

塔里木山前复杂地层钻头使用技术^{*}

唐继平 仲文旭 迟 军 魏凤奇

(塔里木油田公司勘探事业部, 新疆库尔勒 841000)

摘要 利用测井资料结合实测的岩石力学性质、邻井的岩性剖面建立了岩石力学参数模型, 综合解释了单井岩石在纵向剖面上的力学性质。借鉴邻井钻头使用情况, 以推广高效 PDC 钻头为主, 介绍了山前构造钻头选型情况。针对山前构造的地层岩性特征, 从复合片、刀翼形状、齿型、切削齿力平衡等方面设计和改进了 PDC 钻头。改进后的钻头使塔里木山前复杂地层钻头使用获得了突破性进展。

关键词 塔里木 山前构造 复杂地层 优选 PDC 钻头 设计 改进 应用

近年来, 塔里木勘探区域由台盆区逐渐向山前构造带转移, 但由于山前构造特殊的地质环境和复杂的地质条件使其钻井速度低于探区平均水平。1989—1999年塔里木完成井平均井深 5063.77m, 最大井深 7200m (塔参—1 井), 平均钻井周期 180.27d, 平均完井周期 198.77d; 山前构造平均完成井深 4391.80m, 平均钻井周期 354.90d, 山前构造超深探井最短钻井周期 502.08d (井号: 阳霞 1, 井深 6571m); 山前构造超深探井最长钻井周期 831.32d

(井号: 克参 1, 井深 6150m)。制约山前构造钻井速度的最大障碍是钻头不适应山前构造地层岩性特征, 平均机械钻速太低。

要提高山前复杂井的钻井速度, 就必须根据山前构造的岩性特征, 优选、改进或开发适合其自身特点的钻头系列。

1 山前复杂地层钻头使用技术的难点

(1) 山前复杂地层岩性变化快、软硬交错频繁,

体系和性能, 以防井壁坍塌。

(3) 通过对富深 X1 和永 29、永 30 等井的应用, 有效地避免或减少了井下复杂情况的发生, 提高了钻井时效, 减少了油气层浸泡时间, 降低了钻井成本。

比, 永 29 井是 ZJ—45 型钻机施工, 永 30 井是 3200 型钻机施工, 2 口井分别减少划眼等复杂损失 132.85 万元和 119.6 万元。

4 结论

(1) 地层坍塌压力剖面的研究应用, 使确定裸眼段的钻井液密度由经验转向了科学化, 由定性转向了量化。为钻井设计、钻井方式选择及钻井液密度优选等技术方案的制定提供了依据。

(2) 富民地区 E₂d₁ 底部、E₁f₄ 至 E₁f₂ 上部井段, 主要为大段的泥岩地层。地层坍塌压力高达 1.23 ~ 1.27g/cm³, 在钻进至该井段前, 必须调整钻井液密度在 1.30g/cm³ 左右。永安地区 N₁ 底部至 E₂s₁ 底部地层, 推荐使用钻井液密度 1.15 ~ 1.22g/cm³。E₂s₁ 底部至 E₁f₄ 顶部地层, 主要岩性为砂泥岩地层, E₁f₄ 为黑色泥岩与深灰色灰质泥岩互层, 推荐使用钻井液密度 1.22 ~ 1.26g/cm³, 同时要调整好钻井液

参 考 文 献

- [1] 丰全会, 祖峰, 张宗林, 窦正道. 确定地层坍塌压力的方法研究及其在盐城地区的应用. 小型油气藏, 1999, 4 (2): 45~49
- [2] 刘向君, 罗平亚. 石油测井与井壁稳定. 北京: 石油工业出版社, 1999—09
- [3] 程远方. 油气工程岩石力学. 石油大学教材, 1998: 92
- [4] 刘岩生, 苏义脑. 探井地层孔隙压力计算. 石油钻采工艺, 2000, 22(5): 6~8

(收稿日期 2002-12-26)

[编辑 薛改珍]

