

## 聚焦第十一届亚太能源可持续发展高端论坛

第十一届亚太能源可持续发展高端论坛  
THE 11<sup>th</sup> ASIA-PACIFIC ENERGY SUSTAINABLE DEVELOPMENT FORUM暨APEC经济体官员培训  
TRAINING FOR OFFICIALS OF APEC ECONOMIES

## 迈向绿色低碳可持续未来

编者按：9月16日至17日，第十一届亚太能源可持续发展高端论坛在银川举办。本届论坛以“构建新型电力系统、助力‘双碳’目标实现”为主题，汇聚来自13个经济体的政府部门、5个国际组织，以及国内多家高校、科研院所、知名能源企业和地方政府共246位嘉宾参会，共话亚太能源可持续发展新路径。论坛还聚焦“能源转型助力化石能源企业高质量发展”“亚太绿色能源系统协同与储能创新”“数智赋能：亚太能源转型创新路径”“新能源发展加速能源转型与区域产业协同”主题举办4个平行分论坛。本报围绕推动煤炭清洁高效利用、煤炭原料化材料化转型、煤电转型难点等核心问题，专访参加高端论坛的能源领域专家学者，以期破解区域能源发展难题、探索绿色低碳转型路径提供前瞻性方案。

## 科技创新与产业创新融合促进煤炭清洁高效利用

## ——访中国煤炭工业协会生产力促进中心主任郑厚发

■ 本报记者 冯韶新

9月16日至17日，在第十一届亚太能源可持续发展高端论坛上，中国煤炭工业协会生产力促进中心主任郑厚发在接受采访时明确表示，科技创新与产业创新深度融合，是推动煤炭清洁高效利用、实现行业高质量转型的关键路径。

谈及煤炭转型的核心方向，郑厚发首先厘清了行业认知的关键前提：我国以煤为主的能源资源禀赋短期内不会改变，煤炭在保障能源安全中的“压舱石”“稳定器”角色在未来相当长一段时间不可替代。因此，煤炭转型绝非“去煤化”，而向高质量发展升级。这既是中国现代化建设对能源支撑的现实需求，也是能源多元化布局的必然选择。从具体方向看，煤炭行业始终围绕“智能化、绿色化、高端化”三大主线推进，这一转型路径与“新质生产力”所强调的“高科技、高效能、高质量”内核高度契合。

在他看来，新质生产力的核心是创新驱动，落实到煤炭领域，就是通过科技创新与产业创新的深度融合，推动煤炭从传统“单一燃料”向“燃料+原料+材料”三重角色转变。以现代煤化工领域的煤制油技术为例，其不仅是煤炭清洁转化的重要实践，更承担着国家能源战略储备功能，在国际能源局势复杂多变的背景下，为保障国家能源安全提供不可替代的支撑。“我们不能将‘减碳’与‘用煤’对立，而是要通过创新让煤炭‘变绿’‘变高效’。”郑厚发强调，用高科技优化开采、储运、使用全链条流程，用高效能降低污染物与碳排放，用高质量支撑能源系统低碳转型，正是煤炭与新质生产力结合的核心逻辑。

在煤炭全产业链清洁高效利用中，开采作为源头环节的绿色化尤为关键。郑厚发指出，只有从源头守住“绿色底线”，全链条减污降碳才能真正落地。国家能源集团神东煤矿的实践颇具代表性，其地处黄河流域，始终将生态保护与煤炭开发统筹推进，在开采过程中同步实施地下水精准治理、采空区生态修复与矿区全域绿化，通过技术创新真正实现资源节约型、环境友好型矿区建设。如今，走进神东矿区，绿植遍

