

DOI: 10.3969/j.issn.1672-7703.2020.05.001

# 中国石油上游业务信息化建设总体蓝图

杜金虎<sup>1</sup> 时付更<sup>2</sup> 杨剑锋<sup>3</sup> 张仲宏<sup>1</sup> 丁建宇<sup>1</sup> 龙涛<sup>4</sup>(1 中国石油勘探与生产分公司; 2 中国石油勘探开发研究院; 3 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司;  
4 中国石油大港油田公司)

**摘要:** 为适应数字+智能时代中国石油上游业务发展需求, 中国石油勘探与生产分公司开展了上游业务信息化顶层设计。文章分析了中国石油上游业务信息化建设现状、国际信息化发展趋势和上游业务发展对信息化的需求, 以未来发展愿景为指导, 以全面建成智能油气田为总体目标, 提出8项预期目标, 即: 形成智能数据生态、建成一流智能平台、综合研究智能协同、方案决策智能优化、生产过程智能操控、生产运行智能指挥、经营管理精益高效、安全环保智能管控; 阐述了上游业务信息化总体架构、业务架构、数据架构、技术架构、应用架构、网络安全架构, 以及相应的工作重点和保障措施等, 描绘了中国石油上游业务信息化建设蓝图。

**关键词:** 上游业务; 信息化建设; 总体蓝图; 智能油气田; 平台

**中图分类号:** TE19

**文献标识码:** A

## Overall blueprint of information construction of PetroChina upstream business

Du Jinhui<sup>1</sup>, Shi Fugeng<sup>2</sup>, Yang Jianfeng<sup>3</sup>, Zhang Zhonghong<sup>1</sup>, Ding Jianyu<sup>1</sup>, Long Tao<sup>4</sup>(1 PetroChina Exploration & Production Company; 2 PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development;  
3 BGP Inc., CNPC; 4 PetroChina Dagang Oilfield Company)

**Abstract:** In order to meet the development requirements of PetroChina upstream business in the digital intelligent age, PetroChina Exploration & Production Company has carried out the top-level design of upstream business information construction. This paper analyzes the current development situation of information construction of PetroChina upstream business, the international information development trend and the upstream business development on the need for information technology. Guided by the development vision in the future, and with building an intelligent oil and gas fields as the overall goal, eight expected targets are put forward: intelligent data eco-environment, first-class intelligent platform, intelligent collaboration of comprehensive research, intelligent optimization of program decision-making, intelligent control of production process, intelligent command of production and operation, lean and efficient operating management and intelligent control of safety and environmental protection. This paper also describes the overall architecture of upstream business informatization, including business architecture, data architecture, technical architecture, application architecture, network security architecture, as well as the corresponding work priorities and supporting measures, etc., and depicts the blueprint of information construction of PetroChina upstream business.

**Key words:** upstream business, information construction, overall blueprint, intelligent oil and gas fields, platform

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: 杜金虎(1959-), 男, 陕西合阳人, 1983年毕业于成都地质学院石油地质专业, 教授级高级工程师, 主要从事石油地质勘探方面的研究和管理。地址: 北京市东城区东直门北大街9号中国石油勘探与生产分公司, 邮政编码: 100007。E-mail: dujinhui@petrochina.com.cn

收稿日期: 2020-07-10; 修改日期: 2020-07-24

## 0 引言

当今世界已经进入数字时代和智能时代,习近平总书记在党的十九大报告中提出要善于利用互联网技术和信息化手段开展工作,敏锐抓住信息化发展的历史机遇,发挥信息化对经济社会发展的引领作用。中国石油天然气集团有限公司(简称集团公司)深入学习领会习总书记推动产业数字化、网络强国的战略思想,进一步增强信息化工作自觉性和紧迫性,以信息化推动科技创新和管理改革,让信息化成为推动上游业务高质量发展强劲动能。2019年3月集团公司新版信息化管理办法,要求信息化遵循“化是过程、统是原则、建是重点、用是目的”的方针,注重整体性、系统性、兼容性和专业性,按照“一个整体,两个层次”的总体要求,坚持“六统一”原则,依据中国石油天然气股份有限公司(简称股份公司)信息技术总体规划,搭建集中统一信息平台,大力推进数字化、可视化、自动化、智能化发展。