* 作者简介: 唐继平, 高级工程师。电话: 0996-2171455。

现有的钻头系列无法满足复杂多变的地质变化,导致钻头选型准确程度不高。如黑英1井从黄山街组到克拉玛依组,几乎全井段都是软硬交错的地层,厚度1m到十几米不等。其中在1280~1282m工程取心1筒,岩性为硅质胶结的中、细砂岩,石英含量高,可钻性试验岩性硬度8级,研磨性9级,对付该类地层,要大幅度地提高机械钻速,在现有的钻头系列基础上几乎无钻头可选。

(2)大部分井段岩性抗压强度属中到硬,钻头切削齿吃入困难。

(3)不同构造间地层可钻性差异大,钻头选择借鉴性不强。

(4)山前构造带普遍存在高压气层、复合盐层、大段煤层等复杂地层,加之地应力高,钻井过程中使用的钻井液密度均较高(如迪那11井钻井液密度最高 $2.43\text{g}/\text{cm}^3$),井底不可避免地产生较强的压持效应,造成岩屑重复切削,影响了机械钻速的提高。

(5)地层各向异性,倾角大($30^\circ\sim 85^\circ$),防斜与提

高钻速之间存在难以调和的矛盾,同样也制约了钻头功效的发挥,使钻井速度受到影响。

2 钻头选型技术

利用测井资料结合实测的岩石力学性质、邻井的岩性剖面建立岩石力学参数模型,综合解释单井岩石在纵向剖面上的力学性质,借鉴邻井钻头使用情况,以推广高效PDC钻头为主进行山前构造钻头选型。

2.1 地层岩石力学参数模型建立

利用数理统计方法对岩石硬度、强度、可钻性、研磨性与声波时差的关系进行了回归分析,以纵波时差为自变量,以PDC钻头可钻性级别为因变量,按直线函数、幂函数、对数函数和指数函数模型进行回归分析,按数理统计中的单因素方差分析理论,以相关系数 R 、标准差 S 和统计检验值 F 为判断标准,对回归结果进行分析验证,最后选择最优拟合曲线,见表1、图1。

表1 PDC钻头可钻性级别与纵波时差的回归关系

项目	回归方程	R	S	F
直线回归	$K_d = -0.1176\Delta T_p + 13.385$	0.7789	1.2908	18.51
对数函数回归	$K_d = -9.5764\ln\Delta T_p + 45.768$	0.7876	1.2683	19.60
幂函数回归	$K_d = 10^6\Delta T_p^{-2.841}$	0.9088	0.2018	56.91
指数函数回归	$K_d = 46.053e^{-0.0322\Delta T_p}$	0.9070	0.2036	55.67

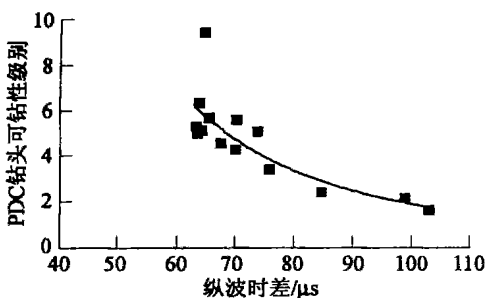


图1 $K_d-\Delta T_p$ 幂函数拟合关系曲线图

通过对回归结果进行分析验证, $K_d-\Delta T_p$ 关系

以幂函数拟合度最好,其拟合曲线见图1。曲线回归中参与 $K_d-\Delta T_p$ 回归的样本为14,从 F 分布表中可知,当 $\alpha_1=0.05$, $\alpha_2=0.01$ 时, $K_d-\Delta T_p$ 的 F 临界值分别为 $F_{0.05}=4.67$ 和 $F_{0.01}=9.07$ 。其回归方程满足 $F \gg F_{\text{临界}}$,因而所拟合的 $K_d-\Delta T_p$ 回归方程检验程度是显著的、可信的,计算精度可满足工程要求。因而岩石PDC钻头可钻性级值与声波时差的关系最终可表示为: $K_d = 10^6\Delta T_p^{-2.841}$ 。

