

智慧管网对标策略研究

薛鲁宁¹ 李莉² 陈钻¹ 崔秀国² 侯学瑞³

(1. 国家管网集团浙江省天然气管网有限公司; 2. 国家石油天然气管网集团有限公司科学技术研究总院分公司;
3. 国家管网集团东部原油储运有限公司)

摘要: 本文在分析智慧管网建设关键技术的基础上, 结合对标管理的一般方法, 提出了智慧管网对标的基本策略。智慧管网对标涵盖管理和技术两方面内容, 管理对标包括智慧系统的定义内涵、发展战略、建设目标、智慧化水平评价、企业组织架构改革、科研投入、投资收益以及标准体系等内容; 技术对标包括物联网技术、数字孪生技术和知识库建设技术3类通用技术和智能化提升技术。对于管理对标和通用技术对标以一般性对标和行业对标为主, 辅以竞争性对标, 对于智能化提升技术对标, 以竞争性对标为主, 辅以一般性对标和行业对标。

关键词: 智慧管网, 对标, 物联网, 数字孪生, 知识库

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.04.004

Research on Benchmarking Strategies for Intelligent Pipeline Network

XUE Lu-ning¹ LI Li² CHEN Zuan¹ CUI Xiu-guo² HOU Xue-rui³

(1. PipeChina Zhejiang Pipeline Network Co., Ltd.; 2. PipeChina Institute of Science and Technology;
3. PipeChina Eastern Oil Storage and Transportation Co., Ltd.)

Abstract: On the basis of analyzing the key technologies of intelligent pipeline network and combining with the general method of benchmarking management, this paper proposes the basic strategy of benchmarking for intelligent pipeline network. The benchmarking of intelligent pipeline network covers two aspects: management and technology. Management benchmarking includes the definition and connotation of smart systems, development strategies, construction goals, evaluation of intelligent levels, reform of enterprise organizational structure, scientific research investment, investment income, and standards system; Technical benchmarking includes three general technologies: Internet of Things technology, digital twin technology, and knowledge base construction technology, as well as intelligent enhancement technology. For management benchmarking and general technology benchmarking, general benchmarking and industry benchmarking are mainly used, supplemented by competitive benchmarking. For intelligent technology benchmarking, competitive benchmarking is mainly used, supplemented by general benchmarking and industry benchmarking.

Keywords: intelligent pipeline network, benchmarking, Internet of Things, digital twin, knowledge base

作者简介: 薛鲁宁, 博士, 高级工程师, 主要从事智慧管网及其标准化研究。

0 引言

对标是一种科学的管理方法,其概念起源于美国施乐公司,其认为对标是持续不断地将自己的产品、服务及管理实践活动与最强的竞争对手或那些被公认为是行业领袖的组织进行对比分析的过程,目的是通过不断地取长补短,最终在相关领域获得竞争优势。对标是企业快速找到自身差距和改进措施的有效途径,通过选择行业优势企业开展对标学习,一方面可以找到困扰企业发展问题的解决方案,另一方面可以使企业发现原来没有发现的差距,进而全面提升企业竞争力。因此对标已成为企业成长必不可少的管理工具。智慧管网建设目前整体上处于起步阶段,有必要明确相关对标策略,通过系统开展对标工作,全面分析相关技术研究和应用情况,学习先进企业的相关管理实践,为高质量开展智慧管网研究和建设工作提供依据。

1 对标的一般方法

按照对标的对象,对标可以分为内部对标、竞争性对标、行业对标和一般性对标^[1]。

内部对标是在企业内部开展的,将业绩突出的某一部门或者子公司作为标杆对象开展对标,使企业的最佳实践做法能成为通用做法,以提升企业整体管理和技术水平。

竞争性对标是指对标与本企业有竞争优势的同类企业,是最有效的对标方法,优点是可以快速高效地获得本企业的短板和改进措施,缺点是除了产品信息之外,生产工艺、流程管理等关键信息获取较为困难。

行业对标是与按照通用标准所划分的行业中的优势企业开展对标,由于没有直接的竞争关系,信息获取往往较为容易,且获取的先进实践做法与本企业的相关性较强,也是一种常用的对标方法。

