

克深 21 井复合盐层钻井技术与试验

潘义强 (重庆科技学院, 重庆 401331)

富 强 (渤海钻探工程有限公司塔里木钻井分公司, 天津 300000)

摘 要: 本文在分析了克深 21 井基本地质特征的基础上, 研究了塔河油田复合盐层钻井施工具有盐膏层之间含有薄砂层, 在高密度钻井液钻进时易发生井漏、钻井液密度窗口窄, 溢漏同层等难点, 通过研究与现场实践, 形成了盐层的钻井工艺技术措施, 能够顺利钻穿埋藏深的盐层, 解决了塔里木油田山前区块盐层的钻井难题。适合塔河油田深井盐膏层钻井技术措施。

关键词: 复合盐层; 钻完井技术; 油基钻井液; 卡层技术

1 克深 21 井基本情况

克深 21 井是部署在克深 21 号构造上的一口预探井, 设计井深 8220m, 目的层巴什基奇克组第二段。该井第三系盐膏层普遍发育, 岩性复杂, 高压盐水是制约钻井施工的主要难点, 在施工过程中常出现溢漏同层等复杂情况, 使用常规的钻井技术难以保证井下的安全。

综合临井的地质资料及实钻结果, 该井钻遇的复合盐层属于古近系地层。预测地层孔隙压力系数自新近系康村组开始升为高压, 为 1.33 左右, 至库姆格列木群地层孔隙压力最高为 2.02 左右, 地层破裂压力当量钻井液密度为 2.30~2.50g/cm³, 而盐间高压盐水压力系数最高 2.47, 在实际施工的过程中难以把控钻井液密度。

该井在 7492~7925m 钻遇岩盐段、中泥岩段、膏盐段的纯盐层、膏岩盐地层, 岩性为巨厚白色膏岩盐、石膏、膏质泥岩与厚层褐色泥岩不等厚互层, 偶见薄砂层, 中下部的膏岩盐段见区域性标志层白云岩三套。总体来看该井在盐膏地层施工期间存在诸多难点, 安全和钻井压力窗口窄、易发生井漏、溢流等复杂情况。

2 盐膏层施工难点分析

2.1 盐膏层之间含有薄砂层, 在高密度钻井液钻进时易发生井漏

在一般的盐膏层钻进时不需要考虑井漏的问题, 但由于该井所在区块的复合盐膏层岩性与矿物组成复杂, 在同一井段存在多套压力系统, 若共处于同一密度钻井液压力维持下, 难以同时解决地层失稳与井漏的问题, 在施工的过程中只能采取堵漏的方式提高盐间地层的承压能力。就盐膏层的物理与化学性质分析, 纯盐与纯膏地层不具备漏失的条件, 若存在泥岩、砂岩夹在纯盐或纯膏地层中, 或者是盐岩与膏岩共生, 由于井壁的均质性受到影响, 此时井壁的承压能力将明显降低, 漏失的风险将显著增加, 在盐层钻进时采用的高密度钻井液必然会引起这些薄弱地层的漏失。

2.2 钻井液密度窗口窄, 溢漏同层

山前构造压力梯度高, 高压盐水层分布没有规律, 在钻进的过程中难以准确预测盐水层的位置, 统一裸眼段的安全密度窗口窄, 裂缝、微裂缝发育, 导致溢漏同层的现象十分频繁, 井漏与溢流同时发生, 导致钻井液漏失严重, 处理的过程十分复杂, 在井控问题上也存在较大难

点。

高压盐水层一般存在于抗张力小、胶结面弱的粉砂岩当中, 很难在保证井下不漏失的前提下提高薄砂层的承压能力, 很难找到维持压力平衡的密度区间, 在盐膏层中发育的高压盐水层, 在发生盐水溢流之后, 采取更高的钻井液或压井液密度, 导致盐下异常高压形成的高压非构造裂缝, 加剧钻井液的漏失情况。

