

# 钻井工程技术及提高效率措施分析

施志明 刘庆杰 秦成龙 马旭东

渤海钻探工程有限公司第三钻井分公司 天津 300280

**摘要:** 石油是国家经济持续发展的重要命脉,不仅可以提高一个国家的综合竞争力,也为社会发展做出了巨大贡献。石油工业的发展与钻井技术的有效实施以及技术水平密切相关。经过几十年的发展,我国的钻井技术已经非常成熟,研究开发了许多实用、高效的钻井方法。但我国钻井技术仍存在一些影响作业效率的问题,因此加强对钻井技术的研究是十分重要的。本文主要提出了钻井技术中存在的一些问题,并提出了许多提高钻井效率的措施。

**关键词:** 钻井工程技术; 效率; 措施

## Analysis of drilling engineering technology and measures to improve efficiency

Zhimingshi Qingjie Liu Chenglong Qin Xudong Ma

The Third Drilling Branch of Bohai Drilling Engineering Co., LTD., Binhai New Area, Tianjin 300280, China

**Abstract:** Oil is an important lifeline for the sustainable development of the national economy, which can not only improve the comprehensive competitiveness of a country but also make great contributions to social development. The development of the petroleum industry is closely related to the effective implementation and technical level of drilling technology. After decades of development, the drilling technology has been mature in our country, and a lot of practical and efficient drilling methods have been researched and developed. However, there are still some problems affecting the efficiency of drilling technology, so it is very important to strengthen the research of drilling technology. This paper mainly puts forward some problems existing in drilling technology and puts forward many measures to improve drilling efficiency.

**Keywords:** drilling engineering technology; Efficiency; measure

石油被称为“工业的血液”,在生产和生活中被广泛使用,因为它可以转化为取暖油和运输燃料,同时它也是许多工业化学品的重要原料。因此,无论是人类生活还是工业生产都离不开石油,并且随着社会生产和生活必需品的不断扩大,为了满足社会各阶层生活的发展需要,石油必须保持高储量与高产量。然而,就现代石油钻井研究技术而言,并没有太大的进步,因此为了不断提高石油产量,促进国家石油工业的可持续发展,满足社会需求,需要采用更加先进的机械设备和应用技术。因此,有必要加大钻井技术的投入,持续推进资源技术升级,提高钻井效率,以增加石油产量。

### 一、钻井工程简介

石油勘探开发过程涉及多种技术,包括物理勘探、钻井、测井和石油生产。其中,钻井工程是石油勘探开发中一项十分重要的工程技术。钻井时,使用配套的钻机设备沿预定路径对地下层进行钻探,最终到达所需层,打通油气生产通道。在钻井过程和完钻之后,完成多项工作如开发测井、录井、取芯等,从而了解地下流体和地质情况的各种信息的系统工程。钻井方法主要有三种,即:冲击钻井法、旋转钻井法、旋冲钻井法。还有很多钻井设备,如钻机、钻具、辅助仪器等。不同钻井方法

所使用的钻井设备也不同。钻井程序主要可以有 3 种:钻前、钻进、完井。

### 二、钻井工程技术存在的问题

#### 1. 在钻井工程管理方面存在着严重的漏洞

一项技术工程能否正确的进行施工,与管理者的管理具有重大的关系。钻井技术也是如此。现代钻井技术管理不完善,仍存在诸多不足。例如,钻井安全管理制度不完善,存在重大漏洞;安全生产的法律法规不健全。同时,钻井安全管理责任分工也不明确。钻井技术的安全只靠安全员单个员工来维护成了一个普遍现象,这样不完善的安全管理体系也给钻井技术人员的施工也带来了困难<sup>[1]</sup>。

#### 2. 钻井工程方面的人才短缺

钻井工程方面的人才短缺,缺乏高技能的一线劳动力,难以有效提高工程钻井设施的质量和效率。导致这种现象的主要原因是企业为了降低人工成本,往往选用了资质低、经验不足的员工,部分操作人员难以按照相关规定工作,且由于钻井需要繁重的劳动、施工时间较长导致产量低下。再一个就是,没有完善的奖惩机制,没有良好的招聘渠道,企业很难留住人力资源,人才流失很严重。所以即使引进了先进的工具和设备,没有人

能够使用,也不可能提高钻井的质量和效率。

### 3. 钻井工程技术还有待提高

钻井技术是石油天然气最重要的方法。因此,技术水平在油气开发的提取和应用中起着重要的作用。然而,钻井技术不仅仅是对生产的投入,更是有着高风险、高投入、高技术的特点。而我国一些石油丰富地区的地势和地形非常复杂,如何将相应的机械设备安全稳固的安装从而进行钻井勘探,对施工技术提出了更高的要求。技术进步影响着油气开发的工作效率和方法,但深井超深井钻井技术还没有得到充分发展,需要改进。

