

# 螺杆钻具钻进作业施工分析

崔洪亮

辽河石油勘探局有限公司辽河工程技术分公司

DOI:10.12238/jpm.v3i6.5021

**[摘要]** 螺杆钻具作为一种井底动力装置,在修井过程中常用于处理井下水泥塞、桥塞及砂垢等井内异物,目前已广泛应用于各油气田企业。但随着应用规模的扩大,施工过程中常发生进尺慢进尺少,甚至无进尺的现象。造成不能达到施工目的。针对螺杆钻具使用过程中常见的钻具卡堵、部件磨损等问题,结合冀东油田现场实际情况,从工况判断、钻具优选及操作方法等方面提出了施工质量控制应对措施,以期提高螺杆钻具的使用效率及钻进成功率。

**[关键词]** 螺杆钻具; 钻进失败; 质量控制; 使用效率

中图分类号: TH327 文献标识码: A

## Construction analysis of drilling of screw drilling tools

Hongliang Cui

Liaohe Petroleum Exploration Bureau Co., LTD. Liaohe Engineering Technology Branch Liaoning Panjin

**[Abstract]** As a well bottom power plant, screw drill is often used to treat foreign bodies in underground cement plug, bridge plug and sand scale in the well repair process, and has been widely used in various oil and gas field enterprises. However, with the expansion of application scale, the footage is often less, even less, in the construction process. Cause can not achieve the construction purpose. In view of the common problems of drilling tool plugging and component wear in the use of screw drilling tools, combined with the actual situation of Jidong oilfield, the construction quality control measures are put forward from the aspects of working condition judgment, optimization of drilling tools and operation method, in order to improve the use efficiency and drilling success rate of screw drilling tools.

**[Key words]** screw drilling tools; drilling failure; quality control; use efficiency

螺杆钻具是以修井液为动力源,能够把液体压力能转变为钻头机械能的容积式井下动力钻具,具有扭矩大、效率高、费用低和操作简单的特点。但由于螺杆钻具是一种容积式钻具,需要定量流体在一定的压差下通过,钻具才能正常工作,对结构部件间的配合要求高,若钻具内部发生卡、堵、磨等情况,可能导致压差、排量达不到额定要求,加之井下恶劣工况等因素影响,极易造成钻进失败,使得施工不连续,延长占井周期,甚至引发工程质量事故<sup>[1]</sup>。因此,科学地分析钻进失败原因,制定应对措施,对提升井下作业技术水平有着十分重要的意义。

### 1 螺杆钻具结构原理

井下作业中常用的螺杆钻具主要由旁通阀总成、防掉总成、液压电机总成、万向轴总成和传动轴总成五部分构成(图1)。修井液流经旁通阀进入液压电机,在进出口形成一定的压降,推动转子绕定子轴线旋转,将钻速和扭矩通过万向轴和传动轴传递给钻头,实现钻进<sup>[2]</sup>。目前广泛使用的钻具管柱组合为钻头+螺杆钻具+配套工具+油管。

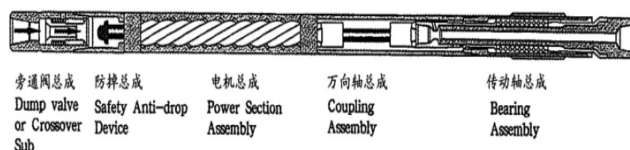


图1 常用螺杆钻结构示意图

### 2 钻进成败原因分析

螺杆钻具结构相对复杂,且需长时间在井下高温高压等恶劣条件下工作,本身就可能存在不稳定情况,加之其他一些因素综合影响,就会进一步增加钻进失败的概率。结合现场实际情况,将失败原因归纳三类:一是井况影响,主要原因是套管损坏;二是钻具质量缺陷,主要表现为转子与定子状况不良;三是操作方法不当,包括入井液性能不达标以及施工参数控制不合理等<sup>[3]</sup>。

#### 2.1 井况影响

套管损坏形式多样,但不论哪种类型套管损坏都会使套管

发生形变,致使钻头不易通过;井内异物是另一个重要原因,在钻进时封隔器胶皮、液压钳牙片、电泵卡子等异物会随钻头发生旋转,进而造成钻进失败,甚至发生卡钻等问题。受井况影响的井在钻进时常伴有泵压正常、加大钻压发生跳钻或反扭矩的现象。此外,由于钻具定子容腔多为橡胶件,额定温度一般不超过120℃。随着钻进深度的增加井温逐渐上升,影响钻具性能的诸多不利因素也逐渐显现,当达到临界点时就会导致定子橡胶脆化或膨胀“抱死”等故障发生。

