

# 煤化工行业智能制造新模式和数字化转型路径思考

王 岩

中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司 宁夏 银川 750411

**摘要:** 本文通过对工信部等各部委发布的《“十四五”智能制造发展规划》及《关于“十四五”推动煤化工行业高质量发展的指导意见》中有关化工行业数字化转型、高质量发展的措施、要求和路径的解读,从工业软件研发、感知基础装备升级、数字技术应用、数据价值挖掘、平台能力提升、标准制定、人才培养等方面提出了“十四五”期间煤化工在智能制造和数字化转型的建议和展望。

**关键词:** 智能制造;数字化转型;高质量发展

## 前言

工业是国民经济的重要基础,是立国之本、兴国之器、兴国之基。“十三五”时期,中国制造业规模实现了长足进步,制造业生产总值从二十三点五万亿提高到了三十一亿,并连续一年成为了全球最高的制造业发达国家,根据行业的划分,中国工业按照三十一门专业课程、179个大类和六百零九种顺序排列,成为世界工业门类最完整、工业结构最齐全的制造业。在取得成绩的同时,要清晰的认识到,我国制造业与国外发达国家相比仍然存在较大差距,“大而不强、全而不优”的问题还没有得到完全克服,在重要工业技术装备、生产工艺流程、重要工业软件等方面都还依赖于外国进口,产业基础仍然薄弱。习近平总书记曾表示,“制造业是国家经济命脉所系”,“中国梦具体到工业战线就是加快推进新型工业化”。中共中央、国务院一直高度重视智慧制造业发展,以智慧制造业为主攻方向,积极促进行业科技转型和优化升级。

## 1 从煤化工行业数字转型角度解读国家“十四五”智能制造相关规划

我国煤化工的产能规模很大。据统计,中国煤化工的年产值超过2万亿元人民币,占全国化工产业的三分之一左右。主要产品为甲醇、烯烃、苯乙烯、煤油、煤焦油、乙二醇等化学品以及合成天然气、合成油等能源产品,中国煤化工技术已经相当成熟,尤其是甲醇、烯烃等领域的技术处于国际领先水平<sup>[1]</sup>。但与世界先进精细化工和石油化工工业水平相比,我国以煤为原料的精细化工发展仍有较大差距,主要表现为低端产品过剩、高端产品短缺的结构性矛盾仍然存在,市场对高端产品和化工新材料的需求无法满足,压减过剩产能、淘汰落后产能、优化产品结构的任务仍然艰巨。科研经费投入不足,研发人员能力欠缺,自主创新水平薄弱、科研成

果工程转化能力差距明显。同时,安全环保事故事件频发,双碳目标、绿色发展责任重大,这些都成为制约我国煤化工行业高质量可持续发展的关键因素。二零二一年十二月,由工信部等八部委共同出台了《“十四五”智能制造发展规划》(以下简称“规划”),二零二二年三月,工信部、发改委等六部委出台了《关于“十四五”推动煤化工行业高质量发展的指导意见》(以下简称“意见”)两个报告中,针对煤化工产业数字化转型、高质量发展,都给出了具体的要求和措施,指出和明确了当前煤化工领域智慧生产下一阶段建设的难点与关键成为煤化工行业加快数字化转型升级的纲领性、指导性文件。

### 1.1 是关注于智能制造的本质

规划中认为,关于智慧生产,智能是手段,生产过程是根本,而智慧生产又必须面向整个生产过程发展,在规划中重点明确了必须着眼于制造业自身发展,以先进装置设备为载体,以数据为支撑突出工艺技术的核心作用,全产业链统筹协作,充分表明了智能制造发展重点是制造本身,其他技术都是手段,都要向制造本质服务。

### 1.2 是突出了工业软件与核心装备生产的自主可控

智慧制造业的建立离不开制造业软件和智能装备技术的支持,而制造业应用软件和核心技术装备的开发攻关并不是一个企业的大事规划提出,要通过装备厂商、高等学校、科研机构、工程应用企业、技术解决方案提供商各方的共同“聚力”、联合攻关,突破“卡脖子”的问题,实现对基础零部件、设备和工程应用软件的自主可控生产<sup>[2]</sup>。意见提出,支持煤化工企业创新合作组建智能制造产业联盟,协同组织上下游组建产业技术创新联盟,共同培育高水平的具有国际竞争力的智能制造系统解决方案,通过工业软件、制造技术装备和工艺的深度融合发展,将促进中国煤化工产业转型升级,提高制造流程的数字化、网络化、智能化水平,促进制造业软件

