

Exploration of the Construction and Application of Offshore Intelligent Oilfield

Yuanqiang Huang Lin Xu

Tianjin Branch of CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin, 300451, China

Abstract

The digital transformation of the traditional energy industry is constrained by inherent management concepts, weak data foundation, and incomplete digital ecological resources. There are many difficulties in the actual transformation process, especially for the new thing — intelligent oil fields, which cannot be referenced and started from scratch. A certain intelligent oilfield in Bohai has explored digital ecological resource integration methods, data management, and technical routes, and has developed a technical route of “cloud+platformization+cloud edge collaboration+agile development and delivery” through practice. The application practice has shown that the achievements of a certain intelligent oilfield in Bohai can provide reference for the digital transformation of Bohai Oilfield and similar enterprises. This case taking the construction and application of China National Offshore Oil Corporation’s first offshore intelligent oil field as an example to explain the process and key factors of intelligent oil fields from dreams to reality. It also elaborates on some main practices and suggestions in the construction and use of intelligent oil fields, highlighting the three elements of users, benefits, and business, providing a good reference for the digital transformation and intelligent development of offshore oil fields.

Keywords

digital transformation; intelligent oilfield construction; digital ecology; technical route; three elements

海上智能油田建设、应用的探索

黄元强 徐林

中海石油（中国）有限公司天津分公司，中国·天津 300451

摘要

传统能源行业数字化转型受到固有管理理念束缚、数据基础薄弱、数字生态资源不健全等问题影响，实际转型过程中存在重重困难，特别是对于新生事物——智能油田无从参考，从零开始。渤海某智能油田探索数字生态资源整合方式、数据管理、技术路线等，用实践走出了一套“云化+平台化+云边协同+敏捷开发与交付”的技术路线。应用实践表明，渤海某智能油田的成果可为渤海油田以及同类型企业的数字化转型提供参考。本案例以中国海油首个海上智能油田建设与应用为例，讲解智能油田由梦想走向现实的过程、关键因素，阐述了智能油田建设和使用中的一些主要做法及建议，突出用户、效益、业务三要素，为海上油田的数字化转型、智能化发展提供了很好的参考。

关键词

数字化转型；智能油田建设；数字化生态；技术路线；三要素

1 引言

2023 年，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，提出建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑。加快数字中国建设，对全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴具有重要意义和深远影响。《“十四五”规划纲要》明确了 2025 年数字经济核心产业增加值占 GDP 比重提升至 10%，并圈定了未来数字经济重点发展的七大产业，即云计算、大数据、物联网、工业互联网+、区块链、人工

智能、虚拟现实和增强现实。人工智能、大数据、区块链和云计算四大技术将对所有传统行业赋能。

2 研究背景与重要意义

在石油行业，数字化建设在油田企业经营活动中取得了显著的成效，国内外石油公司纷纷加大数字化建设力度，在 2000 年左右开始陆续提出建设数字油田（或称智能油田、智慧油田等）的理念。经过十几年的建设，目前不少企业已经进入到了实质性推广应用的阶段。

中国石化、中国石油在智能油田建设方面成效显著实现数据共享、成果共享、专业软件集成应用与多学科协同，石油行业与数字信息技术相结合成为实现高质量发展的必经之路。中国海油党组不断增强政治判断力、政治领悟力、

【作者简介】黄元强（1985-），男，中国陕西渭南人，本科，工程师，从事仪器仪表工程研究。

政治执行力,积极探索如何将新一代信息技术与传统海洋石油业务深度融合,由传统管理模式向现代化、数字化、智能化跨越^[1]。

3 智能油田建设、应用发展的路径研究

一个企业要实现数字转型,一般要经过融合、变革、重构、创新的过程,根据企业数字化转型的过程,可以归纳几条路径。为了透彻地介绍智能化的发展路径与方式,将路径从三个维度去讲解,分别为总体维度、效益维度、建设维度。

智能油田发展路径的总体维度,是总体发展方式,是根据企业本身特点决定的,即数字化转型、智能油田建设采用何种方式策略去逐步实现,是技术推动管理转变还是管理推动技术升级。

智能油田发展路径的效益维度,是在建设前重点考虑的内容,即为了完成数字化转型、智能油田建设在处理时间、费用、效益之间的关系产生的路径选择,这将直接影响转型的周期。

智能油田发展路径的建设维度,是在建设中根据企业数字化能力会出现变化,即在企业接触数字化、智能化初期更多地借助外部资源,即在企业接触数字化、智能化中期一般采用外部资源+内部资源融合方式,数字化、智能化后期随着不断地积累与深入更多地进入自主建设^[2]。

