

四川地区钻井装备技术发展方向与建议

何 炽* 张 弭 张绪平
(四川石油管理局) (四川石油管理局钻采设备制造厂) (四川石油管理局机动处)

何炽等. 四川地区钻井装备技术发展方向与建议. 天然气工业, 1998; 18(6): 48~ 51

摘 要 钻井装备是油气勘探开发的主要装备之一,其技术水平的高低和结构序列的优劣,将直接影响油气勘探开发的成效。钻井装备技术水平的提高,是确保钻井工程顺利完成的关键。然而,步入市场竞争日益激烈的 90 年代,四川石油管理局(以下简称我局)的钻井装备又一次面临着严峻挑战,毫不讳言,我局钻井装备的技术水平已远远落后于我国其它油气田的钻机整体水平,与国外先进水平的差距也正日益扩大。为此,提出谋求以最低装备投资,在尽可能短的时间内,利用国内外先进成熟的科学技术,恢复和提高现有钻井装备的技术性能,使得钻机结构序列更加合理化,达到安全、优质、高效的钻井目标。这样,我局才有能力和希望在市场竞争之中立于不败之地。

主题词 四川 钻井设备 钻机 技术改造 技术管理 发展战略

钻井装备技术发展的简要回顾

50 年代,四川石油管理局主要使用苏制 By—40、Y₂—4—5 钻机和罗马 R—2500、R—1200 钻机,当时,年平均井深仅为 1 670 m 左右。至 60 年代,又引进了苏制 Y—3 和罗制 3DH—200A、2DH—75A、4LD—150D 型钻机,将平均井深提高到 2 000 m 左右,最深完成 3 877 m(威 15 井)。随着 70 年代、80 年代罗制 4DH—315、F—200、F—320 钻机的引进和国产大庆 130 钻机的推广使用,我局钻机技术水平才有了长足进步,最深井记录达 7 175 m(关基井)。这段时间内,我局主力钻机全部更新换代为上述机型。针对 F—320 钻机在设计和制造中存在的一些严重缺陷和不足,1983、1986 年两次集中 50 台 F—320 钻机进行了装备技术改造和配套,内容包括: ①用 PZ12V190 型柴油机组替代 MB820 型柴油机组; ②用 YB—900 液力变矩器替代 CHC—750—㊟变矩器; ③用 3NB—960 或 3NB—1300 钻井泵替换 2PN—1258 泵; ④用 2ZZSD 或 2YNS 新型泥浆振动筛更换原 SVV—60 高频振动筛; ⑤将原五机二泵独立驱动方案改为四机二泵联动驱动方案; ⑥用国产的 450 t 级的天车、游车、大钩、水龙头替换原 320 t 级的提升部件; ⑦用国产 ZP—27.5 转盘更换

原钻机转盘; ⑧用新研制的净化系统更换原净化系统。这次大规模的技术改造,对改善提高钻机技术性能和动力可靠性,提高钻机时效和速度,满足喷射钻井、平衡钻井等科学打井的新工艺起到了重要作用。如今,除“八五”期间新购进的 6 台 ZJ—32 型钻机和 1 台 E—1700 电动钻机外,其它绝大部分钻机都属这次技术改造的钻机,它们在完成我局自 1983 年以来至今为止 14 年的钻井工程作业中,是功不可没的。

钻井装备现状

1. 总体概况

截至 1996 年末,我局拥有大型钻机 85 台(包括在新疆和青海的 13 台),在川钻机 72 台(包括封存的 7 台和泰国的 1 台,还包括今年去淮南的 2 台、江苏的 1 台),新度系数仅为 0.186,其超过或已达到报废年限的钻机 53 台(按折旧年限 10 年计),占总数的 62.4%。其中在川钻机机型情况: F—320 钻机 41 台, F—250 钻机 8 台, ZJ—45 型钻机 7 台, ZJ—32 及大庆 130 型钻机 15 台, E—1700 钻机 1 台。

