

# 智能油气田标准化体系研究

汤晓勇<sup>1</sup> 孙子杰<sup>2</sup> 王鸿捷<sup>1</sup> 胡耀义<sup>1</sup>

1. 中国石油工程建设有限公司西南分公司, 四川 成都 610041;
2. 中国石油长庆油田公司, 陕西 西安 710018

**摘要:** 智能化建设是未来油气工业发展的必然趋势,但国内外均未发现智能油气田建设的统一标准和规范。基于对智能油气田的建设方法、建设方案的研究与认识,开展了智能油气田标准化体系的研究,提出了一种智能油气田标准化体系框架模型,模型主要由基础类标准、数字化交付类标准、数据类标准、技术/平台/工具类标准、地下/地面工程建设类标准、生产运行与管理类标准、工业控制与信息安全类标准组成,共同形成智能油气田的标准化体系。研究成果可指导未来智能油气田的规划与建设,提升油气企业数字化建造和智能化运营的水平。

**关键词:** 智能油气田;标准化体系;框架模型;数据生态;应用生态

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2019.05.020

## Research on Standardization System of Intelligent Oil and Gas Fields

Tang Xiaoyong<sup>1</sup>, Sun Zijie<sup>2</sup>, Wang Hongjie<sup>1</sup>, Hu Yaoyi<sup>1</sup>

1. China Petroleum Engineering & Construction Corp. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610041, China;
2. PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an, Shaanxi, 710018, China

**Abstract:** Intelligent oil and gas field construction is the inevitable trend of future oil and gas industry development, but unified standards and norms for intelligent oil and gas field construction have not been found both here and abroad. Based on the research and understanding of the construction method and construction scheme of intelligent oil and gas fields, this paper studies the standardization system of intelligent oil and gas fields, and a framework model of standardization system for intelligent oil and gas fields is proposed, which is composed of basic standards, digital delivery standards, data standards, technology/platform/tools standards, underground/ground engineering construction standards, production operation and management standards, industrial control and information security standards, forming a standardization system for intelligent oil and gas fields. The achievements can provide guidance for the planning and construction of intelligent oil and gas fields in the future and promote the level of digital construction and intelligent operation for oil and gas enterprises.

**Keywords:** Intelligent oil and gas fields; Standardization system; Framework model; Data ecology; Applied ecology

收稿日期:2019-02-24

基金项目:中国石油集团工程股份有限公司科研攻关项目(2018 ZYGC-02-02)

作者简介:汤晓勇(1970-),男,四川成都人,高级工程师,硕士,主要从事油气田地面工程建设技术管理,信息化管理工作。

## 0 前言

在美国“先进制造业伙伴计划”和德国“工业4.0”之后,“中国制造2025”“国家信息化发展战略纲要”“智能制造”等战略部署不仅成为国家推行“两化融合”和创新发展的关键抓手之一,而且促进了油气工业智能化规划与建设的快速发展和持续变革<sup>[1-6]</sup>。

智能化油气田是数字化油气田的延续与发展,主要通过数据生态和应用生态的构建,通过大数据挖掘与分析技术,使之具备某项人的行为特征和逻辑思维,降低油气田建设和运营成本,提升生产经营效能<sup>[7-12]</sup>。从这个角度讲,智能油气田就是能够实时感知的油气田、全面协同的油气田、主动管理的油气田、信息共享的油气田、科学决策的油气田。

1) 实时感知:利用物联网传感技术实现对油气田生产经营业务数据的实时采集、存储、管理与应用,并借助可视化和智能化软件与工具对物理油气田进行实时感知。

2) 全面协同:在实时感知的基础上,实现油气田建设、运营等业务的全面协同,实现物理油气田与数字油气田,人与设备(设施)之间的信息、操作与控制共融。

3) 主动管理:利用人工智能、深度学习和自动化技术,通过对采集到的历史和实时数据进行挖掘与分析,再利用其产生结果将操作指令反馈到物理油气田,实现对物理油气田的主动管理。

