

DOI: 10.3969/j.issn.1672-7703.2020.05.003

基于梦想云的油气藏协同研究环境构建与应用

石玉江¹ 王娟² 魏红芳² 杨倬² 王红伟² 姚卫华²

(1 中国石油长庆油田公司数字化与信息管理部; 2 中国石油长庆油田公司勘探开发研究院)

摘要: 油气藏研究涉及多学科、多类型数据及多专业研究成果, 多学科一体化协同研究成为必然趋势。为了给科研人员提供一体化协同共享的油气藏研究工作环境, 基于勘探开发梦想云平台, 在盆地级区域数据湖建设的基础上, 构建了包含油气藏研究项目数据组织与快速查询、专业软件集成应用、在线辅助分析工具及项目全过程管理的项目工作室, 并应用于鄂尔多斯盆地风险勘探项目的研究与管理。基于梦想云的油气藏协同研究环境的构建, 实现了油气藏研究数据、软件、成果之间的有效共享与协同工作, 全面支撑了油气田勘探开发业务工作, 大幅提升了科研工作的质量和效率。

关键词: 勘探开发梦想云; 区域数据湖; 协同研究环境; 项目工作室

中图分类号: TE19

文献标识码: A

Construction and application of oil and gas reservoir collaborative research environment based on E & P Dream Cloud

Shi Yujiang¹, Wang Juan², Wei Hongfang², Yang Zhuo², Wang Hongwei², Yao Weihua²

(1 Digitalization and Information Management Department, PetroChina Changqing Oilfield Company; 2 Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina Changqing Oilfield Company)

Abstract: Research on oil and gas reservoir involves multi-disciplinary and multi-type data as well as multi-professional research results. Multi-disciplinary integrated and collaborative research has become an inevitable trend. In order to provide researchers with an integrated, collaborative and shared working environment for oil and gas reservoir research, based on the E & P Dream Cloud platform and basin-level regional Data Lake construction, a project studio for different research objectives has been constructed including data organization and fast query, integrated application of professional software, online auxiliary analysis tools and whole process management of oil and gas reservoir research projects. The results have been applied to the research and management of risk exploration projects in the Ordos Basin. The construction of collaborative research environment based on Dream Cloud realizes the effective sharing and collaborative work of data, software and achievements in oil and gas reservoir researches, comprehensively supports the exploration and development business of oil and gas fields, and greatly improves the quality and efficiency of scientific research work.

Key words: E & P Dream Cloud, regional Data Lake, collaborative research environment, project studio

0 引言

鄂尔多斯盆地是中国第二大沉积盆地, 总面积约为 $37 \times 10^4 \text{ km}^2$, 横跨陕、甘、宁、蒙、晋五省区, 该盆地的石油勘探始于 20 世纪 50 年代, 直到 21 世

纪初, 随着科研人员对超低渗透、致密油气藏开发技术的不断探索, 才迎来鄂尔多斯盆地大规模开发, 同时也积累了大量的地质、工程、工艺等多专业领域的生产数据和研究成果^[1]。

伴随着油田的快速发展和信息技术的进步, 中国

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司投资信息化重点项目“勘探开发一体化协同研究及应用平台(一期)建设”(PetroChina-IT-2017-N104)。

第一作者简介: 石玉江(1971-), 男, 甘肃平凉人, 博士, 2012年毕业于西北大学, 教授级高级工程师, 主要从事测井技术应用、地质综合研究和数字化与信息管理工作。地址: 陕西省西安市长庆兴隆园小区长庆油田公司数字化与信息管理部, 邮政编码: 710021。E-mail: syj_cq@petrochina.com.cn

收稿日期: 2020-07-13; 修改日期: 2020-07-27

石油长庆油田公司（简称长庆油田公司）信息化建设先后经历了专业系统独立建设、数字化集中建设与集成应用、共享应用与智能化探索 3 个阶段。在这个过程中，通过整合、集成已有的钻井、录井、测井、试油、分析化验、油气生产、动态监测等专业数据库，新建地质图件、项目文档等研究成果库和地质露头、数字岩心等专题类数据管理系统，对勘探开发各类动静态数据实现了集中统一管理^[2]，构建了具有大数据特征的油气藏数据资源池，为数据共享服务和挖掘应用奠定了基础。但随着信息化建设逐渐深入，同样出现了数据库多、平台多、孤立应用多的“三多”现象，跨部门、跨领域的数据集成共享还不够充分，无法满足公司层面的数据分析应用，离全域数据管理、全面集成共享、数据到资产的转化等目标还有一定距离。

