

数字化转型背景下管道行业的机遇与挑战

都兆楠（国家管网集团油气调控中心，北京 100013）

摘要：信息数字技术给目前仍然处于传统模式的油气行业带来了巨大机遇与挑战。“十九大”报告指出要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。国内主流油气公司已具备建设数字管道的能力，目前也积累了大量数据，如何进行数据挖掘，建设智慧化管道已成为重要课题。本文介绍了智慧管道建设的相关特点和目前的一些研究成果。

关键词：数字化；大数据技术；智慧管道

20 世纪 60 年代数据驱动已经成为推动经济发展的重要手段。2008 年 IBM 首次提出“智慧地球”的设想，拉开了全球各项“智慧”系统建设的序幕。其实油气企业早在 20 世纪 60 年代就开始采用数字技术进行储层的分析与预测了，在 90 年代末期部分大型跨国石油公司的大型计算机能力不输当时的一些学术机构。但是由于油气行业资产规模庞大，生产工艺复杂，同时长期处于较小的生存压力下，在 21 世纪初期油气企业在数字化应用方面的进展并未跟随上信息技术发展的速度，整体稍显落后。随着各行业进行数字化改革取得了令人鼓舞的成绩让油气企业发现有效利用数据可以提高企业运行效率带来更大的收益。2020 年由于碳中和要求等多重因素的影响，油气企业承受了较大的压力，亟需降本增效推动企业高质量发展，也一定程度上加快了油气企业加快数字化转型的进程。

1 国内外智慧管道建设进程

国际上的大型石油公司都将数字化作为企业发展创新的重要战略，对智能管道建设较早，早在 2014 年通用电气和埃森哲公司就联合推出全球首个“智能管道解决方案”，并于 2015 年投入应用。

我国的智能管道建设借鉴了国外的经验，整体尚处于起步阶段但各大油气企业也投入了大量人力物力进行研究并取得了不俗的进步。2002 年国内首次提出数字化管道的概念，自 2003 年起，中石油在冀宁联络线等管道开始尝试进行“数字化管道”建设。2014 年 11 月，中石化正式启动智能管线建设项目工作，形成一套标准化流程化的框架。2017 年中石油提出智慧管道建设理念，中俄东线是中石油首条参与智慧管道建设的管道。“十二·五”期间中海油开展了智慧气电三维空间交互的企业智慧平台建设。2019 年国家油气管网集团有限公司成立，承接了全国大多数的油气管道，也在积极推动企业数字化转型。

综合来看，我国规模油气企业智慧管道建设脉络大致经历了几个阶段，如图 1 所示：



图 1 国内油气企业数字化管道建设重要进程

虽然国内大型油气企业都已进行了数字化管道和智慧化管道的探索，但是油气产业复杂，场景多样，数字化进程面临着大量挑战。

2 大数据技术

数据是智慧管道建设的基石。对于大数据，不同的机构有不同的定义：研究机构 Gartner 定义“大数据”是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察力和流程优化能力来适应海量、高增长率和多样化的信息资产；麦肯锡全球研究所给出的定义是：“大数据”是一种规模大到在获取、存储、管理、分析方面大大超出了传统数据库软件工具能力范围的数据集合，具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低四大特征。两种定义表述有所不同，但都强调了大数据的规模大、数据类型多、信息增长快的特性，同时都指出对于大数据需要不同于传统处理模式的处理方法。

当前，国内达成共识的大数据的定义及共性特点如表 1 所示：

表 1 大数据定义及共性特点

	大数据定义	大数据共性

Gartner	需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察力和流程优化能力来适应海量、高增长率和多样化的信息资产	规模大、数据类型多、信息增长快的特性，需要不同于传统处理模式的处理方法
麦肯锡全球研究所	规模大到在获取、存储、管理、分析方面大大超出了传统数据库软件工具能力范围的数据集合，具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低	

虽然目前油气管道已经基本实现了数字化，形成了包括管道建设数据，运维数据等大量基础数据，但油气行业产业链长，工艺复杂，场景众多，数据格式不统一，并且各个数据归属部门间交互性较差，整体上对数据的挖掘总结不够，管理人员对油气管道的预测和判断多依据有限数据或经验，存在一定的决策风险。

