

# 2050年世界与中国能源展望（2020版）

国际能源研究中心

12月17日，中国石油天然气集团有限公司在北京发布了《世界与中国能源展望（2020版）》。从世界和中国两个维度，特别是在应对气候变化紧迫性不断提高的大背景下，研判全球及中国能源发展趋势。

《展望》报告认为，中国要实现碳中和目标，2030年前需统筹碳排放达峰与碳中和，需要经济结构更加优化、创新驱动引领更加明显、绿色发展成为内在要求、开放共享成为常态。报告预期，中国能源相关碳排放将于2025年前后达峰，之后保持5年左右的平台期，而后进入下降通道，2050年降至24亿吨左右，2060年接近零排放。产业升级、能效提升、节约循环理念深入等使中国的一次能源需求增速放缓，于2040年前步入峰值平台期，约40.6亿吨标油（58亿吨标煤）。较为现实的脱碳路径将从边际减排成本低或为负（大气污染治理推动的低碳转型）的行业推进，电力和工业部门是减排的重点和优先领域。在碳中和目标下，中国的石油需求将在2025年前后进入峰值平台期，约7.3亿吨左右，2050年降至3.1亿吨；2025年前清洁能源（天然气+非化石能源）将满足全部新增一次能源需求，之后对高碳能源形成规模替代。在碳中和背景下，能源的保障正由“资源为王”转向“技术为王”，需统筹能源安全与低碳转型的关系，打造多元、有韧性的低碳能源供给体系。

# 2050年 世界与中国能源展望

(2020版)



中国石油经济技术研究院





## 前 言

2020年是非同寻常的一年。多种因素交织正推动全球能源发展迈入新阶段。新冠疫情触发了对人与自然关系的深刻反思，各国把推动绿色发展作为经济复苏动力，推进能源绿色低碳转型正成为高度国际共识和具体实践；疫情也触发各国对本地产业链供应链安全的担忧，加快能源本地化转型；能源技术变革继续迅猛发展，以新一代信息技术（5G）为基础的智能互联技术正推动交通、工业以及建筑能源体系智能化互联化，加快重塑能源供需模式。

习近平主席9月22日在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布了中国“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”目标。这是过去十年国际社会应对气候变化最积极信号和最坚定的承诺，坚定了全球实现两度温控目标的信心，也为美丽中国建设指明了方向。

鉴于能源发展新进展和新变化，今年的报告中设立了2°C温控情景（世界）和碳中和情景（中国），探讨推进化石能源深度减排及非化石能源大规模应用、实现2°C温控目标所需要技术和政策条件，并设立智能互联情景（世界）和氢能社会情景（中国），展现可能的不同路径选择。

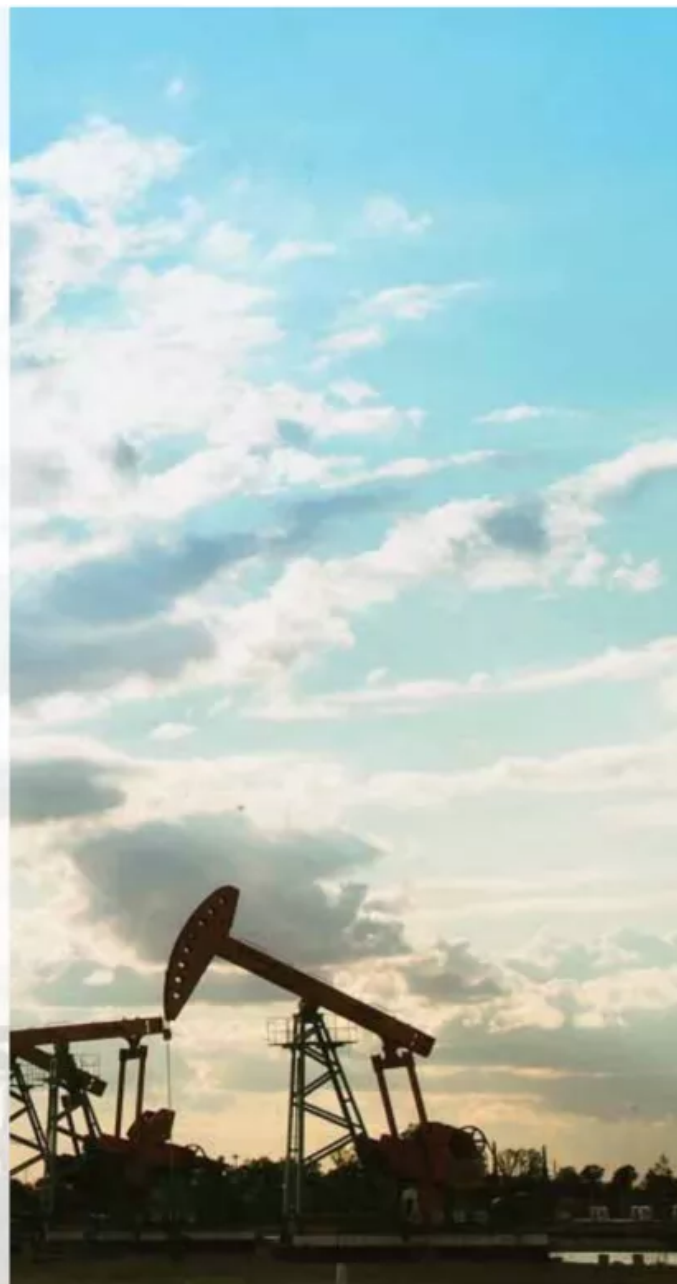
能源发展转型和长期前景充满不确定性。从中国看世界、从油气看能源，展望中长期能源发展趋势，提供一个理解未来能源系统的全新视角，是我们研究和编写本报告的初衷，希望能引发业界对未来能源发展的思考与讨论，为国家能源战略和能源企业发展规划的制定提供参考。

# 目录

# CONTENT

## 世界部分

- |    |          |
|----|----------|
| 5  | 情景设定     |
| 11 | 一次能源     |
| 18 | 终端部门用能   |
| 24 | 石油       |
| 32 | 天然气      |
| 37 | 煤炭       |
| 40 | 电力       |
| 44 | 加速智能互联情景 |
| 49 | 2°C温控情景  |





## 主要结论——世界能源展望

1. 新冠肺炎疫情对一次能源需求短期冲击明显，长期看经济和人口增长仍将推动世界能源需求增长。2°C温控情景下2030年全球一次能源需求159亿吨标油，年均增长1.2%；2050年182亿吨标油，2030—2050年年均增长0.7%。
2. 终端用能加速向生活消费端转移，建筑用能需求占比稳步提升，2°C温控情景下2030年与2050年建筑用能占终端用能的比重分别为25.6%和32.4%。
3. 世界能源加快向多元化、清洁化、低碳化和本地化转型。2°C温控情景下2030年和2050年非化石能源占比分别达28%和47%。
4. 疫情下生产生活方式的变革使得世界石油需求峰值提前到来，2°C温控情景下2030年前后达峰，峰值49.4亿吨。石油的原材料属性支撑石油需求规模长期保持较高水平。
5. 天然气是实现低碳转型的现实选择，展望期内将持续增长。2°C温控情景下2030年和2050年世界天然气需求分别约4.6万亿立方米和5.4万亿立方米。
6. 电力是增长最快的终端用能品种，2°C温控情景下2030年和2050年终端电气化率分别约28%和45%。发电结构加快清洁低碳化，2030年和2050年非化石能源发电占比分别超过52%和73%。



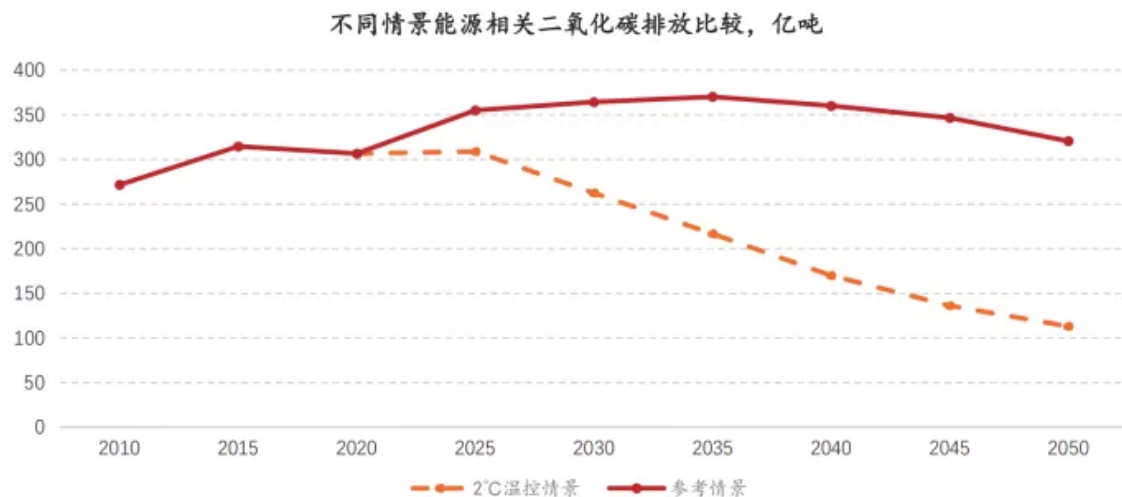
2°C温控情景

2°C温控情景



## 能源相关碳排放2025年达峰

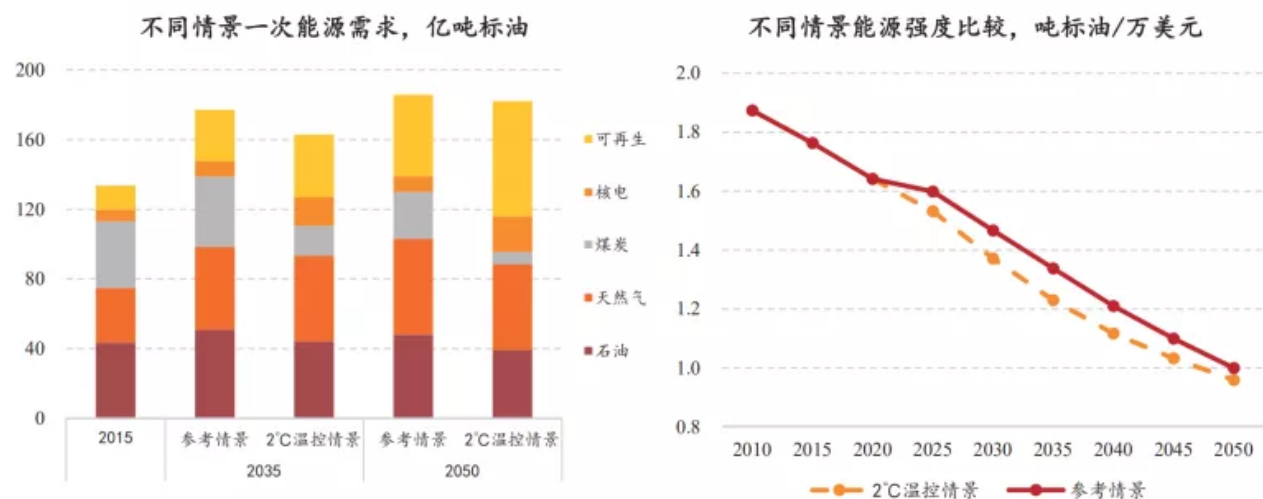
- 各国通过实施更严格的碳税、碳配额总量控制等方式，大力提高能效水平，加快非化石能源发展，优化化石能源结构，能源相关碳排放于2025年前后达峰，之后快速下降，2050年降至113亿吨，较峰值水平下降63%。





