

智能油气田数字化交付研究

王鸿捷

中国石油工程建设有限公司西南分公司, 四川 成都 610041

摘要: 数字化交付,是数字化业务发展和智能油气田建设中难以回避的概念。国内外不同石油公司在数字化油气田和智能油气田发展历程中,有不同的认识论和方法论来指导其实践。从理论建设的视角看,这一概念处于“被广为认可但缺乏完整定义”的阶段;从实践现状看,一段时间来各企业的实践方式不同、工作标准不同、标准的颗粒度不同,处于“被广为实践但缺乏统一标准”的阶段。面对这种不利于产业水平提高和企业自身发展的情况,急需寻求一种对行业业态及发展具有较好适应性并且更为准确的定义来指导实际工作。根据2017年中国石油工程建设有限公司西南分公司提出的智能油气田业务链与数据链架构模型,结合数字化工程实践,详细论述了数字化交付的原理、概念和作用,简要归纳了制约数字化交付技术水平提高的主要因素,提出了基于数字化交付的数据生态与应用生态建设,是智能油气田可持续发展的重要保障。文章观点希望为智能油气田的规划与建设提供新的理论和技术思路。

关键词: 横向交付;纵向交付;数据生态;交付标准;智能油气田;数字化交付

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2020.03.020

A Study on Digital Delivery of Smart Oil and Gas Field

Wang Hongjie

China Petroleum Engineering & Construction Corp. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610041, China

Abstract: Digital delivery concept is unavoidable in the development of digital business and smart oil and gas fields. In the development path of digitalised smart oil and gas fields, different oil and gas companies globally have different concepts and methods in their implementation. From the aspect of implementation theory, this concept is seen as “widely recognised but lack comprehensive definition”. From current implementation status, it can be seen that for a period of time, the implementation practice, working standards and clarity of definition and depth of the standards are all different, and can be described as “widely implemented but lack consistent standards”. Such situation is not conducive to improving industry standard and corporate development. There is an urgent need to find a widely accepted precise definition, that reflect current industry situation and is more adaptable to guide the implementation of digital delivery of smart fields. This paper discusses in details the principle, concept and purpose of digital handover, based on “Smart Oil and Gas Field Value Chain and Digital Data Architecture Model” presented by CPECCSW in 2017, enhanced with actual experience of digital handover implementation. The paper briefly categorises key reasons for limiting the improvement in technical standard, presents the setting

收稿日期:2020-03-11

基金项目:中国石油集团工程股份有限公司科研攻关项目“数字化/智能化气田关键技术研究与应用”(2018 ZYGC-02-02)

作者简介:王鸿捷(1969-),男,青海互助人,高级工程师,硕士,现从事企业信息化建设规划及管理工作。E-mail:wanghongjie

@cnpc.com.cn

up of data ecosystem and applied ecology for digital delivery, and contributes towards sustainable development of smart field development. The viewpoints presented in this paper aim to provide new theories and promote fresh technical discussion points on smart field planning and development.

Keywords: Horizontal delivery; Vertical delivery; Data ecology; Delivery standards; Smart oil and gas field; Digital delivery

0 前言

石油石化行业的工程建设与生产运行,以高价值实物资产投入和持续生产为特点,涵盖油气勘探与开发、地面建设、生产运行的全过程,涉及冶金、制造、油气生产等基础工业和相关辅助行业。随着科学技术和互联网的快速发展,以及国家提出的“互联网+”战略的推动,为石油石化行业基于信息技术获得“降本增效”提供了发展条件。

采用实体对象的全生命周期管理、智能油气田建设等新的建设与管理手段,促进油气行业资产管理、安全管理、效益管理的新突破,离不开全产业链的数字化交付^[1-11]。

数字化交付,目前业内尚无权威的、被广泛接受的理论定义。在 GB/T 51296-2018《石油化工工程数字化交付标准》(以下简称 GB/T 51296-2018)的“术语”中“数字化交付(digital delivery)”被定义为“以工厂对象为核心,对工程项目建设阶段产生的静态信息进行数字化创建直至移交的工作过程,涵盖信息交付策略制定、信息交付基础制定、信息交付方案制定、信息整合与校验、信息移交和信息验收”。这是目前国家对于石化工厂中数字化交付最为明确的概念。

