

石化行业智能制造发展现状及技术趋势

阐述了中国石化行业智能工厂实践成果、建设特征以及对智能制造未来发展趋势的展望——石化是典型的流程型制造，具有物质流网络、能量流网络和信息流网络“三网融合与协同”的石化信息物理系统。本文首先从宏观层面对比分析了中、美、德等智能流程制造国家战略、理论研究和建设实践，研究分析了世界经济论坛和麦肯锡遴选的“灯塔工厂”案例和启示，阐述了我国石化行业智能工厂实践成果和建设特征，最后从工业软件视角，对石化智能制造发展趋势进行了展望。

文 / 高立兵 刘东庆 高瑞

PROCESS-Tip

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码：A210816

石化工业是国民经济的支柱产业，经过半个多世纪的发展，我国石化产业已建成了完整的工业体系，产业规模跻身于世界石化大国行列，石油和化学工业的总产值居世界第一位，其中炼油加工能力、乙烯产能居世界第二位，化肥、合成氨、纯碱以及硫酸等产量居世界第一位。

但是，与高质量发展和建设现代化产业链的要求相比还有很大差距，主要面临炼油和化工行业产能总体过剩；而且化工行业结构性过剩更为突出；原始创新能力不强；产业结构、产品结构仍不合理；能源资源约束日益增大；能源效率较低；生态环境压力加大；数字化智能化水平较低等问题。未来发展还将面临着更加严峻的资

源、市场、环保以及竞争等挑战。

石化工业是典型的流程型制造，其制造流程本质特征是由原子/分子层级的过程、单元/装置层级的过程以及工厂层级的过程互相嵌套组合，通过非线性相互作用、动态耦合、网络化以及结构化等集成协同机制构建而成。它们具有多尺度的层次结构和功能结构，是由融合复杂物理输入/输出的物质流网络、能量流网络和信息流网络“三网融合与协同”的石化信息物理系统。

当前，我国正在由石化大国向石化强国迈进。发展智能制造是石化工业转型升级的主要路径，不仅有助于石化企业全面提高生产效率、改善产品品质，满足新常态下企业创新和升级的需求，还可带动众多新技术、新产品及新装备快速发展，催生新应用、新业态和新模式，推动石化工业实现质量变革、效率变革和动力变革，推动石化制造迈向全球产业链中高端。

世界石化行业智能制造发展概况

各主要经济体智能制造战略和行动

近年来，全球主要经济体都在积极寻求构筑未来经济长期增长的支点，并将目光聚焦在国民经济的支柱型产业——制造业，世界制造业竞争格局正在发生重大调整，兴起了以智能制造为代表的新一代革命性技术的研发与创新。各国先后发布实施智能制造发展战略和行动规划，2013年4月德国率先提出“工业4.0战略”；2019年2月德国正式发布《国家工业战略2030》；2016年12月日本发布工业价值链参考框架IVRA；2015年5月中国政府提出《中国制造2025》；2018年10月美国提出了《美国先进制造领先战略》，如表1所示。其中，智能制造参考模型或系统架构采用多个维度及之间的关系来描述智能制造“是什么”“如何做”，通过对智能制造概念及范围进行统一定义

本文作者供职于石化盈科信息技术有限责任公司。

和描述,对现有标准在智能制造中进行定位和分析,并梳理未来智能制造的标准化需求,旨在加强智能制造工作顶层设计,指导智能制造标准研制。各国主要智能制造参考模型如图1所示。

2019年9月,在工信部指导下,中国石化集团公司牵头,石化盈科具体执行,联合电子标准化院、SEI、浙江中控等单位成立了工作组,开展石油化工行业智能制造标准体系研究。2020年8月,工作组通过中国石油和化学工业联合会官网发布了《石油化工行业智能制造标准体系建设指南》(征求意见稿)。工作组以国家智能制造标准体系为依据,融入石化行业特点,从石油化工智能工厂的内涵入手,归纳总结石油化工行业智能工厂的特征和架构,提出重点建设智能工厂、智能服务和智能赋能技术标准,加快创新技术成果向标准转化,提升石油化工行业智能制造标准对行业的高效、高质量发展的支撑作用。