## 实现2°C温控目标需更高的能源效率

- 2°C温控情景下，世界一次能源需求总量更低，2050年较参考情景低2%。
- 世界能源强度降幅更快，展望期年均下降1.7%。



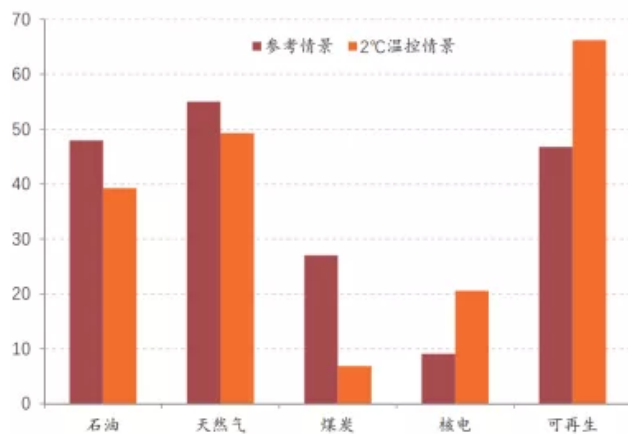
注：本报告中采用发电煤耗法将可再生能源折算为一次能源需求



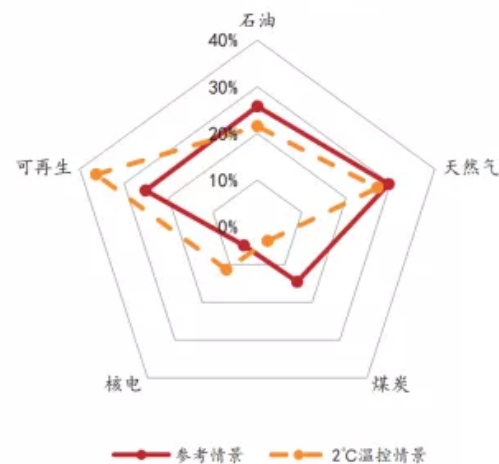
## 实现2°C温控目标需要大幅提高非化石能源比重

- 2°C温控情景下，2050年煤炭、石油、天然气、非化石能源在一次能源需求的比重分别为4%、22%、27%与47%；非化石能源占比较参考情景高17个百分点。

2050年分品种一次能源需求，亿吨标油



2050年不同情景一次能源结构





## 实现2°C温控目标需化石能源更早达峰

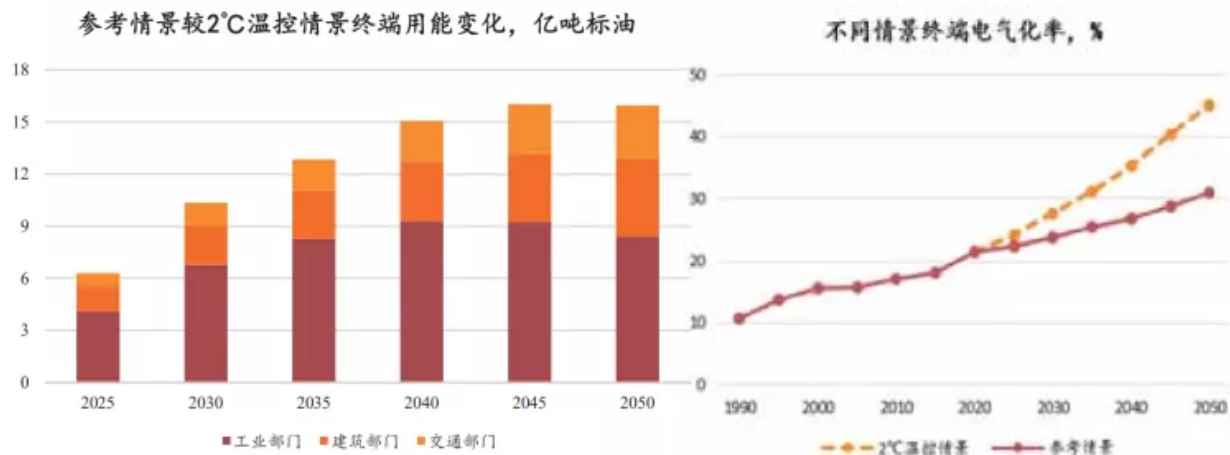
- 2°C温控情景下，化石能源需求将更快达峰而后快速下降，特别是煤炭，化石能源总体将于2030年前后达峰。
- 2050年，煤碳需求仅约10亿吨，为参考情景的1/4；石油需求也有所减少，较参考情景低18%左右；天然气需求增幅有所减缓，比参考情景低10%左右。





## 实现2°C温控目标需不断提升终端电气化水平

- 2°C温控情景下，终端用能需求较参考情景更低，2050年低12%；其中工业部门降幅最大，2050年减少14.4%，建筑部门降幅超10%，交通部门近10%。
- 终端部门电气化水平明显提升，2050年达到45.1%，较参考情景高14.1个百分点。

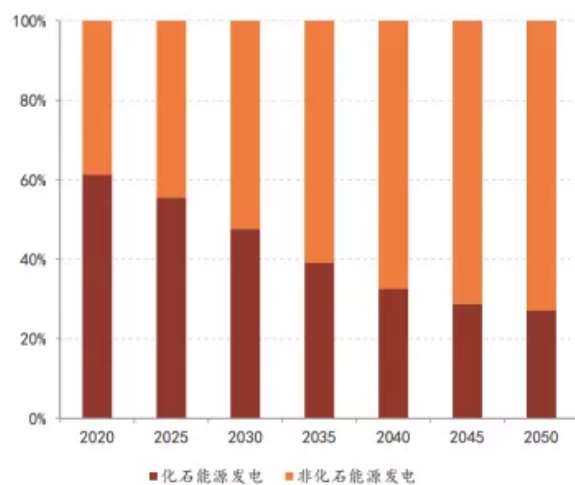




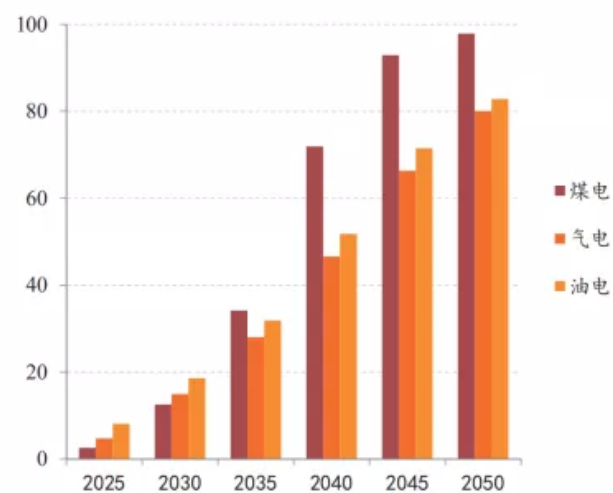
## 实现2°C温控目标需尽早实现电力部门零排放

- 2°C温控情景下，非化石能源发电占比近73%。
- 展望期内，CCUS技术逐步实现大规模商业化应用，主要应用于发电、工业等领域，2050年85%以上的化石能源发电设备应用CCUS技术。

2°C温控情景下发电结构变化



应用CCUS技术的化石能源发电比例, %



# 2050年 世界与中国能源展望

(2020版)



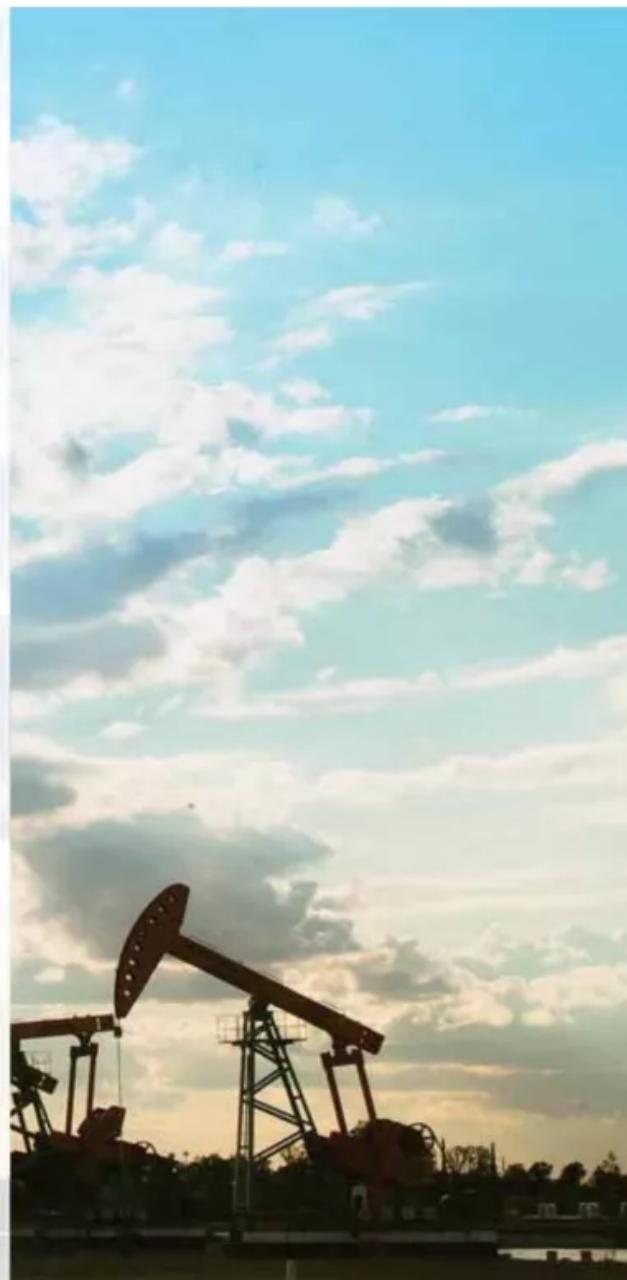
中国石油经济技术研究院

# 目录

# CONTENT

## 中国部分

- 59 情景设定
- 66 一次能源
- 70 终端部门用能
- 81 石油
- 93 天然气
- 101 煤炭
- 105 电力
- 108 氢能社会情景
- 121 碳中和情景





## 主要结论——中国能源展望（碳中和情景）

1. 中国一次能源需求在2035年前后达峰，峰值约39亿吨标油（56亿吨标煤），化石能源需求在2025年前后达峰，峰值约30亿吨标油（43亿吨标煤），能源相关碳排放也将于2025年前后达峰。
2. 清洁能源比重将快速提升，2025年前清洁能源（天然气+非化石能源）将满足全部新增一次能源需求，2025年后对高碳能源形成规模替代。2050年清洁能源占比将达80%，其中非化石占比约65%。
3. 中国煤炭需求已处于峰值平台期，碳减排压力推动其快速下降；石油需求于2025年前后达峰，峰值约7.3亿吨，石油的原料属性得到大幅提升，2050年化工用油占比增至47.5%左右；天然气是高比例可再生能源系统保持安全性和稳定性的重要支撑，在2040年前保持较快增长。
4. 2030年前中国原油产量有望维持2亿吨；天然气产量稳步提升，2050年达3500亿立方米。
5. 电力作为可再生能源的重要载体保持较快增长，2050年达13万亿千瓦时；届时非化石发电占比达80%，CCUS技术在火电中的普及率达到85%以上。