根据以上方法,分别建立了重点区块地层岩石力学参数模型,见表2。

表2 克依构造带地层岩石力学参数模型

岩石力学参数名称	克拉苏构造带	依奇克里克构造带
PDC钻头岩石可钻性	$K = 10^6\Delta T_p^{-2.841}$	$K = 30.718e^{-0.0272\Delta T}$
牙轮钻头岩石可钻性	$K_c = 46.531 - 11.067\ln\Delta T$	$K_c = 52.868 - 11.067\ln\Delta T$
岩石硬度	$K_h = 131935e^{-0.0642\Delta T}$	$K_h = 10888e^{-0.0271\Delta T}$
岩石抗压强度	$K_{co} = 451.62e^{-0.0189\Delta T}$	$K_{co} = 470.53e^{-0.0188\Delta T}$
岩石研磨性	$K_{ab} = 418.3 - 79.428\ln\Delta T$	$K_{ab} = 50608e^{-0.0996\Delta T}$

2.2 地层岩石力学参数模型的验证

为了验证地层抗钻特性参数预测模型的准确

性,利用模型对计算结果与室内试验结果进行对比,见表3。

表3 PDC钻头可钻性解释模型验证

井号	井深/m	岩性	纵波时差 / μs	可钻性计算值		可钻性试验值		误差/%	
				PDC	牙轮钻头	PDC	牙轮钻头	PDC	牙轮钻头
克拉3	3575	红色粗砂岩	84.5	2.67	4.18	2.44	4.81	8.61	-15
克拉202	4380	红色粉砂岩	98.9	2.41	2.92	2.20	3.68	8.72	-26
大北1	5878	红色粉砂岩	70.2	5.8	5.95	5.62	6.52	3.10	-9.6
大北1	5880	红色粉砂岩	65.4	5.86	6.70	5.74	6.85	2.05	-2.2
克拉3	3930	红褐色细砂岩	63.2	6.14	7.08	5.34	7.50	13	-6.0
依南4	3630	深灰色泥岩	67.5	5.13	6.36	4.59	7.33	10.5	-15.2
依南4	3724	深灰色泥岩	64.2	5.87	6.90	5.14	7.56	12.40	-9.52
依南2	4402	黑色泥岩	75.8	3.51	5.18	3.45	4.80	1.7	7.4
依南2	4540	灰色细砂岩	63.5	6.07	7.02	5.01	6	17.5	14.5
依西1	990	白色砂砾岩	63.7	5.99	6.98	6.36	7.24	-6.2	-3.72
依南5	4592	深灰色泥岩	73.7	4.93	5.46	5.09	6.45	-3.2	-18.1

根据表3可以看出,地层抗钻特性参数解释结果与室内试验参数的最大误差为26%,最小误差为2.05%,平均误差为11.7%,即解释精度为88.3%,解释模型基本满足钻井要求。

3 针对山前构造的地层岩性特征设计、改进PDC钻头

3.1 选用抗冲击性强、寿命长的金刚石复合片

采用环爪型、环槽型等新的复合片镶嵌技术,消除了交界面的热应力,同时应力更加分散,复合片与基座结合更加牢固,使增加复合片的金刚石含量成为可能,从而增加了复合片的抗冲击性和耐研磨性。

3.1.1 选用环爪齿、加厚环爪齿 环爪齿是在爪形齿的外环增加一圈金刚石层复合片,加厚环爪齿把外环金刚石厚度由2mm增加到4.2mm,金刚石含量增加1倍,极大地提高了齿的抗冲击力和抗研磨能力。加厚环爪齿的抗冲击能力是普通齿的4倍。环爪齿使复合片与基座结合更加牢固,同时应力更加分散。

3.1.2 选用加厚BD黑金刚石齿 BD黑金刚石齿简称黑冰齿,它降低了引起岩屑附到切削齿表面的摩擦力,高度抛光的表面改善了岩屑的运移状态,减小了扭矩并增加了钻速,而在此基础上发展起来的加厚齿使得该切削齿的金刚石层厚度比标准的0.76mm增加45%~200%,增强了切削齿的抗冲击性和穿夹层能力,RADXC、AXSYM、DIAX/CSE、RADXS等混合布齿可以使钻头更适应山前构造地层。