为适应新时代趋势和发展需求,开展上游业务信息化顶层设计,根据集团公司战略发展规划,从全局和顶层的高度,对上游业务信息化工作加以统筹考虑、总体设计,绘就上游业务信息化发展蓝图,指导各阶段信息化建设,明确信息化发展总体思路 and 方向,引领上游业务信息化,支撑“共享中国石油”战略,助力中国石油建成世界一流综合性国际能源公司。

## 1 信息化发展现状

自20世纪80年代以来,中国石油上游业务信息化历经30多年的探索发展,实践了从分散到集中、从集中到集成、从集成到共享的发展阶段,目前已经迈入共享智能新阶段,从作业区、采油气厂、油气田公司到股份公司,涵盖勘探开发全业务链的信息化支撑体系<sup>[1-7]</sup>。A1(勘探与生产技术数据管理系统)、A2(油气水井生产数据管理系统)、A5(采油与地面工程运行管理系统)、A6(勘探开发一体化协同研究及应用平台)、A8(勘探与生产调度指挥系统)、A11(油气生产物联网系统)、D2(勘探与生产ERP系统)等统建系统的全面推广应用,在量化决策、降本增效、增储上产、提高效率、转变生产组织模式等方面取得显著成效。信息系统应用提高了生产管理效率,协同研究环境使工作效率全面提升,大幅节约了软硬件成本;物联网建设推动了劳动

组织模式扁平化,减少了一线生产人员,提高了一线生产效率;经营管理ERP系统实现了上游生产经营一体化管控和重点项目全生命周期管理,降低了库存资金占用。勘探开发梦想云基本建成勘探开发统一数据湖,管理了海量的勘探开发数据资产,搭建了上游业务统一技术平台,提供业务协同、智能化创新、专业软件共享、应用集成、敏捷开发五大服务功能,服务于油气勘探、开发生产、生产运行、协同研究、经营管理5项核心业务,完成了统一门户建设,主要统建系统及油气田公司部分自建系统已初步完成云化集成应用。

各油气田公司根据自身特点,自主开发了一系列典型特色应用,这些应用补充了统建系统功能,满足了油气田公司特色业务需求。

## 2 国际信息化发展趋势

通过对国际油公司信息化情况调研,将国际信息化发展趋势总结概括为以下4点:

(1) 平台化共享成为信息化发展的主要趋势。为解决信息化建设集成共享难的问题,微软、谷歌、华为、阿里巴巴、斯伦贝谢等各大IT公司和油服公司纷纷开展云平台建设,信息化进入从N到1的平台化集成共享新时代。

(2) 敏捷、迭代、模块化开发模式成为现代信息化建设的重要标志。与传统开发模式相比,敏捷开发以微服务和模块化方式,实现快速迭代,快速响应用户需求变化。

(3) 智能协同成为生产与研究的主流方向。基于核心业务流,机器学习和人工智能在勘探开发业务领域的应用日趋广泛。一体化经营管理、一体化协同研究、智能化分析和预测成为生产与研究的主流方向。

(4) 智能油气田是上游业务信息化发展方向。国际油公司通过大数据、人工智能、边缘计算等新技术,纷纷开展智能油气田建设,实现生产数据自动采集、现场实时监控、智能生产优化。

## 3 信息化发展需求

中国石油上游业务发展对信息化的需求主要体现在以下4个方面。

(1) 应对面临的挑战。上游企业在实现业务发展战略目标过程中,面临资产总量大、降本增效压力大、安全环保责任大、深化改革任务重等诸多挑战。信息

化是实现战略目标的重要手段。

(2) 支撑业务发展。上游企业为适应国家经济发展对能源的需求，大力提升勘探开发力度，确定了增储上产、稳油增气、提质增效、高质量发展的战略目标。信息化是实现业务和管理目标的重要手段。

(3) 助力“油公司”模式与“三项制度”改革。上游企业积极推动“油公司”模式改革，为国内勘探与生产业务高质量稳健发展奠定坚实基础。信息化是助力改革的重要支撑手段。

(4) 推动业务与信息深度融合，加快智能油气田建设。加强业务与信息深度融合，提高工作效率、提升决策水平、支撑业务创新发展。信息化是加快智能油气田建设的重要手段。

中国石油上游业务信息化水平在国内总体处于领先地位，主要体现在战略管理、业务覆盖、勘探开发业务应用管理和研究等方面，但与国际领先油公司相比，在人工智能/大数据创新发展、一体化经营管理与协同研究等方面有待进一步提升。此外，信息系统建设在业务、管理、数据、技术等方面还存在不足。上游业务信息化在“共享、协同、融合、创新”等能力方面需求迫切。