为解决信息化建设集成共享难的问题，国内外各大 IT 公司和石油服务公司纷纷采用以物联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等为代表的新兴技术，先后开展了一系列智能化平台的研究与建设，共享化、协

同化、一体化、智能化成为勘探开发业务领域的主流发展方向。与此同时，中国石油天然气股份有限公司上游板块也相应提出了“两统一、一通用”的智能共享建设蓝图，核心是建设勘探开发梦想云平台，实现上游业务“一个湖、一个平台、一系列业务应用”，支撑油公司模式改革和一流综合性国际能源公司建设^[3-4]。

1 盆地级区域数据湖建设

长庆油田公司遵循总部勘探开发梦想云平台建设理念，结合油田现有勘探开发数据资源和业务应用，为增强全局数据治理、数据共享和智能分析能力，建立盆地级区域数据湖，为智能油田建设提供数据服务，构建油田数据共享管理应用生态，推动“共享中国石油”战略落地。

区域数据湖建设依托总部勘探开发梦想云平台，与总部主湖保持数据逻辑统一、分布存储、互联互通，最终形成连环湖架构^[5]，主要管理本地区各类数据资产，负责全盆地数据的入湖和治理，其构成如图 1 所示。

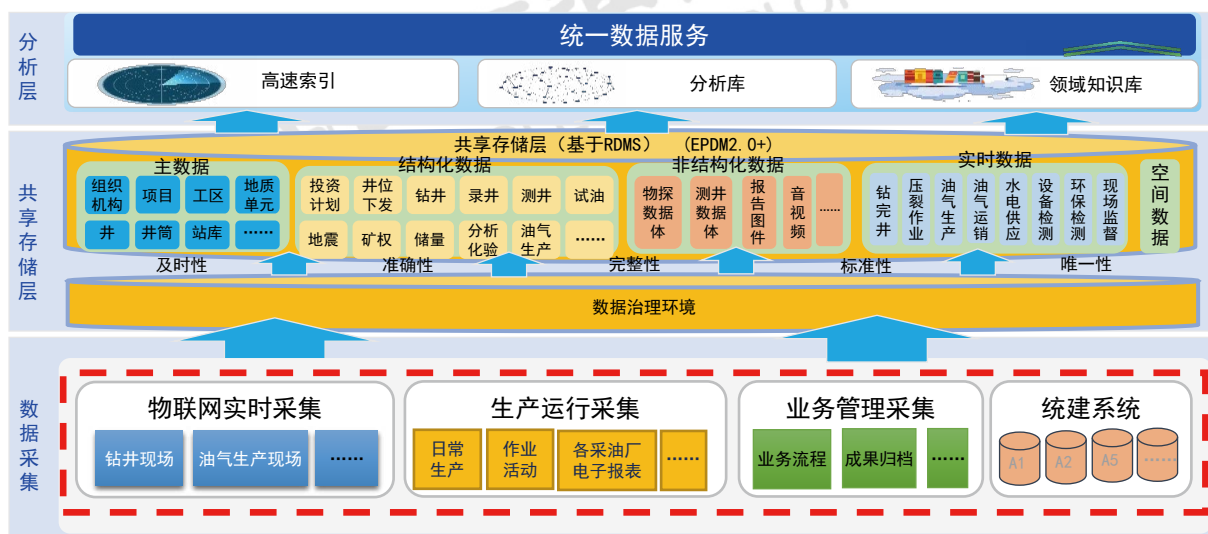


图 1 长庆油田公司区域数据湖建设示意图

Fig.1 Schematic diagram of regional Data Lake construction of the Changqing Oilfield Company

数据采集是区域湖建设的基础，通过建立标准化的数据采集与管理方法，保障源头数据持续入湖；共享存储层的建设以长庆油田数字化油气藏研究与决策支持系统 RDMS^[6] 为基础，扩展井筒工艺、地面工程、生产运行、安全环保等业务数据，形成统一的数据管理平台与质量管理体系，实现数据及时性、准确性、完整性、标准性和唯一性的存储、管理与共享；区域湖建设以建立业务开放的数据生态为目标，增加分析库和领域知识库建设，并提供高速索引模块，为高效