2. 技术状况简述

F—320 钻机: 该型钻机技术状况落后,超期服役现象特别严重,其基础部件(井架及底座、绞车及

* 何炽,高级工程师; 1968 年毕业于西南石油学院钻井专业。长期从事钻井工程及科研管理工作,现任四川石油管理局主管勘探开发的副局长。地址: (610051) 四川省成都市。电话: (028) 3349774。

底座、转盘传动装置、机房传动箱及底座等)普遍发生严重变形、腐蚀、造成承载能力差,传动不平稳,漏油、水情况严重,故障频率高,并存在着许多不安全隐患。

大庆 130 钻机:该型钻机也已属技术淘汰产品, TJ_2-41 井架及底座、机房、绞车底座本体变形十分严重,泥浆循环罐体锈蚀严重,运转振动大,各轴承安装困难,轴承寿命短,1、2、3 号传动轴轴承走内圆,发响发热严重。

其它为 ZJ—45、ZJ—32、F—250、E—1700 型钻机,由于其使用年限较短、新度系数较高,技术状况较好。

现有装备存在的问题

(1) 钻机陈旧老化,部分技术状况极差,特别是占在册数最多的 F—320 和大庆 130 钻机情况尤为严重。

(2) 钻机结构序列不尽合理,6 000 m 深井钻机富余。根据“九五”钻井工作量及井深结构预测,考虑到勘探开发偶然性及今后钻机劳务输出,并结合中国石油天然气总公司要求,四川石油管理局在川钻机总量应控制在 56 台(其中 6 000 m 及以上深井钻机 35 台,4 500 m 钻机 5 台,3 200 m 钻机 16 台)较为合理。

(3) 缺乏参与国内外反承包及国际招标的电动钻机,比如,尚缺 5 台 6 000 m 电驱动钻机及 3~5 台 4 500 m 电动钻机。

(4) 缺乏与现在正在发展的定向井、丛式井、水平井钻井工艺技术配套的必要装备、工具及仪器。

(5) 现在 6 000 m 钻机(F—320)提升能力偏小,且分体式传动箱安装不便,漏油严重,常断链条, FH—1 524 mm 水刹车工作不可靠;转盘转速范围不尽科学等技术薄弱环节,需不断进行技术改造和完善。

(6) 配备的钻井泵功率不足,井控装备、钻井液净化及加重系统、井场电气标准化等尚需进一步完善和发展。

钻井装备发展建议

1. 更新改造原则

为实现更新改造后钻机技术上的先进性,结构上的合理性、可靠性、投资上的经济性,应遵循以下原则:

(1) 对于技术性能极差,修复后仍难以达到质量

要求的,坚持予以报废、更新或彻底改造。

(2) 充分利用原机部件,经改造并证明比较好的柴油机、发电机、变矩器、钻井泵、净化系统等应保留;经鉴定性能较好或经修复性能得以恢复的零部件可继续使用。

(3) 更新改造中的部件尽量采用经实践证明了先进科学成熟的技术。

(4) 改造中要注意科学性、严格性和合法性,井架的设计、制造要由专业厂家,钻机的试车和性能测试严格按规范要求进行。

(5) 重点成套购置一定数量的大型电动钻机,使我局钻机结构序列更加合理化。


2. 钻机更新改造具体思路

(1) 6 000 m 深井钻机

1) 6 000 m 深井机械传动钻机

将 F—320 钻机部分技术状况较好的作升级改造,其余报废或封存。改造方案如下:

¹ 井架及底座。a. 把原来的 A 型井架更新为“门”型前开口井架,按 GB1806—86 石油钻机标准基本参数要求。b. 游动系统由原 F—320 的“5×6”改为“6×7”形式,负荷由 320 t 提高至 450 t。c. 按国家标准,钻台高度由 6.7 m 升至 7.5 m,满足井口安装要求。