### 4. 钻井设备落后

有句谚语说:“钻头不到,石油不冒”。钻头是石油勘探的重要工具。基础设施也会影响钻井的效率,如果技术进步了,却还在使用质量差的钻头,也会严重影响到生产效率。就像海上石油和天然气储量非常大,但我国海上钻井平台和固井机械设备陈旧,目前无法支撑深层石油勘探。钻井平台的建设仍然是处于一个短缺的状态,且石油勘探需要使用适当的测量仪器来了解石油勘探情况。然而,我国目前仍处于研发和设备使用严重不足的状态,无法精准定位,对于钻井技术的应用会造成严重的影响。

## 三、钻井工程技术分析

### 1. 高压旋喷钻井技术

随着科学技术的不断发展,石油钻井技术中应用了多项新技术,其中高压旋喷钻井技术就是其中之一。根据目前石油钻井技术应用情况分析,该技术可以减少钻井摩擦损失问题,有效提高钻井效率,加快钻井工程的施工速度,降低投资和时间成本,从而保障施工企业的经济效益。

### 2. PDC、螺杆快速钻井技术

PDC、螺杆快速钻井技术主要用于油井顶部的沙岩钻井工程。在施工过程中合理使用PDC和螺杆快速技术,是明确各方面的工作目的,保证该钻井技术符合相关工作规定。使用该技术时,钻机可以穿透沙岩井,在一定程度上降低施工能耗,加快钻井和作业速度。这样可以提高效率,减少施工项目成本。正是由于上述优点,该技术在石油钻井技术中得到了广泛的应用,并取得了良好的效果<sup>[2]</sup>。

### 3. 水平井钻井技术

水平井钻井技术以井底工具和测量设备的有效使用为基础,可保持钻井的斜角达到860度以上的水平,确保钻井项目的顺利完成。值得一提的是,如果在实际钻井作业中能够满足上述条件,水平钻井的施工效率将得到提高,水平井的产量也将大大提高,从而保证企业效益。

### 4. 欠平衡钻井技术

如果钻井液中的井底压力低于地层孔隙内的压力,可采用欠平衡钻井技术。随着我国专家和科学家研制出

旋转爆破设备和钻孔电机等重要设备,这项技术的使用范围也在不断扩大。与其他钻孔方法相比,这种方法具有很大的优势。因为该技术可以有效解决循环损失问题,对地层的破坏最小,可以有效解决井漏问题,以确保钻井施工的效率。

### 5. 连续管钻井技术

连续管钻井技术特别引人注目的是连续管的有效利用,它起源于1990年代,并逐渐进入钻井领域。连续管钻井技术的优势主要在于井场面积小,可以充分利用地面条件,使钻井工程顺利进行。此外,连续管钻井技术保持井下欠平衡,可以有效减少泥浆泄漏和地层损伤,并可用于泥浆循环使用,减少钻井所需时间,有效地减少周期并且提高了工作效率

## 四、提升钻井工程效率的措施

### 1. 建立问题预防解决机制

在钻井项目的准备阶段,项目管理人员应安排专业技术人员参与,对操作人员进行项目实施所需程序的培训,使得员工对技术的理解广泛而清晰。施工过程需要对必要的环节和对象进行严格的质量控制,以确保项目质量达标。另外,对钻井工程中出现的问题,要提前分析,建立解决问题的机制。在钻井技术上,要加强井控管理的预防预警,增加井口防喷器组合,远程控制系统、早期井涌检测系统,减少事故发生。工程师和技术人员在钻机施工中至关重要,他们的技术素质和工作态度直接决定了整个工程的质量<sup>[3]</sup>。

### 2. 培养钻井施工人才

油井钻井新技术的使用不可避免地对生产部门人员的整体素质提出了更高的要求。因此,在开发过程本身,生产部门必须进行人力资源的培训和获取。这可以从以下几个方面来实现。1)关于操作岗位,我们严格引进专业素质高、经验丰富的技术人员,并做好实操培训。2)公司应与学校建立良好的合作关系,公司推荐钻井技能优秀的人员到校学习,全力支持钻井作业的合理系统化发展。3)根据工作性质,对现有技术人员依次进行培训,使每位员工都能有效地使用新技能。4)制定科学规范的管理机制,明确各部门的具体职责,提高工作的可行性和效率。

### 3. 采用先进的钻井技术,努力弥补钻井技术的短板

先进的钻井技术是真正提高钻井效率的关键。因此,有必要引进先进的钻井技术,消除钻井技术的不足。例如,在钻井技术上,最好的选择是使用高压喷射技术和PDC+螺杆高效复合快速钻井技术。高压喷射技术可以根据情况改变钻头水眼的大小,从而通过全方位的钻井设备和技术进一步调整钻井速度和旋转钻井压力。PDC+螺杆钻头也不同于传统的钻头,它不仅能够轻易的穿透砂质岩石,而且提高了钻的头钻井效率,减少了不必要的资源能源消耗,以及相关的维护。而且,针对钻井液不能完全达标的问题,可以充分利用聚合物钻井液,不