美国智能流程制造

2008年在美国国家科学基金会的赞助下,由加利福尼亚大学洛杉矶分校(UCLA)牵头,成立了包括企业界、学术界和政府相关机构组成的智能流程制造(SPM)。能源公司埃克森美孚、壳牌、道化学

表1 各主要经济体智能制造战略和行动规划

主要经济体	智能制造战略和行动
中国	《中国制造2025》(国发〔2015〕28号) 《关于深化新一代信息技术与制造业融合发展的指导意见》(中央深改委2020.6) 《国家智能制造标准体系建设指南》(工信部联科〔2018〕154号) 《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》(国发〔2015〕40号) 《国家信息化发展战略纲要》(中办发〔2016〕48号) 《新一代人工智能发展规划》(国发〔2017〕35号) 《“十四五”智能制造发展规划》(征求意见稿)
美国	《美国智能制造生态系统》、《流程行业智能制造路线图》 《美国工业互联网参考架构》、《美国制造业创新战略规划》 《重塑21世纪的美国政府》、《美国国家机器智能战略》
日本	《日本工业价值链参考模型》、《日本制造业》、《创造新产业、新市场的倡议》
德国	《工业4.0战略》、《工业4.0标准化路线图-V3.0》
欧盟	《地平线2020计划》、《工业5.0》
英国	《英国发展先进制造业的主要策略和行动计划》
法国	《新工业法国计划》、《新工业法国2.0》

和杜邦等,以及技术公司霍尼韦尔、IBM、艾斯本和ABB等都参与了研究。已建设规划包括智能流程制造的定义、特征、路线图和实施领域与推动力等。SPM路线图强调先进智能系统在石化、建材和冶金等流程行业的应用,打造一种集成的、知识支撑的、基于模型的企业,加快新产品开发,动态响应市场需求,实时优化生产制造和供应链网络。

SPM关注智能流程制造的10大关键因素:智能化运作与应对、集成与自我感知、监控与可适应性、知识与信息共享、实时信息支撑、快速与及时反应、环境友好、充分发挥人的作用、人机协同以及注重整体绩效等。SPM认为,智能制造是将经历数据转化为知识,知识转换为模型,模型转为资产,资产

推动全局,最终形成人、知识、模型一体化的KPI考核,达到工厂的智能化运营。SPM针对流程工业与离散行业不同的特点,提出了实现6大业务转变和5大技术转变的独特技术路线,即5条“路线图通道(Lane)”:(1)数据到知识:为生产过程的沟通制定统一的标准和规范;通过新一代执行器/传感器网络改善基于模型的状态估计和偏差检测。(2)知识到运行模型:实践建模并管理与验证模型;开发实时、规模化操作的算法。(3)运行模型变成关键工厂资产:为设备管理与决策进行建模;建立全厂范围状态监控数据可视化;开发和维护企业关键资产模型。(4)模型由关键工厂资产到全面应用:创建通用标准评估和整合全局进程。(5)人员、知识和模型变成组合的关键性能指标,提供全面的知识获取和知识管理解决方案。

德国工业4.0

德国政府于2013年提出工业4.0战略,旨在新一轮工业革命中占领先机。工业4.0核心内容就是建一个网络、3项集成、大数据分析、8项计划和研究2个主题。

建一个网络:信息物理系统(CPS)。就是物理设备连接到互联网上,让物理设备具有计算、通信、

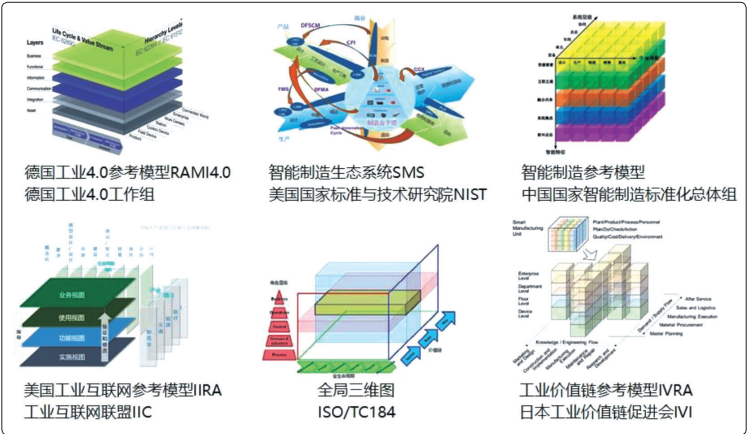


图1 各主要经济体提出的智能制造参考模型

精确控制、远程协调和自治等 5 大功能,从而实现虚拟网络世界与现实物理世界的融合,将网络空间的高级计算能力有效地运用于现实世界中,从而在生产制造过程中,与设计、开发、生产有关的所有数据将通过传感器采集并进行分析,形成可自治操作的智能生产系统。