④提升系统:全部更新为 450 t 级别,采用 TC—450 天车,YC—450 游车,DG—450 大钩(整体式)、SL—450—水龙头。

④转盘选用 ZP—27.5 转盘。

¹/₄ 绞车。a. 对原绞车进行彻底检修,更换可靠零部件。b. 利用电磁涡流刹车 DS—60 更换原 FH—1 524 mm 水刹车,提高刹车可靠性,满足深井作业需要。

¹/₂ 机房传动箱和底座。a. 传动方案采用“四机一绞二泵”整体式传动箱,考虑二号泵位置和传动箱总长不超过 10 m,便于运输的方案。b. 1 号轴利用 F—320 传动箱 1 号传动轴,其中原 $8 \times 38.1 \text{ mm}/Z = 30$ 齿链轮改为 $8 \times 44.4 \text{ mm}/Z = 26$ 齿,传动箱链轮齿节距相应由 38.1 mm 改为 44.4 mm,压风机位置置于反向。c. 柴油机功率输出离合器由 CB600×125 改为 LT700×135CBC,带泵离合器采用 LT800/250。d. 带动绞车的方式与原 F—320 相同。

³/₄ 转盘驱动装置和猫头装置。a. 绞车到钻台采用角传动万向轴联接上台。b. 转盘传动箱按传动方案设计制作,转速设计为 30~200 r/min,最佳工况时转速为 50~80 r/min。

2) 6 000 m 深井电驱动钻机

为弥补我局 6 000 m 深井电驱动钻机的空白, 应走“主要关键电器设备由国外进口, 其余部分由国内组装成套为 ZJ—60D 型电驱动钻机”的道路, 增加一定数量的此类电驱动钻机, 满足国内外钻井工程招标的要求, 具体作法是:

1 国外进口配套电气部分包括: Cat3512TA 柴油机、SR4 发电机、SCR 及 MCC 房、GE752 型新式大扭矩串激直流电机及电气部分间所有电缆及附件。

④钻机其它部分可由国内生产和我局联合配套制造。

(2) 4 500 m 中深井钻机

1) 由于我局目前拥有的 4 500 m 钻机从数量上基本满足生产需要, 其主要的 F—250、ZJ—45 钻机技术状况尚好, 拟“九五”期间不再补充 4 500 m 机械传动钻机, 对技术状况差的钻机作陆续报废处理。

2) “九五”期间我局反承包和参加国际招标打井也应配备 4 500 m 电动钻机 3~5 台。

(3) 3 200 m 钻机

目前, 3 200 m 型钻机数量上基本合理, 机型上看, 除 6 台 ZJ—32 型钻机服役期短(均不足 5 年), 新度系数较高, 功率配备足, 结构较为合理外, 其它 9 台均系大庆 130 型钻机及其辅助设备, 超期服役现象严重, 折旧基本提完, 拟用 ZJ—32L 型链条钻机作整机更新换代, 替代大庆 130 钻机, 其技术性能逐步发展完善, 具备以下优点:

1) 采用合理匹配的动力机与液力变矩器后使钻机功率利用率高; 起动平稳, 冲击小; 对柴油机有过载保护作用 and 传动系统柔和, 具有缓振, 缓冲冲击的优点。

2) 全模块化结构, 搬安方便, 运输车次少, 经济效益高。

3) 传动系统模块之间全万向轴联接驱动。不用拆装链条和皮带等, 安装精度要求低, 找正方便使用可靠, 易损件少。

4) 整体结构的链条并车传动箱克服了在用钻机存在的安装时难找正; 工作时常漏油; 拆卸时易变形; 检修时不方便; 搬安时工效低等问题。采用强制润滑和箱体整体加工, 使链条润滑好, 安装精度高寿命长。

5) 绞车封闭式内变速, 气胎离合器换档, 开槽滚筒和低位安装等这些优点使绞车有换档操作方便, 可以不停车换档; 吊装安全; 链条寿命长等。

6) 绞车至钻台爬坡为直角箱万向轴爬坡, 高度合理, 使万向轴很短($L=1\,040\text{ mm}$)。这一优点克服了使用钻机爬坡链条安装困难, 精度差, 易断链条等缺点。