的知识服务与数据分析提供统一的数据服务。

2 协同研究环境构建

油气藏研究过程是对油气藏进行综合性、一体化认识，以及判断、决策、再认识、再决策的复杂过程^[7-8]，其实质就是对数据进行组织加工，借助专业软件的处理分析和研究人员的创造性思维，形成指导工程实施的方案部署，经现场实施结果的及时反馈，进而持续优化科研人员的方案部署。由此可知，整个过程中数

据、软件、信息反馈发挥着核心作用。因此,要实现高效率的油气藏研究,必须做到多学科海量数据的高效组织和研究成果的实时共享,不同门类专业软件的集成应用,以及多专业跨部门协同、信息实时反馈与良性互动。

协同研究环境以提高效率、促进知识积累与信息共享一体化为目标,基于盆地级区域数据湖,梳理油田勘探开发业务流程和目前使用的主流专业软件,通过开发专业软件接口和在线分析工具,搭建一体化的协同共享研究环境,辅助开展油气藏综合研究和智能分析。

2.1 业务流程梳理

按照油气藏勘探开发各个阶段的实际业务流程,参照行业标准,系统梳理油气预探、评价、开发、稳产等各阶段的业务主题。针对每一个主题业务所涉及的各个环节,再梳理每一项业务研究要用到的基础数据和成果数据,并将业务流程规范化(表1),实现业务流与数据流的统一,为数据共享、成果继承奠定基础。同时,依据国家标准与行业规范,对油气藏研究成果数据在图表名称、内容、样式等方面进行标准化^[9]。

表1 “地质研究”业务数据集梳理示例

Table 1 Example of data sets summary of geological research

业务节点	所需数据集	业务节点	所需数据集
地震解释	× × 井钻井基础数据表	构造研究	× × 工区二维(三维)地震数据体
	× × 井地质分层数据表		× × 井基础数据
	× × 井试油试采成果表		× × 井井斜数据表
	× × 井测井曲线数据		× × 井测井曲线数据
	× × 井测井解释成果表		× × 井地层分层数据
	× × 工区地震数据体		× × 凹陷(构造带、构造、区块等)构造剖面图
	× × 工区测网数据		× × 凹陷(构造带、构造、区块等) × × (层系、层位、砂组、小层)顶面构造图
	× × 工区砂厚统计表	沉积研究	× × 工区二维(三维)地震数据体
	× × 构造 × × 区块(断块) × × (组段、油组、油层)连井对比图		× × 井基础数据
	× × 井录井综合图		× × 井井斜数据表
地层研究	× × 井岩心录井图		× × 井测井曲线数据
	× × 井基础数据		× × 井地层分层数据
	× × 井井斜数据表		× × 井测井解释成果表
	× × 井测井曲线数据		× × 井岩屑描述记录
	× × 井地层分层数据		× × 井钻井取心描述记录
	× × 井测井解释成果表		× × 井井壁取心描述记录
	× × 井岩屑描述记录		× × 井重矿物分析数据
	× × 井钻井取心描述记录		× × 井轻矿物分析数据
	× × 井井壁取心描述记录		× × 井岩石薄片分析数据
	× × 井岩石薄片分析数据		× × 井岩心照片
	× × 井岩心照片		× × 井单井相分析成果
	× × 工区二维(三维)地震数据体		× × 区块 × × 井 - × × 井连井相分析成果
	× × 工区砂厚统计表		× × 凹陷(构造带、构造、区块等) × × (层系、层位、砂组、小层)沉积微相图
	× × 井测井解释成果图		× × 凹陷(构造带、构造、区块等) × × (层系、层位、砂组、小层、单砂层、砂体)顶面构造图
	× × 井录井成果图		
	岩心分析综合柱状图		
	× × 构造 × × 区块(断块) × × (组段、油组、油层)沉积微相图		

2.2 专业软件集成应用

针对油气田勘探开发专业软件门类多,数据格式不开放、标准不统一的现状,从软件分类、软件描述、主要功能、数据格式、运行环境、数据存储及使用频率等方面对目前使用的勘探开发软件进行梳理,最终确定常用主流基础软件开发专业软件接口,打通数据传输通道,建立不同专业软件之间的无缝集成。

