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℃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℃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℃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℃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℃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℃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℃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℃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℃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%。

1



情景设定

情景设定

2020版世界能源展望聚焦全球产业链供应链重构，生产生活方式变革、数字化转型加快，各国加码应对全球气候变化目标等发展新趋势，设计了参考情景、加速智能互联情景和2℃温控情景。

参考情景下，2021年新冠肺炎疫情得到有效控制，生产生活逐步回归正常。各国更加重视能源及其产业链与供应链的安全，能源本土化发展趋势更为明显。同时，绿色循环经济成为经济复苏的重要抓手，推动能源总体朝着清洁、低碳转型。

加速智能互联情景下，生产、生活方式发生颠覆性变革，重新定义交通、家居、工业与物流等传统产业，全要素生产率更高；能源系统加快向智能化、数字化、网联化转型升级，能源生产、消费各环节更优化高效。

2℃温控情景下，各国为实现《巴黎气候协定》提出的2℃温控目标，不断提升自主减排贡献力度，大力发展节能循环经济，加大碳税、碳配额总量控制等政策实施力度，推动低碳技术创新及更大规模应用。

情景设定对比

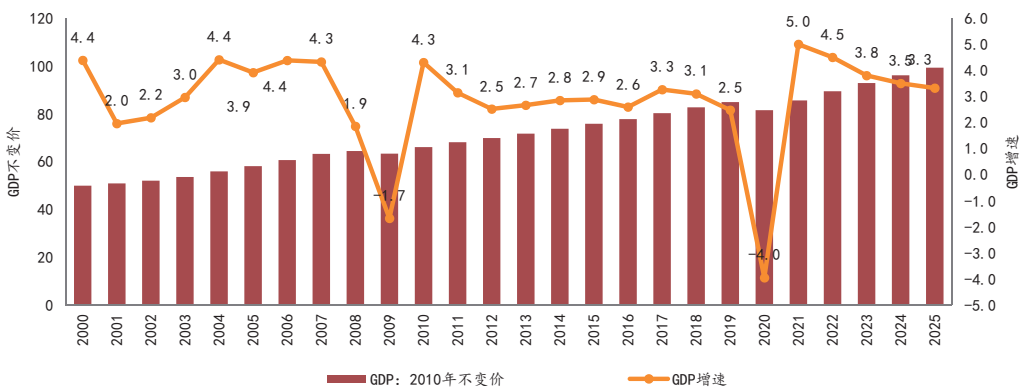
不同情景关键参数设计如下：

情景名称	参考情景	加速智能互联情景	2℃温控情景
经济社会	经济年均增长2.6%；人口年均增长0.8%	经济更快增长，年均增长2.8%；人口增长放缓，年均增长0.5%	与参考情景一致
能源效率	车辆燃油经济性年均提高1.5%左右；煤电发电效率年均增长0.3%左右；2050年工业部门等用能技术效率较目前提高25%左右。	车辆燃油经济性年均提高2%左右；煤电发电效率年均增长0.5%左右；2050年工业部门等用能技术效率较目前提高35%左右。	节能技术取得重大进展，车辆燃油经济性年均提高3%以上；2050年工业部门等用能技术效率较目前提高50%以上。
技术发展	可再生能源发电成本下降幅度逐步放缓；储能技术在2025年左右具备竞争力；电动汽车与燃料电池车分别于2025年和2035年前具备经济性。	智能化技术突破带动可再生能源发电成本更快降低；大规模储能技术取得重大突破；燃料电池车成本2035年前与传统车辆相当。	CCUS技术大规模商业化应用；可再生能源发电成本竞争力大幅提高；大规模储能技术取得重大突破；燃料电池车成本2030年前后与传统车辆相当。
碳排放约束			实现2℃温控目标

世界经济2021年逐步恢复到疫情前水平

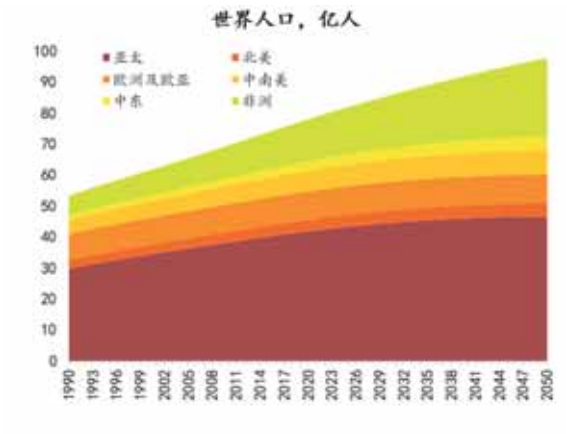
- 新冠疫情是近百年来世界最严重的公共卫生事件，全球范围的停工、停产与封锁导致世界经济陷入衰退，预计2020年下降4%。
- 疫情后经济恢复速度取决于各国公共卫生应对效力和政府经济刺激政策效力。参考情景下，2021年疫苗研制成功并大范围应用，将刺激世界经济反弹，当年经济增长预计超过5%，恢复到疫情前水平。

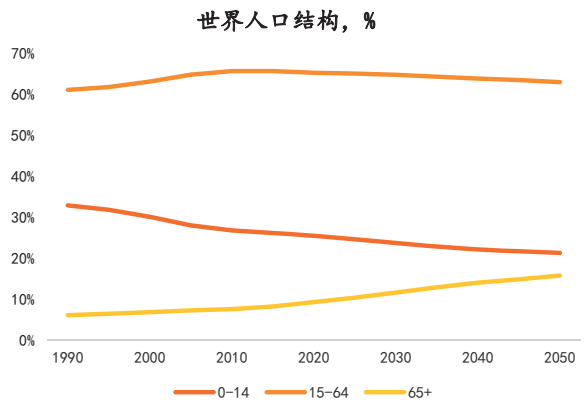
2025年前世界经济总量及增速，万亿美元



世界人口持续增长，非洲和亚太是主要增长地区

- 世界人口将稳步增长，2050年达97.4亿，较2015年增长31.9%，2015-2050年年均增长0.8%。
- 2050年，世界劳动力人口（15-64岁）占比63.0%，较2015年下降2.5个百分点。
- 非洲与亚太地区分别增长13.3亿人和6.5亿人，合计贡献世界新增人口的83.9%。

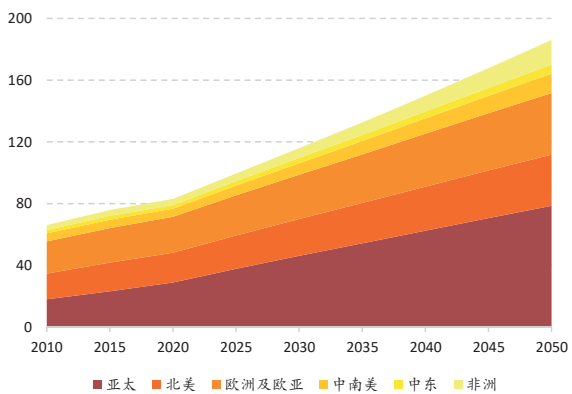




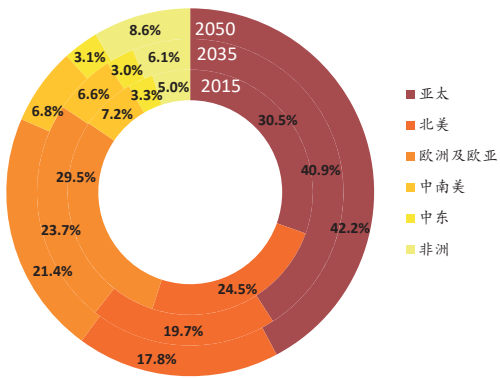
世界经济西降东升趋势明显

- 2050年，世界经济总量将达到186万亿美元，2016-2050年年均增长2.6%。
- 亚太地区占比持续上升，从2015年的30.5%上升到2050年的42.2%。
- 北美占比将从24.5%下降到17.8%，欧洲及欧亚占比将从29.5%下降到21.4%。

世界分地区GDP，万亿美元



世界分地区经济结构变化



2



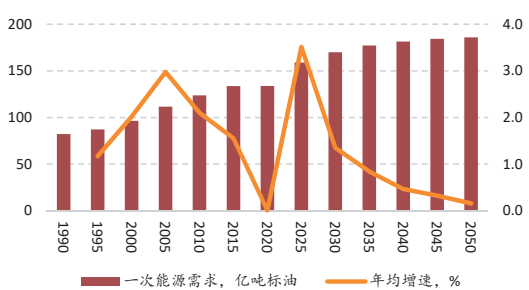
一次能源

参 考 情 景

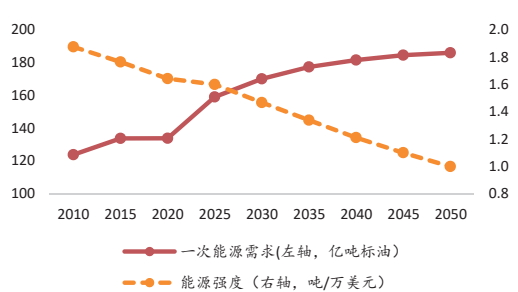
疫情导致短期能源需求波动明显，中长期稳步增长

- 新冠疫情影响下，2020年世界一次能源需求下降6%左右，降至2015年水平。受各国强刺激政策、高耗能产品需求增加、节能减排政策放松、新基建超前布局等影响，世界能源需求将较快恢复。
- 长期看，世界经济和人口增长推动能源需求持续增长，2050年达185.8亿吨标油，展望期内年均增长0.95%。
- 能源强度稳步下降，从2015年的1.8吨标油/万美元下降到2050年1.0吨标油/万美元，年均下降1.6%。

世界一次能源需求量及年均增速



一次能源需求和能源强度变化比较

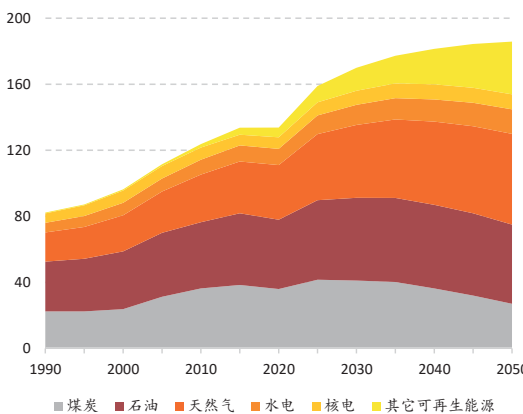


清洁能源满足世界能源需求增量并替代高碳能源

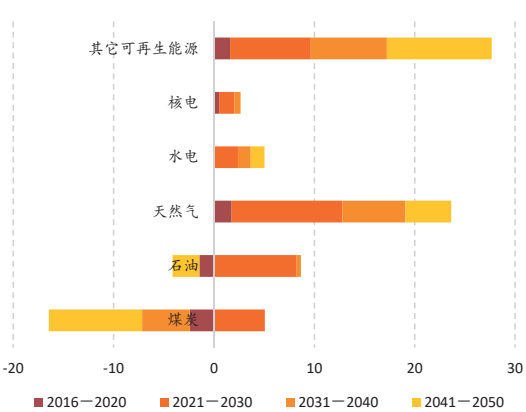
参考情景

- 为应对新冠疫情带来的负面影响，各国把绿色产业作为经济复苏的重要抓手，促进新能源和可再生能源更快发展。2050年前，非化石能源和天然气等清洁能源需求增长59亿吨标油，高于52亿吨标油的一次能源需求总增量。

分品种一次能源需求，亿吨标油

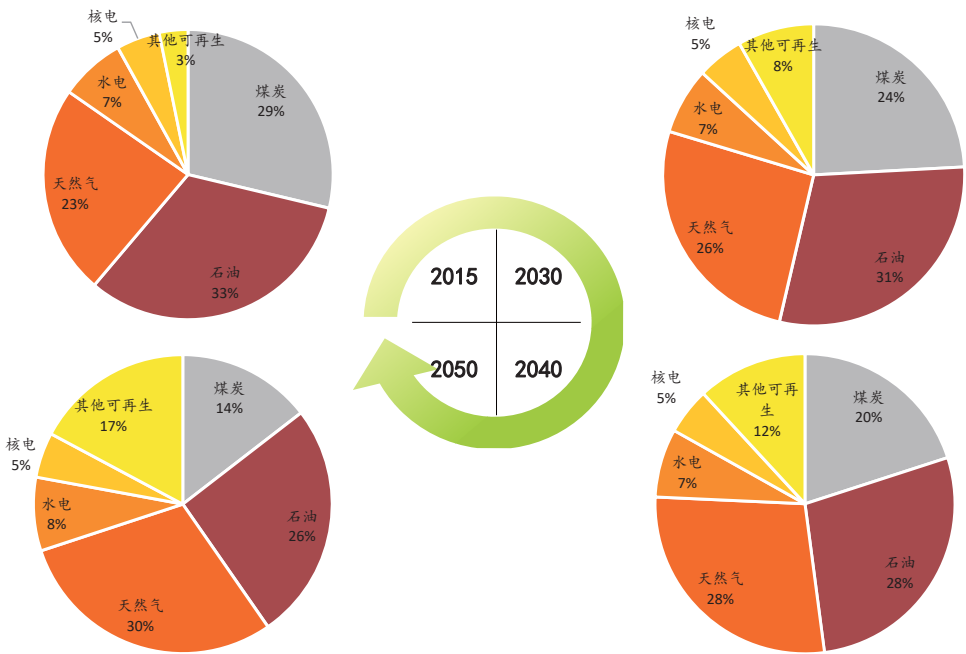


分品种一次能源需求变化，亿吨标油



非化石能源占比提高一倍

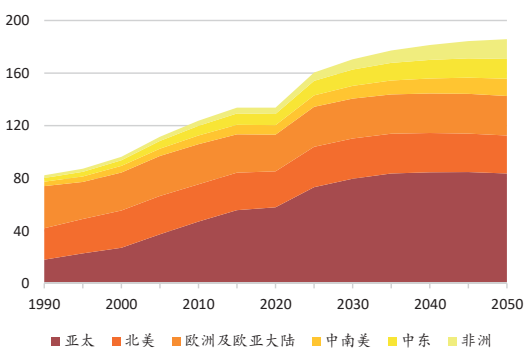
- 展望期内，非化石能源占比将从15%上升到30%；天然气占比从23%上升到30%，超过石油成为第一大能源。



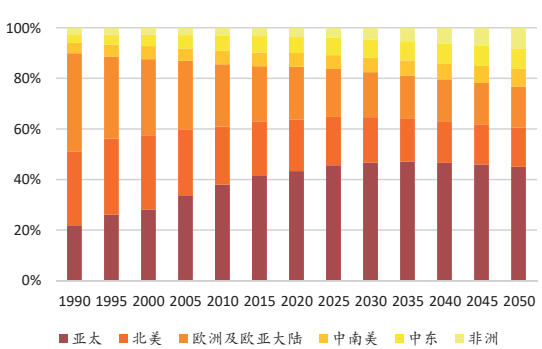
亚太主导世界能源需求增长前半程，非洲主导后半程

- 世界能源需求增长呈梯级接替。发达国家已完成工业化，随着能效进一步提升，能源需求将逐步下降。发展中国家人口持续增长，且中等收入群体不断增大，能源需求保持增长。
- 当前到2035年，亚太地区一次能源需求增长27.9亿吨标油，占同期世界一次能源需求总增量的64%。2035—2050年，非洲一次能源需求增长5.7亿吨标油，占同期世界一次能源需求总增量的66%。

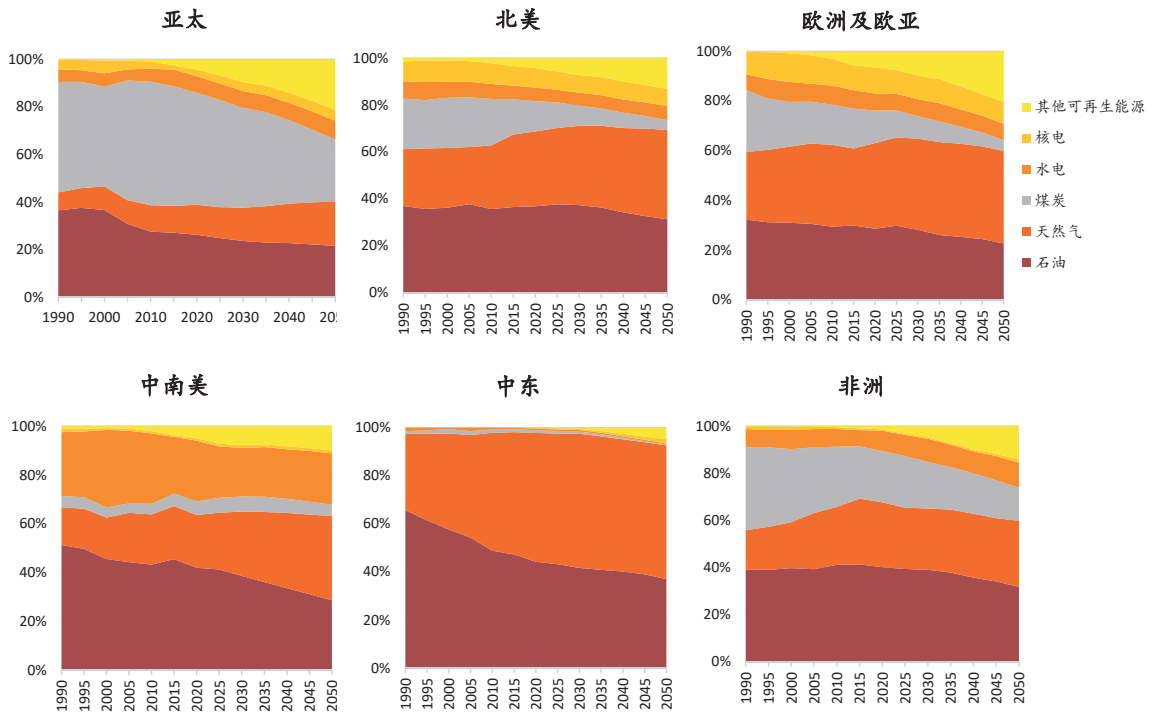
分地区一次能源需求，亿吨标油



分地区一次能源需求占比，%

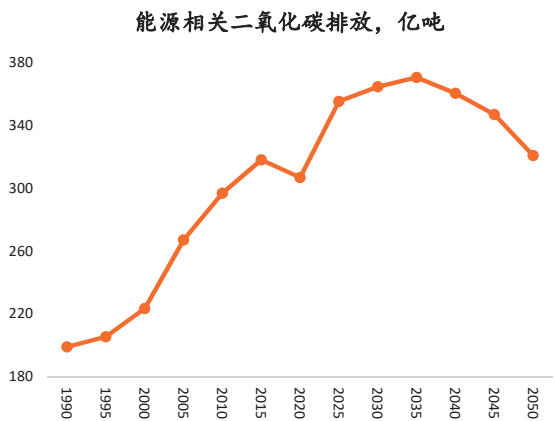


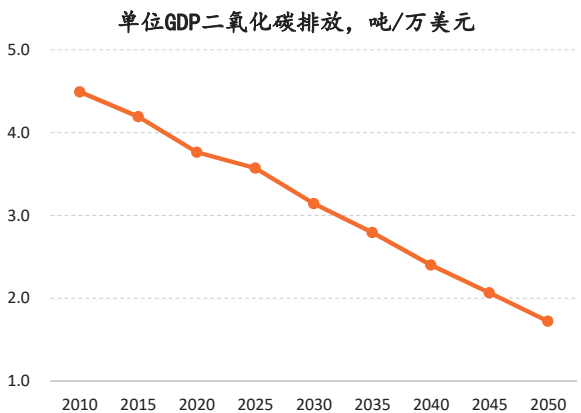
各地区能源发展阶段不同但能源转型方向一致



全球能源相关碳排放预计2035年前后达峰

- 能效及非化石能源占比提升，推动单位GDP碳排放持续下降，展望期内年均下降2.5%。
- 能源相关二氧化碳排放在2035年前后达峰，总量约370亿吨；2035年后，碳排放逐步回落，2050年降至320亿吨左右。





3



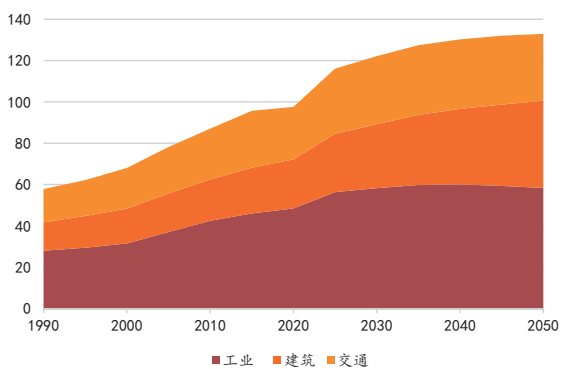
终端部门用能

参 考 情 景

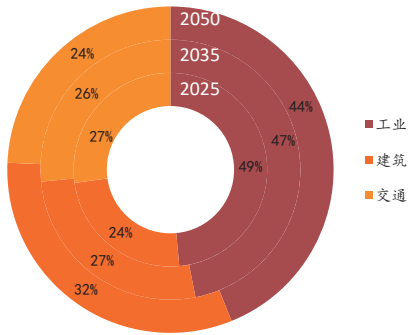
生活服务需求引领终端用能增长

- 新冠疫情导致2020年终端用能下降，其中交通部门降幅最为明显，跌至2013年水平。
- 长期看，随着发展中国家工业化进程推进，终端用能需求将稳步增长，2050年达133亿吨标油，较2015年增长39%。
- 新冠疫情推动生产生活方式智能化、数字化、网联化、共享化加快发展，提升建筑部门用能需求。建筑用能贡献终端用能增量的54%。

终端能源需求（电热当量法），亿吨标油



分部门终端用能结构变化

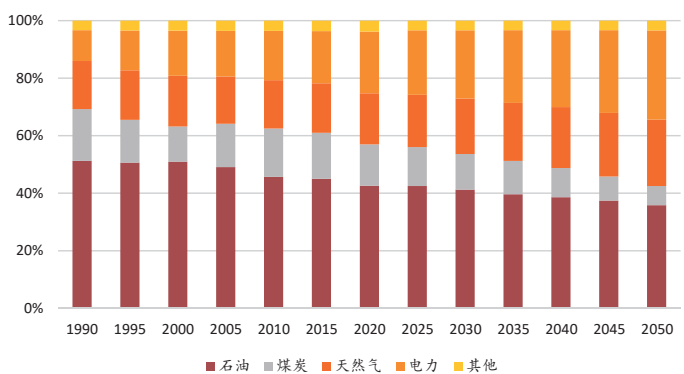


注：建筑用能指居民和商业部门用能

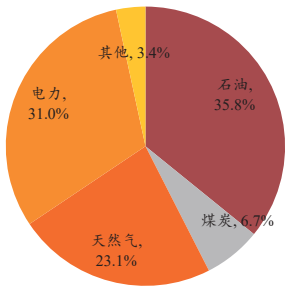
终端用能电气化水平将超过30%

- 中等收入人口规模不断扩大、经济数字化转型加快，以及新能源汽车、共享经济等新技术新模式广泛推广，将不断提升终端用能清洁低碳水平。
- 2050年，电力和天然气占比分别增至31%和23.1%，而煤炭和石油占比下降到6.7%和35.8%。

分燃料终端用能需求结构



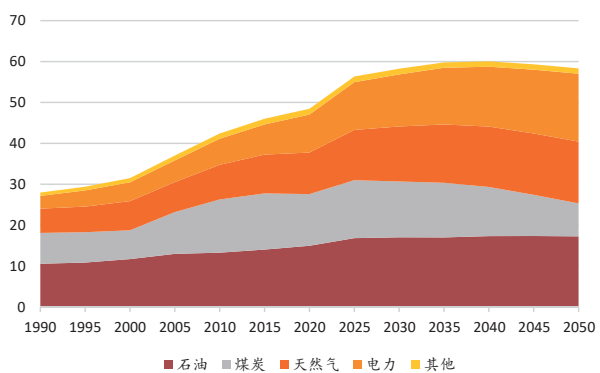
2050年终端用能结构



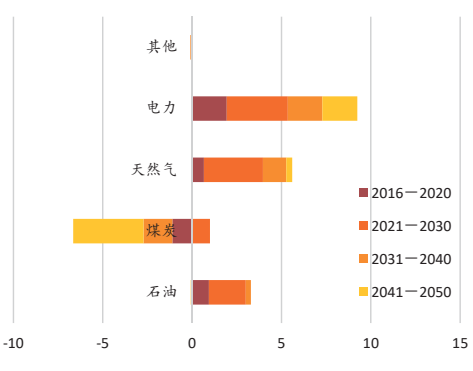
工业用能仍有较大增长空间

- 受全球产业链重构，发展中国家快速发展（其工业能效相对较低），展望期工业用能将增长12.3亿吨标油，2050年达58.3亿吨标油。
- 工业数字化、物联化和智能化快速演进，推动工业部门电气化程度持续提高，2050年电力占工业部门用能比重达28.5%。

工业部门用能需求，亿吨标油



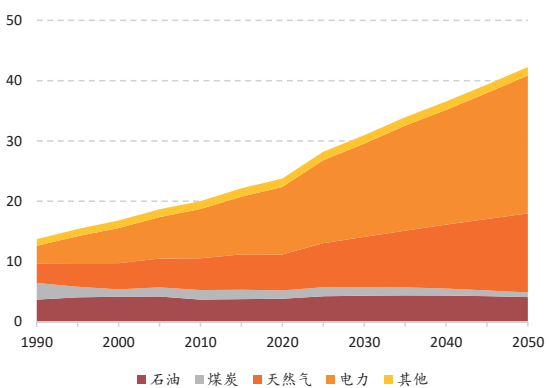
工业部门用能需求变化，亿吨标油



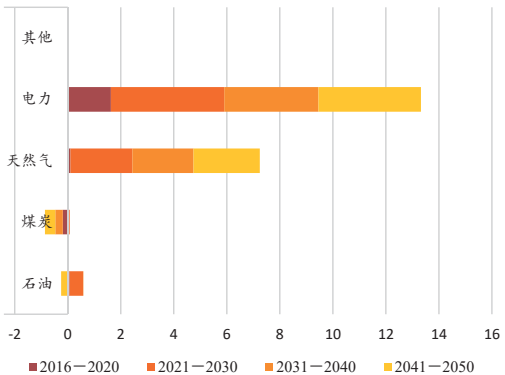
生活水平提升与模式转变推动建筑用能持续增长

- 人均收入水平提升，叠加疫情下生活消费习惯向线上转移和宅经济的兴起将推动建筑用能快速增长，2050年达42.3亿吨标油，较2015年增长90.1%。
- 建筑用能对能源的清洁化要求更高。展望期内，电力和天然气将分别贡献建筑用能增量的66%和36%。

建筑部门用能需求，亿吨标油



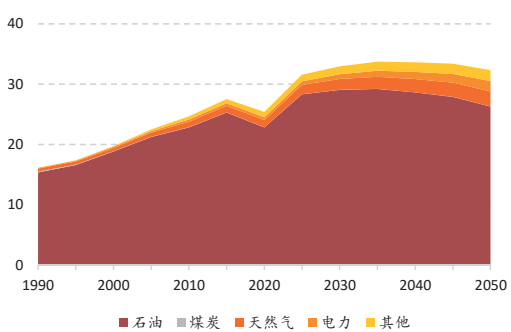
建筑部门用能需求变化，亿吨标油



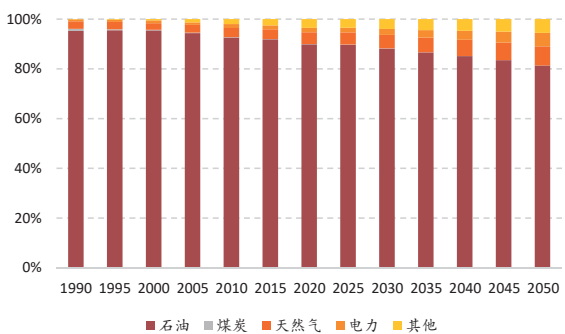
线上经济等新模式加快发展将推动交通用能达峰时间提前

- 受数字化、线上化等新模式影响，交通用能增速将放缓，预计2035年前后达33.7亿吨标油，之后保持相对稳定。
- 交通体系现代化转型升级及替代能源技术的快速发展，促进交通用能结构优化，油品占比从2015年的91.9%降至2050年的81.3%。