7) 高位猫头绞车重量轻(6.6 t), 尺寸小。吊装安全, 方便。设有猫头惯刹和左右摩擦猫头, 使用方便。

8) 转盘驱动箱布置在钻台面下部, 不占用钻台。尺寸小, 重量轻(6.7 t) 吊装安全、方便。驱动转盘和猫头装置, 并设有转盘离合器和惯刹, 结构设计巧妙。

9) 井架低位安装整体起升, A 型井架。安装方便, 视野开阔, 运输车次少。

10) 底座钻台高 6 m, 有利装井口。后台高仅 0.4 m, 有利吸收机房的振动, 吊装也方便。绞车安装度仅 1.4 m, 吊装安全, 方便。

11) 所有气胎离合器为同轴式, 无偏磨, 增加了寿命。

(4) 丛式井钻机

现在定向井、丛式井、水平井钻井工艺技术方面, 从设计到现场施工中的造斜、稳斜、降斜以及方位角的控制、复杂情况的预防和处理等方面积累了经验。但是, 在这方面的装备、工具及仪器还很不配套, 没有形成系列化, 不能顺利地处理井下复杂情况, 还没有具备短半径和精确控制在薄产层内水平延伸钻探的技术装备能力。建议引进 2 台大功率的电动丛式井钻机和购置 2~3 台国产丛式井钻机。引进 2~3 套动力钻具, 专用工具和仪器, 统一管理、统一维修。

(5) 辅助配套装备

1) 钻井泵。为适应高压喷射钻井工艺要求, 以后 6 000 m 以上钻机配备 1 180 kW 钻井泵; 3 200 m、4 500 m 钻机配备 960 kW 钻井泵。

2) 动力机组。改善 12V190 柴油机与 YB—900 变矩器匹配状况, 对变矩器作增容改造, 提高效率。

3) 净化系统逐步按以下标准配套。钻井液振动筛 2 套(深井钻机可配 3 套); 除气器 1 套(现仍处于摸索试用阶段, 需进一步研制); 除砂器 1 套; 钻井液清洁器 1 套; 钻井液离心机 1 套; 起钻自动灌钻井液装置 1 套; 钻井液密闭快速加重装置 1 套。

4) 井控装备方面。重点放在完善配套, 提高整套装备的可靠性和技术性能, 增配部分 $35\times 70\text{ MPa}$ 防喷器, 推广应用套管头及 21 MPa 放喷管线。

5) 全局增加配套 8~10 台顶部驱动装置, 相对

水力防斜工具的研究与应用

余志清* 扎瓦茨基**
(西安石油学院) (莫斯科石油天然气科技大学)

余志清等. 水力防斜工具的研究与应用. 天然气工业, 1998; 18(6): 51~ 53

摘 要 井斜控制一直是受钻井界长期关注的问题, 为了防止井斜, 钻井工作者对防斜工具和工艺做了大量的研究工作, 研制出了一些与工艺相配套的防斜钻具组合和井下防斜工具。在实际应用中, 防斜除了采用常规的防斜钻具组合外, 就是使用井下防斜工具, 如偏重钻铤、偏心防斜接头等, 而这些防斜方法都不同程度地以降低机械钻速或增加钻具的磨损为代价的。但利用钻井液定向射流来控制井斜方面的研究几乎未见报道。在钻井过程中, 钻井液定向射流在井底形成不对称流场, 这将有利于净化井底, 提高机械钻速, 改善钻井经济技术指标。文中提出了利用钻井液定向射流来防止井斜的新型井下工具——流场变向器, 对它的防斜机理和结构作了简要介绍, 现场应用结果证明该工具具有良好的防斜、稳斜和稳方位性能, 提高了机械钻速, 获得了明显的技术和经济效益。

主题词 水力能源 防斜装置 流场变向器 研究 应用

流场变向器工作原理^[1]

