

钻井远程决策支持系统开发及在元坝 103H 井的应用

张 军¹, 费海涛¹, 王崇敬², 崔 杰³, 张 强¹

(1. 中国石化石油工程技术研究院, 北京 100101; 2. 中国石化西南石油局地质录井公司, 四川绵阳 621000; 3. 中国石化胜利石油管理局钻井工艺研究院, 山东东营 257017)

摘要: 为了提高技术决策效率, 利用多媒体技术和网络通讯技术建立了一个能够进行不同地域、多层次、多群组协同工作的钻井远程决策支持系统平台, 可以使不同地方、不同部门的工程技术人员和专家通过计算机网络, 实时浏览现场信息实现远程互动, 共同研究和解决现场存在的问题, 并开展技术决策, 为施工关键环节进行远程专家决策支持。以元坝地区工程地质环境为中心, 围绕钻井提速, 集成构建了钻井远程决策支持系统 1.0 版, 并在元坝 103H 井现场施工中进行了试验应用, 在远程监测、地层对比和优化计算等方面提供了技术支持。建议加快石油工程数据中心的建设和石油工程决策系统的开发。

关键词: 专家决策 支持平台 远程传输 地质导向 元坝 103H 井

中图分类号: TE274⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0890(2011)06-0104-04

Development of Remote Drilling Decision-Making Support System and Its Application in Well Yuanba 103H

Zhang Jun¹, Fei Haitao¹, Wang Chongjing², Cui Jie², Zhang Qiang¹

(1. Sinopec Research Institute of Petroleum Engineering, Beijing, 100101, China; 2. Geological Logging Company, Sinopec Southwest Petroleum Bureau, Mianyang, Sichuan, 621000, China; 3. Drilling Technology Research Institute, Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong, 257107, China)

Abstract: In order to improve the technical decision-making efficiency, a platform providing a multi-site, multi-level, multi-group collaborative work environment is built by using multimedia technology and network communication technology, so that engineers located in different places and from different departments can work together to study and solve field problems via computer network and remote interaction joint efforts. Also, the leaders and experts may rely on this common platform to monitor drilling site information in real-time to make technical decisions, and may provide expert-support during the critical drilling process of key wells. Based on Yuanba regional engineering geological environment, an integrated decision support system (Version 1.0) was constructed to enhance ROP and applied to Well Yuanba 103H. The system provides technical supports in remote monitoring, offset well correlation and drilling optimization. Suggestions were made to speed up the construction and development of petroleum engineering data center and the development of petroleum engineering decision-making system.

Key words: expert decision-making; support platform; remote transmission; geosteering; Well Yuanba 103H

1 概 述

20 世纪 80 年代中期以后, 基于信息的远程决策指挥系统逐渐在世界各大石油公司投入应用。目前, BP、Amoco、Mobil 等石油公司相继开发建立了自己的计算机网络系统与工程分析指挥中心。BP 公司在美国休斯顿建立了墨西哥湾深水勘探作业和可视化决策指挥中心^[1], 它综合先进的可视化、通讯

收稿日期: 2011-01-06; 改回日期: 2011-10-12。

作者简介: 张军(1970—), 男, 山东潍坊人, 1992 年毕业于石油大学(华东)机电技术专业, 2009 年获南京大学工商管理硕士学位, 高级工程师, 主要从事石油工程信息管理及软件研发工作。

联系方式: (010)84988312, zhangjun.sripe@sinopec.com。

基金项目: 国家高技术研究发展计划(“863”计划)项目“超深井钻井关键技术研究”(编号: 2006AA06A19), 中国石化重大科技攻关项目“元坝地区优质快速钻井关键技术研究”(编号: P09084), 中国石化石油工程先导项目“钻井远程专家决策支持系统在元坝勘探开发中的先导试验”部分研究成果。

