

油气管网调控关键技术及应用

1 背景及意义

油气管网运输是油品物流的重要环节，是我国石油资源调配的有力手段和重要保障。自西气东输管道建设以来，中国掀起了大规模管道建设浪潮，石油天然气管道总里程每年都在突飞猛进。到 2025 年初，我国预计新建管道 11 万公里，总里程将达 24 万公里。数智化是基于大数据的智能化，是数字化转型的发展方向。油气管网数智化应用就是结合油气企业的现状，按照“数智”的思路，找准关键问题、薄弱环节，完成应用体系建设，实现油气管网的数智化管控过程。

在北京石油化工学院科技人员团队共同努力下，该项目以油气管网“全数字化移交、全智能化运营、全生命周期管理”为目的，实现数字管道向数智管网的发展。**首先**，基于 PCS 系统软件平台，开发管道生产调度中心数据采集系统，实现对油气管网的监控以及油气输送的调度；**其次**，针对 PCS 系统油气管道工业控制系统（如 PC 终端、服务器、PLC、电动阀、调节阀等）品牌杂、总线协议复杂多样和实时性要求高的现状，基于工控信息安全等级保护的思想，以油气管网的安全、可靠运行为核心，综合运用边界防护、访问控制、主机安全等技术手段，有效整合不同层面的安全技术，建成满足基本要求的工控信息安全防护系统，着力解决数据安全可靠性问题；**再次**，基于统一实时数据源构建综合诊断与多样化报警显示，实现全兼容高扩展的远程综合诊断平台，保障管网的平稳安全运行；最后，针对国产 SCADA 系统在油气管网调控项目应用中运维的需求，探索智能运维的关键技术，从局部单点应用的探索到单点能力完善，再到形成解决某个局部问题的一个过程，最终将各个智能运维场景相结合，形成一体化智能运维能力并构建了智能运维系统。

2 技术创新

1、研发管道生产调度中心数据采集系统

基于 PCS 系统软件平台，开发管道生产调度中心数据采集系统，实现对油气管网数据的实时监控以及油气输送的有效调度。

根据管道生产调度中心数据采集系统业务需求，设计一种油气管道设备对象模型，形成面向油气管道设备的“图模库一体化”技术，从而实现设备全数字化管理；优化支撑各类油气管道调控业务的开放式集成服务平台，实现平台和应用的功能分离；研发现有工程到 PCS 系统转换迁移技术，设计实现工程数据集、图形画面、数据点表的自动转换迁移技术，从而大幅度降低国产化替代工程的工作量。

2、油气管网调控系统信息安全体系建设

为进一步提升油气管网生产数据以及信息化系统的安全性，保障输气管道系统的安全运行。设计可信计算的管道生产调度中心数据采集系统技术架构，从资源有效性、身份和授权控制和系统集成安全性等七个方面，全面地提升天然气管道生产调度中心数据采集系统信息安全防御级别。

通过新技术的综合应用，构建了基于安全管理系统支持下的计算环境、区域边界、通信网络三重防御体系以及纵深安全防御体系，实现了数据的安全和可追溯。

3、提出基于多源多类型数据融合的智能运维关键技术

以海量历史数据、实时设备状态数据和运维过程中形成的维护维修数据为基础，从局部单点

应用的探索到单点能力完善，再到形成解决某个局部问题的一个过程，最终将各个智能运维场景相结合，形成一体化智能运维能力，实现国产 SCADA 系统在油气管网调控中的智能化运维。

该技术重点解决传统人工运维过程中存在的故障判定周期长、运维绩效考核难、设备产品选型不科学等问题，基于采集到的海量历史数据、实时的设备状态数据，以及运维过程中形成的维护维修数据，设计设备故障跟踪溯源算法和运维绩效考核评级模型，将有效提升故障发现诊断效率，提升运维的准确性和时效性，提高运维考核的科学性实用性。