在溢漏同层的情况下, 盐水入侵、钻井液漏失等情况反复出现, 往往造成钻井液的污染, 处理不当易引发井下复杂, 甚至造成井下事故。

3 盐膏层钻进技术措施

3.1 采用国产高密度抗高温油基钻井液

以柴油为基础油, 采用纯国产的抗高温乳化剂、润湿剂、亲油胶体等主要添加剂形成的油包水型高密度油基钻井液体系。

在克深区块的试验中, 在高难度深井、超深高温井的应用中均有良好表现。在解决山前超深盐膏层钻井、溢漏同层等难题上有显著效果, 同时在保证井身质量、提高机械钻速等方面有一定效果^[1], 国产油基泥浆体系也使得钻井液的总体成本得到降低。

3.2 采用高密度精细控压钻井技术

精细控压钻井技术是用于解决窄安全密度窗口带来的钻井时出现的“溢漏同层”的复杂情况有显著效果。因为作业的时候采用闭式压力控制系统, 在控制井涌、井漏等情况时具有一定优势, 通过动态压力控制或者自动节流控制, 可以高效地控制地层流体侵入井内, 在安全性上有显著优势。精细控压技术通过精确控制钻进、起下钻作业过程中的环空压力剖面, 保持井底压力大于或等于地层空隙压力, 从而达到限制地层流体溢出的目的。使井筒压力保持在地层孔隙压力与破裂压力之间, 进行近平衡钻井。综合来看, 精细控压钻井通过对井口套管压力、流体密度以及水力摩阻等综合控制, 达到在窄密度窗口下安全钻进的目的。

3.3 严格执行钻井设计, 预防突发状况

在钻进过程中, 针对可能发生的溢流、井漏问题, 提前做好预案。现场保证设备的完整性并且加强泥浆坐岗, 同时地面准备足够的泥浆及堵漏材料以应对井漏发生; 在钻进时, 泥浆的密度越大, 发生井漏的可能性与严重性越

大,所以现场施工中在满足井壁稳定和平衡地层流体的前提下,尽可能走泥浆密度下限;在操作上,下钻时控制下放速度,下钻到底前提前转动顶驱,先用小排量顶通,防止压漏地层。钻台上时刻关注泵压、钻压等参数变化,控制盐层及盐层上部300m井段内的起钻速度,确保液面报警器的完好,在检修设备时,将钻具起或下至套管鞋处。一旦发生井漏、溢流等特殊情况,立即按照预案处理。

4 盐膏层钻进期间遇到的复杂处理

该井以 2.40g/cm^3 密度钻进至库姆格列木群时发生溢流,此时地层主要岩性为褐灰色膏质粉砂岩,井深7662m,溢流量 0.2m^3 ,关井后立压由0MPa上升到8.6MPa,最后稳定在8.2MPa(钻具带浮阀),套压由0MPa上升到1.6MPa后下降至0.3MPa后又上升至9.4MPa。地面配置密度2.54压井液 350m^3 并调整性能后开始循环压井,返出密度最低点2.2,油水比65/35,见明显结晶盐。压井后期发生漏失,有逐步增大趋势,共计漏失钻井液 43.5m^3 ,停泵观察,出口无外溢。

第一次溢流压井后出现井漏,进行堵漏作业1次;后续8 1/2"钻头钻进期间因漏速增大进行随钻堵漏2次。该井四开钻进期间钻遇盐间高压盐水及薄砂层,出现溢流同层复杂,共计发生溢流3次、井漏4次(包括中完期间井漏、溢流各1次),几乎没有密度窗口,且堵漏效果十分不理想,堵漏浆多次反吐;为保证正常钻进,现场尽可能的降低钻井液密度,尽可能的避免井漏发生,同时针对盐间薄弱层进行承压堵漏,在钻进时采取随钻堵漏的方式,减少漏失量;经过多次现场测试发现当泥浆密度高于 2.47g/cm^3 时地层漏失严重,低于 2.47g/cm^3 时则会盐水溢流,后采取精细控压钻进,下钻至套管鞋安装旋转控制头胶芯循环降密度至 2.47g/cm^3 进行控压钻进,起钻时为抵消环空压耗,起至套管内后循环提密度至 2.49g/cm^3 ,进行起下钻作业。

通过精确控制泥浆密度和出入口流量的方式在溢漏同层的复杂条件下保持漏速 $0.6\sim 2.4\text{m}^3/\text{h}$ (排量 $10\sim 13\text{L/s}$)的状态安全钻进。

