

现代能源产业在工程建设阶段数字化转型的实施探讨

李春奇（中国石油化工股份有限公司天然气分公司，北京 101312）

摘要：国家从“十二五”到“十四五”数字经济政策逐步深化，企业进行数字化转型是所有大型企业面临的一道必做题。本文总结了企业数字化系统信息化建设成果，结合行业数字化转型发展趋势和自身经验，提出数字化转型工作要以“数据要素”为核心，完善数智化支撑体系，通过构建智能化业务场景和数据驱动业务创新实现企业数字化转型的实施路径。

关键词：数字化转型；数据；业务创新；场景智能化

《“十四五”现代能源体系规划》指出：我国已步入构建现代能源体系的新阶段，现代能源产业进入创新升级期。制定了在“十四五”期间“能源产业数字化初具成效，智慧能源系统建设取得重要进展”的发展目标。对企业来讲数字化转型已经不是一道选做题，而是一道必做题。企业开展数字化转型工作不是为了转型而转型，最终目标是必然是通过数字化转型工作实现企业在安全、效率、管理等方面的提升和企业业务模型的创新。

数字化转型工作要以数据要素为核心充分发挥和释放数据价值，结合人工智能、5G 等系列智能化技术，促进公司生产效率、安全管控能力等的提升和业务管控模式的变革。同时，构建业务数字化管理、场景智能化服务支撑体系，保障和指导数字化转型工作顺利开展。

1 企业信息化现状

2008 年建设了第一个数字化管道系统，并在 2013 年启动建设，2015 年启动配套项目“全生命周期平台”建设。先后在鄂安沧管道、青宁等管道和 LNG 工程项目推广应用，有效支持了“十二五”和“十三五”期间工程信息化建设并积累了一定成果。

2019 年底，中石化天然气业务进行重组，正在逐步进行资产划拨和过渡。中国石化董事长张玉卓在《以数字化转型促进能源化工产业高质量发展》一文中，明确提出全产业数字化、网络化、智能化水平，支撑新产业、新业态、新经济做强做优做大。按照整体系统建设安排，企业将 2015 年已建设的管道天然气全生命周期管理平台进行升级扩容，升级后支持 LNG 接收站、储气库、终端项目等业务，达到集团公司与成员单位各项业务的安全、平稳、高效、经济运行，实现数字化建设、科学化管理的总体目标。工程项目智能管控平台（以下简称“IPM 系统”），于 2021 年 7

月份开始建设，2021 年底启动试运行，目前部署在华为云，系统主要在公司所辖的龙口 LNG、广西燃气县县通、河北销售辛集 - 赞皇项目和云贵销售丁山页岩等工程项目上开展应用实施，特别是针对长输管道工程，基于全生命周期平台建设的经验，在山东南干线管道、皖东北管道进行了 2.0 版升级，细化了工程管控颗粒度，拓展了工程管控范围，创新了 AI 智能管控，在合浦 - 博白 - 浦北管道、集气 - 轮南、山东东干线、东部气源天然气管道工程进行了推广实施，取得了良好的效果。

1.1 平台定位

①作为支持企业管理业务的核心应用系统和协同工作平台；②为企业运营管理和资产完整性管理提供工程建设相关的数据支撑；③系统建成后在公司内所有项目推广应用，各工程项目不再单独新建工程建设期管理系统，建设期业务依托统建平台进行应用。

1.2 用户范围（如图 1）



图 1

1.3 系统业务架构 (如图 2)



图 2

1.4 应用情况及成果

截止目前 IPM 系统创建组织机构 325 个, 涉及 40 个机关及二级单位, 创建系统账号 1432 个, 接入实施项目 11 个。

数据驱动工程业务管控, 助力一体化协同管理。建立工程项目协同管理机制, 贯通设计、采办、施工、验收等业务数据链条通过数据驱动业务, 实现工程建设管理的规范化、标准化、协同化, 管理模式逐渐从流程驱动向数据驱动的模式转变。