专业软件接口的开发采用统一集成框架,通过与厂商合作、基于 SDK 扩展开发及应用第三方产品等多种模式^[10],整合地质、地震、测井、油藏工程等多个业务领域的专业软件,实现数据快速提取、标准格式自动转换及“一键式”发送等功能,大大节省了科研人员搜集整理数据、格式转换等数据处理时间。以运用石文(Gxplorer)软件绘制一张油藏剖面图为例,科研人员只需输入井名、指定成图层位、点击成图按钮,系统就会自动推送绘制这张油藏剖面所需的各类数据,进行格式转换后一键发送至石文软件。通过与以往工作模式进行对比可知,专业软件的集成应用,大幅提高了工作效率。

2.3 在线分析工具开发

油气藏研究涉及数据种类繁多,科研人员需要在各专业数据库和相关部门进行数据收集,渠道分散、费时费力、效率低下,而且主要依托电子表格工具进行图表分析,数据整理步骤多,图表深入分析只能通过手工整理原始数据重新绘制,缺乏灵活性。如专题图制作过程中,往往需要收集每口单井资料,逐井导入数据、绘制图像、截取图像、粘贴图像,耗时耗力。

针对以上问题,通过数据自动推送、加工处理,开发数据统计分析、模型算法、图面作业、专题图绘制等辅助工具,提供便捷的图面作业、图表分析等人机交互界面,建立基于标准化业务流、数据流的在线分析环境,辅助开展油气藏综合研究及交互分析。以储层特征研究类工具为例,针对薄片鉴定、粒度分析、常规孔渗、压汞等样品分析测试,系统集成了岩性分类、沉积环境恢复、物性分析等 21 种储层研究常用图版,采用“数据+模板”的成图方式,可快速计算目标区的碎屑组分特征、孔隙组合、粒度概率曲线等参数图件。

2.4 项目协同研究环境定制

在统一数据湖的基础上,以研究项目为基本协

同单元,以项目生命周期为主线,将研究人员与项目、岗位、数据(含成果)、专业软件、常用工具有机融合,为勘探开发研究及决策人员构建一体化工作平台,实现对地质、油藏综合研究全过程应用支撑。

结合前期业务节点和专业软件梳理结果,按照不同项目类型定制业务节点、数据集、相关专业软件和工具,根据角色的不同,为研究用户构建项目协同研究环境,即项目工作室(图2)。通过项目工作室,项目研究所需的各类数据可通过数据湖选取、其他项目关联、专业软件关联及本地上传等多种方式进行组织,真正做到了数据、成果、软件之间的共享与协同;同时还建立了项目分级管理,支持基于任务驱动的项目过程管理,项目经理或项目负责人可以根据研究内容,定制研究流程、组建项目团队、分解研究任务、把控项目进度、审核研究成果,确保项目按时完成、成果按时归档,做到科研项目全线上管控。

3 鄂尔多斯盆地风险勘探应用

鄂尔多斯盆地风险勘探主要针对盆地中一新元古界区带成藏地质条件开展综合研究,中元古界主要勘探层系为长城系,目前整体的勘探与地质研究程度较低。从整个盆地来看,已基本厘清拗陷槽分布的构造格局与大型基底断裂性质,通过盆地南、北地质露头 and 井下资料分析,发现了潜在的烃源岩,长城系成为鄂尔多斯盆地具有远景勘探潜力的重要层系,具备通过风险勘探向深部新领域寻找新发现的有利契机。对于长城系钻探目标的优选,在通常情况下,从地震勘探成果总结到地质成藏条件的论证需要 2~3 个月,而借助梦想云协同研究环境,对三维地震、钻井、录井、测井等综合资料进行融合,在 1 个月内就可以完成各类综合成果图件制作,优选有利钻探目标,最终提出依据充分的建议井位。

3.1 搭建项目工作室

根据项目类型定制特定项目研究所需的业务节点和数据集、专业软件、在线分析工具,应用盆地区域数据湖资源,选取研究目标区重点井的钻井、录井、测井、试油、分析化验等相关资料,搭建项目工作室。应用项目过程管理功能,项目经理围绕主要研究目标细化下发 10 项子任务(图3),指定具体的承担人、交付成果及完成时间。

