

石油定向井常用钻具组合的分析与探讨

张金生¹, 孙智杰²

(1. 山西金钻石油机具制造有限公司, 山西 晋中 030620; 2. 山西省第三地质工程勘察院, 山西 晋中 030620)

摘 要:结合陕北石油定向井施工实践, 对用于控制井眼轨迹的钻具组合进行了分析, 并从钻井施工角度提出了一些改进建议。

关键词:石油定向井; 钻具组合; 轨迹控制

中图分类号:TE921 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)S1-0146-03

随着石油钻井工艺和定向钻井技术的不断发展, 丛式生产井布井方式已逐步代替了原始的单井布井方式。两者相比, 前者具有很多优点: (1) 可节省大量钻前准备费用; (2) 便于井队施工, 减少井队搬迁、安装费用; (3) 便于采油单位的日常生产管理; (4) 可开采一些因地形限制, 单直井无法开采的区域。

山西省第三地质工程勘察院晋源钻井公司自 2003 年以来, 曾承担过侧钻定向改造井、丛式定向井施工任务, 完成井台 10 座, 完成定向井 40 余口, 总工作量 5 万余米。我们与专业定向队合作, 严格钻井操作规程, 共同控制井眼轨迹, 中靶率达到 95% 以上。

控制井眼轨迹, 确保中靶, 其关键应把握 2 个方面: 其一, 要按照采油单位提供的井位坐标、中靶坐标, 以及井位区域地层自然偏斜规律, 做好井眼轨迹控制参数设计; 其二, 钻井队要在施工技术与工艺方面提供强有力的技术支持。两者相辅相成, 缺一不可。从钻井施工角度出发, 就是要制定合理的钻具组合方案以及相应的操作规程, 并要落实到钻井施工每个环节当中。

1 常用的钻具组合及分析

1.1 表土层钻具组合及分析

1.1.1 钻具组合

Ø311 mm 钻头 (631) + 接头 (630 × 410) + Ø165 mm 钻铤 10 根 (411 × 410) + 接头 (411 × 4A10) + Ø159 mm 钻铤 5 根 (4A11 × 4A10) + 接头 (4A11 × 410) + Ø127 mm 钻杆 (411 × 410)。

1.1.2 钻具作用

提供足够的钻压确保土层的钻进效率; 严格控制中和点位置, 尽量避免钻杆加压, 确保井眼垂直; 钻孔与修孔相结合, 确保顺利下入表土层护孔套管。

1.2 二开直井段钻具组合及分析

1.2.1 钻具组合

Ø222 mm 钻头 (431) + 接头 (430 × 410) + Ø159 mm 无磁钻铤 1 根 (4A11 × 4A10) + Ø214 mm 扶正器 (4A11 × 4A10) + 接头 (4A11 × 410) + Ø165 mm 钻铤 10 根 (411 × 410) + 接头 (411 × 4A10) + Ø159 mm 钻铤 5 根 (4A11 × 4A10) + 接头 (4A11 × 410) + Ø127 mm 钻杆 (411 × 410)。

1.2.2 钻具作用

提供足够的钻压, 保证钻进效率; 提供钻孔底部刚性组合, 防止钻孔偏斜; 提供无磁组合, 满足井斜监测。

1.3 直螺杆造斜井段钻具组合与分析

1.3.1 钻具组合

Ø222 mm 钻头 (431) + Ø165 mm 直螺杆 (430 × 4A10) + 2°弯接头 (4A11 × 4A10) + Ø159 mm 无磁钻铤 1 根 (4A11 × 4A10) + 接头 (4A11 × 410) + Ø165 mm 钻铤 9 根 (411 × 410) + Ø127 mm 钻杆 (411 × 410)。

1.3.2 钻具作用

提供能满足螺杆钻进的钻压; 控制钻具刚性组合, 满足定向与造斜的需要; 提供无磁组合, 满足井斜监测; 传递泥浆附加压力和反扭矩, 确保螺杆正常运转, 并确保定向方位不偏移。

1.4 增斜井段钻具组合与分析

1.4.1 钻具组合

Ø216 mm 钻头 (431) + 双母扶正器 (430 ×

收稿日期: 2007-05-30

作者简介: 张金生 (1962-), 男 (汉族), 山西中阳人, 山西金钻石油机具制造有限公司副总经理, 探矿工程专业, 从事石油机具研发与制造工作, 山西省晋中市鸣李。