3 项集成:通过纵向集成、端对端集成、横向集成,实现企业内、企业间、生态圈的集成,从而达到高度自动化、高度数字化(以 CPS 为核心)、高度网络化(3 项集成)的高效的、智能化、个性化和社会化的生产与服务模式。

2 个主题:对智能工厂与智能生产进行重点研究与应用。智能工厂是未来智能基础设施的关键组成部分,重点研究智能化生产系统、过程以及网络化分布生产设施的实现。智能生产的侧重点在于将人机互动、智能物流管理、增材制造等先进技术应用整个工业生产过程,从而形成高度灵活、个性化、网络化的产业链。

随着工业 4.0 的逐渐落地,德国也于近期推出了下一个十年规划“2030 愿景”,将“互操作性、自主性、可持续性”作为下一阶段所要达成的目标。

“灯塔工厂”案例启示

从 2018 年开始,世界经济论坛(WEF)与麦肯锡咨询公司联合在世界范围内遴选“灯塔工厂”。截至 2021 年 3 月,全球已选出“灯塔工厂”65 家,其中包括 13 家流程企业,5 家油气、化学品企业:美国 DCP Midstream 公司(丹佛工厂),巴西 MODEC 公司(里约热内卢),土耳其 Petkim 公司(伊兹密尔),沙特阿美(Khurais 胡莱斯油田),土耳其 STAR 炼油厂(伊兹密尔)等。作为实体经济核心的

制造业的灯塔工厂,这些工厂正在引领第 4 次工业革命技术的普及,包括数字化、自动化、高级分析和预见性分析、虚拟现实和增强现实以及工业物联网等,在驾驭新商业模式上、投资新智能技术上,全面提高企业数字化能力,引领未来制造业的转型。

“灯塔工厂”已经总结出 110 个用例,其中灯塔工厂制造环节包括数字装配与加工、数字设备维护、数字化绩效管理、数字质量管理以及数字化可持续发展等 5 大类,51 个用例,通过优化生产系统,提高运营效率和质量指标,扩大自身竞争优势;灯塔工厂端到端价值链包括供应网络连接性、端到端产品开发、端到端规划、端到端交付以及客户连接性等 5 大类、59 个用例,通过推出新产品、新服务、高度定制化、更小的批量或者更短的生产周期等方式,改变运营经济性。分析灯塔工厂成功经验,6 大推动因素在先进制造用例的规模化扩展中功不可没,包括:(1)用敏捷工作方式支持持续迭代,帮助组织预判技术局限,并在局限发生时从容打破瓶颈;(2)打造敏捷数字工作室,让业务需求分析员、数据工程师、ERP 系统工程师、产品经理共同开展头脑风暴,从创意中催生和交付结果,并实现快速迭代;(3)锁定可扩展的工业物联网/数据基础架构;(4)完善技术生态系统并深化协同效应,合作伙伴能够注入源源不断的活力与能力;(5)建设工业物联网学院,引入游戏化、数字化的学习途径,以及虚拟现实、增强现实等学习工具,有效提升员工技能;(6)成立转型办公室,在组织层面分享最佳实践,开展用例的优先级划分,聚焦成效和解决方案,由此推动整个企业开展变革。

我国石化行业智能制造发展现状

我国石化行业智能化发展实践情况

我国石化行业的信息化建设经历了“起步和技术引进”(20 世纪 90 年代前)、“分散建设”(20 世纪 90 年代末到 2000 年)、“统一规划、统一建设”(2000 年~2007 年)、“深化应用,集中集成”(2008~2012 年)和“集成共享,协同创新”(2013 年以来)5 个阶段,正逐步向工业与信息化进一步深度融合发展。

