



迈向2060碳中和 石化行业低碳发展白皮书

2022年4月

目录

致辞	4
内容摘要	5
第一章 全球及中国低碳发展需求	7
第一节 全球低碳发展需求	7
第二节 中国低碳发展需求	8
第三节 各行业系统化低碳发展	9
第二章 石化行业低碳转型，势在必行	12
第一节 低碳转型驱动因素	12
第二节 石化行业低碳发展分析	13
第三节 石化行业面临的挑战	16
第四节 低碳发展与低碳转型关键——重新平衡技术组合	17
第三章 石化行业2025年碳减排——实现途径	19
第一节 石化行业“双碳”平台建设	19
第二节 低碳发展的基础——碳盘查	20
第三节 碳资产管理工具	21
第四节 能源资源高效利用降碳技术	23
1. 换热网络集成优化技术	23
2. 蒸汽动力系统优化技术	24
3. 低温余热高效利用技术	25
4. 氢气资源高效利用技术	25
第五节 典型炼油工艺过程降碳技术	26
1. 原油催化裂解生产化工原料技术	26
2. 低生焦催化裂化技术	26
3. 低能耗柴油液相加氢精制技术	27
4. 低碳强度生产化工原料的加氢裂化技术	27
5. 高效设备降低催化裂化工艺排放	28
第六节 典型化工工艺过程低碳技术	28
1. 环己酮气相重排制备己内酰胺技术	28
2. 浆态床双氧水技术	29

第七节 智能化提升过程效率	30
1.分离系统智能优化技术	30
2.反应装置模拟优化技术	31
第八节 组分炼油	31
第四章 石化行业2030年碳达峰——技术支撑	33
第一节 生物基燃油与润滑油	33
1.生物航煤	33
2.生物柴油	34
3.生物基润滑油	34
第二节 循环经济技术革新	34
第三节 低碳强度基础化学品生产技术	35
1.低碳强度丙烯生产技术	35
2.低碳强度芳烃生产技术	35
第五章 石化行业2060年碳中和——路径策略	37
第一节 绿氢保障	37
1.电解水制氢技术	37
2.生物质气化制氢技术	38
第二节 CCUS技术	38
1.CO ₂ 加氢制航煤技术	38
2.CO ₂ 加氢制甲醇技术	39
3.CO ₂ 甲烷干重整制合成气技术	39
4.CO ₂ 辅助化学降黏提高稠油采收率技术	40
5.微藻固碳技术	40
第三节 电气化实施	40
第四节 典型炼油技术低碳发展路径——以催化裂化为例	41
第六章 迈向2060，石化行业低碳发展路线图	44
结语	46
主要工作人员	47
致谢	48
关于石科院	49

致辞



李明丰
中国石化石油化工科学研究院院长

碳达峰、碳中和是党中央经过深思熟虑做出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和人类命运共同体构建，在全球应对气候变化过程中充分展现了大国风范与担当。

石化行业作为我国交通能源和基础化工原材料的重要保障行业，在国民经济发展中发挥着不可替代的作用，但在此过程中也排放着大量二氧化碳。我国每年在石油炼制与化学品生产过程中的碳排放量近6亿吨，占全国碳排放总量近6%，碳减排对于石化行业来说是一项现实且紧迫的任务。

作为复杂的流程工业体系，石化行业在碳减排过程中面临基础数据弱、制约因素多、减排任务重等多重问题。统筹整体与局部，石科院深入研究公共资源与区域资源协同降碳路径；平衡发展与减排，成立石油化工低碳经济研究中心，专业化支撑行业可持续低碳发展；立足短期与中长期，开发了系列化低碳技术，满足行业不同时期的减排需求；围绕立与破，打造循环经济与可再生能源体系，为石化行业高质量发展提供了科学降碳之路。



萧耀熙
德勤亚太区企业发展领导合伙人
德勤中国石油、天然气及化学品行业全国领导合伙人

从2015年《巴黎协定》的签署，为全球应对气候变化指明了方向和目标；到2020年中国碳达峰、碳中和气候目标的宣布，强调了低碳发展是根本的解决之道；再到2021年国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，明确了石化化工行业碳达峰举措，对石化行业低碳发展，提出了更高要求。低碳转型已处于关键时期，即刻果敢行动，方能重塑未来。

在这样的背景下，中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院（以下简称“石科院”）与德勤中国共同撰写本报告。依托石科院对石化行业及技术的深刻理解，对石化行业2025年碳减排的实现途径、2030年碳达峰的技术支撑、2060年碳中和的路径策略以及迈向2060，石化行业低碳发展路线图进行了详细阐释。德勤中国石油、天然气及化学品行业，携手德勤研究、德勤气候变化与可持续发展研究院以及德勤全球对标中心，基于多年咨询服务经验及石化行业深度观察，指出了全球及中国低碳发展需求，并对石化行业低碳转型驱动因素、发展关键及面临挑战进行深入探讨。相信本文将帮助相关行业积极思考，通过技术的探索和突破，实现低碳发展的终极目标。

祝大家开卷有益，阅读愉快。

内容摘要

随着气候变化的影响加剧，中国紧跟世界的步伐，宣布了“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的“双碳”气候目标。作为资源型和能源型产业，石化行业碳排放量在工业领域居于前列。《“十四五”工业绿色发展规划》提出，到2025年，乙烯等重点产品单位能耗需达到世界先进水平，石化行业资源利用水平明显提高，助力推进完善绿色制造体系。