研究认为,GB/T 51296-2018 仅仅是 ISO 15926 *Industrial Automation Systems and Integration—Integration of Life-cycle Data for Process Plants Including Oil and Gas Production Facilities*(以下简称 ISO 15926)或 GB/T 18975《工业自动化系统与集成流程工厂》(以下简称 GB/T 18975)在石化工厂的实例化成果和统一标准;但对于具有更多对象形式和业态形式的油气田而言,则应基于 ISO 15926(或 GB/T 18975),开展针对性研究,实现该国际标准在油气田建设与生产运行中的实例化,这一实例化成果,可针对智能油气田的不同范围、不同标准、不同投资模式、不同对象实体进行指导和规范。同时,这一技术标准可指导数据采集、数据关联的具体操作逻辑与方法,但不能解决系统识别和系统规划中企业级数字化交付体系的建立方法问题^[12-17]。

本文根据 2017 年中国石油建设工程有限公司西南分公司(以下简称 CPECC 西南分公司)提出的智能油气田的业务链与数据链架构模型,结合数字化工程实践,详细论述了数字化交付的原理、概念和作用,简要归纳了制约其水平提高的主要因素,明确指出了基于数字化交付的数据生态与应用生态建设,是保障智能油气田可

持续发展的重要条件。

1 智能油气田产业链和数据链的架构模型

2017 年末,CPECC 西南分公司研究团队初步提出了一种数字化/智能化油气田产业链和数据链的架构模型,该架构模型系统和全面地描述了以下关键逻辑关系。

1)井工程、地面建设、生产运行三个方面的业务逻辑和数据逻辑。

2)横向产业链和数据链中,设计、采购、施工及相关企业在地面建设产业链中的业务位置和数据交付关系^[18-20]。

3)纵向数据链中,产业链层级和逐步向上分层交付的路径和目标。

4)集团、板块、油气田、油气田二级管理企业在横纵数据链中的层级位置和核心管理工具(软件平台)。

5)物联网等用于生产运行数据采集与管理的统建系统,在该架构模型中的位置。

2018 年末,基于上述架构模型和一系列数字化项目实践,CPECC 西南分公司进一步细化了该架构模型,将每一层级的核心技术和关键组件进行了补充完善,再应用于不同特点的数字化项目中,取得了良好的效果。

提出和细化这一架构模型的根本目的,是找准各参建企业在智能油气田建设中的产业链和数据链位置,为高效规划和发展本企业在这一新兴领域的业务,提供指导性布局 and 资源配置重点的确认。

上述工作的持续创新和理论实践的持续结合,既满足了企业自身的发展要求,也为完整描述和系统定义数字化交付创造了有利条件。

2 数字化交付

2.1 基本原理

从广义角度来讲,在任意产业链和数据链节点之间发生的数据交换与传递都称为数字化交付,所有交叉节点形成的数字化交付链称为数字化交付矩阵。

从狭义角度来讲,数字化交付是指数字孪生体的交付过程,其充分利用油气田物理模型、传感器更新、运行历史等数据,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程,在虚拟空间中完成映射,从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。

2.2 数字化交付概念

基于产业链和数据链逻辑的智能油气田数字化交付,分为横纵交付两条路径。

数字化横向交付,涵盖工程建设传统产业链的设计、采购、施工、制造、物流、仓储等所有企业;按照业态模式和特定标准,数据通过异构软件的协议接口实现跨企业、跨平台的自动交付。数字化横向交付,是形成和推动实体工程智能建造、实体工厂智能检维修的基本条件;这一交付形式的成熟度,取决于以数字化设计为龙头的产业链各企业在实体工程建设过程中的作业深度、管理精细度、横向交付能力三大要素。

数字化纵向交付,是以数字化设计、数字化采购、数字化施工、数字化生产等产业链业务为基础,通过数据采集、数据存储、数据交付、数据使用、数据管理等环节,实现产业链数据的纵向分层交付。数字化纵向交付,是形成不同企业数据应用和数据资产管理的先决条件,并且不同层级、不同职能的实体工程建设者和管理者,对纵向交付的数据使用与管理的诉求不尽相同,因而形成了基于不同层级、不同管理诉求的数据仓库和管理应用(平台或软件)。

数字化交付,无论是横向交付还是纵向交付,都基于特定的工程实体对象、数据范围、数据格式、数据规则等数据标准和操作规程来约束,并通过专用软件工具(软件平台、软件系统、中间件)来实现。