与技术装备的创新迭代,形成双向正反馈。三是进一步明晰了智能制造业的行动方向。规划中指出,智能制造业发展遵循着“一横、一纵”的二向发力,并确定了清晰的发展路线图和行动计划一方面企业自身要大力提升工艺技术水平,横向围绕生产车间、厂房、供应链等,进行多场景、全链条、全方位的应用及智能化示范应用,积极培育推广智慧生产新模式,实现技术管理创新。另一方面通过推动数字化发展,提升管理水平,这也需要公司应当推进多技术新服务协同的发展,推动5G、大数据、人工智能等新型技术与煤化工产业融为一体,建立产品管理全过程统一控制模型,通过数字化、智能改造,全面发掘产品潜力,利用质量升级促进产品的高效成长。

### 1.3 是加强技术标准的导向功能

技术标准是市场经济发展的基石,是一个国家核心技术竞争力程度的表征。大力发展智能制造业的技术标准,对于推动中国工业的发展具有十分关键的意义<sup>[3]</sup>。计划和文件中指出,着力建设我国智能制造业技术标准体系积极统筹行业标准体系推广应用,固化行业共性技术标准,制定重点规范,促进相关技术标准的完善、合作、沟通与贯标实施。

## 2 煤化工行业打造智能制造新模式和数字化转型必经之路

近两年,西方国家“去中国化”日趋激烈,对中国关键技术领域围追堵截,可预见在“十四五”期间和后续若干年,国际竞争格局必将更趋激烈,形势也将更加严峻。当前,中国经济社会发展已步入新常态,支撑中国制造业快速增长的巨大成本优势已日趋削弱,能源资源与环保制约不断趋紧,传统粗放型发展模式已难以为继,中国经济社会发展需要更多依赖科学技术提高和劳动力素质提升,以进一步提高全要素生产力水平,这迫使我国煤化工产业的智能制造和数字化转型要进一步开足马力、加速提档,全力提高自身的本质安全和清洁生产水平,实现煤化工产业变革。煤化工产业智能制造和数字化转型是一个系统工程,需要统筹谋划,精准发力,围绕关键装备、制造工艺、关键工业软件等方面,通过推进工艺过程智能优化、关键感知传感器升级、装置智能控制优化、现场“机器人”、数据价值挖掘、工业互联网平台建设、智能制造标准制定以及复合型人才培养等工作,实现煤化工产业的转型升级、提质增效。

### 2.1 开展煤化工生产工艺过程智能优化技术的应用

加快基于分子工程的工业软件的研发和推广应用,通过数字建模和智能模拟实现资源的绿色高效利用,构

建分子层次的精细化过程模型,结合实验室分析数据,实现分子水平上的模拟和调控,使原料选择、工艺设计、过程优化、产品调整更加合理和科学,原料和产品各类性质的预测更加精准,提高煤炭利用价值,提升煤化工工业的整体优化水平,实现能源的充分利用。

### 2.2 大力推进新一代传感装备的研发和应用

针对煤化工行业易燃易爆等特点研发微型化、智能化、低功耗的传感器和仪器仪表。应用装备智能化温度、压力、流量、物位、热量传感器以及工业在线分析仪表和精密监测仪器等,实现工艺参数在线监测和物性结构在线快速识别判定。通过现场智能传感装备的大量部署,实现全要素全过程的动态感知、互联互通、数据集成和智能管控,为数字化升级改造提供基础条件。

### 2.3 加快智能控制技术的研发和推广

化工生产过程具有多变量、非线性、关联性强、不确定因素干扰多等特点,生产装置是煤化工工厂的基本生产单元,加强装置的精准控制,是煤化工工厂智能化升级的一个重要方向<sup>[4]</sup>。融合利用多变量模型预测、数机混合分析、自适应控制等多种智能技术,研发和推广数字孪生装置,实现装置工艺过程的精确描述。通过数字孪生装置,推广实时监测、故障诊断、实时优化、决策支持等智能化应用,实现对生产装置的“透明监控+装置优化+卓越操作+精准控制”,提高装置整体优化管控水平。广泛应用先进控制(APC)和实时优化(RTO)技术,使装置效益最大化。

