



## 阅读提示

近日,由中国石油经济技术研究院联合标普全球主办的2025国际能源发展高峰论坛在京举办。在主题为“大科技时代的能源科技创新”平行论坛上,《国内外能源科技创新发展报告(2025)》引发关注。报告指出,随着全球能源转型步伐加速,“技术就是资源”的趋势愈加明显。世界各主要国家高度重视能源科技创新,积极抢占低碳智慧能源发展制高点。新一轮科技革命和产业变革深入推进,绿色低碳、数智化、可持续发展成为时代主题。

本版文字由 本报记者 马玲 整理

# 技术就是资源

## ——科技创新引领油气行业从资源依赖型产业向创新驱动型产业转变



燕燕AI制图

《国内外能源科技创新发展报告(2025)》指出,油气行业面临转型升级和系统重塑的艰难选择,科技创新正引领其从资源依赖型产业向创新驱动型产业转变,通过开发更清洁、更高效的能源解决方案,助力构建低碳智慧能源体系。

### 能源科技创新新形势与新特点

#### 新一轮科技革命为能源产业发展注入新动能

1. 科技创新始终是推动人类社会向前发展的核心力量

人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的核心引擎,正在深刻改变人们的工作方式和生活习惯,重塑行业格局,推动社会进步。根据麦肯锡全球研究所的报告,到2030年,人工智能预计将在全球经济中创造约13万亿美元的价值,其中能源行业将是受益最大的领域之一。

#### 2. 科技创新仍然是解锁能源资源的金钥匙

如今,人工智能引领的新一轮技术革命正在为油气产业发展注入强劲动力。智能油田、智能钻井、智能炼化等智能化技术体系加速形成,将为油气行业带来深刻变革;太阳能光伏技术、风力发电技术、生物质能技术等不断突破,使可再生能源成本持续下降;储能技术的进步也为可再生能源大规模应用提供了重要支撑;核聚变、氢能等前沿能源技术的研发也在不断推进,为未来能源的发展提供了新的可能性。

#### 3. 全球第三次能源转型呼唤绿色低碳技术快速发展

人类目前正在经历从传统化石能源向可再生能源的第三次能源转型,主要技术路径包括化石能源清洁低碳化生产与利用、全面提升能源利用效率、广泛应用风光等可再生能源和加快推动电氢等二次能源规模应用。同时,碳捕集利用与封存(CCCS)技术、负排放技术等也在不断发展,为应对气候变化提供了新的解决方案。

#### 能源科技创新呈现“三融一跨”新特点

##### 1. 科技创新与产业创新深度融合

能源产业正在超越传统的资源驱动、资本驱动和技术驱动模式,向“创新驱动+场景牵引”新范式迈进,以科技创新推动产业创新,增加高质量科技供给,加快科技成果转化应用,引领能源产业高质量发展。

##### 2. 化石能源与非化石能源互补融合

通过科技创新破除油气、煤炭、风、光、热、电、氢、核能等不同能源之间的生产与转化利用壁垒,促进化石能源与非化石能源互补融合和各种能源的梯级利用,推动以清洁低碳、安全高效为核心的多能融合发展,加快构建多能互补的新型能源体系。

##### 3. 数字技术与能源技术交叉融合

数字革命与能源革命并行推进,数智化技术加速与能源技术交叉融合,驱动能源科技创新体系重构、能源产业管理模式变革、商业模式优化与核心能力提升。

##### 4. 跨界创新持续推进

能源科技创新面临着与航空航天、生命科学等多个行业类似的技术挑战,技术需求涵盖机械、电子、力学、化学、生物等在内的多个学科领域,正在开展跨行业、跨领域、跨学科协同创新,从行业外寻找新技术解决方案。

### 油气和新能源技术新进展

#### 油气技术“四极”发展趋势

##### 1. 向极宏观拓展

油气勘探开发正突破传统区块尺寸限制,向更大空间范围、更多能源类型、更高综合效益方向拓展。超级盆地勘探开发实现了大型一特大型油气田规模化发现与效益开发,突破了传统单一区块开发模式。多矿同采技术创新性地将常规油气、致密油气、页岩

气等多种能源统筹开发,降低了单位成本,提高了资源利用效率,开创了区域综合开发新模式。立体开发技术通过地质—工程—开发一体化设计,实现了多层次、多类型油气藏的协同开发,大幅提升了采收率。

##### 2. 向极微观深入

油气技术正突破传统物理手段局限,向分子纳米尺度的精准表征、量化评价和调控方向深入。DNA测序技术通过解析微生物DNA信息,实现了对储层温度、压力、有机质含量等特征的精确表征,为储层评价提供了分子水平新方法。油藏精细描述技术实现了纳米孔隙结构与流体运移规律的可视化表征,突破了传统表征手段的局限。纳米驱油技术通过分子尺度设计与调控,显著提升采收率,引领油气开发迈入纳米调控新阶段。