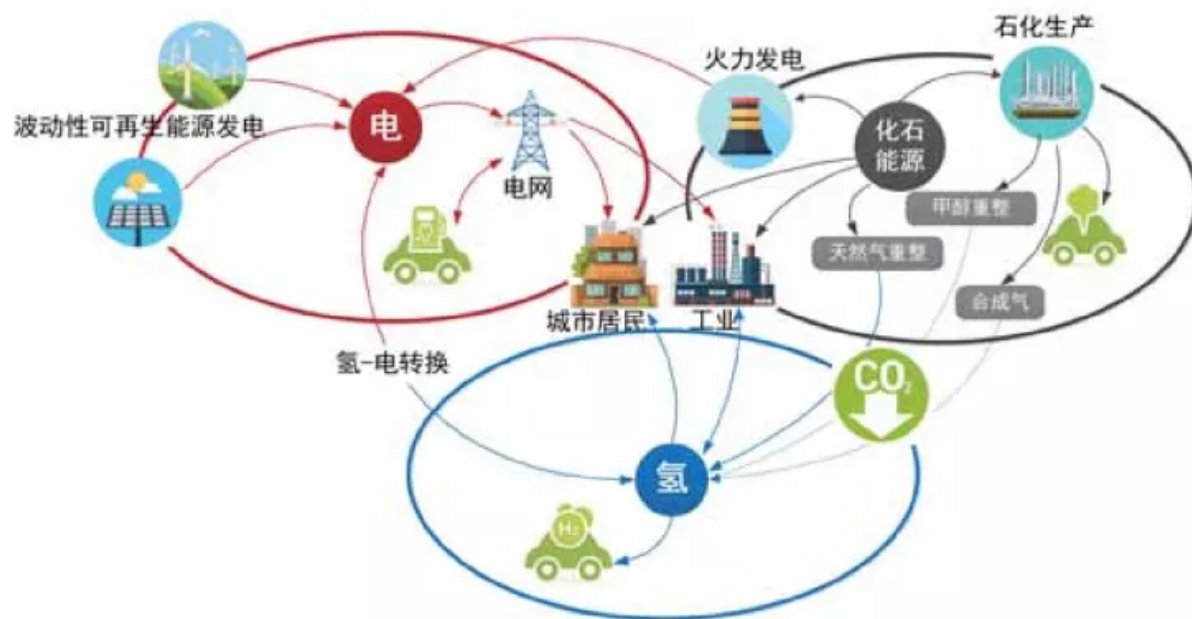
氢能社会情景

氢能社会情景



## 氢能社会发展图景

- 氢能全面融入交通运输、建筑、工业、供电供热、炼化冶金等各个领域；同时，以分布式和集中式并举，与电力协同互济促进可再生能源消纳，实现多能互补的发展新模式，提高能源系统的韧性和灵活性。





## 2050年绿氢成本与当前煤制氢成本相当

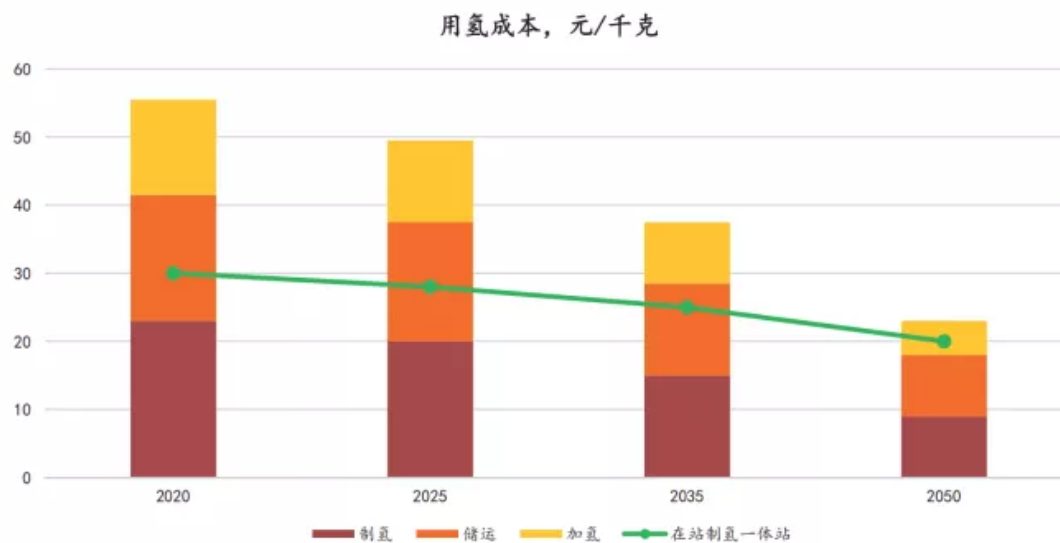
- 随着质子交换膜等电解水技术的快速进展及规模化应用，可再生能源电解制氢（“绿氢”）成本快速下降，2035年降至13元/千克，2050年进一步降至7元/千克，与当前煤制氢技术成本相当。





## 终端用氢成本将快速下降

- 氢能产业链体系更趋完善, 应用规模扩大, 推动各环节成本持续下降, 规模化的终端用氢成本在2035年和2050年分别降至37.5元/千克和23元/千克。

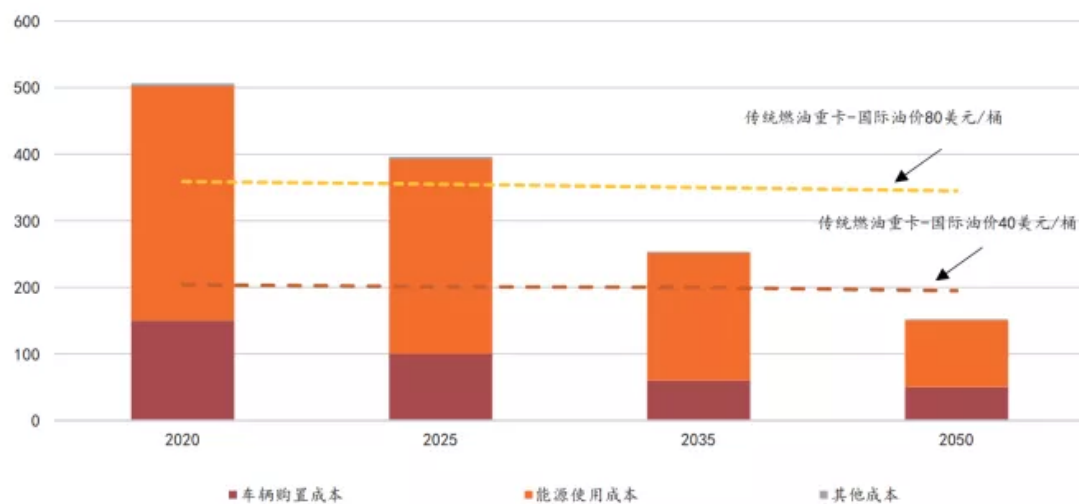




## 氢能重卡将在2035年前后具备竞争力

从全生命周期看，2035年氢燃料重卡成本将与传统燃油重卡相当。

氢燃料重卡与传统燃油重卡全生命周期成本比较，万元/车

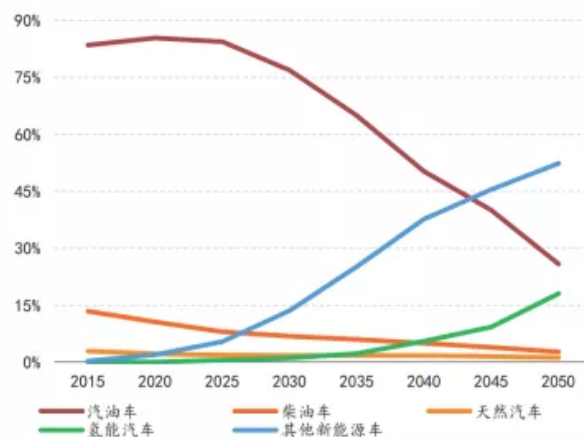




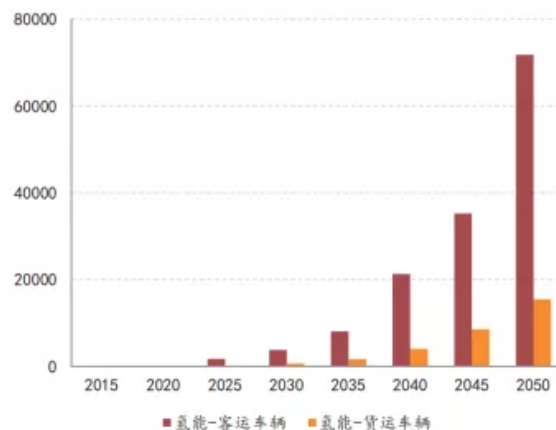
## 2050年氢能汽车占汽车保有量的比重达18%

- 交通领域作为氢能的优先利用领域，将得到更快发展，特别是重型货物运输等电动汽车难以普及的领域，将在初期得到更快发展。
- 随着燃料电池技术的不断成熟，氢燃料乘用车的渗透率也将快速提高。2050年，氢能汽车保有量将达到7850万辆，占汽车保有总量的18%。

氢能社会情景各类车保有量占比



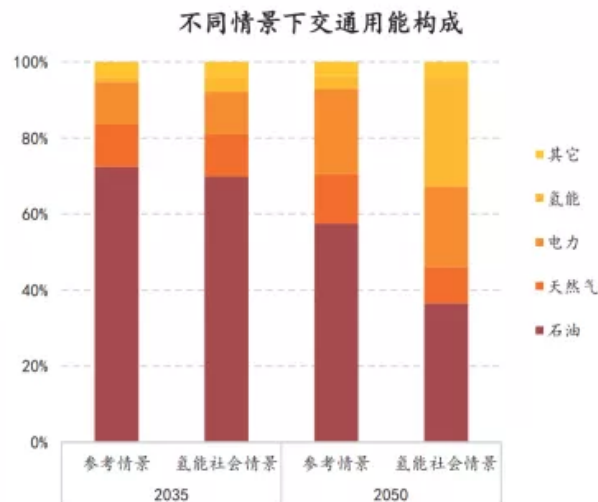
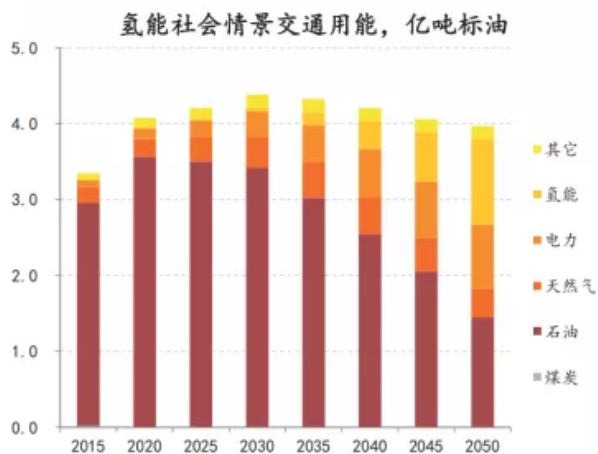
氢能社会情景氢燃料汽车保有量，千辆





## 氢能将对交通用油形成明显替代

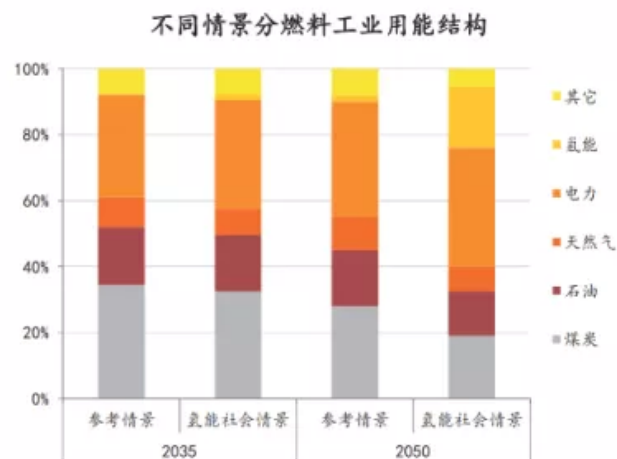
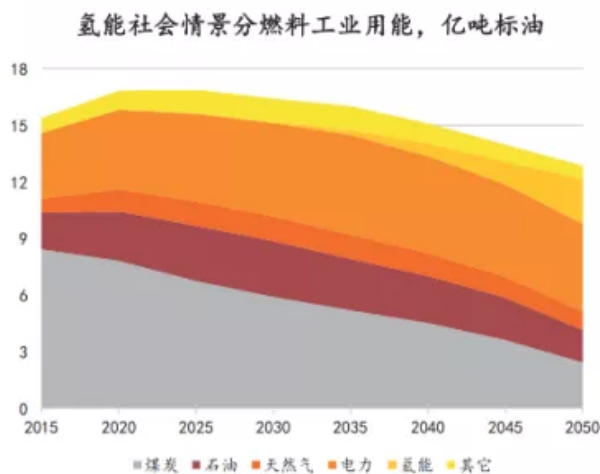
- 氢能的能量密度极高，可对交通运输（陆海空）中的油品、LNG等形成全面替代，随着氢能经济性的不断增强，2050年氢能占交通用能的比重达28.3%，而届时油品占比降至36.4%，较参考情景低21.1个百分点。
- 2050年，交通部门氢能需求量将达到3300万吨，其中道路交通约2000万吨。