4) 信息共享:数据生态是智能油气田的重要组成部分,如何将数据变为信息,并在企业外和企业内进行信息共享,解决数据孤岛和信息断裂是智能油气田体现价值的核心所在。

5) 科学决策:通过价值模型与经济模型,对油气田生产趋势、绩效进行模拟和预测,实现油气田运行的动态模拟、单井运行情况分析与预测、生产事故预警,为油气田的生产经营管理提供科学依据。

根据智能油气田的基本特征,智能油气田的规划与建设是企业提质、增效、增强核心竞争力的重要抓手之一,而这一目标的实现需要可靠的数据生态和应用生态予以支撑,但油气田企业之间以及企业内部各组织机构对智能油气田的认识不同、理解程度不同,缺乏统一的、面向未来的、可持续发展的智能油气田标准化体系。

根据国家标准化委员会对标准化的精确定义可以得出,智能油气田标准化体系,就是油气田在智能化建设中,按其内部联系形成科学的有机整体<sup>[13-20]</sup>。建立智能油气田标准化体系,主要具有三方面的意义:能为智能油气田的标准建设提供指导,能更好地指导和优化智能油气田的实施方案,能为智能油气田的运维提供一个标准化的知识框架。

## 1 智能油气田建设现状

国外:马来西亚国家石油公司通过实现工作流和数据流的统一规划与建设,将数据质量作为关注重点,达到了“增产”和“减费”的建设目标;壳牌石油公司通过油气藏监控、智能井、模型仿真等手段,优化了油气藏开采,提升了油气田经济效益;挪威石油公司通过远程操控钻井机器人、四维模拟技术、数据集成管理平台的应用,形成了全球化的业务支持中心;英国BP石油公司通过油藏远程监控和诊断、模型仿真、数据管理,实现生产与管理的辅助决策;沙特阿美石油公司通过生产运行实时数据管理和油藏智能化管理,形成了集成运营环境<sup>[6-7]</sup>。

国内:普光气田建设“一个平台,两个中心,两套体系”(一体化协同应用平台、智能决策指挥中心、资源共享中心、标准规范体系、信息安全体系),评为2017年中国能源行业示范工程;九江石化高度重视数据生态的完整性、系统性和科学性,重点组织了对企业三大关注(操作、生产、管理)的经济/价值模型理论研究,实现了能源计划、能源生产、能源优化、能源评价的闭环管控,使公司能源整体在线优化、节能效益最大化;塔里木油田建立了集数据采集、数据管理、数据资源建设、基本应用“四位一体”的公共数据库、勘探开发专业基础数据库和综合应用系统。

## 2 智能油气田标准化体系建设核心要素

智能油气田建设是一项系统工程,建设内容除传统物理油气田外,主要是智能油气田数据生态和应用生态建设。数据是智能油气田建设的基石,如何实现数据资源的资产化,形成数据资产,并进行有效经营、管理和应用,是智能油气田建设单位的基础需求;可视化应用仅仅完成了原始数据的视觉展示,而智能化应用是数据发挥其潜在价值,形成智能的具体体现,而这一工作需要价值/经济模型予以支撑。

智能油气田标准化体系建设要围绕智能油气田最终产生的效益开展相关工作,确保其对智能油气田规划与建设的指导意义和价值。

智能化油气田标准化体系建设核心要素:

1) 创造性要素:智能油气田数据的资产化管理与运营是一项创造性工作,核心是贯穿于油气工程规划、建设和运营管理全产业链及附带产业链底层数据标准化以及数据资产管理平台构建。其中,数据资产管理与运营平台的规划与建设,是实现智能油气田数据治理,提升数据质量和应用水平的重要工具。