##### 3. 向极端环境挺进

油气勘探开发正突破常规自然及地质环境限制,向深地、深海、极地等极端条件挺进。陆上油气勘探深度已突破万米大关,海洋油气勘探开发不断刷新水深纪录(大于3000米),向远海拓展。极地油气勘探开发攻克冰区勘探、冻土钻井、油气集输等技术难题,实现极寒环境安全高效开发。

##### 4. 向极综合交叉发力

油气技术正突破传统专业分工边界,向多学科交叉、全产业链协同和一体化方向发展。勘探开发一体化技术实现地质、工程、开发等多专业数据共享与协同决策。炼化一体化技术优化资源配置与产品结构,实现全流程经济效益最大化。智能化综合平台融合人工智能、大数据、物联网等新技术,构建智能油田、智能炼厂等新模式,推动油气全产业链智能升级。

#### 新能源技术“四化”发展方向

##### 1. 多元化

新能源产业发展不仅体现为能源种类和技术路径多元化,还体现在应用场景多元化,共同推动新能源产业创新。能源种类多元化,开发利用多种可再生能源,有助于多能互补,提高能源供应的稳定性和可持续性;技术路径多元化,新能源发展拥有多种技术路径,有利于因地制宜发展新能源产业;应用场景多元化,有利于满足不同领域需求,推动新能源产业快速发展。

##### 2. 高效化

新能源领域在设计、材料、系统集成等方面实现了创新和突破,从而使能源的转换效率显著提升。太阳能从传统晶硅电池到如今的钙钛矿等新型电池,光电转换效率世界纪录不断被刷新。

##### 3. 规模化

2024年,全球可再生能源装机总容量44.48x10<sup>6</sup>千瓦,净新增年增长率达到了15.1%。我国已具备完备的可再生能源产业链,可再生能源发电装机规模全球最大,发展速度全球最快。

##### 4. 低成本化

新能源技术快速发展,太阳能光电转化效率持续提升,新能源发电规模快速增长,推动新能源成本持续下降。2010年以来,我国陆上风电和太阳能光伏发电成本分别下降70%和90%。光伏产业在全球范围内处于领先地位,2024年光伏组件产量占全球总量的70%,成本优势明显。

#### 数智技术赋能能源产业

##### 1. 数智技术赋能传统油气产业转型升级

数智技术在油气产业应用日益广泛,以“云、大、物、移、智、链(云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能、区块链)”为主,聚焦油气勘探开发、炼油化工、工程技术三大方向,通过智能地层表征、智能钻井、智能油田、智能炼厂等应用场景驱动油气产业智能化发展。

##### 2. 数智技术赋能新能源产业智慧化发展

数智技术赋能新能源产业智慧化发展,通过智能输配电、智能监测、智能巡检、智能调度等应用场景助力新能源产业实现高效管理和优化配置。

### 油气和新能源技术展望

#### 油气可持续发展技术展望

深地油气勘探开发已成为检验科技创新能力的重要标志,向地球深部进军是引领全球能源科技创新的重要方向,未来将攻克高温高压储层改造、智能钻完井、耐高温井下工具等关键技术,可有效解锁全球35%的深层石油和45%的深层天然气资源。

深海油气发现占年度新发现的一半,天然气水合物资源量更是传统化石燃料碳总量的两倍,对提升全球能源安全、推动环境可持续发展具有战略意义,未来将攻克深水油气藏精细描述与评价技术、深水安全高效开发技术,包括海底工厂、智能化勘探系统,以及深水天然气水合物开发技术,实现深海油气开采低成本、高产量与环境友好的统一。

我国陆相页岩油资源量巨大,对保障国家能源安全、推动经济社会发展具有重大战略意义。未来,陆相页岩油勘探开发将围绕绿电+原位改质开创开发新范式,水平井超级“一趟钻”和单井日钻2000米将成为常态,陆相页岩油气将实现规模效益开发,助力中国版页岩革命。

当前炼化行业从生产燃料油品和大宗石化产品向生产高端石油基新材料转型,未来高端石油基新材料生产技术将更加聚焦原料绿色化、用能绿色化、制造过程绿色化,使化工新材料全生命周期更加绿色低碳。

#### 能源绿色低碳转型技术展望

风光氢储规模化可持续利用对提升能源利用效率、促进可再生能源发展、实现碳中和目标、构建新型能源体系、提高供能可靠性、支持新型电力系统建设及推动产业低碳转型等具有重要意义。未来,风光氢储技术创新将与产业创新深度融合,如氢燃料电池技术的应用及探索新的应用模式。“风光发电+氢储能”一体化应用新模式,有助于消纳弃风弃光资源,同时推动能源结构的转型,实现能源的高效利用。

CCUS技术是实现碳中和的兜底保障技术,未来发展将通过全流程智能化,利用物联网、大数据等技术优化从捕集到封存的各个环节,大幅提升CCUS技术的经济性,实现规模效应。

化学循环处理技术有望突破废塑料材料化回收利用的发展瓶颈,为彻底解决塑料污染提供根本出路;构建覆盖全面、运转高效、规范有序的退役动力电池高效循环利用体系,为新能源汽车产业的绿色高质量发展提供有力支撑。