4 打造智能油田应用的实践总结

渤海某智能油田(一期)项目通过沉淀,形成了一套“1+1+3”技术体系(海陆数据协同一库建设、多租户一平台建设、基于三网边缘中心建设)支撑了智能油田的“4+2+1”应用场景(4个智能化业务、2个协同、1个移动应用场景)建设。将一体化智能管控迈出重要一步,促进目标导向、分工合作的传统油田运营管理向数字化驱动、智能化协同的一体化方式转变,效益初显。

4.1 以用户为主体推动智能油田建设与生产业务实现四个时期递进式融合

渤海某智能油田建设紧紧围绕两个核心展开,第一个核心是“深度融合数字化技术和业务,转变传统生产经营和管理方式,提升管控能力、实现降本增效、防范重大风险,助力高质量发展”,第二个核心是经历四个时期的融合凸显用户价值主体地位。

①第一阶段(孕育期)——用户与设计规划人员的融合。该阶段是项目开始之初,是生成蓝图的过程。在这个阶段不但要生成蓝图还要在用户广泛需求的基础上建立需求场景库,并进一步制定智能油田建设、发展中长期规划。

一是用户业务提出痛点、难点及日常工作应用场景(包含供电情况、信息及时性与准确性需求、人员情况等内容),设计规划人员结合现阶段技术按照场景转化功能可行性将需求场景库划分为项目功能库和愿景储备库,针对项目功能

库细化各功能点全面考虑应用环境制定总体软硬件构架(包括但不限于端、边、云端部署方案,设备的供电方案,数据传输方案等)。二是由用户和设计规划人员对初稿蓝图中涉及的各项功能进行推演,反复确认各项功能点的适用性(在此期间充分考虑细节内容),最后形成终版的蓝图,为软件开发建立基础。

在此阶段需要用户要兼备丰富的工作经验、敏锐数字化思维方式、近乎苛刻的工作态度。

②第二阶段(快速成长期)——用户与开发人员融合。该阶段为交付期前后的一段时间,具有应用前端交互功能优化和 workflow 调整数量多和响应快的特点,是一个不断明确用户需求、提高用户体验的过程。用户在刚刚接触新工具时使用积极性比较高,但是随着深入应用,将会逐步指出系统中存在的不便、问题、错误。开发人员针对海量的问题进行处理,需要用户的深度参与提高整改效率,实现快速迭代升级,这样才能够保持使用者的热情。这个阶段的工作成果决定了各项功能的准确性和便捷性,是继蓝图设计后的又一个关键节点。

③第三阶段(自主运行期)——用户与运维团队的融合。系统运维是指智能油田开始应用后的时间段,涉及“端”“边”“云”三方面,具有硬件设备多、数据链路长、专业性强、故障处理实时性高的特点,用户与运维团队默契结合实现软硬件运维,才能保证系统正常使用,才能发挥智能油田使用效果。一是用户接手“端”“边”硬件检查工作,硬件是基础,由于海上未设置专业运维团队,所以用户要与运维团队形成合力寻求“端”“边”工作最佳契合方式。二是用户接手日常应用数据的运维工作,用户要适应从运维团队的后台数据调整转变到前端的自主数据更新,确保项目数据随着油田生产做到实时更新,提高系统运行准确性。这个阶段的工作成果决定了系统能够准确、稳定地为用户提供各项功能,是系统运维方式形成的重要阶段。

④第四阶段(提升期)——不同专业的用户相互融合。这个阶段是一个不同专业的形成数字化应用习惯的用户综合应用需求,提升数据挖掘能力,推动智能化、数字化向更深层次发展的过程。通过前三个阶段的建设与使用经验积累,各级用户(特别是数字化应用价值受益者)对数字化、智能化有了更深刻的理解,将更多复杂专业化的核心工作借助智能化、数字化工具实现,形成业务整体工作数字化转型。这些深层次用户是由下至上进行数字化发展中的关键一环,将带动整个生产经营链条、企业数字化进程整体向前推进。

数字化转型和智能油田以用户为主体、效益为根本、数字技术为手段,通过用户这个主体发挥效益,同时用户也是效益的主要载体。

4.2 数字赋能让各级员工享受转型成果,让数字化建设自带驱动力

促成渤海某智能油田取得良好应用成果的最重要因素

是用户的广泛应用,智能油田管理系统各项功能对用户的工作的支持提升用户使用积极性,这种对于用户的“黏性”是数字化发展的内部驱动力。

在建设与应用过程中将用户的需求作为重要的建设基础,通过物联网实现了海上流程、设备状态等数据的实时采集并全量汇聚入数据湖。在互联互通的基础上,PDA为海上的远程技术支持提供更加便捷的方式,机器人应用替代电气间的人工巡检,结合应用让数据自动转化每日手动填写的报表,自动形成每周的能耗分析报告,布控球协助现场成为监控作业的眼睛,系统内的智能模型替代工作人员成为设备状态分析的大脑,综合数据针对异常情况给出优化的应急处理措施,海量油藏数据、图件便捷查找,让每一级的用户充分体会到数据在支持实际工作中的价值与作用。正是点点滴滴为实际工作效率、便捷性的提升,使每一个使用者积极参与使用,提出优化意见,不断推动功能点由可用到好用,形成系统良性自我发展的态势。