数据和作业行为自动感知, 落实数字化交付。按照数字化移交标准要求, 伴随工程建设, 同步开展数据采集、移交和入库, 形成了完整的建设期数据资产, 充分应用移动终端、二维码及电子标签、传感器等技术, 实现数据的自动采集和移交。

智能化应用赋能业务管控, 推动现场管理智能化。基于数据供应链条, 统计分析, 将点散状的各业务单元进行聚合管理, 利用物联网、边缘计算、智能终端等技术与专业化融合创新, 完成智能工地建设, 连通现场“人、机、物、场”, 实现对工程全面感知, 让数据更好的服务业务并赋能管理。

多维度、全要素可视化展示, 实现项目综合动态分析。对工程项目进度、质量、资源、外协和物资等各类业务数据进行整合, 结合二三维可视化、施工进度对比预警及 BI 图表、焊缝精细化管理, 能够全面掌握项目建设情况, 实现项目综合展示与动态分析。

数字孪生初步探索及应用, 针对设计交付数据进行深度应用, 对站场施工过程进行推演和模拟, 选取最佳施工方案, 施工计划驱动三维交付站场模型, 实现站场计划进度展示, 计划与实际进度对比, 对滞后工序进行预警, 实时展示阀门等关键设备的到货状态, 通过数字孪生的探索实现降低返工率, 节约工程时间

及降低经济成本的目的。

2 业务场景智能化建设未来展望

以数字化转型赋能为引领, 重点挖掘智能化业务场景, 加强物联网、人工智能、区块链、云计算、大数据与业务场景的融合创新应用, 实现信息技术与现场管理深度融合的新型管控模式, 促进现场管理模式的变革, 赋能业务管控。

2.1 风险隐患智能识别

梳理建设和运营阶段“人的不安全行为”和“物的不安全状态”风险隐患清单, 例如: 钢管站人、铲斗载人、吊钩防脱挡板失效等, 依托现场视频监控设备, 结合储运行业环境特征研究和训练风险隐患图像识别算法, 实现将人工智能图像识别技术与风险隐患管控业务深度融合。实现风险隐患从被动监督转变为自动识别工作模式的转变, 促进质量监督模式的变革。

2.2 AI 标准作业检查

结合特殊作业、槽车充装等作业的标准化操作规程文件, 依托现场视频监控设备, 通过视觉算法识别工作场景下人、物、环境以及相互之间关联关系, 运用知识图谱推理引擎处理工作场景中的多模态数据, 判断当前任务活动状态和正确作业流程是否匹配, 促进现场作业程序的合规, 提升现场作业安全管控水平。

2.3 焊接质量分析与智能预判

梳理影响焊口质量的“人、机、料、法、环、测”关键数据, 挖掘焊口质量关键影响因子相关关系, 运用逻辑回归、多项 logistics 回归、XGBoost、决策树等算法搭建焊接质量大数据分析模型, 分析预测各焊口的合格概率, 扩充现有焊口质量管控技术手段。

2.4 AI 智能辅助评片

焊缝射线底片是检测焊缝质量的重要基础, 其判别的准确度直接影响工程质量但焊缝数据涉及量大, 信息多。运用大数据和人工智能机器视觉技术找出可能存在的风险隐患, 建立焊缝大数据识别模型, 分析确定底片信息图像中存在的焊缝夹渣、未熔合、未焊透等缺陷的风险, 找出射线底片中可能存在的缺陷, 实现对检测底片进行辅助评判。

2.5 工业互联网标识解析二级节点应用

基于工业互联网标识解析二级节点, 进行全产业链资源的优化配置, 实现服务化转型, 推动全生命周期数据从传统的单一模式向共享新模式转变, 支撑数据中心建设, 打造产业生态圈, 从而实现共赢。

