

钻井工程中钻头选择对生产效率的影响及经济效益分析

张恒吉 (川庆钻探长庆石油工程监督公司, 陕西 西安 710018)

摘要: 近年来, 受经济结构影响, 我国油气资源开发力度逐渐加大, 深井、超深井等活动开发比例逐渐增加, 为良好应对开发生产压力, 相关人员需科学选择钻头。钻头作为开发、生产活动的主体部分, 对项目生产效率、经济效益具有一定影响。对此, 本文针对钻井工程中钻头选择对生产效率的影响及经济效益展开分析, 结合项目特点, 优先选择具有一定性价比的钻头方案。在提升深部复杂地层破岩效率的情况下, 延长钻头使用寿命, 进而增加石油企业整体经济效益。

关键词: 钻井工程; 经济效益; 生产效率; 研磨技术; 智能钻头

0 引言

从根本上来说, 油气钻井工程作为油气开发、生产的关键部分, 对于油气产业链的稳定运行具有一定影响。为保障能源能够稳定、持续供应, 需以钻头为突破口, 在深入分析钻头工作原理、实际类型、性能指标、选择标准的情况下, 保证钻头选择的科学性。在此基础上, 优化资源配置, 实现成本效益最大化目标。通过分析不同类型钻头在特定地质条件下的性能表现, 明确钻头选择与钻井生产效率、经济效益之间的关系, 可实现钻井效率与效益提升的协同发展。

1 钻头选择的理论基础

1.1 钻头工作原理与类型分析

在油田钻井工程中, 结合实际施工特点分析, 钻头作为至关重要的工具, 对整体钻井效率、成本具有一定影响。从工作原理方面来看, 不同类型的钻头实际应用原理具有一定差异性。

第一, 牙轮钻头, 结合钻头特点分析, 其广泛应用于软至中硬的地层, 作为一种广泛应用的钻头, 主要是以牙轮为核心, 借助其旋转的力量, 对岩石进行压碎、剪切, 在不断冲击情况下, 可实现迅速钻进目标。在应用期间, 具有工作刃长度长、扭矩小、成本低的优势, 但对于硬质地层应用效果较差, 相关人员需综合考量多方面优势、劣势, 保证钻头选择的合理性。

第二, 钻石钻头, 该种钻头实际成本相对较高, 其主要适用于硬质地层, 通过对天然、人造钻石进行切削, 使其满足应用特点。在具体应用中, 其具备寿命长、耐磨性高的优势, 可对特殊地质条件区域实施作业。

第三, PDC 钻头, 作为较为常用的钻头类型, 其可广泛应用于各种地质条件, 束缚性较小。从钻头结构方面来看, 其主要包括硬质合金基体、聚晶金刚石

复合片等部分, 具有高切削率、高耐磨性的特点, 在油井施工中, 能够显著提高钻井效率、抗冲击能力。

第四, 新型钻头, 在信息时代背景下, 钻头生产企业逐渐推出新产品, 在引入智能技术的情况下, 打造智能钻头。与普通钻头相比, 其更加具有攻击性, 在良好提升稳定性的同时, 实现对各项深部复杂地层的高效利用。

对此, 相关人员需根据不同类型钻头的优缺点进行分析, 选择科学性的钻头, 从生产效率、经济效益方面入手, 满足地质条件变化需求的同时, 实现成本效益最大化目标。

1.2 钻头性能指标分析

在钻头应用期间, 钻进速度、抗冲击能力、耐磨性等因素作为钻井工程中的主要指标, 可在一定程度上反映钻头的实际性能。结合实际情况, 在全面掌握钻头性能指标的情况下, 相关人员可基于不同地质条件, 选择针对性钻头, 有效提升钻头适应性能。钻进速度作为一项基础、直观的性能指标, 能够加快钻进作业速度, 在良好降低时间成本的同时, 满足钻进速度要求与标准, 在适当降低设备、人力等相关成本的情况下, 增强项目经济效益。另外, 从抗冲击方面来看, 钻头自身的耐磨性可影响钻头的稳定性, 在遇到部分非均质地层的情况下, 钻头安全性、完整性能得到保障, 使其保持较长服务周期的情况下, 可降低物料成本。钻头性能的提升可减少实际更换次数, 保证钻井作业的连续性。与之相比, 清岩效果可降低钻井事故几率, 提高钻井顺畅度, 保证实际生产效率。

1.3 钻头选择标准与应用

在现代钻井工程中, 为满足社会对工程的质量需求与标准, 需注重合理应用钻头, 并设置钻头选择标准。作为一个综合性的决策过程, 在选择钻头期间,

需综合考量成本控制、地质条件、钻井效率等多项因素，以钻头本身性能指标为核心，增强钻头适应能力水平。同时，应对施工区域岩石类型深入分析，深入研究地层压实程度、硬度等信息，在明确钻井目标的情况下，结合地层特性，科学确定钻井深度、钻井速度、井径大小等信息，具体选择标准与应用场景如表 1 所示。