基于合成生物学的先进生物制造技术,在推动绿色生产、产业升级、跨学科合作、解决全球问题及健康医药领域等方面发挥着重要作用,未来将攻克新型数字化、智能化细胞工厂的开发,RNA工艺路径使用的关键酶开发,高效高产编辑改造等技术,推动合成生物学与智能生物制造产业升级和可持续发展。

#### 未来智慧能源技术展望

能源智慧生产与利用技术是由“智慧油气生产”和“人工智能决策的新能源利用系统”融合形成的未来能源技术,通过人工智能决策、能源互联网、多能互补手段解决未来能源智能化、绿色化生产与利用的问题。未来人工智能技术将推动传统油气田生产和管理智能化,打造自动、高效的智慧油气田。基于人工智能决策的能源互联网将集成分布式发电、储能、通信传感等智能电网技术,推动智慧油气田与光伏发电、油田地热供能等多种新能源场景融合高效开发,实现生产环节与新能源利用协同耦合,多能互补,长效匹配。

可控核聚变是人类理想的清洁能源之一,是解决人类社会能源问题和环境问题的重要途径。近年来,各国重点围绕等离子体自持燃烧及稳态运行技术、涉氚技术、极端环境核材料技术、遥操作技术、超导强磁场技术等重点领域展开研究,在未来10~15年有望实现首座聚变电厂并网发电。可控核聚变的商业化应用,将推动人类社会逐渐摆脱对化石燃料的依赖,进入全新的能源时代。



链接

## 未来极具潜力的十大油气和新能源技术

### 深地油气勘探开发技术

近年来,世界新增油气储量60%来自深部地层,向地球深部进军是全球能源科技创新的重要方向。未来亟须加强超深层油气富集机理与分布规律研究,攻克超深油气安全高效钻完井关键技术、材料与装备方面的难题,抢占全球深层超深层油气勘探开发战略高地。

### 深海油气勘探开发技术

近年来,深海油气发现占全球油气新发现一半以上,未来重点技术攻关方向包括超深水浮式生产储卸油装置、深水浮式液化天然气装置、单点系泊系统、海底工厂、深远海保障基地等。随着我国海上能源开发进入多能协同开发新阶段,深海油气与深远海风电融合开发也将成为重要方向。

### 陆相页岩油气勘探开发技术

陆相页岩油气有望实现规模效益开发,成为我国油气增储上产的重大战略接替领域。未来重点技术方向包括陆相页岩油气地质理论、二氧化碳和纳米提高采收率技术、水平井超级“一趟钻”配套技术、精准智能压裂、立体开发、绿电+原位改质等,这些技术突破将助推中国版页岩革命。

### 石油基高端新材料生产技术

石油基高端新材料生产将更加聚焦满足新兴产业市场急需产品的品质、品类,从化工原料、催化剂和装备、绿色制造等方面开展攻关,使化工新材料全生命周期更加绿色低碳。

### 风光氢储规模化可持续利用技术

风光氢储规模化可持续利用技术重点研究方向包括高效率电解水制氢、储氢材料和氢燃料电池等,未来有望实现可再生氢“制储输用”全链条一体化运营,对推动风电、光伏、氢能、储能等多种能源协同发展,提升清洁能源综合利用效率,具有重大战略意义。

### CCUS技术

CCUS重点技术包括化学链燃烧等低成本低能耗碳捕集、二氧化碳制绿色甲醇等化学利用、二氧化碳生物及矿化利用、深部咸水层规模化封存、二氧化碳快速矿化及速率调控、地质体碳封存容量高效利用等。预计2030年前后,CCUS核心技术将取得突破性进展,成为降碳“撒手锏”。

### 资源回收与循环利用技术

资源回收与循环利用技术将成为支撑经济社会可持续发展的重要力量。化学循环处理技术有望突破废塑料材料化回收利用的发展瓶颈,彻底解决塑料污染问题。构建覆盖全面、运转高效、规范有序的退役动力电池高效循环利用体系,有望支撑新能源汽车产业绿色高质量发展。

### 基于合成生物学的先进生物制造技术

合成生物学将加速推动生物制造业变革,基于合成生物学的先进生物制造技术未来有望重塑医药、化工、能源等传统行业。预计未来10~20年,合成生物制造有望形成每年数万亿美元的市场规模。绿色生物制造将成为“双碳”目标约束下,能源化工企业的重要技术选择。

### 能源智慧生产与利用技术

能源智慧生产与利用技术是由“智慧油气生产”与“AI智能决策的新能源利用系统”融合形成的未来能源技术。通过AI决策、能源互联网、多能互补等方法来解决未来能源的智能化与绿色化利用问题。

### 可控核聚变技术

可控核聚变技术是一种旨在实现轻原子核在极高温度和压力下聚合成重原子核并释放巨大能量的过程,目前正处于实验阶段。预计2050年前后,可控核聚变将实现商业化应用,有望推动人类社会逐渐摆脱对化石燃料的依赖,进入全新能源时代。