和数据处理系统, 创建了一个高度交互及面向项目的钻井作业支持设施。

国内中国海油、中国石油目前已建立了较为先进的钻井信息系统, 而中国石化一直致力于开发具有自主知识产权的软件系统, 并已开发了一些应用软件。目前的现状是, 开发的单项应用软件很多, 但各单项软件之间没有联系, 信息不能共享, 集成决策处于起步阶段且水平较低。将各项软件集成为一体, 并提高其决策支持水平, 是现代钻井及各专业领域软件发展的趋势^[2-3]。

在重点探井的关键施工环节或钻井现场出现重大井下故障时, 为了实现钻井过程的最优决策, 往往需要各方面的专家前往现场协同工作。远程决策支持系统将从根本上改变这种传统方式, 不同地方、不同部门的工程技术人员和专家不必赶往钻井现场, 而是通过计算机网络, 实现远程互动, 共同致力于现场问题的研究和解决。因此, 建立基于网络环境下的钻井远程决策支持系统将是钻井软科学进一步发展的目标。

2 钻井远程决策支持系统的开发

围绕钻井提速, 利用胜利石油管理局钻井工艺研究院的钻井信息技术成果, 中国石化石油工程技术研究院开发并完善了钻井远程决策支持系统 V1.0 版, 建设了石油工程专家决策支持系统研究中心。该系统利用邻井地质设计、工程设计、实钻数据以及在钻井的设计数据、已钻数据和实钻实时数据等资料进行构建, 包括钻井综合信息导航模块、钻井工程辅助计算模块和地质导向监控模块。

2.1 钻井综合信息导航模块

钻井综合信息导航模块主要提供重点关注区块的地质概况、井位分布、邻井信息等资料, 分为区块及邻井钻井信息导航、钻井设计信息浏览和井场实时信息浏览 3 部分。

区块及邻井钻井信息导航 对目标井所在地区进行地理信息导航, 应用 OpenGL 技术编制真三维显示控件, 实现地质真三维图形显示, 并能实时加载设计轨道、靶区、实钻井眼轨迹、信息盒、测井曲线和地层等信息。在定向井、水平井钻井施工中, 及时掌握现场的生产情况, 借助软件的图形展示功能, 了解当前的实钻井眼轨迹、中靶情况等信息, 以便迅速有效地制定出各项决策, 保证安全、优质、快速地完成

钻井施工并命中目标层位, 为后续作业奠定良好的基础。另外, 系统还可以以拟三维的方式, 对井位关系、井身结构进行展示对比。用不同颜色的色段, 表示已钻井钻遇层位和与邻井的相对位置关系, 并对图形整体进行平移、拖放操作, 进行井间对比。

钻井设计信息浏览 可以查阅已钻井及在钻井的设计信息, 实时掌握在钻井设计信息与实钻信息的差异, 为下步钻进优化提供信息支持。

井场实时信息浏览 钻井现场综合信息浏览是建立在钻井数据实时采集系统、实时处理分析系统、实时传输系统的基础上完善开发而成, 可以满足后方的工程技术人员、专家、领导的实际需求。它建立在 ORACLE 钻井动态数据库上, 与井场的仪器和数据库之间以及最终用户之间是多层树型的分布式网络结构, 具有较高的安全性; 实现了钻井综合信息的 Web 发布, 同时提供钻井数据的统计、对比、分析及图形分析, 方便专家及时了解钻井施工情况及各种信息, 辅助决策。

2.2 钻井工程辅助计算模块

围绕钻井工程需求建立了工程模型计算库, 进行轨道设计及轨迹数据处理、钻柱力学分析、钻井水力分析、套管柱力学分析、注水泥分析、井控压井施工模拟等关键施工数据的分析处理。该模块可对钻进中可能遇到的各种问题进行预演, 有助于设计人员或工程施工人员更好地认识和了解钻进过程。施工前进行钻进过程模拟, 可帮助设计人员对钻井设计进优化。钻进过程模拟可为现场施工人员提供快速计算功能, 为现场施工提供理论依据, 并指导现场作业, 最大限度地实现安全优质高效钻井。