布，很难将其与印象中的传统煤矿关联。

更具说服力的是国家能源集团准能集团的蜕变。建设初期，当地是漫天黄沙的荒漠地貌，职工住在简易房里，常面临“一夜风沙门难开”的窘境。准能集团坚持“边开采、边修复”原则，将生态保护修复贯穿资源开发全过程。一方面加速“智能矿山”建设，实现绿色化、集约化、高效化开采；另一方面在生态重构中推行“表土堆放—岩石剥离排弃—下层黄土覆盖—表土覆盖—土地平整”的科学作业流程，为复垦绿化筑牢地质基底。“这正是煤炭开采‘绿色化’的核心——不是‘先破坏后治理’，而是‘开发与治理同步’，甚至通过开发反哺治理，让煤矿从‘环境影响者’转变为‘生态修复者’。”

在郑厚发看来，煤炭清洁高效利用并非单一技术的突破，而是科技创新与产业创新深度融合的系统工程。国家能源集团等标杆企业的实践为此提供了清晰范本。

在煤炭转化领域，国家能源集团推进的煤炭直接液化、间接液化项目，堪称“创新融合”的典范。这两大项目并非简单的技术堆砌，而是涵盖核心技术研发、产业链上下游配套、运营管理模式创新的全链条整合——既要突破煤制油催化剂、反应器设计等关键技术，又要搭建原料煤供应、产品储运等配套设施，还要建立适配产业需求的安全管理体系，最终实现煤炭从“燃料”到“高端化工原料”转型，为国家能源安全筑牢战略屏障。郑厚发补充道，国家能源集团煤制油项目通过循环经济技术实现“废水零排放、固废资源化综合利用”，足以证明煤炭产业与生态保护可共生共荣，核心在于通过创新找对路径。

在煤炭开采环节，神东煤炭上湾煤矿8.8米大采高智能化工作面的实践同样亮眼。通过融合高端装备开发应用、大数据实时监测、智能控制与矿山地质保障技术，实现煤层状态动态感知、开采参数精准优化、自动化智能化开采，不仅提升日产量，还提高了资源回收率，真正实现“安全、高效、绿色”开采。更关键

的是，这些产业创新实践为煤炭行业培育发展新质生产力提供了新模式、新方案。

面对创新成果转化难、产业化水平不高等问题，郑厚发分析了问题原因和影响因素，认为需多维度发力构建系统性支撑，破解创新成果转化、技术落地难题。首先，政策与法律的支撑是基础和前提。近年来，国家颁布能源法、修订煤炭法等法律法规，出台煤炭绿色开采、智能化煤矿建设、清洁煤技术推广等政策和指导意见，为煤炭转型提供法律依据与方向指引。其次，人才队伍建设是关键。既需要熟悉产业、懂技术、会管理的管理人才和技术人才，也离不开高水平技能人才和专业化职业化服务人才队伍，要加大培养力度，切实解决成果转化、技术落地最后一公里的人才短板。最重要的是通过跨界合作扩大创新“朋友圈”，解决煤炭行业诸多技术痛点，单靠一个企业或行业不一定能够突破，需借助跨界融合破局。例如煤矿智能化建设与管理可联动通信、互联网、AI企业，借鉴大数据分析、AI优化的经验突破瓶颈；通过产学研用协同，推动高校、科研院所的研发成果与企业的产业需求精准对接，形成“研发—试验—落地—优化”的闭环，助力技术持续迭代升级。这些维度形成合力，通过交流碰撞产生创新火花，才能真正解决成果转化、技术落地痛点，让科技创新与产业创新融合落到实处。

谈及科技创新与产业创新融合对煤炭行业未来的意义，郑厚发强调，这一融合是煤炭行业“破局”的关键，更是在能源变革中实现“价值重塑”的核心路径。采访中，记者深刻感受到，科技创新和产业创新融合能推动煤炭行业摆脱“高污染、低效率”的传统标签，迈向“高质量、低碳化”新赛道。通过创新提升资源利用率，让煤炭更“高效”；通过创新拓展污染物与碳排放，让煤炭更“清洁”；通过创新拓展应用场景，让煤炭更“高端”，最终实现“煤炭保安全”与“能源促转型”的双赢，为我国发展新质生产力、推进现代化建设提供坚实能源支撑。