为了更好的分析当下石化行业低碳发展的现状及关键步骤，中国石化石科院与德勤中国共同撰写本报告。从中国低碳发展需求出发，延伸至对石化行业低碳转型驱动因素、发展趋势、转型关键及面临挑战的梳理，并按照2025-2030-2060的减排时间目标，对各阶段的重点工作及技术发展展开详述。

石化行业2025年碳减排——实现途径：“十四五”期间，管理能力提升、能源资源高效利用、工艺优化、智能化提升的融合发展将为石化行业低碳转型提供重要保障。中国石化石科院通过石化行业“双碳”平台建设，为企业提供碳排放数据统计与核算服务，结合碳资产管理软件助力企业管理降碳，开发并推广能源资源高效利用技术、炼油/化工工艺过程降碳技术及智能优化降碳技术等，全面、精准、高效助力石化行业碳减排。德勤作为全球领先的专业服务机构，开发了面向低碳投资与运营的专业化管理软件。

石化行业2030年碳达峰——技术支撑：为实现石化行业2030年碳达峰的总体目标，上下游产业链需协同发力，科学规划产业发展，合理安排和推进产能建设，确保经济发展与绿色转型齐头并进。在2025年前碳减排的基础上，生物基燃油与润滑油、循环经济技术革新、低碳强度基础化学品生产技术将有力支撑和加速石化行业碳达峰的实现，同时为构建工业体系低碳产业链做好准备。

石化行业2060年碳中和——路径策略：实现石化行业2060年碳中和的战略目标，全面建设绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系，产业结构和能源结构将发生颠覆性调整，新能源的逐步替代和可再生能源的大力发展将成为关键引领。绿氢保障、CCUS、电气化实施等技术的升级和突破将成为石化行业实现碳中和的重要路径策略。

展望未来，伴随石化行业绿色低碳转型发展的趋势，以碳中和作为远景目标，既是行业本身面临的时代挑战，也是调整产业结构、提高竞争力、实现生态文明可持续发展的机遇。企业应化挑战为机遇，积极拥抱产业变革、顺应低碳发展趋势。通过不同时期可采用的碳减排技术对石油化工生产过程碳减排贡献进行预测，在2060模型测算情景下，典型炼油企业可实现净零排放。



第一章 全球及中国低碳发展需求



第一节 全球低碳发展需求

气候变化是全球面临的重要而紧迫的挑战，从环境、社会、经济等多个维度影响着人类的生存和发展。联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的报告中，阐述了气候变化带来的八大灾难性风险，分别是：

- 沿海洪灾带来的死亡与伤害
- 内陆洪灾导致的伤害与经济损失
- 极端天气对电力、应急及其他系统的破坏
- 酷暑对贫困地区的影响
- 气候变暖、干旱及洪灾威胁粮食安全
- 缺水造成的农业和经济损失
- 对海洋生态系统造成的损失
- 对陆地和内陆水域生态系统造成的损失

由中国社会科学院和中国气象局联合编纂的《气候变化绿皮书》中亦有进一步阐述：当前全球气候灾害带来的损失多于自然灾害经济损失的90%。1980-2018年间，全球自然灾害事件中，与气象因素相关的天气灾害、水文灾害和气候灾害发生

上升。气候变化已经不是未来的挑战，而是眼前的威胁。如果面对气候变化无动于衷，全人类将遭受严重后果。

为应对气候变化，2015年，全球近两百个国家通过了《巴黎协定》，为全球合作应对气候变化指明了方向和目标，具有里程碑意义。按照这一协定，各方将共同加强举措，应对气候变化威胁，减少温室气体排放，制定了到本世纪末将全球平均温升控制在工业化前水平的2°C以内，并努力追求1.5°C温控目标。2021年11月，《联合国气候变化框架公约》第26次缔约方大会 (COP26) 在格拉斯哥闭幕，形成了《格拉斯哥气候协议 (Glasgow Climate Pact) 》。COP26期间，缔约方达成了多项共识，为缓解气候问题提供了确定、可预测的方法：

- 敦促并鼓励发达国家，兑现每年向发展中国家提供1,000亿美元绿色资金的承诺直至2025年
- 500家金融服务公司将提供超过1300亿美元民间资本助力净零排放实现
- 建设全球碳交易市场机制
- 确定全球甲烷减排承诺

截至目前，各缔约方已提交或正在制定各自的中长期低碳发展战略。我们认为，气候变化将是政府和企业在未来十几年的关键议题，承担应对气候变化的共同责任、采取积极的行动将至关重要。同时，全球低碳发展的迫切需求也带来了大量机遇。气候相关财务信息披露工作组 (TCFD) 将气候相关机遇总结为：资源效率、能源来源、产品及服务、市场与弹性能力五个方面。

气候变化的影响波及全球，并可能产生难以挽回的损失。如何避免这种影响取决于我们当前及未来十年所做出的选择。为此，中国及全球各经济体纷纷加快推进减排计划，为迈入低排放未来提供了一条可行之路，在避免因气候变化产生最坏影响的同时，实现长远发展与繁荣。唯有携手与共，凝聚全球力量，即刻果敢行动，方能重塑未来。

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_40665