## 4 总体蓝图

通过对上游业务需求、信息化发展现状、国际信息化发展趋势、信息化差距及能力提升等分析，中国石油勘探与生产分公司提出了上游业务要全面应用物联网、大数据、云计算、人工智能等先进信息技术，确定了以建设智能油气田为上游业务信息化建设总体目标和建设蓝图，包括智能数据生态建设、智能技术平台建设和智能通用业务应用建设。

### 4.1 基本原则

- (1) 践行“共享中国石油”战略，坚持集团公司“六统一”原则。
- (2) 把握国际信息化发展趋势，采用主流先进技术，确保顶层设计先进性。
- (3) 坚持业务主导、问题导向，突出发展目标、主营业务，以用户为中心。
- (4) 坚持顶层设计的统领性、整体性、可操作性，统筹各方面、各层次、各要素，集中有效资源，实现数字化转型发展，推动“油公司”模式改革。
- (5) 坚持上游“一朵云、一个湖、一个平台，一

个门户”的“四个一”建设原则。

(6) 坚持分步实施原则，先试点、后推广，突出重点、急用先建、以用促建，坚决杜绝重复建设。

### 4.2 总体目标

建成覆盖勘探开发、生产运行、经营管理、安全环保全领域、全业务链的智能化通用应用，形成具有数字化、自动化、协同化、智能化的生态运营模式。将总体目标分为8个方面的预期目标。

(1) 形成智能数据生态。油气生产物联网全覆盖，95%以上数据实现自动采集；各类数据智能入湖、智能治理与共享应用；基于机器学习实现智能分析，全面建成数据智能新生态。

(2) 建成一流智能平台。建成性能卓越、功能强健、服务完备、安全稳定的一流云平台，具备全业务链的智能化应用能力，打造智能共享、智能开发、智能运维的一流智能技术生态。

(3) 综合研究智能协同。以油气知识图谱、机器学习等人工智能技术为核心，建立智能协同研究环境，支持勘探、开发、工程等全领域线上综合研究，实现多学科、跨部门、前后方异地智能协同，智能处理解释、实时自动模拟与智能预测等成为日常主流研究模式。

(4) 方案决策智能优化。通过油气大数据模拟，辅助决策分析和全局优化，实现勘探部署、开发方案、钻井完井、增产措施、修井作业、地面工程等全领域、多方案自动编制，达到实时跟踪评价、智能优化和精准科学决策。

(5) 生产过程智能操控。生产现场全面实现智能监控、智能诊断、自动预警与自动控制，简单、重复性的人工劳动被机器智能所取代，实现井、站、厂、设备生产全过程智能联动与实时优化。

(6) 生产运行智能指挥。全面实现生产数据智能分析、生产运行协同调控、保障应急科学有序，实现上游全业务链协同发展。

(7) 经营管理精益高效。项目、投资、物资、设备、销售等一体化智能管控分析，新建规模油气田实现全生命周期智能管理，生产经营全过程实现智能预测、精准优化，全面实现高效经营和精益生产。

(8) 安全环保智能管控。高危工作岗位被机器人替代，事故警情全面感知和自动处置，风险隐患全面智能预判最优预案，全面实现安全环保智能受控。

### 4.3 实施步骤

制定智能油气田建设“三步走”的战略(图1)。

第一步：“十三五”末基本建成数字油气田；第二步：“十四五”末初步建成智能油气田；第三步：“十六五”末全面建成智能油气田。



图1 上游业务信息化顶层设计实施步骤

Fig.1 Implementation steps of top-level design of upstream business information construction

### 4.4 未来愿景

全面建成以“四化”为标志的智能油气田。利用数字化构建全连接的油气田,用自动化降低员工劳动强度,通过协同化改变劳动组织模式,通过智能化提高企业生产效率,增储增产增资,用工总量持续优化。

### 4.5 总体架构设计

上游业务信息化总体架构设计,以推进集约建设、信息共享和业务协同为着力点,对勘探开发信息化发展进行统筹考虑,包括6个方面的架构设计:业务架构、总体架构、技术架构、数据架构、应用架构、网络安全架构。