一般性对标是指对标与本公司业务不相关的企业,对标的具体内容一般是宏观层面的战略、文化、组织架构等,或者专项对标,比如:工程项目管理。

按照对标的内容,对标可以分为技术对标和管

理对标。技术对标是对产品性能、生产工艺、技术实现成本等技术内容开展对标,是企业微观层面的对标。管理对标是对企业战略、规划、机构设置、管理体系、制度文化等内容开展对标,是企业宏观层面的对标。

对标的实施一般分为7个步骤,即前期准备、确定对标范围和标杆单位、信息收集与分析、差距和适用性分析、制定优化提升方案、实施改进和效果评估^[2]。

(1)前期准备,该阶段主要任务是建立对标工作领导小组,明确对标的具体工作目标和原则,制定工作计划。

(2)确定对标范围和标杆单位,明确开展对标的具体业务范围,建立对标指标体系,确定对标的标杆企业。在这一阶段,要根据对标业务范围建立详细的对标,为后续开展针对性数据和资料搜集奠定基础。

(3)信息收集与分析,根据建立的指标体系,搜集相关标杆企业的信息,并与本企业开展对比分析,该阶段可以通过文献调研、专家咨询、现场调研、技术交流等形式开展,必要时可以通过第三方咨询公司协助开展。

(4)差距和适用性分析,根据搜集到的信息,对比公司现状,从技术、管理等多个方面分析存在的差距,同时分析标杆企业采用的技术和先进做法对本公司的适用性。

(5)制定优化提升方案,根据分析得出的差距和相关做法对本公司的适用性,制定本公司优化提升方案,明确优化内容、采用的技术和管理手段、责任部门等。

(6)实施改进,根据优化提升方案,开展本公司改进提升行动。

(7)效果评估,评估实施改进效果,明确是否达到对标目标,根据评估情况决定是否需要开展新的对标工作。该阶段一般需要在实施改进一段时间后开展。

2 智慧管网建设的对标需求

随着智能化技术的发展和在工业领域的推广应用,目前在油气管道行业智能化技术应用也越来越多,典型的如:管网仿真、无人机巡检、智能工地、焊片智能识别等,以及深度学习越来越多地应用于各类感知信息分析计算。这些技术的应用,正逐步提升油气管网的智能化水平,但与其他行业相比,智慧管网建设整体上处于起步探索阶段,对于未来智慧管网功能特点、建设技术路线等,需要充分吸收已有智慧化系统(或部分具有智慧化功能的系统)的建设研究经验。因此,有必要开展对标研究,集成目前智慧化系统的最优做法,最大限度降低未来建设技术风险,保障技术的先进性和可扩展性。具体对标需求包括以下几项。

(1) 智慧管网的概念、内涵尚不明确,有必要通过对照其他行业或企业相关定义,给出智慧管网科学定义、应具备的功能、相对传统管网的特征等内容,统一对智慧管网的认识,明确智慧管网的建设目标。

(2) 覆盖管道全业务流程的智能化专项技术的应用尚未实现统一化和规范化。智慧管网的构建,涉及大型工业物联网建设、泛在感知体系建设、数字孪生体模型构建、知识网络构建与知识库等诸多专项技术,技术实现方式多样,目前尚无统一的技术方案和技术规范,有必要开展全面对标,选取先进可靠、可扩展性强的技术实现方案。

(3) 智慧化技术的适用性及效能和效益评价尚需进一步研究。无论是智能管道建设还是智慧管网的构建,会涉及大量的信息化和数字化技术,尤其是其他行业形成的诸多成熟的技术成果,是否可以用于指导智慧管网的构建,由于缺乏系统的对比和分析,目前尚不能对众多智能技术在智慧管网构建上的适用性和有效性作出判定;另一方面,智能和智慧化技术的应用会造成大量投资,对于技术应用的投入产出比目前尚未开展系统的评估,从而不利于各项技术选用和优化。

(4) 智慧管网的建设,将使管道业务管理和运行模式发生根本变化,除涉及具体的技术研究之外,也需要建立配套的研究机构、管理体系等内容,有必要参考其他行业已有经验,建立顺应智慧管网

建设需求的科研和管理体系。

3 智慧管网建设对标策略研究

智慧管网的对标策略应包括开展哪种类型的对标、标杆对象的选取和对标内容的确定。根据目前智慧管网建设进展,智慧管网对标类型主要以一般性对标、行业对标和竞争性对标为主,由于智慧管网建设一般由公司统一部署,因此内部对标内容涉及较少。在对标内容上,应该是以技术对标为主,兼顾管理对标。下文结合智慧管网的关键技术,提出智慧对标策略。