所研发的一体化智能运维系统是针对设施维护各个环节的管理需求，结合流程引擎技术，系统涵盖设备安装、设备维护、设备报废一系列环节在内的设备全生命周期管理体系，实现跨部门、跨网络的设备规范化管理。

4、提出系统集成的复杂大型管网调控系统综合故障诊断方法

根据管道输送过程中控制系统、计量系统、检测系统的特点，从系统架构、业务流程和数据访问三个维度分析了不同设备之间的关联性，通过系统自愈功能提供人工智能设备诊断所有模块、监控的设备及其相关设备的运行情况和实时状态。

项目运用智能化手段综合保障油气管网调控过程中的本质安全并实现高效运作，着力建设了以场站或调控中心为核心，控制系统为中枢，综合计量系统、设备系统等一体化综合故障诊断能力，成功解决了复杂大型油气管网调控中故障发现难、区域诊断难、停机风险高等实际问题。

基于国产 SCADA 系统强大的数据采集与数据归档能力，构建了智能全区域智能诊断系统，大大减少了故障的误报率和漏报率，提高了平均连续无故障运行时间，进一步保证了管网高效、稳定运行，避免了经济损失和能源浪费。

5、提出基于实时数据挖掘与信息物理系统的远程核查诊断方法

涵盖了计量系统诊断模型、空气压缩机诊断模型等关键技术，实现了集准确性、灵敏性、实时性、可靠性、适应性、预测性于一体的基于实时数据挖掘的远程核查诊断方法，实现了数据资源与物理世界的紧密融合和深度分析，可满足不同条件下管道调控系统的综合诊断需求。

油气管网信息物理系统实现了数据资源（压力、流量等）与物理世界（泵、阀门等）的紧密融合。实际运行时，物理系统的状态为信息系统的输入，经过传输、转换及分析后，最终转化为对物理系统的操作命令。

3 推广应用

该技术获得 2021 年度中国石油和化工自动化应用协会科技进步一等奖。

本项目立足油气管网调控中核心问题，形成了满足 IEC62443-3-3 标准的油气管网工控安全防护体系、提出了复杂大型管道调控系统综合故障诊断方法和基于多源多类型数据融合的智能运维技术等关键技术，可以有效推广至包括市政用水调度、化工生产、冶金制造等行业。

中国石油和化工自动化应用协会文件

中油化协[2021]148号

关于2021年度中国石油和化工自动化 行业科学技术奖的授奖决定

各有关单位：

为了充分调动广大科技工作者的积极性和创造性，表彰和鼓励在推动行业科技进步工作中作出突出贡献的集体和个人，加快实施创新驱动发展战略，中国石油和化工自动化行业科学技术奖励办公室按照规定的程序和办法评审出2021年度行业科学技术奖拟授奖项目及人物，经过社会公示和异议处理，业已完成所有评审和审批程序。经研究，我会决定授予2021年度中国石油和化工自动化行业科学技术奖共289项，其中技术发明奖14项（一等奖5项，二等奖4项，三等奖5项），科技进步奖219项（特等奖7项，一等奖63项，二等奖78项，三等奖71项），优秀科技著作奖39项（一等奖15项，二等奖15项，三等奖9项），优秀科技标准奖4项（一等奖2项，二等奖1项，三等奖1项），科学管理奖1项（一等奖1项），科技成就奖2位，青年突出科技贡献奖4位，科技创新团队奖6个。授奖详细内容见附件。

希望获奖单位和个人再接再厉，不断取得新的成绩。同时也希望广大科技工作者向获奖单位和人员学习，发扬团结协作、顽强拼搏、刻苦钻研、求真务实、勇于创新的精神，大力推进科技创新、加速成果转化、促进石油和化学工业结构调整和科学发展，为我国尽早跻身世界石油和化工强国做出更大贡献。

附件：2021年度中国石油和化工自动化行业科学技术奖获奖名单

二〇二一年十二月二十四日



4 联系方式

联系人：赵国新教授

联系电话：13701151306

邮箱：zhaoguoxin@bipt.edu.cn