数据可以看出, 项目成本超支主要集中在设备成本、技术服务成本和人工成本三大类, 三者超支金额合计 819 万元, 占总超支金额的 84.4%, 是导致项目成本超支的因素。

### 2 钻井工程成本影响因素的分析

#### 2.1 技术因素

技术因素是影响钻井工程成本的核心内生因素, 直接决定了钻井施工的效率 and 安全性。钻井工艺选择方面, 项目初期对定向井和水平井的钻井工艺选择缺

表1 项目钻井工程成本构成及偏差分析表

成本类别	预算金额 (万元)	实际金额 (万元)	占预算比例 (%)	占实际成本 比例 (%)	超支金额 (万元)	超支率 (%)	主要超支原因
设备成本	2160	2685	36.9	45.6	525	24.3	设备故障率高(平均12.3%),维修费用增加,设备租赁周期延长,租赁费用超支
人工成本	1080	1215	18.4	20.6	135	12.5	施工效率低,加班时长增加,技术人员津贴、野外补贴等额外支出超出预算
材料成本	1440	1566	24.6	26.6	126	8.7	钻井液、套管等关键材料损耗率高(平均8.9%),材料价格波动导致采购成本增加
技术服务成本	864	1023	14.7	17.4	159	18.4	井眼稳定性差,井漏、卡钻等复杂情况频发,需额外聘请技术专家提供解决方案
其他成本	316	341	5.4	5.8	25	7.9	安全环保投入增加,临时设施建设费用超出预期,行政办公、交通差旅等费用管控不严
合计	5860	6830	100	100	970	16.6	

注:表中预算金额为已完工6口井的累计预算,实际金额为累计发生成本,超支率=(实际金额-预算金额)/预算金额×100%。

乏精细化论证,采用传统的转盘钻井和复合钻井工艺,对于复杂断块油气藏的适应性较差,导致钻井过程中井眼轨迹控制难度大,定向纠偏频次增加,额外消耗钻井时间累计达126h,增加成本支出180万元。井眼轨迹设计方面,初期设计的井眼轨迹曲率较大,平均造斜率达 $8.5^{\circ}/100\text{m}$ ,导致钻井过程中钻具磨损加剧,钻具更换频次增加30%,钻具消耗成本较预算多支出120万元<sup>[2]</sup>。

机械钻速是影响钻井成本的关键指标,根据钻井工程成本测算公式:

$$C=(C_1 \times T + C_2 + C_3 \times Q)/H \quad (1)$$

式(1)中,C为单位进尺成本(元/m), $C_1$ 为单位时间固定成本(元/h),包括设备租赁、人工薪酬等固定支出,T为钻井周期(h), $C_2$ 为一次性投入成本(元),包括井场建设、套管购置等, $C_3$ 为单位材料消耗成本(元/m<sup>3</sup>),Q为材料消耗量(m<sup>3</sup>),H为钻井进尺(m)。

由公式(1)可知,在其他条件不变的情况下,钻井周期T与单位进尺成本C呈正相关关系,而机械钻速 $v=H/T$ ,因此机械钻速与单位进尺成本呈负相关关系。

## 2.2 管理因素

在预算管理方面,项目初期预算编制缺乏精细化数据支撑,采用类比估算和经验系数的传统方法,未结合区块的地质特征、施工难度等具体情况进行精准测算,导致预算与实际施工情况偏差较大。例如,对井漏、卡钻等复杂情况的费用预算不足,仅按常规区块的1.2倍系数编制,而实际发生的复杂情况处理费

用是常规区块的3.5倍,预算缺口达180万元。资源配置方面,设备和人员配置缺乏动态调整机制,技术人员配置不合理,定向井技术人员仅配备8人,导致在3口定向井同时施工时出现技术人员短缺,不得不从外部临时聘请,增加人工成本60万元。

在流程管控方面,项目缺乏标准化的施工流程和质量管控体系,钻井、固井、完井等环节的衔接不够顺畅,出现工序重叠和等待时间过长的问题。质量管控不到位,1口井因固井质量不合格需进行二次固井,额外增加成本85万元<sup>[3]</sup>。

在人员管理方面,缺乏完善的绩效考核和激励机制,施工人员的积极性和主动性不足,导致施工效率低下,无形中增加了人工成本。

## 3 基于精细化管理的钻井工程成本优化路径

### 3.1 技术精细化优化

在钻井工艺选择方面,针对区块复杂断块油气藏特征,引入牙轮钻头和螺杆钻具以及复合钻井一体化钻井工艺,该工艺具有钻速高、井眼轨迹控制精准等优势。通过室内实验和现场试验,选用HJ517G牙轮钻头,配套螺杆钻具,工作排量30-35L/s。采用复合钻进方式,地面转速控制在40-60r/min,优化了钻井参数组合,钻压150-190kN,泵压25-30MPa。在后续9口井的施工中,该工艺的应用使得平均机械钻速提升至8.5m/h,较前期提高25%,单井施工周期缩短6-10天,累计节省施工时间840h,减少设备租赁和人工成本支出588万元。

在井眼轨迹设计方面,采用精细化的井眼轨迹优化软件,结合区块地质模型,将定向井和水平井的平

均造斜率降至  $6.5^{\circ}/100\text{m}$ , 减少了钻具磨损和钻井液循环阻力。通过优化, 钻具更换频次减少 20%, 钻具消耗成本降低 180 万元, 钻井液循环阻力降低 15%, 钻井泵能耗减少 25%, 累计节省能耗成本 65 万元。

