2050年
世界与中国能源展望

（2019版）

中国石油经济技术研究院

前　言

能源是人类社会发展和进步所必需的重要物质基础。能源技术的突破、能源行业的持续发展是推动经济社会发展和国家强盛的动力。

能源发展需遵循其客观规律，促进经济转型发展与能源供需的协调发展，通过推动经济结构优化，降低能源消费强度，实现使用更少的能源支撑经济的高质量发展是各国共同努力的目标。以建设人类命运共同体为使命，探索构建经济发展与生态文明建设兼顾的可持续发展道路是各国的共同追求。依托本地资源、因地制宜构建适合自身发展阶段的能源发展之路是各国能源发展应有之义。依托科技进步实现能源利用效率提升，清洁能源占比提升是能源发展的内生动力。

本报告中，我们设计了不同情景来展望世界与中国能源发展图景，以期能够启发各界对未来能源发展的思考与讨论，更希望有助于能源政策制定者和能源公司更好地迎接未来。

本展望仅供参考。

中国石油经济技术研究院

目录 CONTENT

世界部分

7 基准情景设定

11 一次能源

19 终端部门用能

25 石油

31 氢能汽车更早突破情景

37 天然气

42 油气技术突破情景

48 煤炭

51 电力

56 逆全球化情景

基准情景

主要结论——世界能源展望

1. 经济和人口增长仍是世界能源需求增长的主要动因，2050年前世界一次能源需求将持续增长，届时达182亿吨标油。
2. 世界能源加快向多元化、清洁化、低碳化转型，2050年清洁能源占比合计达56%。
3. 石油作为交通燃料和化工原料未来仍将继续增长，并将于2035年后进入峰值平台期。2050年世界石油需求49.3亿吨，较2015年增加13.7%，其中超过62%的需求增量来自亚太地区。
4. 天然气具有清洁低碳、资源丰富、使用便捷等特征，在能源转型中扮演重要角色，其需求将持续增长，2050年达5.6万亿立方米，其中40%的增量来自亚太地区。
5. 油气供应和需求极不平衡，中东和北美将是未来油气供应的主要增长点，两地原油产量增量占世界总增量的82.8%，天然气占41.8%。2050年，约一半的原油产量来自待发现和待开发资源，投资需求巨大。油气生产西移贸易东移趋势明显。
6. 电气化水平的不断提升是未来能源转型发展的重要标志。世界电力需求将持续增长，2050年水平将较2015年翻一番，其中发电增量的78%来自非化石能源发电。

基准情景

与2018年世界能源展望对比

与2018年版相比，2019年版报告基于过去一年以来发生的社会经济格局新变化、能源政策新调整、传统和新兴技术新趋势更新了模型参数，设计了逆全球化情景，同时，设置了油气生产技术突破和氢能汽车更早突破两个案例。

1、2019年版基准情景中，因贸易保持主义抬头对世界能源发展的影响，世界一次能源需求较2018年展望报告略有增长；可再生能源技术竞争力进一步增强，且天然气可获得性的进一步提升，清洁能源占比更高。美国的页岩油气革命改变世界供需和贸易格局，并且不断革新对油气资源供应的认知。以天然气加可再生能源为特征的低碳绿色转型，正成为未来能源多元化清洁化的一种方向。2018年全球温室气体排放再创新高，《巴黎协定》在各国的执行也仍受到一定阻碍。但极端天气的频发，使人们意识到保卫全球家园刻不容缓。我们认为化石能源的清洁化和非化石能源规模化发展仍是未来能源发展大趋势。2019年版能源展望报告充分考虑了全球CCUS技术的发展与推广应用以及可再生能源需求上升。总体上，能源相关CO_2排放达峰时间将从2035年（2018版）提前到2030年（2019版），2050年能源相关CO_2排放为330亿吨，比2018年版减少60亿吨。

与2018年世界能源展望对比

2、技术对能源发展具有决定性作用。2019年版能源展望报告就氢能汽车技术突破和油气生产技术突破对世界能源发展的影响进行了专题分析。氢能汽车更早突破下，交通用油大幅下降，世界能源供应更加充足，更加均衡。而油气生产技术突破下，天然气占比明显上升，煤炭和其他可再生能源占比下降，世界能源供应充足性和均衡性有所好转，但仍需进一步改善。

3、在逆全球化情景中，分析了全球全面贸易保护对世界能源发展的影响。与基准情景比，世界经济发展受阻，技术进步速度变慢，拉低世界能源需求，能源消费强度比基准情景明显增加。技术与贸易依赖性强的能源需求下降，而依赖于本地资源的能源需求上升。

1

基准情景设定

基准情景

基准情景设定

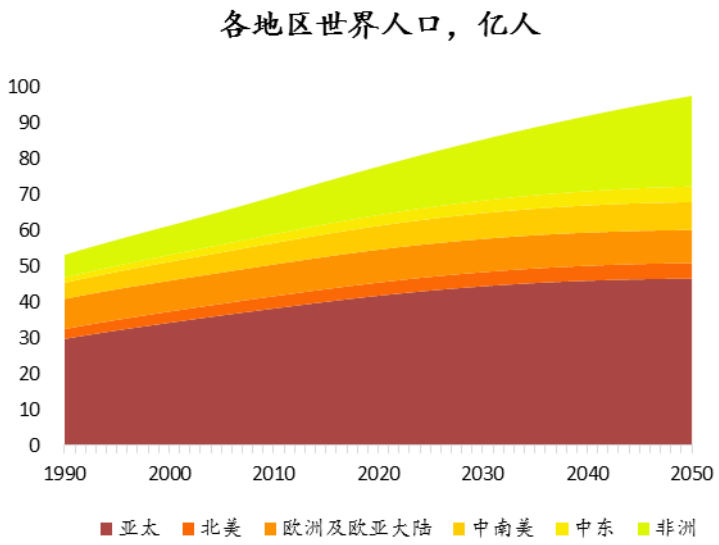
基准情景下，世界经济稳步增长，人口持续增加，城镇化和电气化持续推进。当前全球仍然有10亿人没有用上电，迫切需要消除能源贫困，提升生活质量。到本世纪中叶，世界人口将从75亿增加到98亿，增长主要来自亚太和非洲地区。这些地区多数将进入工业化、城镇化的快速发展进程中，成为世界能源增长新的引擎。全球贸易摩擦升级和美国能源独立影响世界政治经济以及能源发展和格局变化。

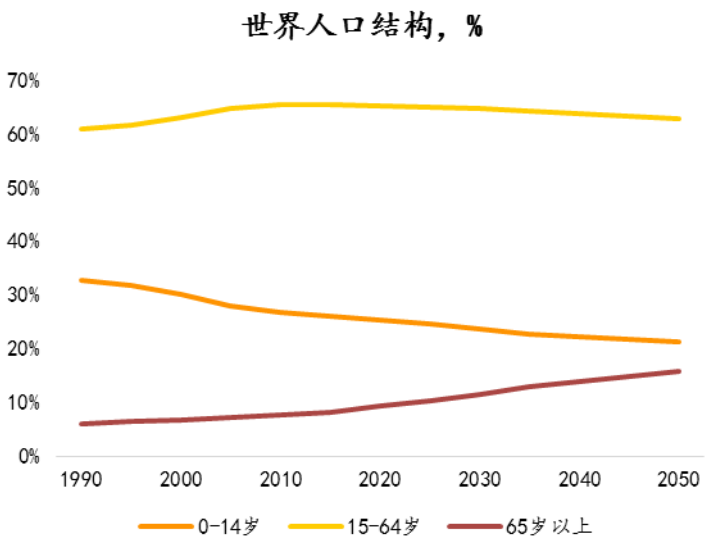
各国同步推动世界能源转型发展。在新能源技术发展不断取得突破的今天，发展中国家具有后发优势，新增项目可直接采用新技术，转型成本较低。另一方面，发达国家也在积极优化能源结构，提升低碳能源占比，以应对全球性和地区性环境问题。

技术和政策协同发力引导能源变革。多领域能源技术稳步发展，推动能源生产和消费变革，重塑经济发展模式和人类生活方式，改变能源生产和消费格局，大幅提高能效水平。与此同时，生态环保越来越受到全人类的关注，《巴黎协定》遇到阻力，但大多数国家坚定不移的向前推进。世界能源呈现多元、清洁、低碳、安全、高效、智能的发展特征。

非洲和亚太主导世界人口持续增长，劳动人口占比下降

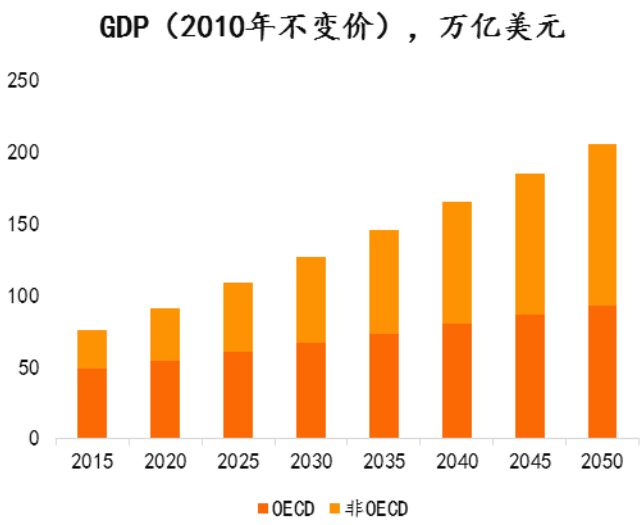
- 2050年，世界人口将达到97.7亿，比2015年增加32.4%，2015-2050年年均增长0.8%。非洲与亚太地区分别增长13.3亿与6.5亿，贡献世界新增人口的82.9%。
- OECD国家人口占比从2015年的14.7%下降到12.1%，非OECD国家占比从85.3%上升到87.9%。
- 世界劳动力人口（15-64岁）占比62.8%，较2015年下降2.7个百分点。

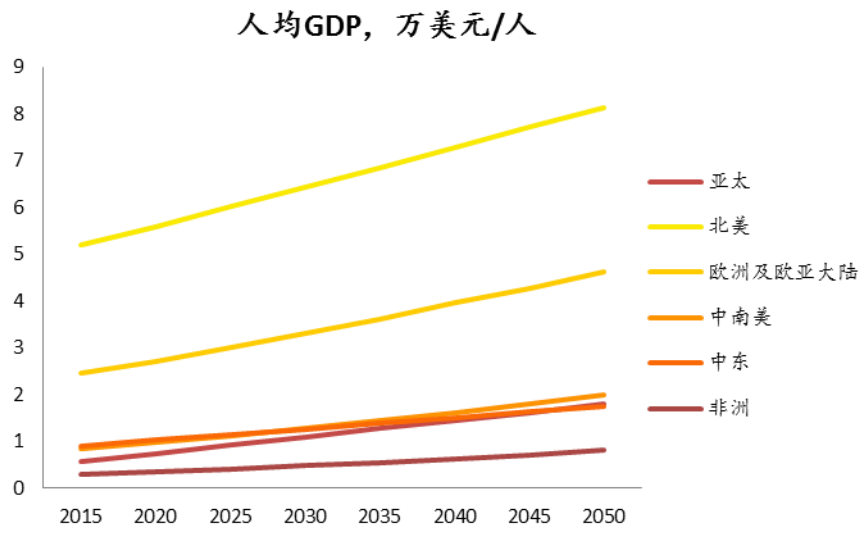




世界经济稳步发展，发展中国家占比上升，但人均差距拉大

- 2050年世界GDP达到205万亿美元，是2015年的2.72倍，2015-2050年年均增长2.9%。
- OECD国家GDP将达到93万亿美元，年均增长1.9%，占比从2015年的64.4%下降到45.2%；非OECD国家GDP为113万亿美元，年均增长4.2%，占比从35.6%上升到54.8%。
- 非OECD国家人均GDP增长207%，增幅是OECD国家的2.74倍，但二者之差从4万美元/人扩大至6.5万美元/人。





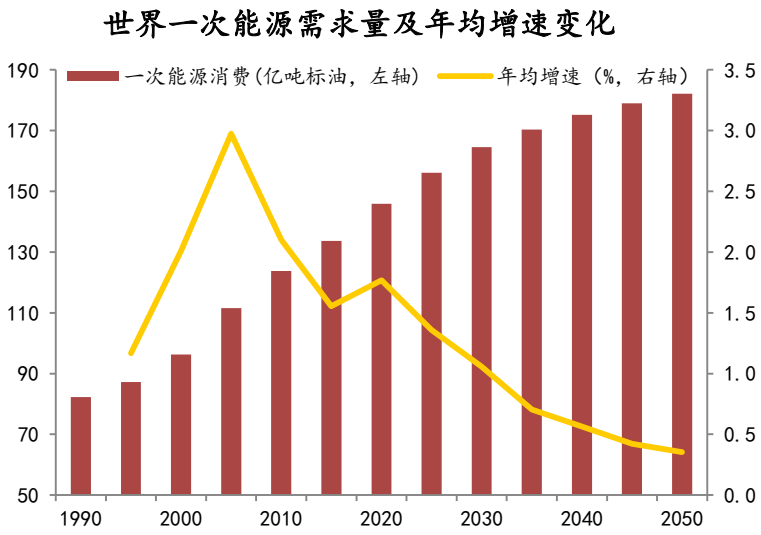
2

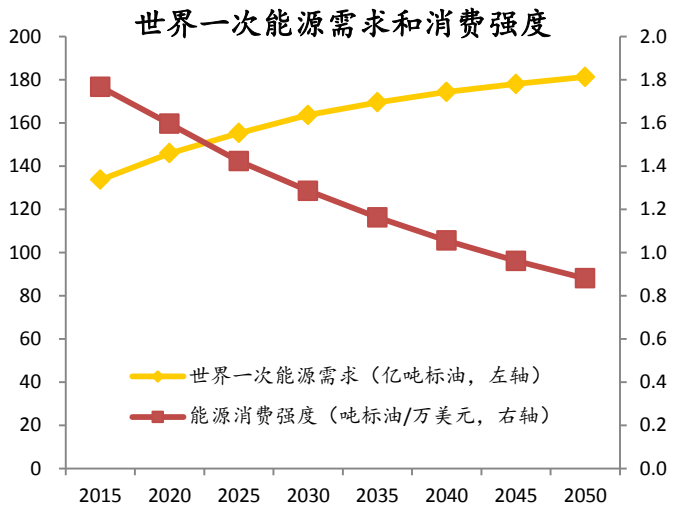
一次能源

基准情景

一次能源需求维持增长势头，能源消费强度持续下降

- 世界一次能源需求将持续增长，考虑贸易摩擦加剧，影响技术扩散和能源效率提高，需求总量高于上年预期，2050年达到182亿吨标油，年均增长0.89%。其中，2015-2035年年均增长1.2%，2036-2050年年均增长0.45%，增速逐渐放缓。
- 展望期内，世界仅以36%的能源需求增长支撑了172%的经济增长,能效提高是主要动因。到2050年，能源消费强度降至0.88吨标油/万美元，较2015年下降50%，年均下降2%。

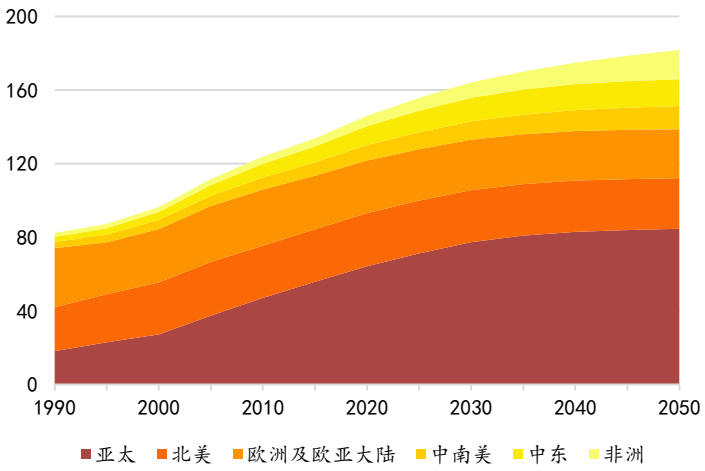




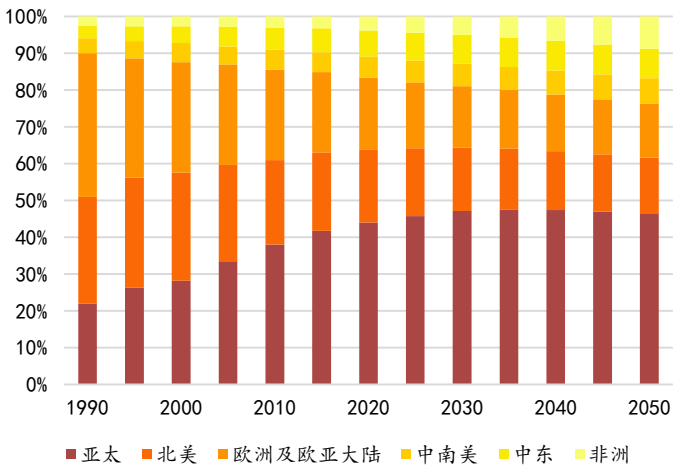
亚太地区将成世界最大一次能源需求地

- 发达国家因人口基本稳定、服务业占比较高、基础设施完善、能源效率不断提升等影响，一次能源需求总体下降。
- 大多数发展中国家随着工业化、城镇化快速推进，人均收入将有明显提升，能源需求将快速增长。
- 亚太地区人均GDP在2030年前后突破1万美元，一次能源需求占全球的比重2020年突破45%，之后长期维持在45%以上。

分地区一次能源需求，亿吨标油

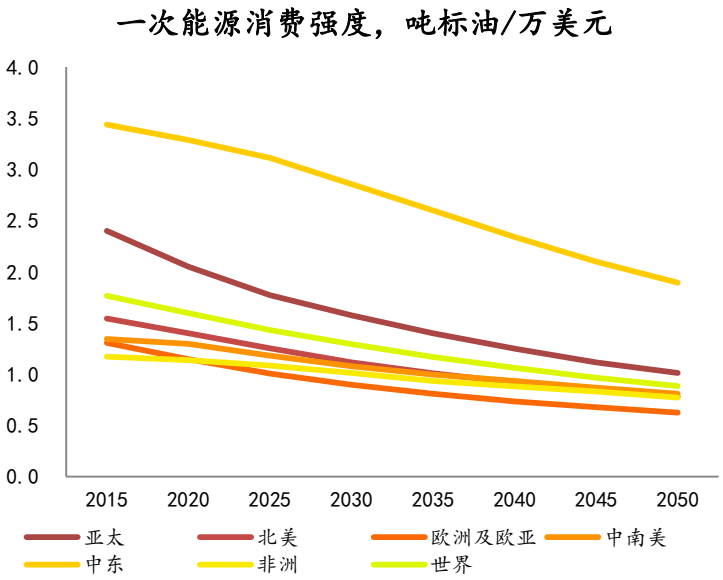


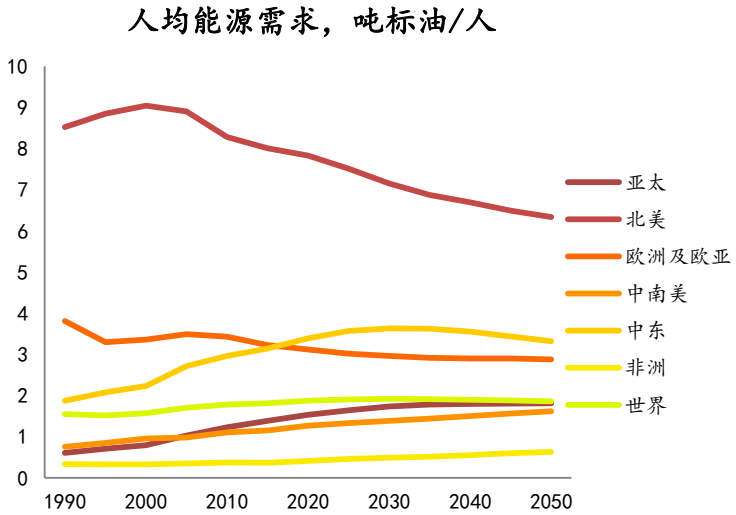
分地区一次能源需求结构



发达国家高能耗发展模式难以复制

- 世界一次能源消费强度稳步下降。其中，亚太、中东等地随着工业化、城镇化、现代化步入后期，降幅快于世界其他地区。
- 各地区人均能源需求量趋于接近，2050年约1.86吨标油/人。总体上，发达国家人均能源需求高于世界平均水平。

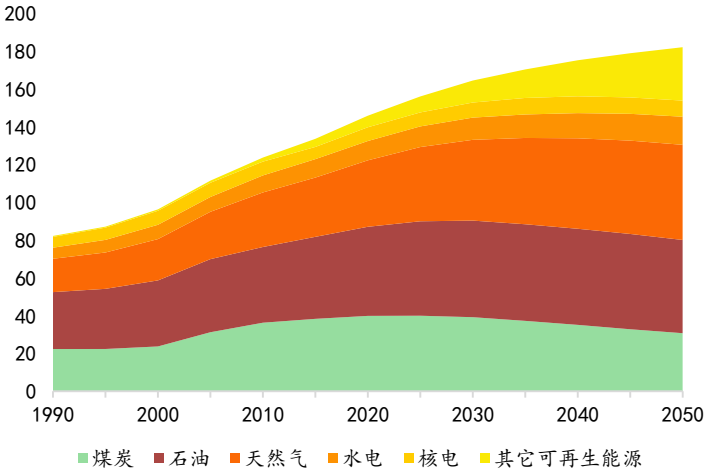




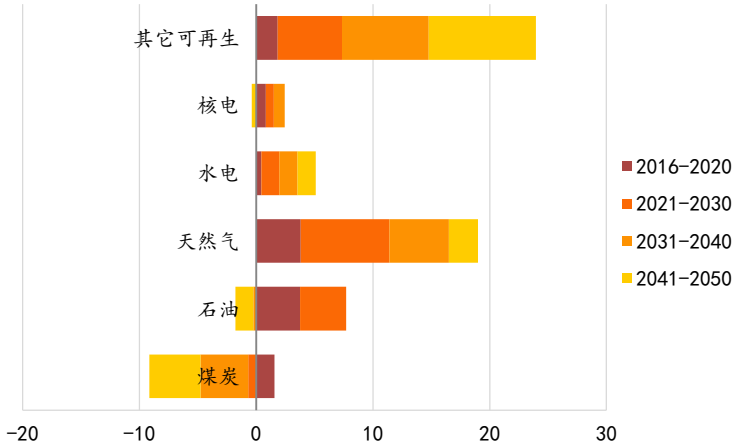
清洁能源将满足世界能源需求的全部增量

- 展望期内，非化石能源与天然气等清洁能源需求增长50亿吨标油，超过一次能源需求总增量48.5亿吨标油。其中，非化石能源增长31.1亿吨标油，占总增量的64.2%。2016-2050年，其他可再生能源（除水电和核电以外的其他非化石能源）增长最快，年均增长5.5%，天然气次之，年均增长1.4%。

一次能源需求量，亿吨标油

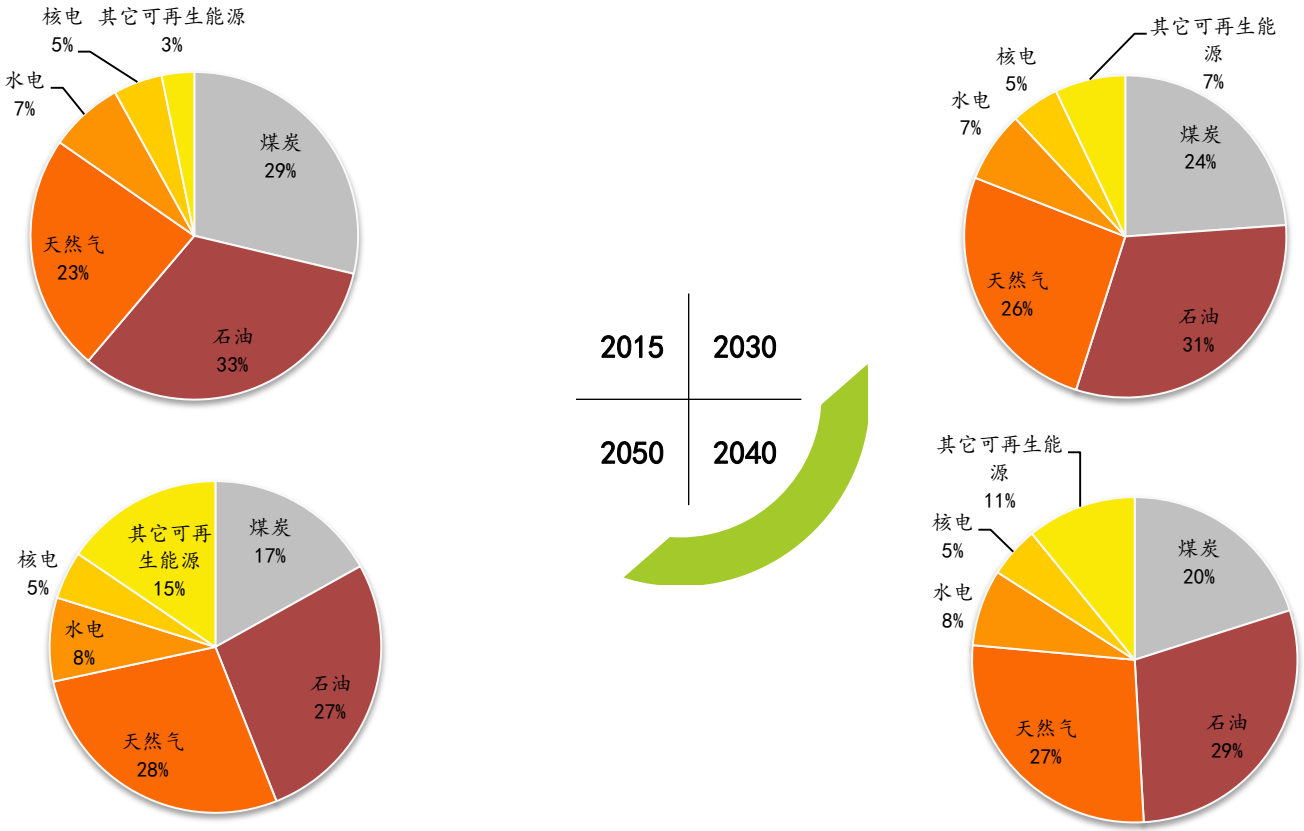


分品种一次能源需求变化，亿吨标油



非化石能源占比快速提升，天然气超过石油成为第一大能源

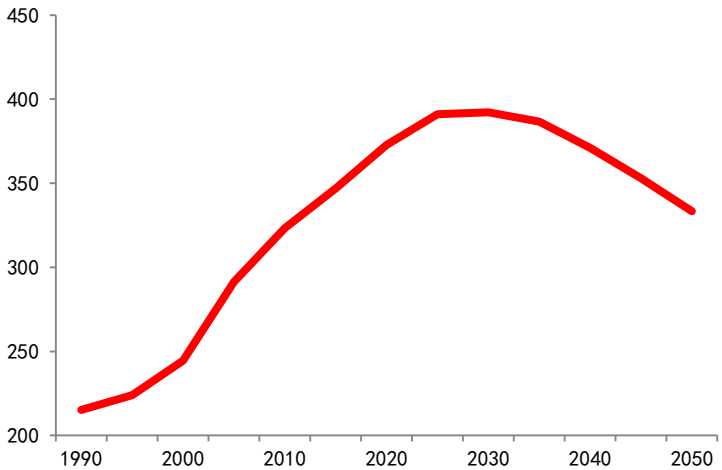
- 到2050年，天然气和非化石能源需求总量占比达到56.0%。其中，非化石能源占比上升到28.4%，天然气占比上升到27.6%，超过石油的27%，成为第一大能源品种。



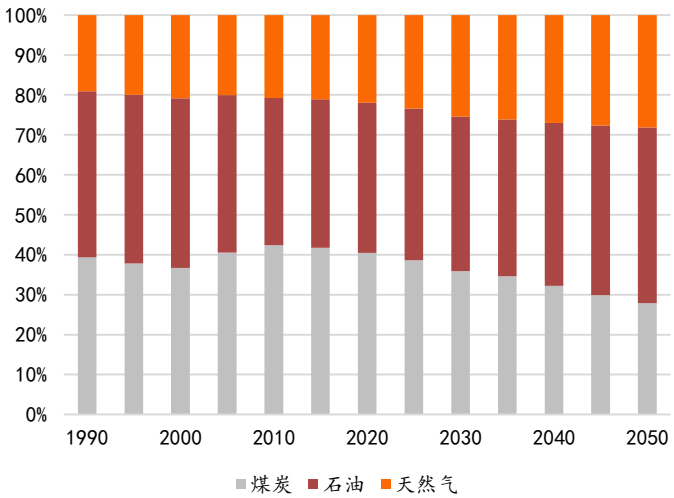
与能源相关CO_2排放预计2030年前后达峰

- 随着非化石能源占比快速提升，以及主要国家加快CCUS技术的推广与应用，与能源相关CO_2排放预计在2030年前后达峰，峰值约400亿吨，
- 2030年后，随着能源结构优化加速，碳排放将快速回落，2050年下降到330亿吨。