2.6 构建具备模拟仿真特征的数字孪生体

结合深度学习、机器学习、大数据等技术实现基于机理模型、数据模型、专家经验模型等不同模拟仿真模型的构建,通过仿真模型实现对建设、运营过程中建造进度模拟、调度运行优化、设备预测性维修维护等业务场景的智能化决策。例如:虚拟推演技术研究,基于关键要素模型,对较大风险作业(吊装)、受限空间或模块组装等进行虚拟施工推演论证技术研究,为大型施工机械设施进出场、拆除、占位、移行规划提供安全可靠可靠的可视技术支撑。

3 数据驱动业务创新未来展望

多年信息化建设积累了丰富的数据资源,在数字化转型工作中应把数据上升到企业核心战略资产来看待,依托业务数字化管理体系,推动数据要素在各环节应用深度赋能。通过数据资源整合,打通各个环节数据链条,形成全流程的数据闭环,实现数据与业务管理要素的深度融合,助推企业数字化转型升级。

3.1 数据驱动,辅助业务流程自动化执行

通过分析各作业指令下达所需的数据要素、执行逻辑、限制条件和约束关系等,结合现场采集各类自动化采集数据和流程管理数据,构建各类决策指令的数据模型,辅助管理人员下达决策指令。示例:在各焊口无损检测合格完成后,自动生成关联无损检测数据的焊口防腐作业申请单和防腐作业指令,约束和规避不合格焊口进行防腐作业。

3.2 数据质量深度融合的关键工序质量全要素管理

按照工程建设质量管理程序及验收规定,搭建“关键工序质量控制模型”,结合新技术,实现关键工序“人机料法环”的全数字化采集,完成质量管理智能化和数字化,通过对质量管理活动的全过程监控,及时发现并跟踪施工过程中质量偏差、监督管理疏漏等问题。例如:在开挖/下沟/回填方面,结合无人机测量、倾斜影像建模等技术,帮助直观、快速、准确的掌握现场信息,并实现作业带超占、长宽高等自动测量,并与设计要求对比,进行质量偏差分析。

3.3 安全风险预警模型

结合对企业日常隐患排查结果和各类仪器仪表监测等数据,基于人、机、物、环境、管理、事故等反映企业生产及事故特征的影响指标,建立安全生产预警指数模型,通过数据统计、计算、分析,定量化表示生产安全状态,得到企业某一时间生产安全状态的数值,对安全生产状况作出科学、综合、定量的判断。

定向推送提醒信息,通过数据赋能安全风险管控,促进各项安全管控措施的有效落实。

3.4 竣工资料归档管理

建设了工程项目验收标准库,使项目档案在归集过程中更加规范完整,缓解了项目档案管理归档内容不清晰,归档滞后问题,实现资料的源头统一、集中存储、多方复用,不再让资料成为“重复工作量”,节省了施工单位资料员的手动填表及调整时间,提高了项目整编的工作效率,实现随工程建设完工同步构建数字化竣工档案,并实现竣工资料数字化移交。

4 完善数智化体系建设

4.1 业务数字化管理支撑体系

通过将各环节采集数据与建设、运营各管理要素深度融合,分解构建数字化管理指标,建立数据支撑的业务管理标准化体系,驱动业务流程的管理模式,让企业生产经营过程变得可度量、可追溯、可预测,重构企业安全、质量、成本、效率等核心竞争力。

4.2 场景智能化服务支撑体系

场景智能化服务支撑体系聚焦于智能化业务场景“怎么切入”和“怎么建设”的问题。针对各业务管控场景如何与人工智能、大数据、图像分析等技术结合和应用给出指导建议,已建、在建或新建项目可依据智能化服务体系文件,结合项目工程特点、资金投入等因素实现各业务场景的智能化、模块化应用建设,如图3所示。



图3

5 结束语

近年来,建设“数字中国”、发展“数字经济”成为国家战略。政府大力推动大数据技术产业创新,发展以数据为关键要素的数字经济,从“十二五”到“十四五”规划,数字经济政策逐步深化。企业积极推进数字化转型既是响应政府号召,也是保持自身核心竞争力的重要途径。数字化转型是支撑企业深化改革、构建新发展格局的必由之路。