交通部门用能需求，亿吨标油



交通部门用能结构，%



4

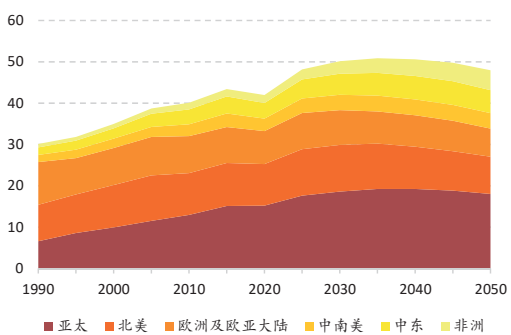
石油

参考情景

疫情改变石油需求增长轨迹

- 疫情对石油需求冲击明显，2020年世界石油需求同比下降8%左右，降至2013年水平，预计2022年恢复至疫情前水平。
- 长期看，疫情加快生产生活方式转变，减少交通用能需求，使得石油需求增速减缓、峰值下降。预计世界石油需求2035年前后达峰，约50.9亿吨，2050年降至47.9亿吨。
- 亚太与非洲地区成为石油需求增长的主要地区，展望期分别贡献增量的64.5%和66%。

分地区石油需求，亿吨



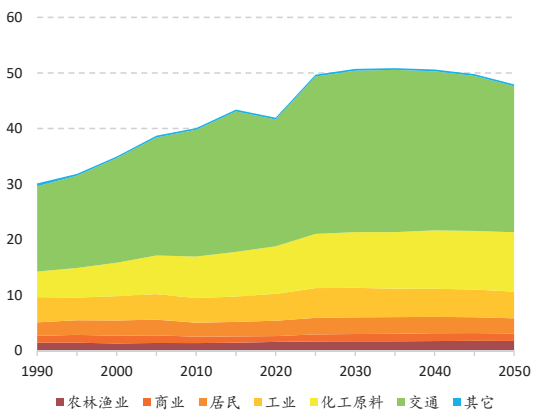
2015-2050年石油需求变化，亿吨



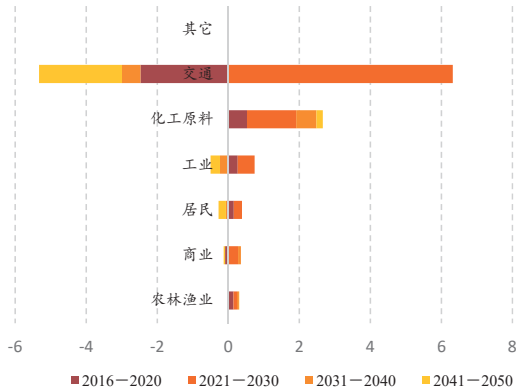
石油需求结构加速转变

- 发展中国家经济发展带动化工用油需求不断增长，更兼交通用油增速放缓，使得石油的原料属性更加凸显。
- 展望期内化工用油贡献石油需求总增量的58.7%。

分行业石油需求，亿吨



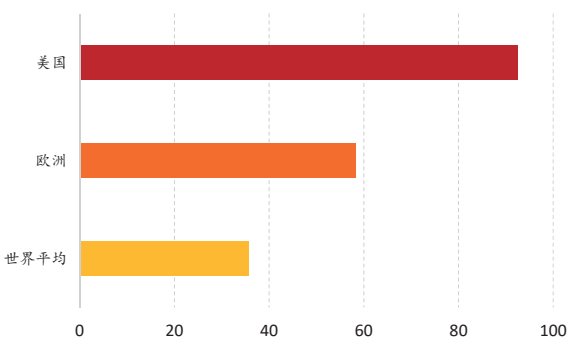
分行业石油需求变化，亿吨



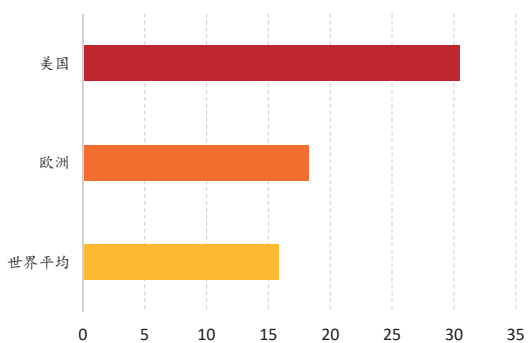
化工用油有较大增长空间

- 化工产品作为现代社会生活的基础原料，下游产品应用于生活的方方面面。
- 与发达国家相比，发展中国家人均基础化工原料消费水平总体较低。随着发展中国家经济的不断发展，化工用油将较快增长。

烯烃人均年消费量，千克/人

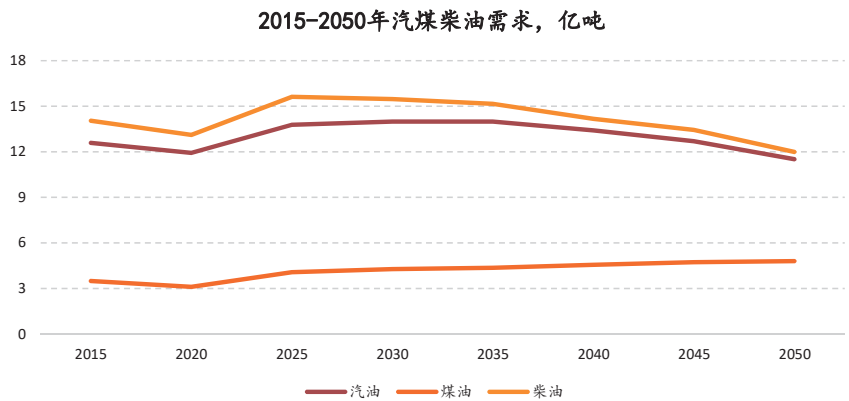


芳烃人均年消费量，千克/人



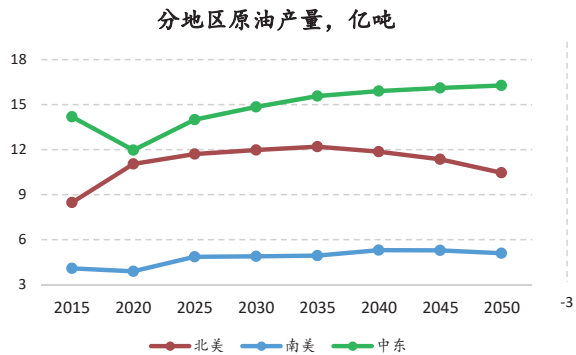
柴油、汽油需求渐次达峰

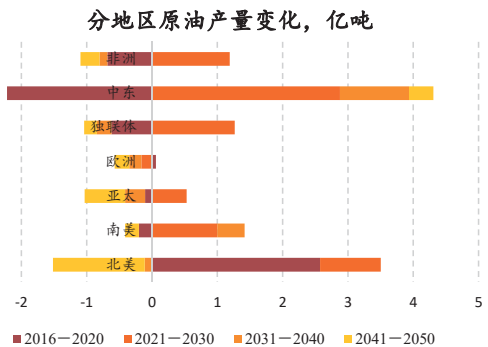
- 各国加大经济刺激政策，中短期利好柴油需求，但也导致柴油需求提前释放，后期柴油需求增速将明显回落，预计2025年达峰。
- 疫情过后，汽油需求将较快恢复，但受出行意愿较疫情前有所减弱、替代能源发展加快等影响，预计2030年达峰。
- 短期内，航煤需求遭受严重冲击，预计2023年恢复至潜在水平，之后稳步增长。



中期内世界原油生产重心西移，长期中东地区占比提升

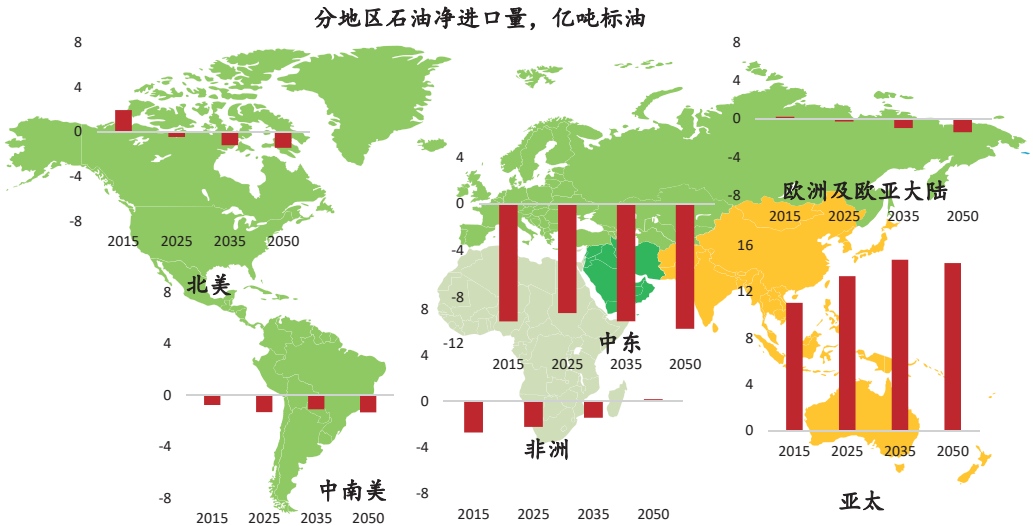
- 2030年前，受资源基础好、技术进步快、出口设施完善等因素影响，北美主导世界原油产量增长，贡献世界增量的54.4%。
- 2030年后，中东低成本资源优势凸显，将成为原油产量增长的主要来源，2030-2050年增长1.43亿吨，而同期世界原油产量降低2亿吨。
- 南美原油产量增长空间较大，预计贡献2050年前世界增量的22.9%。





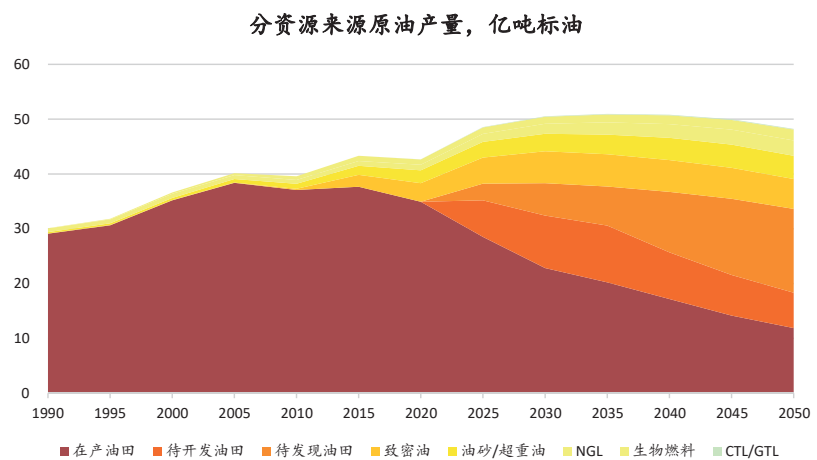
2035年前亚太地区石油进口规模将持续扩大

- 2025年，亚太地区成为世界唯一石油净进口地区，净进口量达14.7亿吨，较2015年增长33.7%。
- 长期看，亚太地区石油供需矛盾仍十分突出，2035年前石油净进口规模持续扩大，进口来源集中在中东（占比在70%左右）。



保障长期原油供应仍需加大勘探开发力度

- 原油开采递减特性决定了长期原油产量仍严重依赖新资源的勘探开发。
- 2050年世界原油产量中来自待发现油田的比重为31.7%；已建成油田原油产量下降到11.9亿吨，年均下降3.2%。
- 2050年前，NGL以及油砂/超重油产量持续增长，年均增速分别达3.4%和2.7%。



5

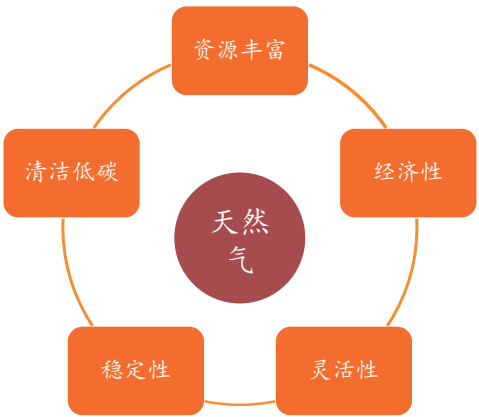


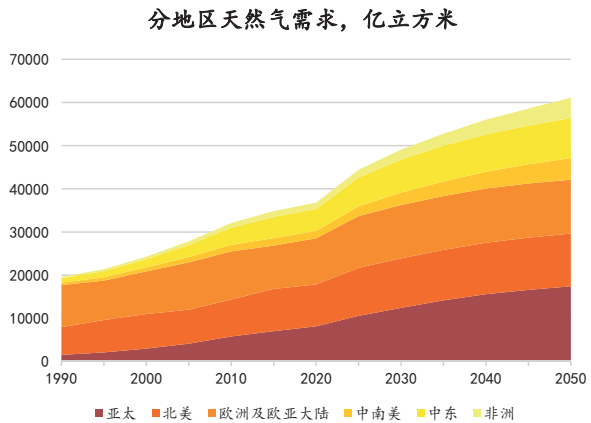
天然气

参考情景

亚太地区拉动世界天然气需求稳步增长

- 天然气具有资源丰富、清洁低碳，兼具稳定性、灵活性和经济性特征，展望期内需求稳步增长，2050年达6.1万亿立方米，增长76.7%，是增幅最大的化石能源。
- 主要得益于气代煤，亚太地区天然气需求将较快增长，展望期内贡献世界需求增量的40%。

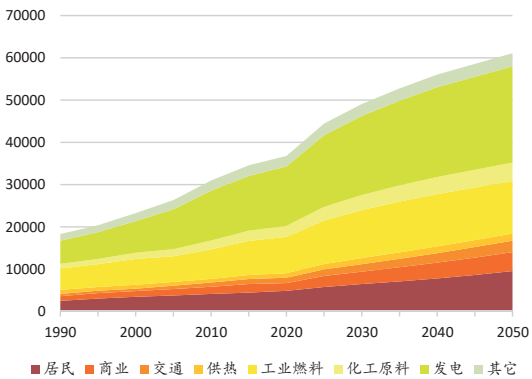




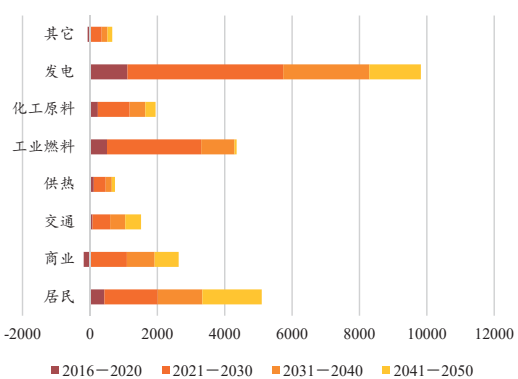
发电和居民用气是天然气需求增长的主要动力

- 天然气在各行业均有较大增长潜力。其中，因电力需求快速增长、天然气与可再生能源融合发展，电力用气增幅明显，展望期将从1.3万亿立方米上升到2.3万亿立方米，占天然气需求总增量的37%。居民用气也将持续增长，贡献需求增长的19.2%。

分行业天然气需求，亿立方米



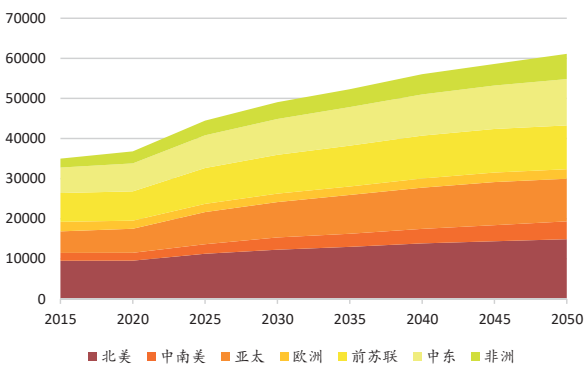
分行业天然气需求变化，亿立方米



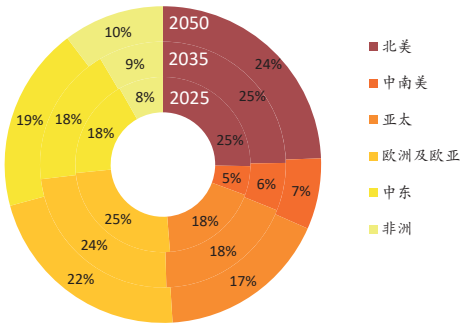
天然气资源分布相对均匀，供应更为多元

- 天然气资源分布相对均匀，未来各地区产量均有所增加，其中北美、亚太和中东产量增幅较大。2050年，北美、中东、独联体和亚太地区天然气产量占比分别为24%、19%、18%和17%。

分地区天然气产量，亿立方米

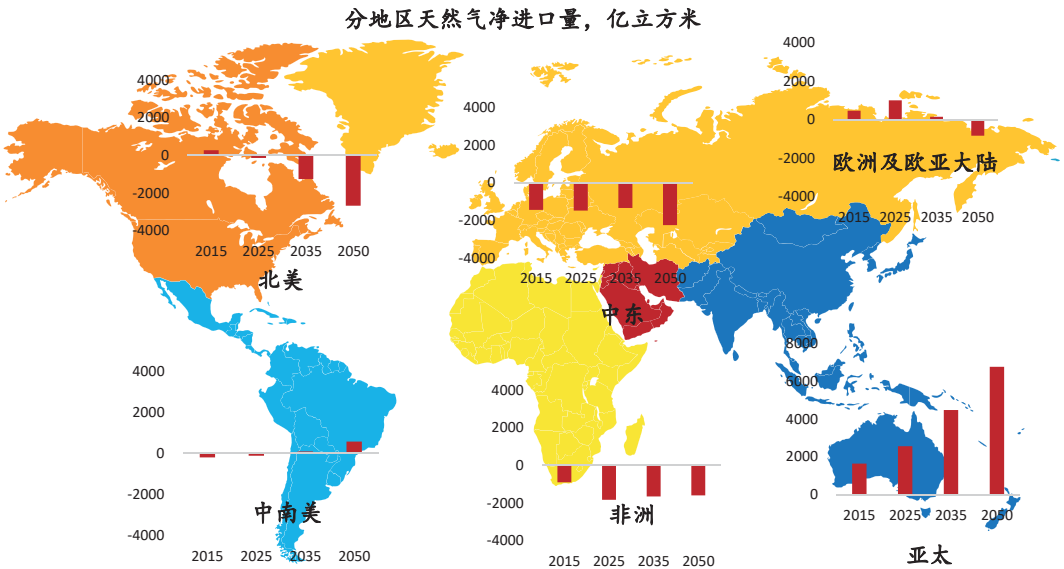


世界天然气产量结构变化



天然气需求与净进口增长主要集中在亚太地区

- 亚太地区需求增幅明显大于产量增幅，进口规模持续扩大，2050年近7000亿立方米，占全球天然气净进口量的90%以上，其中36%来自北美、31%来自中东、22%来自非洲、11%来自欧洲及欧亚大陆。
- 亚太地区进口量的扩大，将拉动天然气跨洋贸易更加活跃，促进世界LNG市场发展。



6

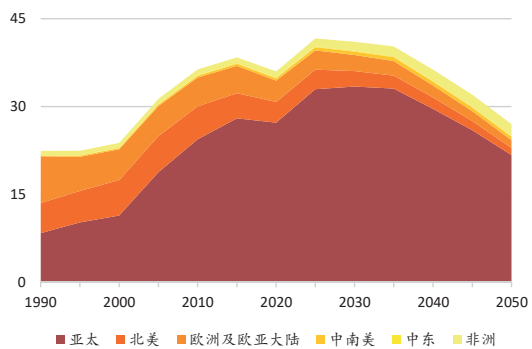
煤炭

参 考 情 景

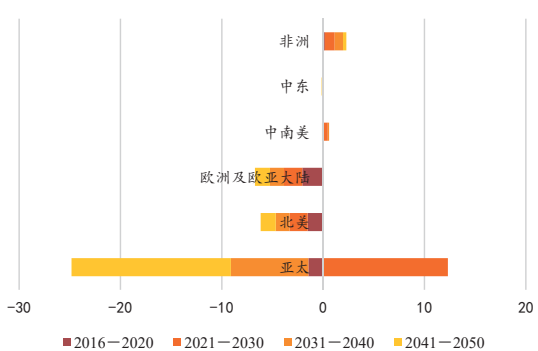
中短期煤炭需求有所反弹，长期下降趋势不变

- 资源禀赋及发展阶段决定了亚太地区始终是世界煤炭需求中心，占世界煤炭需求的比重长期维持在80%以上。
- 短期内，亚洲发展中国家为提振经济，保障产业链供应链安全，加大煤炭等本地能源资源利用力度，拉动世界煤炭需求增长，2025年达到83亿吨，较2019年增加6.5亿吨。长期看，能源转型大背景下，替代煤炭加快，2050年降至54亿吨。

分地区煤炭需求，亿吨标油



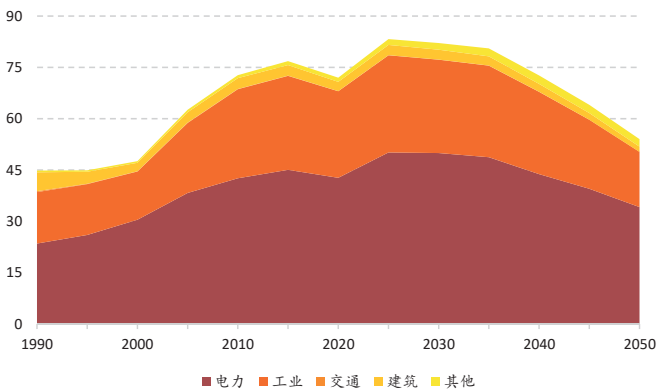
分地区煤炭需求量变化，亿吨标油



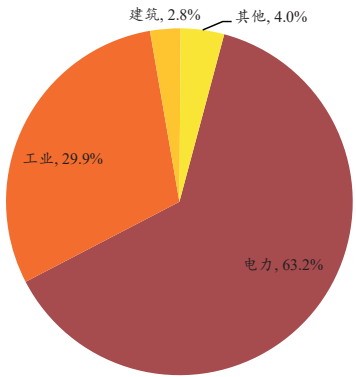
发电用煤主导煤炭需求走势

- 分行业看，发电用煤决定了煤炭需求的总体走势。电力需求的增加以及能源本土化趋势有利于电煤增长，使得世界电煤需求在2035年前保持较高水平。
- 在能源转型大趋势下，煤炭的清洁化和高效化利用摆在更为凸显的位置。电煤作为清洁高效利用的主要方面，占煤炭需求比重将保持增长，展望期从58.6%增至63.2%。

分行业煤炭需求，亿吨



2050年煤炭需求结构



7

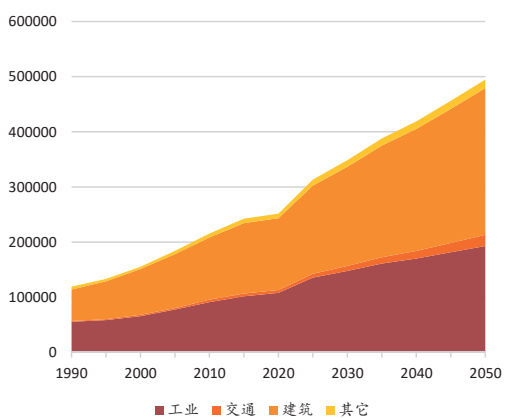
电力

参 考 情 景

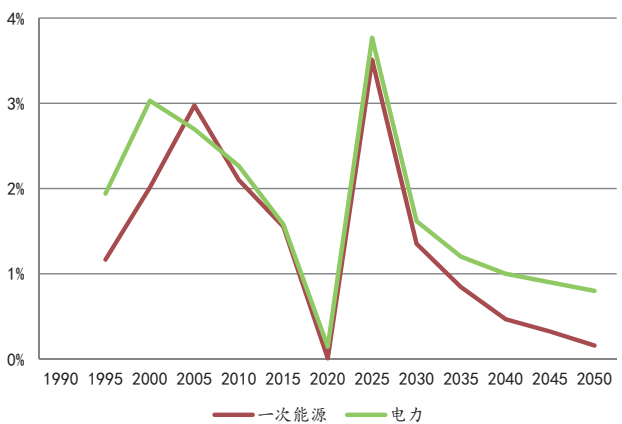
世界电力需求保持较快增长，为一次能源需求增速的2.2倍

- 终端电气化水平提高、数字化转型加快等推动电力需求持续快速增长。2050年，世界电力需求达到49.5万亿千瓦时，展望期内年均增长2.1%，是一次能源需求增速的2.2倍。

分部门电力需求，亿千瓦时



一次能源与电力需求增速



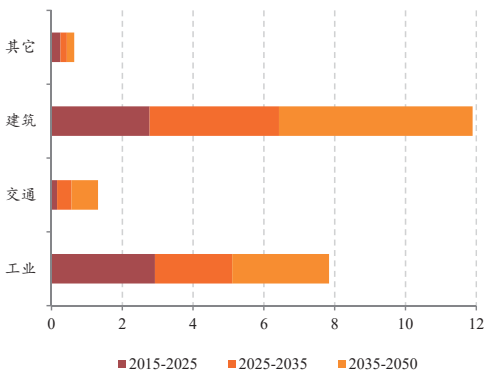
建筑部门贡献电力需求总增量的一半以上

- 分部门看，建筑部门是电力需求增长最主要部门，贡献电力需求总增量的54.8%，占比从2015年的52.7%上升到2050年的54.8%。
- 工业部门贡献电力需求总增量的36.1%，占比从2015年42%下降到2050年36%。
- 交通部门电力需求基数小，年均增速最快，达4.1%。

分部门电力需求结构



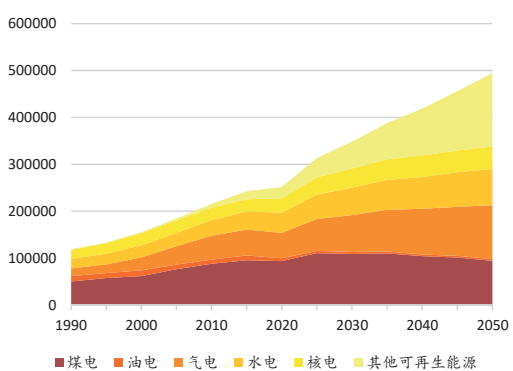
终端部门电力需求变化，万亿千瓦时



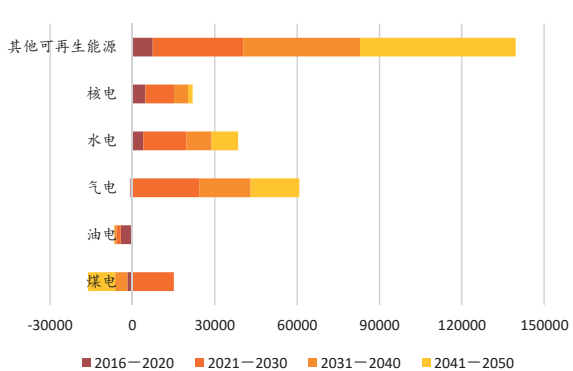
2050年清洁能源发电占比达80%

- 得益于技术进步、以及对本地化资源开发重视，展望期内风、光等非水可再生能源发电将持续快速增长，贡献新增发电的55.4%，2050年占比达31.7%。
- 水电、核电和天然气发电也将保持较快增长。2050年，非化石能源和天然气发电占总发电量的比重将达80.3%。