2.3 地质导向监控模块

在地质导向钻井过程中, 所钻地层的地质和油藏参数、工程和井眼参数等数据需要分别计算处理, 现场技术人员由于受现场设备、专业知识面及综合决策技术水平等限制, 很难作出及时正确地决策。因此, 在应用以上模块数据基础上, 进行了实钻测量数据采集^[4], 建立了地质导向监控模块, 使地质、钻井、测井等各领域专家基于同一个平台, 可在不同的地域进行决策与指导。

2.4 井场信息交流平台

建立了集成视频监控和网络会议的模块, 将井场关键部位的视频信息传至后方, 搭建井场信息交流平台, 通过视频、数据、语音交流, 实现虚拟会议, 使井场

与决策中心能够跨专业、跨平台的联合研讨及远程协同工作,实现重点井的远程技术协作与指挥。

虚拟会议一方面通过传输协作成员的视频与音频信息,使协作成员之间直观、真实的视音频交流成为现实,极大地丰富了协作成员之间的交互方式;另一方面,利用多媒体技术支持协同工作中各种信息的处理,如数据共享、协同浏览、共享白板、共享应用程序和文件传输等,搭建了一个多人共享的工作空间。

3 现场应用

元坝 103H 井位于四川盆地川东北巴中低缓构造带元坝 1 井和元坝 102 井之间长兴组礁滩复合体构造,设计井深 7 072 m,水平段长度 799 m。其钻井目的为:进一步评价元坝I块长兴组—飞仙关组礁滩异常体南翼滩相储层含气性及气藏规模,为开发长兴组气藏提供技术储备;验证长兴组滩相气藏地震预测模式,为进一步评价长兴组滩相气藏提供依据;建立钻遇地层岩性、岩相、电性、含油气性及地层压力剖面,取全取准地质及工程所需的各项基础参数,为储量计算及开发方案编制提供依据;进行长兴组气藏水平井开发试验,为元坝高含硫气藏规模开发提供技术储备;力争建成一口高产工业气井。

3.1 地质导向钻井的远程监测应用

应用钻井远程决策支持系统中的地质导向监控模块 GeoOrient,展示钻井过程中的随钻测量(MWD)数据和随钻测井(LWD)数据,并与设计数据进行对比。通过对比,可以观察到实钻井眼轨迹与设计轨道的偏差,并根据实钻时的岩屑录井资料,修正地层深度,进而修正轨道设计以实现钻探目的。在现场网络条件支持的情况下,可以通过标准接口接入现场 MWD、LWD 的实时数据,在 GeoOrient 上实时动态地显示井下工具测得的井斜角、方位角、工具面角和磁参数,并以罗盘形式进行展示,保障钻井专家对定向施工进行远程指导;地质专家也可以远程跟踪 GeoOrient 随钻测井的实时数据,及时获取钻遇地层的情况,尽快作出决策。

在元坝 103H 井钻井过程中,由于没有实时测斜数据,因此只对驻井人员每天提供的日测斜数据和设计数据进行了对比展示。图 1 展示了 2010 年 12 月前的实钻情况,主要有 3 个绘图功能区域:A 区显示了设计地层及设计轨道的全貌;B 区显示了设计轨道和实钻井眼轨迹垂直投影对比(设计轨道采用仿三维管柱显示,同时表示了井身结构;实钻井眼轨迹采用蓝色粗线条显示);C 区显示工程中常见的实钻井眼