## 2.2 钻具质量

螺杆钻具的性能主要由液压电机决定,通过定子和转子相互啮合,二者导程差形成螺旋密封线,同时形成密封腔,在压降作用下转子在定子中转动,密封腔沿轴向移动,完成能量的转换。当密封性能受到破坏时,修井液会直接经薄弱区域通过密封腔从钻头水眼流出,使钻具不能确保合理压降,造成电机性能降低,导致钻进失败。另外旁通阀刺漏、轴承断裂、无体受损等故障也会造成钻进效果不理想。

## 2.3 操作方法

### 2.3.1 修井液性能

影响井下作业过程中修井液性能对钻进的影响主要表现为固相含量。虽然液压电机为容积式,性能主要取决于输入流量及压降,修井液性能一般不影响钻具性能,但是循环罐池不清洁,过滤不彻底,固相含量超标时,会使电机磨损加剧,影响钻具使用寿命,固相颗粒在钻塞管柱及钻具内堆积,导致钻具堵塞,造成压力急剧上升、憋钻,致使钻进不能继续。

### 2.3.2 施工参数影

响螺杆钻具的性能主要取决于输出扭矩和输出转速,前者与电机压降成正比,后者与输入流量成正比,但钻进不能一味追逐高压差、大排量。通常情况下每级电机承受的压降以不超过0.8MPa为宜,当压降过大时电机就会失速,严重时完全停止转动;流速过快则会加大对电机、传动轴水眼及轴承组的冲蚀,同时导致反扭矩增加,可能引发光体松扣或脱落。

## 3 螺杆钻具钻进施工质量控制措施

造成螺杆钻具钻进失败的原因多种多样,且可能存在相互作用,相互影响的问题,现有工艺技术尚不能完全控制和消除,但是通过严控钻具质量,加上合理的操作使用,在一定程度上能够保证施工钻进顺畅<sup>[4]</sup>。

### 3.1 螺杆钻具工况判断

螺杆钻具是否处于正常工作状态,可以通过指重表负荷、泵压排量等相关施工参数进行判断。

#### 3.1.1 正常钻进时的工况判断

泵压和排量处于基本恒定状态,下压负荷会在一定时间内回弹,证明钻头下压部分待钻物被钻头磨散或磨碎并随修井液上返,钻具处于往复循环加压钻进状态。

#### 3.1.2 故障时的工况判断

出现钻进效果不理想时要分析螺杆钻具的运行工况,最简单的方法是通过反扭矩来验证。做法是缓慢增加钻压,若泵压上

升,排量减小,井口油管出现反扭矩。反转现象时,证明井下螺杆钻具基本工况正常。此时可上提管柱,减少钻压,如仍无进尺则应考虑施工井况影响、钻头磨损等情况,需结合返出物情况分析原因;若随着钻压的增加,井口无反扭矩现象发生,泵压和排量基本保持不变,此类情况则可能是旁通阀刺漏或液压电机的定子、转子严重磨损,此时的螺杆钻具可判断为状况不良。

### 3.2 确定最佳施工参数

在施工过程中,钻进时钻具最佳施工参数并非固定不变,需要根据实际情况随时调整优化。现场通常利用地面泵压及流量实现对井下钻具扭矩及转速的调控。因此在入井前需要确认钻具型号,明确额定工作参数,钻进中密切监控,及时合理调整参数。通常情况下施工排量以400~600L/min钻进刊,速度相对较快,钻具负载压降则要控制在额定负载压降允许范围内,现场可通过经验公式法估算合理施工泵压:

$$P_{\text{钻进泵压}} = P_{\text{循环泵压}} + \Delta P_{\text{钻具负载压降}} \quad (1)$$

$$\Delta P_{\text{钻具额定负载压降}} = 0.8N \quad (2)$$

式中:  $P_{\text{钻进泵压}}$  = 正常钻进过程汇总地面泵压, MPa;

$P_{\text{循环泵压}}$  = 正常循环降温时地面泵压, MPa;

$\Delta P_{\text{钻具负载压降}}$  = 钻具工作时电机两端压降, MPa;

$\Delta P_{\text{钻具额定负载压降}}$  = 推荐额定工作压降, MPa;

$N$  —— 液压电机级数。

### 3.3 优选适应钻具

钻具优选应根据施工井的实际状况来决定。在确保套管无损情况下,根据井眼大小尽量选择尺寸大的钻头;对于井深超过3500 m或井温高于120℃的特殊井,为避免高温对钻具性能的影响,可选用高温螺杆钻具或在下钻过程中周期性地循环降温,以防橡胶件受热膨胀、钻具性能下降;复杂结构井选择中空转子分流结构的防掉螺杆钻具;确认井下留有封隔器胶皮等可碎落物时,可优先选用刮刀钻头或套铣头+螺杆钻的钻具组合。