分燃料发电量，亿千瓦时



分燃料发电量变化，亿千瓦时





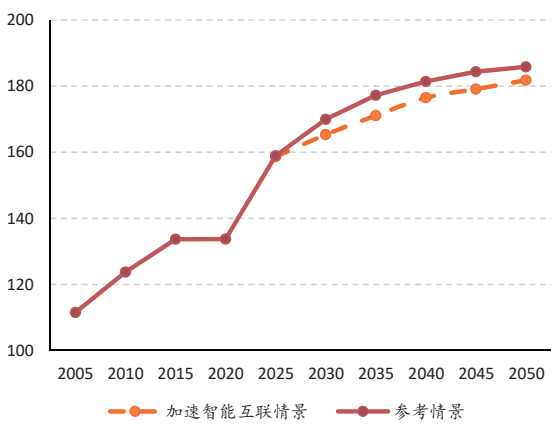
加速智能互联情景

加速智能互联情景

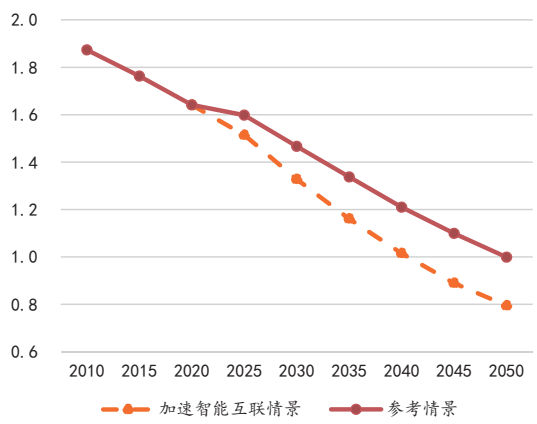
能源强度大幅下降

- 加速智能互联情景下，2050年世界一次能源需求较参考情景减少2.2%。
- 能源生产、消费各环节更优化、精准，能效水平改善明显，2050年能源强度较参考情景下降20.4%，即以较少的能源消费支撑了更快的经济增长。

不同情景下一次能源需求，亿吨标油

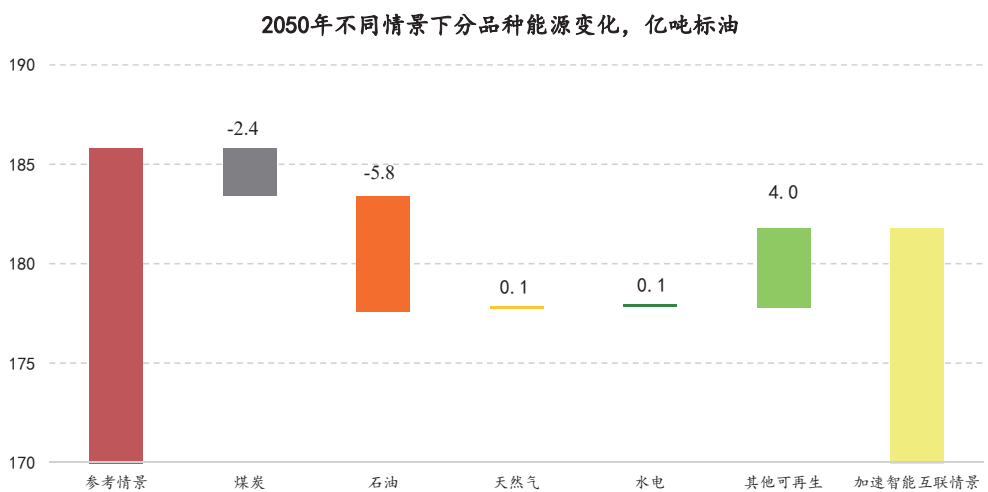


不同情景能源强度比较，吨标油/万美元



化石能源需求减少，非水可再生能源需求提升

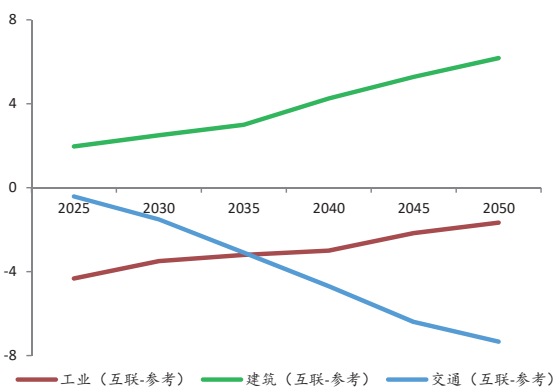
- 生产生活方式的变革将减少出行需求，叠加智能出行、电力替代等，石油需求下降较明显，2050年较参考情景减少12.2%。
- 非水可再生能源发展加快，2050年较参考情景增加12.6%。



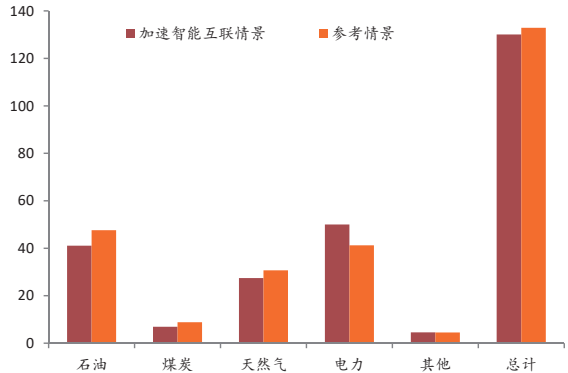
终端用能向生活消费侧转移更加明显，电气化率进一步提升

- 加速智能互联情景下，居家智能化、居家办公一体化，家用设备大规模普及应用将提升建筑部门用能需求，2050年较参考情景增加14.6%。
- 交通部门用能需求将明显下降，2050年较参考情景减少22.7%。
- 终端用能电气化率进一步提升，2050年达38.5%，较参考情景上升7.5个百分点。

不同情景分部门终端用能差额变化，亿吨标油



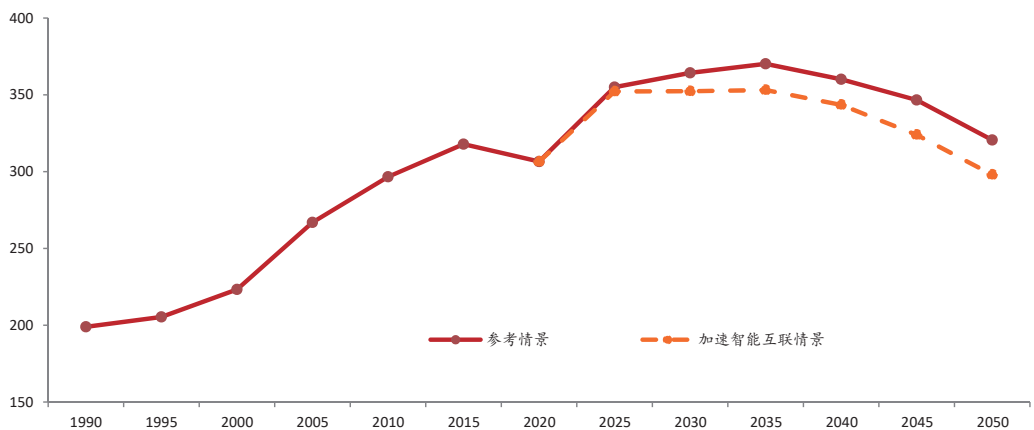
2050年不同情景终端用能比较，亿吨标油



能源相关碳排放更早达峰

- 加速智能互联情景下，能源需求总量减少，能源转型加快，能源碳排放将于2030年前后进入峰值平台期，之后稳步下降，2050年约298亿吨，较参考情景下降7%，但与两度温升控制目标仍有差距。

不同情景能源相关二氧化碳排放比较，亿吨



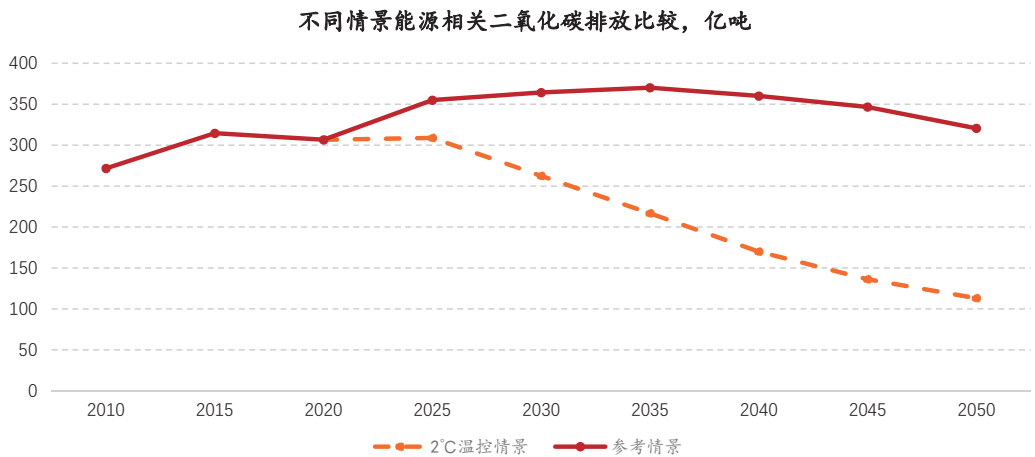
9

2℃温控情景

2℃温控情景

能源相关碳排放2025年达峰

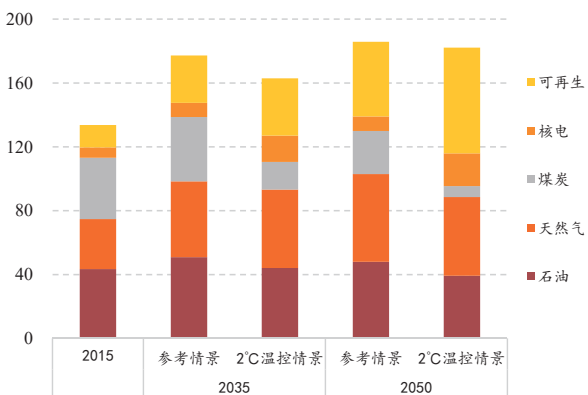
- 各国通过实施更严格的碳税、碳配额总量控制等方式，大力提高能效水平，加快非化石能源发展，优化化石能源结构，能源相关碳排放于2025年前后达峰，之后快速下降，2050年降至113亿吨，较峰值水平下降63%。



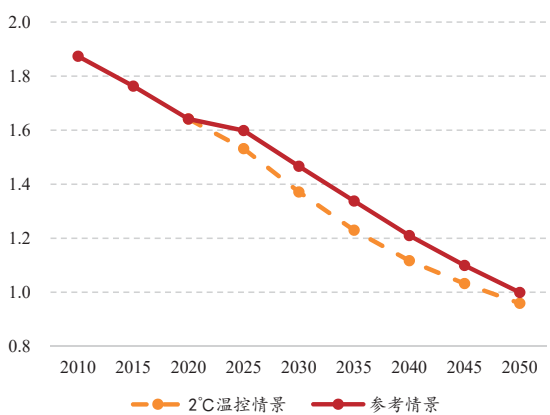
实现2℃温控目标需更高的能源效率

- 2℃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%。

不同情景一次能源需求，亿吨标油



不同情景能源强度比较，吨标油/万美元

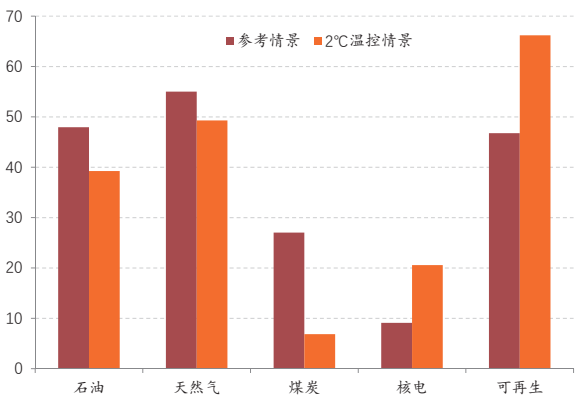


注：本报告中采用发电煤耗法将可再生能源折算为一次能源需求

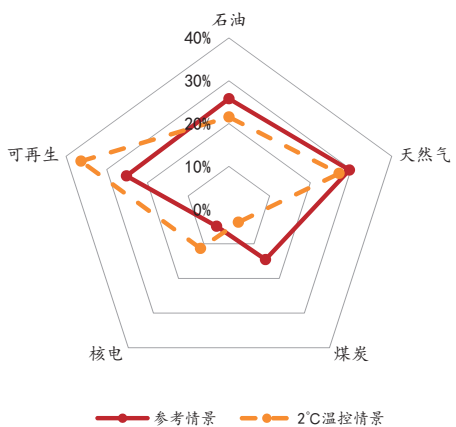
实现2℃温控目标需要大幅提高非化石能源比重

- 2℃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



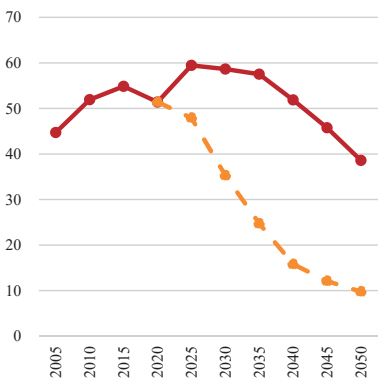
2050年不同情景一次能源结构



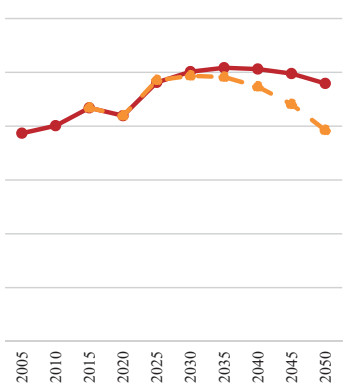
实现2℃温控目标需化石能源更早达峰

- 2℃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。

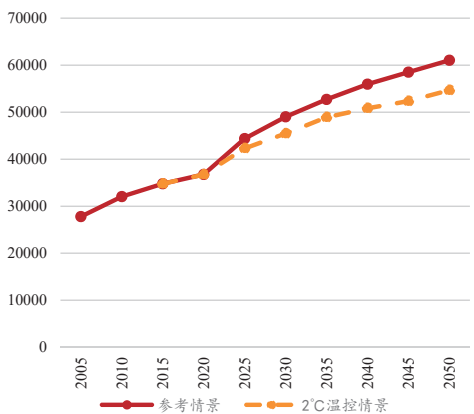
不同情景煤炭需求比较，亿吨



不同情景石油需求比较，亿吨

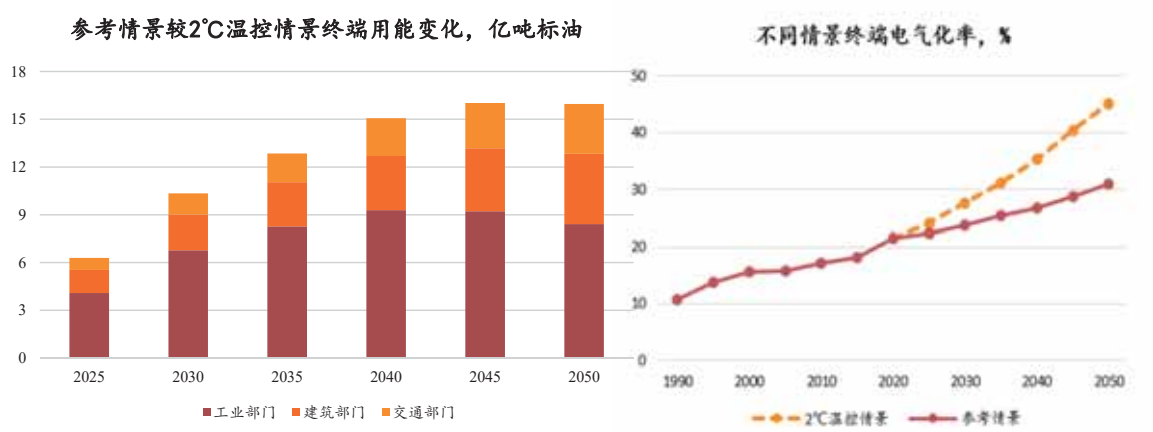


不同情景天然气需求比较，亿立方米



实现2℃温控目标需不断提升终端电气化水平

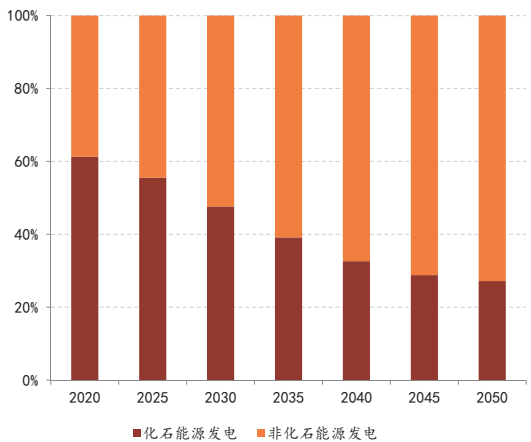
- 2℃温控情景下，终端用能需求较参考情景更低，2050年低12%；其中工业部门降幅最大，2050年减少14.4%，建筑部门降幅超10%，交通部门近10%。
- 终端部门电气化水平明显提升，2050年达到45.1%，较参考情景高14.1个百分点。



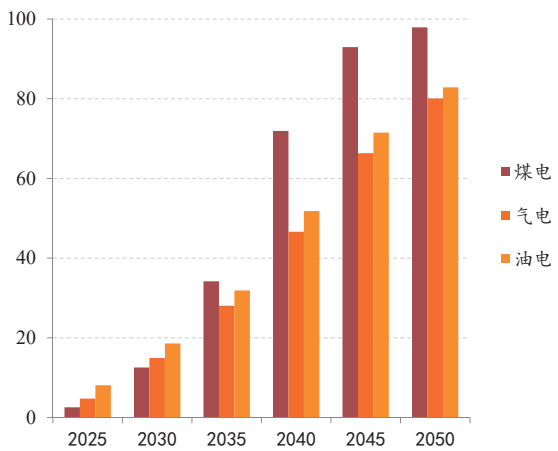
实现2℃温控目标需尽早实现电力部门零排放

- 2℃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℃温控情景下发电结构变化

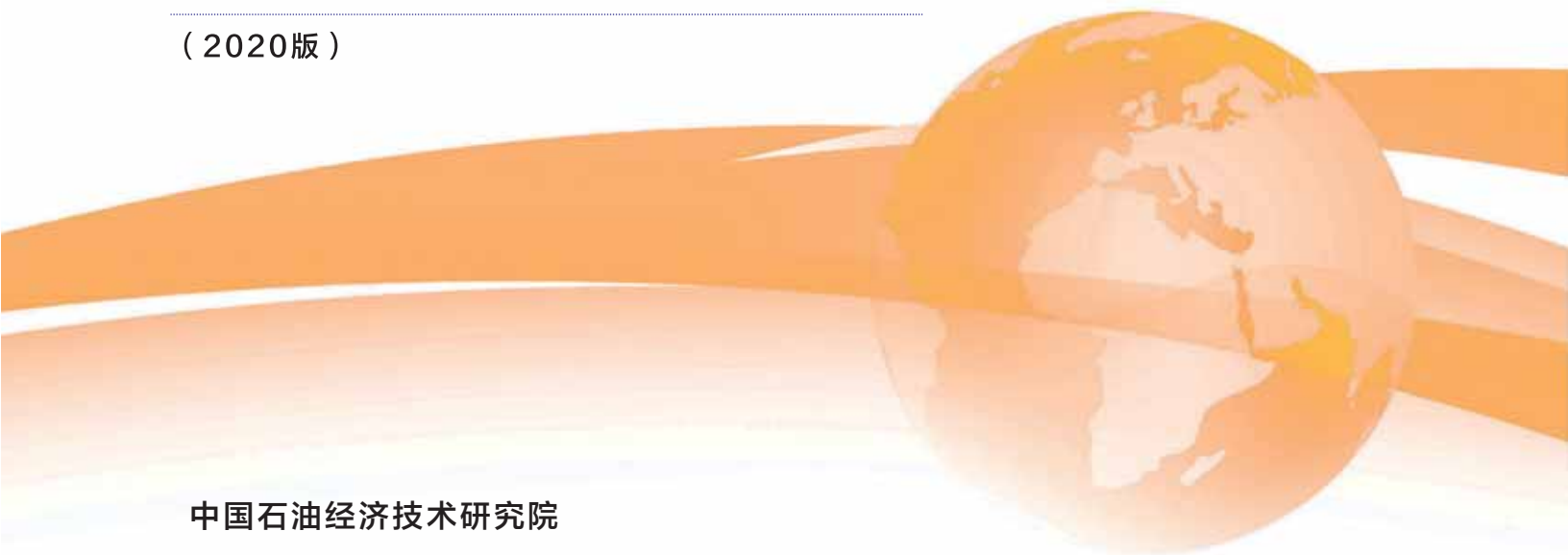


应用CCUS技术的化石能源发电比例，%



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。





情景设定

2020版报告基于中国能源发展进入“好不好”新阶段、适应“双循环”新格局、落实“创新、协调、绿色、开放、共享”新理念以及2060年前实现“碳中和”新目标，设计了参考情景、氢能社会情景以及碳中和情景。

参考情景下，能源相关技术按照当前趋势不断进步，新能源成本竞争力不断增强，能源技术与数字化技术不断融合，促进能源体系朝着清洁低碳、安全高效、智能多元、便利经济的方向发展。

氢能社会情景下，中国加大氢能发展基础设施与科研投入力度，持续完善产供储运销贸体系，推动终端用氢成本快速下降，2035年前后氢能具备大规模商业化应用条件，2050年前氢能成为交通、工业、建筑等领域的重要能源品种。

碳中和情景下，以2030年前碳排放达峰、2060年碳中和目标为约束，经济加快高质量发展步伐，绿色生产生活方式加快形成，非化石能源大规模应用，CCUS等脱碳技术全面进入商业化。

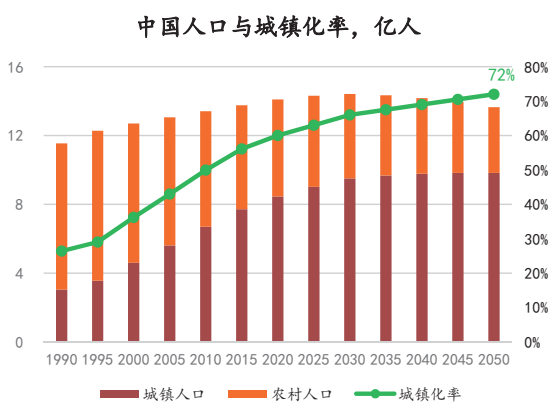
情景设定对比

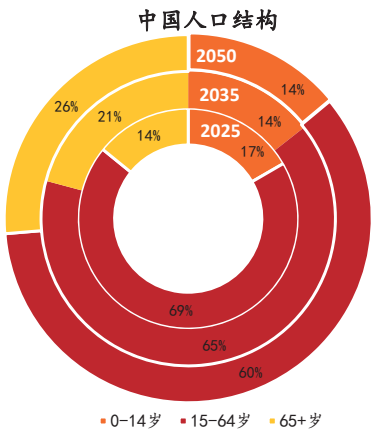
不同情景关键参数设计如下：

情景名称	参考情景	氢能社会情景	碳中和情景
经济社会	经济保持较快增长，2050年前年均增长4.1%；人口在2030年前达峰，2050年降至13.6亿人		
能源效率	工业部门能效年均提升1.25%；交通部门主要技术能效年均提升1.5%；建筑部门能效年均提升1%；火电发电效率年均增长0.5%左右。	工业部门能效年均提升1.5%；交通部门主要技术能效年均提升2%；建筑部门能效年均提升1%。	工业部门能效年均提升1.5%；交通部门主要技术能效年均提升2%；建筑部门能效年均提升1.5%；火电发电效率年均增长0.6%左右。
技术发展	风、光等可再生能源技术成本降幅收窄；储能技术在2030年后快速发展；电动汽车与燃料电池车在2025年与2035年前具有竞争性。	绿氢成本快速下降，2050年降至7元/千克；用氢成本快速下降，2050年较当前水平下降60%左右。	CCUS技术大规模商业化应用；风光等可再生能源竞争力不断增强；储能技术在2025年后大规模应用；燃料电池车在2030年前具有竞争性
碳排放约束			2060年前实现碳中和目标

城镇化率持续提升，消费潜力持续释放

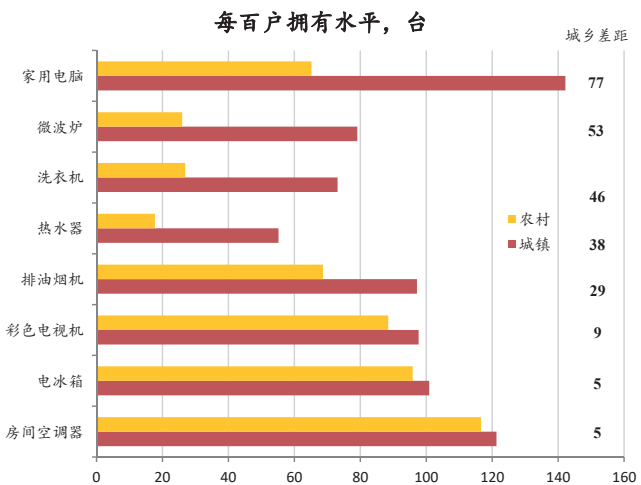
- 中国人口在2025-2030年间达峰，峰值为14.3亿，此后缓慢下降。人均寿命提高及出生率下降使得老龄化加速，2050年65岁以上人口占比升至26%。
- “双循环”新发展格局下，中等收入群体规模将稳步扩大，大中小城市和小城镇协调发展，以人为核心的新型城镇化稳步推进，2050年城镇化率达72%，城镇人口接近10亿人。

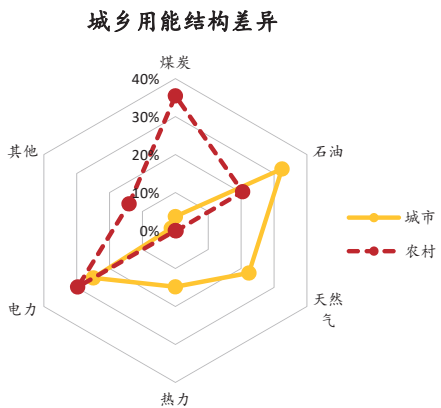




城镇化将带动生活用能增长，促进能源结构优化

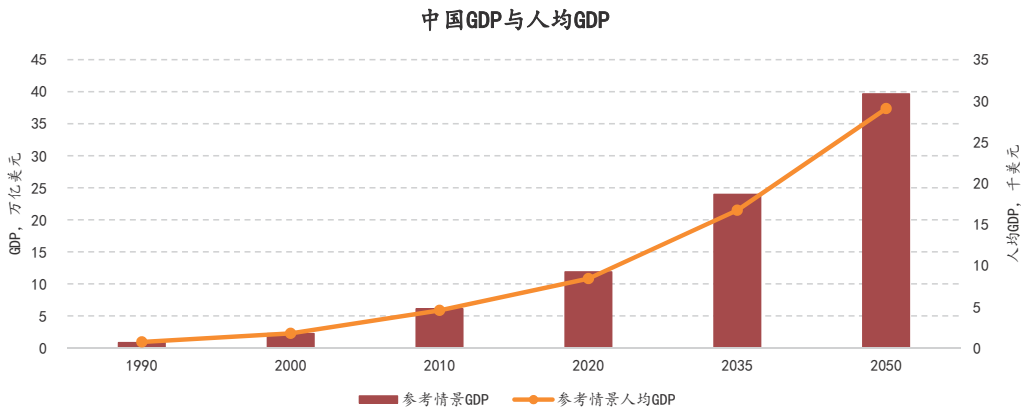
- 与城镇相比，农村生活用能结构中煤炭、传统生物质等固体燃料占比较高。
- 从电器设备拥有量看，农村每百户拥有水平低于城镇，特别是家用电脑、微波炉、热水器等差距较大，有较大提升空间。