“十三五”以来,在国家智能制造战略部署下,通过试点示范应用、系统解决方案供应商培育、标准体系建设等多措并举,我国石化工业数字化网络化智能化水平显著提升,形成了中央地方紧密配合、多方协同推进的工作格局。通过两化融合贯标的石化企业数量超过 1300 家。2015~2018 年,石油和化工行业共有 27 家工厂/油气田先后入选工业和信息化部智能制造试点示范。2018~2020 年,石油和化工行业有 3 家企业入选智能制造标杆企业,如表 2 所示,为炼化企业智能制造示范项目情况。

国内领先石化企业的智能工厂建设主要围绕供应链、生产管控、HSE 管理、能源管理、设备管理以及决策支持等业务域,提升各业务的感知、分析、优化及协同能力,通过新技术来推动企业提质增效转型升级。

与国际石化智能制造对比分析

国际上,美国、德国和日本等国大力推进石化工业园区建设,依托其地理位置优势、交通优势,大力提升石化及配套产业的集中度,按照一体化战略,大力推进基地模式和园区模式下石化产业链集群建设。国外各炼化企业朝着大型化、

清洁化、一体化和智能化等方向发展，注重安全、健康、环保和循环经济的理念并争相制定数字化转型战略，加大复合型人才的培育，推进自动化技术的应用，把信息技术和与之相伴而生的现代管理技术手段和方法进行深度融合，推进企业的转型升级。

在国内，以中国石化集团公司为首大型石化企业率先借鉴国外炼化企业信息化建设最佳实践基础上，结合自身的发展情况，进行了智能工厂建设，在国内石化行业起到了良好的引领和示范作用，入选国家智能制造试点示范的石化企业的数字化、网络化，智能化水平达到了国内一流、国外先进水平。但总体而言，国内石化行业整体数字化、智能化水平还有很大提升空间。

我国石化智能制造存在的主要问题

“十三五”期间，为解决资源、能源与环保等问题，我国炼油化工行业已向全流程、精细化的生产模式发展，提高了资源与能源的利用

表 3 国内石化智能工厂建设重点

业务域	感知能力	预测能力	分析优化能力	协同能力
供应链管理	■能够实时监控供应链各环节信息 ■实现跨各个单独业务领域流程的透明化	■能够定量分析、辅助预测产品需求 ■能够准确分析、辅助预测原料 / 产品价格变化	■通过分析销售数据，优化产品结构，优化原料采购，优化供应链计划 ■实现供应链一体化优化	■实现灵活高效的产、供、销、存、运的企业内部协同和外部协同
生产管控	■实现全面、实时的生产过程与操作过程监控 ■实现所有流程信息的数字化及历史数据的存储 ■实现实时移动巡检	■基于模型的生产变化预测，能够快速预测产品质量 ■实现早期事件预警与生产过程的动态评估	■实现物料平衡的高度精确，生产绩效动态分析 ■实现生产多层次优化集成及全厂在线优化	■达到计划、调度、操作、工艺业务高效协同
HSE 管理	■实现生产安全、人员 / 车辆位置、环境排放的实时监控	■实现安全状态预知工艺模拟，基于模型的风险预测	■能够进行量化的风险分析，HSE 事故原因分析，排故趋势分析	■实现全面 HSE 管控，包括 HSE 与生产操作协同，HSE 与供应链管理的协同
能源管理	■实现实时全面监控能源消耗和能效水平	■准确预测能源需求 ■实现各个单元内能效指标的的定义、监控和管理	■建文分析评价能源消耗的能力 ■实时优化能源消耗和供应	■实现工艺、设备、工程高效协同，协助能源管理进行持续改进
设备管理	■实现实时的设备状态监控	■实现到期预警、预防性 / 预测性维修	■实现基于风险的检测，基于状态的维修和故障根本原因分析	■实现维修与生产、物资、HSE、承包商、财务全面协同，大修协同
决策支持	■实现领导随时能获取所关心的、准确的、完整的生产经营信息	■对生产经营中存在问题的、风险能够进行预警	■能够对问题进行追溯分析	■实现不同专业间信息共享，处理问题更综合

率，有效减少了污染。但是转型发展还不够充分，大型企业中小企业发展不平衡，主要的原因就是工业化和信息化融合程度不高，缺乏支撑流程过程全局优化的方法、工业软件和工具。通过前文与欧美智能制造对标分析，以及国内石化智能工厂试点示范案例分析，我国石化行业智能化发展存在的短板主要

