

可膨胀管固井技术及其应用

陈 晶¹, 熊青山², 彭明旺¹, 孙 丽¹

(1. 长江大学石油工程学院, 湖北 荆州 434023; 2. 湖北省油气钻采工程重点实验室, 湖北 荆州 434023)

摘 要: 可膨胀管工艺是国外开发的一项新技术, 可广泛用于深水、深井、大位移井、分支井等的钻井和完井, 还可用于采油、修井等作业。简要介绍了可膨胀管固井技术和可膨胀管管材及性能, 并结合京 708 井利用膨胀管对套管补贴实现水层封堵的实例, 对可膨胀管施工工艺进行了介绍。

关键词: 可膨胀管; 膨胀锥; 钻井; 完井; 固井

中图分类号: TE256 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)08-0019-03

Technology of Well Cementing with Expandable Tube and its Application/CHEN Jing¹, XIONG Qing-shan², PENG Ming-wang¹, SUN Li¹ (1. College of Petroleum Engineering, Yangtze University, Jingzhou Hubei 434023, China; 2. Key Laboratory for Drilling and Production Engineering of Hubei Province, Jingzhou, Hubei, 434023, China)

Abstract: Expandable tube is a new technology and has been developed oversea. It can be applied in well drilling and completion for deep water, deep well, extended reach well and multilateral well, as well as in oil extraction and workover. This article briefly introduces the technology of well cementing with expandable tube and the tube material and property. The construction technology of the expandable tube is presented with the case of well Jing708.

Key words: expandable tube; expansion cone; well drilling; well completion; well cementing

20 世纪 80 年代初, 壳牌公司最先开始研究可膨胀实体管技术^[1], 其在石油工业中投入商业性应用却只是近 4 年内的事情, 但已逐渐被世界不同的地区接受并显示出良好的应用前景。国外数家公司尝试着使用可膨胀管固井技术, 在从陆地到浅海、甚至深海, 无论是裸眼井段还是已固井井段的各种井中的钻、完井施工中进行了工业应用。

我国对可膨胀管技术的研究起步较晚, 1999 年才开始对可膨胀割缝管进行研究, 2001 年开始实体可膨胀管的研究, 目前还只处在跟踪阶段。因此加强对可膨胀管技术的研究非常必要。

1 可膨胀管固井技术的原理和方法

所谓可膨胀管固井技术是指将钢制套管下到井下后, 在井下通过冷挤扩张的方法使套管达到要求的尺寸, 从而进行固井、完井作业、修补损坏套管等作业的一种技术。就其本质而言, 是一个使套管径向尺寸发生机械变化的过程。由于井下条件十分苛刻, 使得可膨胀管的力学性能、物理性能以及冶金制造的技术要求均达到极限。在井下环境中实现套管的冷挤扩张, 无疑还有许多技术和操作方面的问题有待解决。

用来使套管产生永久变形的工具是膨胀头(或锥体)(如图 1)。具体讲是利用施加在膨胀头两端的压差或直接用机械推力或拉力, 迫使膨胀头从套管中穿过, 从而达到扩张套管的目的。压差可以通过向位于套管内与膨胀头相连的钻柱泵入液体产生, 而机械力则只需拉或压钻柱即可产生。膨胀头通过套管时, 在保证不超过钢材的破裂极限条件下, 使套管产生塑性变形。在已完成的试验中, 最大变形量可达套管内径的 20%。但大多数用 $\varnothing 108 \sim 340$ mm ($4\frac{1}{4} \sim 13\frac{3}{8}$ in) 套管进行的可膨胀管技术施工中, 要求套管变形量 $< 20\%$ 。