3 数字化交付的作用

数字化交付的核心,是基于数据同源的原理,提升数据在实体工程建设和管理中的价值,使实体工程建设与生产运行管理通过信息技术获得更高的管理效益。通过数字化交付,可形成信息的发送、接收、使用的过程管控,促进企业业务流与数据流融合,为企业之间的业务协同创造条件,业务协同造就更高效、更科学的基础设施建设过程和智能化生产运行管理基础。

数字化交付在数字化设计等产业链企业内部各专业之间,构建了更高效、更优质的生产组织管理的生态环境和可持续的行业竞争力。

在产业链不同企业之间的数字化横向交付,与传统的二维设计+二维交付或后来的三维设计+二维交付不同,着眼于既满足指导实体工程建设需求,又满足工程建设数据孪生体形成的全专业三维数字化协同设计成果,在实现二三维协同设计+二三维关联交付+模型轻量化以后,形成数据和信息的跨企业、跨平台优质高效传递,推动产业链后续企业基于异构管理系统的精准预测和智能管理;并伴随实体工程的建设过程,同步构建与之对应的数据孪生体,推动智能采购、智能制造、智能仓储与物流、智能工地、智能检测等工程建设各企业的智能管理业务发展;工程建设数据孪生体移交给业主,是智能检维修、仿真模拟等生产运行智能管理的重要输入条件之一。

在数字化纵向交付体系中,对交付层级的划分及其功能的清晰定义,使不同层级的纵向交付具备了明确目的,并就其依赖的IT工具提出了明确的技术要求和功能

要求;在产业链各企业与智能管理应用之间,以基于数据与信息的“采集、存储、交付、应用、管理”纵向层级所构建的数据链,使可视化管理、预决策优化、人工智能成为可能,从而推动企业或行业的智能管理;这一体系的建立和实践,根本上消除了数据的“烟囱式”上传、智能应用各软件系统分别调用数据所形成的信息孤岛,为数据的“采集、存储、交付、应用、管理”相关的工具制造(软件研发)、技术标准确定、操作规程制定、管理制度配套等,提供了明确的布局和实施指南。

4 制约数字化交付技术水平提升的因素

根据上述定义及工程实践,制约企业的数字化交付技术水平提升的主要因素可归纳为以下几点:对数字化交付价值的预期判断,对数字化设计技术和数字化施工技术的发展认识,数字化交付架构模型的合理性与适应性,数字化交付层级结构的划分合理性与适应性,不同层级结构中的关键工具以及关键工具制造过程中的关键技术,数字化交付标准制定的复杂度与多维度,数字化交付操作规程编制与实施的可行性,数字化交付技术对原有组织、管理体系改变的可行性。

5 结论

智能油气田数字化交付,一是指实体工程建设与运行过程中,发生在产业链各专业、各企业之间的横向数字交付,通过产业链专业和企业之间的横向数据链的打通,可形成实体工程数据孪生体,推动智能建造;二是指基于横向产业链的数据纵向多层级交付所形成的纵向数字化交付体系,是构建企业级数据资产和支撑各层级智能应用可持续发展的必要条件。基于特定技术标准和操作规程的数字化交付,催生数据“采集、存储、交付、应用、管理”标准在横向产业链和纵向数据链之间的工具制定与系统应用。智能油气田横纵数字化交付体系,与交付技术、交付工具、交付标准、操作规程、配套制度一起,共同构成了智能油气田数据生态。

基于数字化交付体系,通过系统规划和科学布局,可使企业提高对数据的调度能力;通过标准与制度的建立,可使企业获得持续的数据资产管理能力;通过可持续的高效数据服务,实现智能油气田建造和智能运营的可持续。

参考文献:

- [1] 贾爱林,郭建林. 智能化油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.
- [2] 汤晓勇. 工程公司协同办公的认识与实践[J]. 天然气与石油,2016,34(4):75-78.