3.1.3 选用HEMMER齿 环槽型的镶嵌方式增加了复合片的抗冲击性,切削齿的金刚石层厚度2.29

mm,比普通切削齿的金刚石含量增加200%。

3.1.4 选用Astra齿 Astra齿中的金刚石含量比常规的其它齿含量高出40%,加上合理的金刚石层与碳化钨基体接触面,消除了交界面的热应力、应力集中,抗冲击性和韧性更强,具有较长的使用寿命。

3.2 采用刚体式大螺旋刀翼、大排屑流道

刚体钻头没有胎体钻头烧结时的残余应力,抗冲击、抗回旋能力强,允许切削齿出刃高。大螺旋刀翼设计,有效地防止钻头发生回旋,使钻头工作更加平稳的同时,其刀翼高度比普通钻头增高1倍,使钻头的攻击性增强;大排屑流道设计,可以更加有效地使钻屑及时离开井底,避免重复破碎,防止钻头泥包,结合高倾斜中心喷嘴,有利于钻头清洗和切削齿的冷却。该设计特别适用于山前构造上部软、中硬地层的快速钻进。

3.3 采用多种抗回旋设计

3.3.1 切削齿力平衡设计 钻头设计时使用了专门开发的计算机软件,对每一个PDC切削齿进行受力矢量分析计算,把PDC切削齿在井底承受的轴向与径向不均衡的交变载荷都控制在最小范围内,极大地提高了钻头在井底的工作稳定性。

3.3.2 非对称刀翼设计 对称刀翼的钻头在井底有产生周期性震动的趋势,易引起钻头产生回旋。设计非对称刀翼钻头可以有效地破坏在井底产生周期性震动的趋势,避免由此产生钻头回旋的可能。

3.3.3 螺旋刀翼与螺旋保径设计 与直刀翼和直保径设计相比,PDC钻头螺旋刀翼与螺旋保径设计技术可以避免刀翼和保径段与井壁和井底直接碰撞

接触。采用螺旋刀翼与螺旋保径设计的钻头以更加平稳的方式切削地层,钻头保径段与井壁的接触也更加平缓。

3.3.4 轨道布齿设计 与普通布齿设计技术不同,轨道布齿设计形成的井底形状是带有较高的凸台和较深的凹槽,它可阻止产生钻头继续横向运动的趋势,使钻头稳定在已形成的井底造型内工作。

3.3.5 减震齿设计 减震齿设计可以平衡在井底产生的径向与轴向震动载荷,使钻头在井下工作更加平稳,防止钻头出现PDC齿先期破坏,同时防止钻头修边齿与保径齿吃入地层,引起钻头回旋。

3.3.6 低扭矩保径 在保径部位覆焊一层天然金刚石耐磨层,可以大幅度提高保径寿命,降低保径段与井壁的摩擦扭矩。

3.4 特殊地层钻头设计

3.4.1 尖圆混合齿设计 在钻遇抗压强度较高或弹塑较大、以剪切方式不容易吃入的地层时,尖齿(楔形齿)因与地层接触面积小,受力集中,岩石在较大的接触应力作用下易产生破碎裂纹,能够比较容易地吃入地层。随着钻头的不断旋转,楔形齿在岩石中切出一条条轨道形“卸荷”槽,紧随其后的圆形切削齿则以剪切方式切削其强度已减弱的大块岩石,达到快速钻进的目的。该设计可以提高钻头对地层的攻击能力,弥补了普通钻头尤其 $\varnothing 396.4\text{mm}$ 、 $\varnothing 444.5\text{mm}$ 大尺寸PDC钻头机械能量普遍不足的问题。

3.4.2 切削齿负前角的调整 对于山前构造井的中下部地层,普通PDC齿为保证一定寿命,负前角一般为 20° 、 25° 、 30° ,钻头吃入地层的能力差,攻击性不强。将PDC齿负前角改为 15° 、 20° 、 30° ,减小负前角,加强PDC齿吃入地层的能力,使钻头能获得较高的机械钻速和寿命。