井底不对称流场是由钻井液流经不对称喷嘴造成的, 如单喷嘴钻头, 液流经喷嘴射向井底一侧, 然后携岩屑流向射流的对侧, 在井底射流的对侧井壁

形成上返流道。在钻井过程中, 钻头在旋转, 自不对称喷嘴形成的自井底一侧流向另一侧的流场也在旋转, 这个旋转流场无定向作用。流场变向器就能形成一种不随钻头旋转的定向流场, 在井底定向流场的相对井壁上, 一侧的井底岩屑被净化, 而在另一侧

集中管理, 主要用于勘探井和复杂井。

6) 井场电气装置逐渐标准化。

经济效益分析与评价

(1) 从根本上改变了我局钻机结构序列, 使之更加趋于合理化, 减少富余、落后装备, 使我局钻井装备更精炼化和高效化。

(2) 钻机技术状况得以极大提高: F—320 钻机的升级改造使钻机能力提高, 各种技术性能超过原 F—320 钻机水平, 在结构上优于现有的国产 ZJ—60L 型机械传动钻机, 并保证再用 10 年; 同时, 由于电驱动钻机的配套引进, 弥补了我局在 6 000 m、4 500 m 井深范围内电驱动钻机的空白, 满足了反承包及国内外招投标的要求, 增强了市场竞争力; 彻底改变了 3 200 m 钻机的技术状况, 全部更新换代为国内具先进水平的 ZJ—32(J、L) 型皮带或链条传动钻

机。

(3) 经济效益分析

1) 根据咨询价格新购一台国产 ZJ—60L 型钻机的机械传动部分约需 1 600 万元, 而利用部分可利用零部件自己改造, 每台改造费只需 920 万元, 若以改造 23 台 F—320 钻机计, 可节约投资 2.3 亿元。

2) 电驱动钻机成套从国外引进关键的电气设备, 国内配套完成其它部件的方案也比全套购置电驱动钻机的费用大大降低节约了投资成本。

(4) 潜在价值分析

通过对 F—320 钻机的升级改造, 可充分发挥我局各机械厂的优势, 分工协作, 专业制造, 加快我局钻采机械装备的自制能力, 提高工艺制造水平, 培养锻炼一支科研设计、制造加工队伍, 为今后发展全局的钻采装备制造打下良好基础。

(收稿日期 1998-06-13 编辑 钟水清)

* 余志清, 1964 年生; 1993 年莫斯科石油天然气科技大学石油工程系毕业, 获博士学位; 现从事教学和科研工作; 已出版《定向钻井理论与实践》、《钻柱动力稳定性控制理论与方法》二部专著。地址: (710065) 陕西省西安市。电话: (029) 8237381 转 5917。

** 扎瓦茨基 (马尔可夫), 1940 年生, 博士; 莫斯科石油天然气科技大学石油工程系钻井实验室及井控培训中心主任。

valuation without considering the three parameters as the effective pay thickness, porosity and oil (gas) saturation which are difficult to be measured. The precision of the method depends upon the representativeness of the experimental samples, the accuracy of the experiments and the reliability of the production performance data. At present, the PVT test wants to be carried out in the early stage of oil and gas reservoir development, which provides the condition for applying the method. Through applying in practice it is shown that this method is simple, convenient and reliable.

SUBJECT HEADINGS: Oil and gas reservoir, Initial oil saturation, Hydrocarbon, Pore volume, High pressure, Physical Property, Pressure

Gao Yourui (engineer), born in 1967, graduated from the Daqing Petroleum Institute and received his Master's degree of oil and gas field development in 1991. Currently he is engaged in the research on the mechanism of oil and gas field development. Add: Puyang Henan(457001), China Tel: (0393) 4823769