概括起来，油气企业大数据具有五大特点，如图2所示：

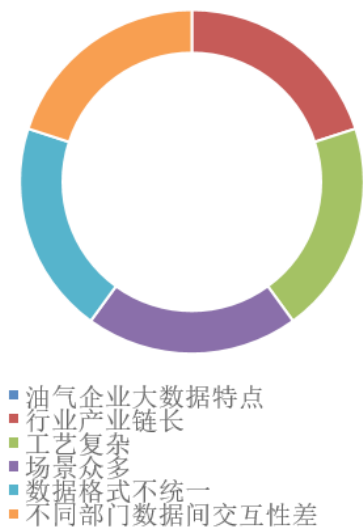


图2 油气企业大数据特点

如何将大量的数据整合，挖掘出数据隐藏的价值，进而分析处理形成真正意义的大数据分析模型对油气管道提供科学高效的指导建议，从而促进企业发展具有重要意义。国内也开展了一些大数据技术在油气领域中应用的探索。赵长军通过将油气生产设备故障数相关的多种数据等进行组合，通过 Hadoop 大数据分析技术，能够实现对设备的实时故障预测。张河苇等基于大数据的方法，建立了腐蚀等级与多因素之间的关联模型，对管道数据进行挖掘，能及早监察管道腐蚀情况，及时安排维检修计划，减少事故发生。顾晓婷等根据大数据的基本理论，提出管道数据化以及管道数据挖掘的概念，并给出了基于大数据管道安全评估的模式。郭磊等以油气管道第三方交叉施工作为建

模分析对象，采用三预种测方法对第三方施工数据进行建模分析，总结施工规律，辅助企业分析第三方施工的安全性。

3 数字孪生技术

全生命周期智慧管网是未来管道管理的发展方向。数字孪生体是将实体管道的全要素在信息系统中的数字映射，实现实体管道在数据中心的精准再现，能够利用数字孪生体的优化结果指导实际生产。

油气储运工程设计阶段包括的内容有管输工艺设计，设备选型设计，辅助设施设计等多个部分。要处理的信息的多，需要进行的工艺计算繁杂，为了完成设计要求必须对管线施工平面图、管线施工纵断面图、站场设计图、阀室、阀井设计图、穿越设计图、站场、阀室、阀井阴极保护设施平面布置图进行设计，要使用大量不同的相关专业软件进行设计计算。油田地面工程建设设计和石油石化炼油工程可以使用 HYSYS、ProMax、PCASIM 等软件，在画图和配管方面 SolidWorks、CADWORX、Caepipe、PDMS、PDS、3DSMART 都有不错的表现。在施工阶段往往安装油气储运管道的数量较大，材料材质较复杂；两个地面管道间的焊接工作难度较大。由于油气储运工程的施工过程相对较复杂，施工工艺又大多都是易燃易爆的工序，相应的施工模拟软件、项目管理软件、施工质量检测软件的应用就显得更加重要。油气储运系统能够安全稳定地运行更是离不开可靠的仿真软件，Ledaflow、SPS、西蒙等都是常见的模拟计算软件。要将如此复杂繁难的过程完全数字化同步，本身已经具有极大的难度，同时目前众多主流的应用软件都是由国外开发，在中美关系不明朗的情况下，大量应用国外的软件是否存在被技术封锁的风险，也值得引起各大石油企业思考。提高施工建设的质量。

4 油气企数字化转型方式探索

油气行业发展至 21 世纪已累计了海量的数据，但由于油气行业产业链长且数据暂无统一的格式，庞大数据的存储已经是一大难题。随着生产运行，海量的数据不断累积，油气行业应用场景复杂多样，开发相应的大数据算法的难度和相应的计算量都不断提升。同时如何保证数据的安全性也是一项重要的工作。

数字化转型对技术的要求较高，虽然油气企业有自主研发形成自己的创新科技成果愿景，但从目前阶段，以油气企业现有的基础设施硬件能力和人员技术储备水平都难以短时独自完成这一艰巨任务，和信息

技术实力雄厚有丰富数字化改革经验的企业合作能显著提高油气企业数字化转型的进度与质量。14年以来油气企业跟谷歌、微软、英特尔、IBM、华为等科技公司陆续开展了许多合作。BP收购了Ubiworx, 打造出了高效的能源系统; 埃克森美孚携手微软, 利用大数据技术完善上游生产过程; 华为开展油气行业业务已超过12年, 已为国内外20多家油气企业提供技术服务, 与国内昆仑数智、石化盈科等多家单位建立了良好的伙伴关系。

