



奋进新征程 建功新时代 | 牢记嘱托 再立新功 再创佳绩 喜迎二十大

编者按:日前,第三届中国能源·化工30人论坛在大连举行。论坛聚焦“应势谋变——中国能源革命新阶段/石化强国跨越新赛道”这一主题,共议大变局下的能源产业发展大计,为加快推动我国能源革命和石化强国跨越式发展建言献策。本版选取并整理部分专家观点,敬请关注。

# 变局之下,能源和化工产业如何应对?

## “五化五工程”助力原材料工业高质量发展

原材料工业是实体经济的根基,是产业基础再造的主力军和工业绿色发展的主战场,是国民经济的“压舱石”和新兴产业的“助推器”。当前,原材料工业进入具有许多新特点的新发展周期,能源结构调整和产业升级变革深刻影响资源材料产业发展,更趋复杂严峻的外部环境导致长期性矛盾和阶段性问题叠加,结构性分化、减量化发展特征更为明显,新旧动能转化亟待加快,高质量发展面临不少困难和挑战。

未来,推进“五化五工程”是原材料工业高质量发展的主要路径。“五化”是指促进产业供给高端化、推动产业结构合理化、加快产业发展绿色化、加速产业转型数字化、保

障产业体系安全化等五项重点任务;“五大工程”,即新材料创新发展工程、低碳制造试点工程、数字化赋能工程、战略资源安全保障工程、补链强链工程等。2021年,工业和信息化部部署构建原材料工业“1115”规划政策体系,包括3个综合性规划或行动计划、5个重点行业专项规划或指导意见。具体到石化化工领域,到2025年化工新材料保障率达75%以上,石化、煤化工等重点领域生产装置自控率达到95%以上,形成70个左右优势化工园区,大宗产品单位能耗和碳排放明显下降,基本形成自主创新能力强、结构布局合理、绿色安全低碳的高质量发展格局。



陈克龙  
工业和信息化部  
原材料工业司司长



包信和  
中国科学院院士、  
中国科学技术大学  
校长

## 化石能源与氢能融合发展中助力工业降碳

如果说化石能源是基础,可再生能源是根本,那么氢能技术是关键,负碳技术(如CCS/CCUS、生物质利用、海洋碳汇等)将是未来发展的趋势。

传统煤化工面临二氧化碳高排放、高能耗和高水耗的挑战。因此,彻底改变工艺路线,通过碳基能源与可再生能源和氢等耦合,是煤洁转化的解决方案,也是从根本上减少二氧化碳排放的必由之路。比如,可再生能源电解水制氢与原料煤直接反应,通过“分子炼煤”的形式,直接转化产生烃类、油品、芳烃等化合物,替代高排碳的煤气化过程,极大减少反应步骤,实现二氧化碳近零排放、降低能耗。

再比如,等离子体加热具有更高能量密

度和电热转化效率,如果新能源发电成本足够低廉,未来可将煤粉通过等离子体加热裂解一步直接制成乙炔,并进一步加工成乙烯、氯乙烯、含氧氯化物等高价值化学品,那么煤化工将重回热裂时代。理论上二氧化碳也是近零排放。

在氢能经济的产业链中,高效、低成本、低碳排放地制氢是关键。目前,工业上常用的可再生能源电解水制氢采用碱性水电解制氢技术,但成本较高。质子交换膜电解、固体氧化物电解将是未来新技术。近年来,中国科技大学碳中和研究院针对高效廉价制氢、先进碱性膜材料、高效催化剂和新型储能等方面开展研究攻关,已取得一定成果。

## 走好具有中国特色的煤炭清洁高效利用之路

立足国情,走好具有中国特色的煤炭清洁高效利用之路。煤炭要革命,但绝不是革煤炭的命,是要在全产业链上实现绿色开发、清洁高效利用,实现清洁高效利用的煤炭就是清洁能源。尽管煤炭产业是传统产业,但传统产业不代表夕阳产业出现的时期较早,不代表煤炭产业就是夕阳产业,更不应该出现“十三五”期间在金融支持、科研支持、产能批复等方面的“一刀切”“去煤化”现象。

要坚持节能优先,做好资源和产能储备,在释放优质产能的同时,科学规划煤炭产能“红线”。要加强非化石能源安全可靠替代煤炭等传统能源关键技术攻关,多元发展能

源供给,切实提高能源安全保障水平。要继续做好新时期煤炭清洁高效利用这篇大文章,着力围绕先进高效燃煤发电、煤炭清洁高效转化(煤基新材料、煤基特种油品)、二氧化碳减排和利用、煤炭资源综合利用等领域开展协同攻关,深度开发煤炭清洁高效利用技术,不断提升煤炭清洁高效利用水平。