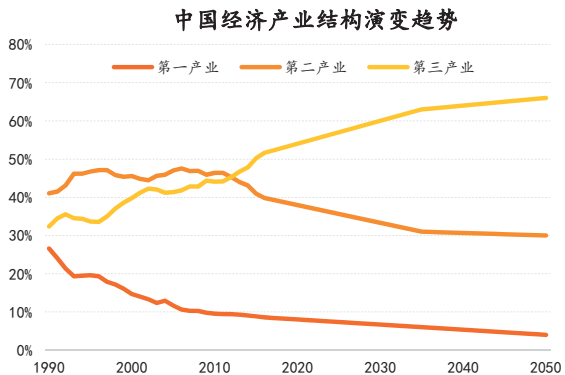
经济规模持续扩大，2050年人均GDP达3万美元

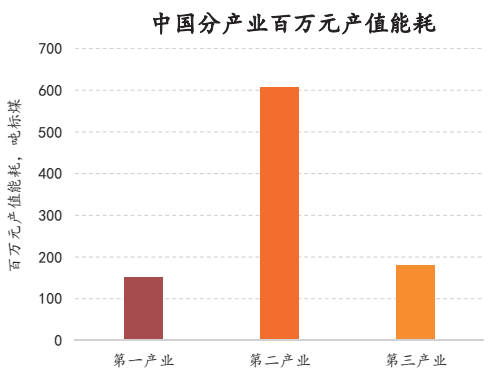
- 疫情冲击2020年中国经济增长，受低基数影响，2021-2025年GDP年均增速将在5.5%左右，之后阶梯式下降。长期看，中国经济迈入高质量发展阶段，经济增长更加依靠全要素生产率提升，更加依靠国内消费拉动。
- 中国经济增速在较长时间将高于世界平均水平，人均GDP将不断提升，2050年增至约3万美元（2010年不变价）。



经济结构加快转型升级，有效推动能源强度下降

- “双循环”新发展格局下，促进国内消费，补齐产业链短板成为发展主线，高端制造业、现代服务业成为经济增长点，2035年三次产业结构演变为6：31：63；2050年进一步演变为4：30：66。
- 从产业用能水平看，当前第二产业万元产值能耗约为第三产业的3.4倍，即第三产业每提升一个百分点，将降低能源需求约1800万吨标煤。





2

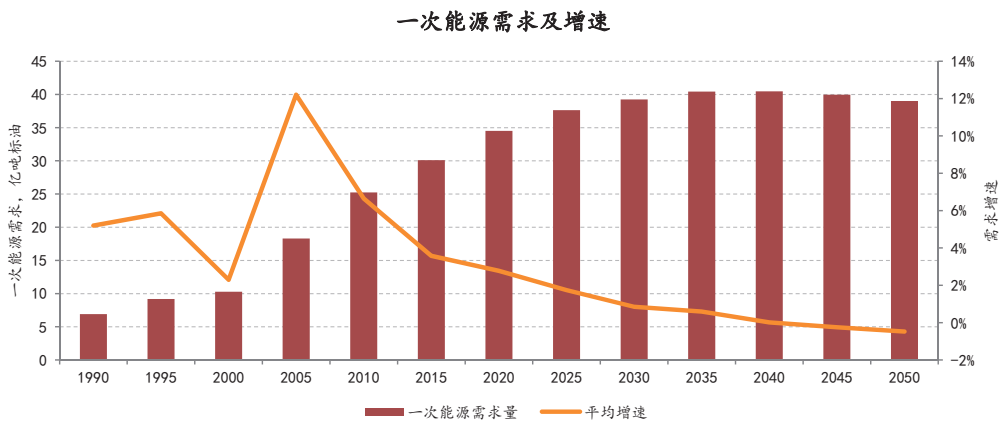


一次能源

参 考 情 景

一次能源需求于2040年前进入峰值平台期，约58亿吨标煤

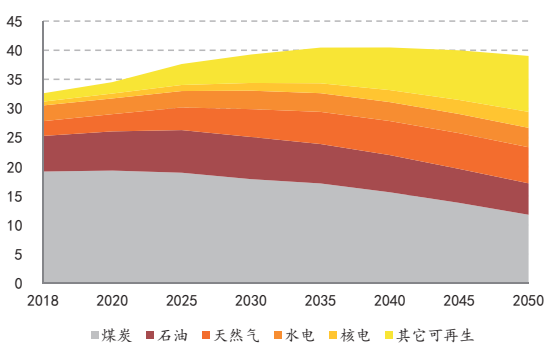
- 过去三十年，中国一次能源消费总体保持了较快增长，特别是21世纪的第一个十年，受工业化推动，一次能源消费增速明显加快（2000-2005年间年均增速达12.2%）。2010年以来，能源消费增速逐步回落，“十三五”期间已降至2.8%左右。
- 产业升级、能效提升、节约循环理念深入等将使未来一次能源需求增速进一步放缓，于2040年前步入峰值平台期，约40.6亿吨标油或58亿吨标煤。



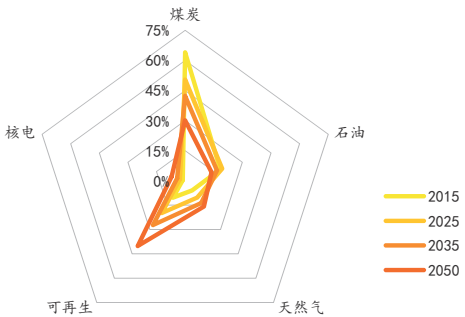
2050年一次能源结构呈现三三四的格局

- 现阶段，绿色产业作为引领经济增长的重要领域正迎来更快发展，将推动非化石能源竞争力不断增强。2035和2050年非化石能源占一次能源需求的比重将分别增至27.2%和40%；
- 煤炭占比延续下降态势，2035年和2050年分别降至42.5%和30.4%；石油占比下降，天然气占比提升，油气总体占比基本稳定，2035年和2050年分别为30.3%和29.6%。

一次能源需求，亿吨标油

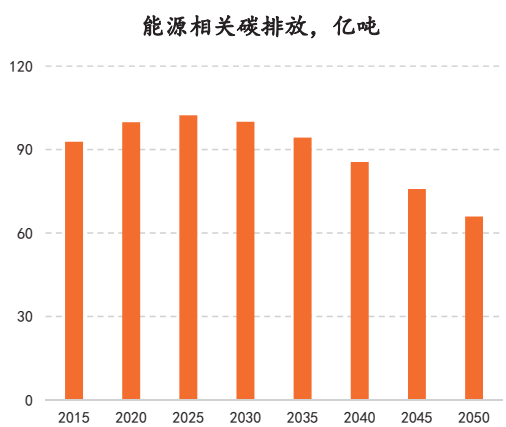


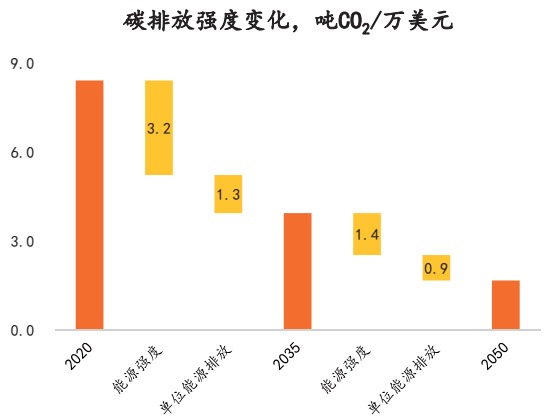
中国能源结构变化趋势



中国能源相关碳排放将于2030年前达峰

- 能源相关CO_2排放在2030年前达峰，之后逐步回落，2050年较峰值水平下降35%左右。
- 碳排放强度下降较快，2035年和2050年较2020年水平分别下降53%和80%。
- 能源强度下降和能源结构低碳化对碳排放强度下降的贡献分别为65%和35%。





3

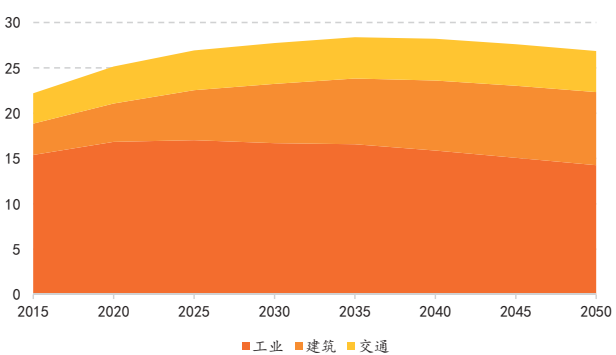
终端部门用能

参考情景

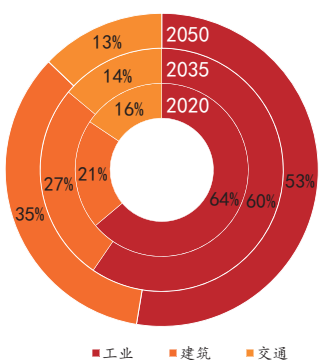
服务业及生活消费将是终端用能的主要增长点

- 在国际分工体系调整及“双循环”新发展格局下，中国经济增长将更依赖于新型产业，更多来自国内消费扩大，更多用于满足人民生活水平提升，终端用能需求将呈现工业占比下降，而建筑（生活+商业消费）占比快速增加的趋势。
- 工业占比的下降（单位产出能耗更高）将使得终端用能在2035年前后进入峰值平台期，约28.3亿吨标油。

终端用能需求，亿吨标油



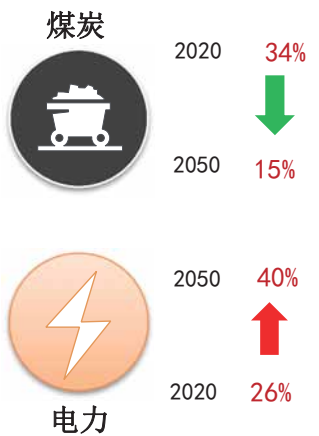
分部门终端用能占比

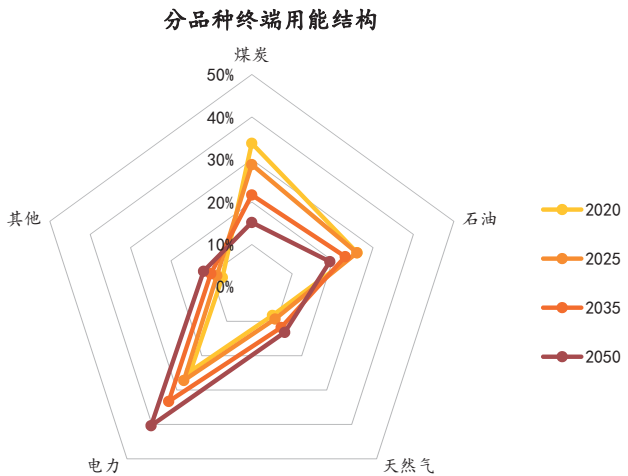


注：工业用能包括燃烧和非燃烧用能

生产用能向生活用能的转变要求能源结构更清洁

- 经济结构优化、环保治理和能源转型合力推动终端用能绿色高效化，突出表现为煤炭占比稳步下降，从2020年的34%降至2050年的15%；电力占比快速攀升，从2020年的26%增至2050年的40%。

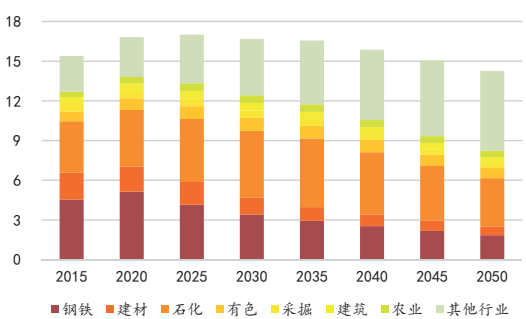




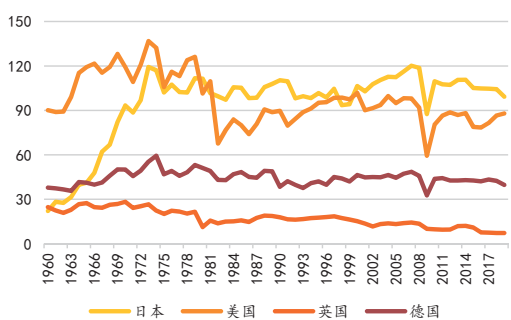
工业用能2025年前后达峰并长期保持在较高水平

- 随着中国在全球产业链价值链分工体系的角色转变，2025年前后低附加值、高耗能产品产出基本达峰，工业用能需求届时也将达峰。
- 新形势下中国着力打造完整产业链，并处于迈向现代化强国进程中，经济社会发展对工业品的需求仍非常大。从发达国家钢铁产量变化趋势看，产量达峰后仍会在较长时期维持较高水平。

工业分部门用能需求，亿吨标油



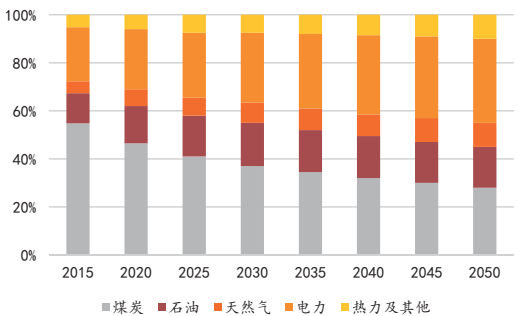
部分国家粗钢产量，百万吨



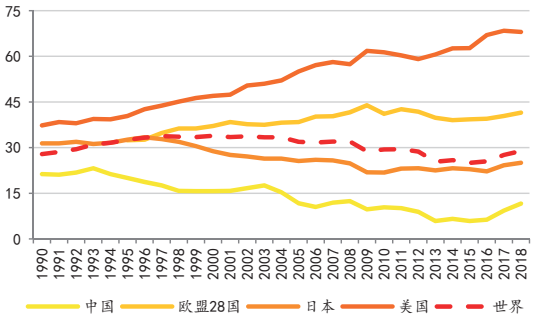
内外因素共同驱动工业用能结构优化

- 高端制造业及工业服务业的快速发展，炼化规模的继续扩大等内在驱动，以及环境治理等外部牵引，使得工业用能结构呈煤炭下降、天然气和电力提升、油品相对稳定的特征。
- 工业用能节约和优化潜力巨大。以炼钢为例，电炉钢能耗较传统转炉钢能效低40%左右，而当前中国电炉钢流程占比仅约12%，低于世界平均的29%，远低于美国约68%的水平。

工业用能结构



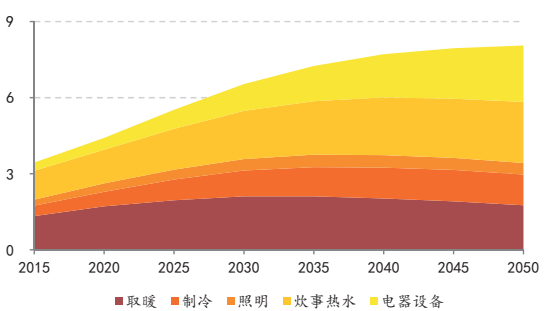
电炉钢占比，%



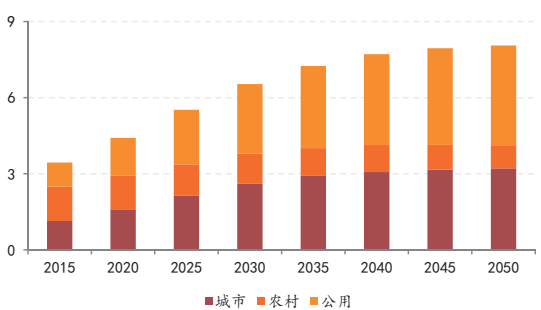
建筑部门用能需求将持续上升

- 疫情加快了数字化变革，扩大了线上消费，提升了电器设备在服务业、生活中的应用，将拉动建筑用能增长。
- 商业服务需求成为建筑用能增长的主要因素，2050年达3.9亿吨标油，较2015年增长3.2倍。
- 随着城镇人口规模扩大，城市建筑用能也将稳步增加，2050年达3.2亿吨标油，较2015年增长1.8倍。

分部门建筑用能需求，亿吨标油

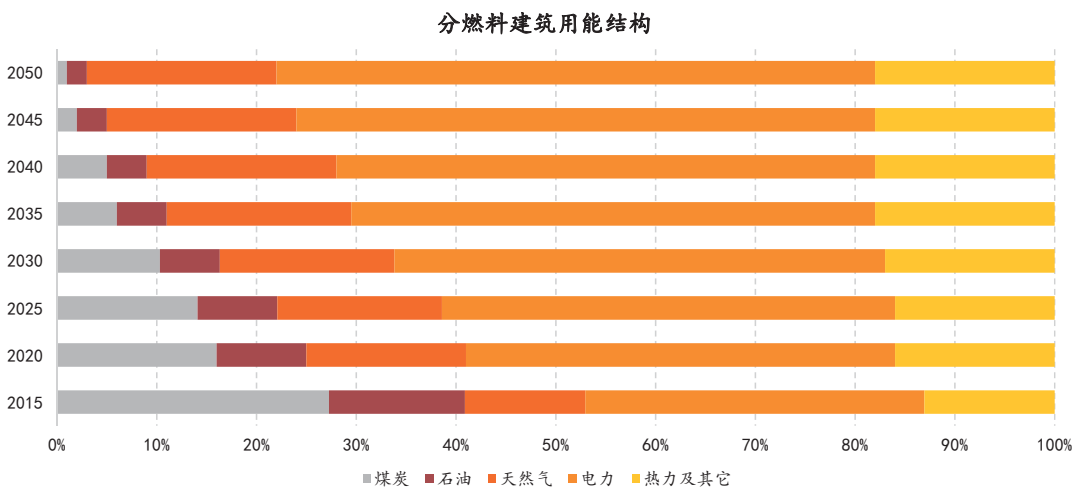


分领域建筑用能需求，亿吨标油



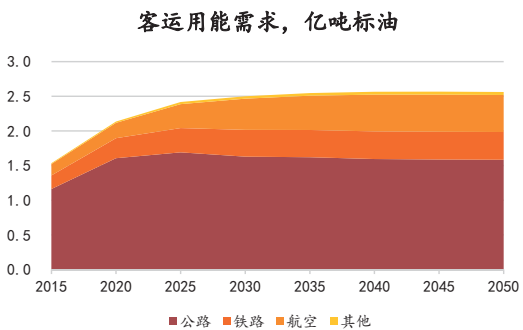
建筑用能中清洁能源占比将更快提升

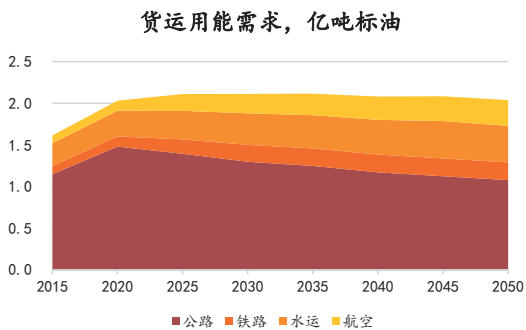
- 受电器设备的持续增长，以及大气污染治理、基础设施日趋完善、清洁能源经济性提升等驱动，电力和天然气占建筑用能的比重将不断提升。2035年，电力和天然气占比分别达52.5%和18.5%；2050年分别达58%和19%。



交通用能于2030年前后进入峰值平台期

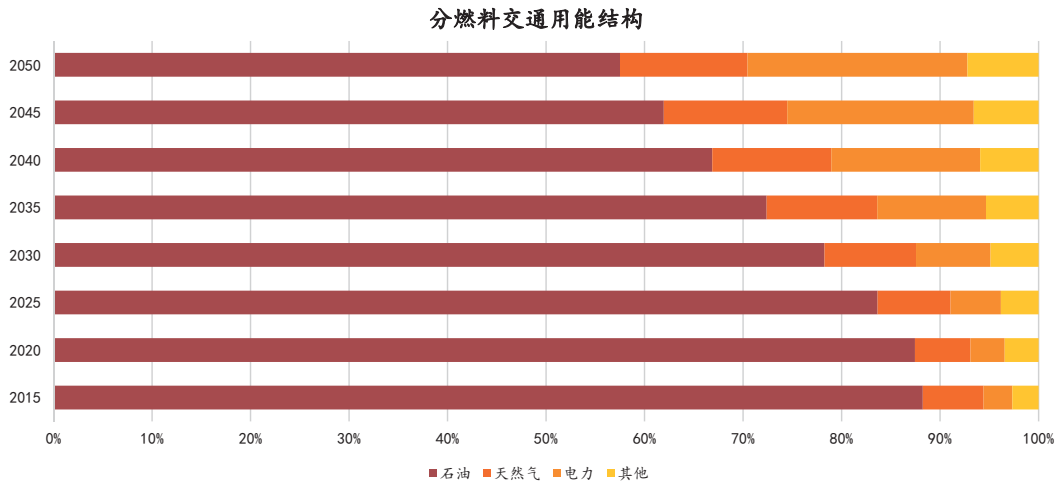
- 疫情降低了人们的出行意愿，但对出行服务舒适性、便利性、私密性、快捷性等要求提高，促使客运服务需求稳步增长，公共交通、共享出行等现代交通体系的建设，出行服务更加集约、高效。
- 受产业结构调整、城市群集聚下区域产业垂直融合等因素影响，货运需求增速放缓。同时，交通运输体系不断优化，用能效率持续提升。





交通用能结构将更加多元

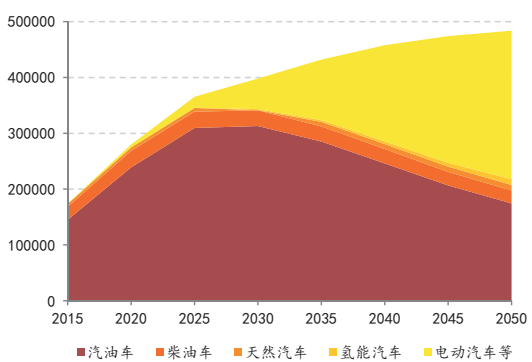
- 现代交通体系建设的不断推进，空气质量标准的不断提升，新能源汽车、共享出行、无人驾驶等新技术、新模式的不断涌现合力推动交通用能更加多元。
- 油品在交通用能的比重将不断下降，2050年油品占比降至57%，较当前约88%的水平明显下降。



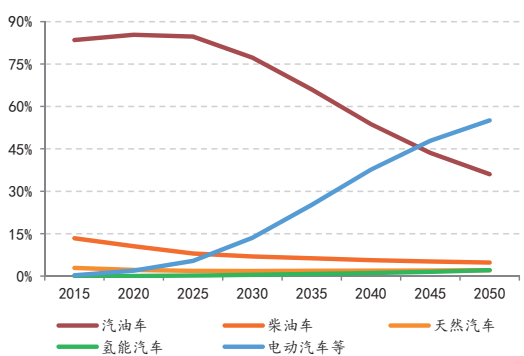
2030年前后燃油车保有量达到峰值，此后占比快速下降

- 从千人汽车保有量视角看，中国汽车保有量还有很大提升空间，预计将从当前的2.6亿辆增至2050年的4.8亿辆。从经济性和配套基础设施综合看，2030年前传统燃油车仍具有优势，将增长至3.4亿辆，较2020年增加0.72亿辆。
- 长期看，汽车保有量结构将发生巨大变化，传统燃油车的占比将从当前的96%逐步降至2050年的40.8%。

汽车保有量，千辆



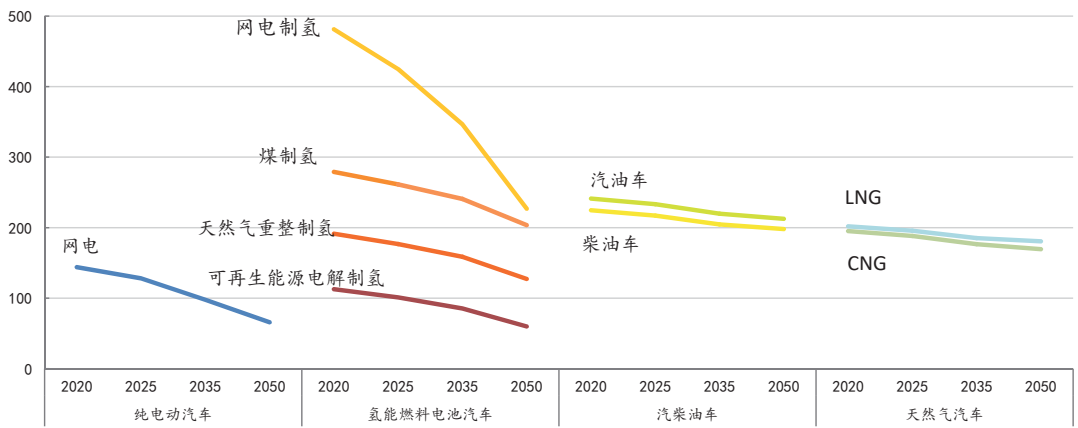
不同类型车辆保有量占比



2035年前后新能源汽车的碳减排优势将更加凸显

- 从全生命周期看，电动汽车的碳排放强度与电力清洁化程度高度相关，未来电力结构转型升级将为电动汽车碳减排带来更大优势。
- 氢燃料电池车的碳排放强度效果取决于制氢路线，可再生能源电解水制氢优势明显。

不同车辆技术路线全生命周期温室气体排放强度，克/公里



4



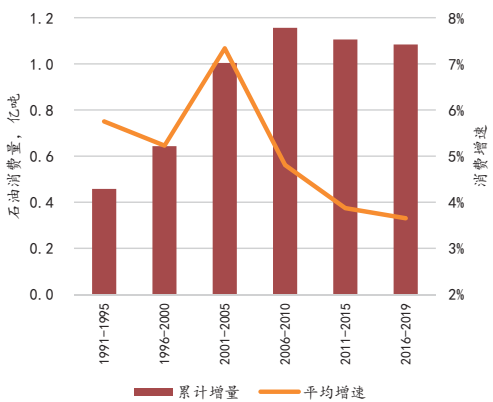
石油

参考情景

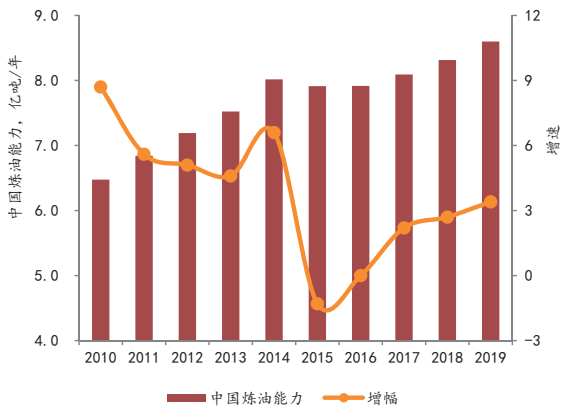
中国石油消费增速将逐步下滑

- 1990-2019年，中国石油消费年均增长6%，近10年来，石油消费增速总体呈现下降态势，“十三五”期间已降至3.7%。
- 2017-2019年，中国累计新增一次原油加工能力6835万吨/年，支撑原油消费更快增长。