能源相关CO_2排放，亿吨

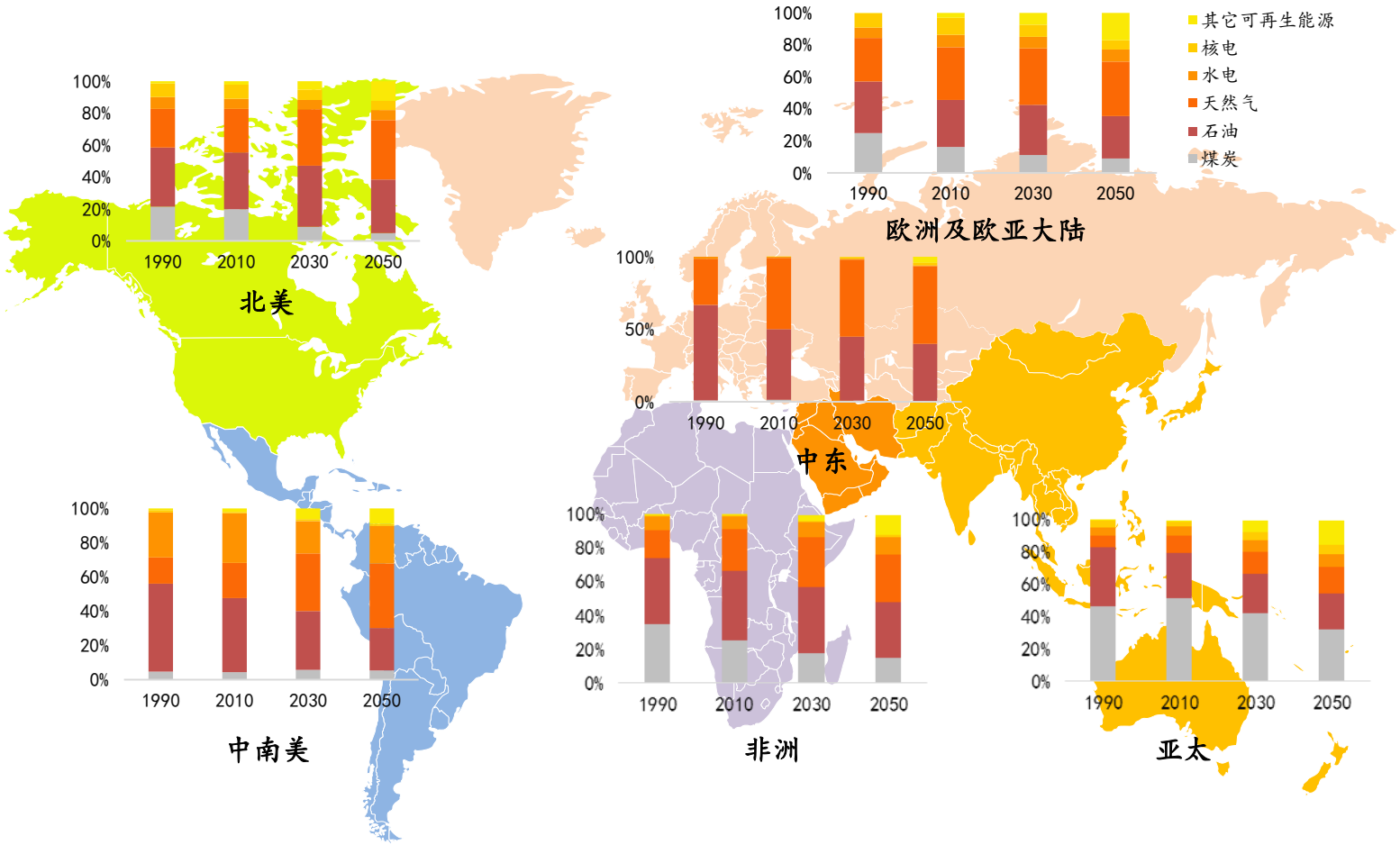


能源相关CO_2排放结构，%



能源转型呈现阶段性、差别性和地区性

各地区一次能源需求结构变化



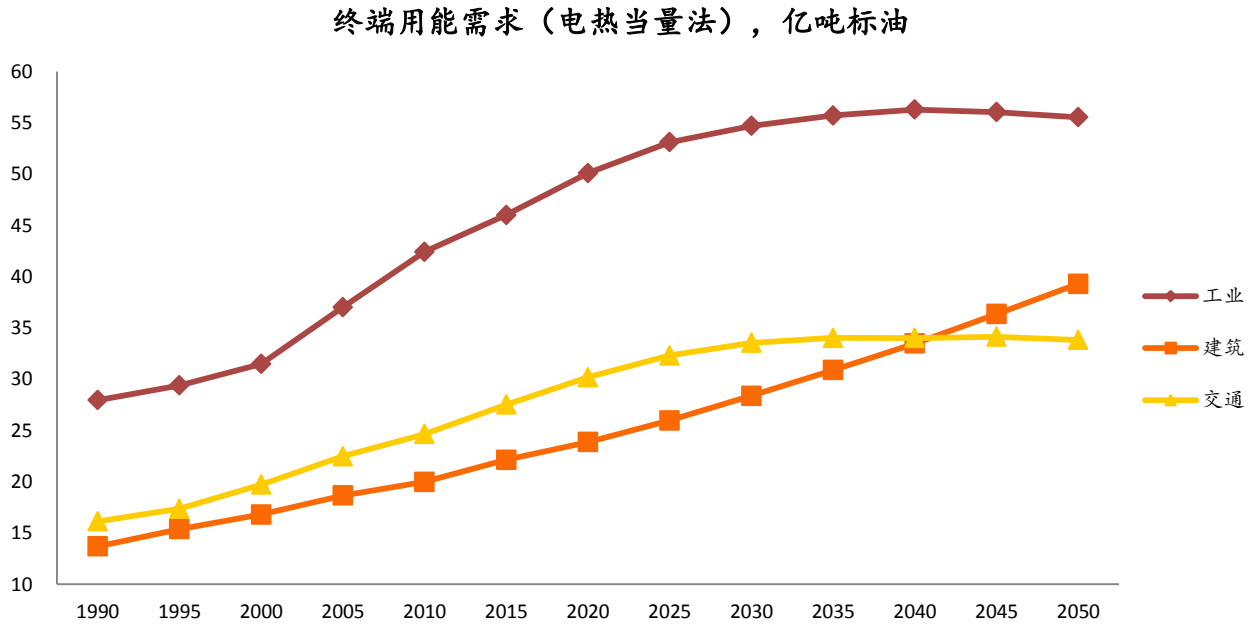
3

终端部门用能

基准情景

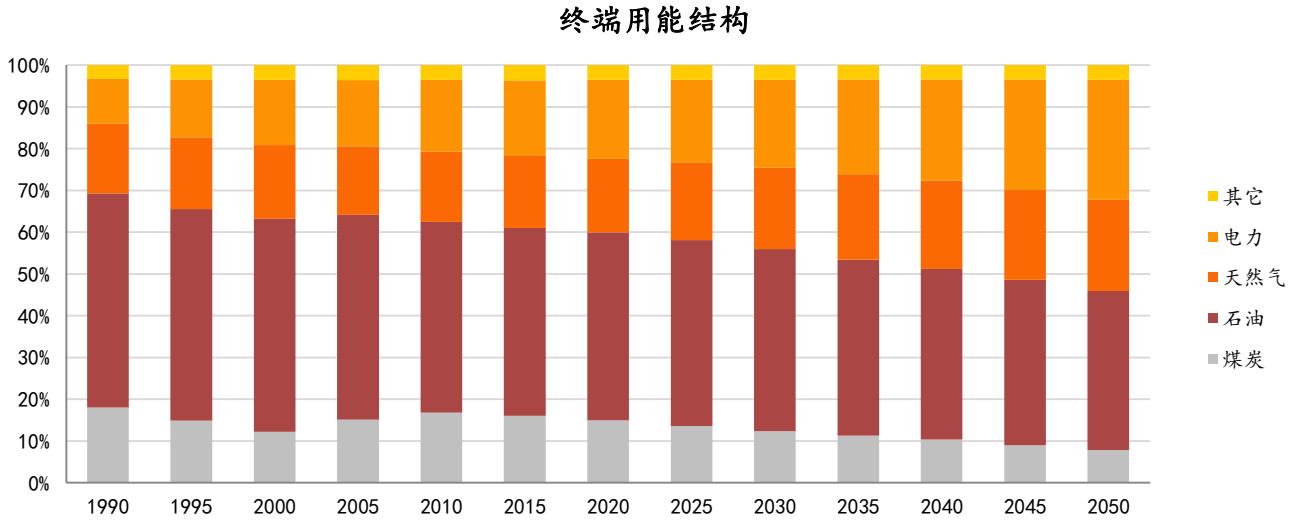
建筑用能是拉动终端用能需求增长的最大动力

- 展望期内，随着发展中国家城镇化和工业化推进，终端用能需求稳步增长，2050年达129亿吨标油，较2015年增长34%。其中，工业部门能源需求最高；建筑部门用能增长最快，需求增量占总增量的52%。



终端用能结构将更加清洁、低碳

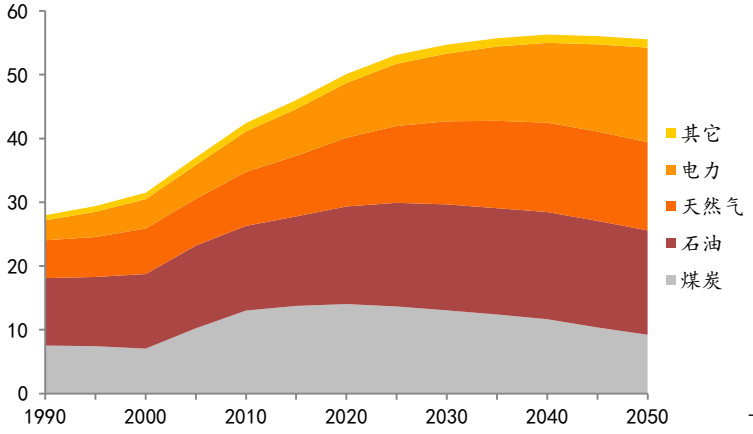
- 终端用能中，煤炭与石油占比下降。到2050年，煤炭占比快速下滑至8%左右，石油占比从2015年的45%降至38%，但在交通运输中的主体地位难以撼动，继续保持最大终端用能载体地位。
- 天然气和电力占比较快提升。到2050年，天然气和电力占比将分别达22%和28%。天然气占比提升得益于世界天然气资源可获得性的提高；而电力随着人民生活方式变革，网络化、数字化和智能化的不断推进，成为增长最快的终端用能载体。



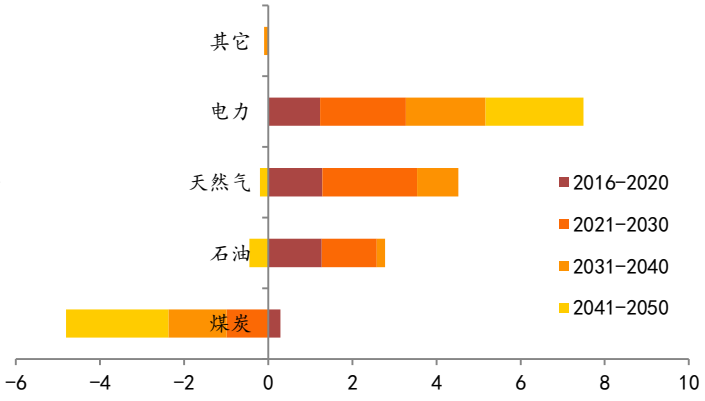
工业用能2040年达峰，电气化率显著提升

- 工业用能需求增量主要集中在亚洲与非洲的发展国家，2040年达到56.3亿吨标油峰值水平，之后保持相对稳定。
- 展望期内，工业部门化石能源需求相继达峰，电气化程度不断提高。煤炭、石油和天然气分别于2020年、2040年和2045年达到峰值。到2050年，由于工业数字化、网络化和智能化发展，工业用电量增长到14.84亿吨标油，电气化率提高到26.7%。

工业部门能源需求，亿吨标油



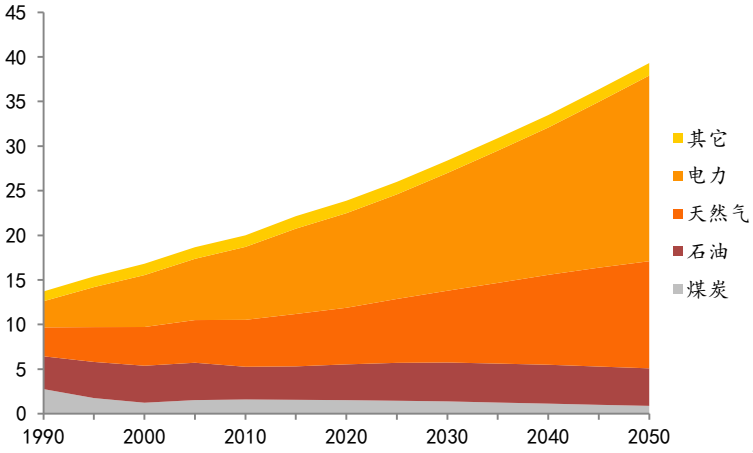
工业部门能源需求变化，亿吨标油



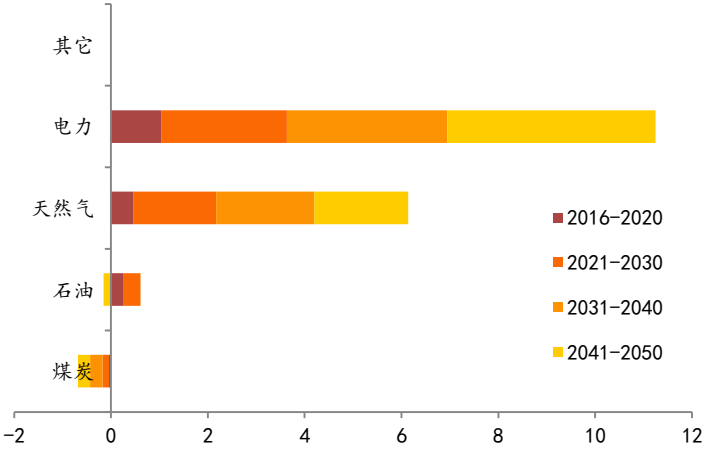
生活水平提升与模式转变拉动建筑用能需求快速增长

- 在居民生活水平提升与生产生活模式转变的推动下，建筑用能需求将持续快速增长，2050年达39.3亿吨标油，较2015年增长78%。
- 到2050年，建筑部门电力和天然气需求分别达到21亿吨和12亿吨标油，展望期年均增速分别为2.2%和2.1%。其中超过一半以上的能源需求来自电力，2050年电气化率达53%。

建筑部门能源需求，亿吨标油



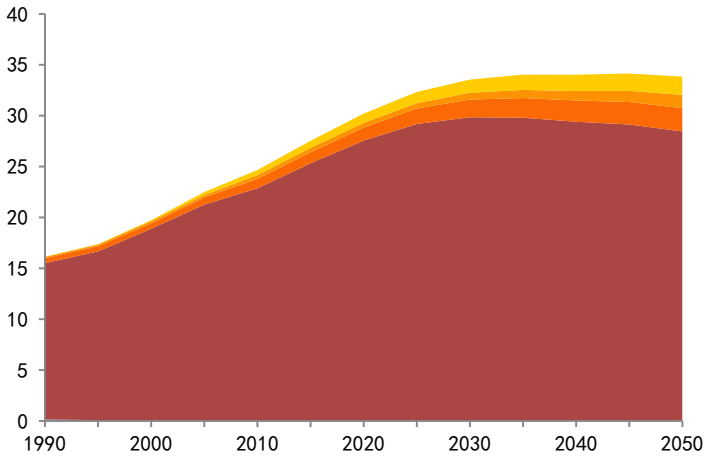
建筑部门能源需求变化，亿吨标油



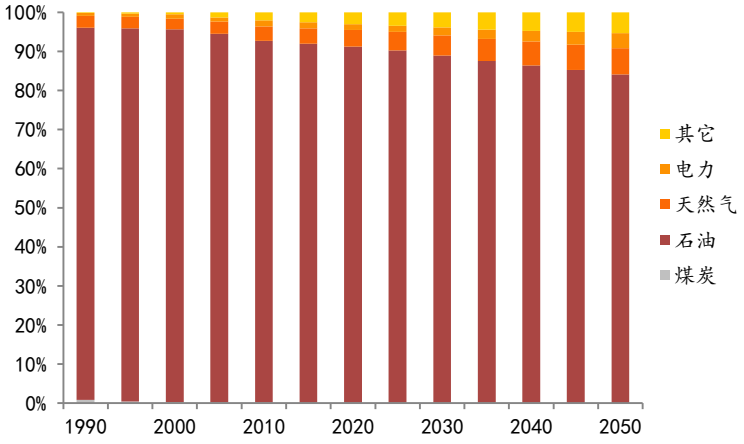
生产和出行需求增加促进交通用能不断增长

- 全球资源配置优化以及出行活动需求增长，成为2030年前交通用能较快增长的主因，2050年交通用能较2015年增长23%。
- 由于航空、航海以及公路客货运规模不断扩大，石油仍是交通部门用能的绝对主力。到2050年，石油占交通用能的比重仍高达84.1%，但比2015年低7.8个百分点。

交通部门能源需求，亿吨标油



交通部门能源需求结构，%



4

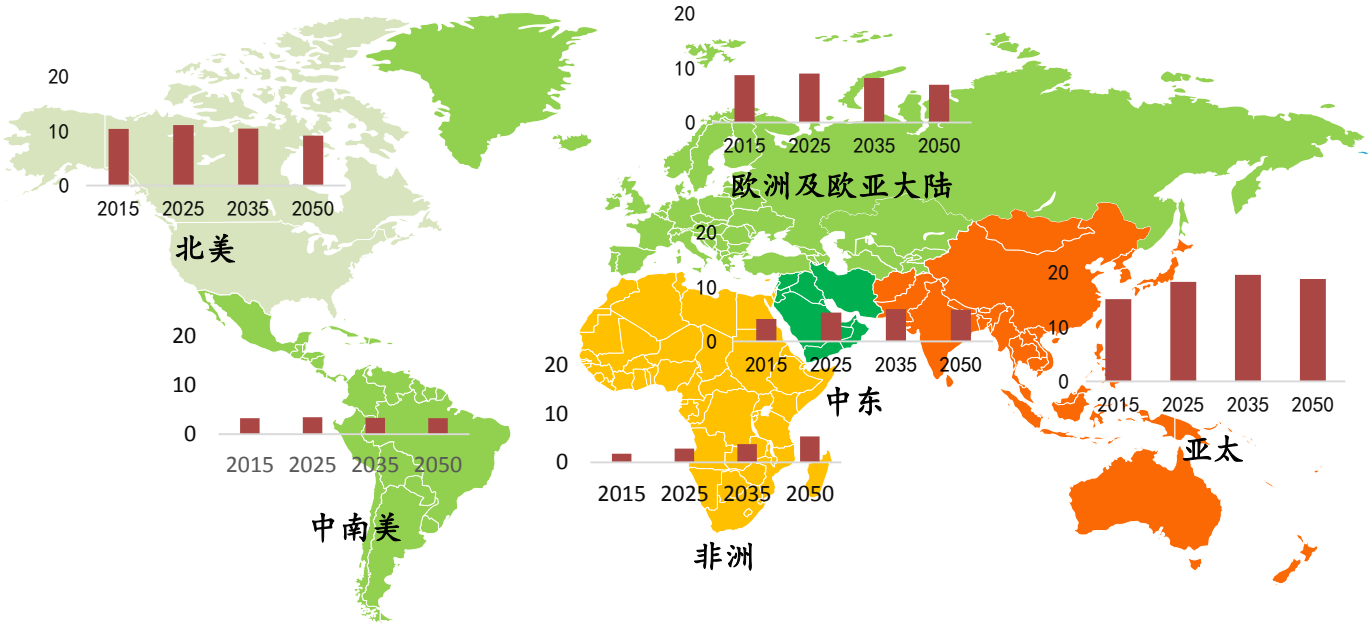
石油

基准情景

世界石油需求增长逐渐放缓，亚太和非洲是主要增长地

- 能效提高、新能源汽车快速发展以及出行方式变革，导致世界石油需求增长逐渐放缓，预计2035年达到51.1亿吨峰值，2050年降至49.3亿吨。
- 2015-2050年，亚太与非洲地区是石油需求增长的主要地区，主因是发展转型和人口增长。非洲转型是能源需求转向现代能源，而亚太则是中等收入群体增加导致的消费升级。

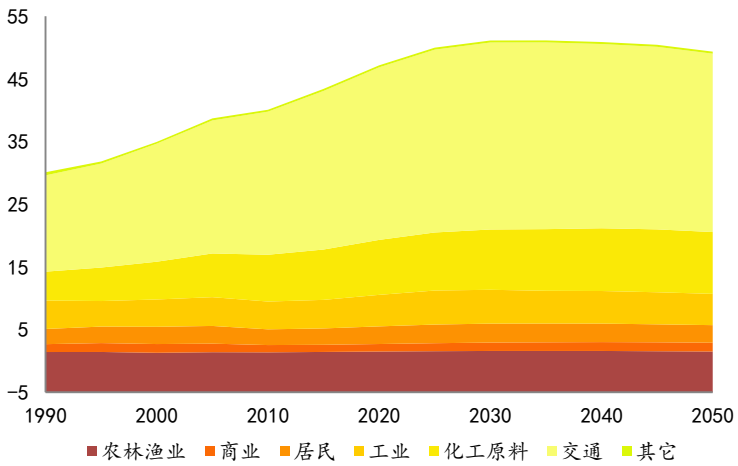
分地区石油需求变化，亿吨标油



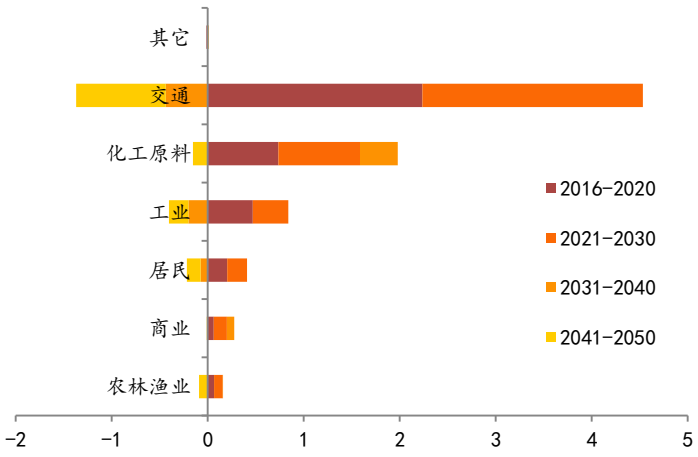
交通用能仍是世界石油需求增长的最主要来源

- 展望期内，主要部门石油需求都有所增长，其中化工原料增长最快，年均增长达到0.59%，主因是经济和人口带来的全球化工品需求快速增长。
- 燃油效率提高、新能源汽车快速发展和出行方式的改变，导致交通部门用油需求逐步减速，预计交通用油需求于2030年左右达到30亿吨左右峰值水平，2050年缓慢下降到28.4亿吨，但交通部门用油占比仍超过50%。

分部门石油需求，亿吨标油



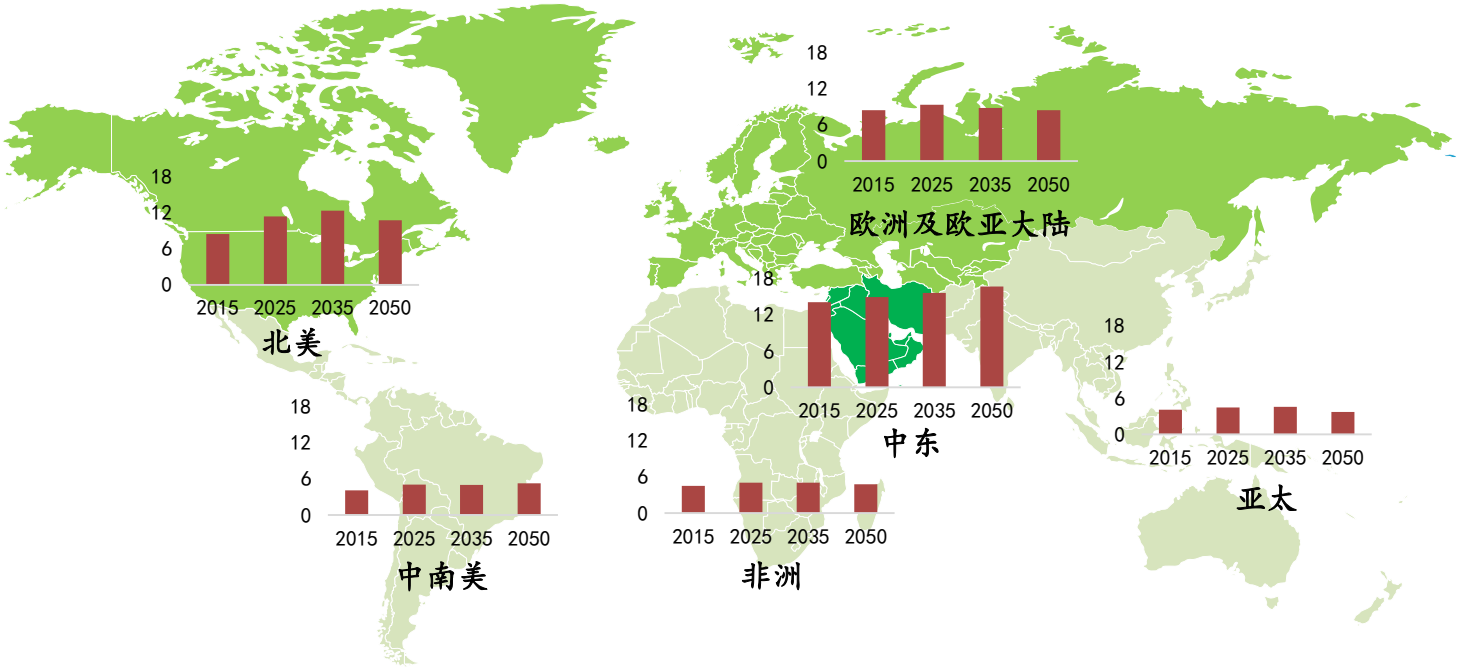
分部门石油需求变化，亿吨标油



原油产量增长主要来自西半球

- 受技术创新以及地缘政治因素影响，2030年前，世界原油产量增量的60%来自美洲，中东只占16%左右；2030年后，中东地区储量优势凸显，成为原油产量增长主要来源。2030-2050年，中东产量增长1.37亿吨，南美产量增长0.27亿吨，其他地区产量下降。
- 展望期内，西半球产量增量占世界增量的58.5%（北美占38.9%），中东占43.8%。

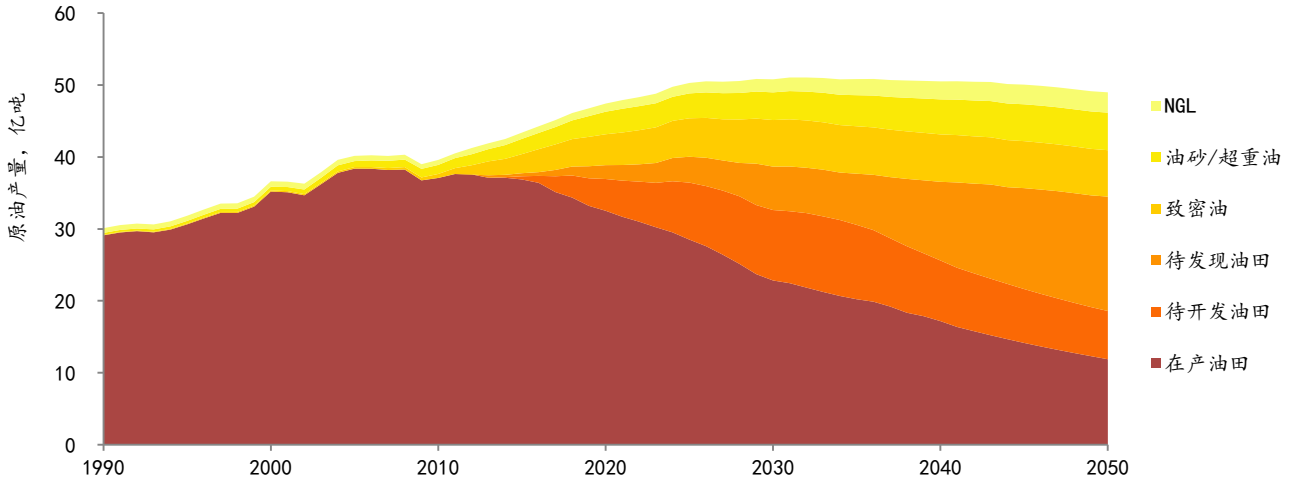
分地区原油产量变化，亿吨标油



老油田产量急剧衰减，新发现资源成供应主力

- 到2050年，已建成油田原油产量下降到11.9亿吨，年均下降3.2%；NGL以及油砂/超重油持续增长到峰值平台期，年均分别增长2.1%和2.7%；致密油先快速增长后缓慢下降，年均增长2.7%。
- 要维持供需平衡，必须持续投资发现新油田，开发新资源。2050年原油产量中来自待发现油田的比重为32%。

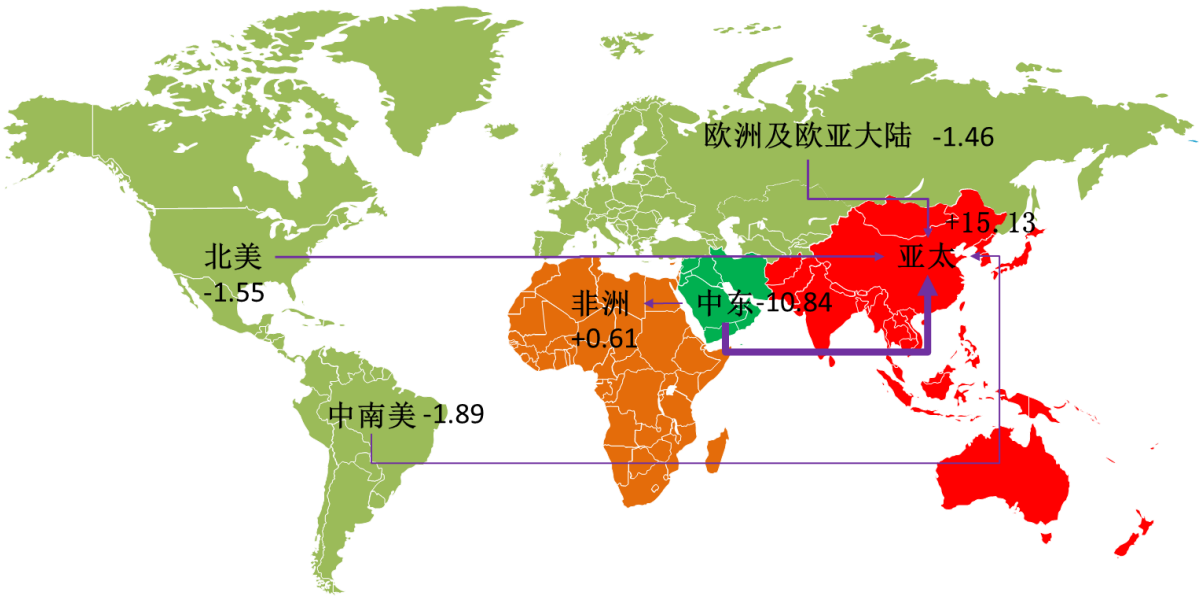
分资源来源原油产量，亿吨标油



美国能源独立导致世界原油贸易重心东移

- 美国能源独立将改变世界原油贸易格局，2035年前世界原油贸易东移趋势明显。到2025年，亚太地区成为世界唯一原油净进口地区，原油净进口量将达13.9亿吨，比2015年增长25.3%；2035年净进口量达15.1亿吨，比2015年增长36.2%。2050年，亚太地区仍将承接世界95%以上的原油净进口量。

2050年世界原油净流图



5

氢能汽车更早突破情景

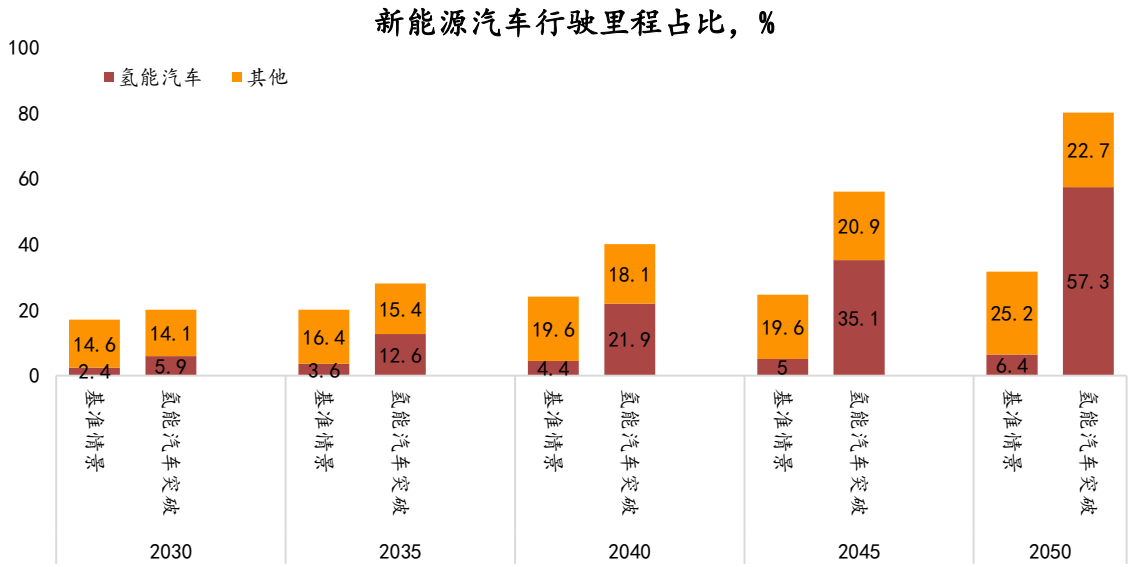
基准情景

氢能汽车更早突破情景设定

目前，氢能汽车（主要为氢燃料电池汽车）已开始商业化推广应用，清洁化制氢技术正面临技术突破。在氢能汽车更早突破情景下，2030年前后氢能汽车可在世界大规模推广应用，清洁氢气的制取和储运技术取得重大进展并规模化商业推广应用；2035年前后氢能汽车商业化成本和便捷性可与传统汽车竞争，清洁氢气的制取和储运技术趋于成熟并大规模推广，氢能基础设施基本完善。