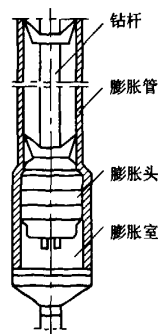


图 1 可膨胀管膨胀装置结构示意图

收稿日期: 2008-01-10

作者简介: 陈晶(1985-), 男(汉族), 湖北黄冈人, 长江大学本科生在读, 石油工程专业, 从事钻井工艺、油田化学的学习和研究工作, 湖北省荆州市南环路 1 号, orangelele@21cn.com。

2 施工工艺

2.1 “从下到上”式膨胀

膨胀锥位于膨胀管底部,连同膨胀管串下至预定部位,密封底部。通过中心管注清水至底部并形成憋压。憋压至 10 ~ 20 MPa 时,推动膨胀锥上行,同时上提钻具进行膨胀作业。膨胀作业完成后钻

塞。该方式膨胀作业时摩擦力较大,施工时间长。

2.2 “从上到下”式膨胀

膨胀锥下部连接膨胀管下至预定部位,首先对膨胀悬挂器(一般 6 ~ 10 m)^[2,3]进行膨胀作业,完成膨胀管串的坐挂。然后再从上到下进行膨胀作业。完成后上提钻具出井口,试压即可(图 2)。

图 2 “从上到下”式膨胀补贴套管过程示意图

2.3 “从下到上”式与“从上到下”式膨胀工艺对比

“从下到上”式膨胀是通过底部液压推举和钻具向上的拉动来使套管膨胀,较容易实现,但往往膨胀锥底部的密封区域承受较高的液压,钻具也将承载较大的负荷;“从上到下”式膨胀工艺则需通过上部连接钻铤和加重钻杆,以在下放过程中施压的方式推动工具膨胀套管,如遇到施压钻具较短时,只依靠钻具的重力实现套管膨胀较为困难。

3 可膨胀管管材及性能^[4]

可膨胀管管材必须具有足够高的变形能力,膨胀后及应变强化后的屈服强度、抗拉强度、伸长率、硬度、冲击切度、挤毁强度和应力腐蚀敏感性等均应满足 API 5CT 的要求。

纵向波纹管式接头为焊接接头,采用合理的焊接工艺使焊接接头的性能能够达到与母材相当的水平是确保膨胀过程顺利进行的关键。目前主要应用于套管补贴的纵向波纹管管材是一种塑性较好的特殊材料,但成本较高。

国外针对 L-80、K-55 套管材料做了大量研究,试验表明,经 20% 膨胀、加工硬化后,L-80、K-55 的抗拉强度都有所提高,伸长率都有所降低,由

于膨胀残余应力的影响,屈服强度数据较分散,但所有膨胀后管材的性能数据均满足 API 5CT 的要求(见表 1)。

表 1 L-80、K-55 套管材料膨胀前后的力学性能表

材 料	性 能				
	硬度 HRB	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	屈强 比	伸长率 /%
API 5CT	≤241	≥551.6	≥655.0	0.84	≥14.0
L-80 未膨胀	200 ~ 205	567.4	668.1	0.85	27.1
膨胀 20%	217	568.1	722.6	0.79	19.4
API 5CT		≥379.2	≥655.0	0.58	≥9.5
K-55 未膨胀		484.0	761.9	0.64	26
膨胀 20%		547.4	799.8	0.68	22

4 可膨胀管固井技术的应用范围

可膨胀管固井技术的最大优点是“补救”。通常,如果不是应用可膨胀管固井技术,某些井就不能钻至目的层。例如,在某超深水井(1524 m)的井身设计中,设计者用完了所有可能使用的套管组合,而钻井需要使用更多的套管时,只有减小目的层套管的尺寸,否则无法钻达目的层。可膨胀管固井技术解决了减小目的层套管的尺寸等井身结构问题。

可膨胀管固井技术也可用来修补生产井中大段损坏的套管。在可膨胀管固井技术逐渐发展成熟

后,可以想象在全井中使用。这样就可以钻成只有一种尺寸套管的井,即所谓“单一”井眼尺寸井(如图3),大大降低钻井成本。目前可膨胀管固井技术已成功用于裸眼井段(OHL)、已固井井段和带尾管悬挂器的井段。