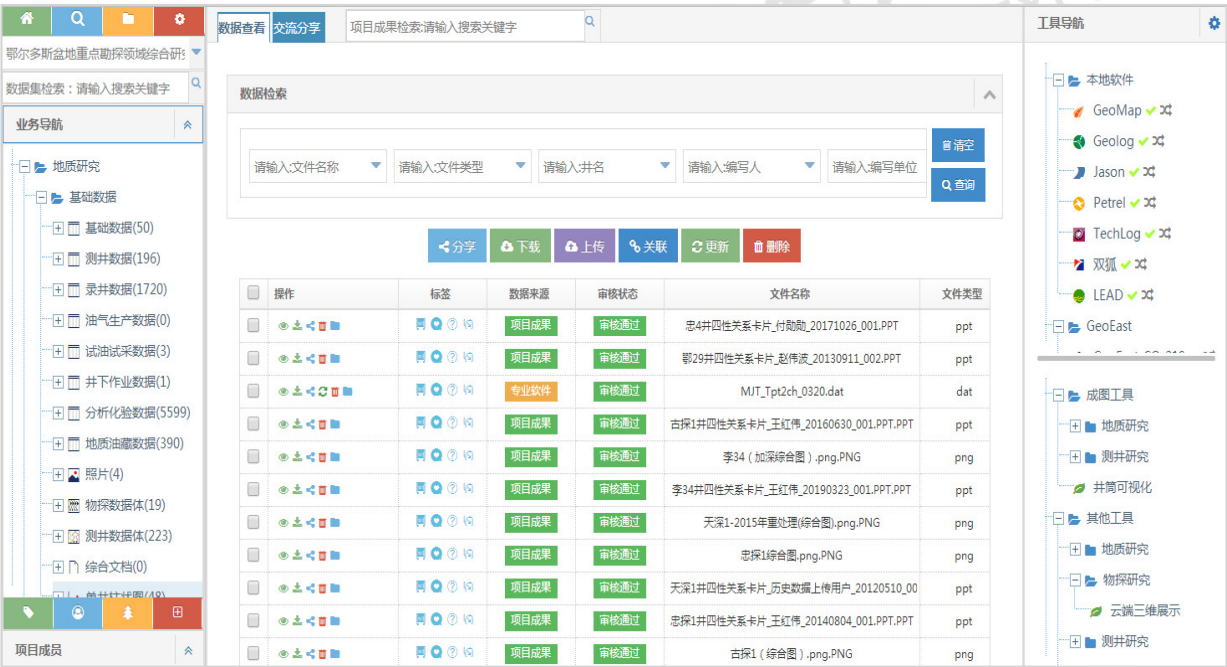


图 2 项目协同研究环境主界面示意图

Fig.2 Schematic diagram of main interface of project collaborative research environment



图 3 项目工作室任务创建与管理界面示意图

Fig.3 Schematic diagram of task creation and management interface of project studio

3.2 项目资料在线查看、成图与归档

利用协同研究环境和数据可视化功能，可快速查看单井相关的结构化数据、非结构化数据，在线调用展示前期完成并已归档的测井曲线、岩心照片、四性

关系卡片、地质图件等非结构化成果资料（图 4）；同时通过专业软件接口，将单井资料推送至专业软件中，快速编制地层对比剖面图、成藏模式图等图件，综合分析有利成藏条件，并将更新后的成果经审核后归档至数据湖，便于成果的继承共享。