### 3.4 规范现场操作

#### 3.4.1 修井液性能

通过完善地面沉降系统,清洁罐池吸液口和返出口远离、使用冲砂洗井车等举措,可有效确保修井液性能,防止杂质或返出的灰渣等随修井液进入钻冲管柱。一般要求修井液含砂量控制在0.5%以内,固相颗粒直径不大于0.3mm%。

#### 3.4.2 钻进过程控制

钻进过程控制可分为钻具入井前、钻进施工前和钻进过程中3个阶段。

第一阶段,需确认是否符合设计要求:人工盘动螺杆钻时应检查卡阻力是否均匀,旁通阀活塞是否复位灵活;应将进出口罐池应分离,并安装过滤装置,防止灰浆卡堵螺杆钻,造成钻具损坏。

第二阶段,应充分循环洗井,距离灰面1m开始循环开钻,防止堵钻。

第三阶段,应均匀送钻,若频繁滞动,则反扭矩易造成螺杆钻具松扣、脱扣;钻磨划眼时应适当减少排量循环,不得压死循

环,以防螺杆钻具松扣脱扣。

#### 4 现场应用

XXX-1井使用活性水钻塞,油层套管内径为121.36mm,灰面深度为3008.27m,钻塞段最大井斜为32.37°。采用 $\phi$ 116mm三牙轮钻头+5LZ100x7.0—4螺杆钻+ $\phi$ 73mm加厚油管的钻具组合。钻塞过程中钻压控制在5~20kN,施工泵压为7.5MPa,施工排量为400L/min,同时严格做好地面修井液性能保障措施,钻塞总进尺113.68m,通过现场质量控制措施优化调控,取得了良好的钻进效果。

#### 5 结论

(1)影响螺杆钻具钻进成败的因素复杂多样,总体可归纳为井况影响、钻具质量和操作方法三大类。通过科学设计、合理选型、参数优化等质量控制措施,可有效延长钻具使用寿命,最大限度提升施工效率和钻进成功率。(2)螺杆钻具的性能主要由液压电机决定,电机的定子与转子受材质等因素的局限,也是最易

失效的部件之一,在维护使用过程中要采取有效措施重点保护。

(3)现场施工要严格控制修井液性能指标,尤其是固相含量,防止砂、垢等杂质进入钻具内部造成堵塞,卡死或电机损坏等情况。(4)施工过程中要准确判断钻具工况,灵活调整优化参数,确保钻具始终处于最佳工作状态,对于提高钻进效率具有重要的意义。

#### [参考文献]

[1]曹正一,李健,李武生.螺杆钻具的故障分析及使用指导[J].化学工程与装备,2020,(11):173-174+197.

[2]陈石.螺杆钻具失效原因分析与技术对策探讨[J].石油和化工设备,2019,22(11):57-58.

[3]郑斌.螺杆钻具的失效分析及对策方案研究[D].东北石油大学,2017.

[4]李龙,赵增权.提高螺杆钻具钻塞效率[J].石油技师,2017,(01):43-47.

#### 中国万方数据库简介:

万方数据成立于1993年。2000年,在原万方数据(集团)公司的基础上,由中国科学技术信息研究所联合中国文化产业投资基金、中国科技出版传媒有限公司、北京知金科技投资有限公司、四川省科技信息研究所和科技文献出版社等五家单位共同发起成立——“北京万方数据股份有限公司”。

万方数据是国内较早以信息服务为核心的股份制高新技术企业,经过20年来快速稳定的发展,万方数据目前拥有在职员工近千人,其中硕士以上学历约占25%,专业技术人员占70%,已经发展成为一家以提供信息资源产品为基础,同时集信息内容管理解决方案与知识服务为一体的综合信息内容服务提供商,形成了以“资源+软件+硬件+服务”为核心的业务模式。

万方数据以客户需求为导向,依托强大的数据采集能力,应用先进的信息处理技术和检索技术,为决策主体、科研主体、创新主体提供高质量的信息资源产品。在精心打造万方数据知识服务平台的基础上,万方数据还基于“数据+工具+专业智慧”的情报工程思路,为用户提供专业化的数据定制、分析管理工具和情报方法,并陆续推出万方医学网、万方数据企业知识服务平台、中小学数字图书馆等一系列信息增值产品,以满足用户对深层次信息和分析的需求,为用户确定技术创新和投资方向提供决策支持。

在为用户提供信息内容服务的同时,作为国内较早开展互联网服务的企业之一,万方数据坚持以信息资源建设为核心,努力发展成为中国优质的信息内容服务提供商,开发独具特色的信息处理方案和信息增值产品,为用户提供从数据、信息到知识的全面解决方案,服务于国民经济信息化建设,推动全民信息素质的提升。