5 盐底卡层技术

在钻进期间,由于存在盐层缩径, 2.47g/cm^3 左右的钻井液密度可能无法抑制盐层的蠕变,造成钻具进入盐层后憋停顶驱,导致卡钻;由于底板泥岩薄,目的层与盐层的压差达到50MPa,如果卡层不准确,可能出现直接压穿底板泥岩造成井口失返,钻井液液柱下降太快,液柱压力无法抑制盐层蠕变缩径,最终造成卡钻,也有可能未卡准盐层底部即中完,对后续施工造成巨大影响。所以卡准盐层底部可以说是整口井成功完成的最关键一步,一旦出现差错,对后续施工将造成难以估量的影响,现场为保证精确卡准盐底,做了充分的准备^[2]。

首先是认真分析盐底特征,克深区块的盐底具有相对普遍的特征:在钻井参数上:钻压恒定在5t左右,微钻时骤升且稳定在大于50min/m;底板泥岩的岩屑具有细、硬、片状等特征;元素录井显示上:氯元素含量降低至小

于1%,镁元素含量上升至大于4%,碳酸盐含量较盐间泥岩升高至10~25%;同时还需要充分对比邻井的地层情况与地震资料对比,综合确定盐底的位置,该井膏盐岩段钻遇厚层褐色泥岩,与大北3、克深9、13区块膏盐岩段的岩性组合特征有所不同(灰质泥岩+石膏+白云岩+盐岩+高钻时泥岩)。

综合分析盐层下部岩性为:褐色泥岩+石膏+白云岩+盐岩+下泥岩段含膏泥岩。

其次四开钻进期间因地层不确定,与邻井的对比性不高等因素,为确保地质卡层时的安全,精确卡准盐底,自井深7785.7m开始使用小钻头分段钻进、大钻头扩眼的方式进行地质卡层。期间使用6"小钻头导眼钻进1趟、5 7/8"小钻头导眼钻进3趟,共计导眼钻进4次,并分别使用8 1/2"钻头扩眼。

卡层时根据井下情况及时调整钻井参数,维持泥浆液面稳定,同时将扭矩限制在10kN.m以内,一旦出现连续慢钻时(>50min)则立即循环确认岩性;当瞬时钻时突快,则加强观察扭矩及泵压变化,一旦扭矩波动大,立即上提划眼,确保上部井眼通畅再继续钻进,连续快钻时(<20min)每钻进1m或者30min上提划眼确保正常后才继续钻进,遇到划眼扭矩依旧波动大无减弱效果,上提至安全井段循环落实岩性。

在卡层作业期间,在钻头出套管前3个单根时,自上而下接入浮阀、旋塞,钻至方余6m处即划眼接单根,划眼畅通后才接单根作业,若出现掉块、上提遇卡、下放遇阻等情况,不进行接单根作业,接单根时保证井口人员提前到位,提前做好检查井口工具、入井单根通径和清理丝扣等工作,保证钻具静止时间不超过2min,一旦超时则转动转盘活动钻具,做到早开泵晚停泵。

每次开泵,先用10冲顶通,等返出正常后,缓慢上提排量,防止水眼憋堵或憋漏地层。在卡层作业期间,泥浆保证双人坐岗,一人监测液面,一人监测性能,每10min测量并汇报液面情况及出入口密度,保证入口密度不低于 2.46g/cm^3 。

6 结论

在施工过程中,严格按照安装旋转控制头、接钻具内防喷工具等超深井小井眼钻进推荐做法,保证小井眼钻进的安全、高效钻进。国产油基钻井液体系稳定,抗盐膏污染能力强,盐水侵入后流变性能变化小高温高压虑失量低,泥饼质量好,成功解决超深井面临的高温、高压、巨厚盐膏层和高压盐水层入侵等复杂技术难题,保障了该井在超深盐膏层钻进期间的井下安全对于目的层的井壁稳定起到了积极作用。

参考文献:

- [1] 张锦荣,陈安明,周玉仓.塔里木深井盐膏层钻井技术[J].石油钻探技术,2003,31(5):25-27.
- [2] 郭春华,马玉芬.塔河油田盐下区块盐膏层钻井液技术[J].钻井液与完井液,2004,21(6):19-22.