2) 创新性要素:智能油气田可视化/智能化应用体系的建设是一项创新性工作,核心是基于可视化/智能化应用建设的本质目标,构建价值/经济模型,并构建出

贯穿研究对象在全产业链、全生命周期内的标准化体系。这项工作需要油气企业顶层设计者、管理者、专家学者,以及 IT 研发单位共同协作完成,而且需要在应用过程中不断优化和完善。

3) 前瞻性要素:智能油气田基于未来油气田建设愿景和建设目标而构想,区别于传统物理油气田建设模式,因此智能油气田标准化体系建设必须具有一定的前瞻性,并满足油气工业未来技术和管理方面的发展趋势。

4) 可操作性要素:智能油气田标准化体系是智能油气田建设的实施标准,其标准体系的范围、内容必须满足当前智能油气田的建设方法和建设模式,并且能有效指导未来智能油气田的建设方向。

5) 适应性要素:明确油气田的规划与建设是一项企业级的系统工程,是“企业战略+业务/业态+信息技术(IT)”高度融合具体体现,而实现规划者、建设者、操作者、管理者、决策者之间,对工作目标、实施策略和应用方法等认识的高度统一,是保障油气田企业各项业务工作有效开展的基本条件。

### 3 智能油气田标准化体系框架模型

基于对智能油气田标准化体系建设核心要素的研究,以及对智能油气田 3D 协同设计、协同建设、协同运营、数据资产信息管理、智能应用研发价值/经济模型的认识,提出了智能油气田标准化体系的框架模型,见图 1。

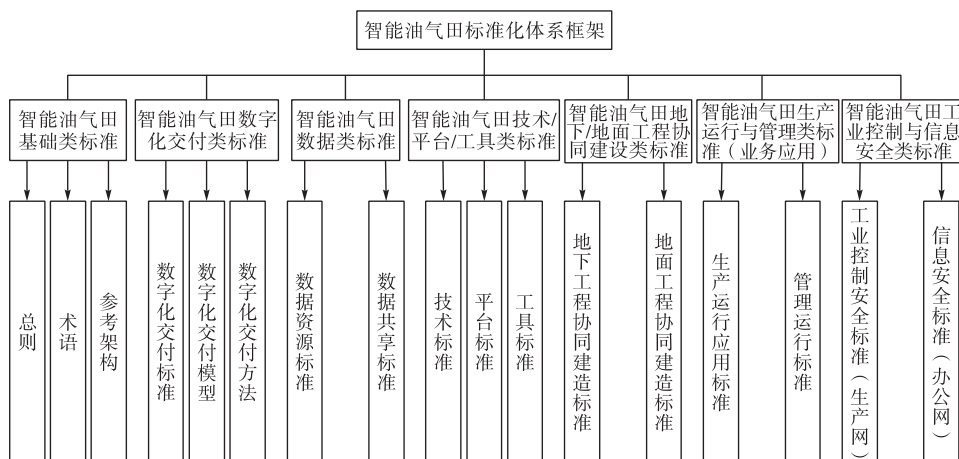


图 1 智能油气田标准化体系框架模型图

1) 智能油气田基础类标准:该类标准为整个智能油气田标准化体系建设提供总则、专业术语,以及基于数据生态和应用生态的智能油气田总体架构参考模型。

2) 智能油气田数字化交付类标准:数字化交付包括数据的生产者、发送者、接受者、管理者和使用者。该标准主要包括数字化交付的范围、内容和具体信息,以及交付的流程、工具和方法等一系列数字化交付矩阵相关的标准和规范。

3) 智能油气田数据类标准:数字化交付类标准是制定该类标准的输入条件之一,主要包括智能油气田数据资产管理的数据资源标准和数据共享交换标准两部分,其中数据资源标准包括数据元素、数据字典、数据编码等标准,数据共享交换标准主要针对数据移交、应用的对外接口标准与规范。