9月16日至17日，在第十一届亚太能源可持续发展高端论坛期间，记者有幸采访到中国煤炭科工集团首席科学家陈贵锋。虽已年近花甲，但一直在科研一线工作的他，外表看上去要比实际年龄年轻。他腰板挺直、思维敏捷，精力显得很充沛。他腰板挺直、思维敏捷，精力显得很充沛。

与煤制油化工打了半辈子交道的陈贵锋，此次作为第一分论坛的特邀嘉宾首个登台演讲。他演讲的题目正是自己深耕的领域——煤炭原料化转型路径探索与实践。

“能源转型不是短跑，而是一场马拉松。”在接受专访时，谈及煤炭的主体地位，陈贵锋明确表示，基于富煤、贫油、少气的基本国情，我们不是要“去煤”，而是要更好地实现煤炭清洁高效利用。目前，煤炭依然是全球的重要能源和中国的主体能源，煤炭长期占中国能源生产消费的一半以上。2024年中国煤炭产量47.6亿吨，同比增长1.3%；消费量31.71亿吨标准煤，增长1.7%，煤炭消费量占能源消费总量的53.2%，充分说明煤炭在保障中国能源安全中的“压舱石”和“稳定器”作用，相当长一段时间不可替代。

习近平总书记指出，“煤炭作为我国主体能源，要按绿色低碳的发展方向，对标实现碳达峰碳中和目标任务，立足国情、控制总量、兜住底线，有序减量替代，推进煤炭消费转型升级。煤化工产业潜力巨大、大有前途，要提高煤炭作为化工原料的综合利用效能，促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。”总书记的重要讲话就像“定海神针”，为煤炭产业和煤化工产业发展指明了方向，让我们这些搞煤制油化工的科研人员心中有了底气与自信。”陈贵锋说。

“在读书时，老师就跟我们说过一句话‘煤炭，是化工之母’，这句话深深烙印在我的脑海里。今天，老师的这句话得到了充分的印证。”陈贵锋感慨地说，这些年，中国在让煤炭从传统“单一燃料”向“燃料+原料+材料”角色转变过程中，做了大量艰辛的探索，取得了卓越的成就，推动煤炭产业由低端向高端、煤炭产品由初级燃料向高价值产品攀升。在有序发展煤炭原料化利用方面，优化调整产品结构，加快煤基新型合成材料、先进碳材料、可降解材料、煤基特种材料等高端化工产品技术开发与应用，不断推动煤化工产业迈向高端多元低碳，刷新了公众对煤化工的固有认知，开辟了从“黑色革命”到“绿色发展”的历史性、创新性变革。在煤炭清洁利用转化上，中国有了煤直接液化、煤间接液化技术，开创中国独立自主的煤制油技术体系。2008年，神华百万吨级煤直接液化示范工程一次性投运成功，产出“一大三高四低”特性的清洁油品，这一创举为世界能源清洁高效利用提供了中国智慧、中国方案，这是非常了不起的！”

面向“十五五”煤制油化工产业转型升级发展，陈贵锋提出三点建议：一是用好国家政策，有力推动各项政策落地见效、高质量发展“枝繁叶茂”。二是加大核心技术攻关力度，积极推动新技术、新工艺、新设备研发和应用。下一步，要加快煤化工和绿电、绿氢、CCUS、生物质等耦合发展，真正实现“1+1>2”的耦合效应。同时要实现煤炭分级分质利用，在新疆这样的煤制油化工、煤制气主战场，实现褐煤、低质低阶煤、有机固废等的清洁高值利用，适应各煤种资源多元化需求，这对能源转型可持续发展至关重要。三是以产业应用推动科技创新与产业创新深度融合、无缝衔接。科技创新成果必须在产业应用场景上落地见效，科研才有价值。在这一点上，陈贵锋说：“中国有丰富的煤炭资源，有丰富的技术落地场景，中国的能源转型只有结合中国国情、结合中国的资源禀赋，才能扬长避短，实现高质量可持续发展。”