表 1 钻头选择标准与应用场景

地层环境	适用钻头	应用场景	选择依据
软至中硬地层	牙轮钻头	用于浅层钻探	适应性强
中硬至硬质地层	PDC 钻头	用于各种地质条件，如中深层钻探	钻进速度快，耐磨性好
硬质地层	钻石钻头等	用于深层硬质岩石钻探	硬度高

2 钻井工程中钻头选择对生产效率的影响分析

2.1 在特定地质条件下的性能分析

在不同地质条件下，钻头实际性能具有一定差异性，为避免影响钻井效率，需明确不同地质条件下，钻头选择对生产效率的影响。如软至中硬地层，主要是以牙轮钻头为主，在成本低廉的同时，整体结构较为简单。同时，钻石钻头使用寿命较长，并且实际硬度较高，可广泛应用于硬质地层，但受其价格因素影响，部分成本敏感型项目较为不适用。在特定地质条件下，钻头的性能表现能够影响钻井工程质效，为掌握不同钻头的适用性，使其优化钻井效率，钻井团队需选择合理的钻头，以磨蚀性、物理特性、岩石硬度等因素为主体，选用最适用的钻头类型，使其良好应对特定的钻井挑战。在此背景下，可有效避免钻头更换的频繁性，影响工程经济、时间成本，并落实项目生产目标。

2.2 基于钻井项目的钻头方案对比

以某钻井项目为例，结合项目施工特点，其主要是以中硬砂岩层为核心，钻井团队综合分析地层特点之后，最初采用牙轮钻头，以便提升整体经济效益。然而，在后续钻进作业期间，由于该钻头使用寿命平均为 200m，在应用过程中，钻进速度仅仅达到 15m 每小时，在钻进速度缓慢的情况下，面对持续增加的钻井深度，需对其持续更换，严重影响作业效率，不利于整体成本的缩减。结合此类情况，钻井团队决定选用 PDC 钻头，结合使用情况分析，其整体寿命能够延长到 500m，从钻进速度方面来看，可达到每小时 25m。与初期钻头选择相比，可降低钻井项目成本，

从物料、时间方面入手，增强钻井项目实际质效。在良好应用 PDC 项目的过程中，虽然初期成本较高，但其性能指标更加优越，可在提升钻井效率的同时，以科学决策指导为依据，保证钻井作业的高效性、经济性，进而实现钻井项目经济效益的最大化。

2.3 钻头选择与钻井生产效率之间的关系分析

从根本上来说，钻头选择与钻井生产效率具有一定关系，为实现高效钻井，需科学选择钻头，从钻头使用寿命、钻进速度等方面入手，尽可能降低钻井项目的成本。以软至中硬地层为例，如果将其应用于腐蚀性、硬质地层中，则会直接缩减钻头寿命，并延缓钻进速度。与之相比，钻石、PDC 钻头则可应用于硬质地层，缩短钻井时间，在提高钻井速度的同时，保证钻井生产效率的提升。

3 钻井工程中钻头选择对经济效益的影响分析

3.1 钻头成本在工程总成本中的经济意义

从经济效益方面来看，钻头选择的科学性有利于降低工程总成本，在逐步减小其在总成本中比例的情况下，可降低成本开支，实现项目成本控制目标。钻头性能可在一定程度上决定钻头更换频率、钻井速度，其在经济性评估中占据重要地位。针对经济效益而言，其受管理、设备、人工等成本指标影响较大，对此，结合连带反应，需注重对钻头成本实施优化管理。通常情况下，与总成本相比，钻头成本比例为 10%—20%，在具体钻进期间，受钻井深度、技术性能、地质条件复杂程度等因素影响，成本会产生动态化波动。为保证经济效益稳定上升，可选择成本较高的钻头，依靠缩短钻井时间、更换次数等方式，增强成本比例的合理性。总的来说，钻头成本与钻井总成本之间关系较为复杂，受各种干扰因素影响，其并非是直接比例关系。为实现成本效益最大化目标，钻井团队应注重强化自身经济效益评估能力，全面掌握相关地质知识，实现成本控制的精确性。

3.2 不同钻头对钻井工程经济效益的影响

以某钻井项目为例，其主要是以深层油气藏为主，结合实际环境分析，其主要包括高磨蚀性、硬质岩石层，由于整体地质条件较为复杂，对钻头应用效果具有一定压力。在项目初期阶段，通过综合考量经济成本等因素，钻井团队优先选择牙轮钻头，实现成本控制目标。然而，随着钻进的不断深入，牙轮钻头无法满足地层钻进需求，导致钻头得到频繁更换，在严重影响钻进速度的情况下，导致产生大量额外成本，在