氢能汽车替代燃油车的速度逐步加速

- 氢能汽车更早突破情景下，氢能汽车替代燃油车的速度逐渐加快，呈指数曲线增长趋势。
- 2030年、2040年、2050年因氢能汽车快速发展，新能源汽车行驶里程占比分别达20%、40%、80%，交通用油需求比基准情景分别减少0.8亿吨、4.0亿吨和12.5亿吨。

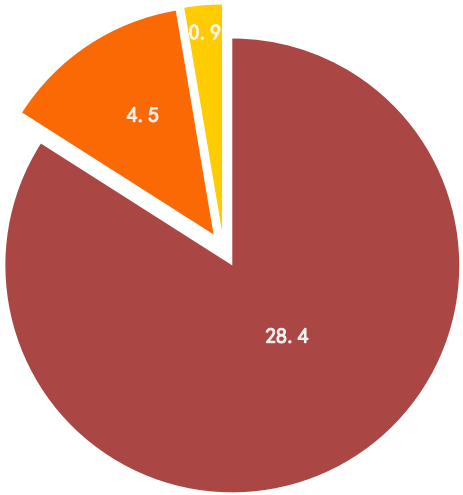


氢能占交通用能比重超3成，石油占比下降29个百分点

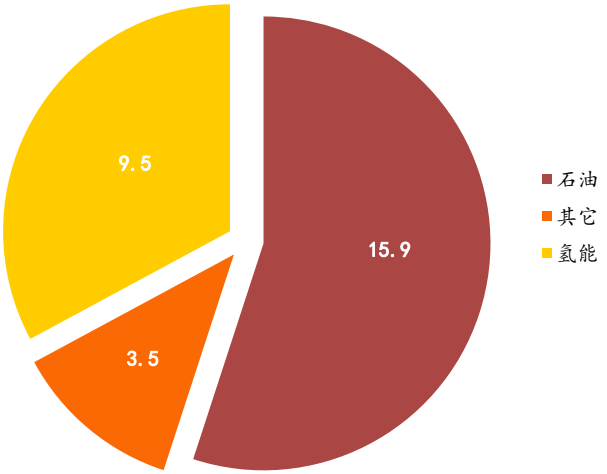
- 到2050年，氢能占交通用能比重达到32.9%，交通领域石油需求降为15.9亿吨，占交通用能的55%，较基准情景下降29个百分点。

2050年不同情景交通用能需求比较，亿吨标油

基准情景分品种交通用能

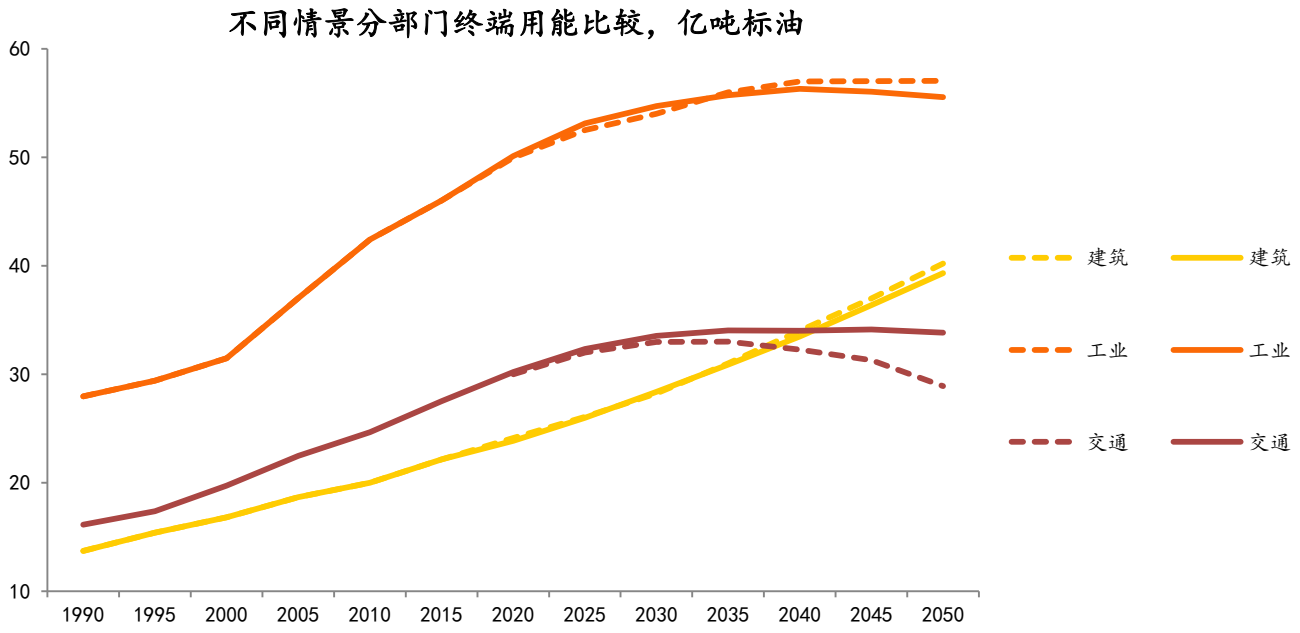


氢能汽车更早突破情景分品种交通用能



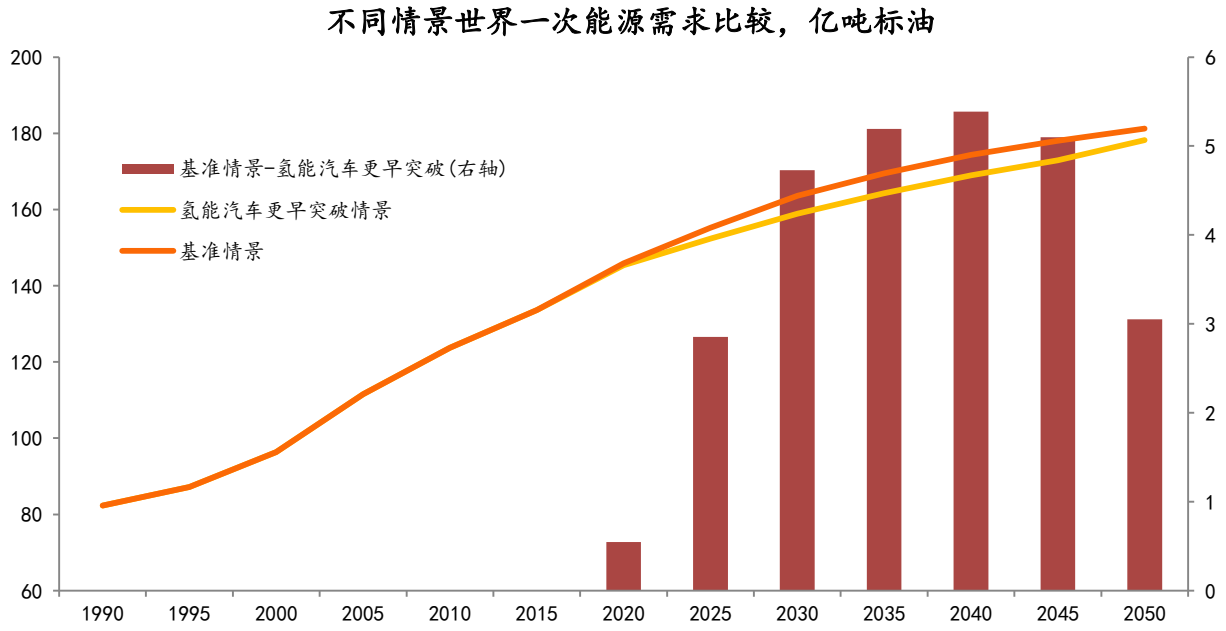
交通部门能源需求下降而工业和建筑部门能源需求增加

- 由于氢能汽车更早突破，整体能源供需状况好转，节能力度有所减弱，工业和建筑部门能源需求比基准情景增加；氢能汽车效率高，交通部门能源需求下降。
- 2050年工业和建筑部门终端用能比基准情景分别增长2.7%和2.3%，交通部门下降14.5%。



一次能源需求比基准情景减少3.1亿吨

- 展望期内，一次能源需求年均增长0.82%，2050年一次能源需求量179亿吨油当量，比基准情景减少1.7%。



6

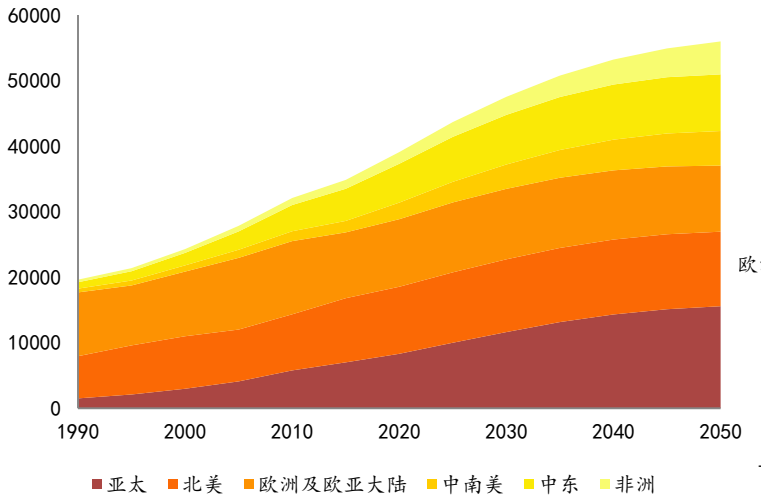
天然气

基准情景

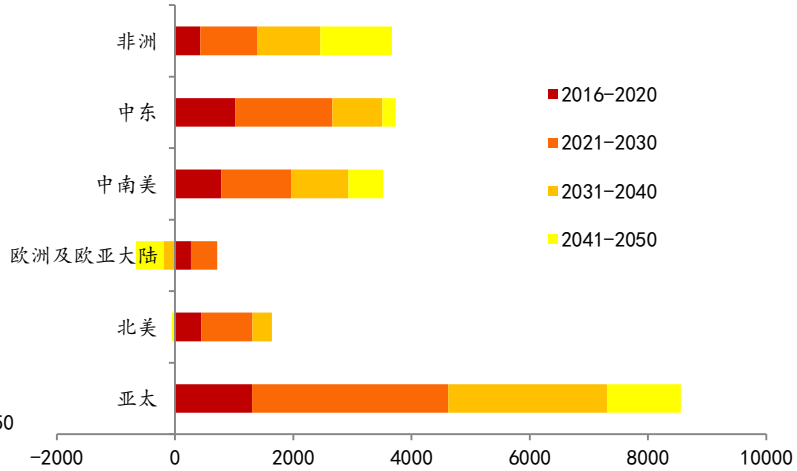
基准情景 环境约束和资源可获得性助推天然气需求较快增长，亚太地区增量最大

- 天然气在能源转型中将扮演重要角色，环境治理与污染物减排助推天然气需求快速增长。2050年，世界天然气需求将升至5.6万亿立方米，较2015年增加61%，是增幅最大的化石能源，2016-2050年年均增长1.4%。
- 展望期内，亚太地区对世界天然气需求增长的贡献达40.5%。

分地区天然气需求，亿立方米



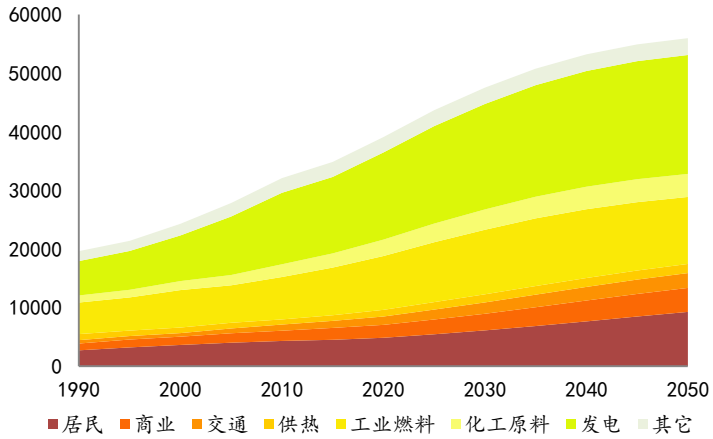
分地区天然气需求变化，亿立方米



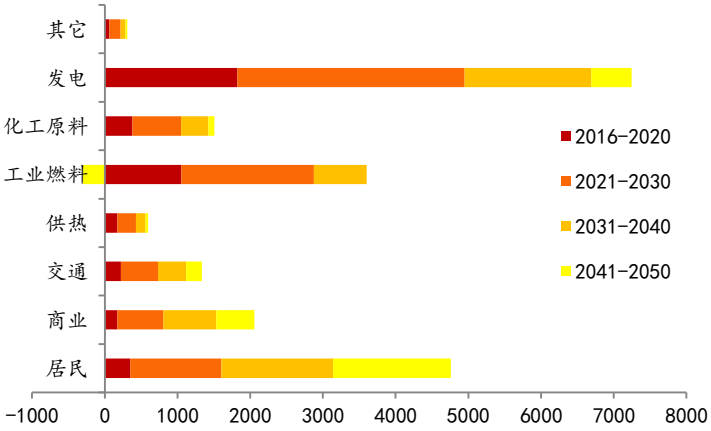
发电为最大天然气需求部门，但需求占比有所下降

- 展望期内，各部门天然气需求均有所增长，交通部门增长最快，年均增长2.2%，发电部门和居民需求增量贡献最大，分别占总增量的34.3%和22.5%。
- 发电保持最大天然气需求部门地位，因天然气发电的清洁性以及与可再生能源的融合发展，天然气发电规模持续扩大，需求将由2015年的1.3万亿立方米升至2050年的2.0万亿立方米。发展中国家的城镇化和城镇管网设施的改造以及LNG可获得性和灵活性提升，使得居民需求成为天然气需求增长的第二大来源。

分部门天然气需求，亿立方米



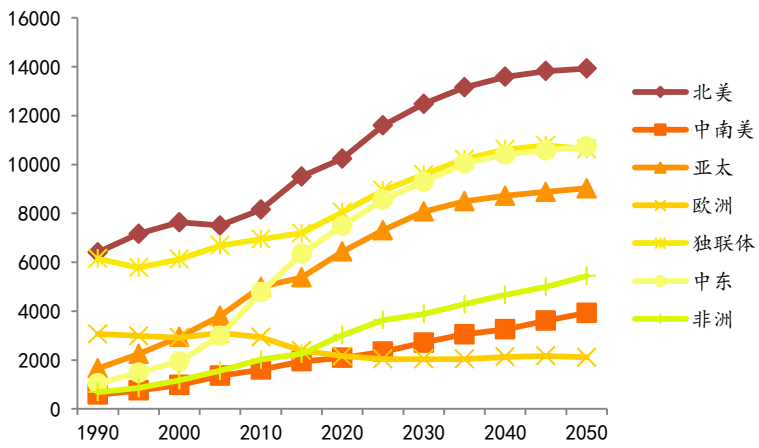
分行业天然气需求变化，亿立方米



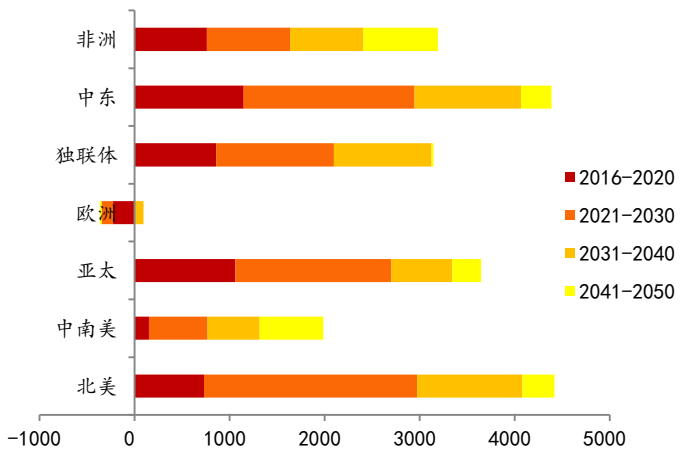
天然气产量及产量增量呈现区域均衡特征

- 技术进步和旺盛的需求，促进世界天然气产量持续增长。2015-2050年，世界天然气产量年均增长1.4%。展望期内，除欧洲外其他地区天然气产量均有所增长，且各地区产量增长相对均衡，增长最大的为北美和中东地区，产量增量占比均为21%左右。
- 北美天然气产量始终最高，占比在24%以上，中东、独联体地区和亚太分别占20%、20%和16%。

分地区天然气产量，亿立方米



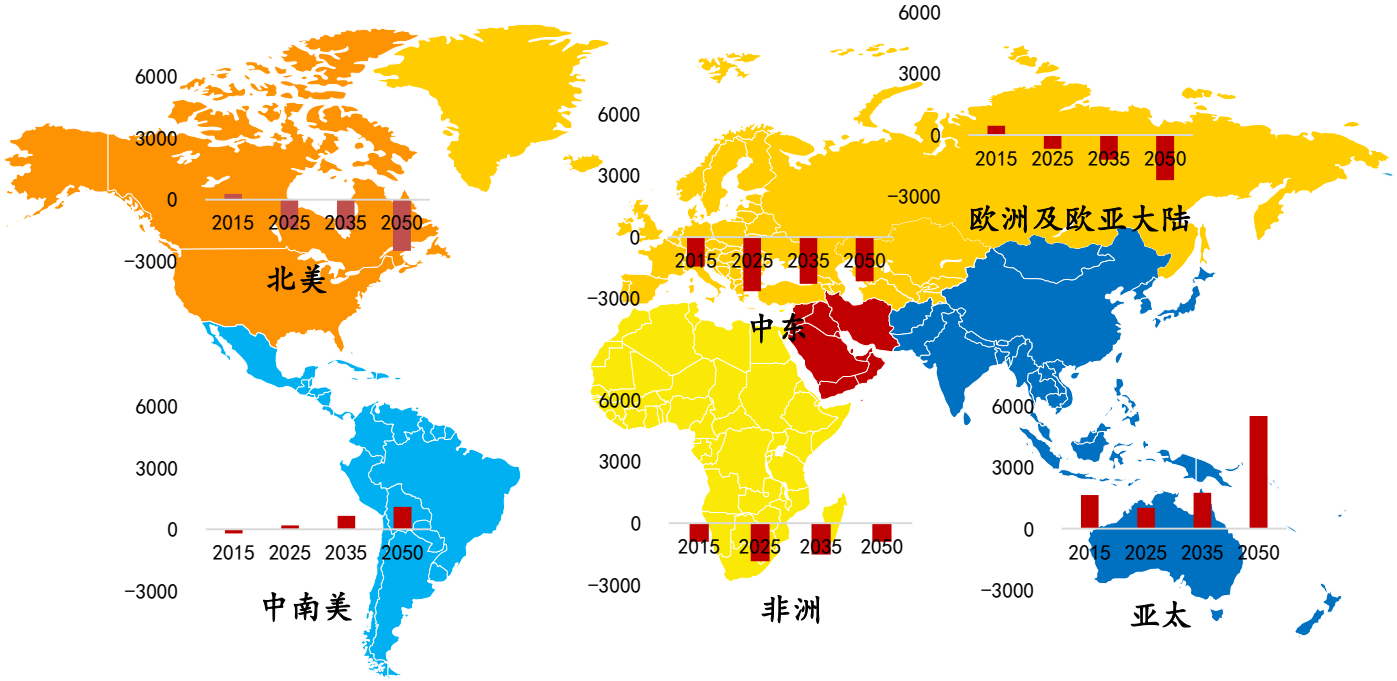
分地区产量变化，亿立方米



亚太地区成天然气需求与净进口增长集中地区

- 亚太地区需求增幅明显大于产量增幅，将维持天然气进口规模最大地区地位。未来进口来源更加多元，北美、中东、欧洲及欧亚大陆等地区资源流向亚太。
- 总体上，天然气跨洋贸易更加活跃，全球LNG市场将更加繁荣。

2015-2050年全球天然气净进口情况，亿立方米



7

油气生产技术突破情景

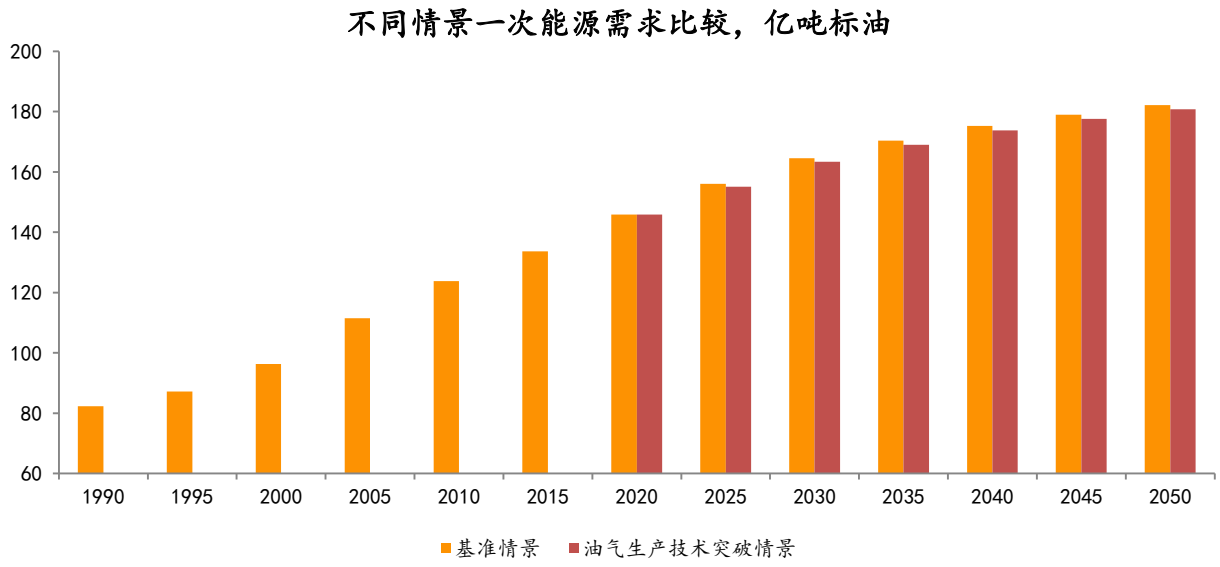
基准情景

油气生产技术突破情景设定

- 以数字化、智能化和纳米技术为主要特征的第五次油气生产技术革命正在来临。与其他技术相比，数字化和智能化技术具有更易在油气生产领域大规模快速扩散应用潜质。数字化和智能化具有普遍推广性，不受资源、地域等自然条件限制。目前油气生产企业以及数字化和智能化企业对油气生产数字化和智能化表现出浓厚的兴趣，很多企业在推广应用并已取得积极进展。
- 此情景下，2020年，数字化和智能化技术开始在油气生产领域规模化商业应用，2025年前后在全球油气生产领域大规模推广，2030年后得到全面应用。数字化和智能化技术在油气生产领域的应用可以提高油气采收率20%以上，成本下降20%以上。这将大大增加全球油气资源量，提升油气竞争力。
- 与基准情景比，该情景下油气生产技术扩散更迅速，在全球油气生产行业大规模推广应用并取得显著效果。

油气生产技术突破导致一次能源需求下降

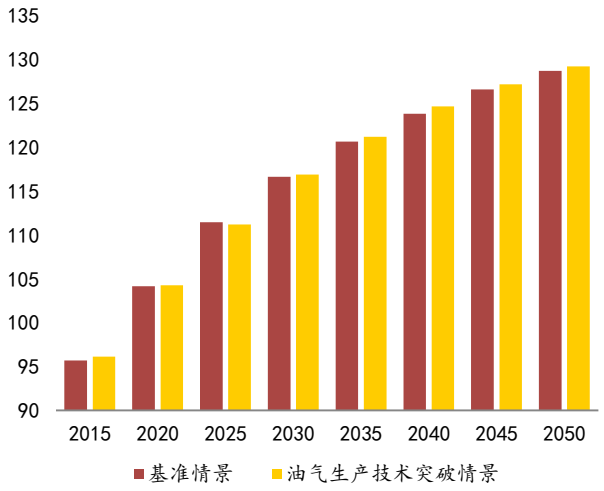
- 油气生产技术突破情景下，一次能源需求比基准情景有所减少，主要因为天然气发电效率比煤炭发电效率高，以及因数字化和智能化技术在油气生产领域的应用，油气生产领域能耗下降等。
- 此情景下，2050年一次能源需求180.8亿吨标油，比基准情景减少0.8%。



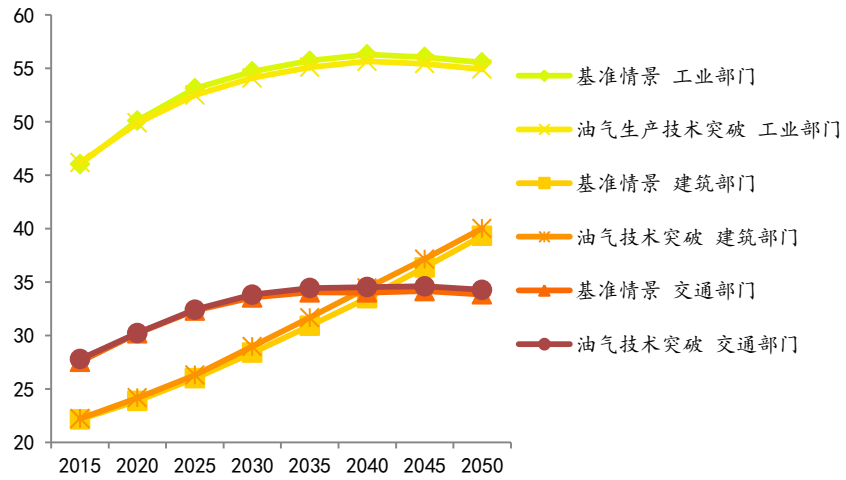
终端用能需求略有增加

- 油气生产技术突破情景下，油气成本下降竞争力上升，居民天然气需求以及交通领域油气需求增加，使终端能源需求增加。2050年终端能源需求达到129.2亿吨标油，较基准情景高0.4%。
- 和基准情景比，因油气产业能耗下降，工业部门用能需求略有下降；但低成本天然气使得建筑部门用能需求上升；油气在交通领域竞争力增强，交通领域能源需求略有增加。

终端用能比较，亿吨标油



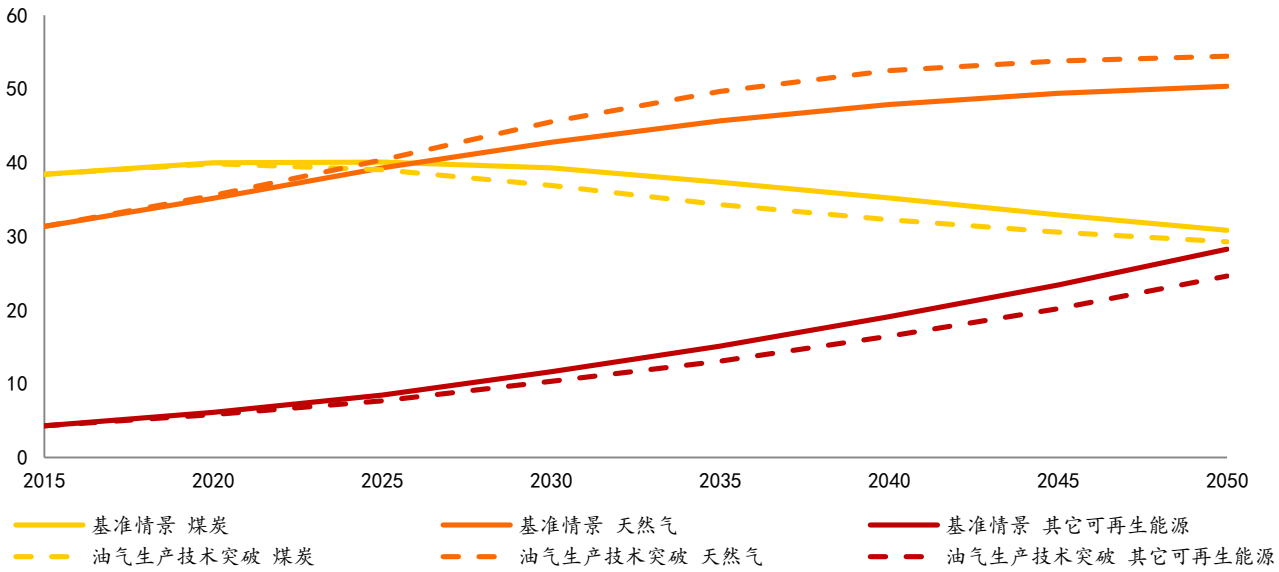
分部门终端用能比较，亿吨标油



油气将对其他能源形成一定替代

- 油气生产技术突破情景下，天然气供需较基准情景均显著提升，2040年高10%，2050年高8%；石油供需受应对气候变化及环保等因素影响，增幅较低。
- 2050年，煤炭、石油、天然气和非化石能源占一次能源的比重分别为16.2%、27.4%、30.1%和26.3%，分别比基准情景高-0.8%、0.3%、2.5%和-2.1%。

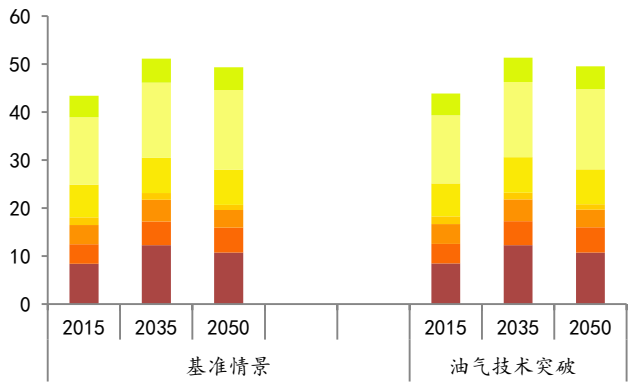
不同情景一次能源需求结构比较，亿吨标油



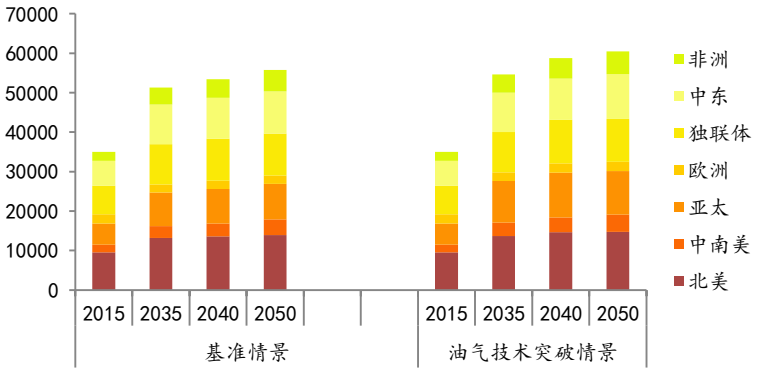
亚太地区天然气产量占比明显提高

- 油气生产技术突破情景下，数字化和智能化技术推广，各地区油气产量较基准情景有所增加。
- 由于资源丰富、能源升级欲望强烈以及靠近市场，亚太地区天然气产量占全球的比重较基准情景明显提高，2040年达19.2%，提高2.9个百分点；2050年达18.2%，提高2.1个百分点。
- 由于资源条件限制、能源转型升级需要以及北美地区的竞争优势等，石油产量结构相对基准情景变化不大。