习近平总书记指出，要大力弘扬科学家精神，激励广大科研人员志存高远、爱国奉献、矢志创新。作为中国煤炭科工集团的首席科学家，陈贵锋这样诠释科学家精神：“科研领域的科学家就是要不图金钱名利，就是要有专注精神、求实精神、创新精神。”他给记者讲了一件让他感触很深的事，“在参与神华百万吨级煤直接液化示范工程研发工作时，有一位名叫史士东的老教授尽管年事已高，却同他们一样，只要一到现场，就没有周末，没有节假日，吃住在工作地，睡在试验室里。在他老人家带领下，大家激情高涨，凭着一股子劲儿，很多难事就干成了。正是有这样的老前辈科学家冲锋在科研与产业结合的一线，才有了中国煤制油化工事业的今天。”

谈到与国家能源集团的合作，陈贵锋愉快地说：“我参与了国家能源集团的几个煤化工项目研发工作，国家能源集团非常重视科技创新，一些煤制油化工项目建设服务国家战略需要，保障国家能源安全，走在全国乃至世界前列，具有很强的示范引领作用。能在国家能源集团产业生产场景上落地我们的科研成果，是一件很幸福的事。国能出题，我们答题。我很愿意付出我的智慧与力量。”

与陈贵锋的专访结束了，但他的那句“科研试验，一百次中有一次成功，那就是成功，我们要耐得住那九十九次失败”依然激荡在记者心中。煤制油作为二战时期因为战争需要在德国研发的技术，今天在中国从“无”到“有”，从“有”到“优”，已攀上世界技术高峰，这其中正是对那“一次成功”的执着追求与不懈奋斗！

只有服务国家战略 科研才有巨大生命力

——访中国煤炭科工集团首席科学家陈贵锋

■ 本报记者 肖霞

## 清洁煤电技术为东盟能源转型提供样本

## ——访国家能源集团技术经济研究院助理研究员、工程师姜青言

■ 本报特约记者 吴薇

第十一届亚太能源可持续发展高端论坛期间，国家能源集团技术经济研究院助理研究员、工程师姜青言以《东盟地区清洁煤电技术改造路线图研究》为题发表见解，并围绕东盟能源现状、煤电转型难点、技术路径选择及中国经验赋能等核心问题接受专访，为东盟煤电清洁转型提供兼具实践性与前瞻性的思路。

“东盟地区的能源与电力发展，本质上是‘经济增长需求’与‘能源转型压力’博弈的结果。”谈及当前东盟能源格局，姜青言首先点明关键背景——受经济扩张、人口增长及全球制造业转移的驱动，东盟正成为全球能源需求增长较快的区域之一。2024年，东盟区域平均度电煤耗为405.8克标准煤，显著高于中国的302.4克标准煤；在污染物排放标准方面，印度尼西亚、泰国相对严格，而菲律宾、马来西亚、越南则较为宽松，导致现有燃煤机组的污染物排放普遍偏高。“这意味着，煤电虽短期内不可替代，但推动其清洁、高效、低碳化利用，已成为东盟能源转型的必答题。”姜青言强调。

面对东盟煤电清洁转型的迫切需求，中国的技术路径与发展经验为何具有适配性？姜青言的回答直指核心：“东盟与我国在能源结构、发展阶段及面临的挑战上高度相似——既要保障能源安全、支撑经济增长，又要应对气候变化。这种‘发展中的平衡’，让中国的实践更具参考价值。”

作为全球最大的煤炭消费国和煤电装机国，中国是清洁煤电技术应用最广泛的国家之一。以国家能源集团为例，在清洁煤电领域已形成覆盖“源头减碳、过程控碳、末端去碳”的全链条技术体系，为全球特别是发展中国家和地区提供可借鉴的实践方案。