4) 智能油气田技术/平台/工具类标准:该类标准主要包括技术标准、平台标准和工具标准三部分。技术标准主要针对数据采集技术、数据存储技术、数据应用技术、数据安全技术、通信技术制定标准;平台标准主要针对数据资产管理与运营过程中承载数据的平台标准;工具类标准主要指如何利用数据研发相关生产运营及管理工具的应用级标准。

5) 智能油气田地下/地面工程协同建设类标准:该

类标准主要基于由 3D 全专业协同设计、物资编码和设备位号所贯穿的业务链,开展地下勘探、钻采、开发的协同建设标准制定,以及地面工程设计、采购、施工等协同建设标准与规范的制定工作。

6) 智能油气田生产运行与管理类标准:智能应用是智能油气田生产运行与管理的主要载体之一,而智能应用的核心是价值/经济模型,因此,该类标准主要针对智能应用的价值/经济模型开展相关标准与规范的制定工作。

7) 智能油气田工业控制与信息安全类标准:该类标准主要基于国家相关工控安全、国家网络安全法等,制定智能油气田生产网环境的工业控制安全和办公网信息安全的应用级标准与规范。

### 4 结论

智能油气田建设是油气工业发展的大趋势,油气企业智能化转型是实现企业提质、降本、增效这一本质目标的有效途径。智能油气田标准化体系建设不仅为智能油气田建设成套解决方案的研发和制定提供依据,而且为智能油气田的实施提供标准与规范,本文所提供的智能油气田标准化体系框架,以及基于框架所形成的标准与规范,可促进智能油气田规划与建设产业的不断发展。