钻井液体系选型方面, 研发并应用了适合高压、高含硫环境的“聚磺防塌钻井液体系”, 该体系以磺化酚醛树脂为主要处理剂, 添加防塌剂、封堵剂和除硫剂<sup>[4]</sup>。通过现场应用, 钻井液损耗率从 8.9% 降至 4.2%, 较前期降低 52.8%, 9 口井累计节省钻井液消耗  $480\text{m}^3$ , 减少材料成本 144 万元, 该体系有效提升了井眼稳定性, 后续 9 口井未发生井漏、卡钻等复杂情况, 技术服务成本较前期减少 320 万元。

### 3.2 管理精细化

在预算管理方面, 建立三级预算和动态调整的精细化预算管理体系。一级预算为项目总预算, 基于区块地质数据、施工方案和市场价格进行精准测算。二级预算为单井预算, 根据每口井的井型、井深、地质条件等具体情况, 将总预算分解至各单井。三级预算为工序预算, 将单井预算进一步分解至钻井、固井、完井等各个工序, 实现预算的精细化管控建立预算动态调整机制, 每月根据施工进度、市场价格变化和成本偏差情况, 对后续预算进行调整优化<sup>[5]</sup>。

在资源配置方面, 构建供需匹配和动态调度的精细化资源配置体系。设备配置上, 根据单井施工进度和设备需求, 制定设备租赁和调度计划, 避免设备闲置。建立设备全生命周期管理体系, 加强设备日常维护和保养, 降低设备故障率。同时建立“定岗、定责、定薪”的岗位责任制, 明确各岗位的工作内容和考核标准<sup>[6]</sup>。

在流程管控方面, 制定钻井工程精细化施工流程标准, 将钻井施工划分为井场准备、钻井开钻、钻进、固井、完井 5 个阶段, 涵盖 28 个关键工序, 明确每个工序的操作规范、质量标准和时间节点, 确保每个工序的顺利开展。同时, 建立工序衔接协调机制, 设立专门的协调小组, 负责各工序之间的沟通协调, 减少工序等待时间, 节省了工期, 提高了工程时效<sup>[7]</sup>。

### 3.3 数字化与协同化的精细成本管控路径

在精细化管理持续深化的背景下, 推动数字化与协同化手段融入钻井工程成本管理, 是实现成本长期可控、可持续优化的重要方向。钻井工程具有作业环节多、参与主体复杂、现场与管理分离度高等特点, 传统依赖人工统计和事后核算的成本管理方式, 难以及时反映成本变化并指导现场决策。通过构建钻井工程数字化成本管控平台, 将施工进度、设备运行、材料消耗、人工投入及技术服务费用等关键数据进行集

成管理, 可实现成本信息的实时采集与动态分析, 提高成本管理的透明度和响应效率。

在数字化应用过程中, 应以单井为基本管理单元, 建立覆盖“计划—执行—反馈—调整”的全过程成本管控链条。通过对单井成本指标的分项监测, 精准识别设备故障频发、材料损耗异常及工序效率偏低等高风险环节, 为管理人员提供科学决策依据。同时, 加强钻井工程各参与主体之间的协同管理, 推动设计、施工、技术服务及物资供应等环节的信息共享, 减少因信息不对称导致的重复作业和资源浪费。通过协同机制的建立, 实现技术方案优化、资源配置调整与成本控制目标的协同一致。此外, 应注重成本管理经验的系统总结与标准固化, 将成熟有效的管理措施转化为可复制、可推广的管理标准和操作规范, 形成钻井工程成本精细化管理的长效机制。

## 4 结语

综上所述, 随着油气勘探开发向更复杂的领域延伸, 钻井工程成本控制难度也逐渐提升, 精细化管理的作用日益明显。油气田企业通过采取精细化管理, 能够更好的提升企业管理标准化和精准性, 实现降本增效, 进一步可以帮助企业制定适合自身发展的战略目标<sup>[8]</sup>。未来, 企业精细化管理需要采取智能化和数字化技术, 构建标准的管理平台, 动态性的监测影响因素, 以此确保成本管理精准管控。

### 参考文献:

- [1] 许宏斌. 新形势下企业经济管理创新策略的探讨 [J]. 2025(01):145-147.
- [2] 魏茹熠. 企业财务成本核算精细化管理建设路径探析 [J]. 中国经贸, 2025(09):83-85.
- [3] 胡晓妮, 胡婕妤, 张阁琼. 建筑工程项目中的成本控制与效率优化策略研究 [J]. 安家, 2025(06):0238-0240.
- [4] 高绪, 中泽建设项目管理有限公司. 建筑工程中的精细化施工管理路径分析 [J]. 门窗, 2025(01):133-135.
- [5] 赵业群, 欧金洲, 章振东. 管理会计视角下提高企业财务成本精细化管理水平的路径探究 [J]. 商业会计, 2022(13):94-96.
- [6] 张祎晗. 数字化转型对企业财务管理的影响与优化路径 [J]. 中国会展, 2025(03):171-173.
- [7] 沈国江. 基于精细化管理的企业成本控制经济决策优化路径研究 [J]. 工程技术研究, 2025, 7(9).
- [8] 张衷译, 张爽, 刘攀, 熊中浩, 徐忆哲. 海外炼化企业 QHSE 管理体系运行影响因素分析及审核优化效能路径探索 [C]// 陕西省石油学会, 西安石油大学. 2024 国际石油石化技术会议论文集. 北京: 2024 国际石油石化技术会议, 2025-06-20:1-7.