中国石油消费增量及增速

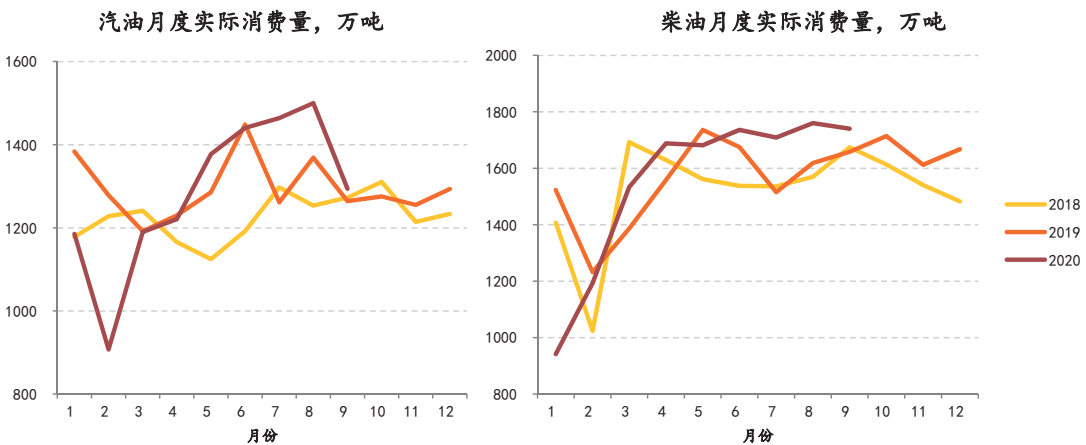


中国炼油能力及增速



疫情对短期中国石油消费造成较大冲击

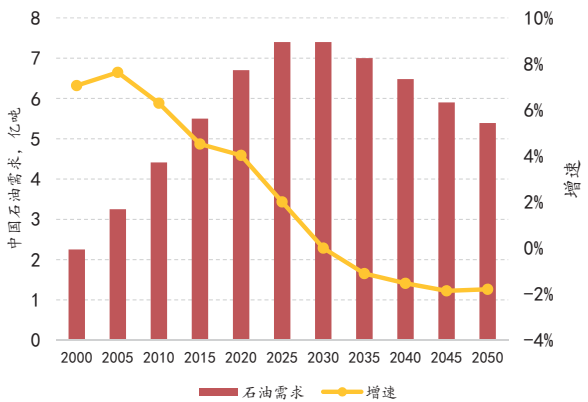
- 2020年一季度，生产生活、居民出行受限，成品油消费受到较大冲击。其中，汽油同比下降14.8%，柴油下降11.4%。随着疫情受控，国内复工复产快速推进，二季度以来，汽油和柴油消费较快恢复。



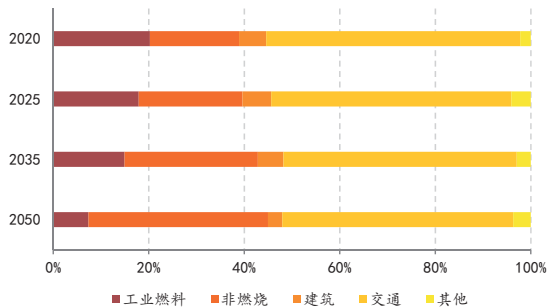
中国石油需求预计2030年前达峰，约7.4亿吨

- 经济迈向高质量发展新阶段、现代交通体系逐步建立、交通运输工具能效提升等将助力中国石油需求增速延续下降态势，并于2030年前进入峰值平台期，约7.4亿吨。
- 随着中国炼化一体化项目的集中上马，以及产业结构升级，石油作为原材料的属性将更加明显，化工用油占石油需求的比重将从2020年的18.7%增至2050年的37.3%。

中国石油需求及增速



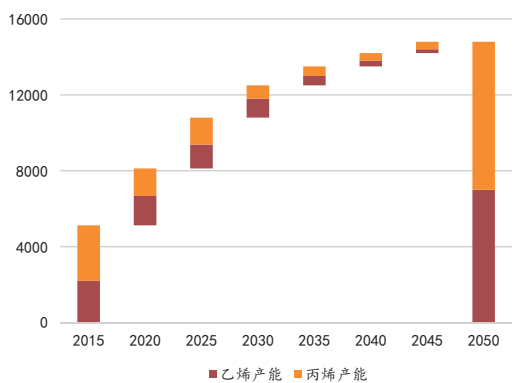
分行业石油需求占比，%



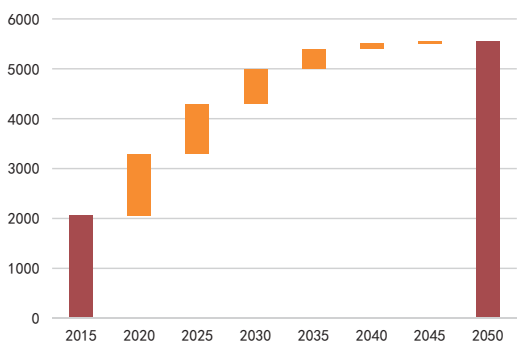
中国石化产业发展空间较大

- 烯烃产业链涉及国民经济各个领域，随着经济社会发展，烯烃及下游制品需求仍有较大增长空间，未来烯烃产能将继续增长，产品自给率将明显提高。
- 随着化纤龙头企业逐步向产业链上游延伸，PX产能快速增长。在全球石化产业格局重塑背景下，中国PX产能将在2030年前后进入缓慢增长期。

烯烃产能变化趋势，万吨

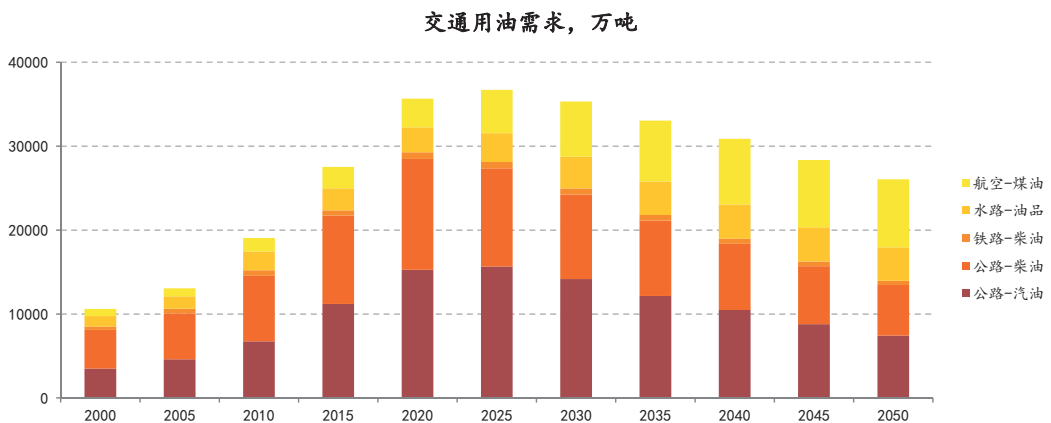


PX产能变化趋势，万吨



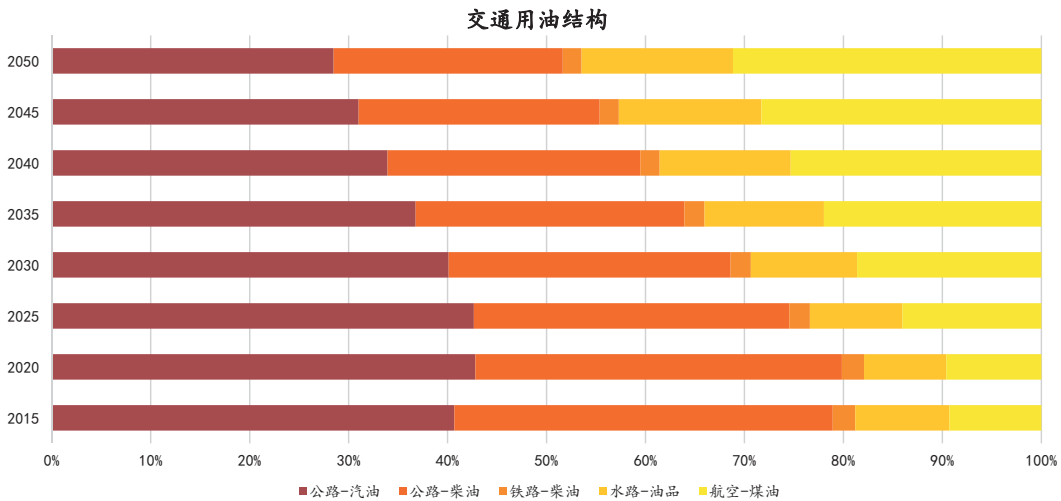
中国交通用油将于2025年前后达峰

- 新世纪以来，中国交通用油需求突飞猛进，从2000年的1.1亿吨增加到2020年的3.6亿吨，年均增幅达6.3%。其中公路用油是交通用油的主力，占比在78%左右。
- 在“公转铁”、“公转水”政策及新能源汽车快速发展下，公路用油需求将不断下降，使得交通用油在2025年达峰，约3.7亿吨。



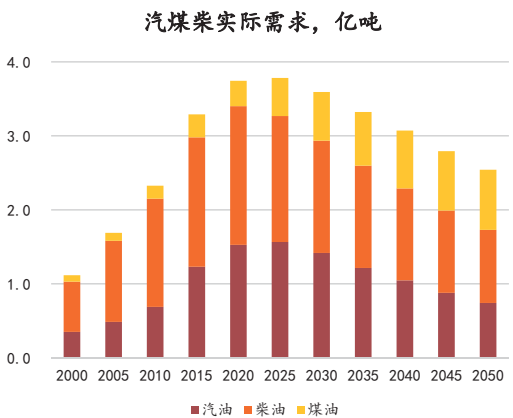
交通用油结构从以道路为主转向水陆空并进

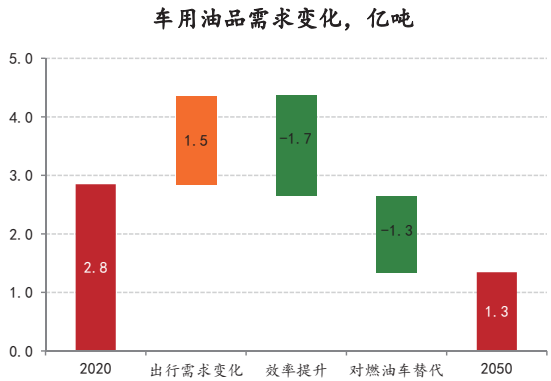
- 公路用油占交通用油的比例将从2020年的80%降至2050年的52%。
- 航空和水运的油品需求占比则分别从2020年的10%和8%升至2050年的31%和15%。



汽油、柴油的实际需求量将于2025年前达峰

- 汽油和柴油主要用于交通领域，其需求达峰与交通用油达峰时间基本同步。2025年汽柴煤三大油品需求将达峰，约3.8亿吨，之后将回落至2050年的2.5亿吨。
- 随着燃油车能效提升及替代能源发展加快，车用油品需求将从2020年的2.8亿吨降至2050年的1.3亿吨。

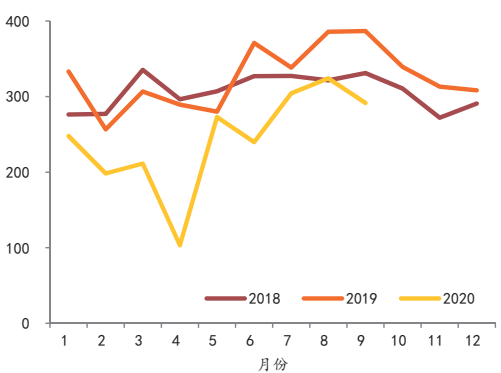




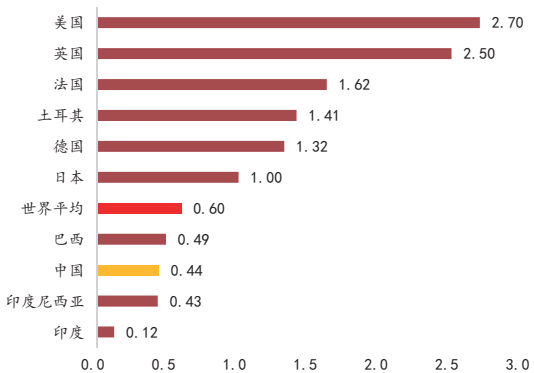
煤油需求受疫情短期冲击较大，长期将恢复较快增长

- 煤油是汽柴煤三大成品油品种中受疫情影响最大的品种，2020年上半年同比下降31%。
- 长期看，中国的人均航班出行频率仅为0.44次/年，不仅低于世界平均水平，与发达国家比差距更为明显。未来随着人均收入提升，航空将成为出行的常规方式，航煤仍有很大发展空间。

煤油月度实际消费量，万吨

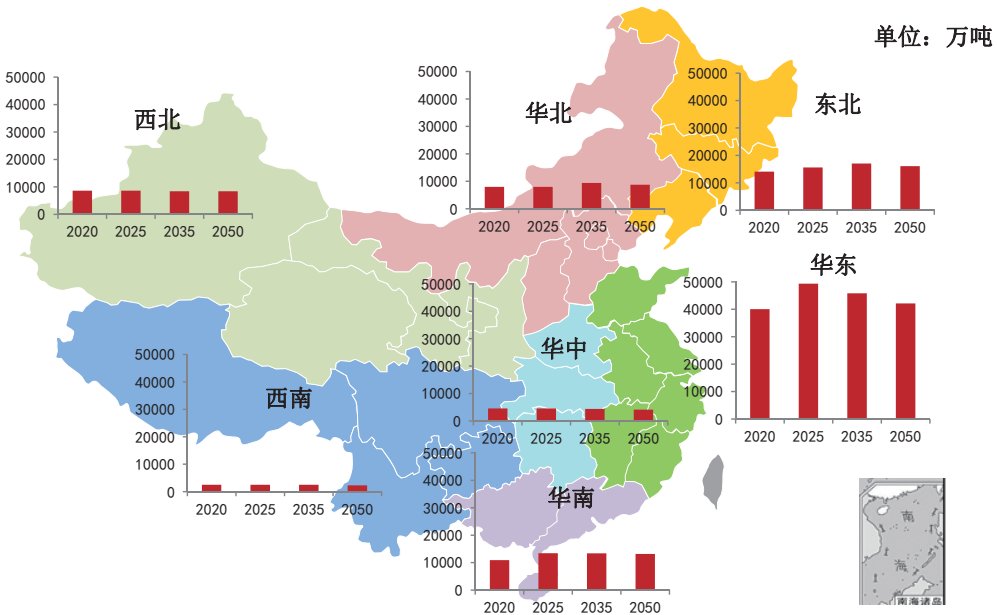


人均航班出行次数，次/年



2025年中国炼油能力将达10亿吨/年

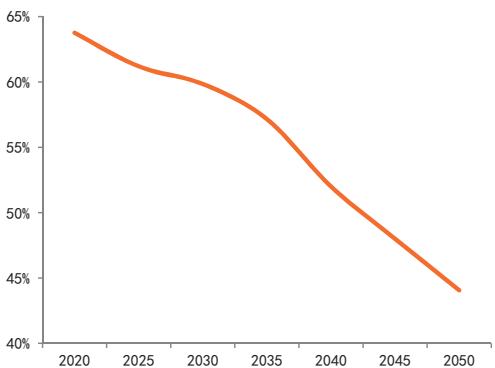
- 综合考虑现有规划与落后产能淘汰，预计2025年中国炼油能力将达10亿吨/年。分区域看，中国炼油能力主要集中在华东、东北、华南和华北，展望期内占比由82%提升至85%。



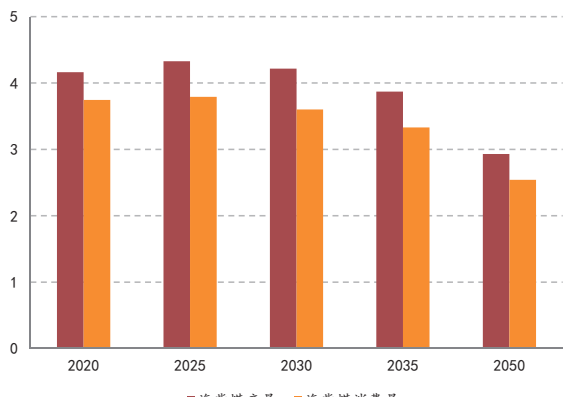
成品油供需总体宽松，有适度规模的出口

- 展望期内，随着炼厂转型升级，成品油收率将稳步下降，预计从当前的62%降至2050年的45%左右，有利于化解中国成品油供应过剩局面。
- 总体上，中国成品油在相当长时期内供应大于需求，将有适量出口。

成品油收率变化趋势

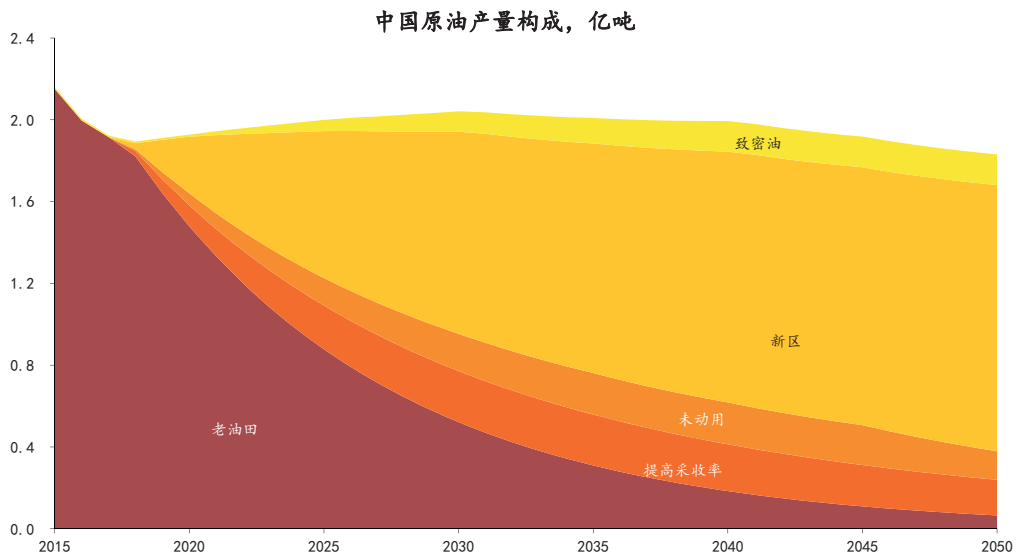


汽煤柴产量与需求量，亿吨



2030年前中国原油产量可维持2亿吨左右

- 新增探明储量快速增加，采收率的不断提高，以及致密油产量提升是保障中国原油产量稳定的三驾马车。



5

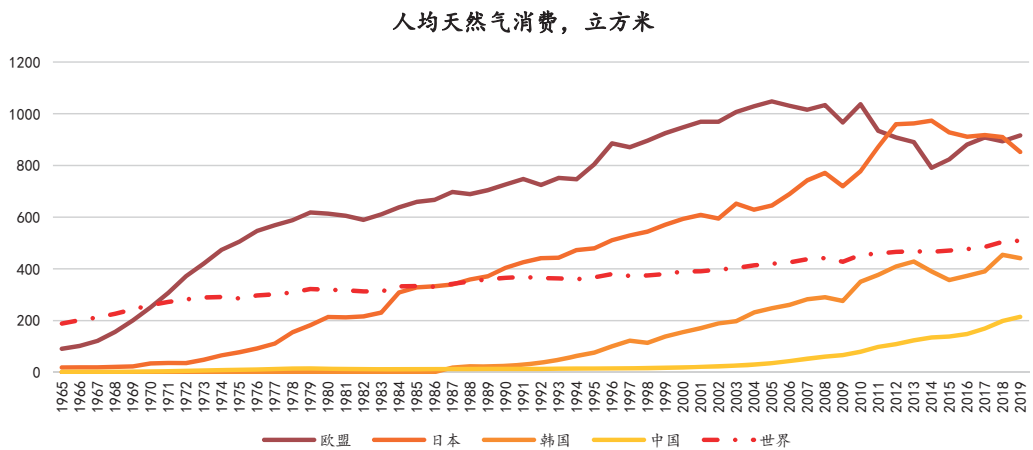


天然气

参 考 情 景

中国人均天然气消费仍处于较低水平

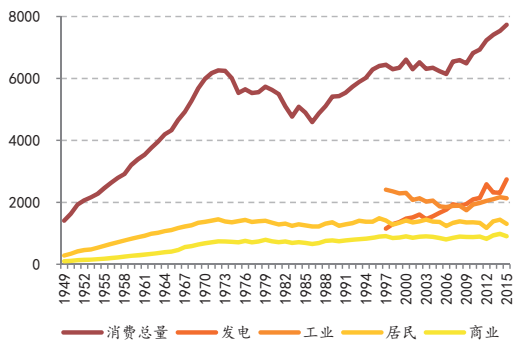
- 从人均天然气消费看，2019年中国约214立方米，仅为世界平均水平的42%，OECD国家的15.6%。
- 随着城镇化推进、管网设施完善、经济性提升及环保政策倒逼，中国人均天然气消费将逐步向世界平均水平靠拢。



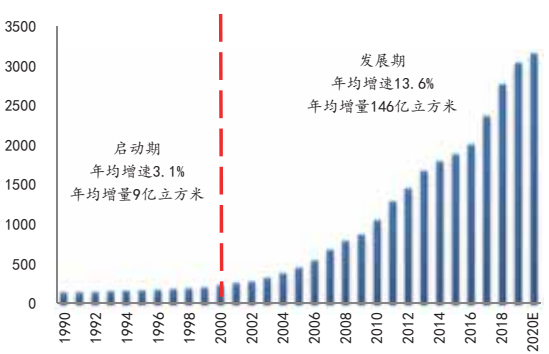
中国天然气仍处于快速发展期，并由供应驱动转向需求拉动

- 世界典型国家天然气发展可分为启动期、发展期、成熟期三个阶段，其中，发展期历时较长，一般在20-40年。
- 1990-2000年期间，中国天然气消费年均增量9亿立方米，年均增速3.1%；2000年后进入快速发展阶段，2000-2020年年均增量146亿立方米，年均增速13.6%。

美国天然气消费量变化趋势，亿立方米

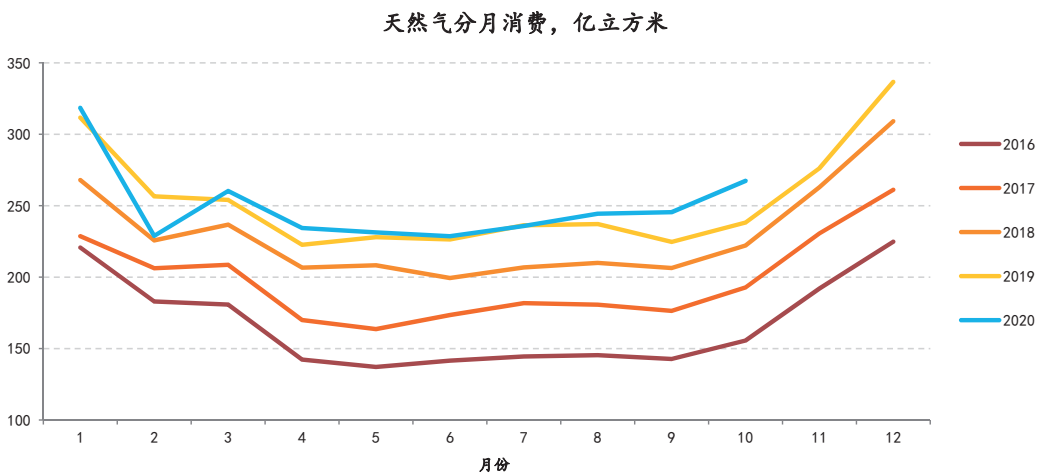


中国天然气消费变化趋势，亿立方米



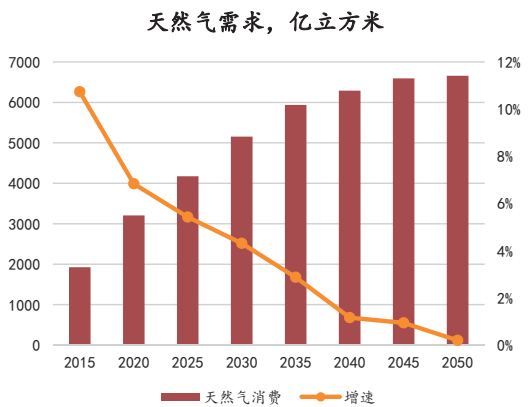
新冠疫情对天然气需求有一定冲击，但恢复较快

- 受疫情影响，2020年上半年，中国天然气消费量1502亿立方米，同比增长1.6%，低于去年同期11.8%的增速，其中工业、商服、旅游业等用气行业受影响最大。
- 随着生产生活逐步回归正常，9月后工业、商旅等用气基本回归到正常增长轨道。



2050年天然气需求量将较目前水平翻一番

- 参考情景下，天然气的主体地位更加稳固，天然气需求稳步增长，预计2035和2050年分别达6000和6700亿立方米左右。
- 分部门看，电力和建筑（公用和居民）部门是拉动天然气需求增长的重要动力，两者分别贡献2020-2050年间增量的46%和26%。

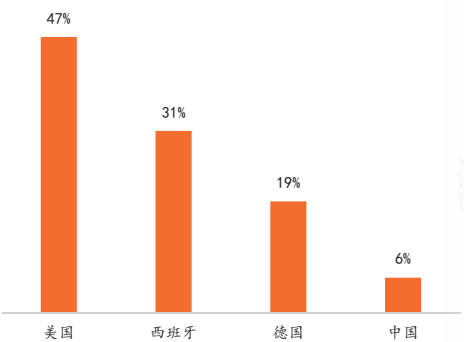




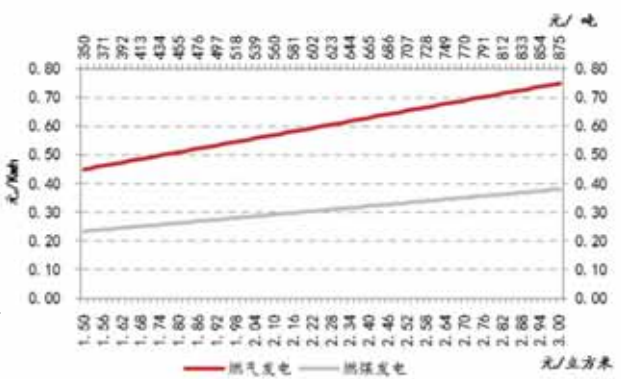
发电用气短期受经济性制约，长期看发展潜力巨大

- 当前，经济性不足是限制气电快速发展的主要因素。
- 天然气发电运行灵活，启停时间短，爬坡速率快，调节性能出色，同时具有清洁、低碳、高效、占地小等多维综合优势，作为灵活调节电源、满足增量电力及热力需求，有较好的发展前景。

典型国家灵活调节电源占比



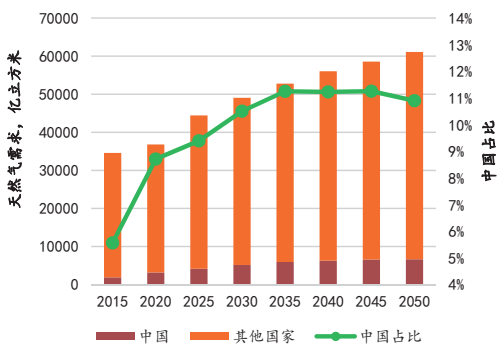
燃煤及燃气发电成本对比



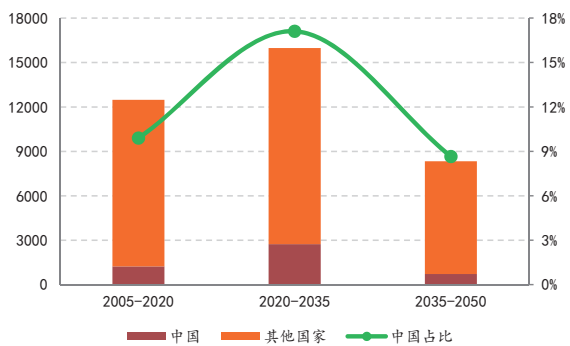
中国在世界天然气市场的地位将不断提升

- 随着中国天然气需求的不断增长，中国天然气需求占世界的比重也将不断提升，将从目前的9%左右增加到2035年的11%以上。
- 中国将是世界天然气市场发展的重要贡献者，2035年前中国天然气需求增量将占世界总增量的17%。