5 结论与建议

从发达国家的经验来看合理运用大数据技术可以起到提高管理效率、降低人工成本与技术决策风险, 提升发展质量的效果。目前中国尚处于智能化管道建设的起步阶段, 但是标准化、模块化、信息化水平已经处于一个比较高的水平, 已经具备建设智慧管道的技术基础。但是目前油气大数据开发相关的人员自身技术能力和经验还稍显欠缺, 所设计的场景对解决实际问题还存在不够贴近现场实际的情况。

能源大数据是新型的国家基础性能源战略资源, 国家也出台了相应政策, 中国油气企业要想提高自身竞争力要把握住好的国家政策, 及时全面获取行业信息。同时要做好数字化改革的顶层设计, 加大对大数据开发技术的人才培养, 由点及面投入更多的精力分析如何根据不同类别的数据建立有效的大数据分析模型, 积极解决遇到的问题, 提高数据挖掘的效果, 引领企业走上提质增效高速发展的快车道。

参考文献:

- [1] 黄维和, 郑洪龙, 李明菲. 中国油气储运行业发展历程及展望[J]. 油气储运, 2019,38(01):1-11.
- [2] 杨丹丹, 李烈, 刘有超. 油气企业数字化转型的现状与对策浅析[J]. 天然气与石油, 2021,39(02):118-123.
- [3] 岳铭亮, 王天宇, 杨旭东等. 智能管道与智慧管网建设分析[J]. 中国科技信息, 2020(11):72-75.
- [4] 林益楷. 石油企业推进数字化转型趋势分析及建议[J]. 国际石油经济, 2018,26(11):10-19.
- [5] 程万洲, 王巨洪, 王学力, 王新. 我国智慧管道建设现状及关键技术探讨[J]. 石油科技论坛, 2018,37(03):34-40.
- [6] 王庆. 中国石油步入智慧管道建设阶段[J]. 油气田地面工程, 2017,36(07):54.
- [7] 曹闯明, 黄亦星, 刘荣, 董绍华. 中国海油一体化企业智慧管理平台建设[J]. 油气储运, 2018,37(07):741-750.
- [8] Gil D, Song I Y. Modeling and Management of Big Data[J]. Future Generation Computer Systems, 2016,63(5):96-99.
- [9] Benabdellah A C, Benghabrit A, Bouhaddou I, et al. Big data for supply chain management: Opportunities and challenges[C]// Computer Systems & Applications. 2017.
- [10] Gandomi A, Haider M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics[J]. International Journal of Information Management, 2015,35(2):137-144.
- [11] Oussous A, Benjelloun F Z, Lahcen A A, et al. Big Data Technologies: A Survey[J]. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 2017(02):112-115.
- [12] Jiang H, Wang K, Wang Y, et al. Energy Big Data: A Survey[J]. IEEE Access, 2017(4):3844-3861.
- [13] 赵长军. 基于大数据分析的油气生产设备故障多维分析与预测[J]. 中国市场, 2017(12):243-245.
- [14] 张河苇, 金剑, 董绍华, 李宁, 张来斌. 一种基于管道大数据的腐蚀因素相关性分析方法[J]. 科学通报, 2018,63(08):777-783.
- [15] 顾晓婷, 王秋妍, 孙萍萍, 王立航. 大数据在管道安全评估中的应用[J]. 消防科学与技术, 2017,36(03):398-401.
- [16] 郭磊, 周利剑, 贾韶辉. 油气长输管道大数据研究及应用[J]. 石油规划设计, 2018,29(01):34-37+41+48.
- [17] 谢红鹏. 长输油气智慧管网浅析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(16):56-58.
- [18] 曾妍. 中国石油步入智慧管道建设阶段[J]. 天然气与石油, 2017,35(04):72.
- [19] 张思远, 李欢. 国内智能化油气储运管网的发展与应用[J]. 山东化工, 2023,52(06):145-148.
- [20] 张鹏程. 油气行业数字化转型进展[J]. 世界石油工业, 2020,27(01):41-45.
- [21] 苗藩. 进化的数字化, 华为如何穿越油气行业关隘[J]. 能源, 2023(06):68-70.
- [22] 曹刚, 杨清海, 任义丽等. 五大信息技术在油气行业数字化转型中的应用探讨[J]. 石油科技论坛, 2020,39(06):27-36+67.
- [23] 蔡永军, 蒋红艳, 王继方等. 智慧管道总体架构设计及关键技术[J]. 油气储运, 2019,38(02):121-129.
- [24] 安艺, 刘俊龙, 戴耀华等. 国际油气公司数字化转型探析[J]. 油气与新能源, 2021,33(04):60-64.