DEVELOPING TREND AND SUGGESTION OF THE DRILLING EQUIPMENT TECHNOLOGY IN SICHUAN PROVINCE

He Chi (Sichuan Petroleum Administration) and Zhang Mi (Equipment Factory of Drilling and Production, SPA) and Zhang Xuping (Machine and Power Department of SPA). *NATURAL GAS IND.* V. 18, no. 6, pp. 48~51, 11/25/98. (ISSN 1000-0976, **In Chinese**)

ABSTRACT: Drilling equipment is one of the main equipments of oil and gas exploration and development and the results of oil and gas exploration and development will be directly influenced by the height of its technological level and the superior and inferior of its structural sequence. The improvement of the technological level of drilling equipment is the key of ensuring the successful accomplishment of drilling engineering. Nevertheless, when getting into 1990's with increasingly intense market competition, the drilling equipment in SPA are faced with a serious challenge. Certainly, the technological level of the drilling equipment in SPA is much lower than that in the other oil and gas fields in China, having an increasingly enlarging gap in comparison with the world's most advanced level. Therefore, it is proposed to restore and heighten the technical properties of existing drilling equipment by use of a minimum of equipment investment and through applying the domestic and foreign advanced and ripe sciences and techniques in as short a time as possible, so as to make the drilling rig structural sequence more reasonable and achieve the goal of safely drilling with excellent quality and high efficiency. Only by relying on those, does the oil and gas industry of SPA have the ability and expectation to be in an impregnable position in market competition.

SUBJECT HEADINGS: Sichuan, Drilling equipment, Drilling rig, Technical reform, Technical management, Develop-

ing strategy

He Chi (senior engineer) graduated in drilling engineering from the Southwest Petroleum Institute. He has been engaged in the works of the drilling engineering and scientific research management for a long time. Now he is the vice-leader of SPA, mainly managing the works of exploration and development. Add: Chengdu, Sichuan(610051), China Tel: (028) 3349774

RESEARCH AND APPLICATION OF HYDRAULIC INCLINING-PREVENTION TOOLS

Yu Zhiqing (Xi'an Petroleum Institute) and Ma O. A. (Scientific and technological University of Oil and Gas, Moscow). *NATURAL GAS IND.* V. 18, no. 6, pp. 51~53, 11/25/98. (ISSN 1000-0976, **In Chinese**)

ABSTRACT: Hole inclination control is always the problem concerned by drilling circles for a long time. In order to prevent the hole from inclining, a great deal of research works have been made for the inclining-prevention tools and their technology and some inclining-prevention drilling assemblages and downhole inclining-prevention tools corresponding to the technology have been developed. In practice, not only the conventional inclining-prevention drilling assemblages but also the downhole inclining-prevention tools, as unbalanced drill collar and eccentric inclining-prevention junction, etc., are used for preventing the hole from inclining. These methods, however, take the decrease in mechanic drill speed and the increase in drill string wear as the cost in varying degrees and the report upon the research on controlling hole inclination by drilling fluid directional jet stream can't be almost found. In the process of drilling, the drilling fluid directional jet stream can form an unsymmetric flow field at bottom hole, which is favourable for cleaning the bottom hole, enhancing the mechanic drill speed and improving the drilling economic and technological indicators. In this paper, a new downhole tool—flow field whipstock, which can prevent the hole from inclining by the drilling fluid directional jet stream, is proposed and its inclining-prevention mechanism and structure are simply introduced. Through applying in practice, it is proved that this tool is of good properties of the inclining-prevention, inclining-stableness and stabilizing direction, can enhance the mechanic drill speed and obviously raise the technological and economic benefits.

SUBJECT HEADINGS: Hydraulic energy, Inclining-prevention device, Flow field, Commutator, Research, Application

Yu Zhiqing, born in 1964, graduated from the Department of Petroleum Engineering, the Scientific and Technological University of Oil and Gas, Moscow, and received his Doctor's degree in 1993. Now he is engaged in teaching and scientific research works. His two books named "Theory and Practice of Drilling" and "Theory and Methods of Controlling the Kinetic Stability of Drill String" were published. Add: Xi'an, Shaanxi (710065), China Tel: (029) 8237381-5917