#### 4.5.1 业务架构

上游板块主营业务包括油气勘探与开发生产,贯穿于勘探与生产分公司、油气田公司、采油厂/专业公司等不同层级,业务类型包括决策管理、生产管理、协同研究、生产运行,以及经营管理、安全环保等运营支持业务(图2)。

#### 4.5.2 总体架构

上游业务信息化建设遵循“两统一、一通用”原

则,由数据层(数据源、数据湖等)、平台层(基础底座、服务中台等)、应用层(通用应用、特色应用、扩展应用、门户入口、应用商店等),以及标准规范及支持保障体系等构成(图3)。

#### 4.5.3 技术架构

技术架构分为7个层次:边缘层(物联网)、基础设施(IaaS)、数据湖(DaaS)、基础底座(通用PaaS)、服务中台、应用前台、入口(含移动)及一系列标准规范(图4)。目的是打造安全稳定的技术平台、智能化的应用平台、自助式的开发平台、一体化的运维平台、协同共享的应用平台、共创共赢的运营生态。

#### 4.5.4 数据架构

数据架构由数据源、数据存储、数据分析3部分组成。数据架构可以实现对数据源的统一管理、数据集中存储与统一治理,同时支持数据智能分析及共享应用(图5)。

通过连环湖架构,采用软件定义存储、数据服务路由等技术,建立分级的数据存储与服务架构,实现数据逻辑统一、分布存储、互联互通、就近访问的开放数据生态。

主数据湖面向企业全局数据共享构建数据生态,

负责上游业务数据标准、主数据的统一管控，实现上游数据的集中管理与共享应用。

生态，负责本地大块数据体、实时数据存储及就近服务，负责本单位数据治理，并支撑扩展业务数据管理与共享应用。

区域数据湖面向企业下属单位数据共享构建数据



图 2 上游业务架构

Fig.2 Architecture of upstream business

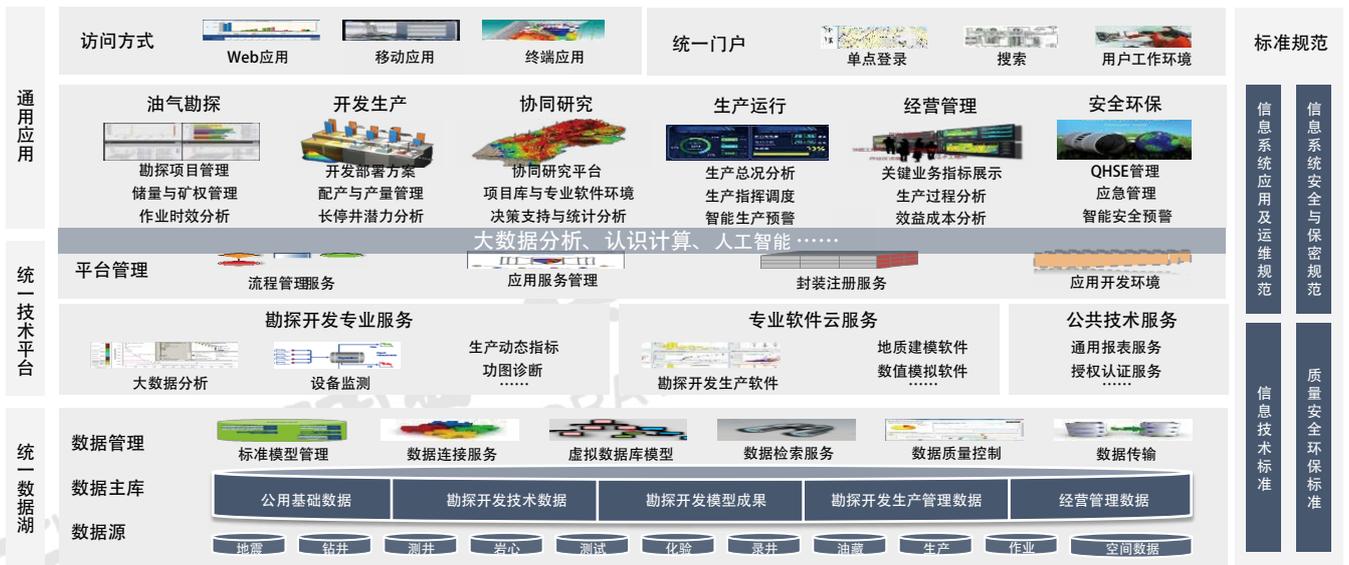


图 3 上游业务信息化总体架构

Fig.3 Overall architecture of upstream business informatization



图4 上游业务信息化技术架构

Fig.4 Technical architecture of upstream business informatization



图5 上游业务信息化数据架构

Fig.5 Data architecture of upstream business informatization