不同情景分地区石油产量，亿吨标油



不同情景各地区天然气产量，亿立方米



8

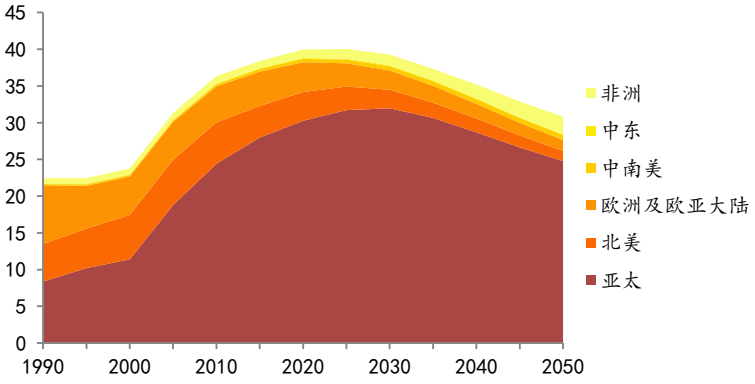
煤炭

基准情景

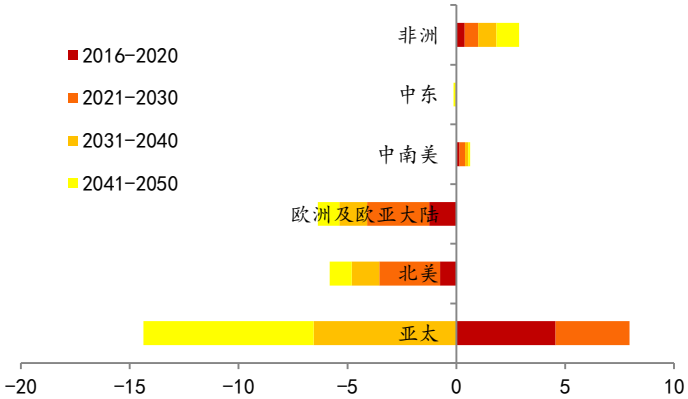
亚太地区主导世界煤炭需求，2025年前后进入峰值平台期

- 随着中国煤炭需求下降，世界煤炭需求在2025年左右见顶，峰值水平约80.1亿吨，之后不断减少，到2050年仅为61.6亿吨，比2015年低15亿吨。
- 2015年，亚太地区占世界煤炭需求的72.9%，2030年后，尽管亚太地区煤炭需求大幅下降，但北美、欧洲及欧亚大陆煤炭需求也不断下降，其占世界需求的比重总体维持在80%以上。
- 煤炭是发展中国家支撑经济发展的重要能源品种，展望期内，非洲和中南美地区煤炭需求持续增长。

分地区煤炭需求，亿吨标油

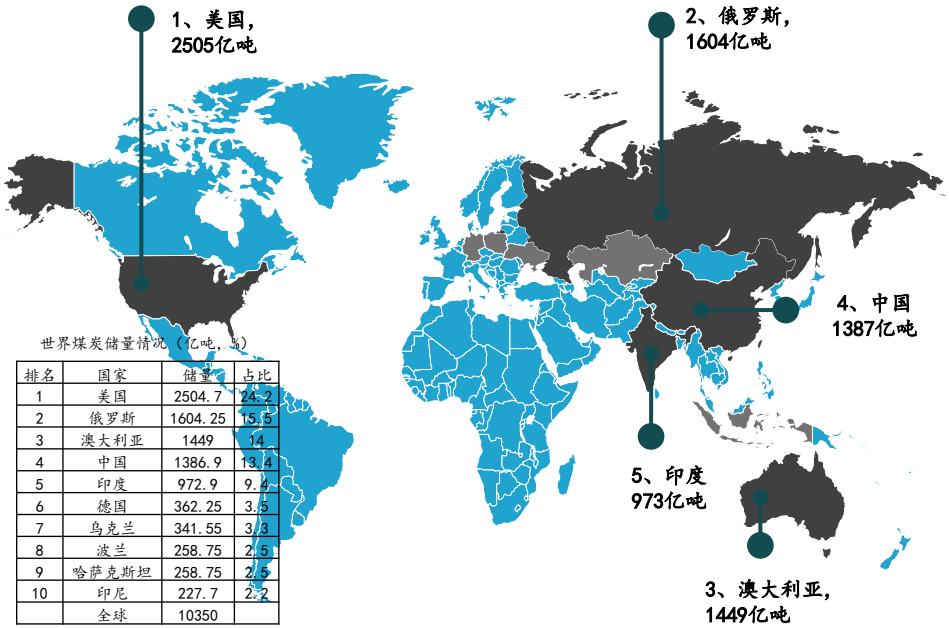


分地区需求变化，亿吨标油



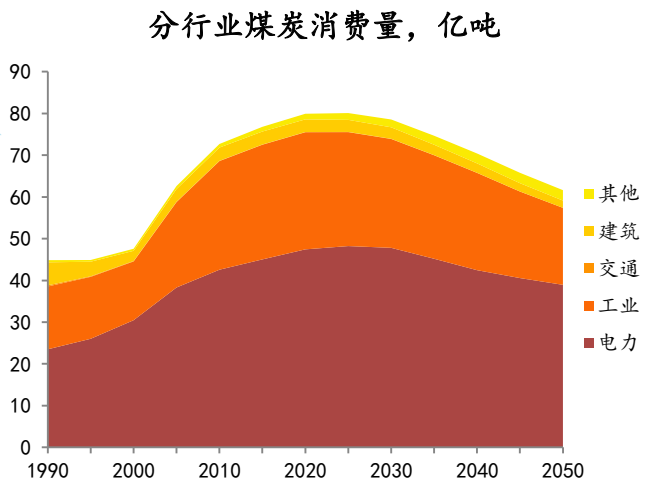
发电用煤需求量决定了世界煤炭需求峰值水平

- 煤炭具有资源丰富、价格低廉、分布广泛等特征，成为发展中国家用能首选。在应对气候变化、生态环保水平提升的制约下，规模化开发与清洁化利用成为发展重点。
- 到2050年，电力和工业是煤炭需求的主要部门，占煤炭需求总量的比重达到94%。其中，电煤需求占比上升至65%，较2015年提高6个百分点；工业煤炭需求占比下滑到28.9%。



世界煤炭储量情况（亿吨，%）

排名	国家	储量	占比
1	美国	2504.7	24.2
2	俄罗斯	1604.25	15.5
3	澳大利亚	1449	14
4	中国	1386.9	13.4
5	印度	972.9	9.4
6	德国	362.25	3.5
7	乌克兰	341.55	3.3
8	波兰	258.75	2.5
9	哈萨克斯坦	258.75	2.5
10	印尼	227.7	2.2
	全球	10350	



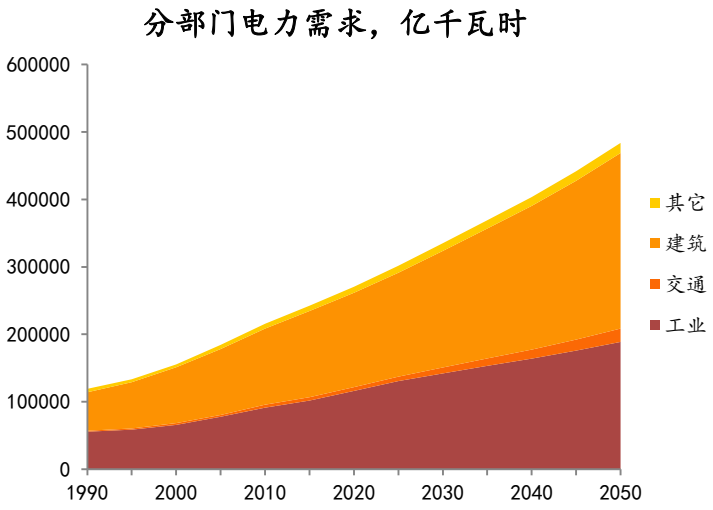
9

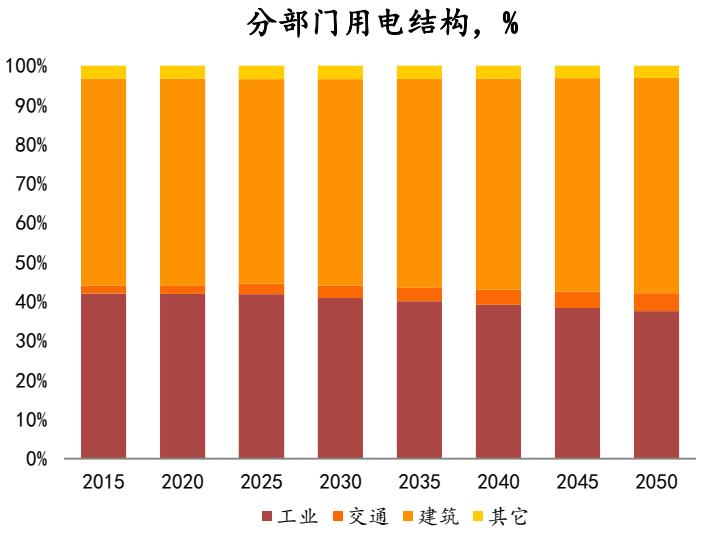
电力

基准情景

世界电力需求将翻番

- 展望期内，电力是终端用能增长最快的能源品种，到2050年，世界电力需求将达到48.4万亿千瓦时，年均增长2.0%，比2015年接近翻倍。
- 建筑部门将保持电力需求最大部门的地位，2050年占比上升至53.8%，较2015年增加1.1个百分点。所有部门电力需求都有所增长，交通与建筑行业增速较快，年均增长4.0%和2.0%。

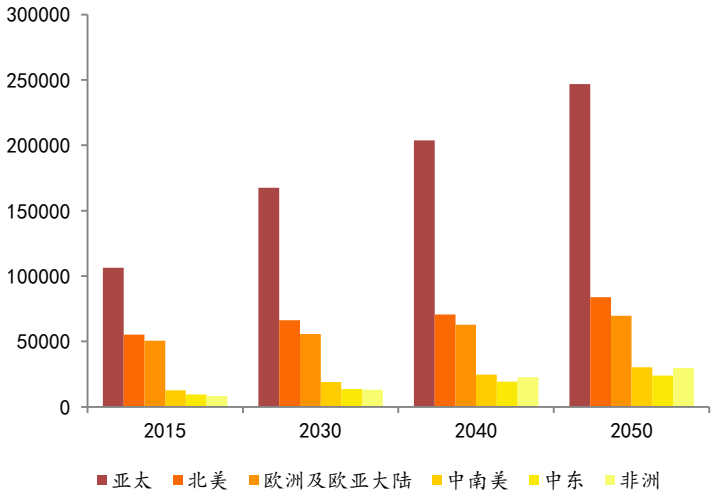




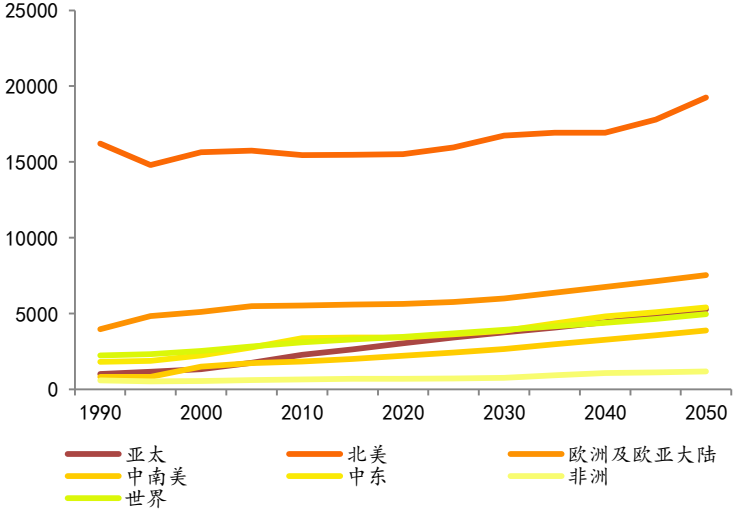
亚太地区引领世界电力需求增长

- 展望期内，各地区电力需求都有所增长。受经济和人口增长双重驱动，亚太地区电力需求增量占世界总增量的58.1%；经济增长、实体经济重振以及低价燃料，北美地区电力需求增量占世界的11.9%，排第二。
- 各地区人均电力需求均有所增长，北美地区人均电力需求持续远高于其他地区。

各地区电力需求变化，亿千瓦时



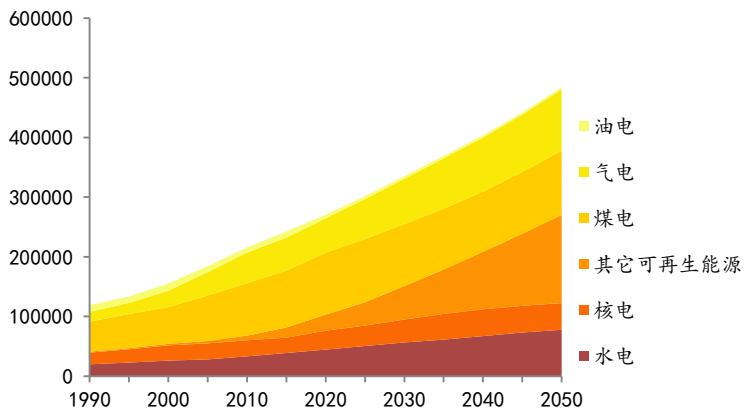
各地区人均电力需求变化，千瓦/人



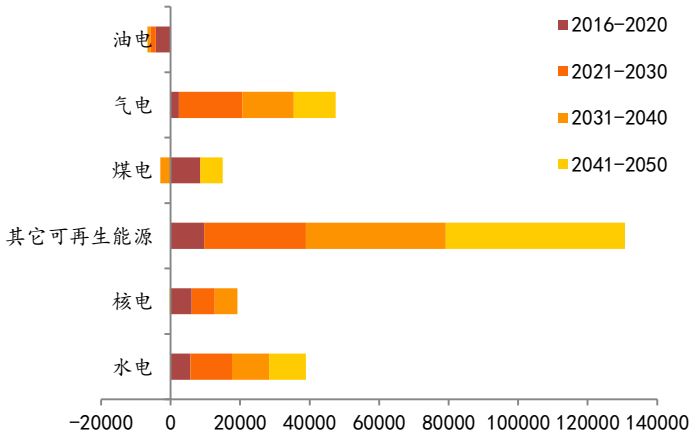
非化石能源发电量快速增长，贡献新增电力近8成

- 展望期内，得益于技术进步带来的成本下降，非化石能源发电快速增长，年均增长3.5%。其中，水电年均增长2.0%，核电年均增长1.6%，其他可再生能源发电年均增长6.4%。
- 2015-2050年，新增发电量的54.2%由其他可再生能源提供，78.1%来自非化石能源发电；总发电量的31%来自其他可再生能源，55.9%来自非化石能源。

分燃料发电量，亿千瓦时

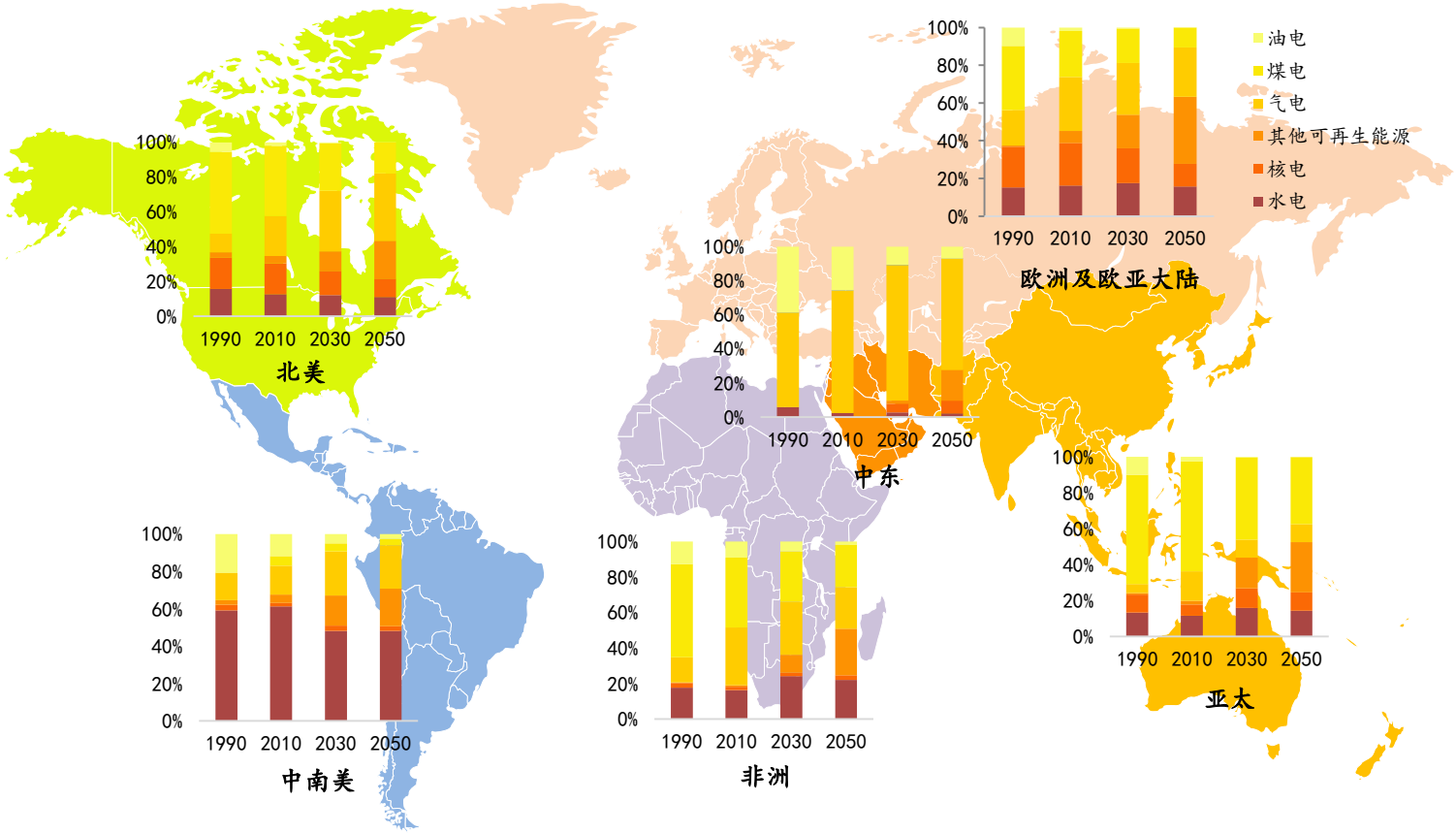


分燃料发电量变化，亿千瓦时



各地根据本地资源优势差异化推动发电结构清洁化

各地区分燃料发电结构变化，%



10

逆全球化情景

逆全球化情景

逆全球化情景设定

贸易保护主义破坏国际经济秩序，冲击全球产业链和国际分工体系，干扰市场预期，可能引发国际金融和大宗商品市场剧烈震荡，制约全球经济稳定发展。主要特征如下：

一是破坏多边贸易规则和国际经济秩序。各国以契约精神共同维护国际规则，促进了世界贸易投资发展、促进了世界经济增长。而贸易保护主义将严重损害现行国际经济秩序，阻碍经济发展。

二是阻碍国际贸易和世界经济复苏。随着全球化进程发展，贸易成为经济增长的重要动力，较大范围的贸易摩擦，对经济发展造成负面影响，或使世界经济陷入衰退。

三是冲击全球产业价值链。世界经济已经深度一体化，各国充分发挥各自比较优势分工合作，形成全球优化配置资源、运转高效的价值链，共同分享价值链创造的经济全球化红利。贸易保护主义盛行将破坏甚至割裂全球价值链，冲击正常的产品贸易和资源配置，并通过各国经贸的相互关联，产生广泛的负面溢出效应，降低世界经济的运行效率。

逆全球化情景设定

在此情景下，地区冲突、种族问题、区域竞争等问题频发，政策的重点逐渐转向国家和地区的安全问题。贸易壁垒逐渐加强，多数国家以牺牲发展速度为代价，致力于国内能源和粮食安全保障。经济发展放缓，教育、科技、医疗和卫生投资减少，区域间的不平等持续或有所恶化，环境问题和其它全球性问题得不到有效的协调。与基准情景相比，此情景下有以下突出特点：

1、发达国家人口增长率低而发展中国家人口急剧增长；

2、资源达不到最优配置，全要素生产率下降，经济增速放缓；

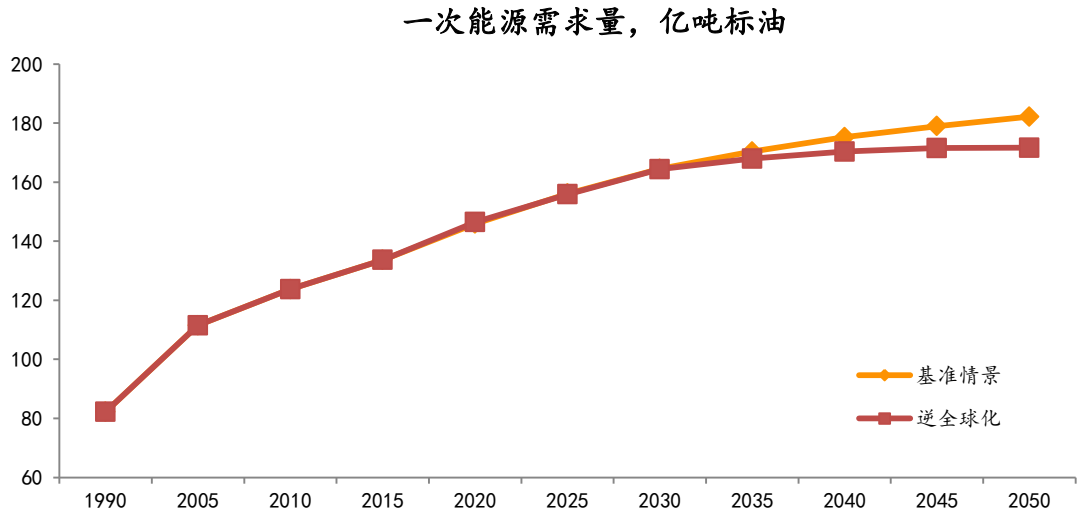
3、先进技术在全球范围内应用缓慢，终端能效较基准降低10%左右。

4、世界贸易成本上升，化石能源交易成本翻一番。

5、各国为提升能源自给水平，提升煤炭等化石能源利用水平。

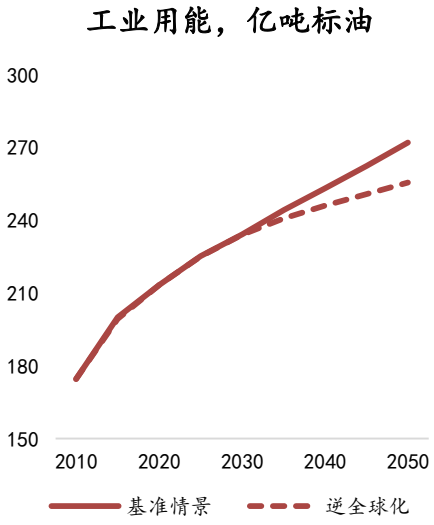
经济增速放缓拉低一次能源需求

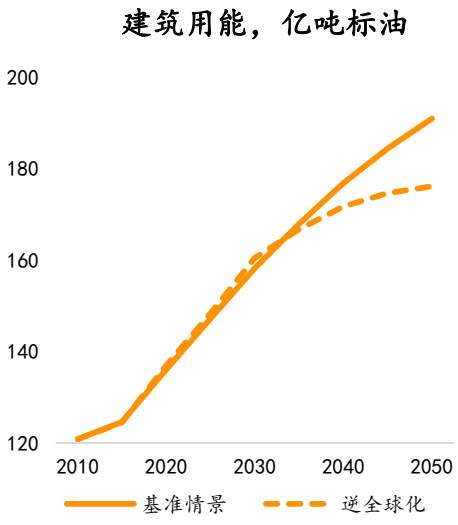
- 逆全球化情景下，贸易保护降低经济增长速度。到2050年，世界经济总量为174万亿美元，比基准情景低15.3%。
- 一次能源需求有所下降。到2050年，世界一次能源需求量172亿吨标油，比基准情景低5.8%。
- 贸易保护使技术转让和技术合作受阻，技术进步速度变慢。2050年，能源消费强度为0.99吨标油/万美元，比基准情景高12.3%。

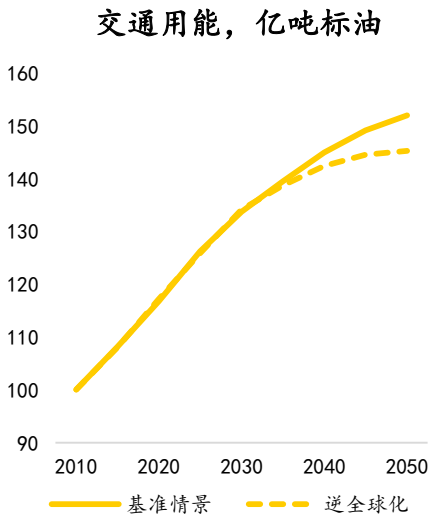


各部门终端用能都有所下降

- 受经济增速放缓影响，各部门终端用能需求均有所下降。2050年终端部门用能为120.8亿吨标油，较基准情景下降6.2%；
- 2050年，工业、建筑和交通用能分别为52.2亿吨标油、36.3亿吨标油和32.3亿吨标油，比基准情景下降6.1%，7.8%和4.4%。



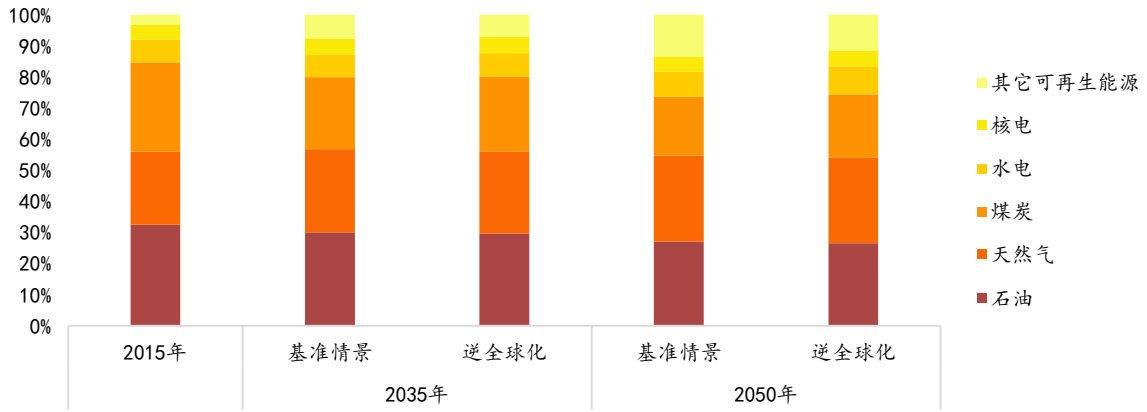




技术与贸易依赖性强的能源品种需求下降

- 先进技术在世界范围内应用受阻，可再生能源需求比基准情景大幅下降。2050年，可再生能源需求23.5亿吨标油，比基准情景下降16.8%。
- 贸易成本上升，油气需求比基准情景下降。2050年，石油和天然气需求量分别为45.6亿吨标油和47.1亿吨标油，比基准情景分别下降7.7%和6.4%。
- 各国为提升能源自给水平，大力开发本地优势资源，煤炭、水电和核电比基准情景增加。2050年，煤炭、水能和核能需求分别为31.3亿吨标油、15.5亿吨标油和8.6亿吨标油，比基准情景分别增加1.7%、4.5%和0.5%。

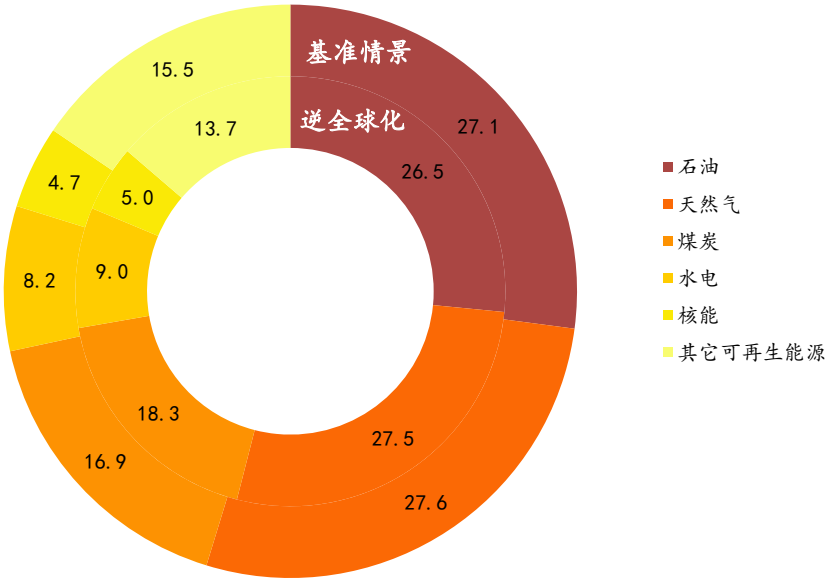
不同情景能源结构对比



可再生能源和油气占比下降，而煤炭、水电和核能上升

- 2050年，其它可再生能源占一次能源的比为13.7%，比基准情景下降1.8个百分点；石油、天然气占比分别为26.5%、27.4%，分别下降0.5、0.2个百分点；煤炭、水电和核电占比分别为18.3%、9.0%和5.0%，分别上升1.3、0.9和0.3个百分点。

2050年一次能源需求结构对比，%



目录 CONTENT

中国部分

66 基准情景设定

74 一次能源

81 终端部门用能

91 石油

108 天然气

113 煤炭

116 电力

123 美丽中国情景

130 智能互联情景

基准情景

主要结论——中国能源展望

1. 中国一次能源需求预计2035-2040年间进入峰值平台期，峰值为40亿吨标油（57吨标煤）；一次能源需求结构将加快优化，呈现非化石、煤炭、油气三足鼎立态势；能源相关CO_2排放将于2025-2030年间达峰。
2. 随着中国能源需求重心逐步转向生活消费侧，终端用能将在2035年前后达峰。其中，工业用能在2025年前后达峰，交通用能在2035年后进入峰值平台期，建筑用能2050年前有望保持增长。终端用能结构将继续维持电代煤、气代煤趋势。
3. 中国石油需求预计2030年前后达峰，峰值为7亿吨左右；交通用油占比将有所下降，但仍保持在50%以上，是石油需求的主导行业；石油的原料属性将得到极大提升，化工用油占比将从2018年的12.5%增加到2050年的30%。
4. 天然气继续在工业、建筑、电力、交通等领域的用能结构优化中发挥重要作用，2035和2050年需求量分别为6100和6900亿立方米。
5. 国内原油产量在2030年前有望维持2亿吨；天然气产量将稳步提升，2050年达3500亿立方米。
6. 智能化时代加快到来将推动用电量快速增长，2050年中国电力需求预计达12.2万亿千瓦时。发电结构将更加多元低碳，2050年非化石能源发电比重将达58%左右。

与2018年中国能源展望对比

与2018年发布的中国能源展望相比，2019年版报告中重新调整了模型参数，聚焦了化工用油，并根据现阶段关心的热点焦点问题设置了不同情景，具体如下：

1. 在情景设置方面，2019年版报告突出时代特征，新增两大情景和一个案例：
   - 美丽中国情景：重点表征中国打造优美生态环境，开创人与自然和谐共生愿景下的的能源发展特征。
   - 智能互联情景：重点表征以先进的数字化、智能化技术构建低成本高效率的经济社会运行体系愿景下的能源发展特征。
   - 氢能汽车更早突破情景：针对氢燃料电池汽车更快发展进行了案例分析。
2. 模型参数方面，根据近一年以来新变化新趋势，更新了可再生能源技术、电动汽车、氢燃料电池汽车等技术参数。技术进步总体使得一次能源、终端用能和发电结构更加清洁低碳多元。
3. 针对中国化工用油持续快速增加的形势，深化了对化工需求的研究，而化工用油需求的快速增加是一次能源需求与石油需求较2018年版报告增加的重要原因。