### 2.4 加快推进关键作业环节的高效无人化

针对罐区、管线、化验室、仓库和受限空间等作业环节或工作场所,加快研发和推广面向煤化工危险环境作业的工业机器人和专用机器人,基于人工智能模型,融合工业互联网、智能视频识别、边缘计算、AI分析、5G+和工业传感器等应用,积极探索“机器代人”。通过机器人代替现场作业人员“听、看、测、摸、闻、搬”,实现现场仪表智能识别、泄露自动监测、人员辅助现场作业、产品自动装卸、化工成品自动装车、化工产品自动存放、物料产品外观检查、化验分析过程自动化以及现场违规作业的自动识别和预警等,不仅降低了现场人员的工作量,提升了作业效率,还大大提高了安全作业水平,实现人员密集型操作向“无人化”和“少人化”模式转变。

### 2.5 大力挖掘数据价值

推进“数据+平台+应用”新模式有效运行,搭建全要素数据平台,集成全产业链有效数据,开发各类场景应用,盘活数据资产创造价值。强化数据要素的驱动作

用,增强员工数字自助式分析工具的研发,支撑一线员工的日常数据灵活分析和IT人员数据应用,基于数据构建知识图谱的“百科全书”,在工艺流程设计、生产品质控制、异常报警、安全环保、班组考核和管理决策等领域的有效运用,激发数据要素的转型动力,提升智能分析决策水平,实现高效运营管理。

#### 2.6 夯实煤化工工业数字化底座

产业网络平台,作为新的网络体系、新的信息平台载体和新型的数据分析工具,是促进煤化工企业高效发展、实现智慧生产的重要核心技术和新型基础设施<sup>[5]</sup>。加快推进互联网平台建设,鼓励科研院所、IT解决方案供应商等进行深度合作,加快业务模型、数据模型和工业机理知识在平台上的应用,加快现场生产各类数据的汇聚和分析,加强嵌入式一体机、企业边缘云和集团总部云等多形态的工业互联网平台的建设,夯实数字化转型的IT技术底座,提高平台供给和赋值能力。

#### 2.7 充实完善煤化工智能制造标准体系

构建技术专家、标准规范和软硬件技术资源“三位一体”的信息技术管理体系,建立涵盖基础设施、应用、数据等六大类标准的信息化标准体系,全级次开展信息化项目技术审查,全面打造和推广面向煤化工制造各环节的智能化场景和智能工厂示范。开展设备完整性体系建设,通过对设备全生命周期的管理,改善设备运行状态,强化设备智能化监管,实现预防性检修,减少设备故障,提高运行效率。

#### 2.8 培育复合型高端人才并形成激励机制

完善煤化工行业智能制造人才吸引、培训、应用、评估、奖励等保护措施,培育人才引进和成长环境,加强数字化队伍建设与培训交流,分层分类组织数字化知识和技能培训,不断提升全员数字化能力。大力发掘智能制造技术人才,注重复合型人才的培养将工艺技术人才培养成数字化专家,将数字化人才发展成工艺技术专家;大力弘扬创新文化,为人才创造良好科研攻关环

境,加快推进业务领军、业务专家、人才队伍建设,有效激活人力资源创新创造的活力,构建“创新工作室”,围绕人才结构优化、素质提升、能力培养和团队凝聚力打造人才高地。

#### 结语

煤化工工业作为我国经济发展的支柱产业、我国制造业的重要组成部分,其数字化转型、智能化升级对促进我国制造业整体实现高质量发展有着重要意义。煤化工工业的智能制造要在国家《“十四五”智能制造发展规划》、《关于“十四五”推动石化行业高质量发展的指导意见》的顶层设计的框架和要求下,立足生产制造本质,围绕智能主题,以内在物理特征和流程型生产制造过程为核心,以现代化装备为赋值基础,以平台和数据为赋能支撑,以工业软件应用为赋智手段,加快大力推进数字技术、模型技术、装备技术与工业知识与生产过程的全方位、全链条、全要素的深度融合,实现提质增效与转型升级,推动我国石油和化工行业综合实力迈向高端,助力我国制造业整体由高速发展向高质量跨越式发展转变。

#### 参考文献

- [1] 央视网 我国“十三五”制造强国和网络强国建设主要目标如期完成 [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/02/content\\_5589829.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/02/content_5589829.htm) [2021-03-02].
- [2] 工业和信息化部“十四五”智能制造发展规划 工信部联规〔2021〕207号 [2021-12-21].
- [3] 工业和信息化部关于“十四五”推动石化行业高质量发展的指导意见 工信部联原〔2022〕34号 [2022-03-28].
- [4] 罗文,紧扣高质量发展要求 加快发展先进制造业[J]《求是》[2018-08].
- [5] 袁晴棠等,《面向2035的流程制造业智能化目标、特征和路径战略研究》,中国工程科学,2020,22(3):148-156.