#### 4.5.5 应用架构

应用架构包括业务流程与业务应用功能模块两部

分，通过核心业务流串接业务应用功能模块，全面支撑油气勘探、开发生产、协同研究、生产运行、经营管理和安全环保等通用业务应用（图6）。



图 6 上游业务信息化应用架构

Fig.6 Application architecture of upstream business informatization

#### 4.5.6 网络安全架构

按照集团公司网络安全管理办法，考虑到油气田公司是数据源头和工控系统应用主体，上游网络安全

架构分为集团公司、板块公司、油气田公司 3 个层次，以及信息安全和工控安全两个方面，以保障上游数据、信息化应用及工控系统 3 个方面安全、稳定、保密、高效运行（图 7）。

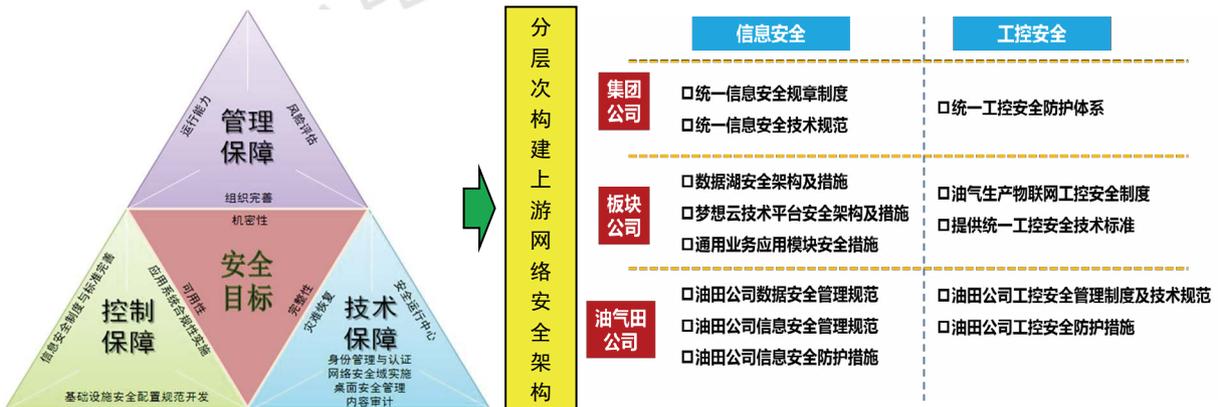


图 7 上游业务信息化网络安全架构

Fig.7 Network security architecture of upstream business informatization

## 5 保障措施

上游业务信息化建设蓝图的具体实施需要充分整合各方资源，调动各方力量，构建“共创、共建、共享、共赢”的信息生态。为确保信息化建设按顶层设计和规划顺利实施、有效推进，达到预期建设目标，规避各类风险，需要做好以下几方面的工作。

(1) 加强领导，落实“一把手”工程。上游业务信息化建设是一项复杂的系统工程，需要各方全力配合、统筹推进，确保按照整体规划顺利实施，逐步实现智能油气田建设愿景。需要各级领导高度重视，特别是“一把手”强力支持，在组织管理、流程优化、资金落实、资源调度等方面，加大组织协调力度，保障信息化建设和应用的持续推进。

(2) 强化组织, 创新建设模式。创新协同建设管理模式, 设置项目经理部, 依靠科技与信息化委员会, 统筹信息化建设, 制定新的信息化管理办法, 统一协调组织管理上游相关的统建系统及配套设施建设。

(3) 突出治理, 推进数据共享。以业务流为核心, 以数据流为主线, 统一专业数据标准, 落实数据治理责任, 数据采集单位负责源头治理, 油气田公司负责区域数据湖治理, 板块公司负责共享主数据湖治理, 提升数据质量; 梳理共享数据范围, 制定数据共享规则, 落地数据共享应用, 推动数据共享。