增加停工时间的同时,增加时间成本支出。为有效减少钻井时间,钻井团队最终选择PDC钻头,与初期方案相比,其明显减少了钻头更换次数,在保证生产时间完整性的基础上,提高钻进速度,缩减各类间接成本。对此,合理、科学的钻头可直接影响经济效益,相关人员需明确不同钻头对钻井工程经济效益的影响,通过对项目经济效益、工程总成本等因素深入分析,可有效发挥钻头的实际价值,确保钻井项目顺利成功。

3.3 基于经济效益优化钻头选择策略

3.3.1 应用科学的研磨技术

为增强钻头应用经济效益,需应用科学的研磨技术,从平直度、穿透速率等方面入手,有效延长钻头的使用寿命。针对钻头研磨方面而言,主要包括研磨轮、研磨杯,针对前者而言,其具备研磨效率高的优势,可保证钻头纽扣质量,提升穿透速率。与之相比,研磨杯能够明显增强钻头研磨质量,但受使用模式、特点等因素影响,极易导致钻头产生划痕,并导致纽扣形状产生变形,降低使用寿命,相关人员需掌握技术要点,科学选择研磨技术。通常情况下,在持续使用一段时间后,钻头边缘会逐渐锋利,导致整体结构较为脆弱,面对部分硬质地层,则会直接产生损坏情况,打破钻头运行轨迹。对此,需对其适当进行研磨,以岩石条件为核心,选择针对性钻头,提高钻孔效率,并降低偏差。以花岗岩为例,数据显示,其抗压强度约为2200bar,在钻孔过程中,钻头磨损度为10—20m,在持续使用的过程中,会增加钻孔偏差,需对其斜坡进行加固,实现成本节约目标。需要注意的是,需选择针对性的研磨机,结合工作量、施工现场情况,需对研磨数量、固定式、便携式等因素进行考量,保证整体工作的便利性,并降低钻孔生产成本,实现经济效益的增加。

3.3.2 以地层特性为施工核心

在应用钻井技术期间,为增加企业整体经济效益,需以地层特性为施工核心,结合其实际要求,应用针对性技术。从钻井队伍方面来看,需注重对其实施培训,使其强化自身对地层特性重要性的认知。优化培训内容,以现代钻井技术、方式为培训主体,保证钻井施工的综合水平。在优化钻头选择策略的过程中,需确保钻头类型与地层特性相契合,在全面考量钻井目标、地层条件、钻头成本等因素的情况下,保证钻井效率,实现最佳的成本效益比。同时,高效的钻进

性能可以显著降低总成本,增强钻头应用性价比。为良好强化钻头选择的实用性,需以地质变化、特性为核心,使其灵活应对不同钻井环境与技术的要求,在满足项目风险承受能力标准的同时,确保项目经济效益得到提升。

3.3.3 应用智能钻头技术

在油气钻井工作范围不断扩大的情况下,对于部分难钻地层而言,实际施工难度较大。为避免造成钻具损伤情况,需对岩石破碎、地质特性、钻进参数等因素进行分析,实现难钻地层提速增效目标。为有效消除作业参数不稳定、管柱力学特性等多种因素的干扰,需应用智能钻头技术,确保其能够真实反映钻具工况,实现真实数据反馈目标。在全面整合井下工程参数的情况下,防止故障问题发生几率。同时,借助自动化钻井工程技术,结合工程特点,应用人工智能、计算机等技术,使其对施工区域各参数进行自动分析、调整,弱化工作人员施工强度,并增加企业经营效益。通过采用精细化的管理方式,可有效改善钻井工作各项参数,确保实际工艺与钻井工程需求相契合,转变施工模式,提高工程整体自动化程度。在这期间,需以工程实际需求为核心,借助自动化技术与智能钻头,使其相互配合、合作,实现能源开采效率的最大化。另外,为发挥钻头智能化运转优势,需收集温度、震动、转速等数据,强化钻头感知力,顺利完整钻井并成功固井。对此,智能钻头的应用可良好适应不同区域、不同地质油气开发需要,降低作业费用,大幅提高钻井效率,不断优化施工参数,使其全面记录钻头运动状态,进而发挥钻头的最大效能。

4 结论

综上所述,合理、科学、针对性的钻头可在一定程度上提高钻井效率,并优化资源合理配置,降低钻井成本。在实际选择期间,为良好应对地质条件的变化、技术进步情况,需对钻头性能进行评估。结合具体情况,明确钻头成本在工程总成本中的经济意义,并根据钻头类型的不同,综合分析其对钻井工程经济效益的影响。在此基础上,通过应用科学的研磨技术、以地层特性为施工核心、应用智能钻头等策略,良好满足项目预算目标,并确保钻井项目可以有序、健康发展。

参考文献:

- [1] 苗雨. 衡扭矩技术在钻井工程中的应用[J]. 石油和化工设备, 2024, 27(5): 83-85+91.