1

基准情景设定

基准情景

基准情景设定

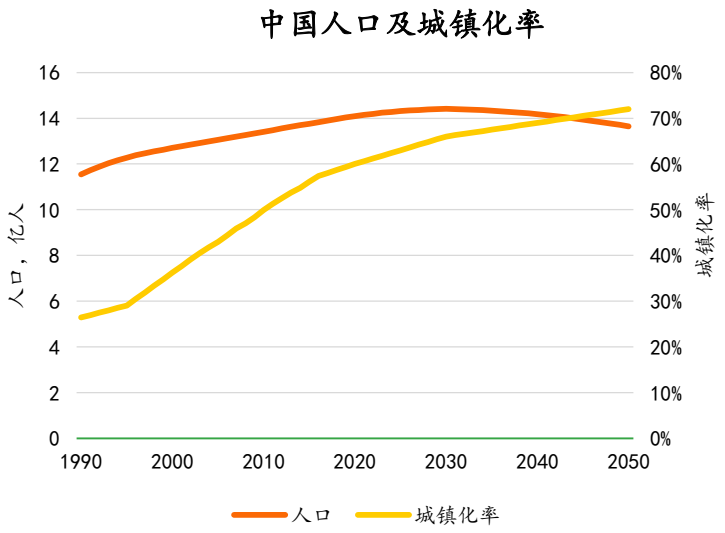
能源是人类社会发展和进步所必需的重要物质基础，长期能源发展主要受人口、经济、技术、政策等因素影响。社会经济发展阶段决定了能源发展所处的阶段和水平。基准情景下，中国将在2035年基本实现社会主义现代化，2050年建成社会主义现代化强国。随着“普遍二孩”政策实施以及人口预期寿命稳步增长，中国人口将于2025年前后达峰，未来驱动中国经济增长的核心要素将逐步从劳动力、资本转向全要素生产率的提高；同时产业结构持续调整、第三产业占比继续稳步提升。

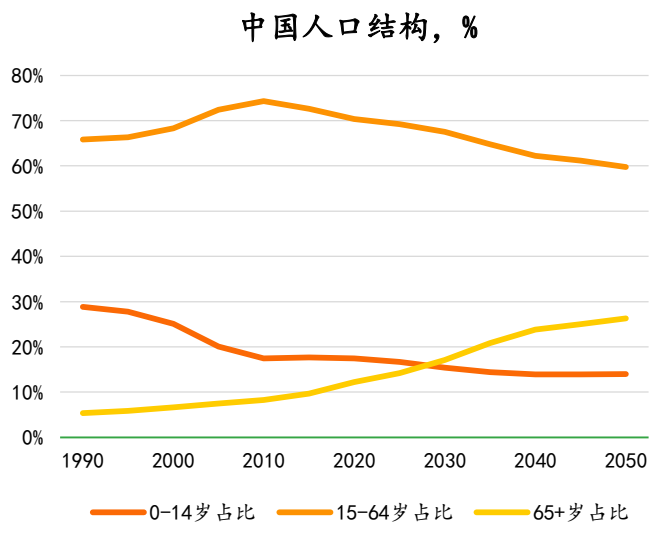
技术突破是实现能源发展、推动能源进步的根本动力。基准情景下，能源生产、加工、转换以及终端使用等各环节技术均按照当前趋势不断进步，能效水平稳步提升，能源生产成本不断下降。能源技术与数字化技术不断融合，能源的边界不断拓宽，能源利用的商业模式不断革新。

政策能引导并改变能源转型的方向和速度。随着中国进入后工业化时代，社会进步带动能源需求转型升级。能源作为重要的生产生活资料，也正朝着清洁低碳、安全高效、智能多元、便利经济的方向发展。基准情景下，中国出台的能源、气候与环保等政策均得以积极实施，能源生产、消费、技术和体制革命稳步推进，能源体系的质量和效率稳步提升。

中国城镇化率持续提升，未来将再有2亿人口进入城镇

- 中国人口预计在2025-2030年间达峰，峰值超过14.4亿，此后缓慢下降。
- 城镇化率稳步提升，2050年城镇化率达到72%，届时城镇人口将接近10亿。
- 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%。





城镇化推进将提高居民用能水平

- 中国农村用能水平较城镇明显偏低。炊事和采暖依靠生物质、煤炭直接燃烧仍在一定范围内存在，在某些贫困地区，薪柴仍是居民的主要生活燃料。
- 农村在交通出行、家用电器以及电力使用等方面的人均用能水平显著低于城镇。

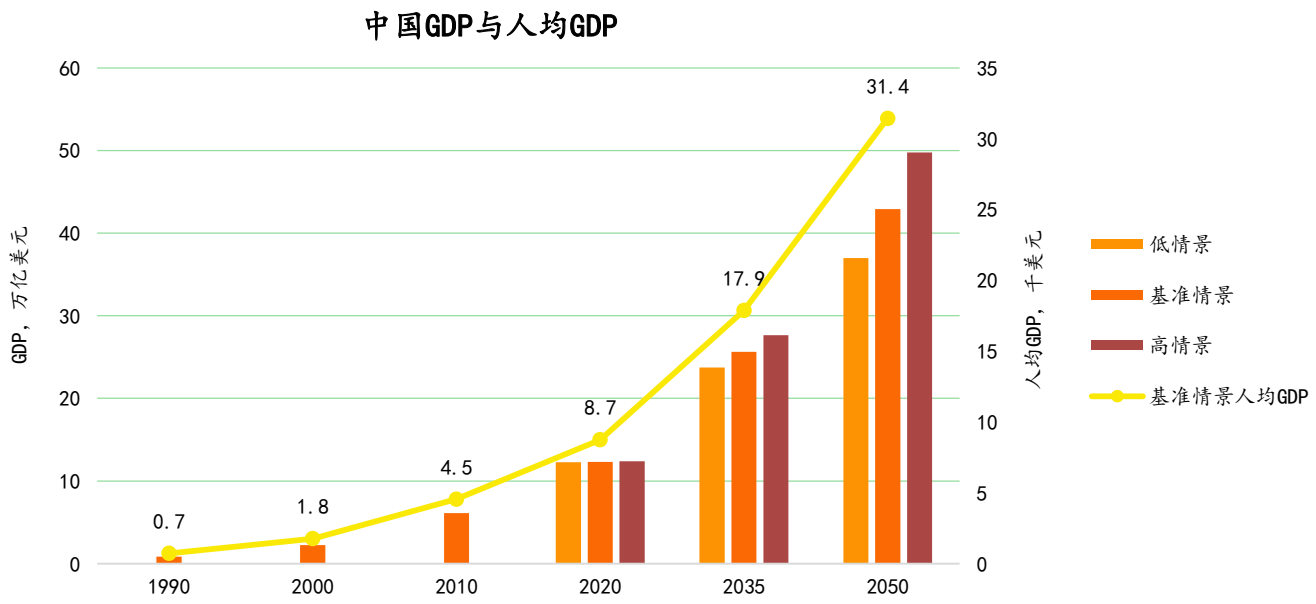
中国城乡用能设备差别

	台/百户	台/百户	台/百户	人均用电量 千瓦时
	37.5	128.6	80.8	6587
	19.3	52.8	39.2	1652

数据来源：王庆一(2018)．2018 能源数据．北京：绿色创新发展中心。

中国经济增速逐步放缓，人均GDP稳步增长

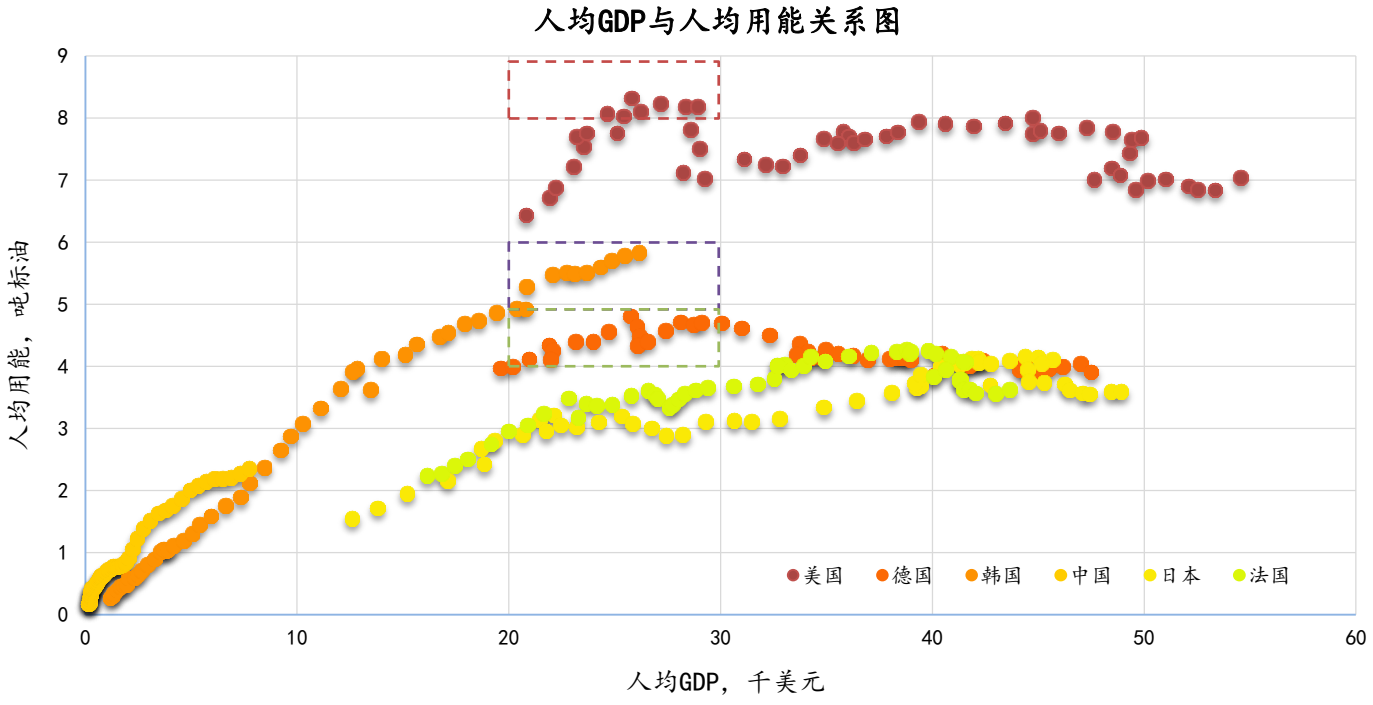
- 2020年前中国经济中高速增长，年均增速6.7%左右；2021-2035年中速增长，年均增速5%左右；2036-2050年稳定增长，年均增速3.5%左右。
- 中国的人均GDP将不断增加，到2050年可达3.14万美元左右。



注：课题组对中国经济发展设计了三个情景，本研究以基准情景作为之后分析依据。

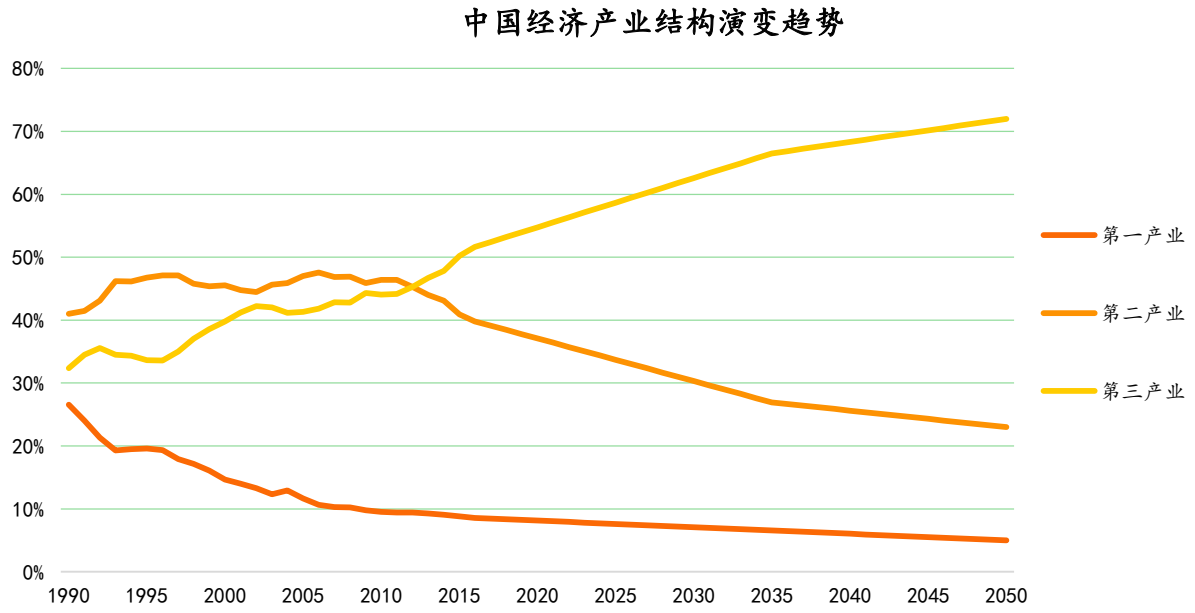
随收入水平的稳步增长，人均用能水平将持续提高

- 从主要发达国家发展经验看，当人均GDP达到2-3万美元时，人均用能达到峰值，随后人均用能随着人均GDP的发展总体呈现平稳甚至下降趋势。



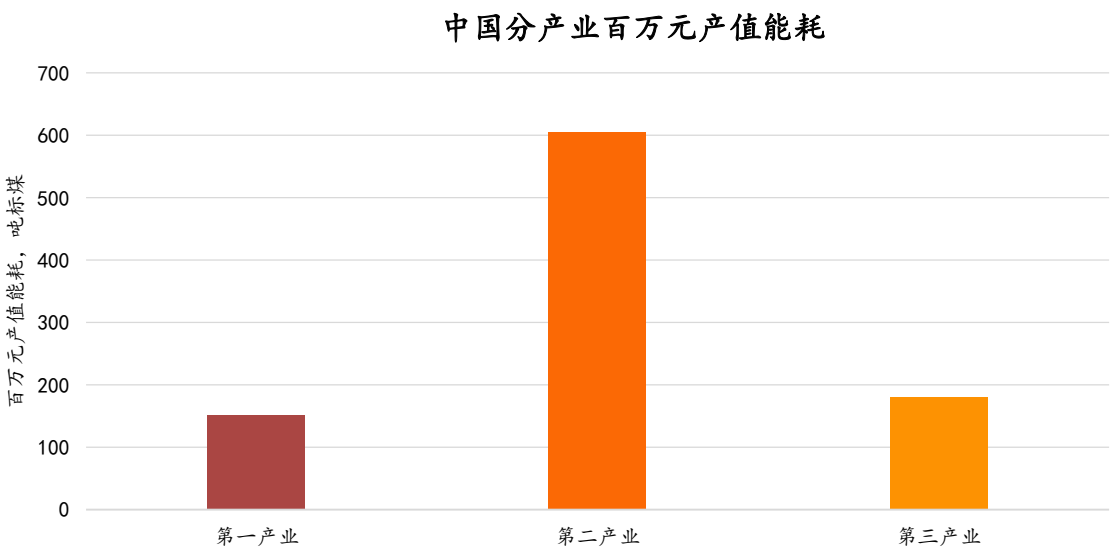
中国经济结构加快转型升级，第三产业比重持续提升

- 2020年，工业向中高端水平迈进，服务业比重持续提升，农业现代化取得积极成效，三次产业结构比重为8：37：55；2035年，第三产业比重稳步上升，成为经济发展的主导产业，三次产业结构演变为5：28：67；2050年，进入世界服务业强国行列，成为世界高端服务业集聚中心，三次产业结构演变为5：23：72。



经济结构调整成为能源需求增速变化的重要因素

- 从产业用能水平看，第二产业用能水平远高于第三产业，2016年中国产业结构为9:40:51，但三次产业的用能结构为4:68:28。
- 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1800万吨标煤。



数据来源：王庆一(2018)．2018 能源数据．北京：绿色创新发展中心。

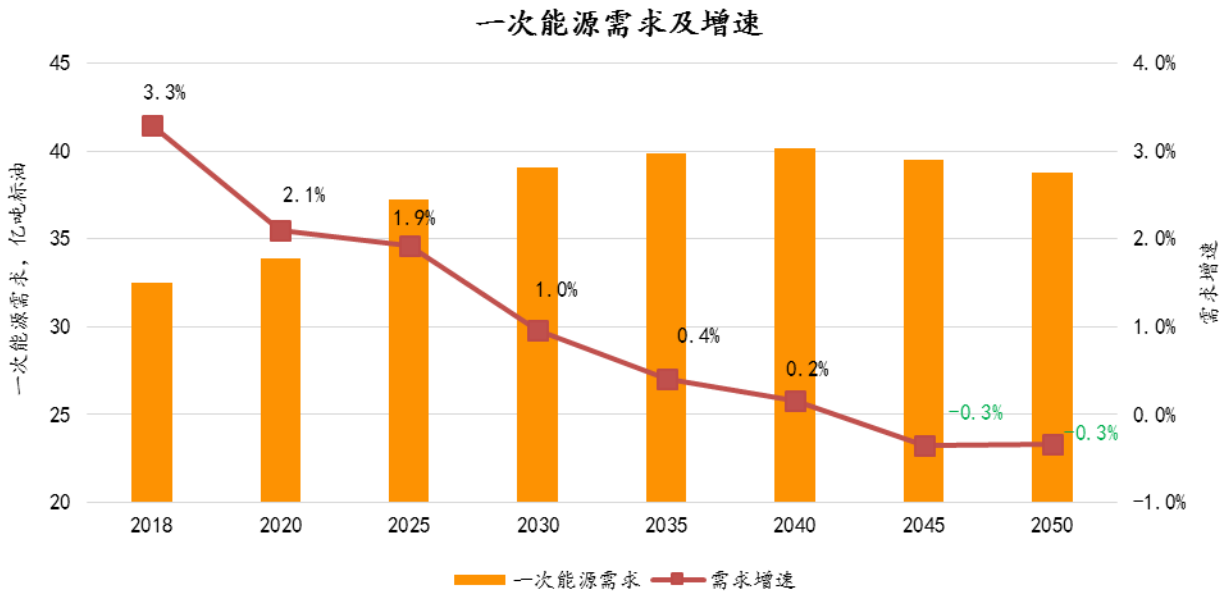
2

一次能源

基准情景

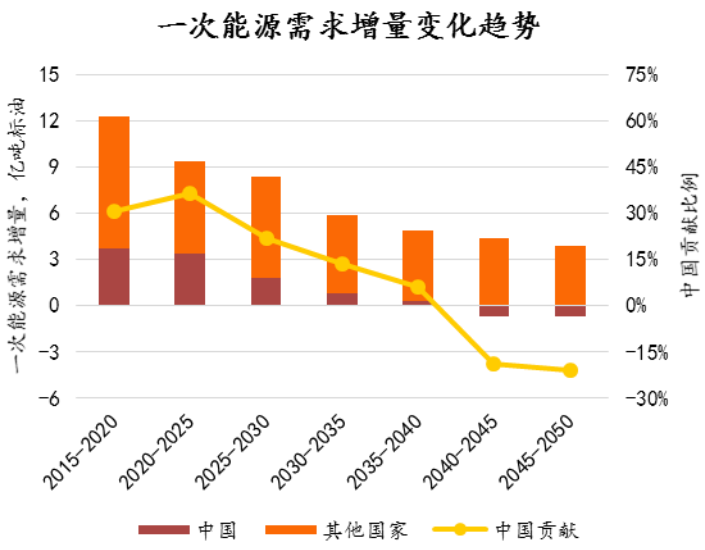
中国一次能源需求增速放缓，2035年后进入峰值平台期

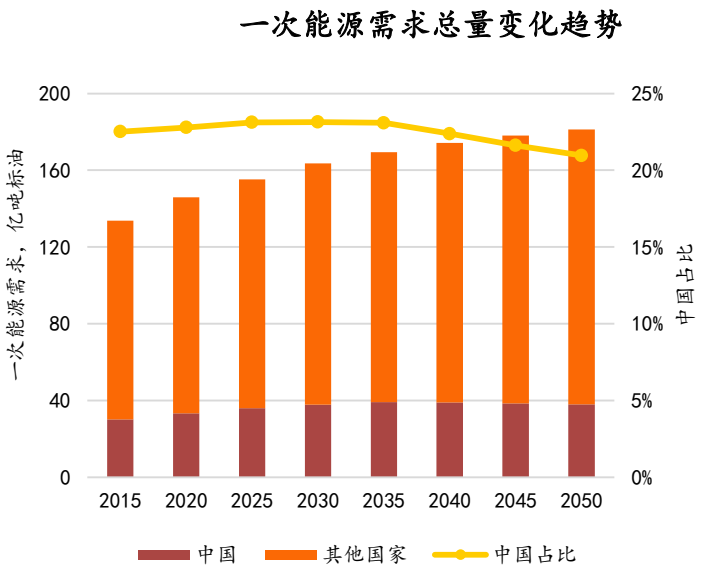
- 经济结构优化，城镇化提升速度放缓导致中国一次能源需求增速逐步放缓：2015-2020年一次能源需求增速为2.4%，2020-2035年为1.1%，2035-2050年为-0.2%。
- 一次能源需求在2035-2040年进入峰值平台期，峰值为40亿吨标油左右（57亿吨标煤）。



中国一次能源需求占世界的比重将企稳回落

- 2035年前，因能源需求基数大，中国对世界能源需求增长的贡献超过15%，占世界一次能源需求的比重稳定在23%左右。
- 2035年后，中国能源需求逐步回落，带动世界一次能源需求增速整体回落。

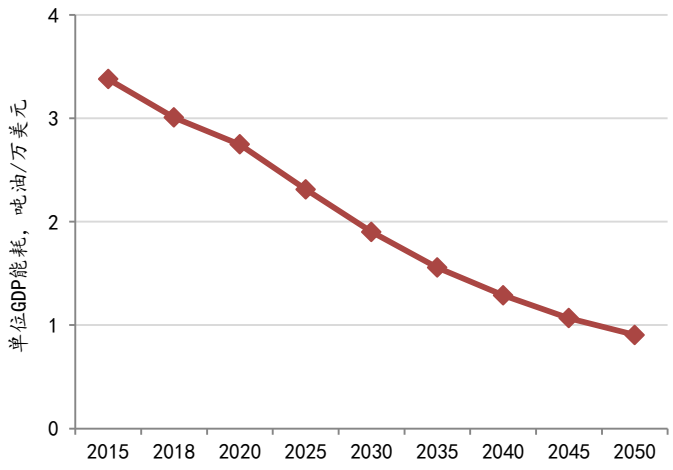




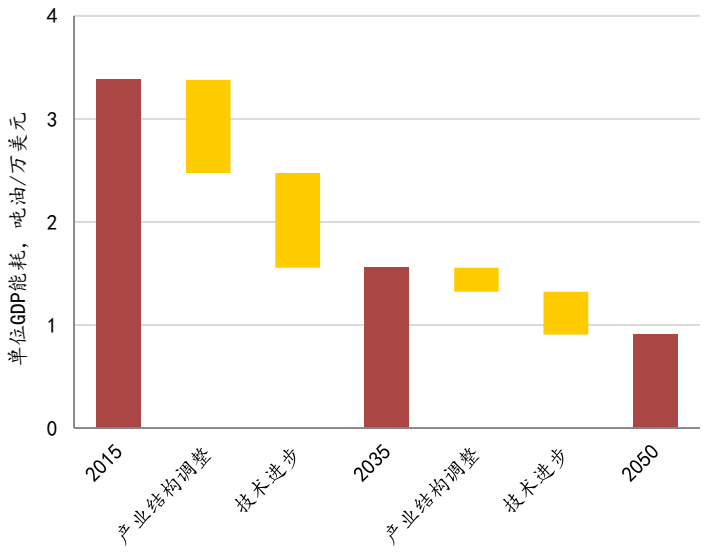
中国能源消费强度将逐步下降

- 展望期内，中国产业结构调整、经济发展动能转换与能源利用效率提升，推动能源消费强度不断下降。2035年和2050年单位GDP能耗较2015年分别下降54%和73%。
- 2035年前，产业结构优化和技术进步是能源强度下降的主要因素；2035年后，技术进步成为能源强度下降的首要因素。

单位GDP能耗变化趋势

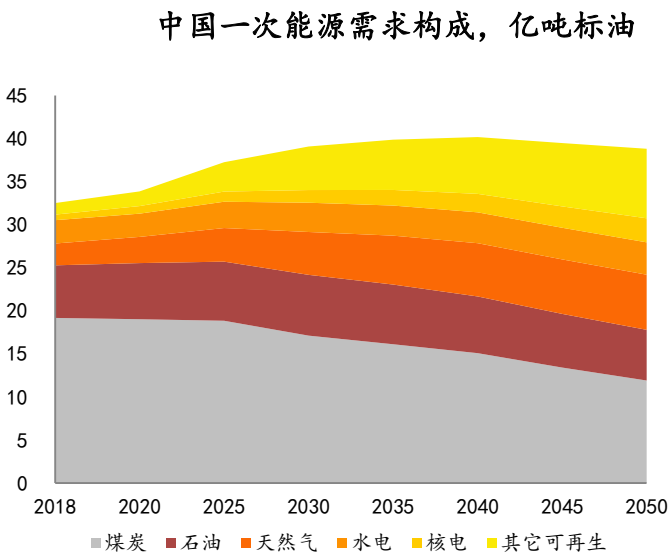


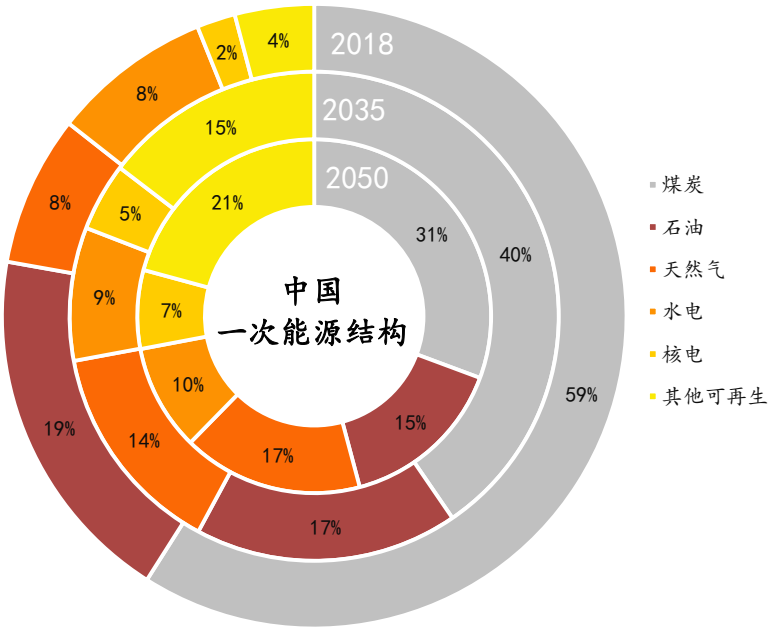
单位GDP能耗变化贡献



中国能源需求结构呈非化石、油气、煤炭三足鼎立态势

- 2035和2050年，非化石能源占比分别升至28%和37.8%，煤炭占一次能源需求的比重分别降至40.5%和30.7%。
- 油气占比在2035年后基本保持在31.5%左右；2035年，石油和天然气占比分别为17.4%和14.2%；2050年，石油和天然气占比分别15.2%和16.5%。

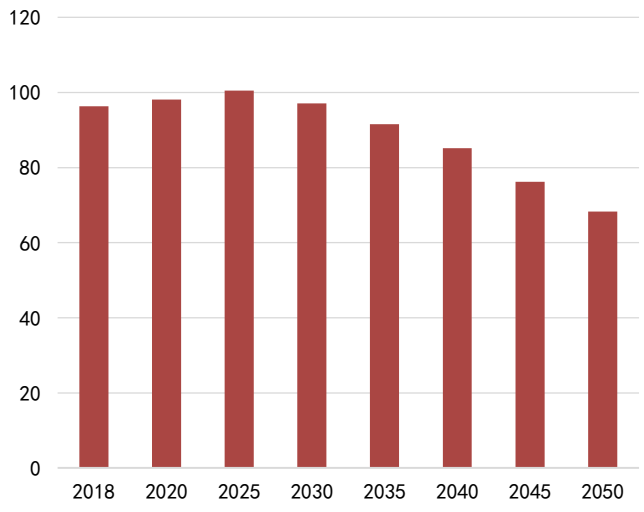




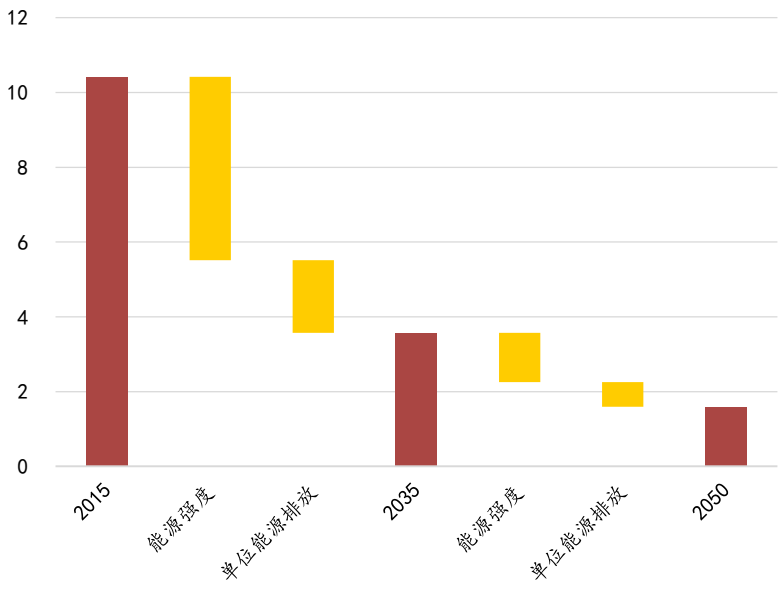
中国能源相关CO_2排放将于2025-2030年间达峰

- 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32%左右。
- 碳排放强度下降较快，2035年和2050年较2015年水平分别下降65%和85%以上。
- 能源强度（单位GDP能耗）下降对碳排放强度下降的贡献最大，占比在67%以上。

能源相关CO_2排放趋势，亿吨

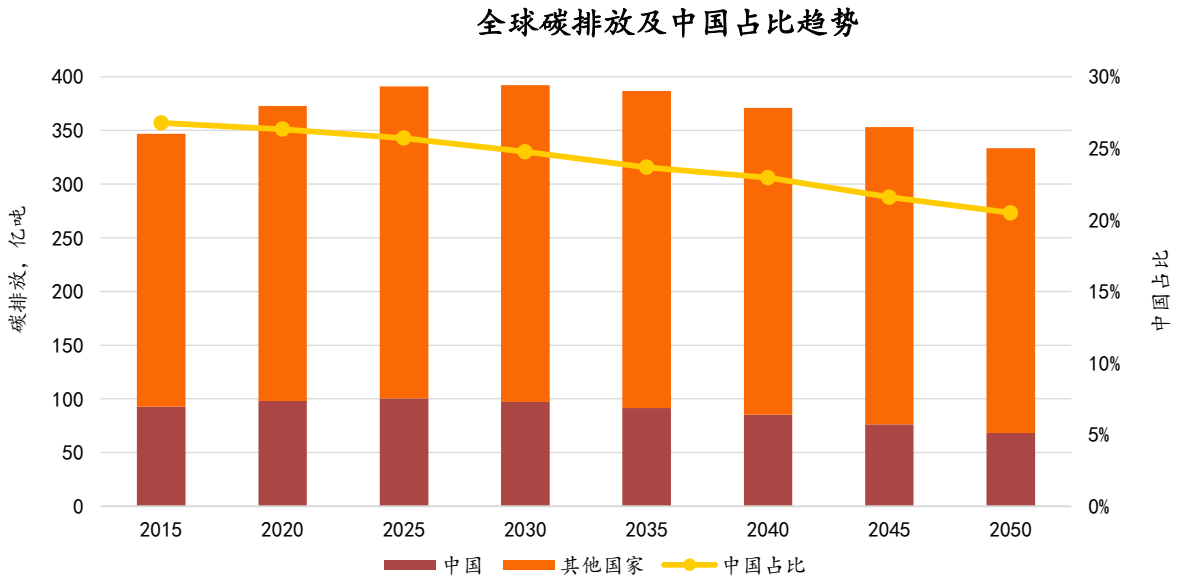


碳排放强度贡献变化，吨CO_2/万美元



中国碳排放达峰将促进世界碳排放达峰

- 展望期内，随着中国化石能源需求下降及碳排放于2025-2030年间达峰，中国碳排放占世界的比重将不断回落，2050年降至约20%。
- 中国碳排放达峰将为世界碳排放达峰创造良好的机遇，中国碳排放增量在2025-2030年间转正为负将推动世界碳排放尽早达峰并不断回落。