3.5 钻头防泥包设计

3.5.1 AB防泥包技术 其原理是采用在钻头上进行负离子处理技术,使带有负电荷的泥岩钻屑与带有负电荷的钻头体之间产生相斥,从而达到防泥包的效果。

3.5.2 内置式喷嘴设计 钻头的每个刀翼上都有2个喷嘴,即排屑槽(主喷嘴)和内置式喷嘴,钻进时从内置式喷嘴喷出的射流可沿岩屑强度最薄弱的方向将大尺寸岩屑碎断,岩屑在主喷嘴的作用下沿排屑槽迅速运移出去,因而使钻头在软地层中获得最佳的防泥包和清洗效果,达到高的机械钻速。

3.6 采用负压喷嘴

山前井使用钻井液密度高($1.6 \sim 2.30 \text{ g/cm}^3$),常规喷嘴在井底产生的是正压力场,压持效应明显,负压喷嘴在井底形成负压压力场,对井底钻屑的压持作用转变为抽吸作用,即从负压喷嘴中喷射出的钻井液实际上是将井底钻屑抽吸出井底,起到快速高效清岩的作用,有利于提高机械钻速。

3.7 保径设计

3.7.1 TSP超强保径 TSP超强保径是将人造金刚石热稳定聚晶圆片焊接在钻头保径段上,它具有极强的抗磨损能力,可以有效地提高钻头保径能力。

3.7.2 短保径 缩短钻头保径能减小钻头与井壁的接触产生的扭矩,同时也能减小小圆柱管壁效应,降低了保径表面积而增加了钻头保径表面的接触力,使钻头的侧向切削能力增强,有利于井斜控制。

4 改进的PDC钻头应用效果

4.1 $\varnothing 444.5\text{mmFS2663}$ 钻头

$\varnothing 444.5\text{mmFS2663}$ 采用中抛冠部形状、大螺旋刀翼、大排屑流道;不对称刀翼、减震齿设计; 19mm 环爪型尖圆混合齿;TSP超强保径;AB防泥包技术。

该钻头在迪那2井4次入井,累计进尺 1723.48m ,累计纯钻 711.9h ,平均机械钻速 2.42m/h ,平均行程钻速 2.22m/h ,在 $1325.00 \sim 1795.00\text{m}$ 井段平均钻速达到 8m/h ,是牙轮钻头的3倍以上,这是 $\varnothing 444.5\text{mmPDC}$ 钻头在塔里木油田首次取得的突破。

4.2 $\varnothing 311.15\text{mmPDC}$ 钻头

4.2.1 FS2663G钻头 针对巴什2井地层特征设计的FS2663G钻头在巴什2井5次入井,累计进尺 2292.44m ,平均机械钻速 4.18m/h ,相当于邻井(KL204)同井段11只钻头(3只PDC、8只牙轮钻头),创出了克拉苏区块 $\varnothing 311.15\text{mm}$ 井段的单只钻头进尺、单只钻头纯钻时间、平均机械钻速等指标的最高记录。

4.2.2 M1951SG钻头 M1951SG钻头特点为:中短抛冠部形状;深刀翼、宽排屑流道;螺旋刀翼、螺旋保径,极大地提高了钻头在井底工作的稳定性; 19mm 专用一体式切削齿,出刃高,攻击性强。该钻头下井后,最多1d进尺可钻近 90m ,好于牙轮钻头的使用效果,由于使用涡轮和井下不正常,该只钻头先后6次下井,累计进尺 381.66m ,平均机械钻速 1.45m/h ,是其它2种PDC钻头机械钻速的1.6倍和2.4倍。该钻头在原设计基础上增加了倒划眼齿,在英南2

井上部井段2次入井,累计进尺1351m,平均机械钻速16.48m/h,获得了显著的应用效果。

4.2.3 BD535Z 钻头 刀翼上采用了尖圆切削齿混合布置;采用RADXS和DIAX/CSE齿混合布置;减小了切削齿的负前角,由原来的 20° 、 30° 改成了 10° 、 15° 、 20° 、 30° ,增强了切削齿吃入地层能力。该钻头在却勒1井中部井段进尺884.976m,平均机械钻速2.72m/h,比邻井同井段其它型号PDC钻头的机械钻速提高了36.7%。