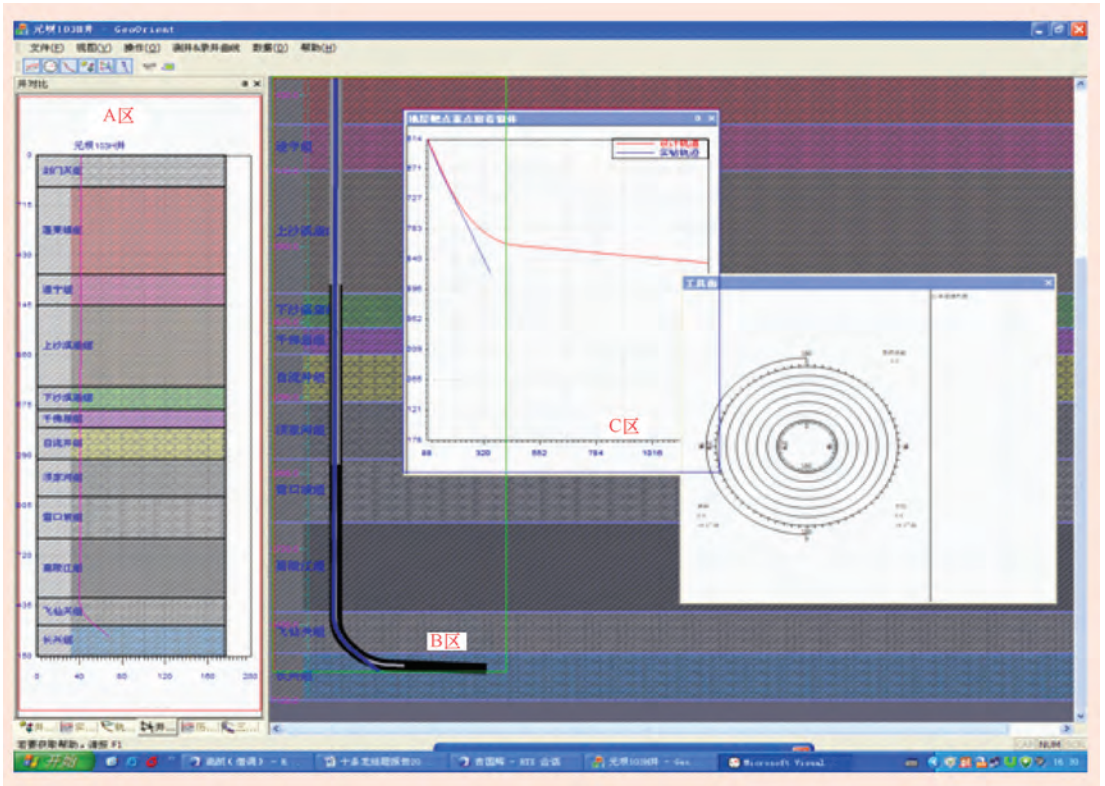


图 1 元坝 103H 井地质导向监控

Fig. 1 The geosteering monitoring image of Well Yuanba 103H

轨迹和设计轨道水平投影对比,井深 6 700 m 以浅实钻井眼轨迹基本与设计轨道重合,说明井身质量控制较好,严格按设计施工;6 700~6 870 m 井段是按设计要求钻进的约 170 m 斜导眼井段,为之后的准确入靶和造斜创造了条件。

3.2 与邻井资料的比对应用

首先在“钻井远程决策支持系统 V1.0”中构建钻井区域的地质环境,在此基础上,将元坝地区的所有已钻井资料按照井位分布在区域地形图上,用户可以在屏幕左侧的井号列表中进行操作,也可以通过右键单击屏幕中心区域的井位进行操作。

根据实钻井眼轨迹及地质录井资料,用户可以与区域内的邻井进行对比,比如可将元坝地区的几口已钻井并排展示,对地层进行联通对比(见图 2)。通过对比,可以在钻井过程中进行层位提示、钻井风险预警提示。另外,还可以对井身结构相似的井进行套管下深的比较。