4A10) + $\varnothing 159$ mm 无磁钻铤(4A11 $\times$ 4A10) + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 165$ mm 钻铤 10 根(411 $\times$ 410) + 接头(411 $\times$ 4A10) + $\varnothing 159$ mm 钻铤(4A11 $\times$ 4A10) + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 127$ mm 钻杆(411 $\times$ 410)。

1.4.2 钻具作用

传递正常的扭矩及钻压;在保持井眼已有方位的前提下,继续增大井斜,扩大累计水平位移;提供无磁组合,满足井斜监测。

1.5 稳斜井段钻具组合与分析

1.5.1 钻具组合

$\varnothing 216$ mm 钻头(431) + $\varnothing 146$ mm 短钻铤(长 1.0 ~ 2.0 m) + $\varnothing 214$ mm 双母扶正器(长 1.63 m) + $\varnothing 159$ mm 无磁钻铤(4A11 $\times$ 4A10) + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 165$ mm 钻铤 10 根 + 接头(411 $\times$ 4A10) + $\varnothing 159$ mm 钻铤 5 根 + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 127$ mm 钻杆(411 $\times$ 410)。

1.5.2 钻具作用

传递正常的扭矩和钻压,在保持井眼已有方位的前提,井斜不再变大或变小;继续扩大累计水平位移;提供无磁组合,满足井斜监测;利用井底刚性钻具组合,保持井眼轨迹在受控状态。

1.6 降(微)斜井段钻具组合与分析

1.6.1 钻具组合

$\varnothing 216$ mm 钻头(431) + 接头(430 $\times$ 4A10) + $\varnothing 159$ mm 无磁钻铤(4A11 $\times$ 4A10) + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 165$ mm 钻铤 10 根 + 接头(411 $\times$ 4A10) + $\varnothing 159$ mm 钻铤 5 根 + 接头(4A11 $\times$ 410) + $\varnothing 127$ mm 钻杆(411 $\times$ 410)。

1.6.2 钻具作用

传递正常钻进所需的钻压与扭矩,保持已有井眼轨迹圆滑,防止出现“狗腿”;保持井眼方位,井斜缓慢下斜,井眼水平位移增幅减缓,到设计的中靶垂深时,按预定靶区入靶,满足中靶要求。

2 钻具组合存在的问题

不同井段的钻具组合,在施工中均存在一些问题,可分为 2 个方面:即钻具组合本身和相应的钻井规程。

2.1 直井段垂直度不理想

2.1.1 钻具组合缺陷

(1) 钻具组合刚性不足,钻遇频繁换层部位,钻具校直能力不足;

(2) 由于钻具与孔径级配不合理,又未设置扶正器,不能实现“满眼”钻进。

2.1.2 钻进规程问题

(1) 盲目追求钻进时效,中和点放置太高,钻压偏高,造成井眼偏斜;

(2) 表层段井眼偏斜,导致表层套管偏斜,给二开直井段保直带来隐患;

(3) 地层的变化与规程的变化不同步,造成了井斜累积效应;

(4) 井斜监测点距未控制好,钻进规程参数调整滞后。

2.1.3 不良后果

(1) 丛式井井距较近(5 ~ 8 m),当相邻两井相向偏斜时,极易造成相互“打碰”;

(2) 直井段在造斜点易形成“导向趋势”,当与设计的定向方位相悖时,加大了调整难度,易在造斜点附近井段形成“狗腿”;

(3) 直井段的偏斜易造成井口“采油树”偏磨,影响正常采油生产。

2.2 实际轨迹与设计轨迹吻合度较差

2.2.1 钻具组合缺陷

(1) 钻具组合中钻铤的增减、扶正器位置与地层变化不相适应;

(2) 钻具组合中弯接头偏磨,造斜能力与设计不吻合;

(3) 钻铤外径磨损,扶正器外径偏小,螺杆工作状态等与预想的有出入。

2.2.2 钻进规程问题

(1) 根据地层特性变化,钻进规程参数调整不及时;

(2) 钻头选型不合理,或钻头“侧齿”磨损严重未及时更换;

(3) 交接班时钻进规程参数交待不清,司钻存在盲目调整参数现象。

2.2.3 不良后果

(1) 由于满足不了中靶轨迹要求,需增大控斜钻进长度,影响钻进效率;

(2) 由于设计与实际轨迹在定向井段不太吻合,往往需要实施“二次调整轨迹”,增加钻探费用,同时增加了事故发生的概率;