3.1 智慧管网建设关键技术及相关行业发展概述

(1) 管道物联网技术

根据国际电信联盟(ITU)的定义,物联网是通过二维码识读设备、射频识别(RFID)装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[3]。传感器技术和网络通信技术是物联网技术的两个核心技术。国家电网公司提出泛在电力物联网(ubiquitous power Internet of Things, UPIoT)的理念,并将电力物联网建设作为智能电网建设的重点工作。张晓华等^[4]提出了包含物理层、感知层、网络层、平台层、应用层和交互层在内的电力物联网功能框架,并提出了依托电力物联网打造智能电力物联网协同创新生态圈。目前管道物联网建设尚未开展系统研究,陈朋超^[5]提出以管道本体、管道线路及管道站场为对象,以业务场景为切入点,系统梳理了安全监测技术的工程需求,剖析了油气管网安全监测面临的挑战与关键科学问题,提出管道本体精准检测、管道线路智能监测、管道站场多源监测以及构建面向智慧管网的一体化智能监测系统,为管道物联网建设提供了重要参考。

(2) 管道数字孪生技术

数字孪生(Digital Twin)以数字化的方式建立物理实体的多维、多时空尺度、多学科、多物理量的动态虚拟模型来仿真和刻画物理实体在真实环

境中的属性、行为、规则等^[6]。进入21世纪20年代以来,数字孪生已广泛应用于十多个行业,除了在制造领域开展了较多的应用探索和实践外,还在电力、医疗、铁路、汽车、船舶、建筑等领域展现出巨大的应用潜力。陶飞等人^[6]认为数字孪生技术落地应用应基于物联网的虚实互联与集成,云模式的数字孪生数据存储与共享,大数据与人工智能的数据分析、融合及智能决策,基于虚拟现实(VR)与增强现实(AR)的虚实映射与可视化显示等,并提出了包括物理实体、虚拟实体、服务、孪生数据和各组成部分间的连接在内的五维模型。数字孪生体的建设要基于设计建造期数字化移交建立的静态三维数字孪生体,对于运行期数据的加载和状态评价,主要用于单体设备的故障诊断和健康监测^[7],对于复杂网络系统,全系统数字孪生体的建设尚未有成熟案例。目前管道数字孪生体在中缅管道部分管段开展了相关研究和应用,通过数据收集、校验及对齐,对管道建设期的设计、采办、施工及部分运行期的数据进行恢复,对站场及管道的设备、建筑等构建数字三维模型,实现了管道可视化运行、设备拆解培训、指导维检修作业及应急抢险作业等。

(3) 油气管网知识库建设技术

智慧系统最显著的特点就是具备智能决策能力,知识管理水平的高低决定了智能决策水平。知识图谱技术是目前知识库建设热点技术,其本质是连接实体间关系的图,即揭示实体之间关系的语义网络^[8]。知识图谱的构建主要包括知识抽取与表示、知识融合和知识推理^[9],知识抽取是指自动化地从文本中发现和抽取相关信息,将非结构化数据转换为结构化数据。知识融合是面向知识服务和决策的问题,以多源异构数据为基础,在本体库和规则库的支持下^[10],通过知识抽取和转换获得隐藏在数据资源中的知识因子及其关联关系,进而在语义层次上组合、推理、创造出新知识的过

程。知识推理是指按照某种策略,根据已有知识推出新知识的过程,用于对知识图谱进行补全和质量检测。蒲天骄等人^[10]提出了基于NoDKG思想的电力领域知识图谱应用架构,提供了一种领域知识图谱与现有专家数据库有机融合的途径。石油行业通过网络爬虫爬取大量油气勘探开发相关的论文、成果和网页,利用自然语言处理技术、深度学习和机器学习技术,将这些非结构化知识成果进行分类整理,并通过人工标注、自动抽取相结合的方式,收集大量的油气勘探开发知识,基于油气勘探开发业务的本体模型,构建了油气上游综合性的勘探开发知识图谱库,并基于知识图谱库和业务痛点,研发了产量预测、油气藏类比、油气层识别等油气认知智能应用。

(4) 专项智能化技术

除了物联网、数字孪生和知识管理技术外,与其他智慧化系统一样,无人机巡检、机器人巡检、智能工地等跨行业通用技术的应用也是智慧管网建设的重要内容,同样也是开展对标工作的重要内容。