## 氢能将使得工业部门深度脱碳成为可能

- 氢燃烧效率高、热量稳定，且有很好的还原特征，是工业部门的理想用能载体，在供热、冶金、化工等方面得到较快发展，可实现二氧化碳再利用和减少化石能源使用双赢的目的。
- 2050年，工业用能中氢能占比将达到18.5%，氢能需求量达7000万吨左右。

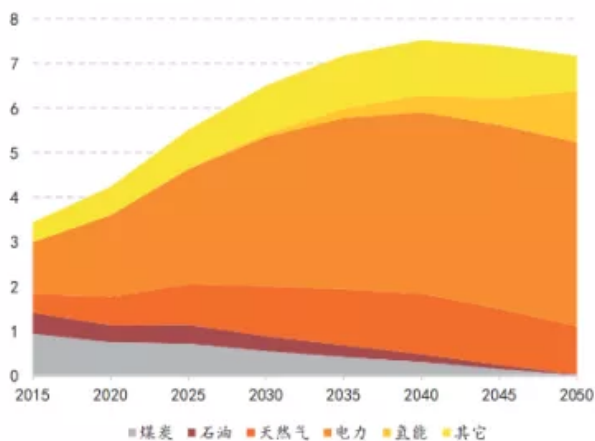




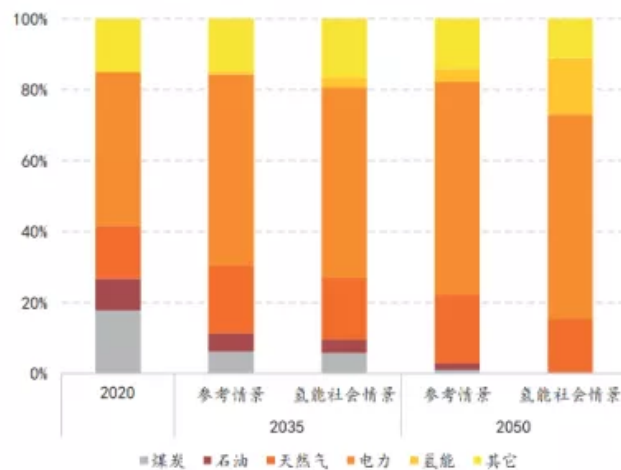
## 氢能将丰富建筑用能供给方式

- ❶ 氢气与现有管网基础设施体系具有很好融合性，可与天然气融合发展。同时，随着分布式燃料电池技术的发展，融合氢电气热冷等的综合用能体系可满足建筑用能多样化需求，提升能源体系效率。2050年建筑用能较参考情景低10%。
- ❷ 2050年，建筑用能中氢能占比将达到16%，氢需求量达3450万吨左右。

氢能社会情景分燃料建筑用能，亿吨标油



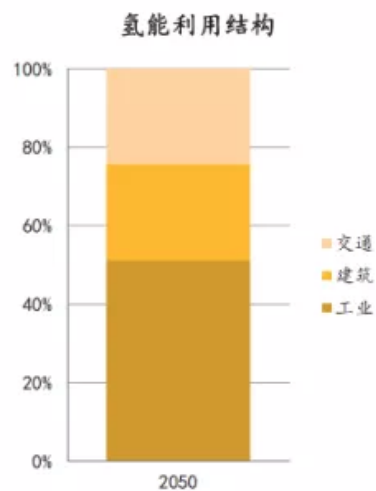
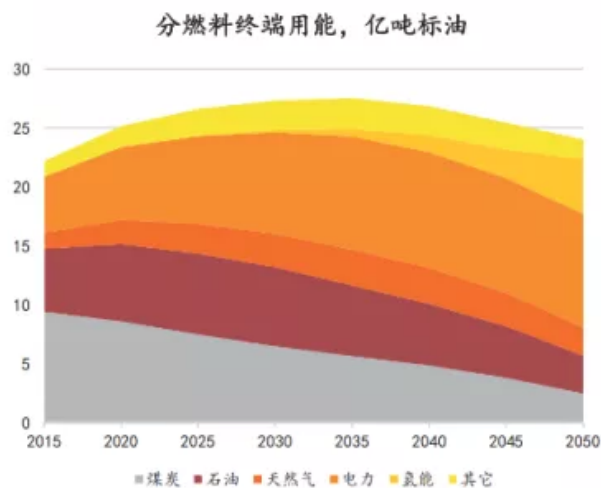
不同情景分燃料建筑用能结构





## 氢能将成为终端用能清洁化转型中的重要一员

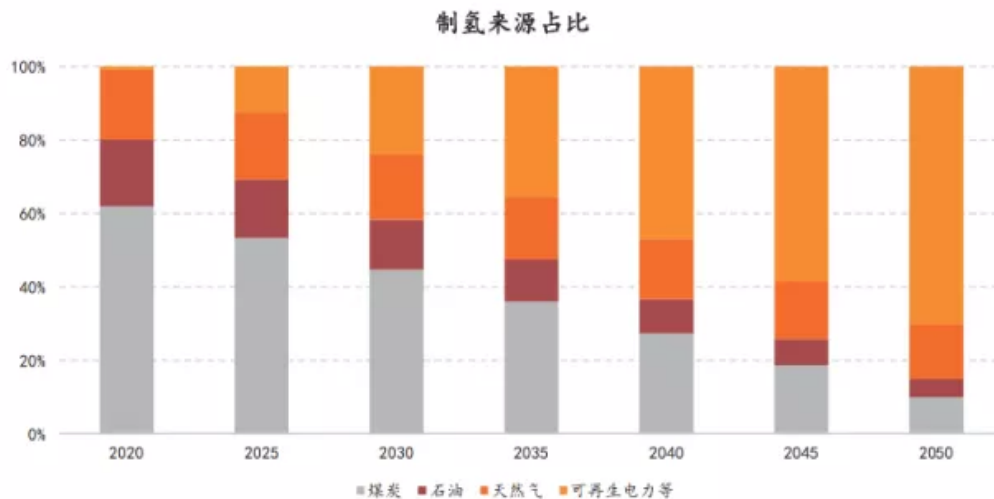
- 随着终端用氢成本的下降、加氢站等基础设施体系的日趋完善，氢能在终端用能中的比重将扩大，2050年达19.4%。2035年和2050年氢气需求量在目前基础上将分别增加1900万吨和1.38亿吨。
- 2050年，工业、建筑和交通分别占氢气需求的51%、25%和24%（工业和建筑中含有发电份额）。





## 作为能源系统的枢纽，氢能将促进可再生能源更好更快发展

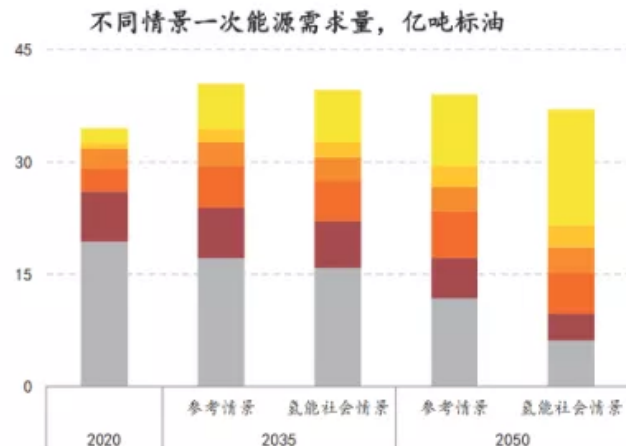
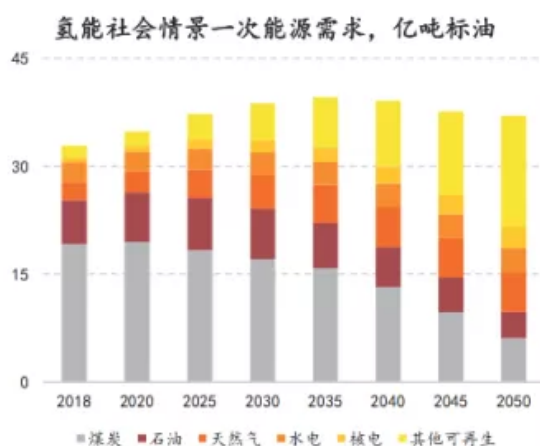
- ❶ 氢能作为二次能源，来源广泛。随着可再生电力制氢技术的进步及规模化应用将推动其竞争力不断提升，2035年和2050年绿氢占比分别达35.5%和70%。
- ❷ 氢气作为重要的储能手段，通过氢-电耦合、分布式用能体系，将促进可再生能源整体利用水平的提升。





## 氢能促进能源系统更加清洁低碳、安全高效

- ❶ 氢能的发展有利于分布式能源系统、冷热电气氢综合能源体系建设，使得能源系统更加高效，2050年一次能源需求较参考情景低5.1%。
- ❷ 氢能社会情景下，能源系统更加低碳多元，化石能源需求总量更低。2050年，煤炭、石油和天然气需求量较参考情景分别下降了48%、33%和12%；而非水可再生能源增加了60%。

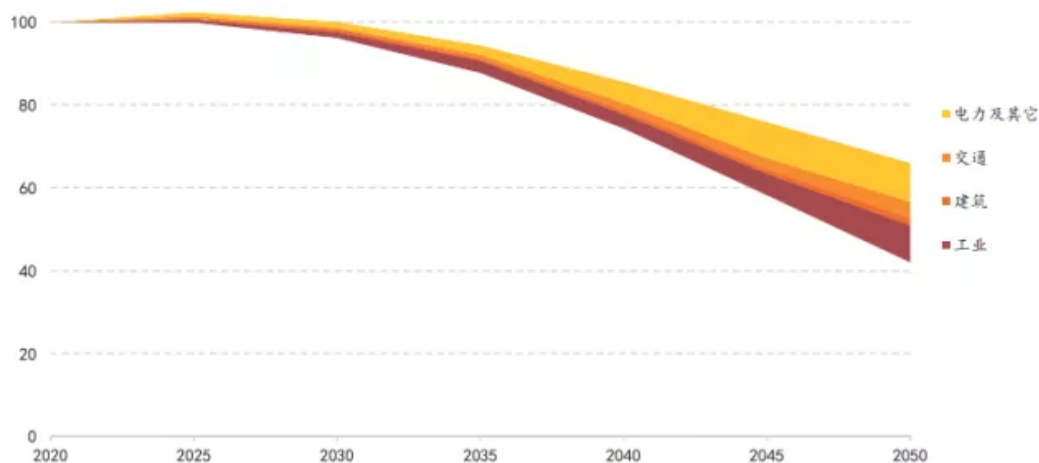




## 氢能将助力应对气候变化

- 受能源需求总量下降及非化石能源占比明显提升，氢能社会情景下中国能源相关CO<sub>2</sub>排放2025年达峰后将快速下降，2050年为42亿吨，较2015年下降65%。