(3) 多次调整井眼轨迹,造成井眼空间形态复杂,不利于电测井和下套管作业。

2.3 中靶控制井段稳斜难、降斜快

2.3.1 钻具组合缺陷

(1) 钻具组合本身刚度不足,造成降斜速度过快;

(2) 稳斜钻具组合中井场配置的不同规格、长度的短钻铤数量不足,可供选择范围较小;

(3) 稳斜钻具组合中的扶正器外径与短钻铤组配不合理。

2.3.2 钻进工艺问题

(1) 井队人员为了抢进尺,过早地去掉稳斜钻具组合,稳斜井段段长不足,表现为中靶位移不足;

(2) 井队人员为了提高效率,在去掉稳斜钻具组合后,又加足所有钻铤钻进,足量钻铤组合的“纠斜”作用使井斜下降太快;

(3) 为避免深孔测井斜期间发生孔内事故,增大了测斜间距,造成井斜参数不能及时掌握,而未能及时采取相应的措施。

2.3.3 不良后果

(1) 稳斜井段的不足,造成实际井眼的水平位移不足,往往以欠位移中靶,使实际的采油控制区域减小;

(2) 井眼中靶控制段井斜的迅速下降,导致井眼方位漂移机会增多,往往在方位参数上落入到靶圈边缘,甚至造成脱靶;

(3) 中靶点一般设计在主油层中部(油中),含油地层本身的泥、砂岩互层特点,在井斜较小的情况($<10^\circ$)下,使井眼轨迹比较复杂,影响电测井和下油套作业。

3 钻具组合的改进建议

3.1 直井段钻具组合

(1) 采用“满眼”钻具组合,无论是在表土层钻进,还是二开后的直井段钻进,若遇岩层差异大、换层频繁时,在钻具组合适当位置加一组扶正器,其间距 9~18 m 为宜,根据实际效果来调整。

(2) 扶正器外径大小要与所用钻头直径合理选配,两者直径差 2~3 mm 为宜;

(3) 根据地层特性和实钻速度,通过增减钻铤数量,在钻进中掌握好中和点位置,以钻铤组合长度 2/3~4/5 处为宜,切忌钻杆加压;

(4) 表土层较厚、井斜问题突出时,在钻具组合中加无磁钻铤以便及时监测井斜。

3.2 定向造斜段钻具组合

(1) 直井段用大直径组合($\varnothing 222$ mm 钻头),定向井段用小直径($\varnothing 216$ mm 钻头),为造斜钻进提供足够的空间;

(2) 螺杆造斜井段建议采用“单弯螺杆”组合,其井眼圆滑性和造斜能力均优于“弯接头+直螺杆”组合;

(3) 螺杆造斜井段钻具组合中要用新钻头,这样造斜效果好;

(4) 增斜钻具组合中,确保扶正器外径尺寸,若用 $\varnothing 215.9$ mm 钻头增斜,其扶正器直径 $< \varnothing 214$ mm,否则增斜率不高。

3.3 中靶控制段钻具组合

(1) 井场应配置不同规格、不同长度的短钻铤,以组配出更多钻具组合来满足稳斜井段要求;

(2) 在中靶点以上 150~200 m 范围内不宜盲目追求进尺,适当控制钻铤数量,以减缓井斜下降速度,确保中靶;

(3) 在保证孔内安全的情况下,坚持定深测井斜,以便及早发现问题,继而调整钻具组合并采取相应的钻进规程。

4 几点认识

(1) 石油定向井施工以中靶为目标,以上仅从钻井施工及钻具组合方面进行了一些分析,希望能够得到相关专家更多的指导;

(2) 在定向井施工中,曾经采用手工定向和随钻定向两种方式。实践证明,后者具有很多优越性,建议推广应用;

(3) 螺杆定向钻进,常用 2 种钻具组合,其一是“弯接头($2^\circ \sim 2.5^\circ$) + 直螺杆”组合,其二是“单弯螺杆($1.25^\circ \sim 1.5^\circ$)”组合,虽然在施工中各有千秋,笔者认为:相对而言,后者要优于前者,前者组合中弯接头的过度磨损,往往会使其造斜强度大大降低;

(4) 钻具组配要紧密结合井场钻铤、扶正器、钻头尺寸等实际情况。由于各个井队钻铤及组件配置数量、磨损程度等均存在较大差异,组配入井钻具组合时,应根据轨迹控制的实际效果,及时地更换与调整,切不可生搬硬套。