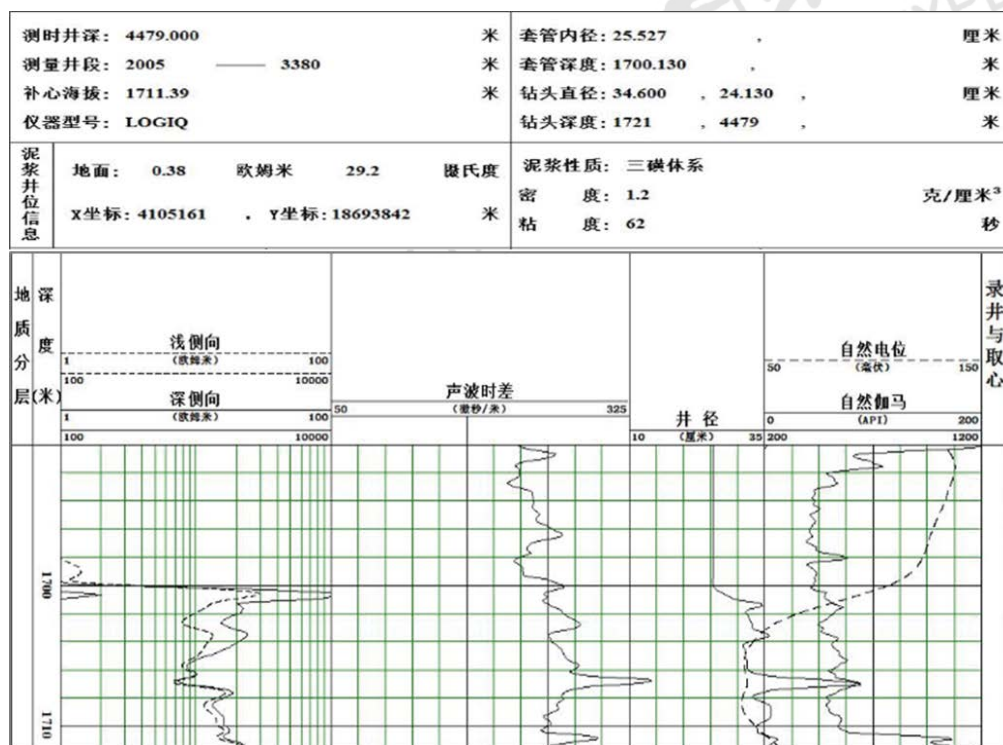


图4 测井曲线在线查看界面示意图

Fig.4 Schematic diagram of online viewing of well logging curves

3.3 地震资料云端应用

为进一步了解中元古界—下古生界地层结构及基底构造形态,预测长城系局部隆起构造,需结合目标区地震处理、解释成果,落实圈闭特征。应用云平台三维地震数据可视化工具,可脱离地震解释软件限制,地质研究人员即可远程调用、查看研究工区的二维剖面,对三维地震数据体过井剖面进行自动切片(图5),立体展示反射层构造形态,辅助开展地震、地质综合研究,精细刻画目标区地质特征。

3.4 意向井部署

优选出目标区后,利用梦想云协同研究环境井位部署论证应用场景,同时打开地层厚度图、沉积相图、构造图等多种类型图件,通过多图联动对比功能部署意向井(图6),在综合分析地质、地震、生产等各类资料的基础上,多专业协同分析井位的合理性,协同完成项目目标研究。