氢能社会情景较参考情景碳排放减少量，亿吨





碳中和情景

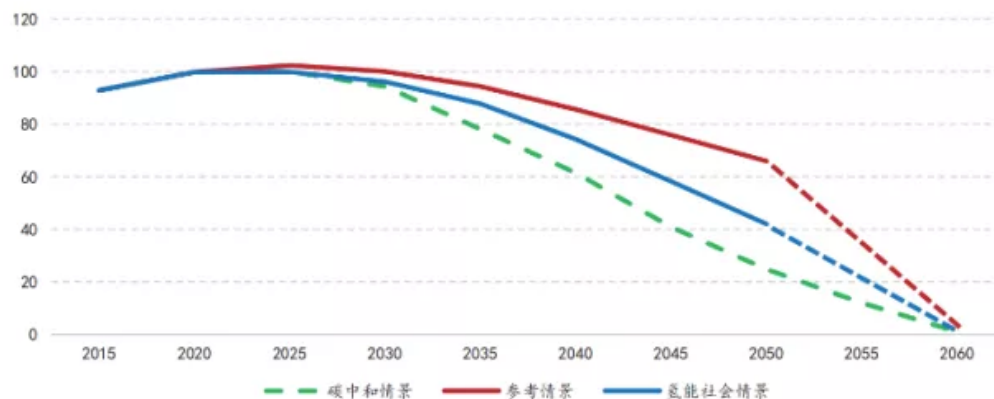
碳中和情景



## 实现2060碳中和目标需中国经济能源更早、更大力度转型

- 2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布中国“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”。
- 若从2050年参考情景和氢能社会情景的65.9亿吨和42亿吨二氧化碳排放量降至2060年的净零水平，则意味着2050年后年均碳减排量分别需达6.6亿吨和4.2亿吨。故实现碳中和目标需要中国经济能源更早、更大力度转型。

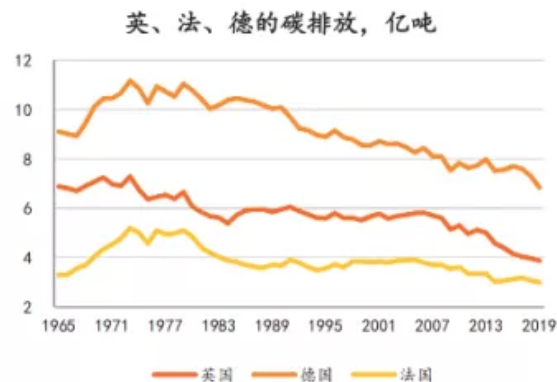
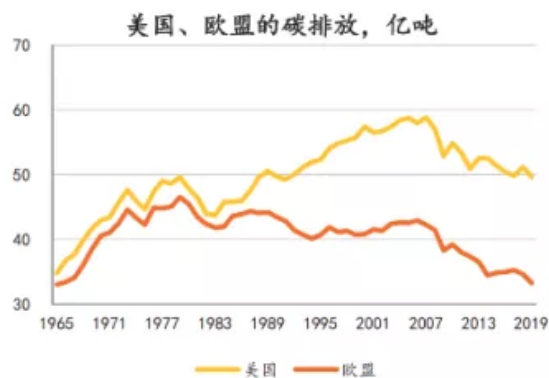
不同情景能源相关二氧化碳排放比较，亿吨





## 中国碳中和目标的提出彰显了大国担当

- 作为全球第二大经济体和温室气体排放大国，中国提出2060年前实现碳中和，彰显应对气候变化决心和大国责任担当，有助于实现巴黎协定目标。
- 中国2060年前实现碳中和，意味着从碳排放达峰到碳中和只有30-35年时间，仅为欧盟碳达峰向碳中和转变时间跨度的一半（从1980年到2050年）。考虑到中国经济仍处较快发展阶段，即使2025年碳排放达峰，未来35年内，年均减排量仍高达3亿吨左右，转型力度和难度前所未有。

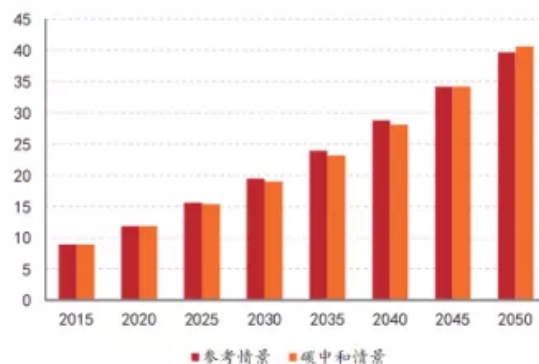




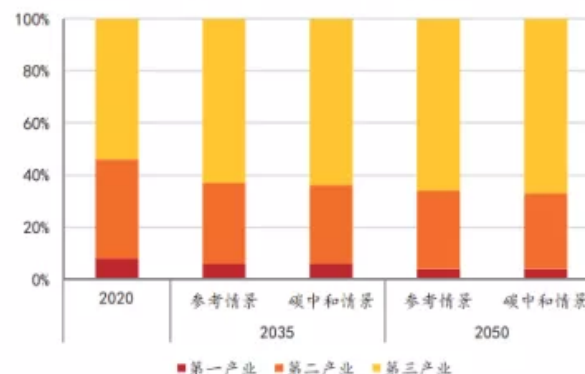
## 低碳发展与美丽中国建设相统一

- ❶ 碳中和目标的提出与构建美丽中国的愿景均旨在构建高度的生态文明，使得天蓝、地绿、水清的优美生态环境成为普遍常态，开创人与自然和谐共生新境界。实现这一目标，需要经济结构更加优化、创新驱动引领更加明显、绿色发展成为内在要求、开放共享成为常态。
- ❷ 短期内，碳排放约束会加大经济运行成本；长期看，低碳循环节能产业将成为新一轮经济增长的重要动能，促进经济更快发展。碳中和情景下高端制造业、综合能源服务业在经济中的比重将快速增长，第二产业占比较参考情景有所下降。

不同情景经济总量，万亿美元2010\$



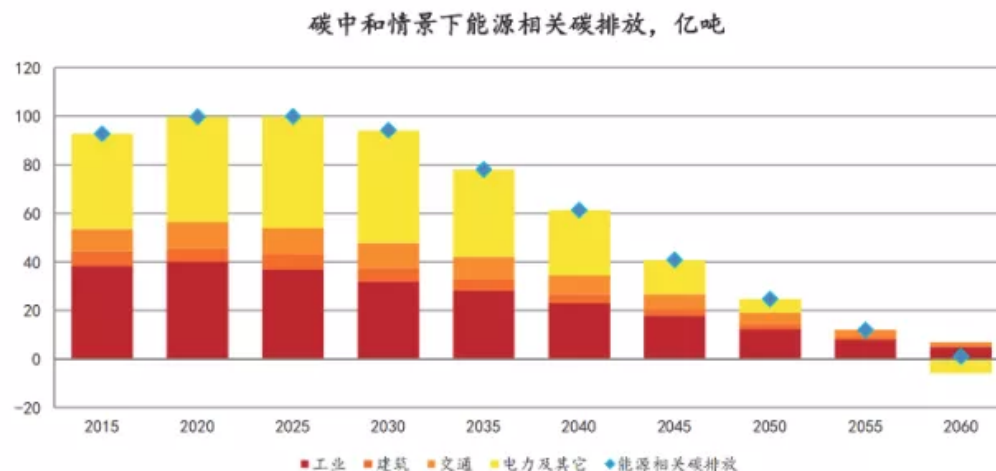
不同情景产业结构比较





## 实现碳中和目标需碳排放尽快达峰而后步入快速下降通道

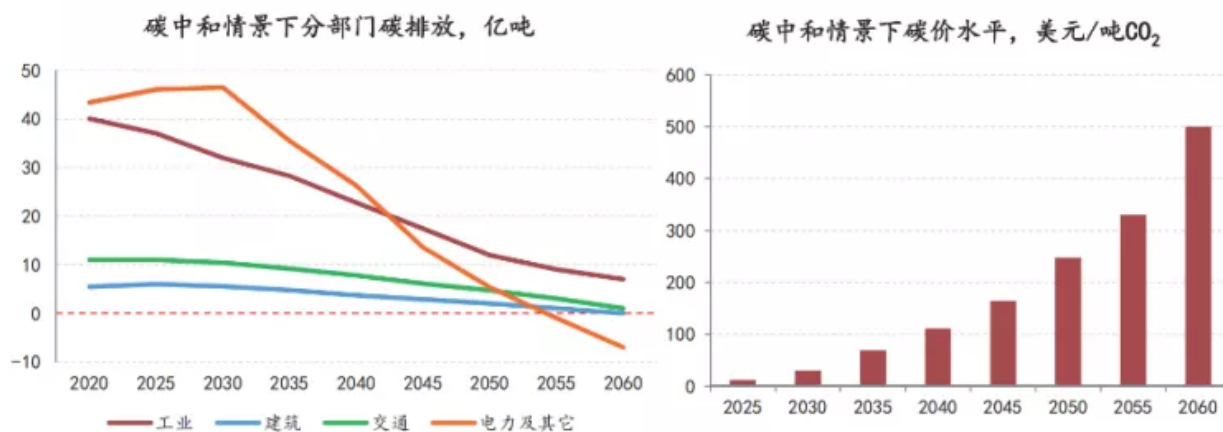
- 中国能源相关碳排放于2025年前后达峰，之后保持5年左右的平台期，而后进入下降通道，2050年降至24亿吨左右，2060年接近零排放。
- 较为现实的脱碳路径将从边际减排成本低或为负（大气污染治理推动的低碳转型）的行业推进，电力和工业部门（现阶段分别占能源行业排放的43%和40%）是减排的重点和优先领域。





## 实现碳中和目标需各行业深度脱碳

- 分部门看，工业、交通部门的碳排放将在2025年前达峰；电力、建筑部门将在2030年前后达峰。到2060年，工业和交通部门排放将不足10亿吨，建筑部门将完全脱碳，电力及其它能源转换部门通过使用生物质+CCS（BECCS）技术实现负排放。
- 深度脱碳需要碳价、碳市场等新机制予以支撑。随着减排力度加大，碳价水平（基于现有技术预见下模拟）将不断提升，预计2060年将达500美元/吨。

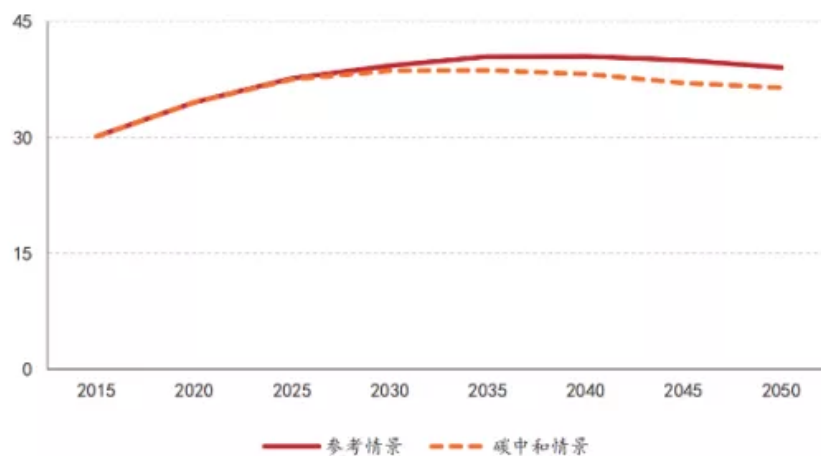




## 一次能源需求总量将于2035年前达峰

- ❶ 碳中和情景下，一次能源需求于2030-2035年间达峰，峰值约为39亿吨标油（较参考情景低3.7%）。
- ❷ 能源需求的更早达峰有助于清洁能源更快全面满足新增能源需求并开始对传统化石能源形成替代，加快能源变革。