对于智能化油田来讲赋能、实效是一个短期目标也是当前阶段的重要任务,是智能油田建设建立信心的重要来源。

4.3 以“数据”为中心,以“业务”为载体,不断挖掘数据价值

在数字化转型中,数据是生产要素和信息的表达方式,信息是数据的价值所在,结构化的、标准化的、源头统一化的数据恰恰是数字化转型、智能化应用所必需的。业务是数据应用的外在表现形式,也是数字化展现效益的抓手。作为海洋石油的工业互联网应用,核心是业务的数字化,业务总体上可以分为现场工作场景、深度分析场景。现场工作场景数字化是建设初期由用户实际应用直接转化而成,深度分析场景是由各专业依据聚类分析、关联分析、特征分析等方法对数据采取的高附加值的应用。随着数字化、信息化、智能化的不断推进,业务的深度、广度、横向关联需求会越来越多,同时深度分析场景也会越来越多^[3]。

5 智能油田建设、应用过程中面临的困难和建议

5.1 智能油田建设、应用过程中的困难

5.1.1 基础建设工作量大

硬件基础工作量大:结合海洋石油工作的特点,首先智能油田建设需要铺设海底光缆,其次要自主构建高速安全的网络,最后结合需要对海上的设备进行智能化改造(海上普遍不具备智能监控的基础设备),其各项工作均需要大量的投入。

软件基础工作量大:面向业务转型构建的大数据平台、软件平台、云服务平台、人工智能平台等先进的技术平台,需要以业务场景虚拟化并实现技术与需求融合。

5.1.2 企业内部数字化生态尚未形成

对于智能油田建设、企业的数字化转型其重要的一环是数据的标准化与互联互通。当前中国海油内部各部门本身的数字化、信息化程度良莠不齐;数据标准未统一,数据交

互的通道未打通;各自用系统之间存在壁垒,数据交互的安全未保证;系统之间互联互通的安全标准未建立。目前智能油田建设仍处于一种烟囱式的建设方式,想要实现快速壮大的雪球效应需要付出极大基础的数字化工作。

5.2 智能油田建设、应用过程中的建议

5.2.1 观念保障

观念上的转变——智能油田建设是工业互联网建设的开创性实例,具有资金投入高、建设周期长、专业化程度高的特点,智能油田建设是推动企业整体数字化转型的重要推动力。

重点要解决较高的期待与较为苛刻的条件之间的矛盾。

5.2.2 组织保障

若想适应迅速变化的外部环境,就需要有一个敏捷高效的组织架构。企业在数字化转型就是去中心化,减少管理层级提高管理效率,过程中需要建立积木化组织、扁平化组织,这样有益于数据的互联互通且容易破除“数据孤岛”,利于企业从整体上推进数字化、智能化转型进程。所以在转型过程中,组织架构包括业务架构都应当做出调整从而更好地适应数字化时代的新形势。

5.2.3 人员保障

大数据、人工智能、云计算、工业互联网等数字化技术应用需要围绕业务流程来构建,而业务流程的数字化核心是人员,此处人员是包含了使用者与建设者两方面。对于使用者要不断与实际工作需求深入探索、融合数字化、智能化的各项新功能,并提出不断提高工作效率、质量的改进要求,让智能化建设更具成长性与生命力。

5.2.4 技术保障

海油特色的“端边云”工业互联网平台是得到了实践证实的具有可行性的技术方式,在后期持续发展过程中有四点技术上的建议:整体构架的优化、开发方式的优化、智能模型优化、现场设备的优化。整体构架的优化是指整体构架“端”“边”“云”根据海上平台的实际特点不同进行优化调整,满足实时性、数据分析能力等需求。

6 结语

中国海油首个海上智能油田建设示范项目,要充分发挥数据这个第七大生产要素的优势,为传统能源行业赋能增值,有效探索传统能源行业数字化转型、智能化发展实践,积极打造国有企业数字化转型的典范,形成了一套完整、可复制、可推广、可借鉴的技术和管理体系。

参考文献

- [1] 李建军,赵丹.企业经营管理视角下数字化转型的发展研究[J].现代商业,2022(6):126-129.
- [2] 朱孟克,夏咏.传统企业数字化转型探析[J].时代经贸,2022(2):68-70.
- [3] 武常岐.准确把握传统企业数字化转型的阶段性特征[J].国家治理,2022(4):62-64.