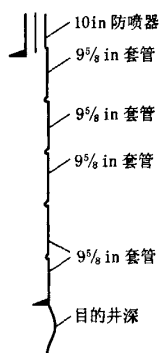


图3 单一井眼结构示意图

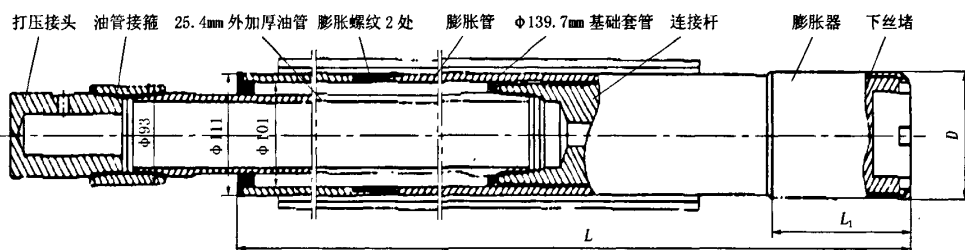


图4 设计膨胀管柱组件和结构

表2 选用的可膨胀管技术参数表

基础套管规格/mm		膨胀器尺寸/mm			可膨胀管规格及技术参数					油管规格	
内径	通径	D	d	L ₁	D ₁ /mm	d ₁ /mm	L/mm	胀后通径/mm	抗内压/MPa	抗外压/MPa	/mm
124.26	121.6	118	106	245	114	98	17400	104.5	30	20	Ø73 外加厚

实施可膨胀管固井技术进行堵水后,其它工作制度没有发生变化,京708井日均产液46.7 t,日均产油3.9 t,含水率降到了91.5%。日产液降低了10.4 t,日产油增加了0.8 t。取得了比较明显的降水增油效果 and 经济效益。

6 结论与建议

(1)可膨胀管技术在堵漏、修复、防塌和防砂方面为石油工业界提供了一种新的方法和手段,有较高的推广价值。

(2)应继续加强对膨胀套管材料、螺纹联接膨胀密封及强度、膨胀机构设计与制造、密封与悬挂机

可膨胀管固井技术用于常规套管井段的工艺流程^[5]:扩眼→下入膨胀管→注水泥→膨胀割缝管→候凝→钻水泥塞及钻进。

5 现场应用

京708井是一口高产液井,日产液57.1 t,日产油3.1 t,含水率94.6%。根据区域资料以及本井产液剖面资料,IV2,3,6为主要出水层。因此要求在出水段用可膨胀管技术堵水,减少无效产水。出水层段为出水段I 1544.2~1548.4 m和出水段II 1552.4~1557.6 m。

可膨胀管柱组件及结构组成包括下丝堵、膨胀器、连接杆、可膨胀管等工件(见图4)。地面设备包括CM-3-120型(160 kW)高压柱塞泵、高压管线(70 MPa)、提升短节、液压管线接头等配套设备。

选用的可膨胀管技术参数如表2所示。

构设计等方面的研究,开发出强度更高、更坚固、更廉价的膨胀管。

参考文献:

- [1] 李作会. 膨胀管关键技术研究及首次应用[J]. 石油钻采工艺, 2004, 26(3): 17-18.
- [2] 李俊波, 赵胜英. 两项可膨胀完井新技术[J]. 石油机械, 2002, 30(9): 59-60.
- [3] 张文华, 刘国辉, 胡国清. 可膨胀管技术及其应用[J]. 石油钻采工艺, 2001, 23(1): 28-31.
- [4] 李霄. 可膨胀管技术及其管材性能[J]. 石油矿场机械, 2005, 34(4): 61-63.
- [5] 李日宁. 可膨胀管技术及其在石油钻采行业中的应用[J]. 石油机械, 2002, 30(7): 66-68.