表现为：

(1) 理论体系和标准体系还不完善。现阶段的石化智能工厂试点项目按照以企业试点建设、项目试点应用为主推进的模式，缺乏系统的理论体系研究，同时智能制造标准和工控安全防护体系建设相对滞后。

(2) 关键装备和核心部件被国外垄断。我国大量早期建设的大型石油化工重大工程方面（尤其是炼化一体化项目）仍然有大量国外系统在服役，且存在备品备件昂贵、供货周期长、售后服务被动等问题，由于主要工艺技术基本依靠进口，与之配套的工业控制系统亦依赖国外进口，形成了霍尼韦尔、横河、艾默生等国外控制系统独占的局面。

(3) 核心工业软件受制于人。国产化软件开发能力弱、标准化水平低、商业化可推广性差，在产品的设计、工程设计、工艺仿真、生产过程控制和流程模拟、优化等软件，长期被国外软件垄断，离自主安全可控还有很大差距。

(4) 智能制造复合型人才短缺。围绕智能制造，需要高标准、高层

表 2 炼化企业智能制造示范项目情况

序号	类别	项目名称	企业名称
1	智能制造	智能制造标杆企业	九江石化
2	智能制造 试点示范	石化智能工厂试点示范	九江石化
3		炼化智能工厂试点示范	镇海炼化
4		石化智能工厂试点示范	茂名石化
5		石化智能工厂试点示范	惠州石化
6		石化智能工厂试点示范	上海石化
7		炼油智能工厂试点示范	海科化工
8		炼化智能工厂试点示范	长庆石化
9	智能制造 综合标准化	石化行业智能工厂通用技术要求和评估规范标准化和试验验证	中国石化
10		石化行业智能工厂系统、物与智能装备互联互通互操作技术要求及试验验证	中国石化
11		石化行业制造生产过程优化控制及一体化管控系列标准及试验验证平台	浙江中控
12		石化行业通用机械成套装备远程运维关键技术标准及试验验证平台	合肥通用机械
13	智能制造 新模式	石化行业危化品库区关键技术装备远程运维标准研究及试验验证	福建特检
14		超大型高转化率对二甲苯炼化一体化智能工厂	恒力石化
15		大型国产化芳烃智能工厂建设项目	海南炼化

表 4 与国际石化行业智能制造实践对比分析

分析内容	国际		国内
	美国、英国为代表	德国为代表	
发展基础	■产业集中度高，依托大型园区的消费区或资源地交通运输便利，配套设施完善，形成了集中的石化产业及下游产业主要聚集地 ■美国墨西哥沿岸石化企业销售收入占美国石化工业的 25%	■产业集中度高，配套设施全 ■德国路德维希化工区，勒沃库森的拜耳化工园区则聚集了 Ineos、赢创、Logistik 等多个知名化工企业。	■国内石化行业加大了供给侧结构性改革，行业整体效益延续较好态势，行业集中度，资源配置能力、行业盈利得到了进一步提高 ■中国石化。中国石油等决企提升现有产能，浙江石化、大连恒力、盛虹石化的大型一体化炼化项目正在加紧建设中，预计在未来 2 ~ 3 年投用。
技术装备	■TT 基础设施：BP 高性能计算中心，开展生产模拟、处理、预测；雪弗龙采用微软的 Azure 公有云，优化勘探生产运营 ■工业装备：ExxonMobil 海洋勘探机器人 ;BP 可穿戴设备 ■工业软件：完整的 ISA-95 应用架构体系，APC、RTO、MES、LIMS、ERP、CRM ■新技术：BP、Shell 大数据技术，预知性维修，勘探，VR 培训	■IT 基础设施：BASF 的 Quiriosity 超级计算机，全球 500 强 TOP94 ■工业装备：BASF 传感器预知性维修、无人码头、罐区装置及车辆上部署物联感知设备 ■工业软件：完整的 ISA-95 应用架构体系，APC、RTO、MES、LIMS、ERP、CRM ■新技术：环保预测分析、人工智能	以中国石化为首的大型石化央企较早探索 ■IT 基础设施：以传统 IT 机房为主。 ■工业装备：立体库、工业云平台、码垛装箱机器人、水下机器人 ■工业软件：大型央企围绕 ISA-95 系统建设较全，中小型企信息化较差。 ■新技术：大数据工业在优化、设备预知性维护探索；人工智能智能识别
应用推广	■BP 提出“推动集团现代化进程”，在重点应用实现 2020 年全覆盖	■提出三年推进策略，在国内外下属 BASF 锐意推进工业 4.0	■在 2015 ~ 2018 年内，陆续产生了一批石化和煤化工的智能工厂试点示范企业
专业化人才	■美国 STEM 计划对制造人才教育实现全覆盖 ■休斯顿大学、南德州大学和圣托马斯大学	■德国 58 所化学化工方面的综合性大学和 24 所应用技术大学 ■“双元制”职业教育体系	■石油大学、清华大学等国内化工重点高校与石化研究院和石化企业进行联合 ■人才引进、培养、使用、评价、激励机制仍然存在不足，综合性人才缺乏
整体智能水平	■国外 BP、壳牌、石化企业因为自动化基础较好、业务标准化程度高，人员综合水平高，企业整体的数字化水平较高，在部分生产环节智能化水平较高		■大型央企基本实现了数字化，并学习国外先进企业，大胆探索了智能工厂的建设；中小企业偏差
经济社会效益	■以 BASF 为例，BASF 太中坐区在 2018 年贸易冲突引发波动，关键行业有所充退的背景下，仍然保持了业务发展，并较 2017 年整体销售额提高了 2.4%，温室气体排放下降了 3.5%，生产工艺能效下降了 3.7%。		■智能制造试点示范企业在盈利能力、安全、环保、劳动生产率等方面指标突出