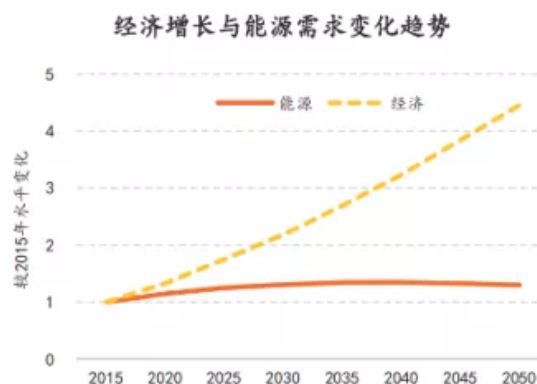
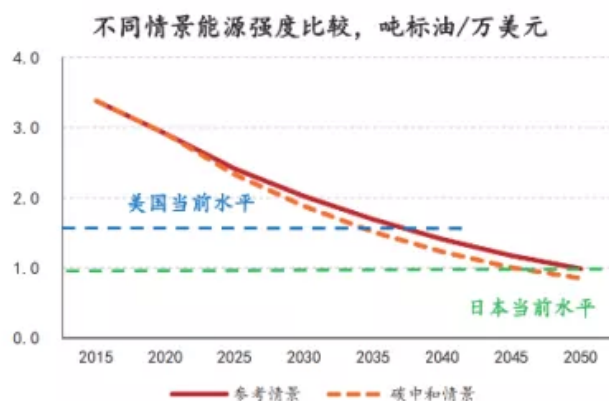
不同情景一次能源需求，亿吨标油





## 中国将依靠更少的能源促进经济增长

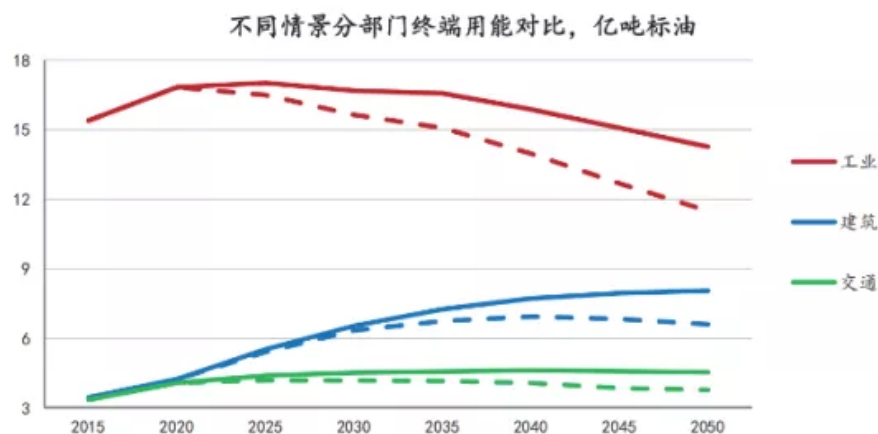
- 在碳中和目标指引下，现代服务业、高端制造业等更快发展，叠加能效提升、循环理念、资源节约理念深入各个领域，能源强度稳步下降。2020-2050年间，年均下降3.8%左右（高于基准情景0.3个百分点）。
- 能源强度下降推动经济增长和能源消费脱钩，即依靠更少的能源消费实现经济增长。





## 终端用能将于2030年前后达峰

- ❶ 碳中和情景下，终端用能总体于2030年前后达峰（较参考情景提前5年左右），约26.2亿吨标油（较参考情景低7.4%）。分部门看，工业用能已进入峰值平台期，未来稳步下降；交通用能将于2030年前后达峰；建筑用能将在2040年前保持增长。
- ❷ 实现碳中和目标，各行各业均需厉行节约、加快低碳变革，即不断推动循环经济更快发展，推动数字化智能化技术深度运用，快速普及高效技术及节能标准、推广节能理念。

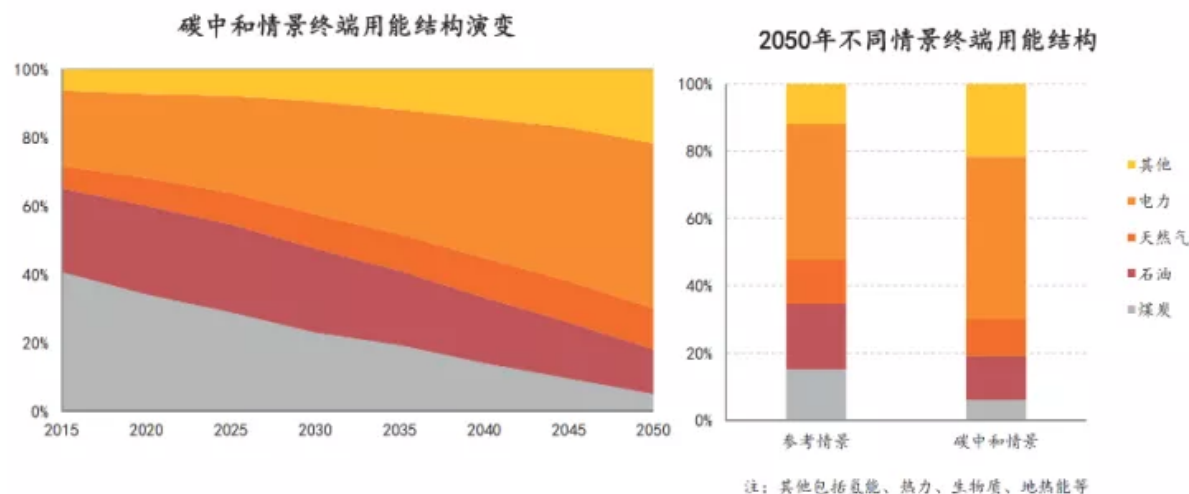


注：图中实线代表参考情景，虚线为碳中和情景



## 终端用能中化石能源占比将快速下降

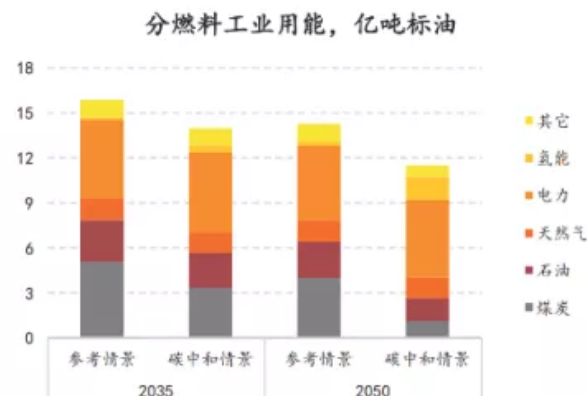
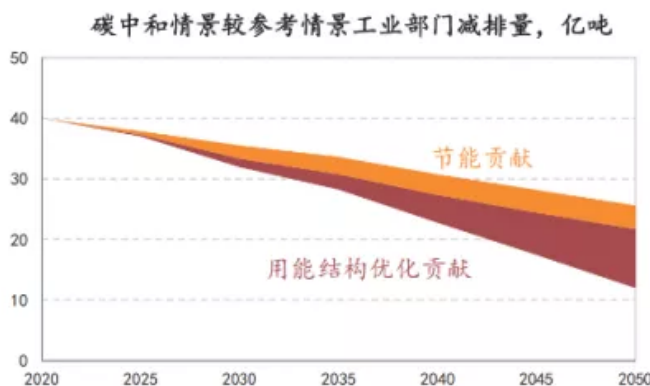
- 碳中和情景下，终端用能中化石能源直接利用比例将快速下降，将从2015年的71.7%降至2050年的30.1%（参考情景下为47.7%），而电力、氢能、热力等零碳能源占比将快速上升。
- 工业用能需求的不断下降、生产流程循环低碳化、生活消费模式向智能远程数字化的演变均将减少终端用能对化石能源的直接需求。





## 工业部门减排重在发展节能循环经济和减少煤炭消费比重

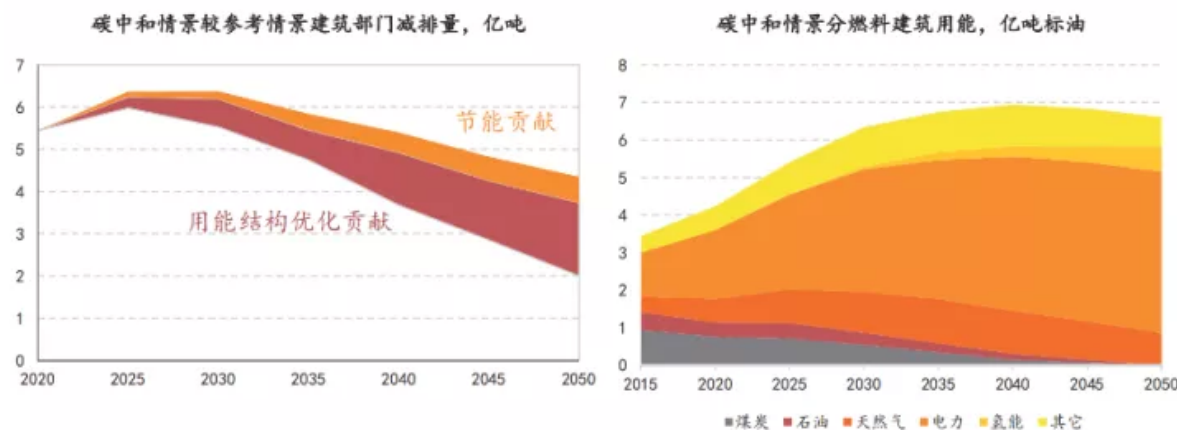
- 实现碳中和目标，需要工业部门及工业用能发生深刻变革，其中节能与用能结构优化将分别贡献碳减排（较参考情景）的40%和60%。
- 2035年前节能带来的减排贡献更大，约60%。抓住第四次工业革命机遇，提升单位能源附加值，大力发展集约循环经济，推广先进高效技术是重要手段。
- 2035年后，工业用能结构将加速脱碳，2050年化石能源直接消费比重仅35%，较2015年下降37.3个百分点，其中氢能在高温、冶金等难以脱碳领域中发挥重要作用。





## 建筑用能低碳转型中结构优化作用更加突出

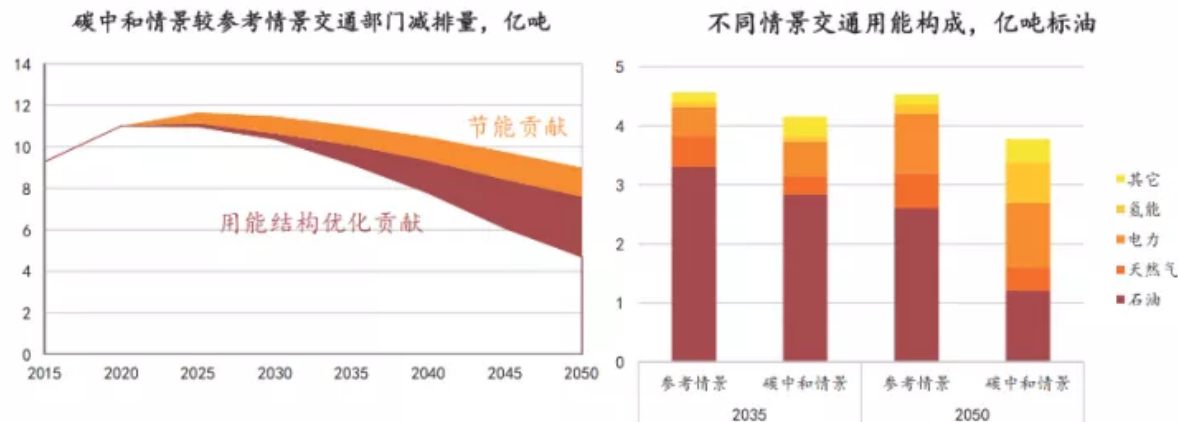
- 与参考情景比，碳中和情景下节能与用能结构优化将分别贡献建筑部门碳减排增量的27%和73%。建筑用能的单位碳排放将从2015年的1.7吨CO<sub>2</sub>/标油降至2050年的0.3吨CO<sub>2</sub>/标油，年均下降4.8%左右。
- 为适应数字化智能化发展趋势，建筑部门电气化水平更快提升，2050年达65%。太阳能、地热能、氢能等对取暖、热水脱碳发挥积极作用，2050年占比约22%。