世界天然气需求及中国占比

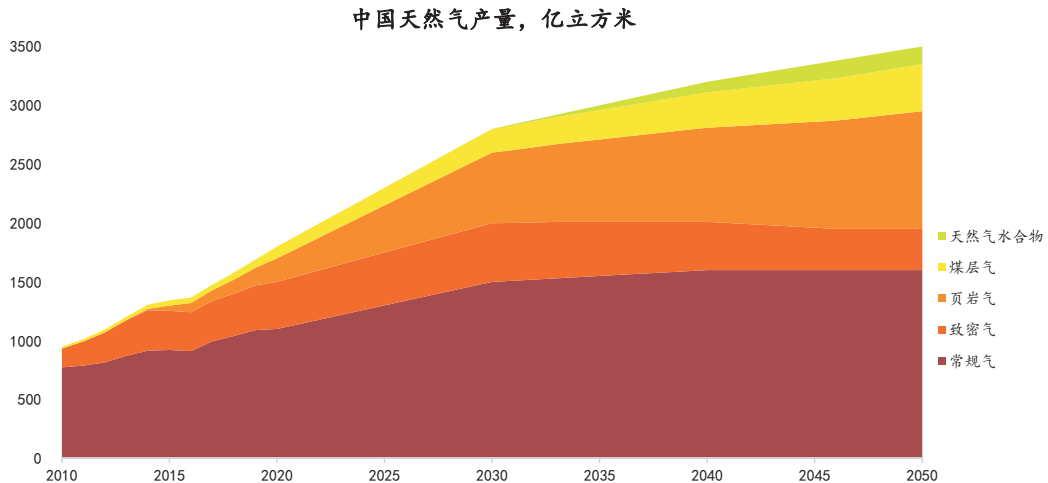


中国及其他国家天然气需求增量，亿立方米



中国天然气产量将稳步上升，非常规天然气为增产主力

- 2035年和2050年中国天然气产量将分别达3000和3500亿立方米，展望期内年均增长2.8%。
- 页岩气、致密气、煤层气等非常规气增长潜力大，2035年后与常规气产量规模相当。



6

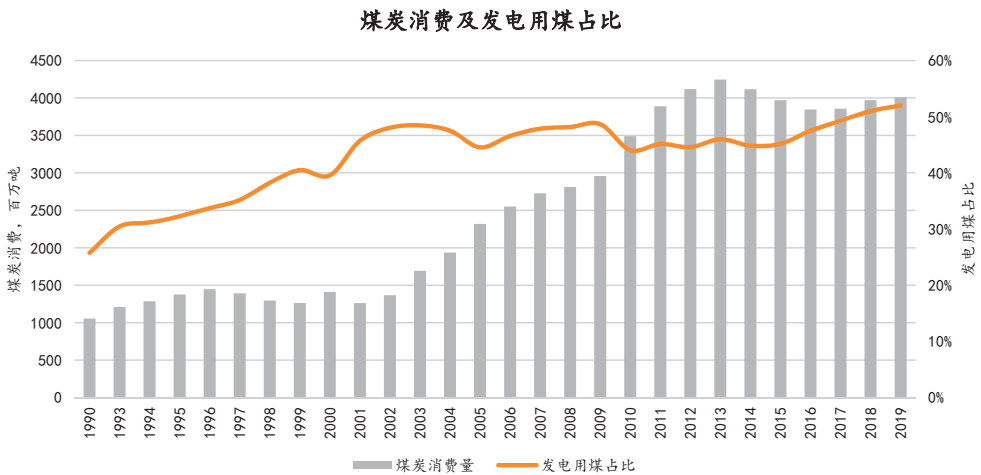


煤炭

参考情景

中国煤炭需求已进入峰值平台期

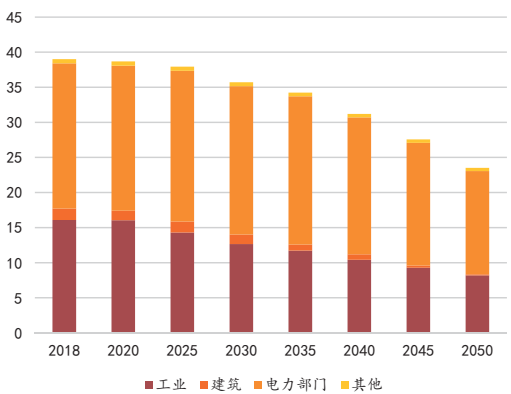
- 过去三十年，中国煤炭消费呈快速增长态势，从1990年的10.5亿吨增加到2019年的40.1亿吨，年均增长4.7%。特别是2002-2013年间，电煤与工业用煤快速增长双重叠加推动中国煤炭消费大幅增长。近年来，因高耗能产业增加值增速放缓、环境治理等，煤炭消费进入峰值平台期。



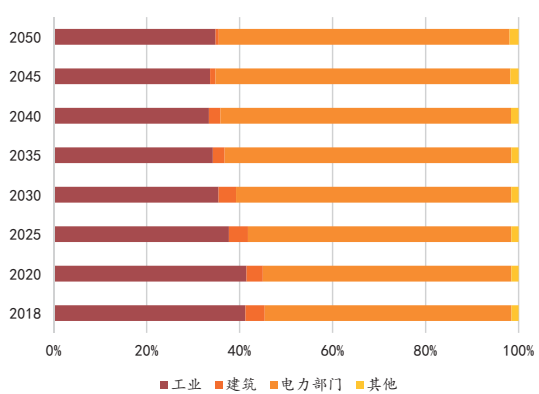
煤炭利用将更加清洁高效

- 重化工业产出规模减小、可再生能源加快发展将使煤炭需求逐步下降，2050年降至23.4亿吨，为2019年的58.5%。
- 煤炭的分级利用、清洁化利用成为主旋律，其中发电用煤占比将稳步提升至60%左右。

分部门煤炭需求，亿吨

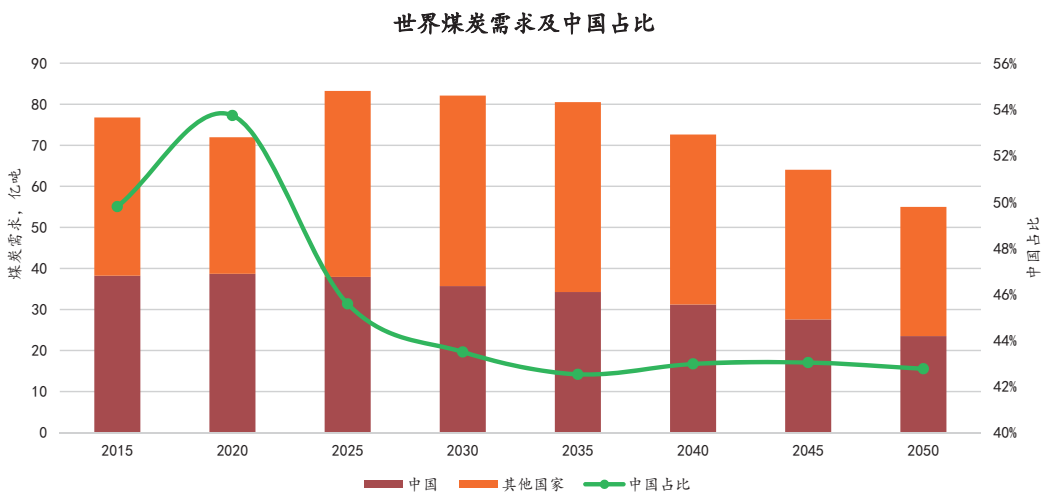


分部门煤炭需求结构



中国煤炭需求达峰将拉动世界煤炭需求回落

- 受疫情下其他国家煤炭需求下降影响，2020年中国煤炭消费占世界的比重进一步上升至54%，随着世界其他国家煤炭需求重新恢复正常，中国占比将稳步回落。



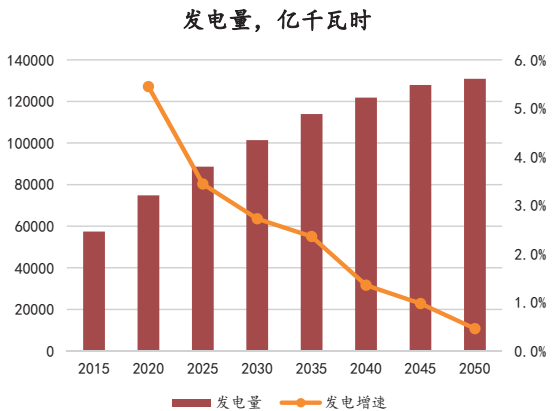
7

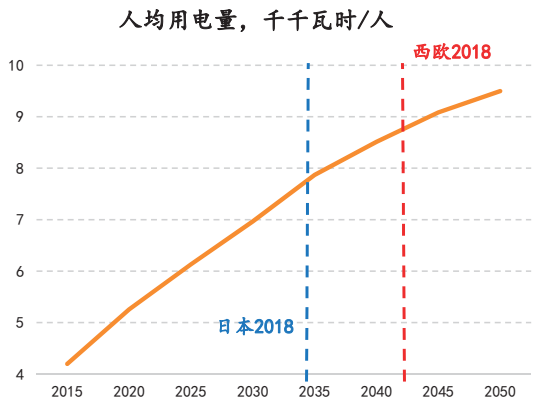
电力

参考情景

电力需求作为现代社会发展的重要指标将持续增长

- 2050年中国电力需求将达13万亿千瓦时，2020-2050年间年均增长1.9%，2035年前增长较快，电力消费弹性保持在0.5以上。
- 人均用电量稳步提升，2050年达9500千瓦时，超过当前日本和欧洲发达国家7000-8000千瓦时的水平。

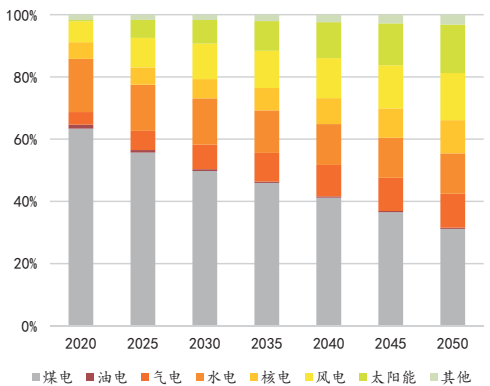




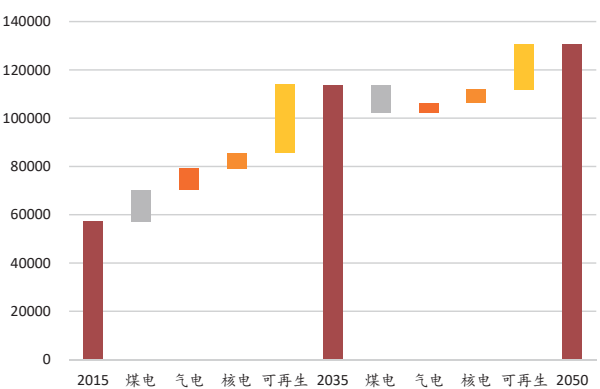
清洁能源将成为电力供应主体

- 从供应增量看，2025年前，清洁能源贡献新增发电量的75%；2025-2035年间，贡献率将进一步提升至89.2%；2035-2050年则不仅满足新增用电需求，还将对煤电形成1.1万亿千瓦时的替代。
- 清洁能源发电占比将从2019年的35.2%增至2050年的68.4%，成为电力供应主体。

中国发电量结构



分品种发电量变化，亿千瓦时



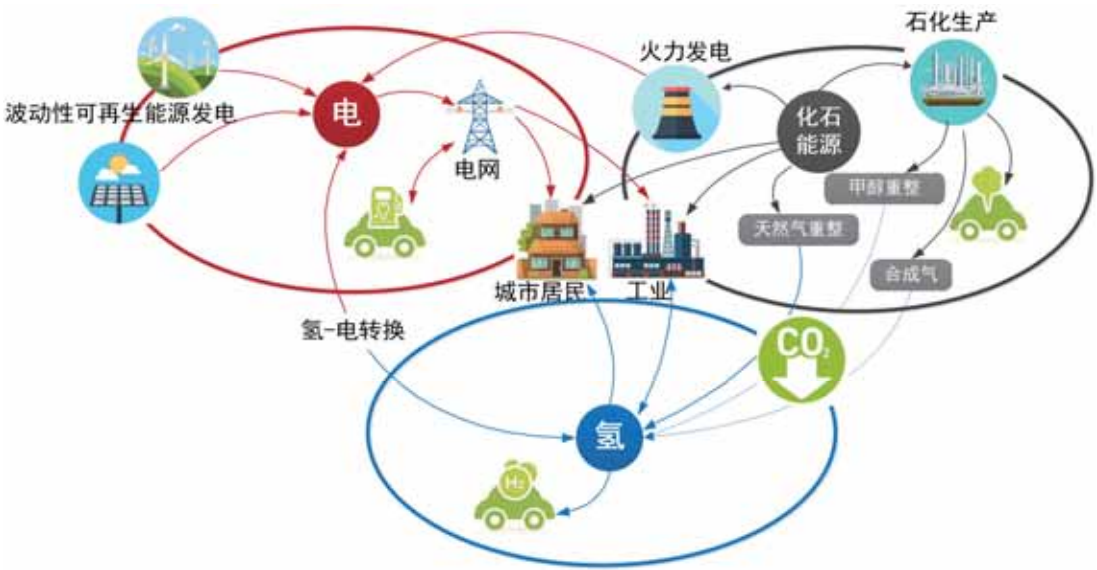
8

氢能社会情景

氢能社会情景

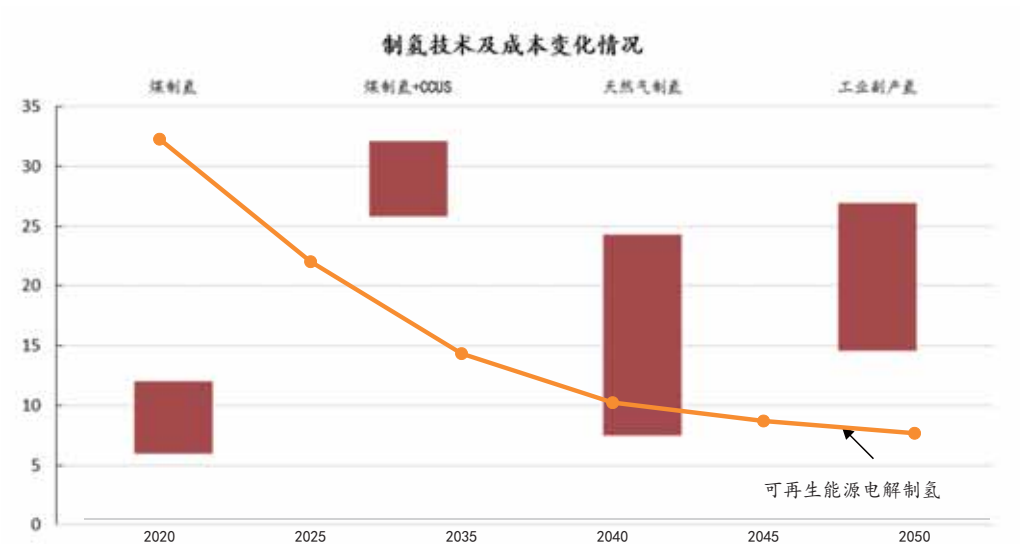
氢能社会发展图景

- 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。



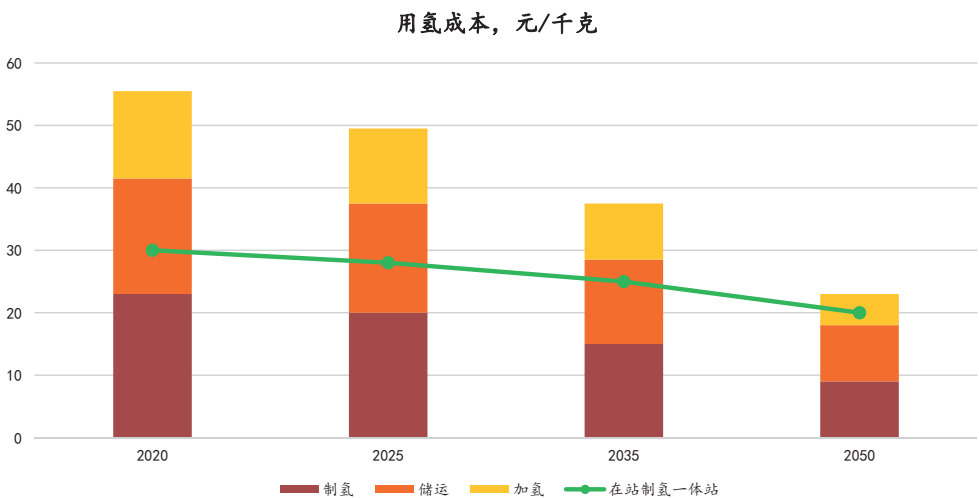
2050年绿氢成本与当前煤制氢成本相当

- 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

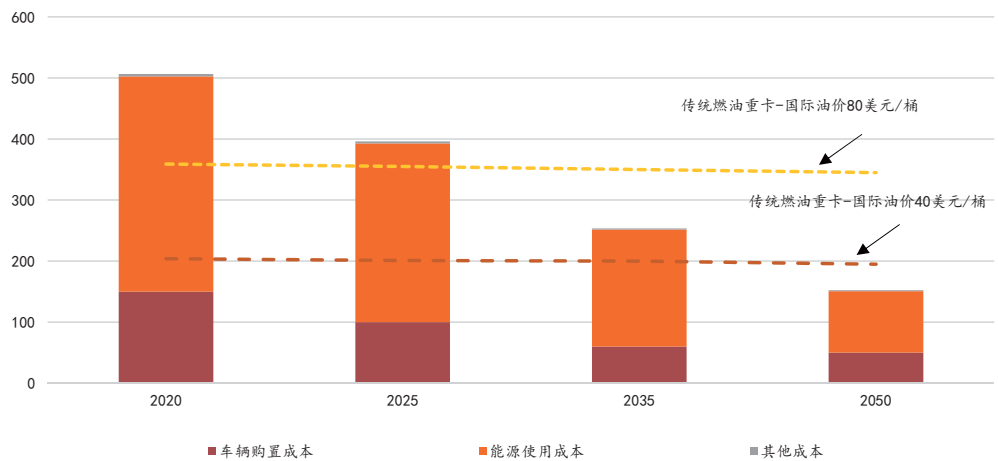
- 氢能产业链体系更趋完善,应用规模扩大，推动各环节成本持续下降，规模化的终端用氢成本在2035年和2050年分别降至37.5元/千克和23元/千克。



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。

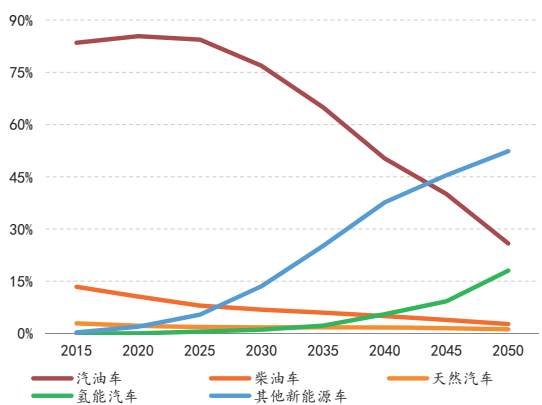
氢燃料重卡与传统燃油重卡全生命周期成本比较，万元/车



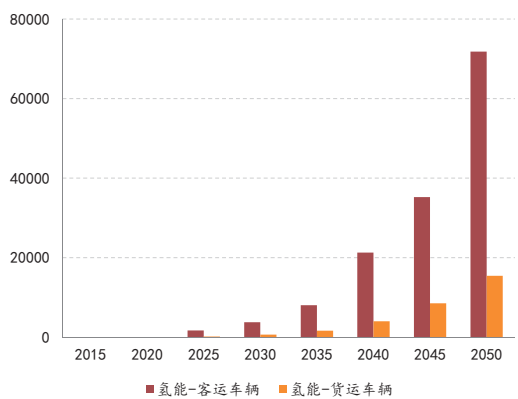
2050年氢能汽车占汽车保有量的比重达18%

- 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

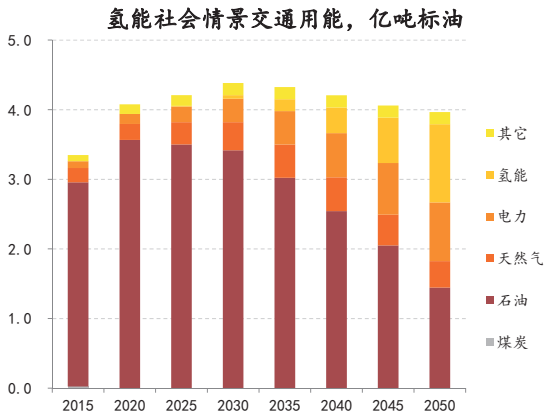


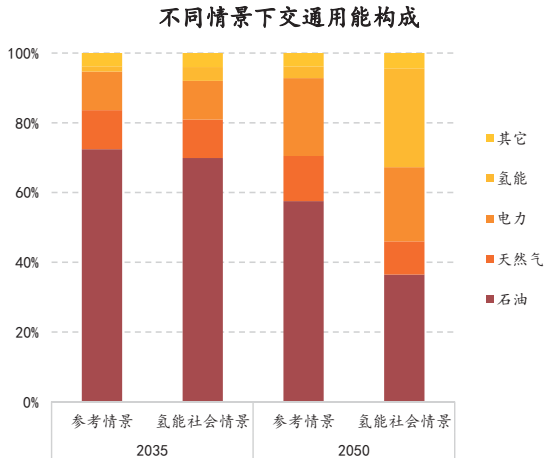
氢能社会情景氢燃料汽车保有量，千辆



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。

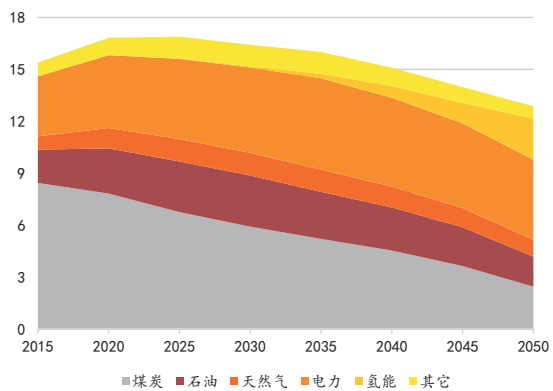




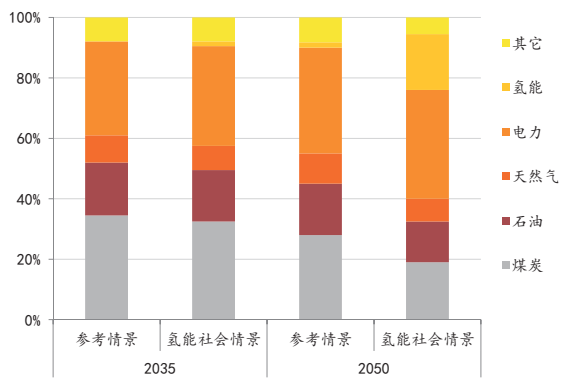
氢能将使得工业部门深度脱碳成为可能

- 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。

氢能社会情景分燃料工业用能，亿吨标油



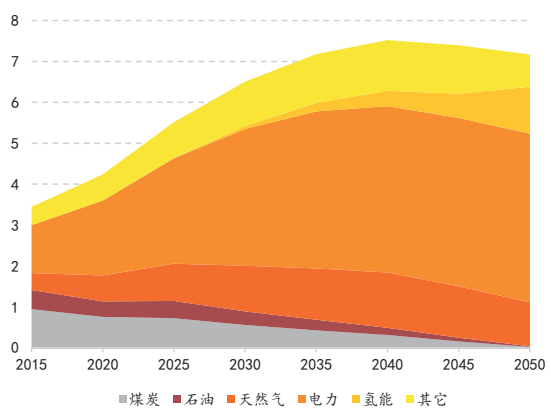
不同情景分燃料工业用能结构



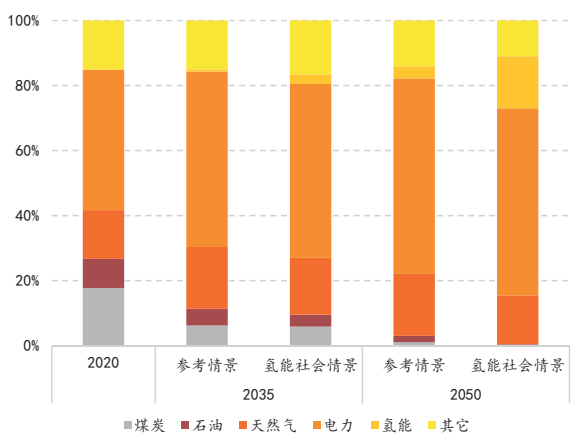
氢能将丰富建筑用能供给方式

- 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%。
- 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



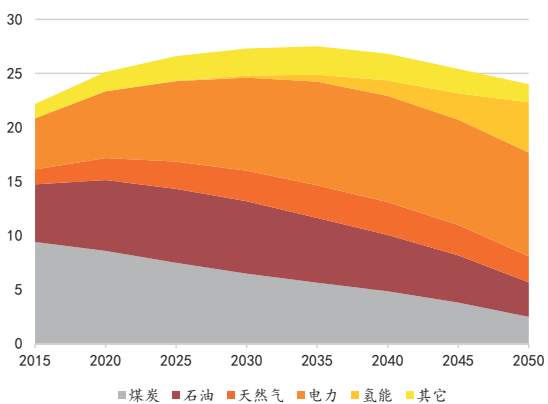
不同情景分燃料建筑用能结构



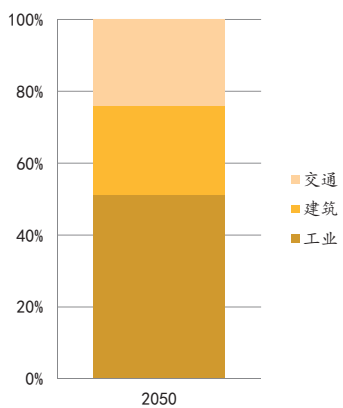
氢能将成为终端用能清洁化转型中的重要一员

- 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）。

分燃料终端用能，亿吨标油

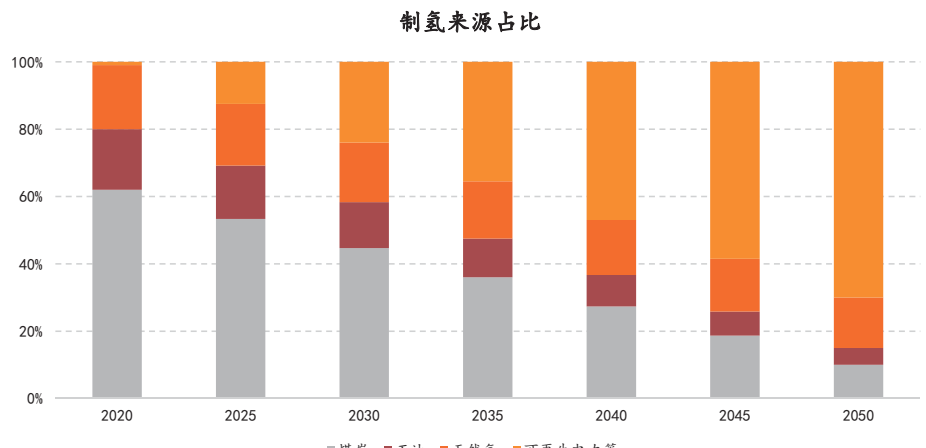


氢能利用结构



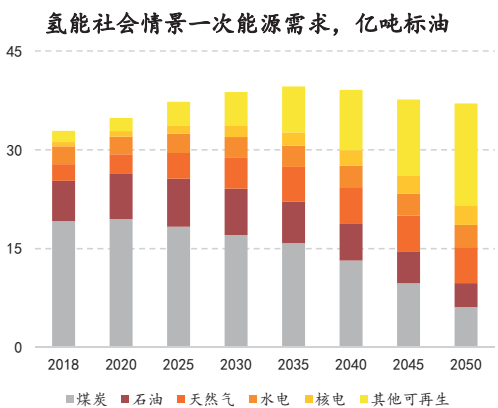
作为能源系统的枢纽，氢能将促进可再生能源更好更快发展

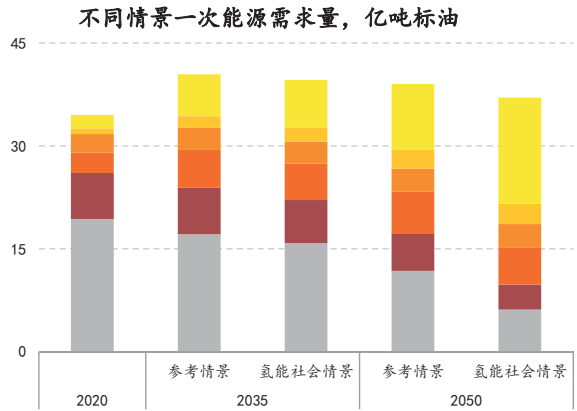
- 氢能作为二次能源，来源广泛。随着可再生电力制氢技术的进步及规模化应用将推动其竞争力不断提升，2035年和2050年绿氢占比分别达35.5%和70%。
- 氢气作为重要的储能手段，通过氢-电耦合、分布式用能体系，将促进可再生能源整体利用水平的提升。