## 参考文献:

- [1] 杨金华, 邱茂鑫, 郝宏娜, 等. 智能化——油气工业发展大趋势[J]. 石油科技论坛, 2016(6): 36-42.  
Yang Jinhua, Qiu Maoxin, Hao Hongna, et al. Intelligence-Oil and Gas Industrial Development Trend [J]. Oil Forum, 2016 (6): 36-42.
- [2] 贾爱林, 郭建林. 智能化气田建设关键技术与认识[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(1): 118-122.  
Jia Ailin, Guo Jianlin. Key Technologies and Understandings on the Construction of Smart Fields [J]. Petroleum Exploration and Development, 2012, 39 (1): 118-122.
- [3] 覃伟中. 积极推进智能制造是传统石化企业提质增效转型升级的有效途径[J]. 当地石油石化, 2016, 24(6): 1-4.  
Qin Weizhong. Intelligent Process Manufacturing——An Efficient Way to Upgrade Traditional Refineries [J]. Petroleum & Petrochemical Today, 2016, 24 (6): 1-4
- [4] 王海龙. 九江石化: 流程型智能制造样本[J]. 中国工业评论, 2016(6): 72-77.  
Wang Hailong. Sinopec Jiujiang Company: Flow-Type Intelligent Manufacturing Sample [J]. China Industry Review, 2016 (6): 72-77.
- [5] 杨勇. 智能化综合评价理论与方法研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2014.  
Yang Yong. A Study on Theory and Method in Intellectualization of Evaluation [D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2014.
- [6] 孙继平. 煤矿信息化与智能化要求与关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(9): 22-25.  
Sun Jiping. Requirement and Key Technology on Mine Informationalization and Intelligent Technology [J]. Coal Science and Technology, 2014, 42 (9): 22-25.
- [7] 刘慧婷, 徐华, 周东焱. 基于“互联网+”模式下的石化行业智能管网的发展现状研究[J]. 石化技术, 2015, 22(5): 90-91.  
Liu Huiting, Xu Hua, Zhou Dongyan. Study on Development Situation of Smart Pipeline Net in Petro-chemical Industry Based on Internet + Model [J]. Petrochemical Industry Technology, 2015, 22 (5): 90-91.
- [8] 高玉龙, 朱迅, 于占海, 等. 气田智能化气井监控系统研究[J]. 石油化工自动化, 2015, 51(1): 25-28.  
Gao Yulong, Zhu Xun, Yu Zhanhai, et al. Study on Intelligent Monitor System of Gas Well in Gas Field [J]. Automation in Petro-Chemical Industry, 2015, 51 (1): 25-28.
- [9] 金钟辉, 彭勇, 费凡, 等. 数字化抽油机技术现状和发展趋势[J]. 石油机械, 2014, 42(12): 65-68.  
Jin Zhonghui, Peng Yong, Fei Fan, et al. The Status and Development Trends of Digital Pumping Technology [J]. China Petroleum Machinery, 2014, 42 (12): 65-68.
- [10] 李晓平, 王荧光, 武浩, 等. 煤层气田地面管网的在线模拟与预测系统[J]. 气田地面工程, 2016, 35(3): 47-49.  
Li Xiaoping, Wang Yingguang, Wu Hao, et al. The Online Simulation and Prediction System of Coal Bed Methane Gathering Pipeline Network [J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2016, 35 (3): 47-49.
- [11] 杜永华. 智能化仓储作业系统关键技术研究[D]. 上海: 东华大学, 2017.  
Du Yonghua. Research on the Key Technology of Intelligent Warehousing Operation System [D]. Shanghai: Donghua University, 2017.
- [12] 谢军. “互联网+”时代智慧气田建设的思考与实践[J]. 天然气工业, 2016, 36(1): 137-145.  
Xie Jun. Construction of Smart Oil and Gas Fields in the “Internet Plus” Era [J]. Natural Gas Industry, 2016, 36 (1): 137-145.
- [13] 陈颂阳. 中海油智能油田建设的思考[J]. 中国石油和化工, 2014(2): 63-65.  
Chen Songyang. Thinking of CNOOC Intelligent Oilfield Construction [J]. China Petroleum and Chemical Industry, 2014 (2): 63-65.
- [14] 张宇. 信息环境下智能油田的构建[J]. 油气田地面工程, 2015, 34(9): 17-18.  
Zhang Yu. Construction of Intelligent Oil Field Under the Information Environment [J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2015, 34 (9): 17-18.
- [15] 张宝安. 关于油田信息化建设几个问题的思考[J]. 数字化工, 2004(12): 36-38.  
Zhang Baoan. Reflections on Several Problems in Oilfield Informatization Construction [J]. Digital Petroleum & Chemical, 2004 (12): 36-38.
- [16] 马涛, 许增魁, 王铁成, 等. 数字油田软件系统架构研究[J]. 信息技术与信息化, 2010(6): 41-45.  
Ma Tao, Xu Zengkui, Wang Tiecheng, et al. Research on Software System Architecture of Digital Oilfield [J]. Information Technology and Informatization, 2010 (6): 41-45.
- [17] 王利君. 智能油田建设中的关键技术研究与应用[J]. 中国管理信息化, 2017, 20(7): 164-167.  
Wang Lijun. Research and Application of Key Technologies in Intelligent Oil Field Construction [J]. China Management Informationization, 2017, 20 (7): 164-167.
- [18] 汤晓勇, 王鸿捷, 胡耀义. 油气企业智能化转型的规划与建设方法研究[J]. 天然气与石油, 2018, 36(1): 96-100.  
Tang Xiaoyong, Wang Hongjie, Hu Yaoyi. Research on the Planning and Construction of Intelligent Transition of Oil and Gas Enterprises [J]. Natural Gas and Oil, 2018, 36 (1): 96-100.
- [19] 姜力. 智能油田标准体系框架研究[J]. 中国管理信息化, 2016, 19(12): 40.  
Jiang Li. Research on the Framework of Intelligent Oil Field Standard System [J]. China Management Informationization, 2016, 19 (12): 40.
- [20] 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 Yujang. Analysis on the Research Status of Intelligent Oil Field in China [J]. Technology and Industry Across the Straits, 2016 (12): 81-83.