- Tang Xiaoyong. Understanding and Practice of Collaborative Working Platform in Engineering Company [J]. Natural Gas and Oil, 2016, 34 (4): 75 - 78.
- [3] 郭成华. 工程公司企业信息化建设的规划[J]. 天然气与石油, 2016, 34(2): 78 - 81.
- Guo Chenghua. Planning for Engineering Company's Informatization Construction [J]. Natural Gas and Oil, 2016, 34 (2): 78 - 81.
- [4] 李 鹏. 中国石化北京石油分公司虚拟化应用系统建设的思路[J]. 石油库与加油站, 2013, 22(5): 18 - 24.
- Li Peng. Virtualized Applications System Construction in SINOPEC Beijing Oil Products Company [J]. Oil Depot and Gas Station, 2013, 22 (5): 18 - 24.
- [5] 王鸿捷. 一种与工程公司业态高度适应的云平台建设理论与实践[J]. 天然气与石油, 2017, 35(4): 120 - 124.
- Wang Hongjie. An Innovation Construction Theory and Practice for Cloud Platform Based on Engineering Company [J]. Natural Gas and Oil, 2017, 35 (4): 120 - 124.
- [6] 崔红升, 魏 政. 物联网技术在油气管道中的应用展望[J]. 油气储运, 2011, 30(8): 603 - 607.
- Cui Hongsheng, Wei Zheng. Application Prospect of the Internet of Things Technology for Oil and Gas Pipelines [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2011, 30 (8): 603 - 607.
- [7] 张恒春. 智能化多功能实验台钻进参数检测与控制系统的设计与实现[D]. 武汉: 中国地质大学, 2012.
- Zhang Hengchun. Implementation and Design for Intelligent Multi-functional Test-bed Drilling Parameters Detection and Control System [D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2012.
- [8] 于 达, 熊 毅, 朱婷婷, 等. 输油气管道智能化事故应急体系建设[J]. 油气储运, 2015, 34(10): 1038 - 1041.
- Yu Da, Xiong Yi, Zhu Tingting, et al. An Intelligent Emergency Response System for Failure of Oil and Gas Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2015, 34 (10): 1038 - 1041.
- [9] 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, 35(6): 36 - 42.
- Yang Jinhua, Qiu Maixin, Hao Hongna, et al. Intelligence-Oil and Gas Industrial Development Trend [J]. Oil Forum, 2016, 35 (6): 36 - 42.
- [10] 彭 锐, 彭小康, 刘家洪. PDMS 数据转换应用研究[J]. 天然气与石油, 2015, 33(1): 84 - 88.
- Peng Rui, Peng Xiaokang, Liu Jiahong. Study on PDMS Data Conversion and Application [J]. Natural Gas and Oil, 2015, 33 (1): 84 - 88.
- [11] 王兆会, 曲从锋, 袁进平. 智能完井系统的关键技术分析[J]. 石油钻采工艺, 2009, 31(5): 1 - 4.
- Wang Zhaohui, Qu Congfeng, Yuan Jinping. Key Techniques for Intelligent Completion System [J]. Oil Drilling & Production Technology, 2009, 31 (5): 1 - 4.
- [12] 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.
- [13] 曲 斌, 丰大成, 袁 涛. 构建油气集输系统的智能化管理网络[J]. 西安石油学院学报(自然科学版), 2002, 17(3): 61 - 64.
- Qu Bing, Feng Dacheng, Yuan Tao. Construction of Intelligent Management Network for Oil-Gas Gathering and Transferring System [J]. Journal of Xi'an Petroleum Institute (Natural Science Edition), 2002, 17 (3): 61 - 64.
- [14] 谢 军. “互联网+”时代智慧油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.
- [15] 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]. 油气田地面工程, 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-Gasfield Surface Engineering, 2016, 35 (3): 47 - 49.
- [16] 孙长江, 谢欣岳, 赵倩芸. 基于智能识别、自由组网、智能组态技术的油田专用物联网[J]. 油气田地面工程, 2016, 35(3): 75 - 76.
- Sun Changjiang, Xie Xinyue, Zhao Qianyun. Application and Research on Oilfield Special-IOT Based on Intelligent Identification, Mesh Network and Intelligent Configuration Software Technology [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2016, 35 (3): 75 - 76.
- [17] 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.
- [18] 李姗姗. 浅谈辅助设计 GIS 平台[J]. 油气田地面工程, 2010, 29(7): 42 - 43.
- Li Shanshan. Brief Discussion on Assistant Design GIS Platform [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2010, 29 (7): 42 - 43.
- [19] 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.
- [20] 王兆会, 曲从锋, 袁进平. 智能完井系统的关键技术分析[J]. 石油钻采工艺, 2009, 31(5): 1 - 4.
- Wang Zhaohui, Qu Congfeng, Yuan Jinping. Key Techniques for Intelligent Completion System [J]. Oil Drilling & Production Technology, 2009, 31 (5): 1 - 4.