

·石油钻掘工程·

大庆钻探EISC地质工程一体化
模式设计与应用

李明*

(大庆油田有限公司钻探工程公司,黑龙江 大庆 163000)

摘要:现阶段无论在技术,还是管理层面还未形成地质工程一体化的模式,决策结果缺少地质和工程沟通环节,导致因钻井设备无法大幅度进行轨迹调整或施工参数等原因造成的定向难度大,短期内无法快速实现地质目的,较大影响储层高钻遇率,若超出工程施工最佳安全参数,不仅增加井筒内摩阻系数,还可能对下步完钻测井、套管下入等完井作业带来一定的井控隐患,对整体钻井周期、实施效果及后期油气井开发衔接均有一定程度影响。为此,开展涵盖钻前、钻中和钻后的钻井系统过程中的“地质工程一体化工作流程”的方案设计,强化多专业协同配合探索研究,加快推进地质工程一体化能力建设,打造标准化、规范化运行模式,支撑油气勘探开发增储上产和井筒工程提速提效,对目前钻探行业一体化模式的建立与应用方面,具有一定的推进作用。

关键词:非常规资源;钻前、钻中和钻后的钻井系统;地质工程一体化工作流程;规范化运行模式

中图分类号:TE142 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2024)09-0044-04

现阶段还未形成地质工程一体化的模式,单井施工前、施工中各方考虑问题均有不同,例如,现场钻井队、定向服务部门、钻井液服务部门等工程施工单位是以“怎么快打进尺、怎么把井筒按工程设计要求打好”为中心目标,时刻站在以优快钻井的角度来考虑问题及赋予实际行动。而地质跟踪方,如地质设计部门、后方地震跟踪部门、现场地质录井队、现场地质导向部门等单位,均是以“如何引导钻头及时入靶并始终在高油气显示段穿越、如何最大限度提高储层钻遇率”为中心目标、时刻以后期油气资源高效开发上产的角度来思考问题,以及赋予实际行动,工程与地质分析角度不同分析局限性明显、同时各专业之间数据独立、相关的各专业壁垒仍未打破,往往的决策结果缺少地质和工程沟通环节,导致钻井设备无法短期内实现地质决策的相关轨迹调整,无法确保储层高钻遇率,同时很可能延长了钻井施工周期,若超出工程施工最佳安全参数,不仅增加井筒内摩阻系数,还可能对下步完钻测井、套管下入等完井作业带来一定的井控隐患,对整体钻井实施效果及后期油气井开发衔接均有一定程度影响。

大庆钻探EISC针对上述遇到的问题,开展涵盖钻前、钻中和钻后的钻井系统过程中的“地质工程一体化工作流程”方案的探索研究,强化多专业协同配合,加快推进地质工程一体化能力建设,打造标准化、规范化运行模式,支撑油气勘探开发增储上产和井筒工程提速提效,对目前钻探行业一体化模式建立与应用方面,具有一定的推进作用。

1 大庆钻探EISC地质工程一体化模式设计

进行钻前、钻中和钻后施工流程研究,构建了钻井系统一体化初级模式设计,为大庆钻探EISC中心进一步开展地质工程一体化工作奠定了坚实的基础。

1.1 研究钻前施工流程

钻前施工流程依次为资料准备、钻前地质与工程建模及两案制定开展,在资料准备阶段分为地质与工程两个方面,其中地质方面,首先要研读待钻井地质、钻井设计,收集区域成果地震体资料。

区域地质资料主要三个方面,首先确定设计标准井、选取区域内参考井,收集相关录井、完钻测井资料(包括标准井、参考井的轨迹数据、分层数据、钻时、岩屑、气测、元素、地化热解、残炭、电阻率、自然伽马等),

* 收稿日期:2024-05-22

作者简介:李明(1981-),男(汉族),黑龙江龙江人,工程师,现从事地质分析师工作。

其次收集待钻井导向预案,对入靶前标志层选取及水平段导向策略进行工程施工可行性分析。

区域内邻井地层压力统计,确定待钻井施工五压力(孔隙压力、坍塌压力、破裂压力、漏失压力、闭合压力)。

工程资料方面,首先要确认邻井范围,确认邻井数据对目标井参考价值,邻井井史、总结、邻井施工复杂情况及区块技术模板。

根据钻井工程设计要求,为保障优快钻井需收集钻机设备性能限定因素。

建模分析建立在地质和工程建模两个方面。其中地质建模需要应用地质软件做钻前地震模型,对断层、裂缝识别(判断裂缝类型、发育位置、裂缝角度、倾向、判断裂缝大小)、靶层识别、预测A靶点及分段倾角等;同时应用导向软件做钻前导向模型,识别造斜段地层特征、各标志层,掌握水平段目标层对应位置。综上,结合钻前地震和钻前导向模型做待钻井钻前地质风险预测。