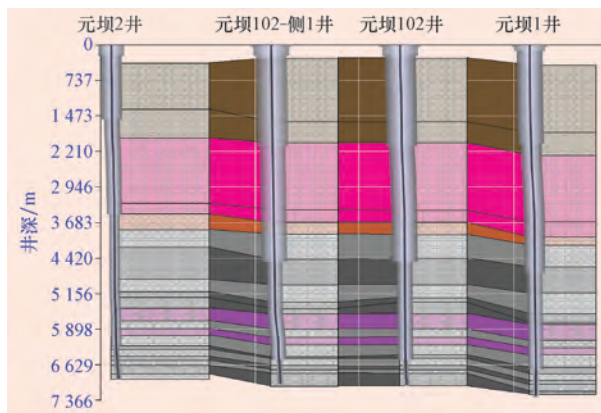


图 2 多口井地层的联通对比

Fig. 2 The multi-offset well comparison

3.3 钻井参数的优化计算

在元坝 103H 井应用钻井工程辅助计算模块进行了井身结构、井眼轨道、钻井水力参数、钻具组合和套管强度等的设计与校核计算,为现场技术人员提供支持,进行设计修改。例如在进行水力参数计算的基础上,对某一井段内的钻井水力参数进行了动态模拟。通过模拟结果可以看出钻井水力压力随着钻进深度增加的变化规律。同时,动态模拟具有一个进度标尺,可以拖动回放,观测各井深点的图线和数据(见图 3)。

4 结论与建议

1) 钻井远程决策支持系统 V1.0 的开发和在元

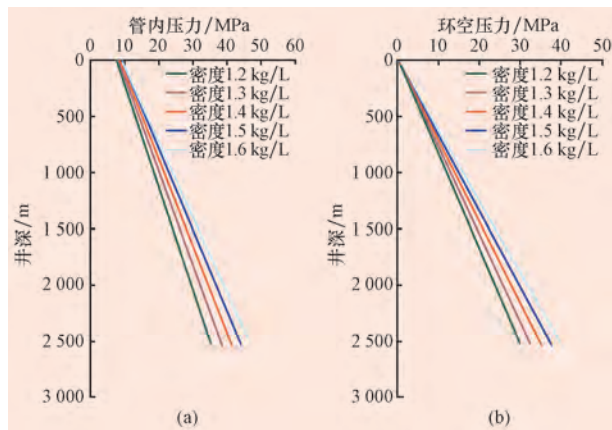


图 3 钻井水力模拟

Fig. 3 Drilling hydraulics simulation

坝地区的试验应用,为石油工程专家决策支持系统的研发、完善提供了宝贵经验。

2) 钻井生产项目由钻井、录井、测井、试油(气)等多个专业队伍组成,存在数据分散采集、多头存储等问题,不利于综合分析应用,而且每开发一套应用系统,都要花费大量的时间寻找、采集数据,鉴于数据的重要性,应加快石油工程数据中心的建设。

3) 目前的钻井远程决策支持系统还是多个单独的系统,需要开发建立一套能够充分嵌接地质与工程、地下与地面的一体化石油工程决策系统,通过数据集成、分析、挖掘以及图形可视化、专业化计算等模块的集成,实现信息共享。

参 考 文 献

References

- [1] 周定照,柳进,罗强,等. 可视化技术在石油行业的应用及发展趋势[J]. 石油科技论坛,2010,29(1):48-51.
Zhou Dingzhao, Liu Jin, Luo Qiang, et al. Development trend and application of visualization technology in petroleum industry[J]. Oil Forum, 2010, 29(1): 48-51.
- [2] 张卫东,袁文奎,田克忠. 未来石油勘探开发技术展望[J]. 石油钻探技术,2009,37(3):118-123.
Zhang Weidong, Yuan Wenkui, Tian Kezhong. Development of future petroleum exploration and development technologies [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2009, 37(3): 118-123.
- [3] 肖莉,杨传书,费海涛,等. 关于石油工程信息化需求与建设策略的思考[J]. 石油钻探技术,2011,39(3):81-85.
Xiao Li, Yang Chuanshu, Fei Haitao, et al. Thinking on demands and countermeasures of petroleum engineering informatization [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2011, 39(3): 81-85.
- [4] 刘志坤,李琪,高晓荣. 导向钻井远程决策指挥中数据仓库技术的应用研究[J]. 钻采工艺,2007,30(3):13-15.
Liu Zhikun, Li Qi, Gao Xiaorong. Applied research on data warehouse technology in remote decision-making for steering drilling [J]. Drilling & Production Technology, 2007, 30(3): 13-15.