氢能促进能源系统更加清洁低碳、安全高效

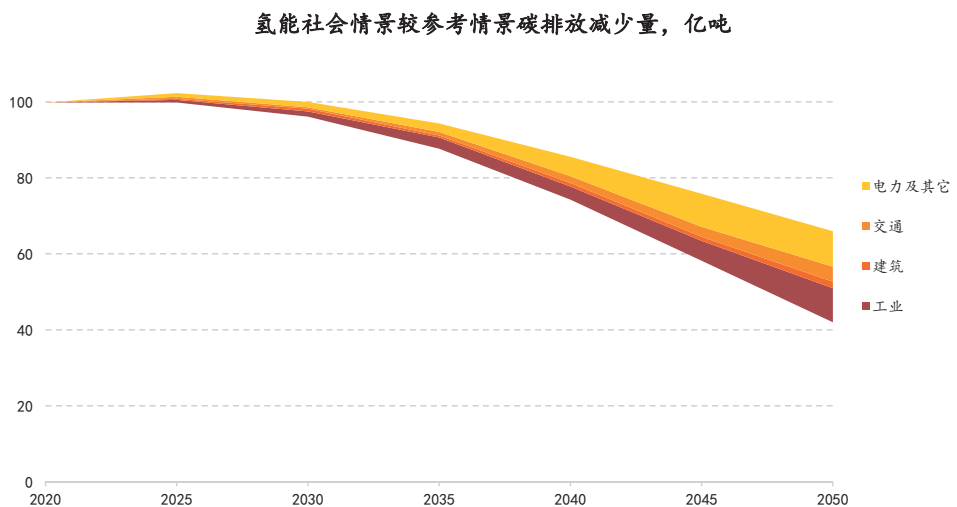
- 氢能的发展有利于分布式能源系统、冷热电气氢综合能源体系建设，使得能源系统更加高效，2050年一次能源需求较参考情景低5.1%。
- 氢能社会情景下，能源系统更加低碳多元，化石能源需求总量更低。2050年，煤炭、石油和天然气需求量较参考情景分别下降了48%、33%和12%；而非水可再生能源增加了60%。





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_2排放2025年达峰后将快速下降，2050年为42亿吨，较2015年下降65%。



9

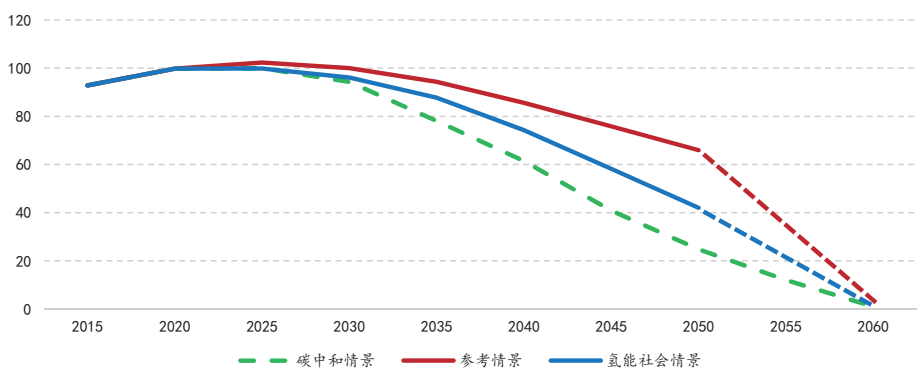
碳中和情景

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

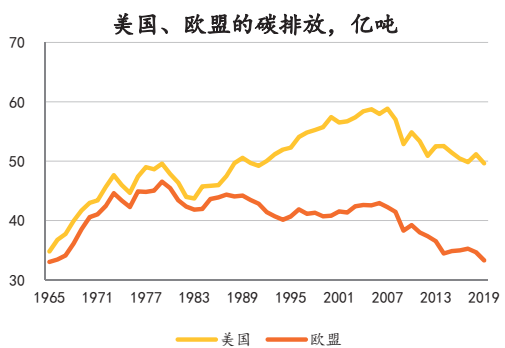
- 2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布中国“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。
- 若从2050年参考情景和氢能社会情景的65.9亿吨和42亿吨二氧化碳排放量降至2060年的净零水平，则意味着2050年后年均碳减排量分别需达6.6亿吨和4.2亿吨。故实现碳中和目标需要中国经济能源更早、更大力度转型。

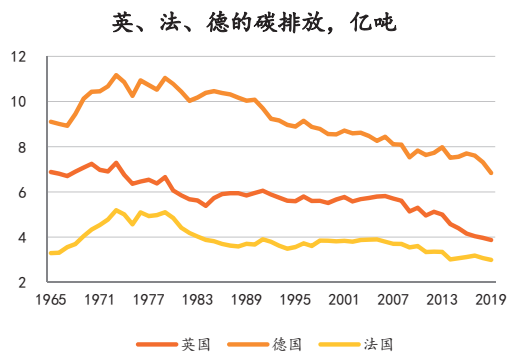
不同情景能源相关二氧化碳排放比较，亿吨



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。

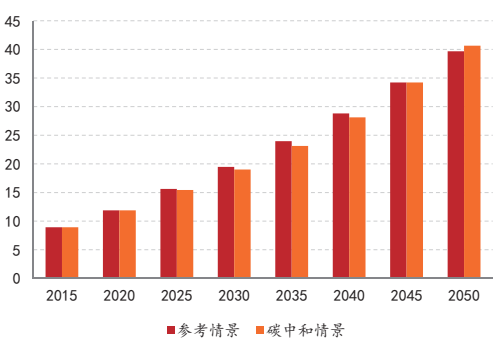




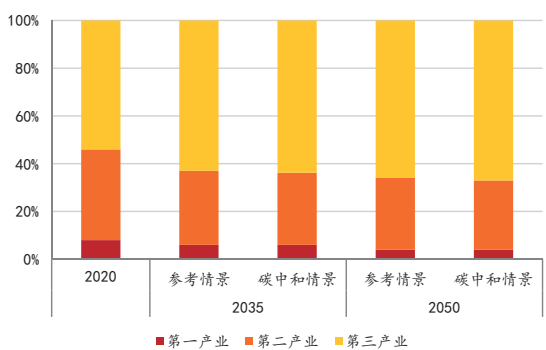
低碳发展与美丽中国建设相统一

- 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。
- 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$



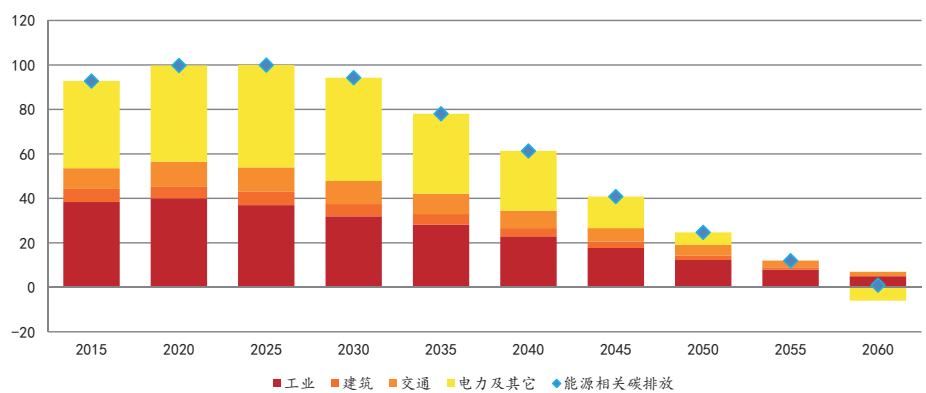
不同情景产业结构比较



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。

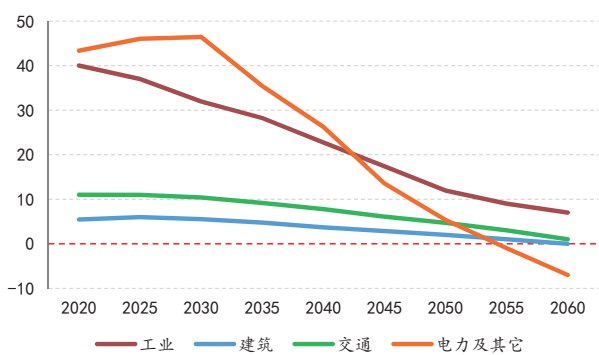
碳中和情景下能源相关碳排放，亿吨



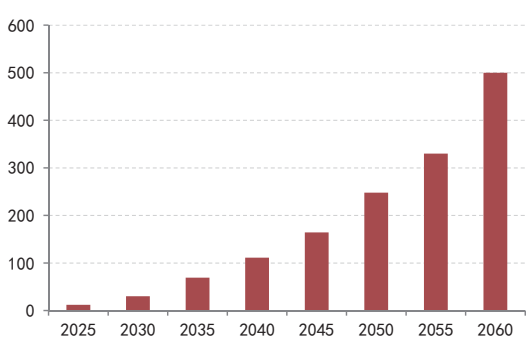
实现碳中和目标需各行业深度脱碳

- 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。

碳中和情景下分部门碳排放，亿吨

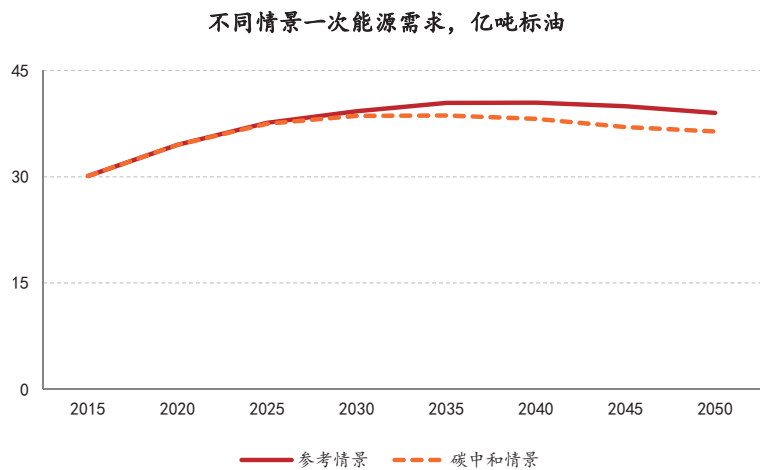


碳中和情景下碳价水平，美元/吨CO_2



一次能源需求总量将于2035年前达峰

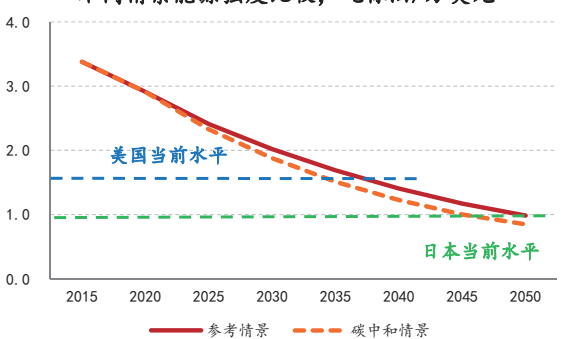
- 碳中和情景下，一次能源需求于2030-2035年间达峰，峰值约为39亿吨标油（较参考情景低3.7%）。
- 能源需求的更早达峰有助于清洁能源更快全面满足新增能源需求并开始对传统化石能源形成替代，加快能源变革。



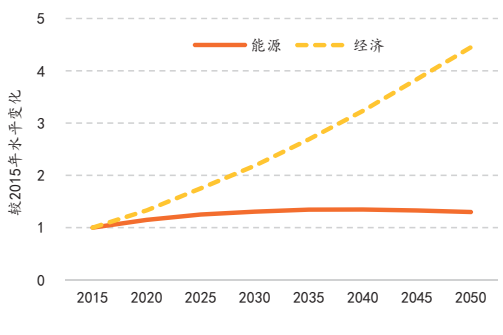
中国将依靠更少的能源促进经济增长

- 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。

不同情景能源强度比较，吨标油/万美元



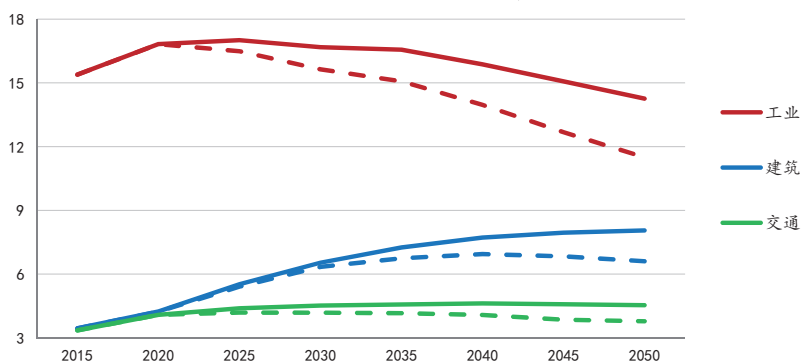
经济增长与能源需求变化趋势



终端用能将于2030年前后达峰

- 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。
- 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。

不同情景分部门终端用能对比，亿吨标油

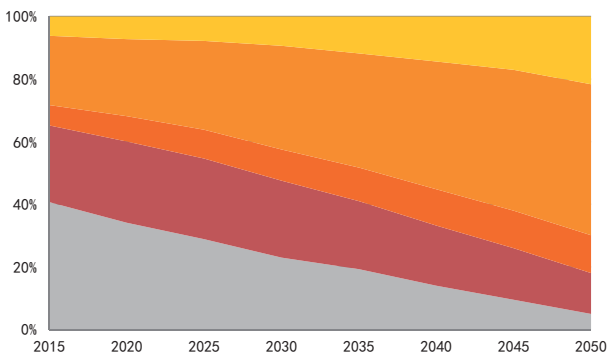


注：图中实线代表参考情景，虚线为碳中和情景

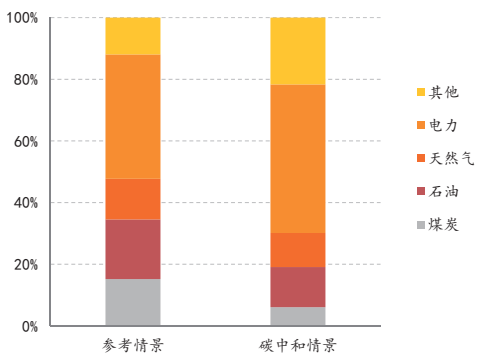
终端用能中化石能源占比将快速下降

- 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。

碳中和情景终端用能结构演变



2050年不同情景终端用能结构

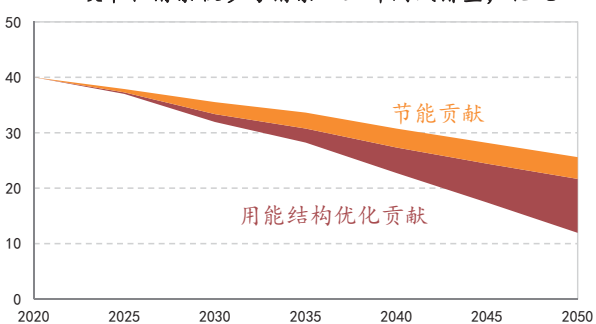


注：其他包括氢能、热力、生物质、地热能等

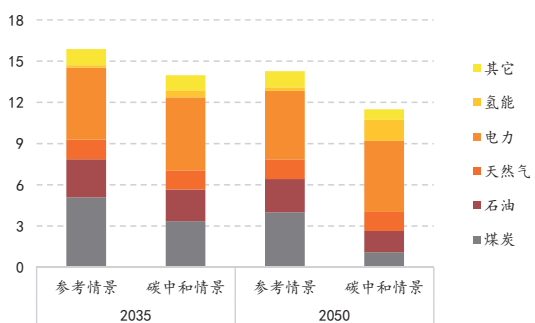
工业部门减排重在发展节能循环经济和减少煤炭消费比重

- 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。

碳中和情景较参考情景工业部门减排量，亿吨



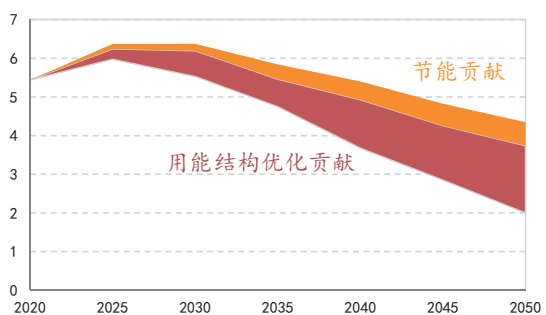
分燃料工业用能，亿吨标油



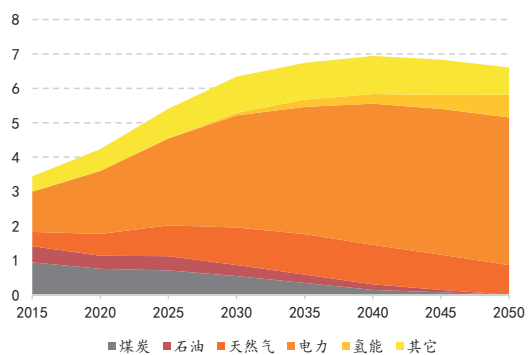
建筑用能低碳转型中结构优化作用更加突出

- 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_2/标油降至2050年的0.3吨CO_2/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%。

碳中和情景较参考情景建筑部门减排量，亿吨



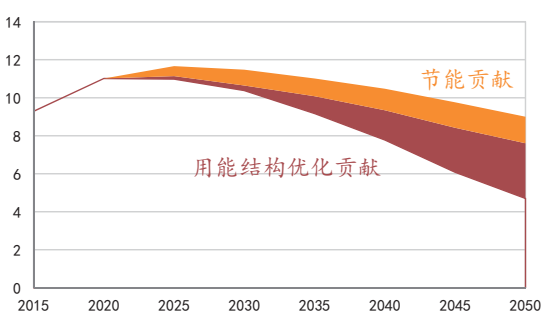
碳中和情景分燃料建筑用能，亿吨标油



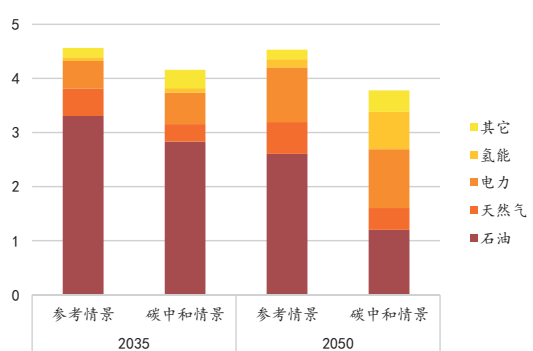
交通用能多元化格局需加快形成

- 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%。
- 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。

碳中和情景较参考情景交通部门减排量，亿吨



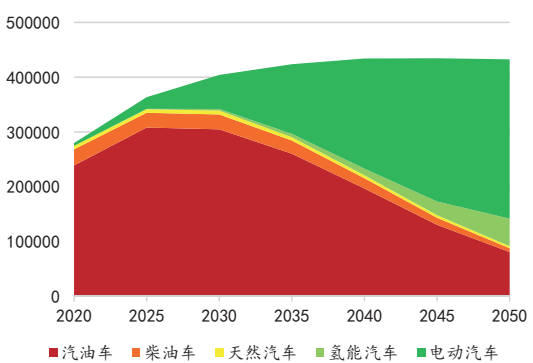
不同情景交通用能构成，亿吨标油



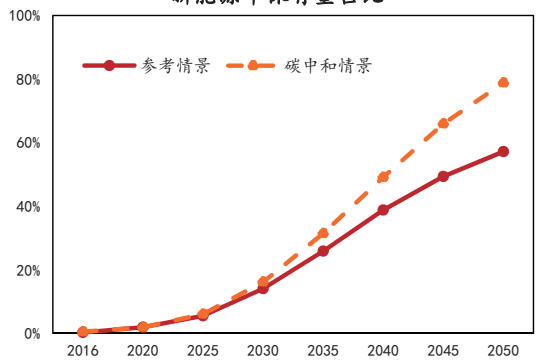
2040年前后新能源汽车将占据汽车保有量的半壁江山

- 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%。

碳中和情景下汽车保有量，千辆



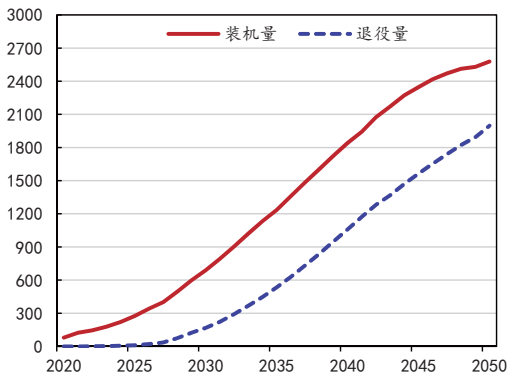
新能源车保有量占比



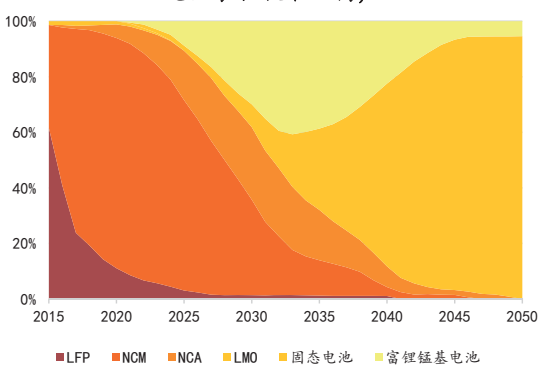
车用动力电池装机规模持续扩大

- 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。

动力电池装机规模，吉瓦时

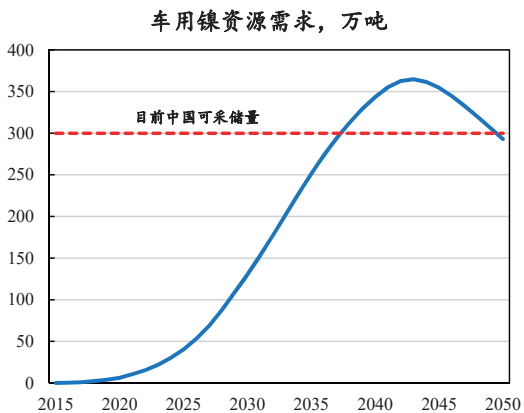


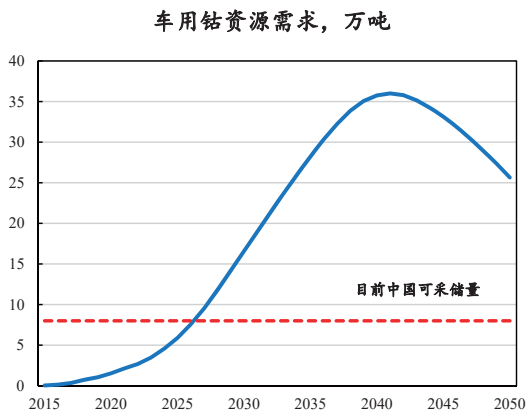
电池装机技术结构，%



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。

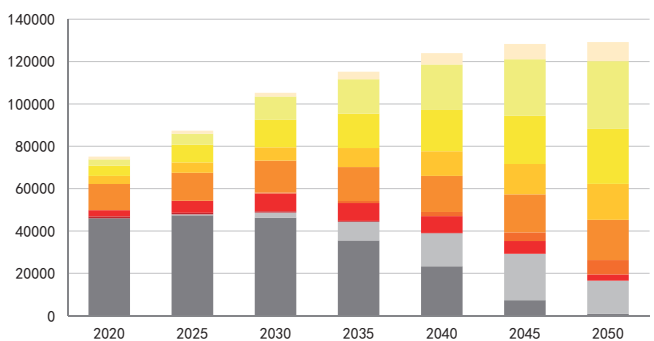




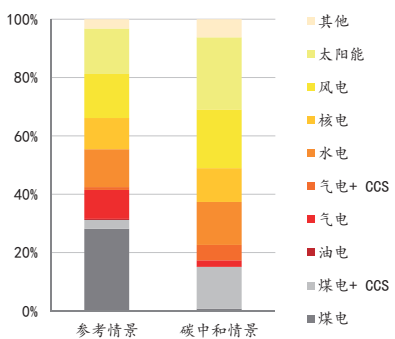
2050年电力部门基本实现净零排放

- 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。
- 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。
- 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



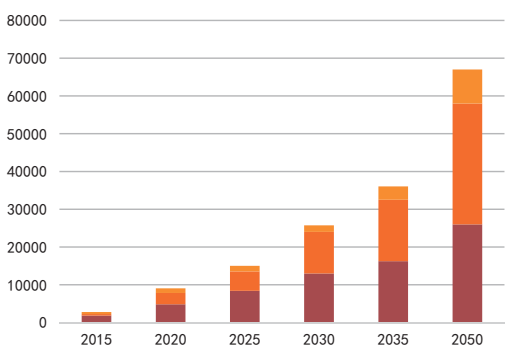
不同情景2050年发电结构对比



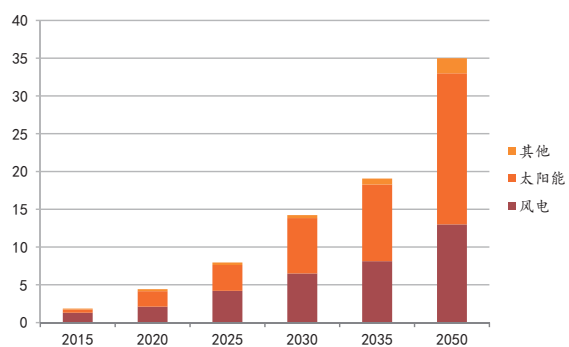
可再生能源发展进入快车道

- 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

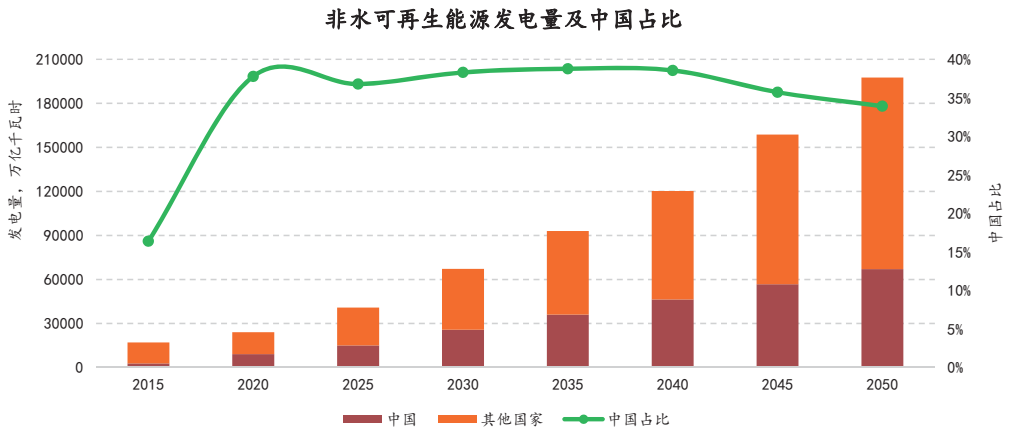


非水可再生能源装机，亿千瓦



中国可再生能源快速发展将助推世界能源转型升级

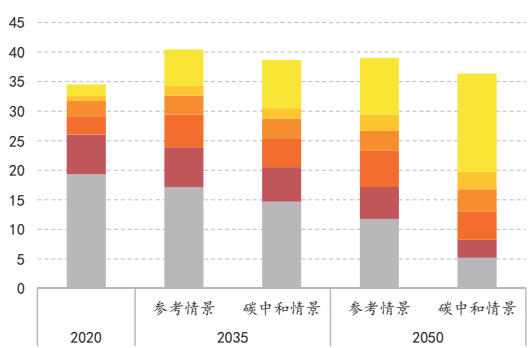
- 随着风能、太阳能等新能源技术的大规模应用，将进一步拉低新能源成本，创新应用场景，变革商业模式，助推世界能源低碳清洁转型。
- 在“一带一路”倡议的指引下，中国可与西亚、中东、南亚、非洲等风能、太阳能资源条件好的国家和地区进行新能源技术研发、装备制造、产能利用等领域的深度合作，不断提升世界可再生能源利用水平。