经论证,在该目标区部署两口风险探井。通过地震层位标定,预测建1井钻遇地层厚度及断裂位置

(图7),为钻井地质设计提供可靠依据。建1井钻遇多套含气层系,经地质综合分析,有望获工业气流,为该区后续勘探开发指明了方向。

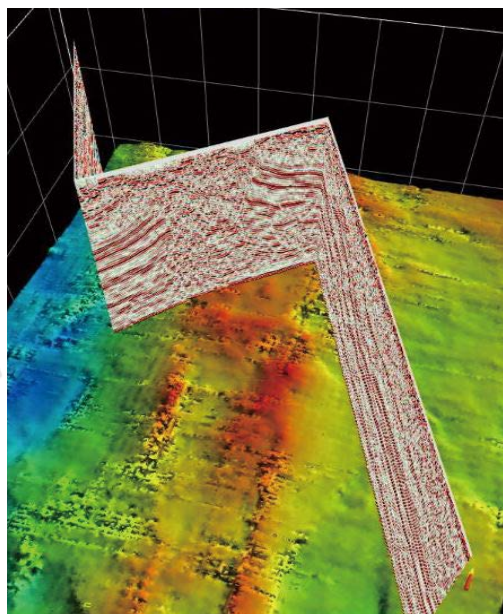


图5 三维地震数据体切片剖面展示

Fig.5 Profile display of 3D seismic data volume slice

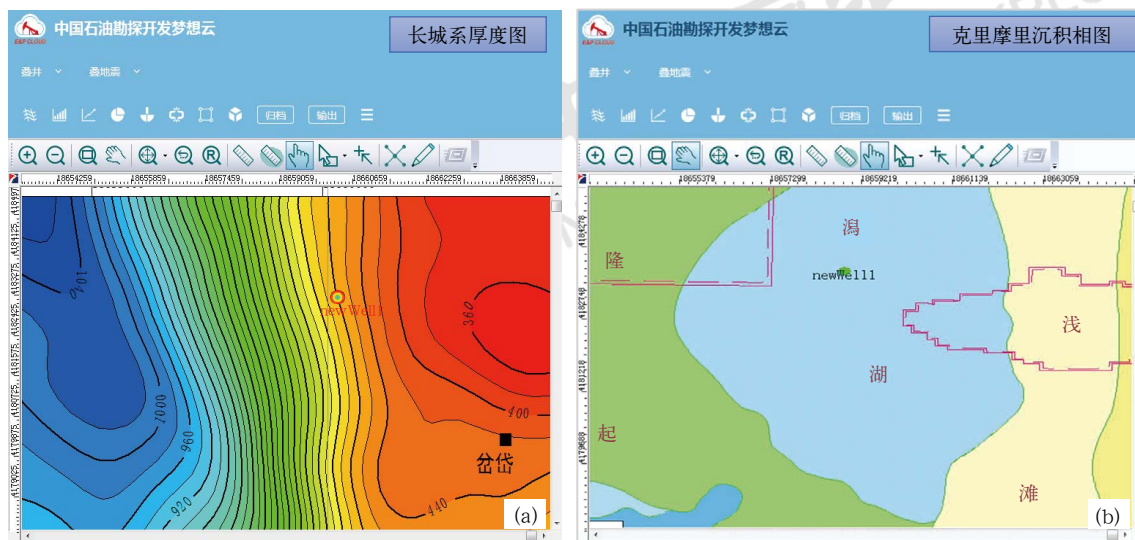


图6 多图联动意向井部署示意图

Fig.6 Schematic diagram of intention well deployment with multi-graph linkage

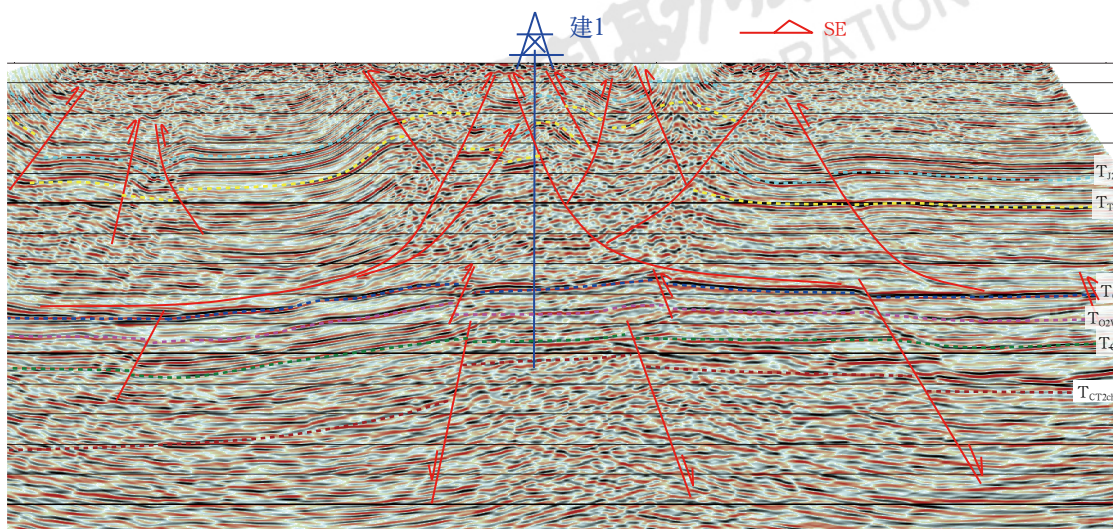


图7 三维工区过井测线地震偏移剖面

Fig.7 Cross-well seismic migration profile of a 3D work area

通过油气藏协同研究项目工作室的构建与应用，取得了3个方面的成效：一是大幅提高了科研工作的质量和效率。数据的高效提取、软件的无缝集成、成果的共享与继承，避免了低效的数据准备和重复劳动，可以使技术人员投入更多的时间和精力用于创新性研究。二是促进了科研和决策方式转变，全面的数据服务、共享的科研支撑平台，改变了传统的研究模式，实现了勘探与开发一体化、研究与生产一体化、地质与工程一体化，促进了油气藏管理水平的提升。