## 交通用能多元化格局需加快形成

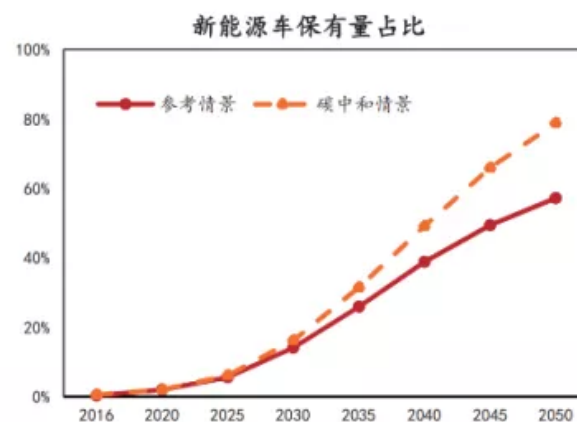
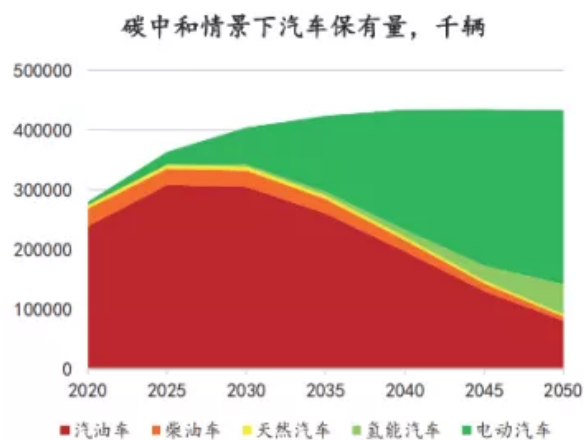
- ❶ 碳中和情景下，交通部门碳排放将在2025年前进入峰值平台期，而后快速下降，2050年降至4.8亿吨左右，2025-2050年间年均下降3.2%。
- ❷ 现代交通体系加快建设将推动交通用能于2025年前后达峰，较参考情景提前10年左右。交通体系的智能化、数字化、电动化、网联化和共享化将推进交通用能低碳化转型，交通用能“一油独大”局面被打破，多元化格局加快形成。





## 2040年前后新能源汽车将占据汽车保有量的半壁江山

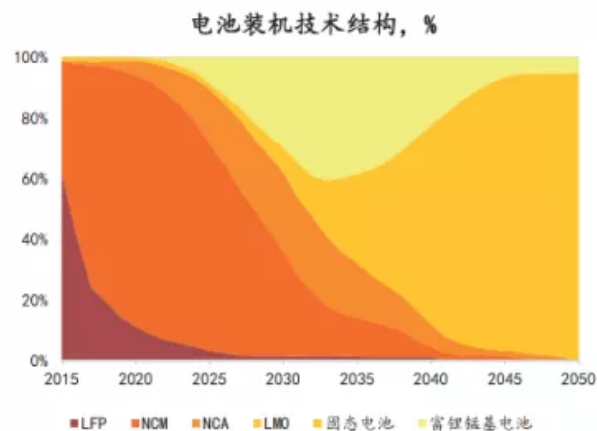
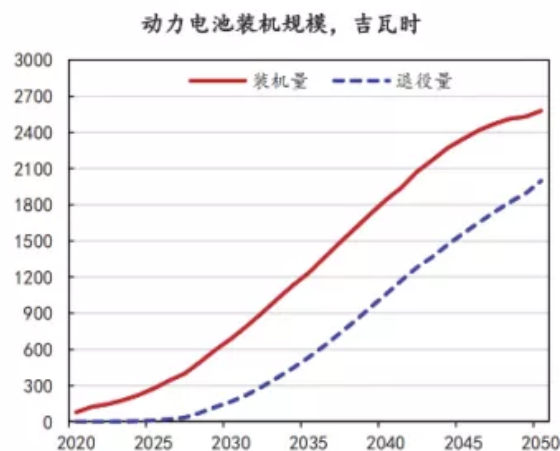
- 道路交通运输的减排很大程度上依赖于新能源汽车对传统燃油车的替代。碳中和情景下，新能源汽车占比快速提升，2035年突破30%，2040年约50%，2050年近80%。





## 车用动力电池装机规模持续扩大

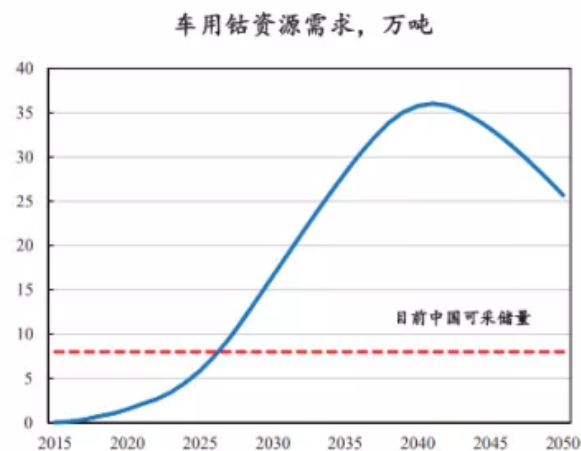
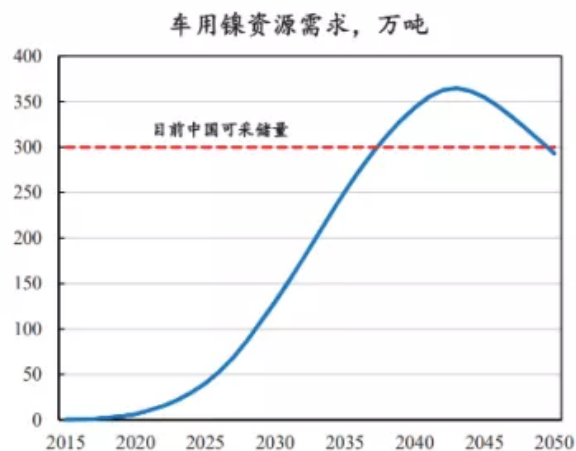
- 随着电动汽车的快速发展，2050年车用动力电池装机规模增至近2600吉瓦时。随着车辆报废和电池替换的增加，2030年之后动力电池开始大规模退役，2050年退役量达到2000吉瓦时左右。
- 从电池装机结构来看，2030年之前三元锂电池占主导，2035年之后富锂锰基和新型固态电池成为主流。





## 电动汽车的快速发展也将面临一定的资源约束

- 随着电动汽车快速发展，车用动力电池对镍、钴等矿产资源的需求相应快速提升。
- 考虑循环回收利用，中国电动汽车发展所需的钴和镍资源累计需求将分别于2025年和2035年左右超过国内资源可采储量。

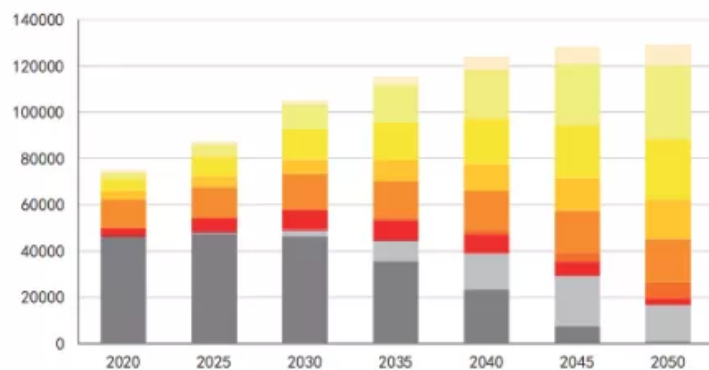




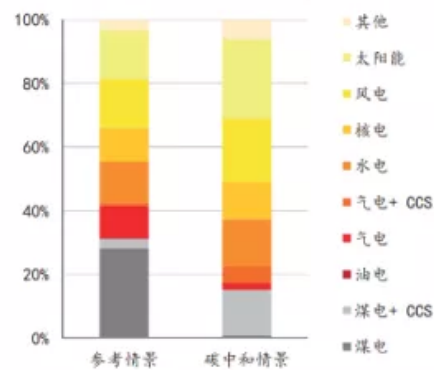
## 2050年电力部门基本实现净零排放

- ❶ 碳中和情景下，终端电气化水平快速提升，2050年达48.2%，较参考情景高7.8个百分点。相应地，用电量也更快增长，2050年达13万亿千瓦时。
- ❷ 可再生能源主要以电力载体被终端使用的特点决定了电力部门的低碳化将是整个能源变革的先导。2035年和2050年非化石能源发电占比将分别达53%和80%，较参考情景分别高8.6和22.2个百分点。
- ❸ 此外，2050年85%以上的煤电和气电将配备CCUS，电力部门基本实现净零排放。

碳中和情景发电量，亿千瓦时



不同情景2050年发电结构对比

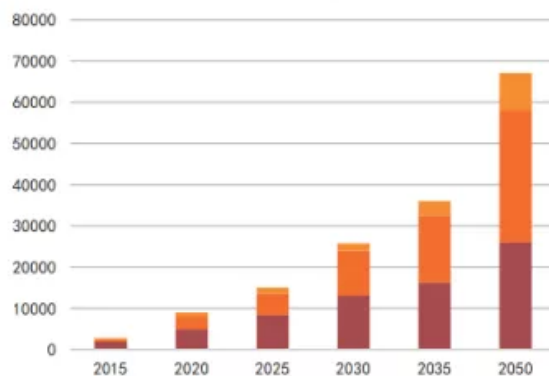




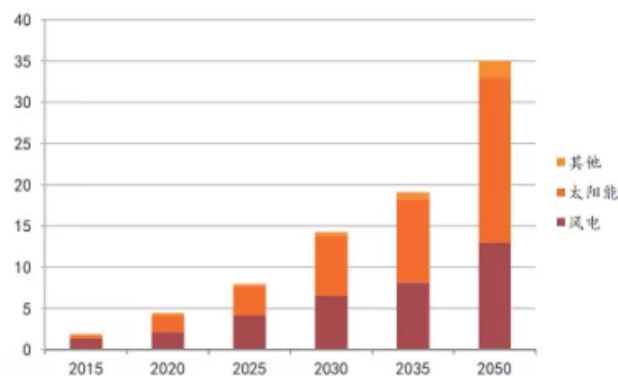
## 可再生能源发展进入快车道

- 规模化生产将进一步提升竞争力，促进新能源装机规模持续扩大，预计2035和2050年风、光等非水可再生能源装机将分别达19亿千瓦和35亿千瓦。
- 随着储能等技术不断进步、气电等灵活性电源比重不断提升、电力市场机制日益完善，非水可再生能源发电量将迅速增长，2050年达6.7万亿千瓦时，占发电总量的52%。