3

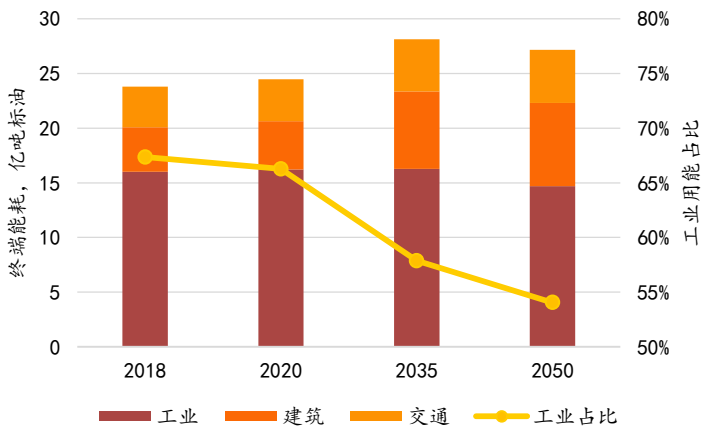
终端部门用能

基准情景

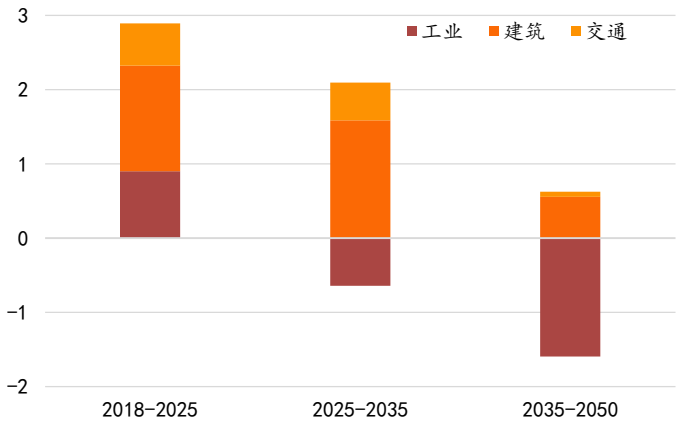
中国能源需求重心逐步转向生活消费侧

- 随着中国进入工业化后期，城镇化稳步推进，能源需求由生产侧转向消费侧，工业用能占比将持续回落，而建筑和交通用能占比不断提升。
- 终端用能将于2035年前后达峰，其中工业用能在2025年前后达峰，交通用能在2035年后进入峰值平台期，建筑（包括居民和商业）用能2050年前有望保持增长。

分部门终端用能



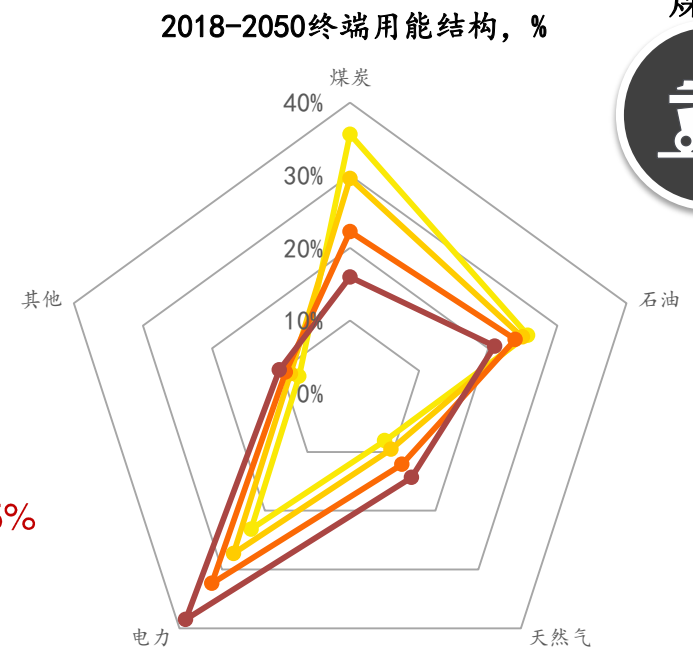
分部门用能变化，亿吨标油



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客观要求能源结构更清洁

- 分燃料看，终端部门中煤炭占比降幅较大，石油占比在2020年后略有下降，天然气和电力占比不断上升。2050年电力占终端用能的比重将达38.5%。



煤炭

2018 35.6%

2050 16%

电力

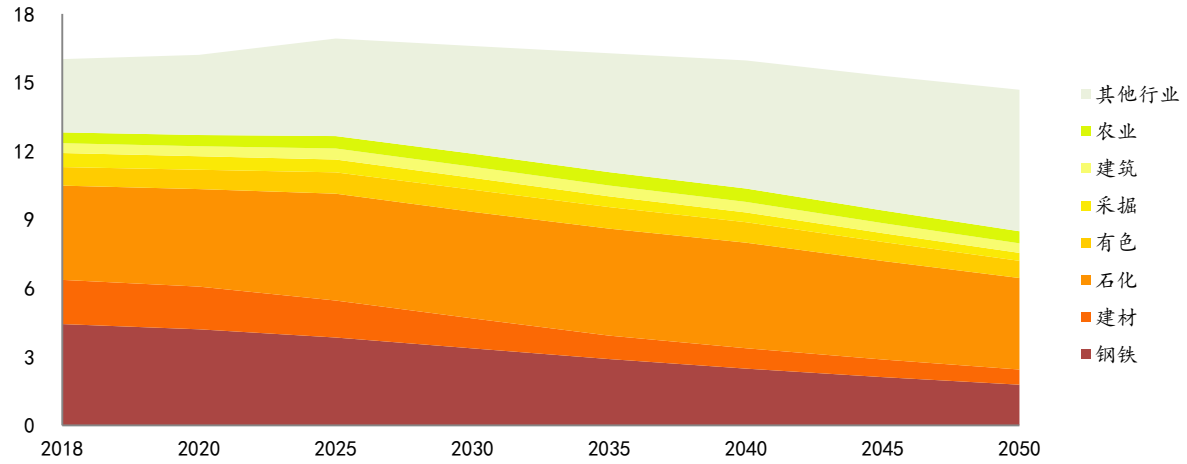
2018 23.2%

2050 38.5%

工业用能2025年前后达峰，高耗能行业占比将低于50%

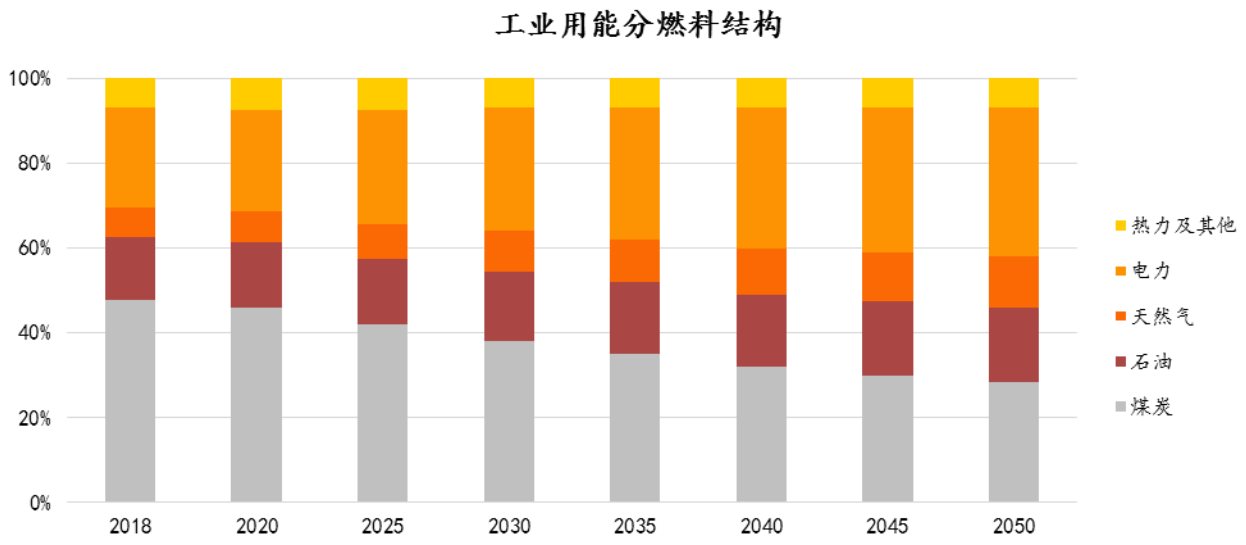
- 因经济转型，工业结构内部调整以及部分高耗能产品基本饱和，工业用能需求在2025年前仅略微增长，而后下滑。
- 分子部门看，钢铁、建材等部门用能将稳步下降，有色、建筑、农业等部门用能将在2030年前后达峰，而石化部门因化工需求的增加在2035年前还有增长空间，其他行业（高端制造业等）用能则将持续增长。2050年，高耗能行业用能占工业用能之比将低于50%。

工业分部门用能需求，亿吨标油



工业部门电代煤、气代煤趋势明显

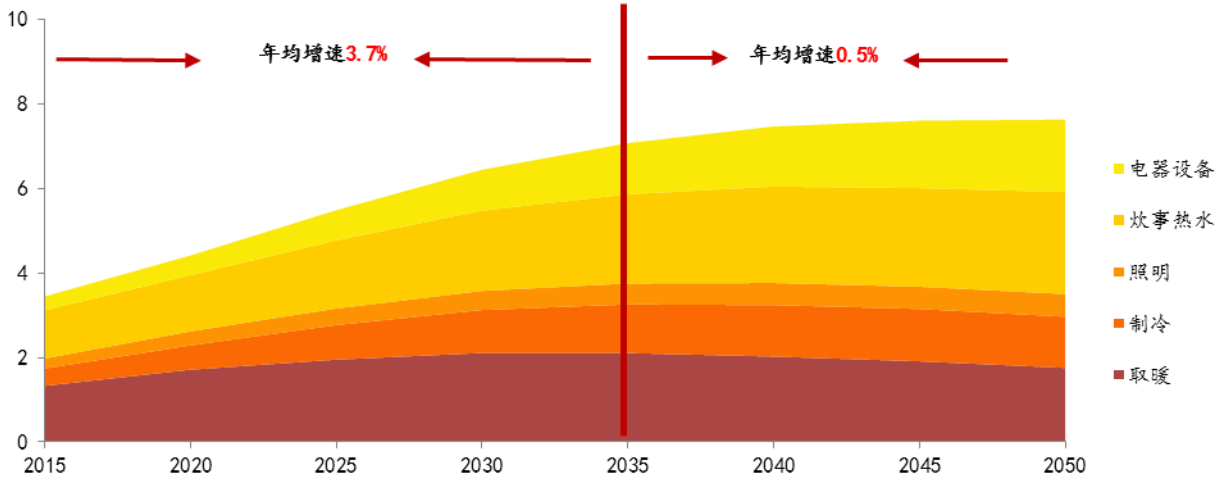
- 高端制造业及服务业的快速发展，以及对污染物排放的控制将使得电力和天然气比重稳步提升。
- 因化工用油未来增幅较大，石油占工业用能的比重有一定上升，预计2050年达17.5%，较2018年增加2.5个百分点。



建筑部门用能需求将持续上升

- 随着城镇化进程持续推进以及乡村振兴战略的实施，居民生活用能将保持增长。同时，第三产业的快速发展也使得商业用能保持增长态势。总体上，建筑部门（居民和商业）的用能需求在2050年前将持续上升，且2035年前增速较高。
- 分子需求看，2050年前电器设备用能增幅最大，2050年较2015年增加4.3倍，其次是制冷和照明，分别增加1.9和1.3倍。

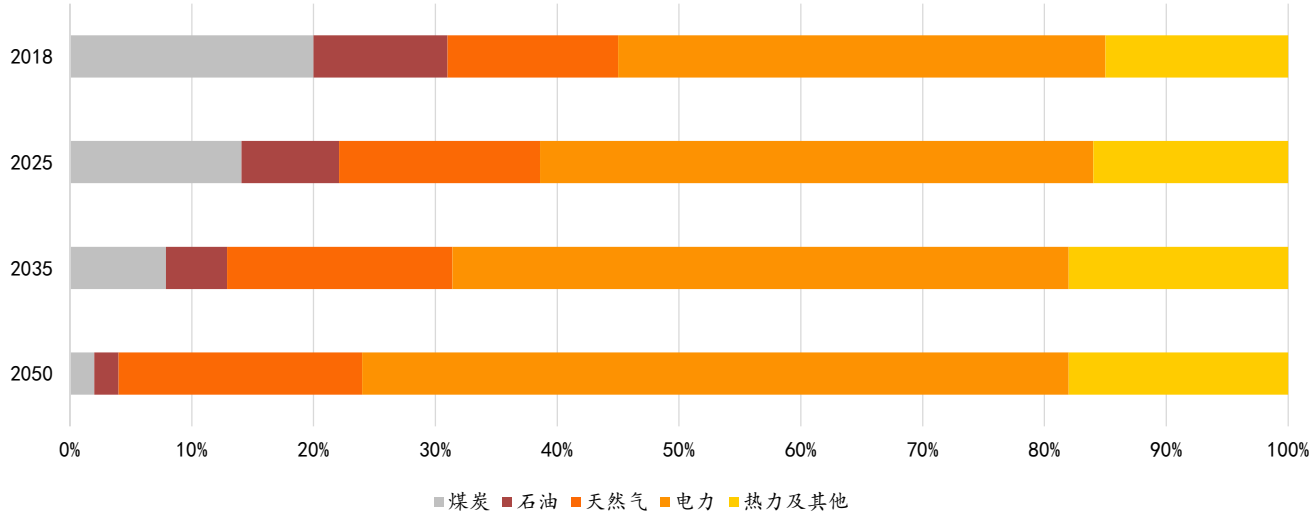
建筑部门用能需求，亿吨标油



建筑部门电气化水平将快速提升

- 受电器设备普及、大气污染控制、市场化改革以及基础设施不断完善等影响，电力和天然气占建筑部门能源需求的比重不断提升。2035年，电力和天然气占比分别达50.6%和18.5%；2050年，电力和天然气分别达到58%和20%。

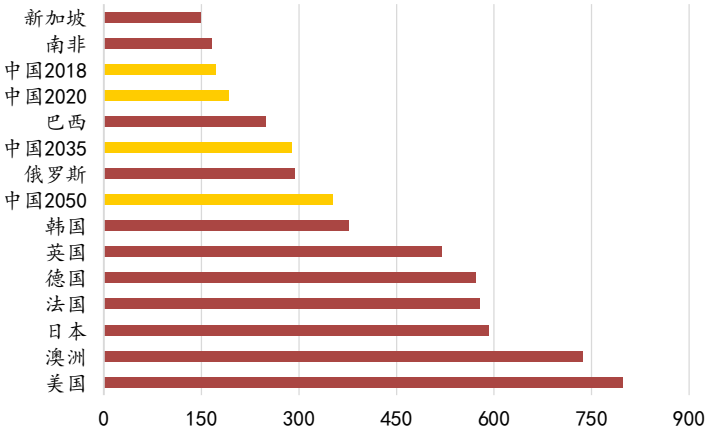
建筑用能分燃料结构，%



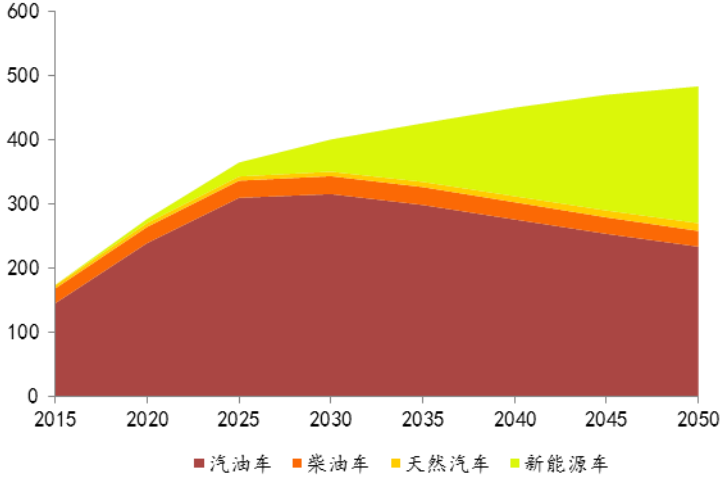
中国汽车保有量仍有较大增长空间

- 中国交通部门用能需求占终端用能的比重远低于发达国家，主要因中国人均汽车保有量仅170辆/千人。未来随着中国居民收入增加，对出行便利化、舒适化要求的提升，中国汽车保有量将快速增长，到2050年将达到350辆/千人左右。
- 2050年，中国汽车保有量将达5亿辆左右，较2015年增长1.8倍。

各国千人汽车保有量，辆/千人

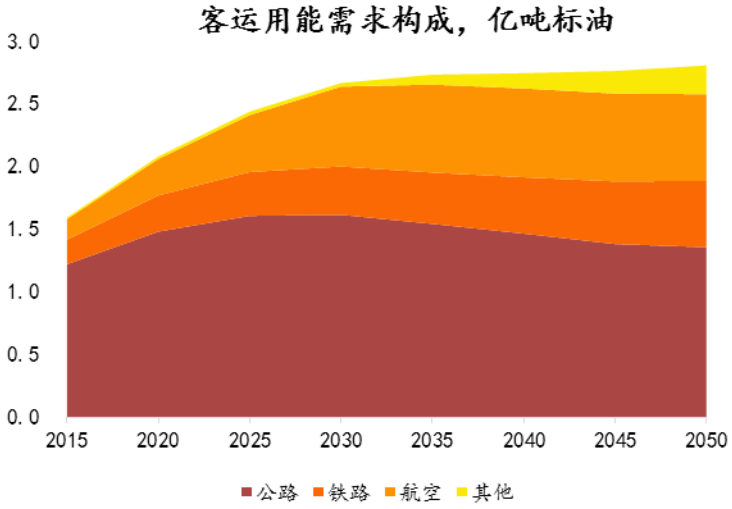


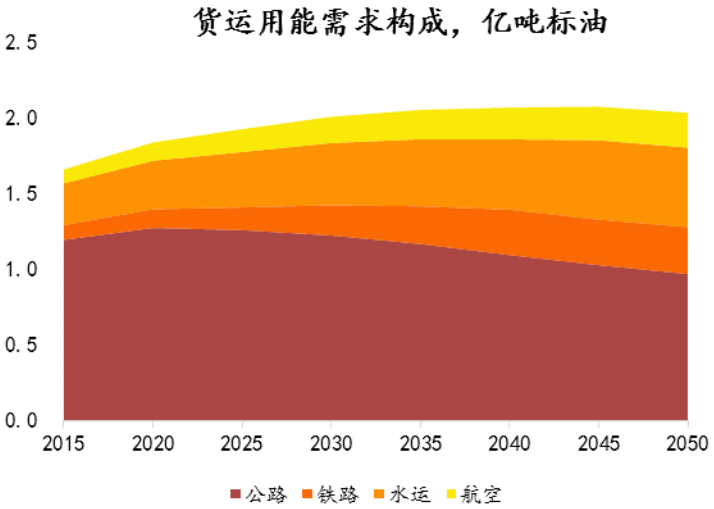
汽车保有量构成，百万辆



2030年前中国交通用能增长较快，此后进入峰值平台期

- 2030年前，随着汽车保有量以及出行、出游需求的快速增长，客运用能需求将迎来爆发式增长，2030年将达到2.7亿吨标油，随后进入峰值平台期。公路客运用能占比不断下降，2050年仅为52.3%，比2015年下降25个百分点。
- 在经济增长、中国产业布局调整、物流标准不断提升的背景下，货运用能需求在2035年前仍有一定增长空间，此后保持平稳。在“公转铁”、“公转水”等影响下，公路货运用能占比将不断下滑。

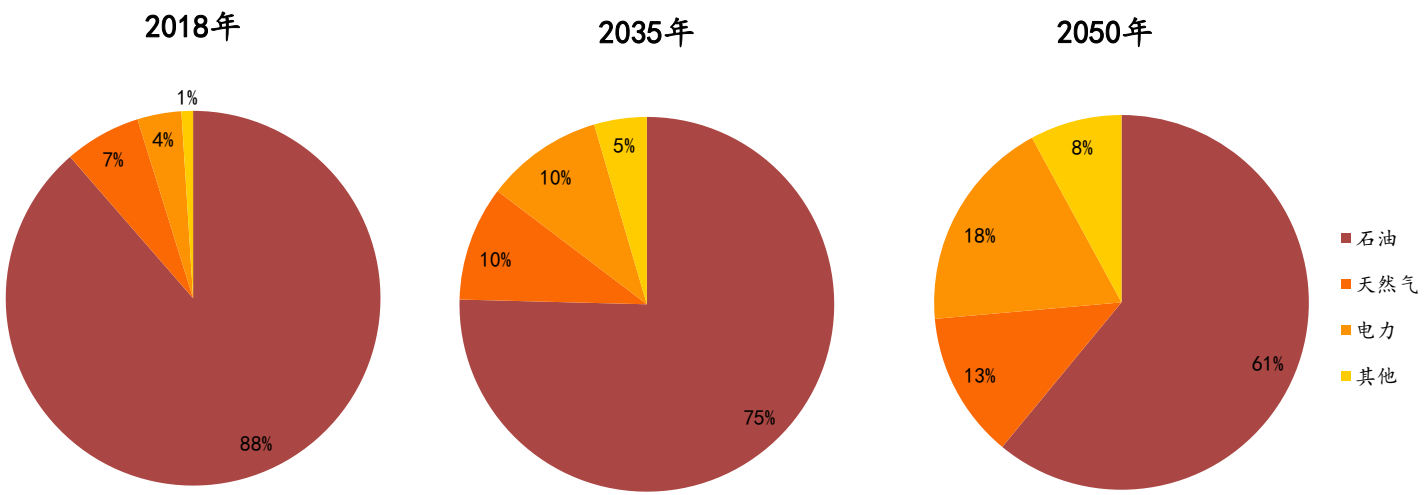




油品在交通用能领域仍占主导地位

- 未来交通用能结构将更加多元，油品占比逐步下滑，但仍占据主导地位，2050年油品占交通用能的比重约为61%，较2018年下降27个百分点。
- 2050年，电力和天然气交通用能的比重占比分别提升至18.5%和12.6%。
- 交通领域的电气化不仅在电动汽车，还在于铁路和轻轨等快速发展。2050年交通部门用电量将超过1万亿度，其中纯电动汽车用电量约占一半。

中国交通用能结构演变



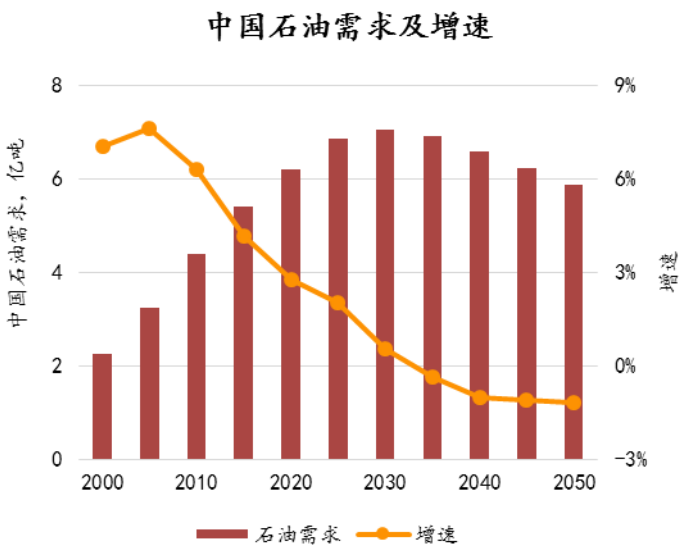
4

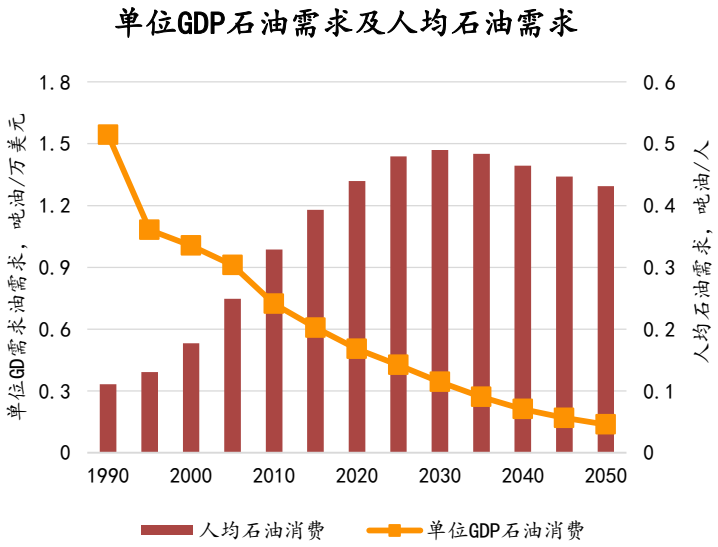
石油

基准情景

中国石油需求将于2030年前后达峰

- 中国石油需求将于2030年前后达峰，为7.05亿吨；此后逐步回落，2050年为5.9亿吨。
- 单位GDP石油消费强度将持续下降，是中国石油需求达峰的重要原因。
- 中国人均石油需求还有一定增长空间，2030年将达到人均0.5吨油左右的峰值水平。

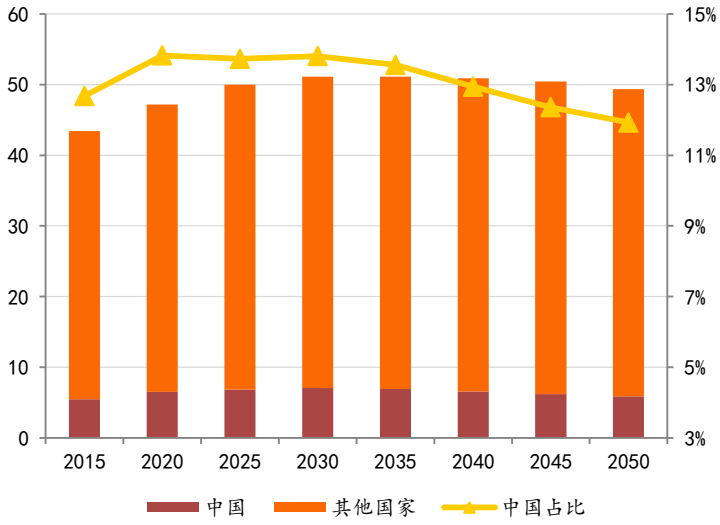




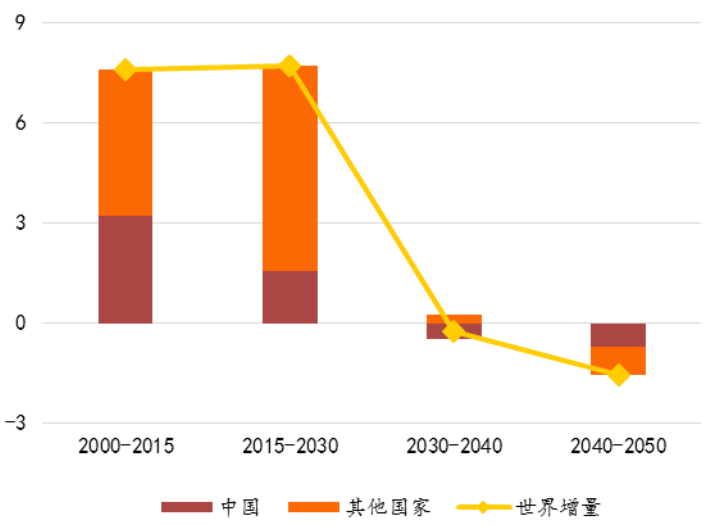
中国对世界石油需求的拉动作用将逐步减小

- 2000-2015年，中国石油需求增长了3.2亿吨，贡献了世界增量的42.3%。2015-2030年，中国需求增量为1.55亿吨，对世界增量的贡献率将降至20%。
- 中国石油需求占世界的比重在2020-2030年将稳定在13.5%左右，此后逐步回落。

世界与中国石油需求，亿吨

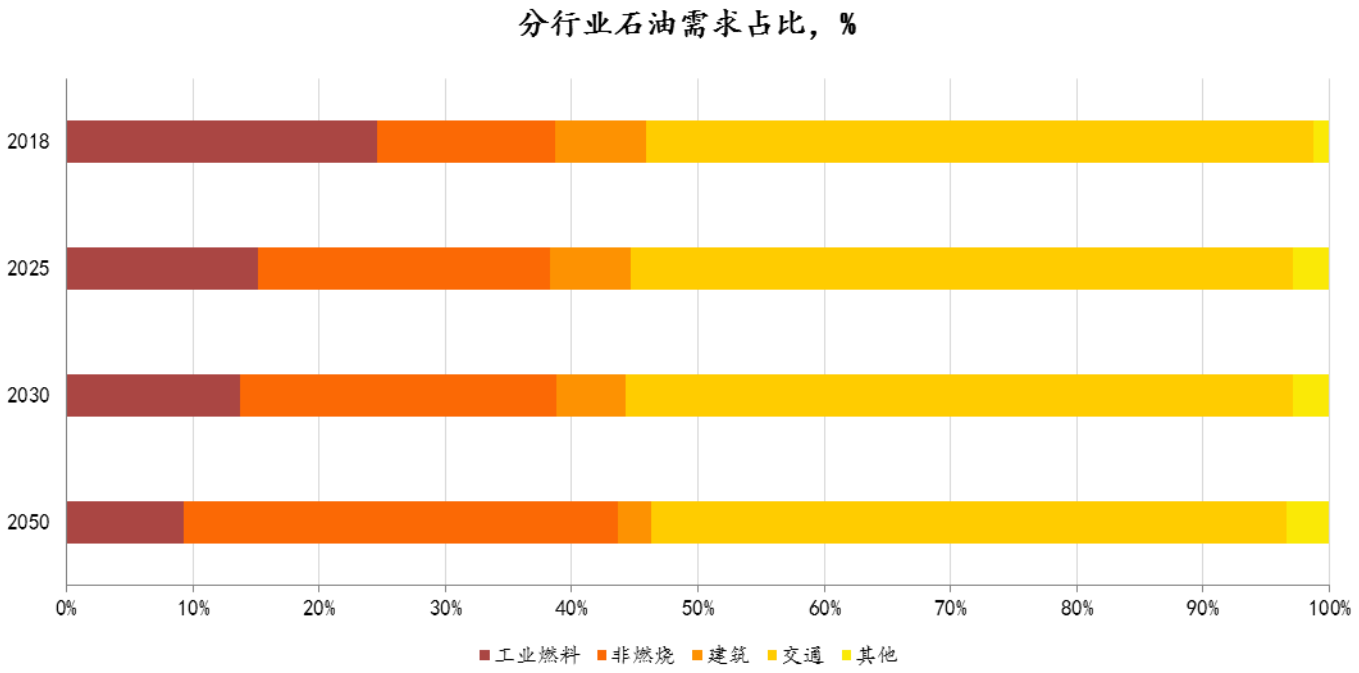


中国与其他国家石油需求增量，亿吨



石油仍主要用于交通运输，但原料属性将得到极大提升

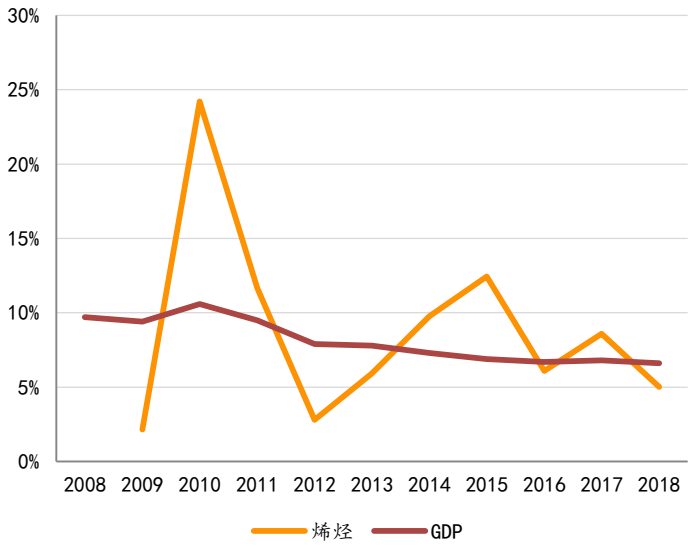
- 展望期内，交通用油占比有所下降，但仍保持在50%以上，是石油需求的主导部门。
- 化工用油占比将稳步提升，将从2018年的12.5%增加到2050年的30%。