三是以项目为核心的研究管理，建立了跨学科、跨部门、跨地域的协同研究团队，便于数据、成果的共享和项目进度管控。

4 结语

基于勘探开发梦想云定制的项目协同研究环境，可以方便获取数据湖中结构化数据、非结构化数据和时序数据等各类数据，并且与专业软件之间直接进行数据推送应用，实现了各专业数据与多种专业软件之

间的无缝对接,数据和成果得到多层次共享使用,显著提高了工作效率。

通过快速搭建项目工作室,实现了以项目为主线的研究团队、数据和任务的一体化管理,提高了项目管控深度,并为项目成员建立了交流互动平台,方便项目组成员之间成果交流。

参考文献

- [1] 高志亮. 数字油田在中国: 理论、实践与发展[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- Gao Zhiliang. Theory, practice and development of digital oilfields in China[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [2] 王娟, 梁鸿军, 李良, 等. 油田数字化的异构数据源整合与集成技术[J]. 油气田地面工程, 2014,33(11):10-11.
- Wang Juan, Liang Hongjun, Li Liang, *et al.* Heterogeneous data integration and integration technology of digital oil field[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2014,33(11):10-11.
- [3] 杜金虎, 张仲宏, 章木英, 等. 中国石油上游信息共享平台建设方案及应用展望[J]. 信息技术与标准化, 2017(8):66-71.
- Du Jinhu, Zhang Zhonghong, Zhang Muying, *et al.* Construction scheme and application prospect of PetroChina upstream information sharing platform[J]. Information Technology & Standardization, 2017(8):66-71.
- [4] 杜金虎, 杨涛, 李欣. 中国石油天然气股份有限公司“十二五”油气勘探发现与“十三五”展望[J]. 中国石油勘探, 2016,21(2):1-15.
- Du Jinhu, Yang Tao, Li Xin. Oil and gas exploration and discovery of PetroChina company limited during the 12th Five-Year Plan and the prospect during the 13th Five-Year Plan[J]. China Petroleum Exploration, 2016,21(2):1-15.
- [5] 杜金虎, 时付更, 张仲宏, 等. 中国石油勘探开发梦想云研究与实践[J]. 中国石油勘探, 2020,25(1):58-66.
- Du Jinhu, Shi Fugeng, Zhang Zhonghong, *et al.* Research and practice of Dream Cloud for exploration and development of PetroChina[J]. China Petroleum Exploration, 2020,25(1):58-66.
- [6] 杨华, 石玉江, 王娟, 等. 油气藏研究与决策一体化信息平台的构建与应用[J]. 中国石油勘探, 2015,20(5):1-8.
- Yang Hua, Shi Yujiang, Wang Juan, *et al.* Construction and application of reservoir research and decision-making integrated information platform[J]. China Petroleum Exploration, 2015, 20(5):1-8.
- [7] 张厚福, 张善文, 王永诗, 等. 油气藏研究的历史、现状与未来[M]. 北京: 石油工业出版社, 2007.
- Zhang Houfu, Zhang Shanwen, Wang Yongshi, *et al.* Reservoir research history, present situation and the future[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2007.
- [8] 计秉玉, 赵国忠, 李洁, 等. 多学科集成化油气藏研究方法与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009.
- Ji Bingyu, Zhao Guozhong, Li Jie, *et al.* Research method and application of multi-disciplinary on reservoirs[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009.
- [9] 姚卫华, 王娟, 邹永玲. 数字化油气藏地质图件图层标准的制定[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013(14):179-180.
- Yao Weihua, Wang Juan, Zou Yongling. Establishment of layer standard for digital geologic map of oil and gas reservoir[J]. Standard Quality of China Petroleum and Chemical Industry, 2013(14):179-180.
- [10] 包宏, 谭智勇, 王铁成, 等. 勘探开发一体化专业软件数据接口研究与实现[J]. 中国管理信息化, 2014,17(3):83-85.
- Bao Hong, Tan Zhiyong, Wang Tiecheng, *et al.* The data interface research an implementation of exploration and development integration of professional software[J]. China Management Informationization, 2014,17(3):83-85.