3.2 智慧管网建设对标策略

通过广泛开展行业调研,本文提出的智慧管网建设的对标策略可以用图1来表示。



图1 智慧管网建设对标策略

(1) 对标内容

智慧管网的对标内容包括管理对标和技术对标。管理对标包括智慧系统的定义内涵,发展战略、建设目标、智慧化水平评价、企业组织架构改革、科研投入、投资收益以及标准体系等内容。

技术对标包括物联网技术、数字孪生技术、知识库建设技术和智能化提升技术4个方面。物联网技术方面包括企业物联网建设的整体架构、智能感知技术的应用、边缘计算、云边协同技术、网络传输技术和系统安全保障;数字孪生技术包括数字孪生体的总体架构设计、三维可视技术、数字轻量化技术、数据治理技术和动态仿真技术;知识库建设技术包括知识库的总体建设架构、知识抽取、知识融合、知识推理和语言大模型的研究等;智能化提升技术包括智能工地建设、智能巡检、无人值守、智能仓储、远程运维、辅助决策等技术。

(2) 对标类型

在对标类型选取上,管理对标和物联网、数字孪生、知识库等智慧管网建设的关键通用技术应以一般性对标和行业对标为主,辅助以竞争性对标。管理对标可重点对标我国智能化铁路的建设实践,物联网技术可重点对标国家电网公司,数字孪生技术可重点对标智能制造和电力系统,知识库建设可重点对标电力领域和石油行业。智能化提升技术方面,由于具有一定的行业特点,应以

竞争性对标为主,辅以行业对标和一般性对标。国外公司可重点对标加拿大TransCanada公司和Enbridge公司,美国哥伦比亚管道集团、意大利SNAM集团等。

(3) 对标手段

对标的手段应综合采用文献调研、技术交流、调研访谈、第三方咨询等手段,全面获取相关信息,同时应重点关注文献调研的局限性。

(4) 对标的组织管理

智慧管网建设对标,应按照本文第1节给出的对标步骤开展,在信息收集与分析后,重点开展行业差距及相关实践的适用性分析,必要时可通过科研立项开展研究,形成智慧管网建设优化提升方案。由于人工智能技术的快速发展,相关对标工作应持续开展,确保相关技术的先进性。

4 结论与展望

本文通过分析智慧化系统建设的关键技术,结合对标管理的类型和内容,研究提出了智慧管网的对标策略,对于指导智慧管网的对标工作有参考意义。本文给出的对标内容,需要结合具体对标任务进行细化,随着新型感知技术、网络传输技术、虚拟现实技术、大模型技术的创新发展,智慧管网建设的对标内容也将逐步更新。

参考文献

- [1] 赵颖. 公交企业对标管理的实践探究——以北京公交为例[J]. 城市公共交通, 2023(10):29-33.
- [2] 李宁,张娟玲,孙广辉,等. 化工过程风险评估对标管理应用实践[J]. 化工安全与环境, 2023, 36(08):3-5.
- [3] 姚万华. 关于物联网的概念及基本内涵[J]. 中国信息界, 2010(05):22-23.
- [4] 张晓华,刘道伟,李柏青,等. 智能电力物联网功能架构体系设计及创新模式探讨[J]. 电网技术, 2022, 46(05):1633-1640.
- [5] 陈朋超. 油气管网安全状态监测传感系统构建与创新发
- [6] 陶飞,刘蔚然,张萌,等. 数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(01):1-18.
- [7] 高士根,周敏,郑伟,等. 基于数字孪生的高端装备智能运维研究现状与展望[J]. 计算机集成制造系统, 2022, 28(07):1953-1965.
- [8] 张吉祥,张祥森,武长旭,等.知识图谱构建技术综述[J]. 计算机工程, 2022,48(03):23-37.
- [9] 马忠贵,倪润宇,余开航.知识图谱的最新进展、关键技术和挑战[J]. 工程科学学报, 2020,42(10):1254-1266.
- [10] 蒲天骄,谈元鹏,彭国政,等.电力领域知识图谱的构建与应用[J]. 电网技术, 2021,45(06):2080-2091.
- [11] 王同军. 智能高速铁路战略研究: 第1卷 智能高速铁路体系架构与标准体系[M]. 北京: 中国铁道出版社有限公司, 2020:2-74.