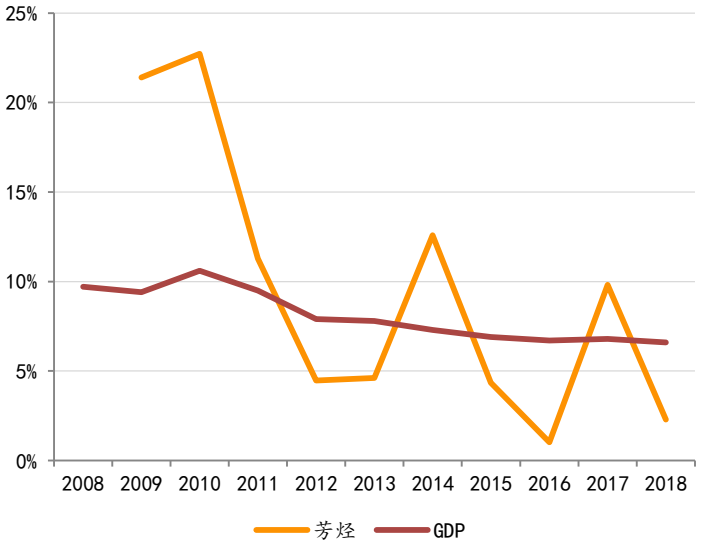
化工用油过去十年间保持快速增长

- 2008-2018年，中国烯烃和芳烃的年均消费增速分别为6.2%和7.7%，略低于GDP增速（9.2%），消费弹性分别为0.67和0.84。

烯烃消费增速及GDP增速，%



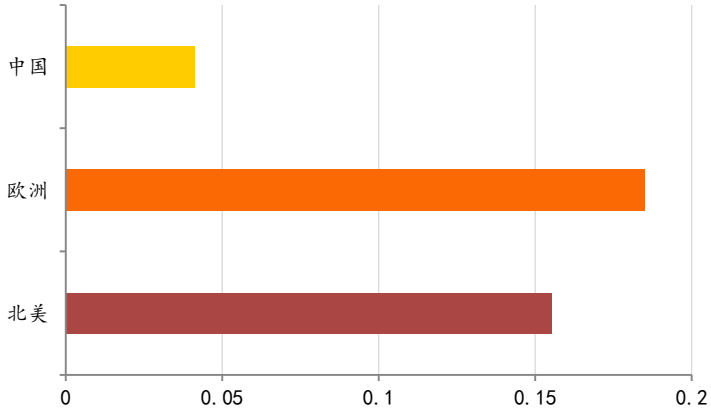
芳烃消费增速及GDP增速，%



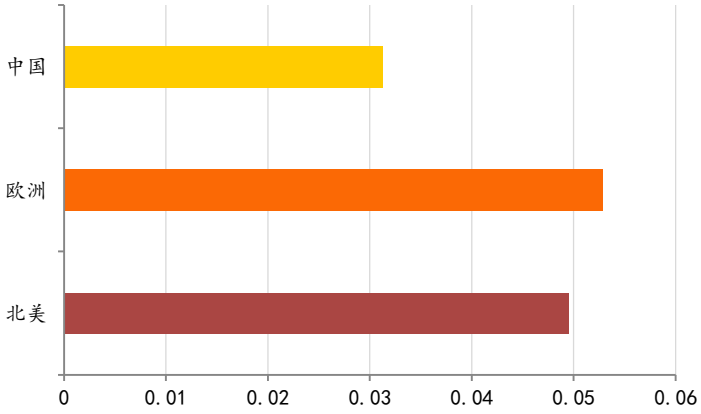
中国人均化工用油消费水平较低，具有较大发展潜力

- 与发达国家和地区相比，中国人均基础化工原料消费水平仍较低，其中人均烯烃消费差距更为明显，而人均芳烃消费也低于发达国家。考虑到中国为石化制成品出口大国，中国人均化工品实际消费量与发达国际差距更大。
- 化工产品作为生产现代社会生活物资的基础原料，下游产品应用于生活的方方面面，在人民美好生活愿望实现过程中将扮演重要角色。

烯烃人均消费量，吨/人



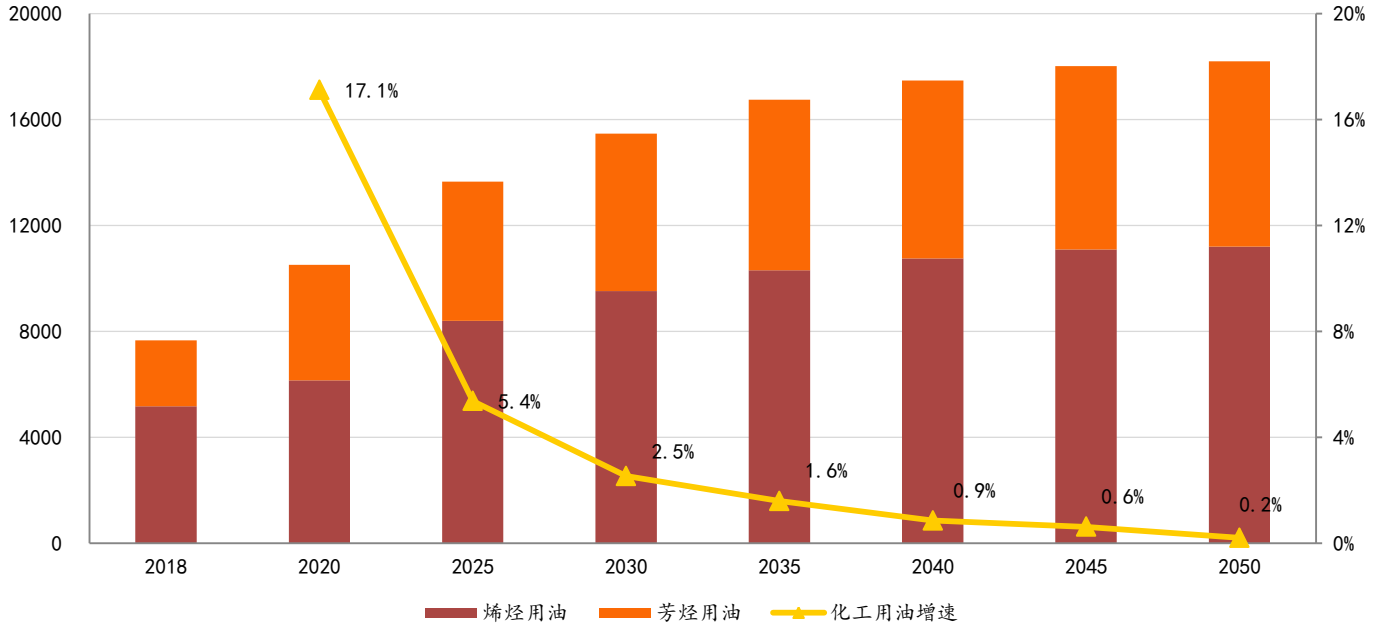
芳烃人均消费量，吨/人



2035年前中国化工用油需求较快增长，之后增速放缓

- 2035年，中国化工用油需求量将达到1.67亿吨，2050年达到1.82亿吨。

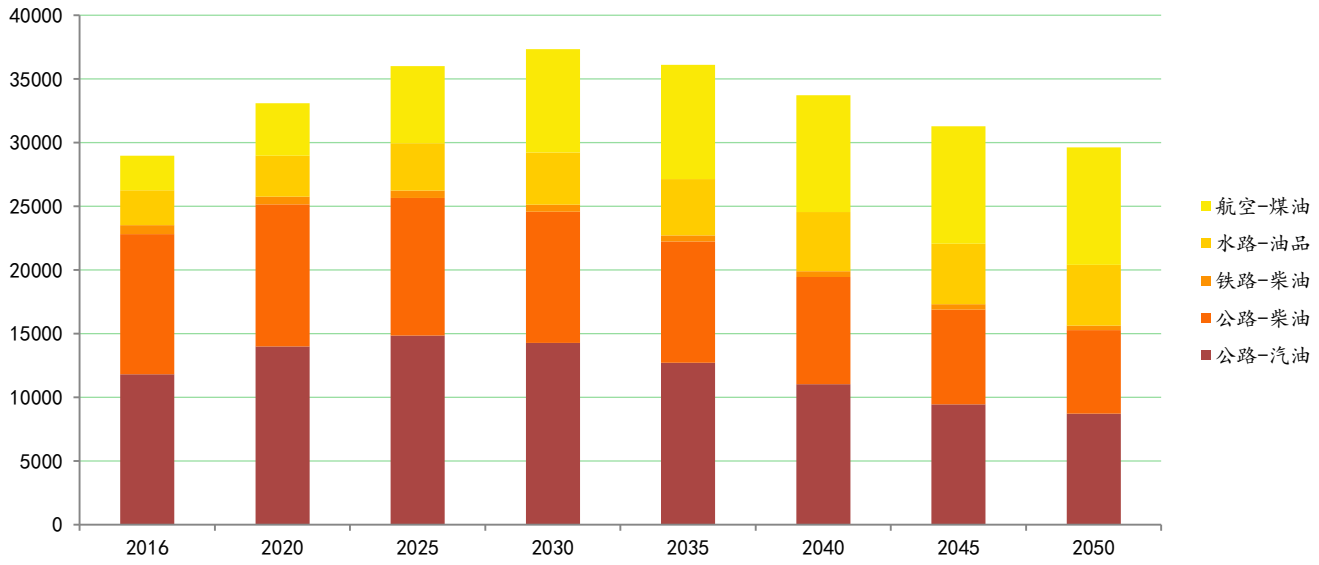
化工用油需求及其增速，亿吨



中国交通用油将于2030年前达峰

- 受交通用能在2030年后进入峰值平台期，交通用油总体将于2030年前后进入峰值平台期。
- 交通用油领域将更加多元，从集中于公路转向公路、航空和水路等多领域发展态势。

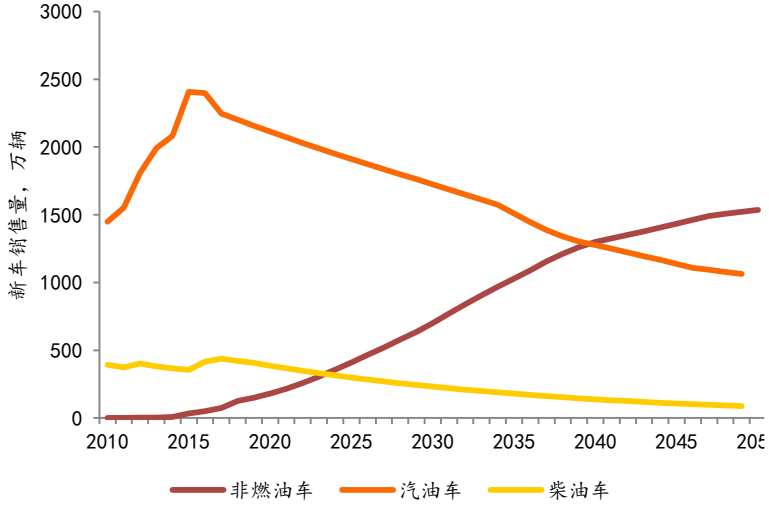
中国交通用油构成趋势，万吨



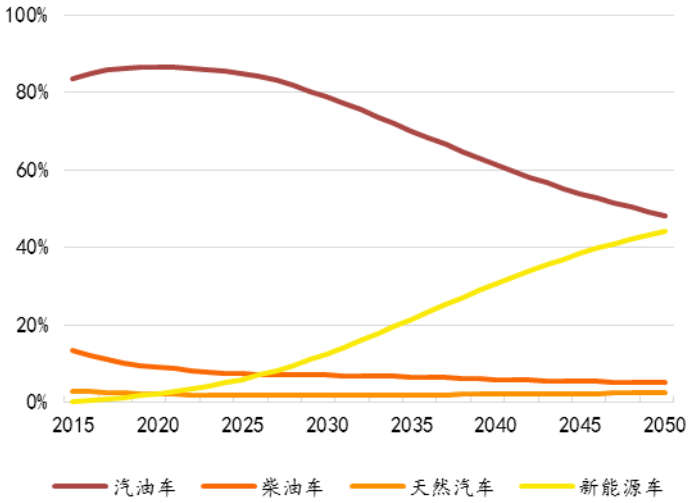
2045年前后新能源汽车销量将与燃油车相当

- 随着以电动汽车为代表的新能源汽车的成本不断下降，以及基础设施日趋完善，新能源汽车销量将快速增长，预计2040-2045年间与燃油车销量相当。
- 新能源汽车保有量占比将稳步提升，预计2035和2050年分别达到21.5%和44.2%。

汽车销售量构成趋势

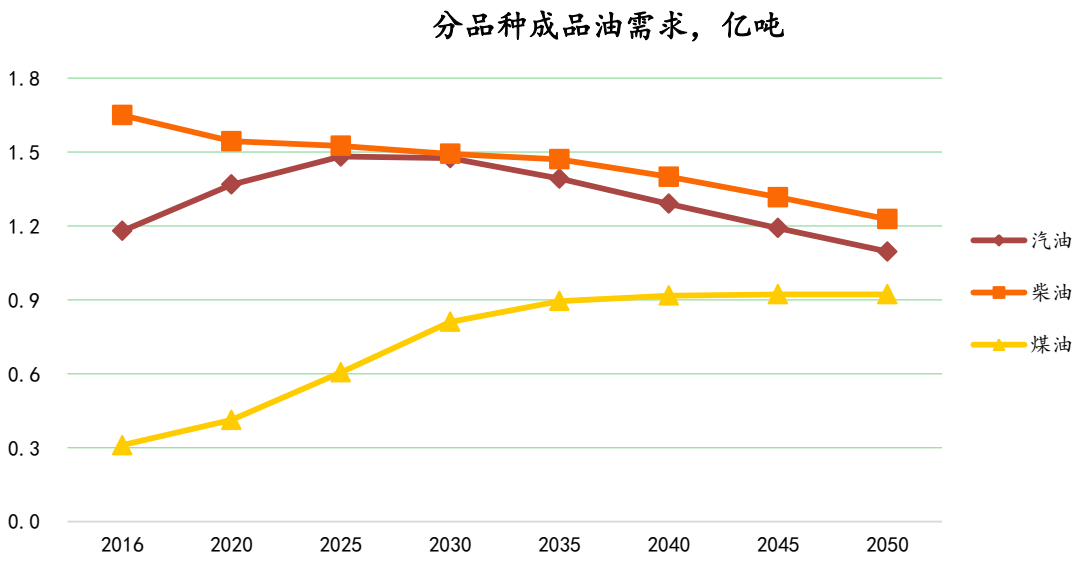


不同类型车辆保有量占比变化趋势



成品油需求呈汽缓柴降航煤快态势

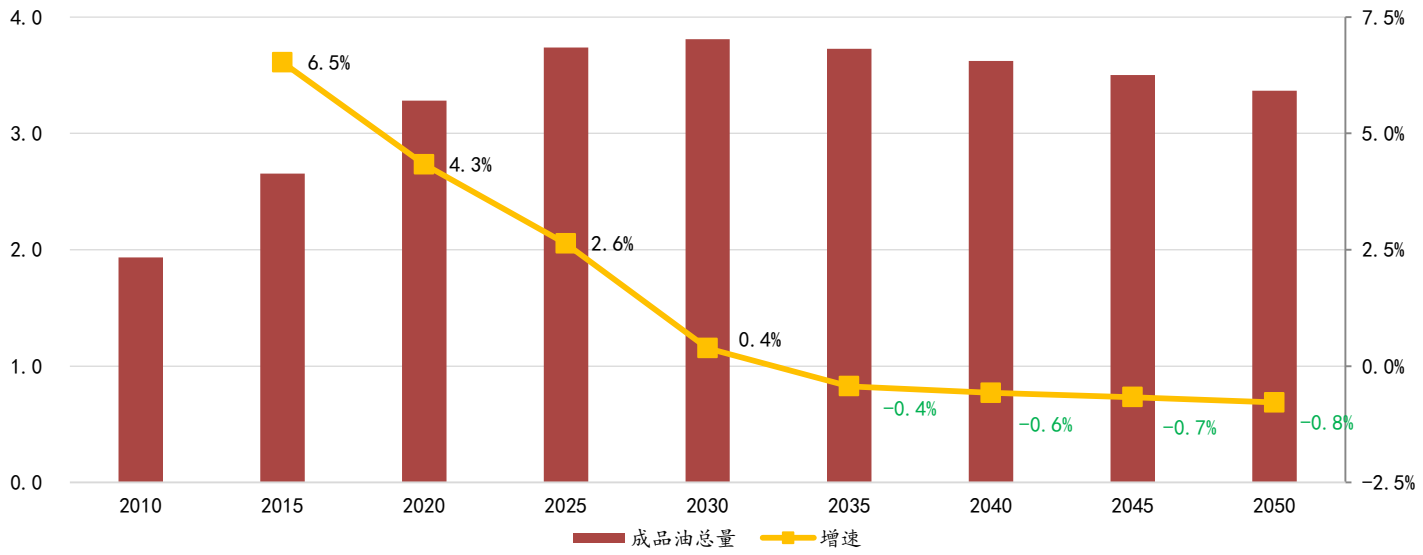
- 中国乘用车消费增速进入换档期，同时考虑节油技术进步，汽油需求增速将逐步回落，预计在2025年前达峰；之后随着燃油效率提升、替代能源快速发展将稳步回落。
- 中国民航处于大众化、多元化发展阶段，随着经济发展和居民收入水平不断提高，航空客货运量将保持快速增长，将带动煤油在2040年前保持较快增长。
- 柴油已经进入峰值平台期，未来因工业和交通领域柴油需求持续下滑而稳步下降。



中国成品油需求将于2030年达峰

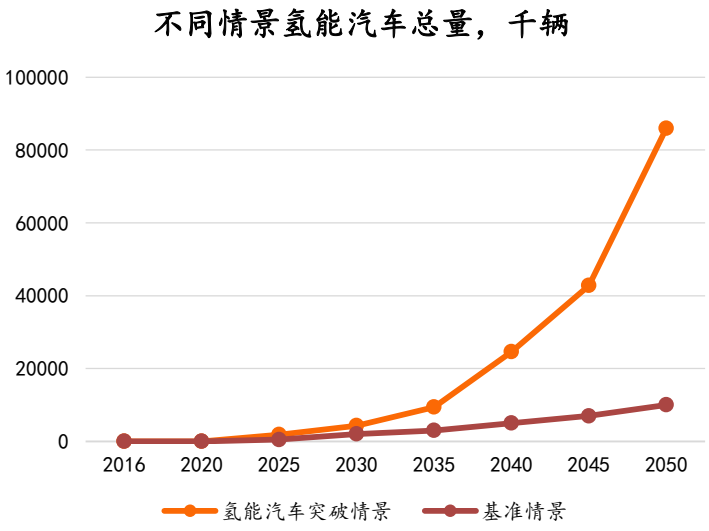
- 中国成品油需求将于2030年前后达峰，峰值约为3.8亿吨。需求增长主要来自汽油和煤油。
- 2030年前，成品油需求仍有1.2亿吨增长空间，2015-2030年均增速2.4%。2030-2050年，成品油需求下降0.4亿吨，2030-2050年年均降幅为0.6%。

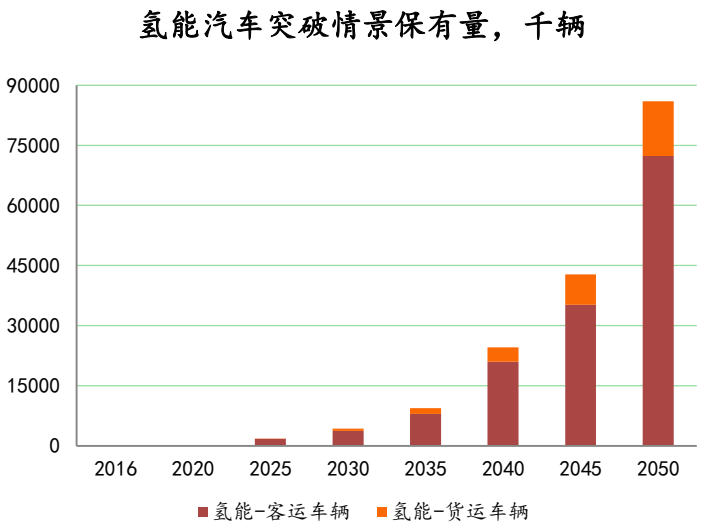
中国成品油需求量趋势，亿吨



氢能汽车更早突破情景

- 氢能汽车在加注时间、续航里程及排放等方面较电动车有一定优势。基准情景下，2030年和2050年氢燃料电池车保有量分别达到200万辆和1000万辆。
- 在氢能汽车更早突破情景下，2035年氢能汽车的购置成本与传统燃油车相当，2050年保有量达8600万辆，呈指数级增长趋势。

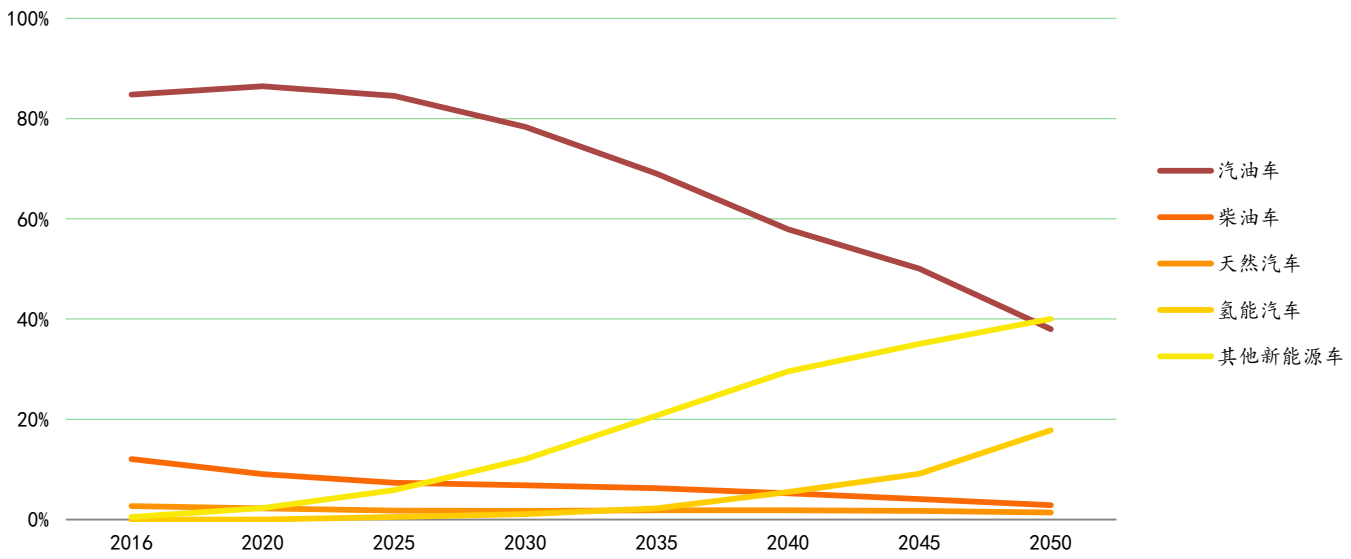




氢能汽车更早突破情景

- 在氢能汽车更早突破情景下，汽车保有量结构将发生明显改变。
- 2050年，氢能汽车占汽车保有量的比重将快速攀升至17.8%。
- 2050年，燃油车占比降至40.8%，将低于新能源汽车占比。

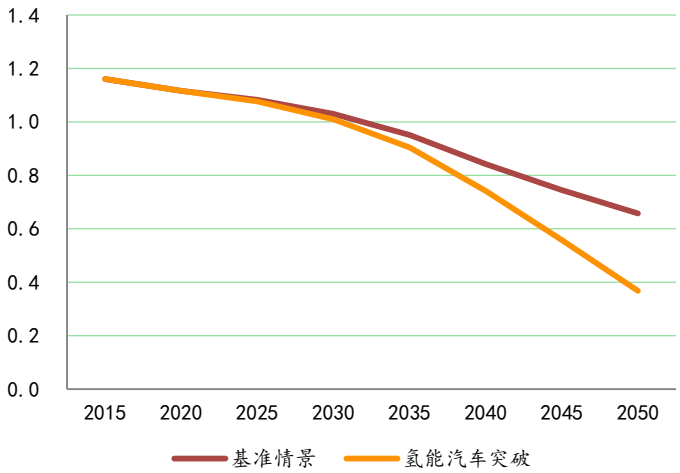
氢能汽车更早突破情景各类车型占比趋势



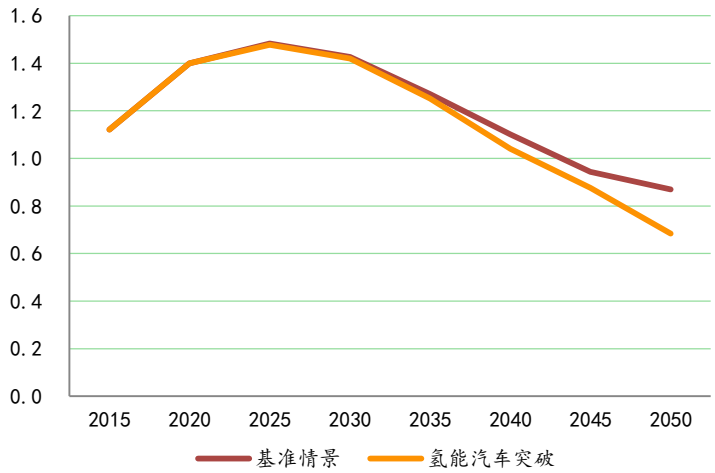
氢能汽车更早突破情景

- 展望期内，氢能汽车的替代规模不断扩大，公路运输用油需求较基准情景明显下降。
- 在氢能汽车更早突破情景下，2050年，汽柴油需求较基准情景分别下降0.19和0.29亿吨。

公路柴油需求对比，亿吨



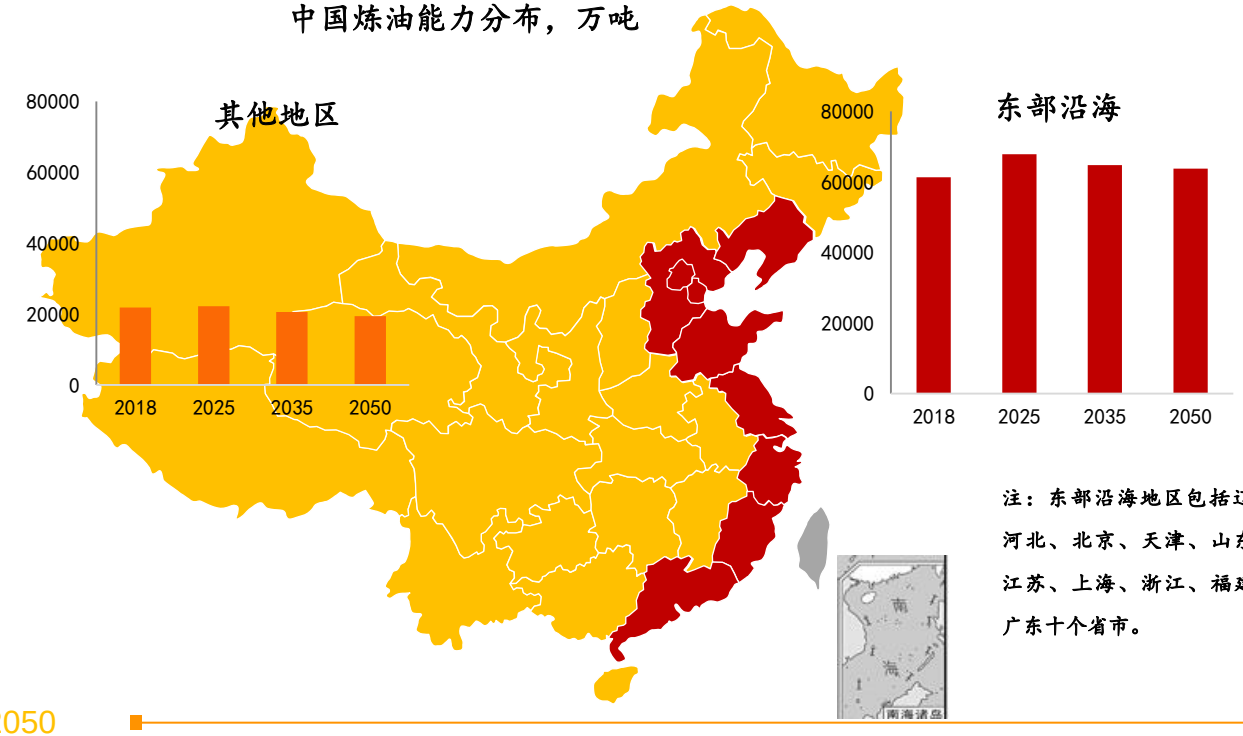
公路汽油需求对比，亿吨



2025年中国炼油能力将达9-10亿吨/年

- 中国炼油能力总体将继续增加，综合考虑现有规划以及淘汰落后产能，预计2025年将在9-10亿吨/年，之后保持稳定。与此对应，中国原油加工量将于2025-2030年间达峰，峰值为7.5-8亿吨。
- 分区域看，中国炼油能力主要集中在沿海经济发达地区，展望期内占比由74%提升至77%。