作为一个以煤为主体能源的负责任大国,我国一定要立足于基本国情和发展阶段,审慎研判国际形势,在有效保障能源安全供应的前提下,结合实现碳达峰碳中和的目标,稳妥进行能源转型。任何不切实际的能源转型都可能给经济社会造成不利影响。



邵昌君  
中国工程院院士



刘忠民  
中国工程院院士、  
中科院大连化学  
物理研究所所长

## 科技创新引领实现化工绿色低碳发展

化工行业碳减排任重道远,需要以“双碳”新理念重新审视传统过程,重构能源与工业体系,更需要发挥科技创新引领作用,推动绿色化工低碳发展。

石油化工与现代煤化工生产的产品相似,但二者的反应特点、反应热等差异很大,互补性较强。如果采用耦合反应,能耗和排放量将大幅降低,能源利用效率明显提高。例如,强放热反应的甲醇制烯烃与强吸热反应的石脑油裂解制烯烃进行耦合,石脑油原料利用率可提高10%,能耗降低1/3~1/2。

氢能具有能量和物质的双重属性。绿氢将是难脱碳行业实现低碳与零碳发展的重要媒介,不仅能解决可再生能源储存问题,而且通过技术创新和工业流程再造,可有效解决碳排放难题。尤其是绿氢与煤化工融合发展的减碳效应明显。例如,煤制烯烃企业引入绿氢到煤气化变换工段,通过配氢替代部分一氧化碳变换制氢,可减排二氧化碳69.3%,如果采用水电解制氢技术生产绿氢和绿氧,可进一步实现二氧化碳零排放,甚至负排放。

## 新形势下化工高质量发展面临新要求

我国化工行业目前具有雄厚的原料基础、牢固的生产基础、稳固的市场基础、良好的技术基础、可靠的人才基础,并且坚持高水平开放深层次改革,为高质量发展提供了良好的外部环境。同时,行业发展也面临着新的形势。一是疫情影响、能源转型,科技竞争加剧,外部环境复杂严峻;二是发展带来碳排放增加与减碳刚性约束,绿色低碳发展刻不容缓,发展必须兼顾减碳;三是大宗化工产品过剩,高端依赖进口,新材料需求强劲带来产业结构性调整依然突出;四是技术需求更加迫切,数字技术赋能成为行业竞争的标尺,高

端化工制造对装备能力水平提出新要求,产业融合对高质量发展至关重要。

为此,化工行业发展应遵循四点新要求。一是牢牢抓住安全和清洁生产这个化工生存和发展的根本,推进绿色循环低碳发展,提高本质安全和清洁生产水平;二是要把增强创新能力建设落实在提高产品技术含量和竞争力上;三是优化调整产业布局,形成有原料、有市场、有技术、有人才的综合布局,通过优化调整,促进高水平集聚发展;四是建设智能工厂,加速产业数字化转型,提高企业运营管理水平。



杨继钢  
中国石油天然气  
股份有限公司副  
总裁兼总工程师



钱锋  
中国工程院院士

## “数实融合”助力能源化工数字化转型

我国是世界第一大制造业国家,石化与化工行业总产值居世界第一。但我国能源化工行业大而不强,整体水平与世界先进水平有差距,且企业盈利能力亟待提升。

数字技术和实体经济深度融合,通过工业元宇宙“由虚向实”实现“虚实协同”,打通虚拟制造和现实工业生产,赋能数字化转型。这是新一代信息技术与制造业深度融合、打造数字经济新优势的重要手段。

能源化工数字化转型的内涵是将资源、能源、制造过程与工业互联网、人工智能等现代信息技术深度融合,以绿色低碳化、高值化高端化、数字化智能化为目标,形成物质转化制造过程中物质流、能量流、价值

流的自主智能协同调控机制,实现生产、管理、营销模式的变革。“数实融合”的智能调控技术是能源化工数字化转型的核心,通过对制造过程实时自主智能调控、供应链生产链价值链智能决策、安全环保智慧管控等,实现能源化工制造过程资源利用高效化、生产绿色低碳化、产品高值高端化、价值链最大化。

在新一轮科技革命和产业变革加速演变的背景下,能源化工亟待打通创新链、供应链、产业链、价值链,实现制造过程智能、自主、可控,全方位、全角度、全链条推动能源化工产业基础高级化和产业链现代化,抢占能源化工产业数字化发展新赛道的制高点。