4.3 $\varnothing 215.9\text{mm}$ PDC 钻头

4.3.1 DS66GJNSW 钻头 中抛冠部形状;采用13mm凸凹槽复合片(Astra);八刀翼弧形结构;双排切屑齿。该钻头具有抗冲击、抗研磨能力强等特点,在柯深101井 $\varnothing 215.9\text{mm}$ 井段应用,累计进尺1098.27m,平均机械钻速1.15m/h,相当于柯深1井22只钻头的进尺,平均机械钻速提高了259.38%,比柯深1井同井段节约钻井时间165d,节约成本1160多万元。

4.3.2 FM2565 钻头 采用中抛冠部形状;19mm加厚环爪齿;尖圆混合齿设计;负压喷嘴;低扭矩径程。在克拉204井 $\varnothing 215.9\text{mm}$ 井段应用,平均机械钻速2.21m/h,比克拉203井同井段使用的G535D钻头平均钻速提高45%,节约成本60万元。

4.3.3 M1953SGPA 钻头 特点为:中短抛冠部形状;19mmCI新型切削齿;尖圆混合齿设计;减小了切削齿的负前角,心部为 10° ,鼻部为 13° ,肩部为 15° 、 30° ,增强了切削齿吃入地层能力。该钻头在迪那22井比迪那2井同井段M1953SG的进尺和机械钻速均提高了1倍,效果非常明显。

4.4 $\varnothing 152.4\text{mm}$ 、 $\varnothing 149.2\text{mm}$ PDC 钻头

4.4.1 $\varnothing 152.4\text{mm}$ G434DX 钻头 针对深部小井眼井段硬塑性地层,切削齿的攻击性差的问题,设计了G434DX钻头,特点为:大小齿混合设计;调整切削齿的角度,由原来的 20° 、 30° 改成了 10° 、 15° 、 20° 、 30° ;改进刀翼结构设计,增加了钻头顶部及肩部切削齿的密度和覆盖率,增强了钻头顶部及肩部的耐磨性。

该钻头在阿克1井同BD445钻头相比,进尺提高了2.87倍,平均机械钻速提高了2.26倍。

4.4.2 $\varnothing 152.4\text{mm}$ BD445ZT 钻头 针对在钻遇硬带研磨性或塑性较强的地层时,钻头顶部及肩部的切削齿磨损较快且严重,钻速低、寿命短,设计了BD445ZT钻头,特点为:将原钻头2个长刀翼、4个短刀翼改为3个长刀翼、3个短刀翼,增加了钻头顶

部及肩部切削齿的密度和覆盖率,增强了钻头顶部及肩部的耐磨性;对钻头冠部形状及布齿方案做了相应的调整,以增加其攻击性;排屑槽心部为负锥形,使排屑更加畅通。

改进后的钻头在阿克1井同BD445钻头相比,进尺提高了3.6倍,尽管平均机械钻速基本相同,但寿命提高近4倍。

4.4.3 $\varnothing 149.2\text{mm}$ FM2543 钻头 特点为:中抛冠部形状;13mm、8mm加厚环爪混合齿;负压喷嘴;低扭矩径程。该钻头具有攻击能力强、齿的耐磨性好等特点。负压喷嘴尤其有利于在高密度下避免压持效应,减少重复切削、提高切削效率。在克拉204井白垩系地层进尺242m,平均机械钻速2.21m/h,相当于201井4只巴拉斯加1只牙轮钻头的进尺,平均机械钻速提高了218%。

5 目前仍然存在的问题

(1)山前复杂井地质条件的不确定性及钻前预测准确性不高仍然是影响钻头选型及使用效果的最大技术难点,这在探井尤其是新探区上的第1口探井表现最为突出。

(2)对于硬一极硬具有一定塑性、中低研磨的泥岩地层试用了S280、M1396MSS、M1664MSS、TBT18D、FM2745i等多种型号的钻头,以及孕镶钻头配涡轮钻具钻进等措施,但效果均不理想,对付该套地层,在钻头设计上首先必须解决钻头吃入及钻头寿命2大技术难点。