工程建模需要收集整理钻井参数、钻机设备性能等邻井钻井资料,对非生产时间、施工作业、限定因素进行分析;同时应用EISC系统、工程计算软件进行工程建模,优化钻具组合、潜在复杂情况与应对方案、作业程序优化。

两案制定流程方面,首先施工单位依据地质设计、工程设计、邻井资料、模型数据、优化方案,及区块技术模板,牵头组织相关服务方编制施工方案和纸上钻井方案(“两案”)。

EISC中心组织相关方,初审方案,专家提修改意见,其中A、B类重点井,依次按照施工单位初审、钻探EISC复审、召开方案审查会、工程技术部审批、生效,正式定稿,下发执行,施工中实时修订,钻探EISC备案进行;重点井C、D类井,按照施工单位初审、成员单位审定,正式定稿,下发执行,要求施工中实时修订,钻探EISC备案进行。

1.2 研究钻中施工流程

钻中施工流程依次为随钻地质跟踪分析、工程优化分析两个方面开展工作。地质跟踪分析包含地震修模和地质跟踪的两个同步工作环节,其中地震修模需要利用随钻地震跟踪模型对地层倾角、断层、裂缝进行风险提示工作,需要勘探研究院负责;同时开展地震随钻跟踪工作,预测构造入靶点位置,水平段提前预测构

造倾角(预测范围大于钻井每日施工进尺)。

地质跟踪方面需要开展导向远程跟踪,对现场导向跟踪核查,为地震跟踪人员提供地震迭代更新数据,需要现场导向服务单位负责提供随钻数据;同时沿轨迹方向要开展三压力(孔隙压力、坍塌压力、破裂压力)跟踪及提前预测。

工程分析应用钻前的工程软件建模基础上,通过工程计算软件建模跟踪,分别对扭矩与摩阻分析、ECD精细化管理、钻井参数实时优化、钻具侧向力的计算、下套管精确模拟,需要承接钻井施工单位负责提供分析基础数据。

优化措施推送方面,通过以上的地质和工程跟踪结果,进行施工参数推荐、钻井液性能、井眼轨迹、当日工况分析、风险提示等优化措施建议,推送现场。

通过EISC系统平台实现远程实时监控,包括对优化措施执行情况监督、异常情况监控、实时MSE监控、钻进低效事件识别、作业程序监控、KPI监控及监管“两案”落实。

1.3 研究钻后施工流程

钻后施工流程依次为两案复盘、地质复盘和工程复盘三个方面开展工作。其中两案复盘方面,施工单位根据施工情况,方案实施效果,质量检测结果,形成复盘材料,优化区域模板。

地质复盘包括地震和导向两个方面,其中地震方面包含地震模型评价,做地震跟踪复盘总结,对钻前模型及钻后迭代更新模型符合率分析,对钻前断层、裂缝识别、靶层识别、预测A靶点及分段倾角预测等验证,提高区域地震认识;导向模型评价方面,对钻前导向预案钻井过程落实情况,对随钻优化地质导向方案、造斜段和水平段轨迹调整认识,迭代提升地质导向精度。

工程复盘方面,首先需要进行工程评模,对工程建模符合率和优化措施建议现场执行率进行总结;在效果分析方面,要对钻井周期、钻头寿命及趟钻进尺、降低作业风险、提高作业效率、减少非生产时间和隐形损失时间进行总结。

2 地质工程一体化工作方案技术措施保障及应用效果

2.1 地质工程一体化工作方案技术措施保障

首先建立重点井组织机构,明确各层级工作职责及工作流程,实现在运行平台、生产例会、两案联审、过程监督和钻井优化各方面高效执行,确保地质工程一体化工作方案落地,整合资源、发挥专家团队优势,为

一体化工作提供技术保障。

在运行平台方面,现阶段大庆钻探使用的中油技术服务远程作业智能支持系统具有网页端、移动端,能够实时上传重点井的实时曲线,并具有查看重点井的静态数据,各家的数据都可以在这个平台上上传资料和应用其他相关单位的技术成果,具备线上办公的条件,满足各家统一运行平台的工作。