## 绿色化学在碳中和中将发挥重要作用

碳中和涉及多学科领域,最核心的科学问题是物质转化和能量转换。化学作为创造新物质的科学,在实现碳中和的过程中具有不可替代的作用。

绿色化学是人类和环境协调发展的化学,通过原料绿色化、生产高效化、生产过程绿色化、产品绿色化、经济合理化,创造财富但不破坏环境。作为化学化工、材料等领域发展的必然方向,绿色化学已成为化学、化工、材料、能源、环境、生物等多学科交叉渗透的研究领域,将促进相关学科发展及生产生

活方式变革。

碳资源是人类不可缺少的资源,但二氧化碳过量排放会造成碳的自然循环严重失衡。绿色化学过程将研究碳资源加工、碳固定、碳循环整个过程中碳化学键的演变,优化相关工业过程,使化石资源利用引起的碳失衡最小化,助力每年约400亿吨二氧化碳、2000亿吨生物质可再生碳资源的转化利用,以及我国现存约10亿吨、每年产生约6000万吨废弃塑料等废弃碳资源的循环利用。



韩布兴  
中国科学院院士、  
中国科学院化学  
研究所研究员



赵东元  
中国科学院院士、  
复旦大学教授

## 一次性能源高效转化是未来发展的重要基石

能源是社会发展的基础。实际上,我们认知里的太阳能、海洋能、核能并不是真正的可再生能源,且存在很难实现稳定供应、价格并不低廉等问题。未来,化石能源仍然是非常重要的基础能源。减少煤炭使用,促进石油和天然气的高效转化,才是未来工作的重中之重。

每一次分子筛催化剂的新发现都会为石油化工带来革命性的变化。传统微孔分子筛存在孔径不够大、在涉及大分子催化体

系中效果不理想等问题。而介孔材料具有比表面大、孔径大等优点,不仅可实现催化,而且可将重油分子转化成为高质量的汽油。目前我们也在探索用单颗粒级配孔催化剂实现高性能渣油加氢裂化,将渣油合理高效利用。

科技创新是解决未来能源问题的重要途径,一次能源的勘探开采及高效和清洁利用很重要。这方面的工作还大有潜力、大有希望。

## 以创新思维夯实化工安全与绿色根基

当前,我国化工生产“三废”排放量居高不下,环保设施相对粗放,化工装备存在系统性风险,高标准环保技术匮乏……这些问题都需要用创新的理念和装置来解决,才能走出一条化工高质量发展之路。

污染物处理方法具备化工属性,分离和反应(氧化)是化工的两个基本过程,因此“三废”治理必然能与化工生产融为一体。要提倡绿色安全理念,按照替代、最小化、缓和、简化的本质安全原则,运用化学工程、工业催化、系统工程的理论和方法,将“三

废”治理嵌入化工生产装置,实现精细化学品生产全过程“产治一体化”,推动绿色制造新模式。

本质安全是绿色化工的重要组成部分。要积极采用原料原子级利用、化工污染物资源化、临氧裂解精准处置等关键技术,推动形成废气、废水、固废一体化治理方案;要采用最小化单元区块式集成、最小化分离单元集成、分布式多智能体控制与故障诊断等关键技术,做到产品物料滞留量低、过程效率高、占地面积小,实现智能化、模块化。



乔旭  
南京工业大学校长



刘科  
南方科技大学创  
业学院院长、  
澳大利亚国家工  
程院外籍院士

## 绿色甲醇经济发展是实现碳中和的重要路径

以风能太阳能取代火电实现碳中和,最核心问题是大规模的储能技术。近年来,氢能因其发电量大、成本低等优点,引起了业界的广泛关注,但氢气的储运成本极高,且在封闭空间易爆炸,能否作为适合的能源载体还有待考量。

可再生资源的绿色甲醇技术是实现碳中和重要路径之一。用绿电制氢、制氧,再用绿氧去气化生物质,得到的就是100%的绿色能

源,可将风能、太阳能以液体甲醇的形式储存下来,解决储能问题。绿色甲醇除了可解决电动车和燃料电池在土地使用成本和电池续航等方面的问题,也是绿氢最好的储运载体。1升甲醇产氢量是1升液氢量的两倍,通过分布式能源热电联供,可降低80%的碳排放;通过增加电网之外的管网运输方式,可有效提升可再生能源利用效率,把煤炭石油经济转化成绿色甲醇经济,替代石油进口,实现碳中和。