次的人才队伍支撑，需要多层次、多类型人才结构。目前，石化智能制造发展所需的高层次领军人才短缺，尤其是同时具备流程制造业技术和信息化智能化技术的高端复合型人才以及熟练操作智能化装备的高素质技能人才严重短缺。

(5) 智能化应用和数据分析水平亟需提高。工业大数据得到了初步应用，但在智能感知与信息融合、融合过程机理和工业大数据的智能建模与分析、全流程协同优化控制、知识自动化驱动的智能决策等方面都需要进一步发展、研究，提升数据挖掘、优化和治理能力。

(6) 缺乏与智能制造相匹配的体制机制。目前，石化行业传统的组织形态、管理流程和业务模式已经不适应智能制造的发展。需要推动管理流程、组织形态支撑智能化发展和数字化转型。

(7) 石化行业智能制造生态亟需扩大和深化。需要进一步完善“政

产学研用”合作机制，以石化企业应用需求为导向，推动技术研发与石化行业化应用深度融合，形成产业链横向合作、纵向协同的发展合力，实现石化全产业链协同创新的发展格局。

从工业软件视角看石化智能制造技术趋势

德国工业 4.0 提出了端到端集成、纵向集成和横向集成 3 个维度的集成。通过集成提升系统的互操作能力，实现数据的自由流动，让业务人员通过模块功能的重新组合，不需要额外的开发工作就能够实现流程创新，以应对企业面临的不确定性问题。从国际流程工业企业提出的石化工业软件解决方案中已经可以看出这 3 项集成的影子。

数字化工程端到端集成

国际领先的供应商如海克斯康、剑维和西门子等公司，面向流程工业提出了“一体化工程到一体

化运维”解决方案。一体化工程解决方案是在已有数字化设计工具、集成化设计平台的基础上实现了流程模拟分析、工程数据管理、三维布置设计 3 大平台的一体化，形成统一数字化工程设计，由 2 个部分组成：统一生命周期仿真平台（一个模型）和一体化工程设计（一个数据库）。二者共同构成强大的工艺模型与数据库，能够在一个平台上对一维、二维和三维的数据流进行双向同步。稳态及动态工艺模型与工程设计数据库的双向整合使过程能够无缝衔接，并且无需使用第三方中间工具进行数据传递。

供应链横向集成

将过程建模通过统一的企业级供应链管理平台，实现覆盖各个供应链环节的横向集成。原油采购、生产计划、生产调度、生产、一次分销等。支持各部门的协同工作，不同角色的用户均可访问并参与相应的决策制定。例如艾斯本、剑维、

霍尼韦尔、施耐德和横河等都将计划优化、调度优化、原油数据切割工具、罐区管理、配送网络优化、车队优化和油品调和等软件集成为供应链管理套件，提高软件间的数据集成能力。