断提高钻井速度和效率。

#### 4. 完善钻井工程技术管理制度

提高钻井工程技术的整体效率, 取决于维护良好的钻井工程企业管理制度。因此, 在施工过程本身, 施工企业必须有强大的管理制度, 合理设置先进的运行机制, 提高钻井工程施工建设整体效率。在完善相关制度的过程中, 认真研究各岗位工作的实际内容, 建立适当的责任制, 将建设责任分摊到每个员工身上。钻井施工企业还落实并严格执行安全管理、质量控制、工程项目管理等业务制度, 确保钻井安全隐患得到及时解决。如果有足够的保障, 钻井项目的建设效率也将大大提高, 为企业带来更多的经济效益。

#### 5. 优选适合复杂地质条件下的钻井液体系

通过优选适合复杂地质条件下的钻井液体系, 还可有效提高钻井效率。需要对地质成分进行初步确定和初步分析, 选择与地层岩性相匹配的钻井液。例如, 在低渗透沙岩油气藏, 低渗透危裂缝、裂缝及空隙、过压硬地层宜采用低密度欠平衡钻井液体系, 提高钻井效率和降低钻井成本, 并及时发现地质异常和识别生产层。在钻井施工过程中按照需求保证钻井液的密度、粘度和指数满足要求, 防止钻井液特性急剧变化而引起泄漏事故。在设计和建造钻井项目时, 必须尽可能避免多个钻井井位同时施工, 以避免连锁事故的发生。总的来说, 在施工前对地层的渗透性进行分析, 并应根据临井数据结合施工设计选择合适的钻井液是十分重要的<sup>[4]</sup>。

#### 6. 提升钻井技术装备及工具

在钻井设备中使用新设备和新技术可以有效提高钻井设备的效率, 使整个工作流程对工程师来说更加直观, 并有效帮助随时发现和解决问题。先进的钻机进一步决定了钻井的效率和质量, 从而提高了施工安全性。因此, 在制造前应检查钻机设备和零件, 避免出现错扣、倒扣的问题。目前, 为了减少钻井材料的消耗, 提高钻井速度, 在沙岩层中钻井, 优先选用具有高穿透力的高强度复合钻头。水平钻井技术采用 Power Drive 旋转导向系统及随钻测量仪, 实现对井眼轨迹的精确控制, 例如当井眼执行指令时, 动态钻井时平均速度提高 50%。此外, 装配顶驱的钻机可节省 20% 以上的钻井时间, 有效地减少或避免井下复杂情况。在钻井中, 使用非旋转钻杆护箍可以减少高达 95% 的套管磨损。这些新技术提高了钻井速度, 稳定了技术质量。

#### 7. 加强安全管理

钻井是一项非常复杂的作业, 施工过程中的风险程

度非常高。稍有疏忽就会导致安全事故。为此, 需要加强钻井作业的安全管理, 提高钻井效率。加强安全管理可从以下六个方面着手: 第一是在使用先进钻井技术的过程中, 应按照相关操作规范进行开发, 避免因误用而引发安全问题。第二, 在配制钻井液时, 必须仔细考虑地层的渗透性, 同时还要了解钻井的实际位置, 以及钻井液的特性和性能。成品钻井液的密度不宜过高。如果钻井液粘度不足, 应采取适当措施提高粘度, 以免在作业过程中发生泄漏事故。第三, 如果在生产过程中发生泄漏, 必须立即更换钻头, 并相应增加钻井液的粘度。第四, 如果相邻的钻探也在进行中, 则必须停止施工以避免相关事故影响两个钻探项目中的任何一个。第五是有助于科学制定施工计划, 正确分配生产任务, 做好施工前的适当准备工作, 如技术准备、资料准备等, 同时研究项目, 确定项目难点, 从而确定最好的方案。<sup>[6]</sup>

#### 五、结语

总的来说, 石油是国民经济发展和国家安全的主要能源之一, 也是人民幸福生活的必需品。但在消费量方面, 我国石油资源仍然不足, 需要提高石油勘探开发技术水平, 特别是钻井技术。目前, 我国钻井项目质量和效益低下, 严重影响石油勘探开发的效率和成功率, 影响国家石油产量和储量的提高。因此, 我国钻井企业应采取多种措施, 打破钻井技术和质量不足的锁定, 不断提高钻井装备建设的质量和效率, 创造国家石油工业的可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 王学军. 钻井工程中存在问题分析与提高钻井效率技术研究[J]. 西部探矿工程, 2020, 32(01): 43-45.
- [2] 董中磊. 钻井工程技术及提高效率措施分析[J]. 中国设备工程, 2019(20): 147-148.
- [3] 刘人铜, 崔嘉祯. 钻井工程技术分析及提高效率的措施[J]. 云南化工, 2019, 46(02): 173-174.
- [4] 牛东学. 钻井工程中提高钻井效率的措施分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(01): 23-24.
- [5] 潘冬兴. 钻井工程技术中存在的问题及提高钻井效率分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(19): 160-161.
- [6] 王振武. 钻井工程技术中存在的问题及提高钻井效率研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(02): 65-66.