在生产例会方面,每日召开技术分析例会,以地质风险预测和优快钻井为导向,各方及专家提出合理建议,地质、工程进行建模分析,下达技术作业指令直达现场(推荐最优化钻井参数,给予理论数据支撑),通过次日钻井作业队施工反馈效果,结合现场实际情况,秉承反复分析、持续优化的原则,达到优快钻井、科学钻井的目的。

在两案联审方面,钻前阶段钻探EISC组织中心专家、相关项目部技术负责人召开方案审查会,对施工单位牵头组织相关服务方依据地质设计、工程设计、邻井资料、模型数据、优化方案,及区块技术模板,编制的施工方案和纸上钻井方案(“两案”)提修改意见,经过工程技术部审批后生效,正式定稿,下发施工执行;钻中阶段夯实“两案一优一结”,通过每日地质工程建模分析,实时优化施工方案,预防地层风险带来的井下复杂发生,全力提速优快钻井;钻后进行两案复盘总结分析,通过不断地迭代更新,确保后续制定区块待钻井两案能够落地、降本提效。

在过程监督方面,通过EISC实时曲线、大数据报警、整米钻时等功能,及时掌握现场真实情况,对钻压、转速、排量、泵压等钻井参数实时监测,进行工程建模模拟,结合井眼清洁、钻具受力、轨迹优化、地质风险分析等,实时优化最优参数区间,规避井下风险,指导钻井施工连续性;对中完下套管施工进行套管管柱受力和裸眼段ECD分析,保障套管安全下入;钻后进行单井复盘总结分析,不断完善区块施工技术经验积累,为后续区块内待钻井提供技术储备。

在钻井优化方面,依据EISC系统,构建其对钻井施工的动态监控、实时优化分析、协同决策、安全管控等能力,按照“两案一优一结”(两案:钻井工程施工方案和纸上钻井方案;一优:钻井轨迹、工程参数、地震地质跟踪优化;一结:完井复盘总结)钻井工程管理办法,开展钻井工程施工方案编制、区域提速方案编制、钻完

井实时优化、事故复杂防控工作,同时通过实现现场监控、远程技术支持等场景,辅助甲乙双方实现增储上产、提质增效、安全管控和高效协同。

2.2 效果应用

以钻井x公司xxx钻井队承钻的S9P7井为例,该井是大庆钻探EISC关于推广地质工程一体化模式的一口深层致密气水平井,在地质工程一体化模式支持下,实现了远程技术支持、有效事故复杂预警、多专业团队协作、科学钻井等目标,实现了钻井液由盐水基泥浆替代油基泥浆的突破,通过多部门协作、多软件应用助力科学钻井,强化过程管理,强化优快钻井理论,降低事故风险复杂,提高钻井效率,通过实践中不断自我完善优化,实现推荐技术措施现场执行率70%以上;优化钻井参数现场符合率80%以上;水平段砂质砾岩钻遇率98%以上;实时数据现场符合率95%以上,EISC数据中断率2%以下;地质风险预测现场符合率60%以上;最终全井机械钻速与同区块S9P4井全井段对比较快,其中三开平均机械钻速6.08m/h,水平段机械钻速7.63m/h,实现了降低事故复杂风险、提质增速的目标,在地质工程一体化方面初见成效。

3 结论

地质工程一体化是现代石油工业发展的必然趋势,是传统钻井工艺向新生钻井工艺发展的必经之路。目前,随着国内石油勘探开采难度逐年加大,地下石油储层不容乐观的情况下,大斜度井、水平井等井型日益成为主流开发井型,亟需地质工程的技术支持,才能加快勘探开发的发展步伐。EISC集中办公模式是地质和工程行业发展过程中地质工程一体化的最主要催化剂,为高难井的开发提供了宝贵的数据与理论支撑,为地质工程一体化的发展做出了难以替代的贡献。

参考文献:

- [1] 李国欣,王峰,皮学军,等.非常规油气藏地质工程一体化数据优化应用的思考与建议[J].中国石油勘探,2019,24(2):147-152.
- [2] 吴钧,于晓红,王权,等.松辽盆地古龙页岩油勘探开发全息智能生态系统设计与开发[J].大庆石油地质与开发,2021,40(5):181-190.
- [3] 孙焕泉,周德华,赵培荣,等.中国石化地质工程一体化发展方向[J].油气藏评价与开发,2021,11(3):269-280.

(下转第50页)