(3)对于硬度高、研磨性强的地层与软塑性地层交替频繁的井段需要有更高耐磨性的复合片才能较好的解决问题。

(4)应进一步加大 $\varnothing 215.9\text{mm}$ 以下PDC钻头的攻关研究力度,塔里木2001年 $\varnothing 215.9\text{mm}$ 以下钻头进尺占总进尺的37.55%,纯钻时间占总时间的56.21%, $\varnothing 152.4\text{mm}$ 以下钻头进尺占总进尺的10.34%,纯钻时间占总时间的19.55%。因此加强 $\varnothing 215.9\text{mm}$ 以下PDC钻头的攻关是提高整体钻井速度的关键。

(收稿日期 2002-11-11)

[编辑 张振清]

Key words slim hole window milling side-tracking cementing

CASING PROPERTY ANALYSIS IN DEEP AND ULTRA DEEP WELLS

by Yang Long, Lin Kai, Han Yong, Shi Jiaoqi, (Tubular Goods Research Inst. of CNPC), Song Yanpeng, Zhou Jiandong

Abstract In conventional casing string design, only casing strength is considered. While in the development of some deep wells, ultra-deep wells and high pressure gas wells, new requests arise. More specifically, the casing must obtain gas sealing property, higher temperature tolerance, and sufficient tension strength and compressing strength for the coupling. In addition, the cement ring should enhance casing strength. By theoretical interpretation, finite element calculating, and large scale tests in kind, the casing properties in deep and ultra-deep wells were analyzed, with some valuable data and conclusions obtained. It points out that tests in kind simulating the deep and ultra-deep well conditions is an effective way to testify the casing properties. Combining with casing string design, a set of casing selection method was proposed, which is also suitable for tubular string design.

Key words deep well ultra deep well thick wall casing strength temperature analysis

ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF A COLLAPSING PRESSURE PROFILE IN FUMIN AND YONGAN AREA OF JIANGSU

by Zhang Zonglin, Zhang Guangyin, Zhu Binglan, Feng Quanhui, (Petroleum Engineering Technology Research Inst. of Jiangsu Oilfield Company), Cheng Yuanfang

Abstract Complicated problems such as borehole instability exist in drilling in Fumin and Yongan area of Jiangsu. Study was conducted on wellbore stability by investigating the drilling case history in Well Yong-23 and Well Fu-X1, which is a deep well, and a collapsing pressure profile of this area is established. Field application of the pressure profile effectively avoided and minimized downhole troubles, and the drilling efficiency was also improved. This study was beneficial for drilling engineering design, field drilling fluid density adjustment and the implementation of fast and safe drilling operation, while provided scientific evidences for performing

these work.

Key words lost circulation hole collapse pressure profile application

BIT OPTIMIZATION IN THE COMPLICATED FRONT-HILL FORMATION IN TARIM

by Tang Jiping, Zhong Wenxu, Chi Jun, Wei Fengqi, (Exploration Division of Tarim Oilfield Branch Company)

Abstract A rock mechanics parameter model was established by using the logging data and combining with rock mechanics characteristics and the lithology profile of the offset well. This model was used to interpret the mechanics characteristics of the rock in longitudinal profile. Bit selection, mainly focused on PDC bit for the front-hill formation was presented, taking reference of the bit using in the offset well. Based on the formation lithology characteristics, the PDC bit was optimized from such aspects as the composite block, blade geometry, cutter model, and cutter mechanics balance, etc. The modified bit was successfully used in the front-hill formation in Tarim.

Key words Tarim front-hill structure complicated formation optimization PDC bit design modification application

DBS SERIES DIGITAL VARIABLE FREQUENCY ELECTRICAL DRILLING RIG

by Zhang Mi, Zhang Yanyong, Wang Jiangyang, Chen Jun (Sichuan Oil Guangan Honghua Inc)

Abstract The DBS series digital electrical drilling rig is developed to perform safe and sound drilling with low cost, and it integrates the AC variable frequency, vector control, bus communication, digital programmable control and computer technology, and builds a platform of digit, information and intelligence. Full digital control is realized for the rig, and it sets a base for establishing the drilling engineering database and long distance supporting system. The design and performance of the drilling rig is advanced, and it sets a sample for intelligent drilling in the near future.

Key words electrical digital variable frequency drilling rig

APPLICATION OF HI-TECH IN PRODUCTION ENGINEERING — PRESENT STATE AND PROSPECT

by Wu Qi, (Exploration and Production Branch