(4) 持续提升, 大力实施平台化战略。认真研究借鉴公有云平台、混合云平台的设计理念、技术优势及运营模式, 持续提升梦想云功能, 打造国际一流、智能共享、开放安全的云平台。做好3个方面的工作: ①加强组织, 成立梦想云研发与技术支持中心, 以平台为核心, 围绕战略规划、平台安全、数据湖、一体化运维等核心任务, 加强组织领导, 整合各种力量, 积极开展技术合作, 为梦想云平台战略实施提供组织和技术保障; ②采用按年度拨付的方式稳定持续投入, 为梦想云战略提供经费保障, 确保梦想云不间断持续研发提升需要; ③加强对外合作, 以更加开放的态度, 积极参加全球性行业开放社区, 降低开发成本、提高开发效率、加速应用创新。

(5) 强化推广, 突出核心应用。强化应用考核及激励措施, 确保“十三五”末完成核心应用的云化推广。做好5个方面的工作: ①加大平台推广力度, 实现业务管理、综合研究、方案编制等应用在线运行; ②推动实战培训的常态化, 促进应用上云, 统建项目及油气田公司特色应用实现全部上云应用; ③将梦想云应用情况量化评估纳入油气田公司信息化考核范围; ④建立用户年会及应用技术交流制度, 对应用突出单位及个人进行表彰奖励; ⑤开展基于梦想云的信息应用技术创新大赛。

(6) 创新管理、强化一体化运维。创新一体化运维管理模式, 成立勘探开发梦想云一体化运维支持中心, 包括梦想云平台组、各通用应用实施组, 建立统一的运维中心体系, 根据需要在油气田公司设立分中心, 在专家中心统一指导下, 开展系统运维工作。未来形成“一朵云、一个运维中心”的模式。

(7) 共创共赢, 建设开放生态。以定期组织实战演练的方式, 对各油气田公司、研究单位、统建项目组大力开展基于梦想云的云化集成、开发和部署应用培训。在提高信息人员开发水平的同时, 充分发挥梦

想云集成共享作用。研究制定应用商务运营模式, 打造共创共赢的开放生态。

## 6 结语

中国石油上游业务信息化顶层设计, 描绘了勘探开发信息化发展总体蓝图, 给出了实现智能油气田的总体目标、方向、路径、原则和阶段目标, 是“十三五”乃至“十四五”上游业务信息化建设与发展的纲领性文献; 总体蓝图体现了业务主导、信息协同、智能共享、质量效益以及问题导向、融合创新、安全可控、“共创共建共享共赢”信息生态等理念, 为上游业务信息化建设、数字化转型、智能化发展指明了方向。总体蓝图将会指导上游业务信息化建设与发展, 助力中国石油建成世界一流综合性能源公司。

## 参考文献

- [1] 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):67-70.  
Du Jinhui, Zhang Zhonghong, Zhang Muying, et al. PetroChina upstream information sharing platform constructing scheme and application prospect[J]. Information Technology & Standardization, 2017(8):67-70.
- [2] 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 Jinhui, 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.
- [3] 彭川. 关于企业信息化顶层设计的研究与思考[J]. 中国管理信息化, 2014, 17(10):40-41.  
Peng Chuan. Research and thinking on top-level design of enterprise informatization[J]. China Management Informationization, 2014, 17(10):40-41.
- [4] 石玉江. 智能油田在中国的研究现状分析[J]. 海峡科技与产业, 2016, (12):81-83.  
Shi Yujiang. Analysis of the research status of intelligent oil field in China[J]. Technology and Industry Across The Straits, 2016(12):81-83.
- [5] 陈新发, 曾颖, 李清辉, 等. 开启智能油田[M]. 北京: 科学出版社, 2013:64-69.  
Chen Xinfu, Zeng Ying, Li Qinghui, et al. Open the intelligent oil fields[M]. Beijing: Science Press, 2013:64-69.
- [6] 杜金虎, 杨剑锋, 张仲宏, 等. 中国石油勘探开发梦想云研究与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2020.  
Du Jinhui, Yang Jianfeng, Zhang Zhonghong, et al. Research and application of PetroChina E & P Dream Cloud[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2020.
- [7] 马涛, 杜金虎, 张仲宏, 等. 新一代勘探开发云平台技术[R]. 西安: 2019 油气田勘探与开发国际会议, 2019.  
Ma Tao, Du Jinhui, Zhang Zhonghong, et al. New generation E&P Cloud platform technology[R]. Xi'an: The 2019 International Field Exploration and Development Conference, 2019.