计划调度与实时优化的纵向集成

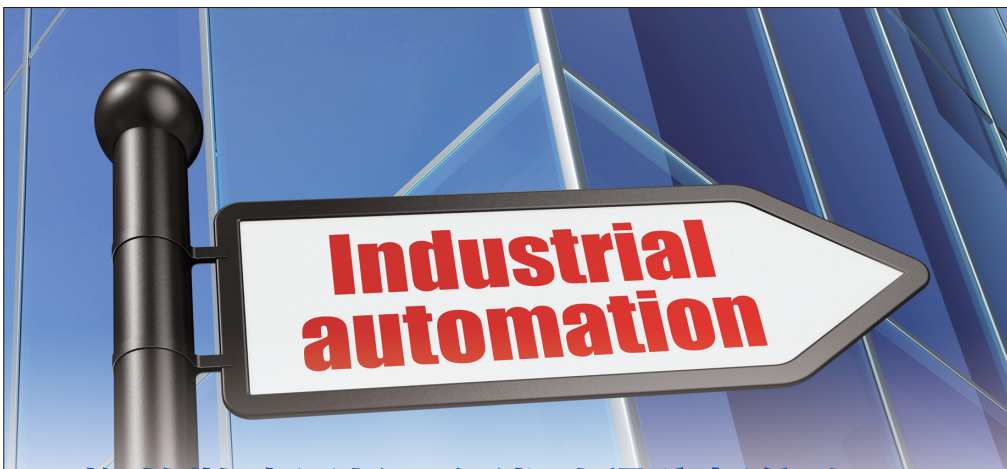
实时优化（RTO）是流程工业中实现计划、调度、操作和控制一体化优化的关键环节，在整个优化体系中起承上启下的枢纽作用。基于实时优化，可将生产计划、调度排产、操作优化及操作控制纵向集成，真正做到优化目标从上到下、从全局到局部的层层分解和闭环控制，实现企业内部跨越多时间周期、自动化程度和人机界面的管控融合。基于实时优化技术，在不增加重大设备投资的情况下，可充分发挥现有生产装置的运行潜力，使主要技术经济指标达到或超过同类装置的国际先进水平，有效实现增产、节能、降耗的目标，为企业有效提升经济效益。例如艾斯本公司的通用动态优化技术（GDOT）将计划的基本模型与 APC 经验模型相结合，同时保留了模型的一致性，通过使计划/调度目标与实际运营保持一致，缩小计划与实际之间的差距；KBC 公司的动态实时优化（D-RTO）解决方案将流程模拟平台 Petro-SIM、高级控制和估算平台（PACE）、供应链调度软件 VM-SCS，以及雪佛龙公司的分布式递归 LP 软件 PETRO 进行集成，提供集成化动态实时优化；剑维公司的实时优化解决方案集成了实时优化平台 ROMeo、先进过程控制 SIMSCI APC 以及供应链管理套件 Spiral Suite；霍尼韦尔先进控制与优化方案则由先进控制软件 Profit Controller、多单元/多装置动

态协同优化软件 Profit Optimizer 以及衔接计划与调度的全厂优化软件 Profit Executive 组成。

结语

在“十四五”开局之年，政府及石化企业都在制定智能化发展规划。继智能工厂试点和二期推广项

目之后，中石化正在规划石化智能工厂 3.0 顶层设计。石化智能工厂 3.0 既是对之前智能工厂建设实践成果的继承，更是在新理念下的创新发展。特别是在架构、能力、特征等方面将要体现 IT 与 OT 的深度融合、数据资产价值等业务诉求和新一代信息技术发展趋势。 ●



梅特勒-托利多 在线过程分析仪表 助力化工企业实现生产过程自动化



全自动清洗校准系统

- 实现在线分析仪表维护校准自动化



智能传感器管理

- 提供在线 pH 分析仪智能诊断信息，优化运营管理



InPro 7250 电导率传感器

- 耐受苛刻酸碱环境测量强酸/碱浓度



GPro 500 激光氧气分析仪

- 快速响应氧含量变化避免爆炸风险

简单填写杂志广告
问卷调查，前100名
反馈者即有机会获得
精美礼品一份！



扫码赢大礼



4008-878-788
客户互动中心



MT-Official