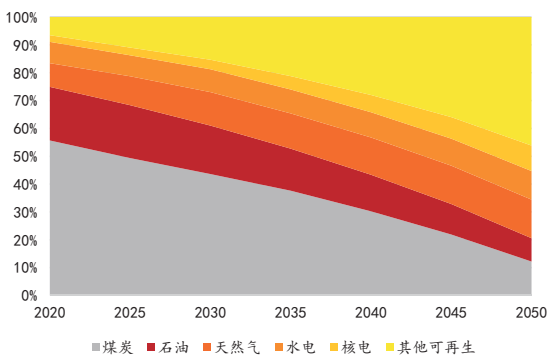
非化石能源占比将每年提升1.3个百分点

- 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。

不同情景一次能源需求量，亿吨标油

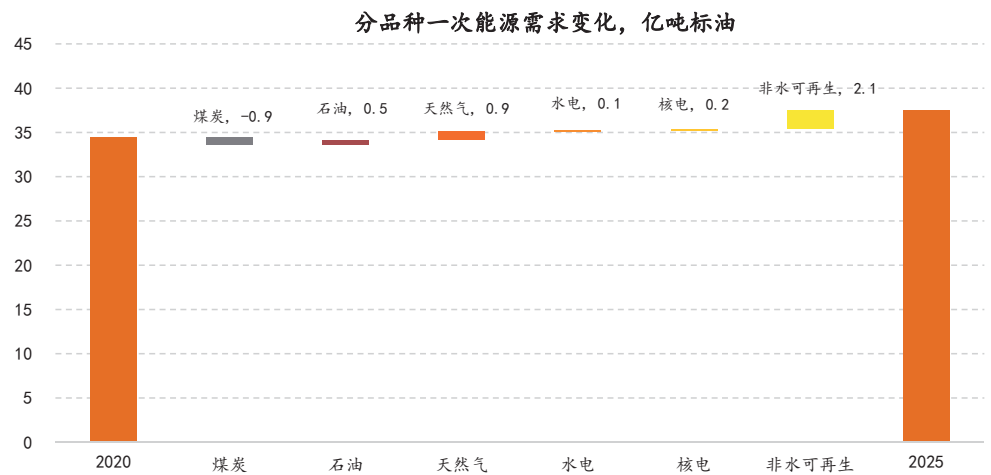


碳中和情景下一次能源结构演变



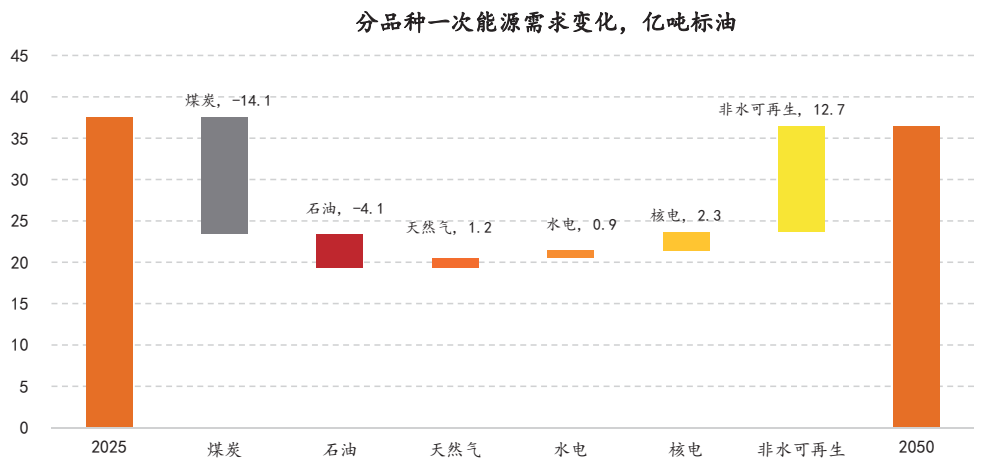
2025年前清洁能源可满足全部一次能源需求增量

- 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

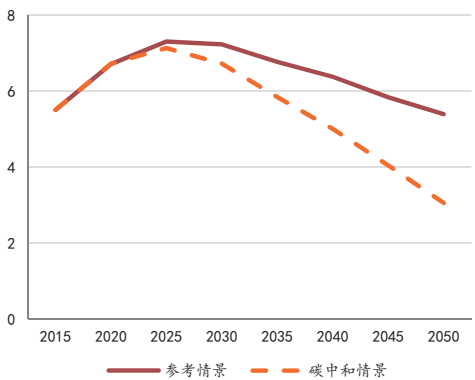
- 2025年后，清洁能源将更快发展，除满足新增用能需求外，对煤炭和石油在发电、工业燃烧、建筑和交通用能等领域形成较大规模替代。



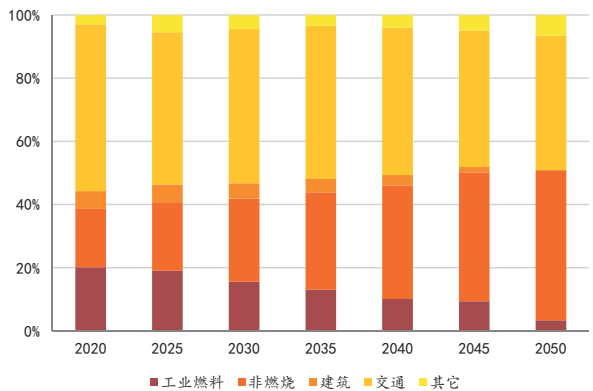
石油为低碳转型提供重要物质基础

- 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。

不同情景石油需求，亿吨



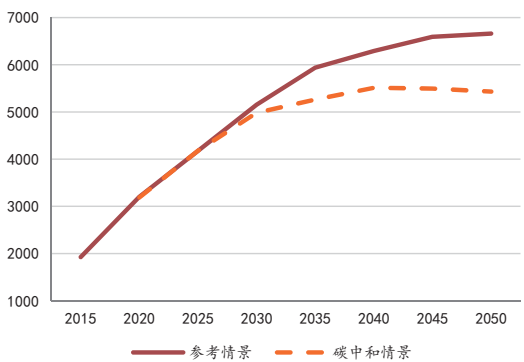
碳中和情景下分领域用油结构



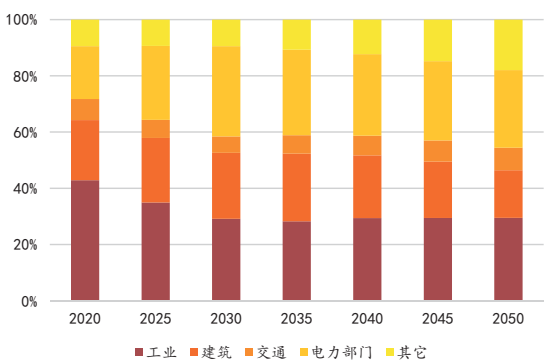
天然气是低碳转型的现实选择

- 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。
- 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。

不同情景天然气需求，亿立方米

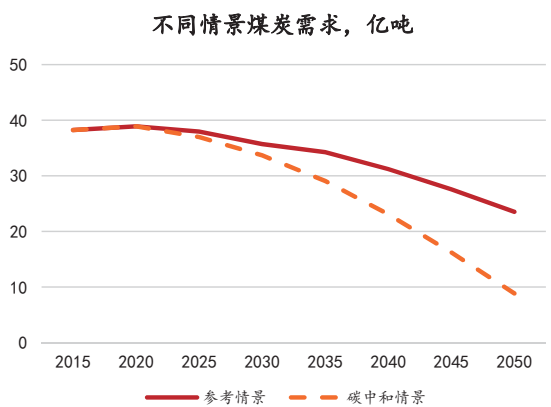


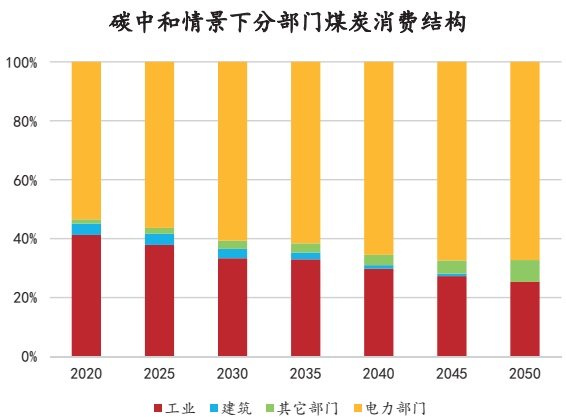
碳中和情景下分部门天然气消费结构



煤炭需求快速下降

- 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。
- 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。

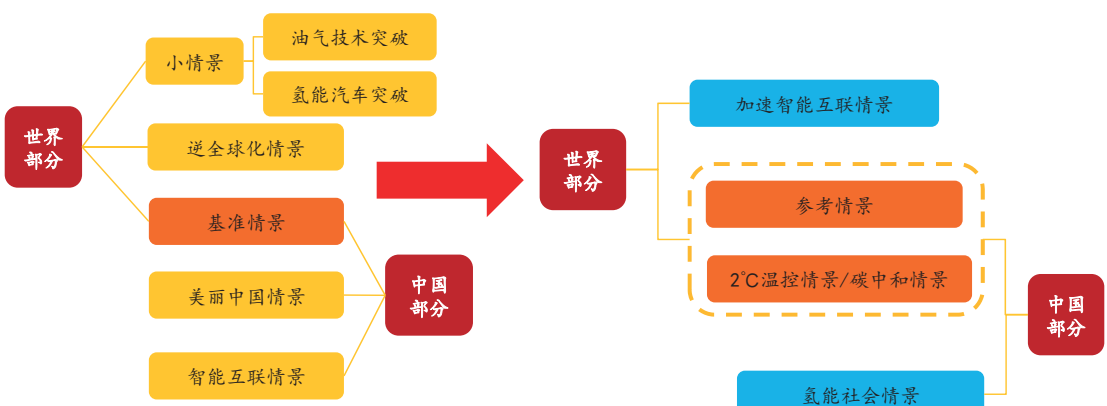




附录

在情景设计方面，与去年发布报告相比，2020版综合考虑过去一年全球政治经济新变化、技术进步新特点、新冠肺炎疫情影响等新情况更新了情景参数。同时，针对重点热点问题及影响能源行业的重大事件，在2019版基础上新设了加速智能互联情景，2℃温控情景/碳中和情景，氢能社会情景等。

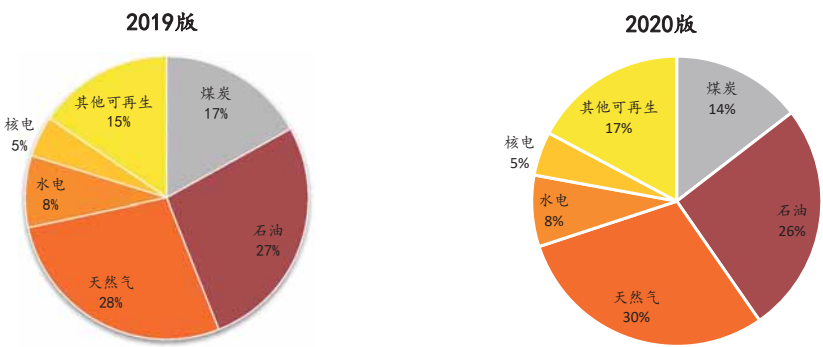
2019年版与2020年版情景设计对比



与2019年版世界能源展望对比

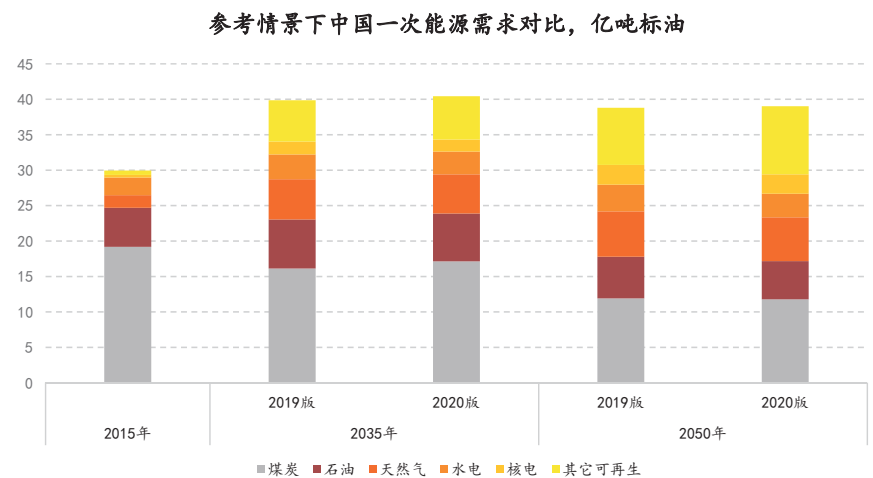
- 新冠肺炎疫情将对未来世界能源发展产生长远影响。一方面，疫情加快生产生活方式转变，加快交通运输业转型，使得石油需求增速减缓、峰值下降。另一方面，各国把绿色产业作为经济复苏的重要组成，将促进新能源更快发展，其中天然气与可再生能源的融合发展性好，也将受益。

2050年参考情景下世界一次能源需求结构对比



与2019年版中国能源展望对比

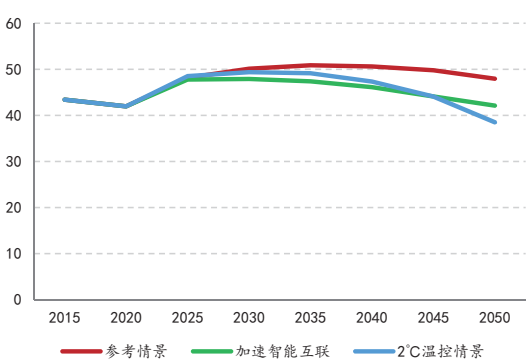
- 疫情改变了中国能源发展的内外部环境。短期内，将更加注重能源安全保障，煤炭需求有所反弹；长期看，数字化、智能化将推动新能源发展加快。与2019版相比，2020版的2050年非化石能源占一次能源的比重提高2.5个百分点。



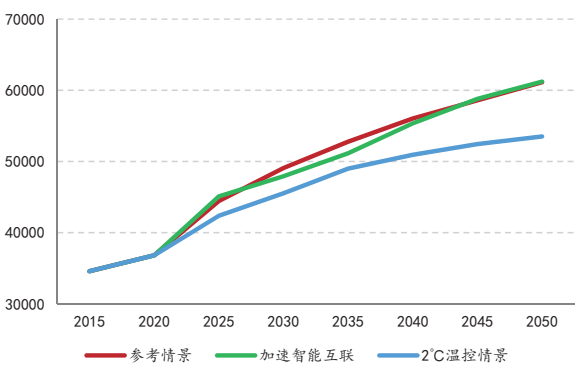
不同情景世界石油和天然气需求比较

- 不同技术路线的选择以及气候政策的约束会明显改变石油和天然气发展轨迹。
- 加速智能互联情景和2℃温控情景下，2050年石油需求分别为42.1亿吨和38.5亿吨，较参考情景分别低5.8亿吨和9.4亿吨；2050年天然气需求分别为6.1万亿立方米和5.4万亿立方米，较参考情景分别高0.01万亿立方米和低0.76万亿立方米。

不同情景世界石油需求，亿吨

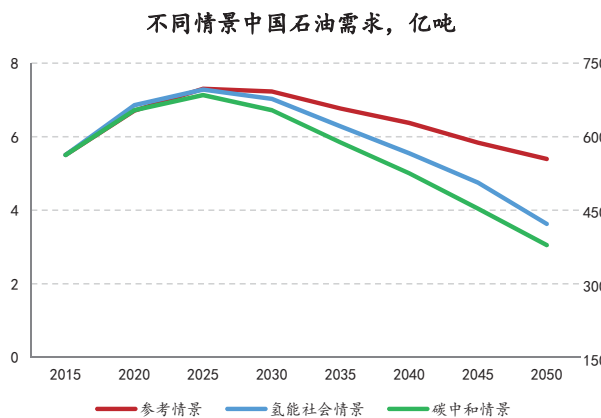


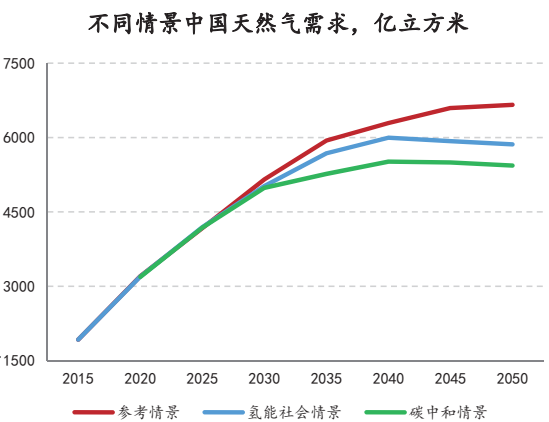
不同情景世界天然气需求，亿立方米



不同情景中国石油和天然气需求比较

- 氢能社会情景和碳中和情景下，2050年石油需求分别为3.6亿吨和3.1亿吨，较参考情景分别低1.8亿吨和2.3亿吨。
- 氢能社会情景和碳中和情景下，2050年天然气需求分别为5860亿立方米和5430亿立方米，较参考情景分别低800亿立方米和1230亿立方米。





研究方法与思路

本研究遵循“自下而上”与“自上而下”相结合的展望分析建模思路。模型综合考虑能源供需平衡、资源环境约束、能源政策影响等多重因素。

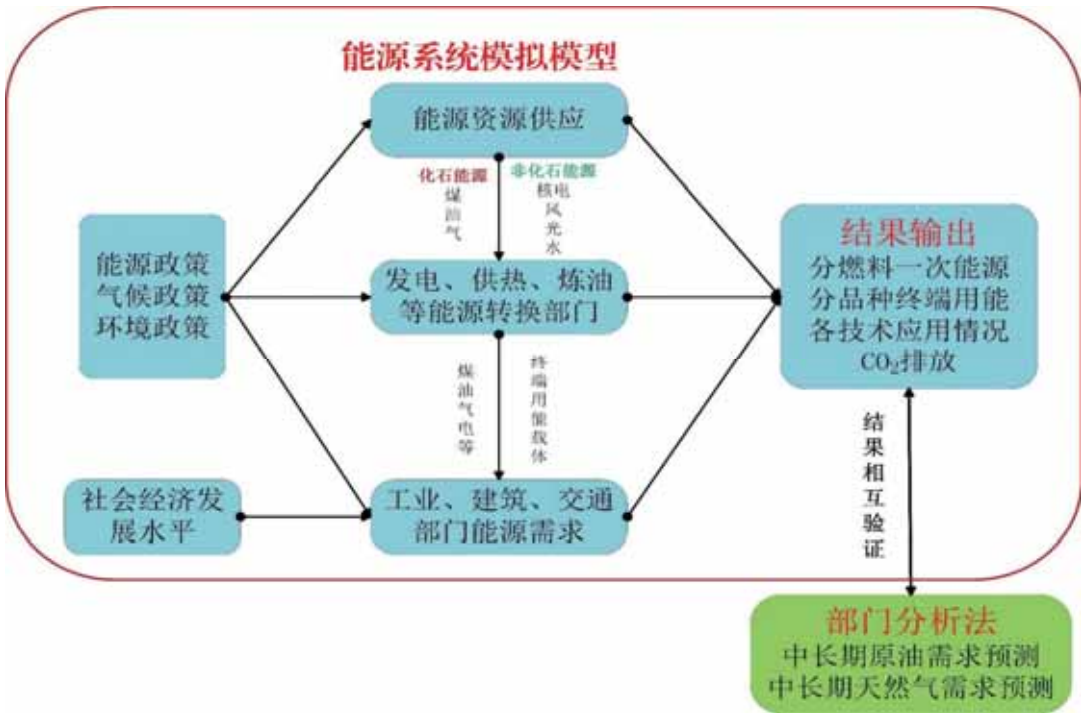
首先，从社会经济发展水平分析终端用能需求，即基于社会经济发展水平、能效提升水平、产业结构变化等因素，采取S曲线法、计量回归法、专家分析法等方法判断未来终端部门用能需求。

其次，确定终端分部门分品种能源需求，即终端部门各能源载体。主要根据时间序列、政策影响因素作用、趋势外推、计量经济、Logit选择函数等方法确定。

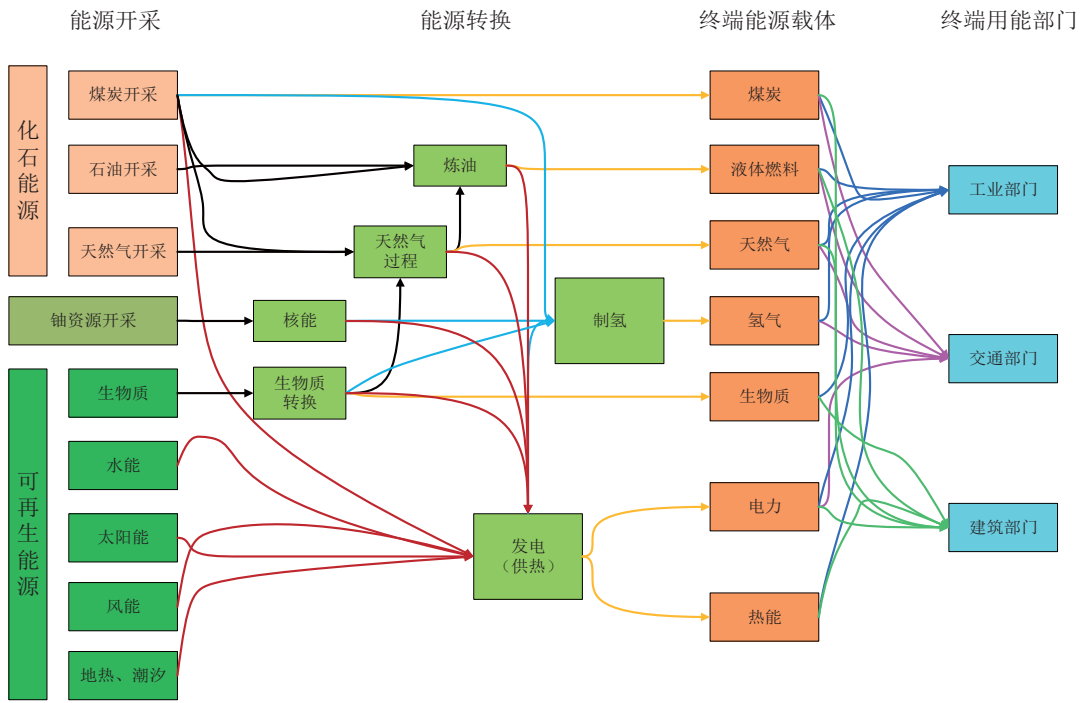
再次，对电力等二次能源供应根据产业发展规划、资源约束、技术成本等因素确定各发电技术的发电量。

最后，基于能源系统分析法汇总一次能源需求量，并测算能源相关的碳排放。

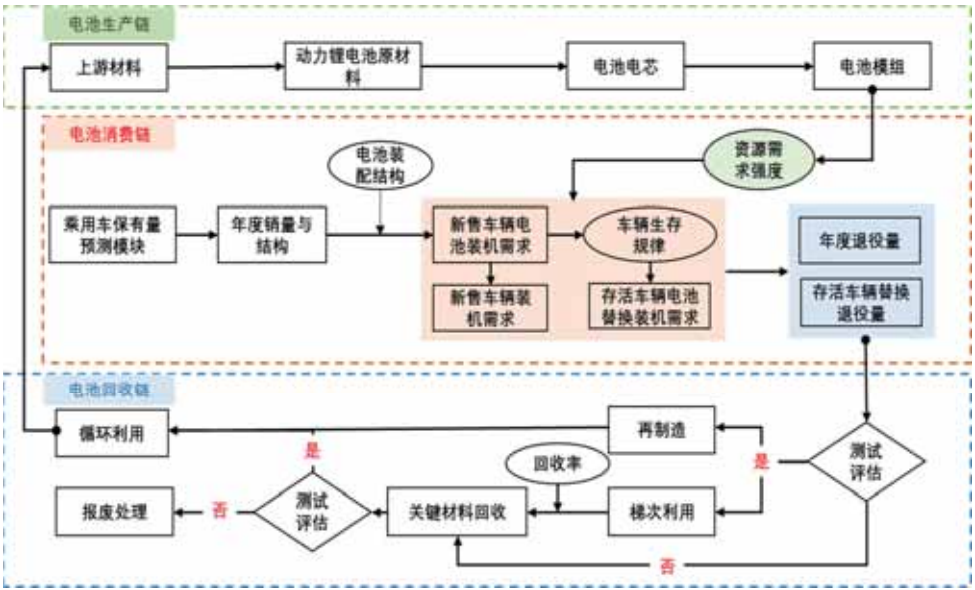
研究方法与思路


能源系统模拟模型
能源资源供应
化石能源
煤
油
气
非化石能源
核电
风
光
水
能源政策
气候政策
环境政策
发电、供热、炼油
等能源转换部门
煤油气电等
终端用能载体
社会经济发展水平
工业、建筑、交通
部门能源需求
结果输出
分燃料一次能源
分品种终端用能
各技术应用情况
CO_2排放
结果相互验证
部门分析法
中长期原油需求预测
中长期天然气需求预测

研究方法与思路


能源开采
能源转换
终端能源载体
终端用能部门
化石能源
煤炭开采
石油开采
天然气开采
铀资源开采
可再生能源
生物质
水能
太阳能
风能
地热、潮汐
核能
生物质转换
炼油
天然气过程
制氢
发电（供热）
煤炭
液体燃料
天然气
氢气
生物质
电力
热能
工业部门
交通部门
建筑部门

车用动力电池资源需求预测模型



致　谢

能源展望研究团队在报告形成过程中，多次邀请有关方面专家进行研讨交流，对世界与中国经济和能源发展趋势、能源各品种发展趋势，以及研究思路和方法进行探讨，有效提升了报告质量，在此深表感谢！也特别感谢中国石油勘探开发研究院等兄弟单位对国内外油气产量预测等方面提供的支持。

中国石油经济技术研究院

中国石油油气市场模拟与价格预测重点实验室