非水可再生发电量，亿千瓦时



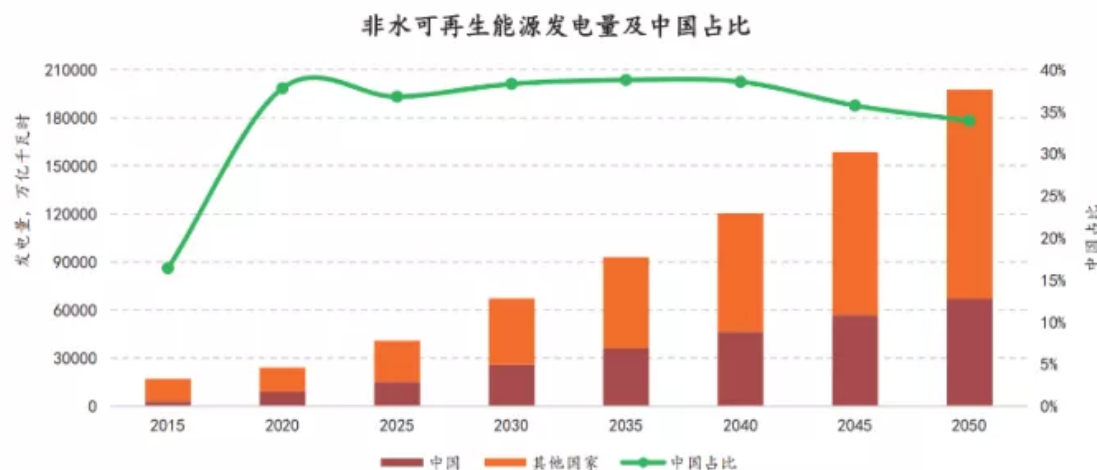
非水可再生能源装机，亿千瓦





## 中国可再生能源快速发展将助推世界能源转型升级

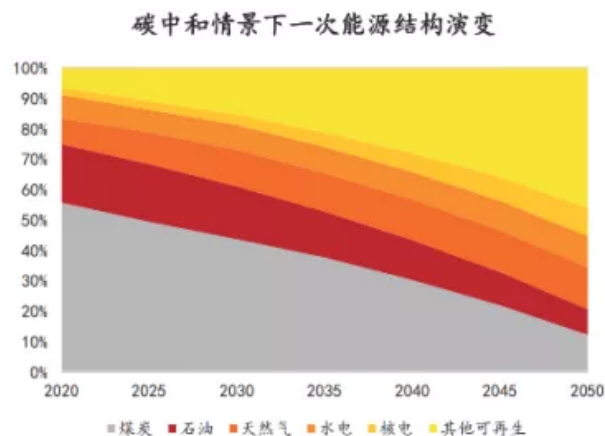
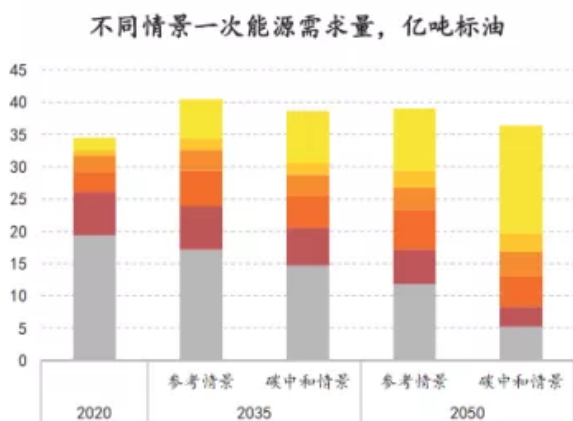
- 随着风能、太阳能等新能源技术的大规模应用，将进一步拉低新能源成本，创新应用场景，变革商业模式，助推世界能源低碳清洁转型。
- 在“一带一路”倡议的指引下，中国可与西亚、中东、南亚、非洲等风能、太阳能资源条件好的国家和地区进行新能源技术研发、装备制造、产能利用等领域的深度合作，不断提升世界可再生能源利用水平。





## 非化石能源占比将每年提升1.3个百分点

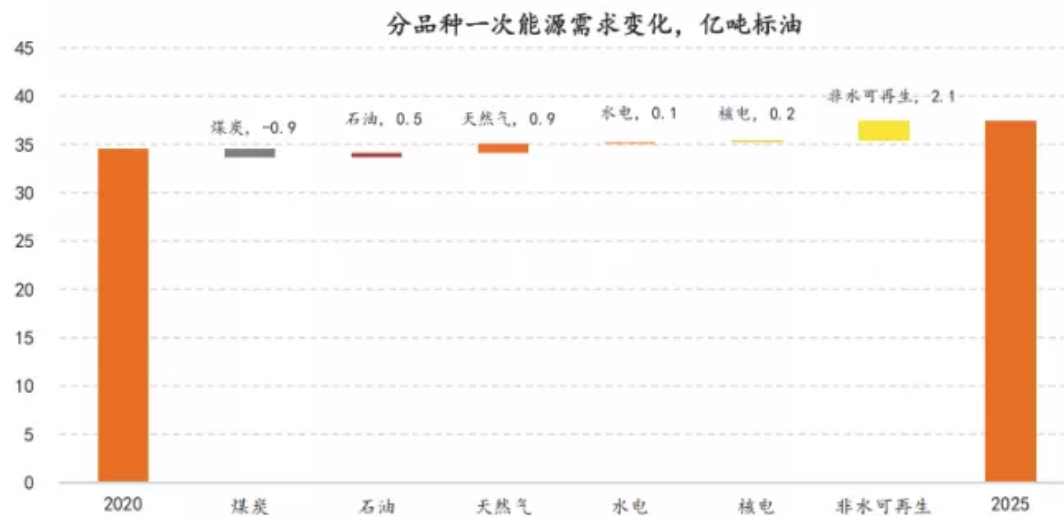
- 碳中和情景下，能源系统加快向低碳转变。2050年煤炭、石油、天然气、核电、水电和其他可再生能源的占比分别为12.2%、8.4%、13.9%、9.2%、10.2%和46.2%，届时非化石能源占比将达65.6%，较参考情景高25.4个百分点。
- 适应能源低碳转型需要，需不断推进新型能源基础设施建设，加快能源技术创新及数字化转型，创新能源市场机制、制度设计及政策引导。





## 2025年前清洁能源可满足全部一次能源需求增量

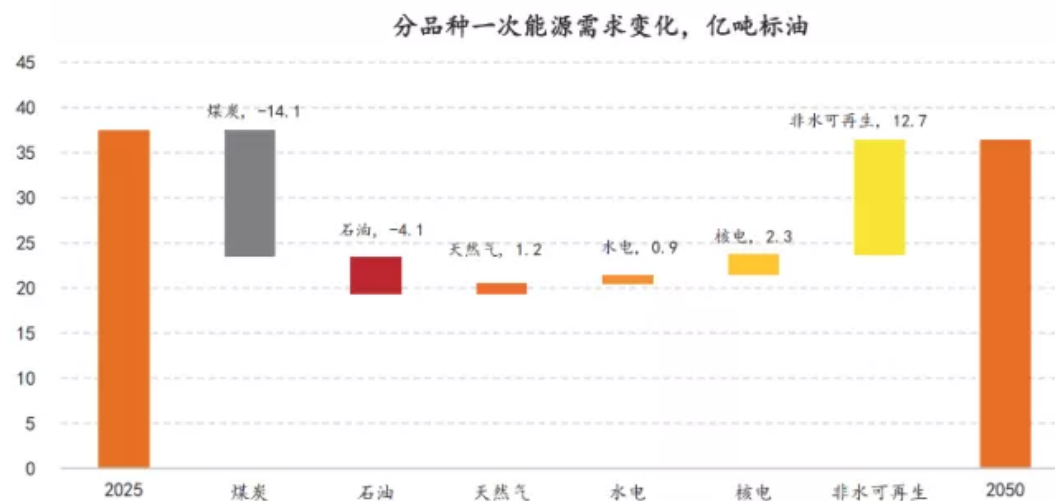
- 2025年前，中国能源发展呈现煤炭减量，石油放缓、清洁能源（天然气和非化石能源）快速增加的特征，清洁能源可满足全部一次能源需求增量。





## 2025年后清洁能源将对高碳能源形成规模替代

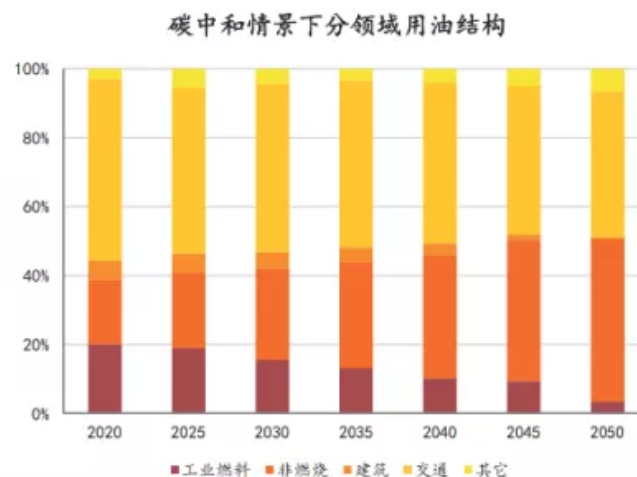
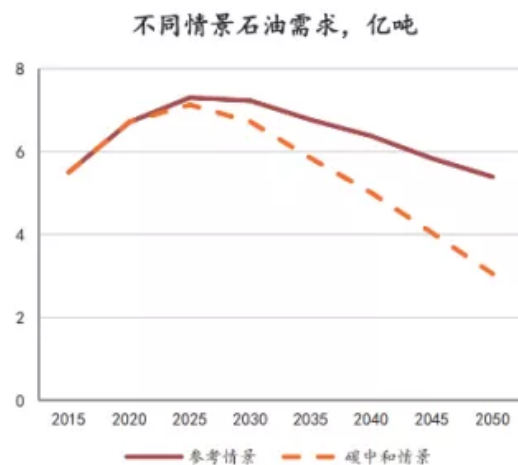
- 2025年后，清洁能源将更快发展，除满足新增用能需求外，对煤炭和石油在发电、工业燃烧、建筑和交通用能等领域形成较大规模替代。





## 石油为低碳转型提供重要物质基础

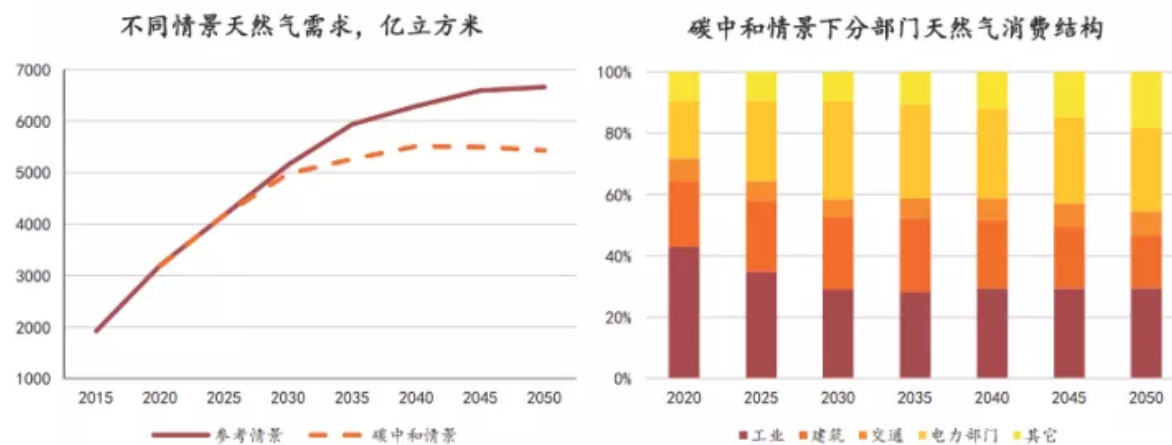
- 碳中和情景下，中国石油需求将在2025年前后进入峰值平台期，约7.3亿吨左右，之后较快下降，2050年降至3.1亿吨，年均下降3.4%。
- 石油作为重要的物质基础，在低碳社会中扮演重要角色，其作为原材料的比重在2050年将提升至47.5%。此外，石油在航空、水运等领域仍发挥一定作用。





## 天然气是低碳转型的现实选择

- ❶ 碳中和情景下，中国天然气需求将在2040年前后进入峰值平台期，约5500亿立方米，2020-2040年间年均增速2.8%左右。
- ❷ 天然气与其它能源载体转换灵活，是可再生能源规模化发展的必要支撑，是未来能源系统保持韧性、安全性和稳定性的关键。





## 煤炭需求快速下降

- ❶ 碳中和情景下，2025年后中国煤炭需求快速下降，2035年和2050年分别降至29亿吨和9亿吨。
- ❷ 该情景下，煤炭将几乎全部以集中式利用，并配备CCUS技术予以脱碳。