源头减碳：提效降耗，从“根”上减少对煤炭的依赖。国家能源集团大力发展超超临界及超超临界二次再热机组，最新投产机组已将度电煤耗降至

250多克标准煤，较传统机组大幅提升燃煤效率；同步探索氨掺烧技术，通过清洁燃料替代，每年可减少碳排放约40万吨，为煤电低碳化提供新路径。

过程控碳：智能调控，精准抑制污染物生成。建设燃煤电厂环保岛智能生产系统，通过数字化手段实时监控与优化生产流程；推广循环流化床锅炉低氮燃烧技术，从燃烧环节减少氮氧化物等污染物产生，实现过程减排。

末端去碳：技术兜底，破解碳捕集难题。建成亚洲最大火电二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）项目，年捕集能力达50万吨，为煤电深度脱碳提供关键技术支撑。

“这些技术集成应用，不仅让中国煤电效率与环保水平跻身世界前列，更证明了‘清洁煤电’并非伪命题——通过技术创新，煤炭可以成为低碳能源体系的一部分。”姜青言总结道。

基于东盟国家资源禀赋、发展阶段及电力系统现状，技经院东盟地区清洁煤电技术改造路线图研究课题组提出一套分阶段、渐进式的清洁煤电技术改造路线图，为区域转型提供清晰行动框架。

第一阶段（2026—2030年）：存量机组提质增效，夯实清洁化基础。这一阶段需对现役煤电机组进行“灵活性+高效化+清洁化”改造。具体措施包括推广生物质掺烧技术、实施高效率低排放机组改造，同步推动煤电与可再生能源的协同发展。“目的是让现有煤电机组‘老树发新芽’，在保障供电的同时减少环境影响。”姜青言说。

第二阶段（2031—2040年）：技术升级与功能转型，融入新型电力系统。这一阶段需全面应用清洁煤电技术，同步加强电网基础设施建设与区域互联互通，并加速储能技术研发与应用，弥补新能源间歇性缺陷。“煤电不再是‘独挑大梁’，而是转变为新能

源的‘稳定器’，在电力系统发挥‘托底保供’的关键作用。”姜青言指出。

第三阶段（2041—2050或2060年）：深度脱碳与数字赋能，迈向零碳未来。远期目标是通过推广碳捕集利用与封存（CCUS）、绿色氢能、绿氨等深度脱碳技术，推动煤电向近零碳甚至零碳方向发展；同时结合能源系统智能化、数字化转型，提升能源利用效率与系统响应速度，构建“高效、低碳、智能”的新型电力系统。“这是东盟煤电转型的终极形态，也是全球能源革命的共同愿景。”姜青言表示。

“技术可行，更要落地可行。”姜青言认为，东盟区域清洁煤电转型的关键，在于通过国际合作弥合技术、资金与经验的差距。中国作为先行者，可在以下三方面发挥核心作用：一是技术研发合作，攻克共性难题。联合开展高效燃煤技术、CCUS技术、低氮燃烧技术等前沿攻关，针对东盟煤质特性优化设备参数，提升技术适配性。二是项目合作与经验输出，加速技术落地。通过技术输出、合资合作等方式，将中国成熟的超超临界机组、生物质掺烧、环保岛智能系统等项目经验复制到东盟国家，帮助其快速提升煤电清洁化水平。“不是‘一刀切’照搬，而是‘因地制宜’定制方案。”姜青言强调。三是人才培养与交流，培育本土能力。通过举办技术培训班、研讨会、学术交流等活动，分享中国煤电清洁利用的技术成果和管理经验；同时欢迎东盟国家青年学者、工程师来华交流，深入实地了解中国清洁煤电的全流程实践。

“煤电清洁高效利用不是‘选择题’，而是东盟能源转型的‘必答题’。”姜青言表示，通过分阶段技术改造、深化国际合作、共享中国经验，东盟国家完全有能力在保障能源安全与经济增长的同时，走出一条符合自身特色的低碳发展之路。