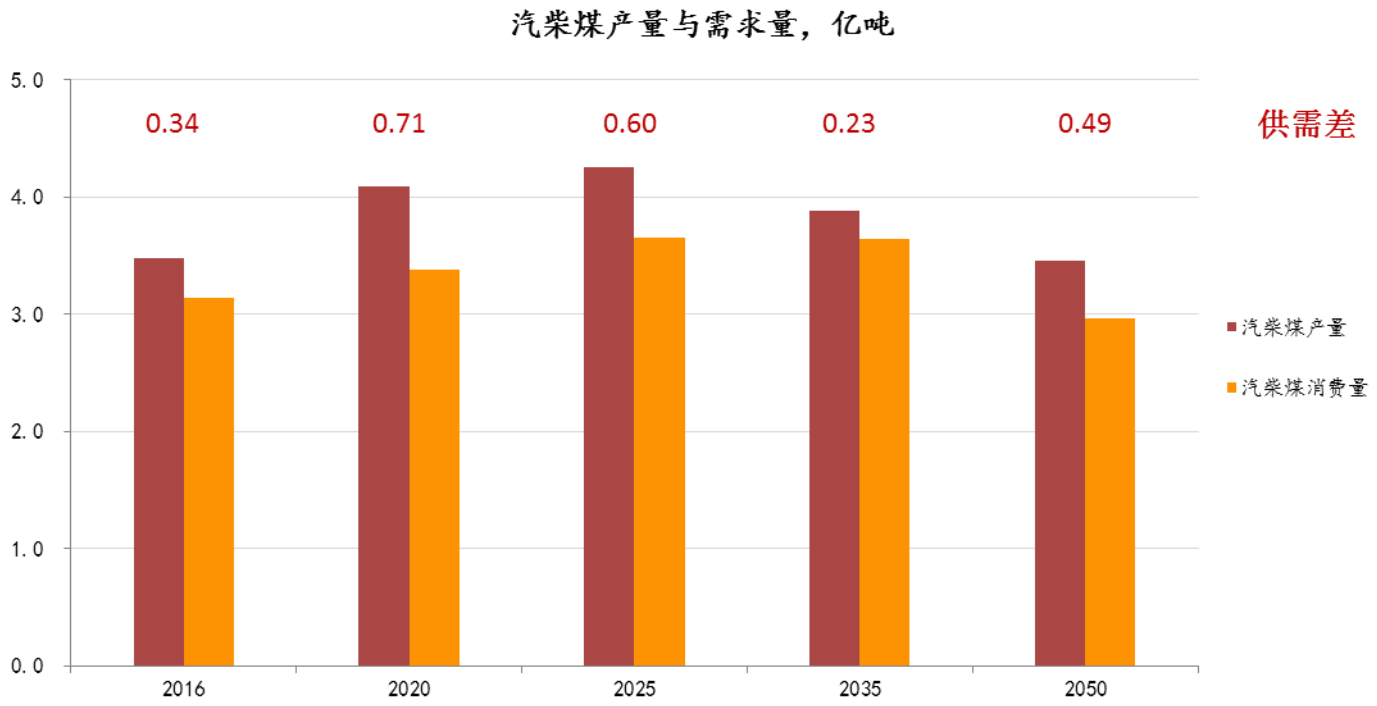
中国炼油能力分布，万吨



注：东部沿海地区包括辽宁、河北、北京、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建和广东十个省市。

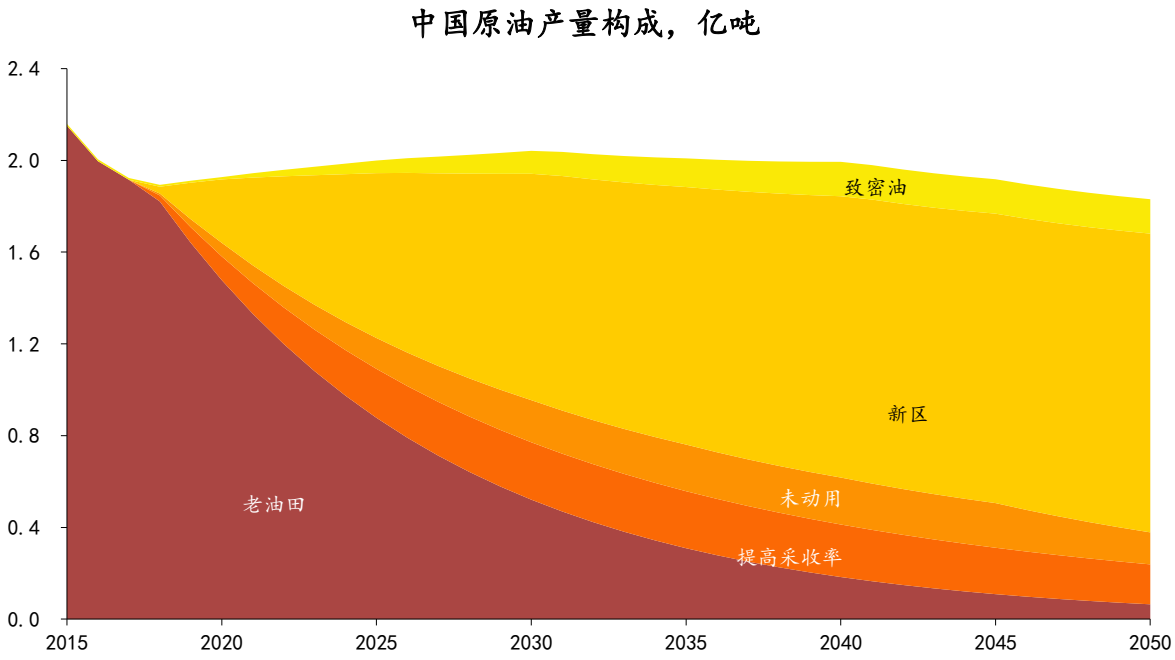
中国成品油供需总体宽松，有适量出口空间

- 随着中国炼厂转型升级，炼厂成品油收率有望稳步下降，2050年降至50%左右。
- 总体上，中国成品油供应大于需求，将有适量出口。



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，以及非常规致密油产量提升是保障国内原油产量稳定的三驾马车。



5

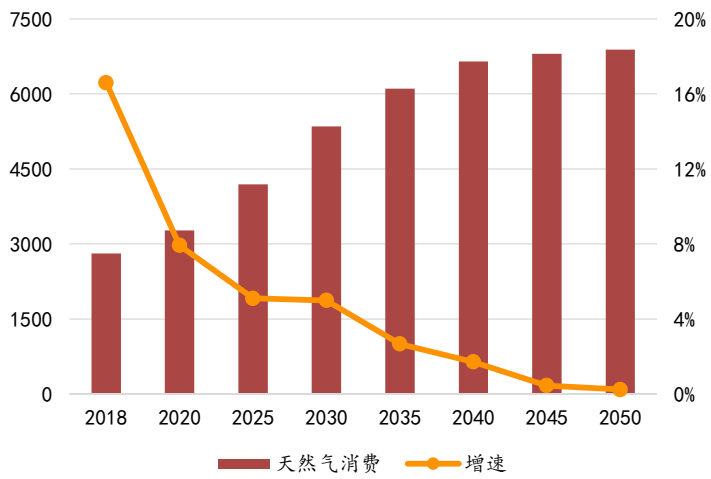
天然气

基准情景

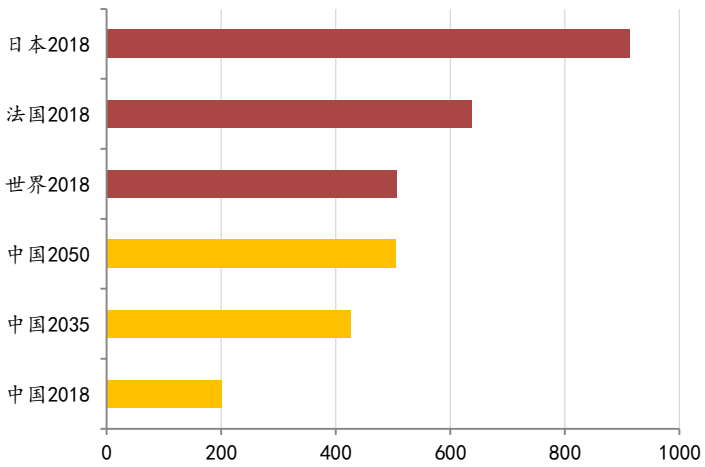
2040年前中国天然气将处于战略发展期

- 展望期内，受天然气可获得性大幅提升、环境污染治理、天然气与可再生能源融合发展等推动，中国天然气需求将保持增长。
- 2035年和2050年天然气需求量将分别达6100亿立方米和6900亿立方米。
- 人均天然气需求将保持增长，2050年将与2018年世界平均水平相当。

中国天然气需求趋势，亿立方米



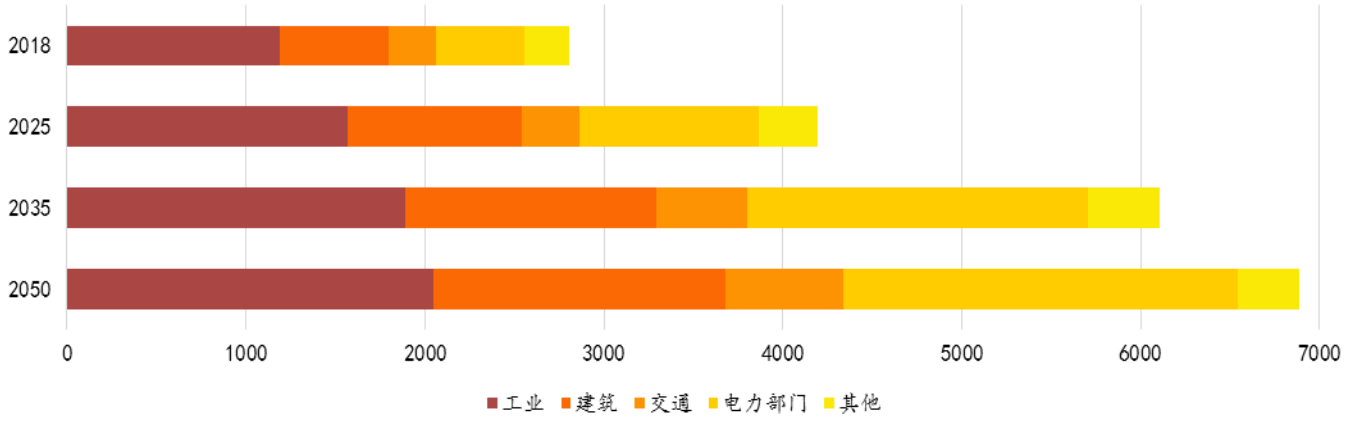
人均天然气需求对比，立方米/人



工业、居民、电力先后发力助推天然气需求不断增长

- 随着生态文明建设的不断推进，居民和工业领域的天然气需求将在2035年前得到极大激发，之后基本进入饱和状态。
- 未来天然气将在融合可再生能源调峰、分布式能源体系、冷热电气综合能源系统中扮演重要作用，其在电力部门的需求总体将保持稳步增长。
- 在环保治理推动及LNG经济性具有一定优势的推动下，天然气重卡、LNG运输船等快速发展推动交通用气保持稳步增长。

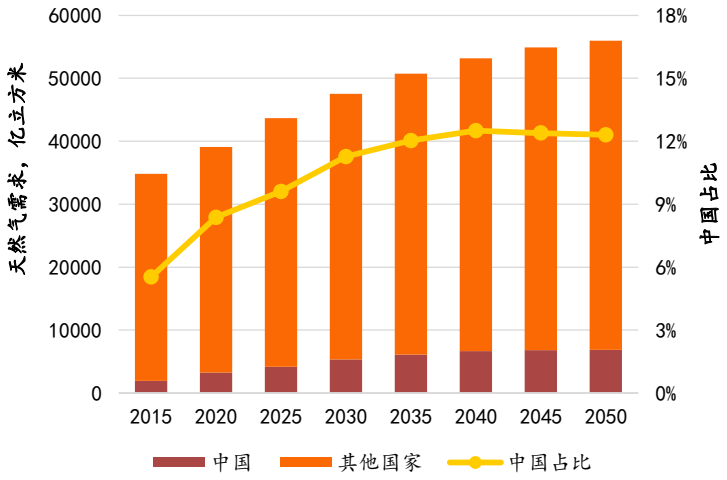
中国分部门天然气需求量，亿立方米



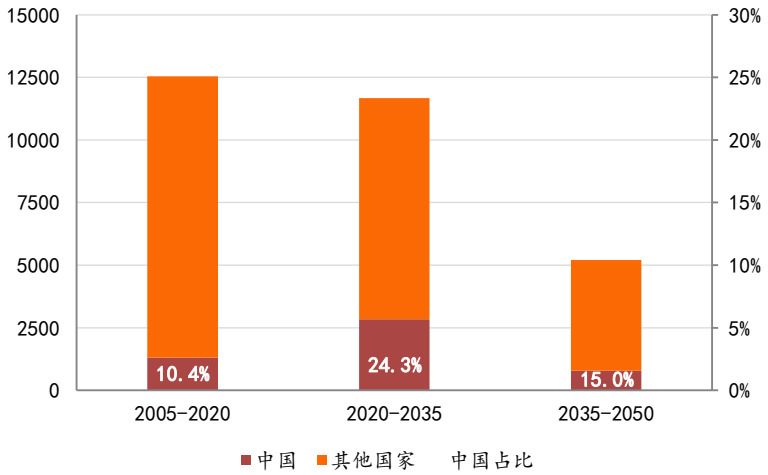
中国长期内是世界天然气市场的重要参与者

- 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，将从目前的不足7.4%增加到2035年的12%以上。
- 中国将是世界天然气市场的重要参与者，2035年前中国天然气需求增量将占世界的24%左右。

世界天然气需求及中国占比

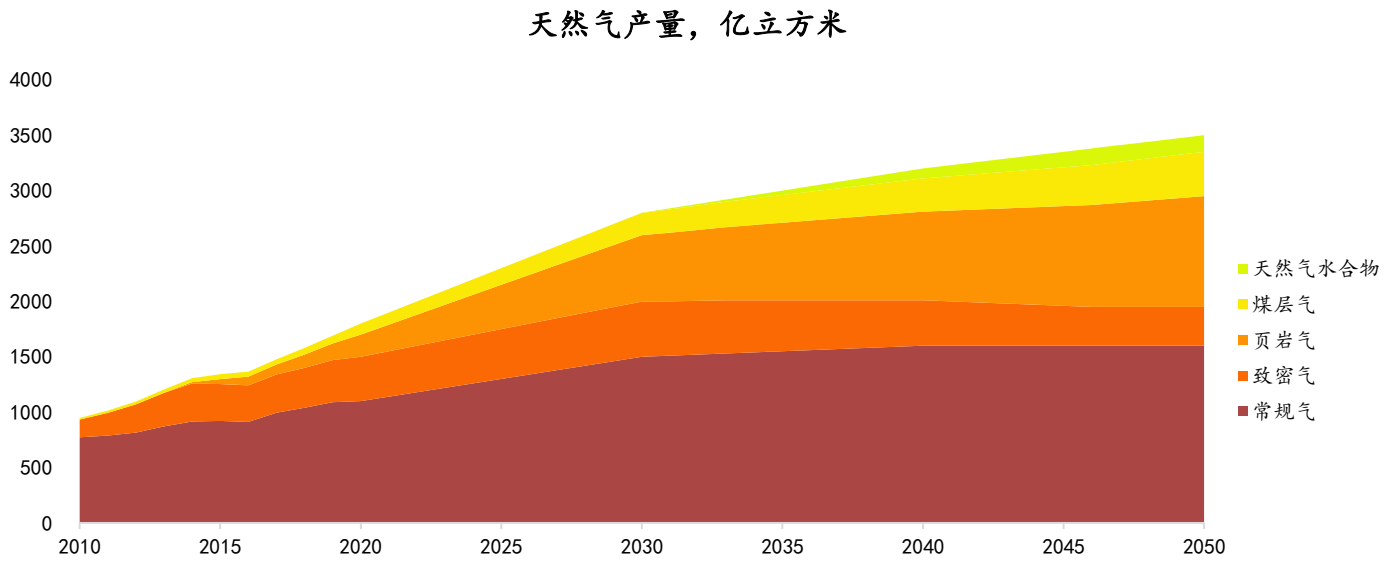


中国及其他国家天然气需求增量，亿立方米



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到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巨大，2035年后与常规气产量规模相当。



6

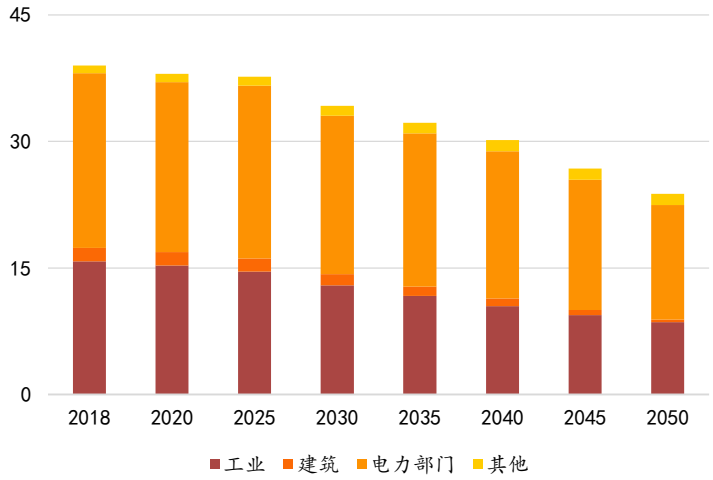
煤炭

基准情景

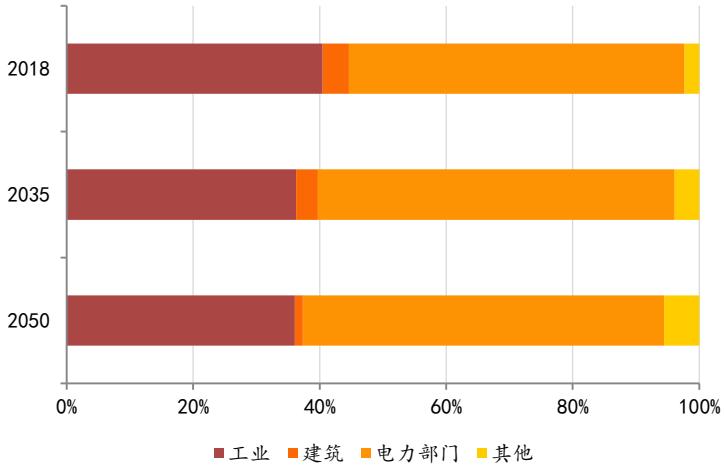
中国煤炭需求已进入峰值平台期，未来需求将逐步下降

- 中国煤炭需求已进入峰值平台期，2025年后随着工业用能及电煤需求达峰，煤炭需求量将逐步下降。2035和2050年煤炭需求仅是2018年的82%和61%。
- 发电及现代煤化工将是中国煤炭规模化、清洁化利用的主要方向。

分部门煤炭需求，亿吨

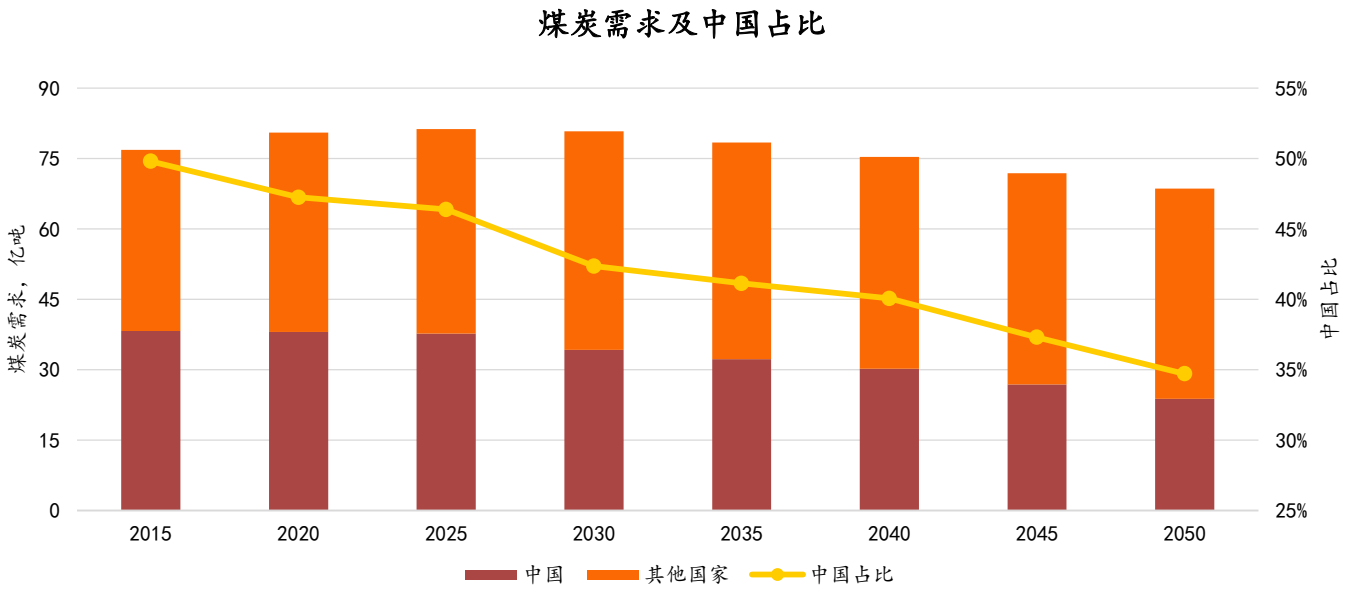


分部门煤炭需求结构，%



中国煤炭逐步回落将使得世界煤炭需求也更早达峰

- 随着中国煤炭需求逐步下滑，世界煤炭需求也将于近十年内达峰。同时中国煤炭需求占世界的比重将稳步下降，将从当前的50%下滑到2050年的35%左右。
- 中国煤炭需求基数大，以煤为主的资源禀赋特征决定了中国长期内是世界最重要的煤炭需求市场。



7

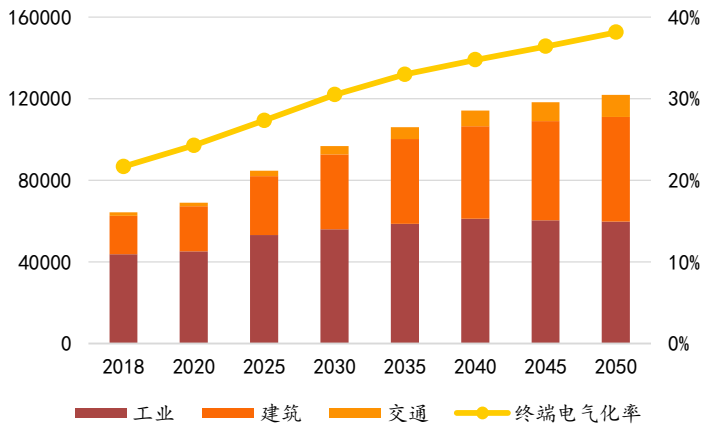
电力

基准情景

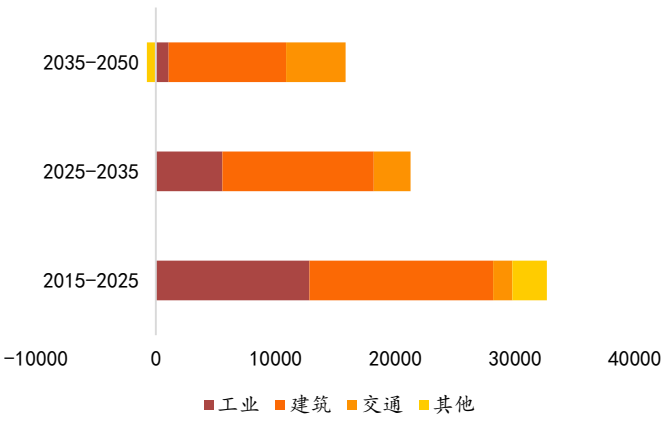
智能时代到来引领用电需求快速增长

- 终端部门电气化水平将从2018年的23.2%提升到2035年的32%与2050年的38.4%。相应中国电力需求将从2018年6.4万亿千瓦时增加到2035年的10.6万亿千瓦时和2050年的12.2万亿千瓦时。
- 分部门看，工业在相当长时期内仍是电力需求第一大户；智能时代的到来，将使得建筑（居民和商业）用电增量最大，贡献全社会用电增量的56%。

分部门电力需求，亿千瓦时

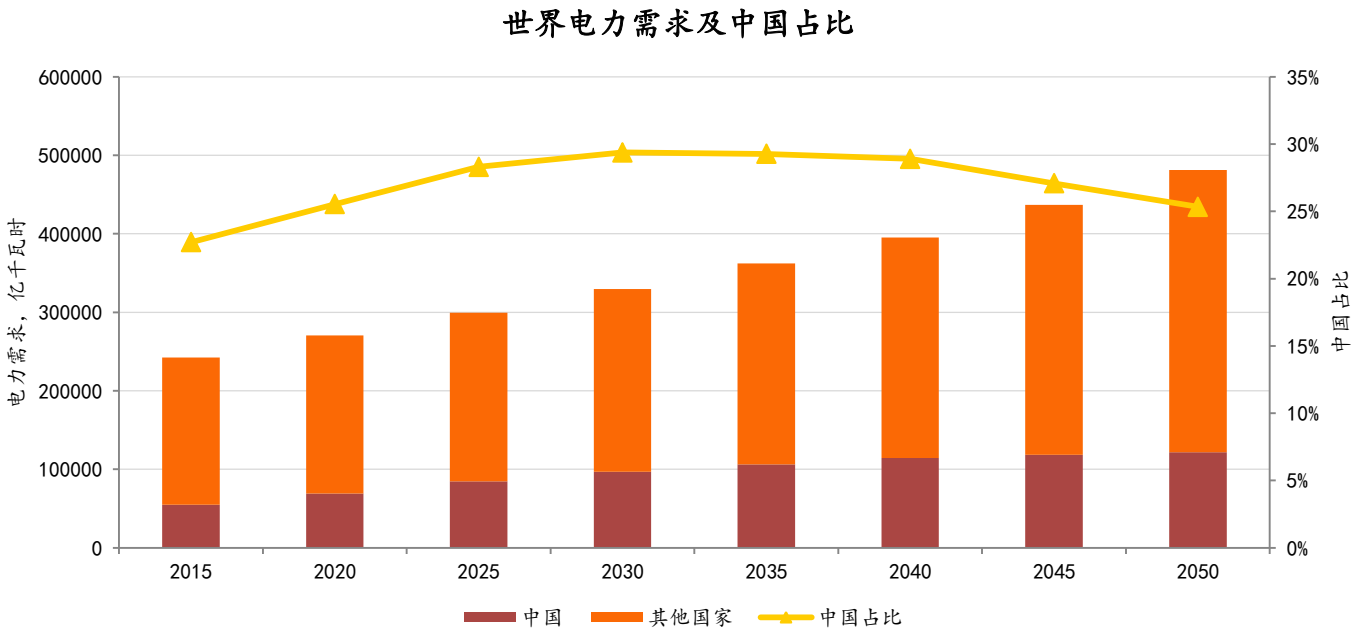


分部门电力需求变化，亿千瓦时



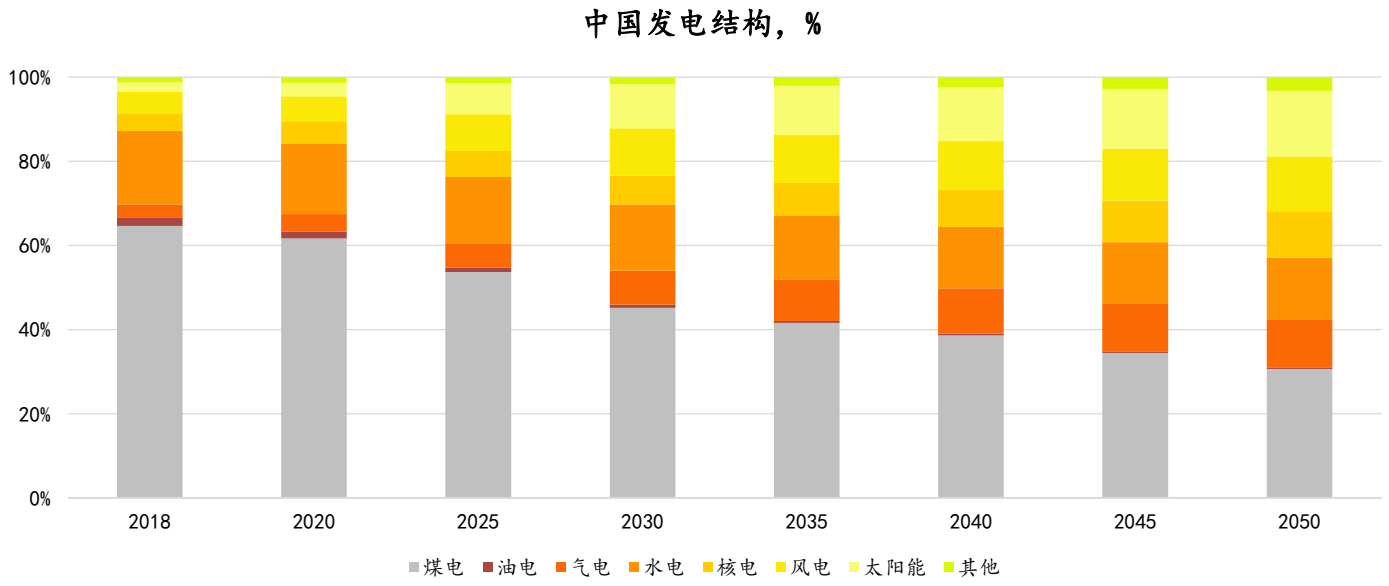
中国电气化发展趋势与世界同向而行

- 在生态文明建设及新兴产业快速发展的推动下，2030年前中国电力需求增幅略快于世界增速，使得中国占世界的比重上升至29%左右。
- 2030年后，随着其他发展中国家电力需求的快速增加，中国占比将有所回落。



中国发电结构将更加多元、清洁、低碳

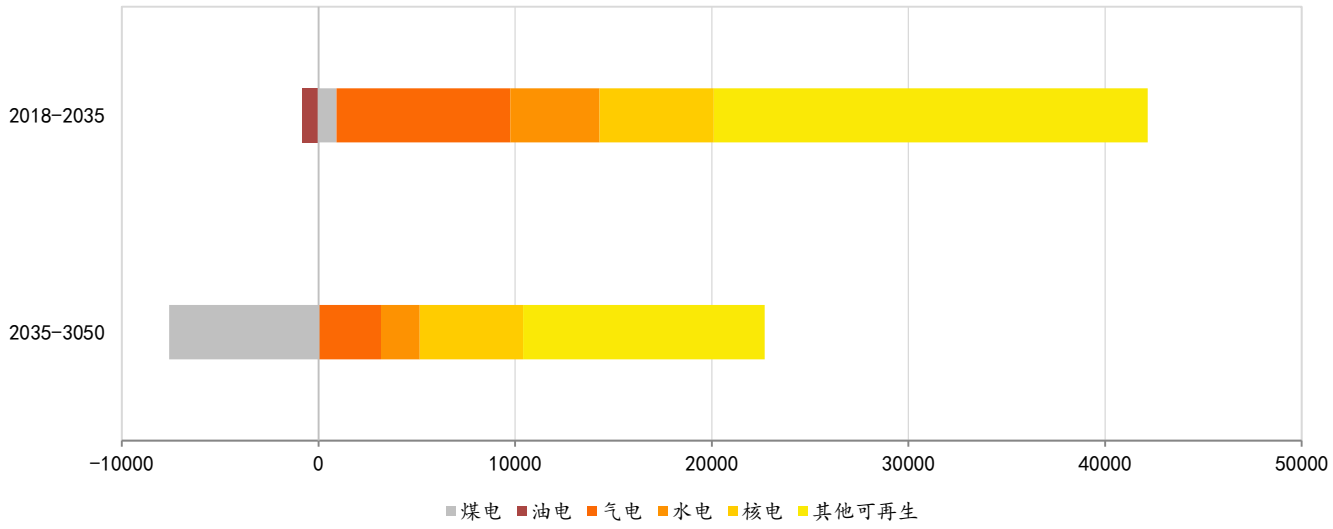
- 2025年前，煤电还将有所增长，但之后缓慢下降，其发电量占比在2030年后将低于50%。
- 非化石能源发电占比将不断提升，2050年达58%左右。



清洁发电将在2035年前满足增量，2035年后替代存量

- 随着可再生能源竞争力增强，天然气发电技术提升，以及核电安全更有保障，清洁发电将基本满足2035年前发电增量需求。
- 2035年后，随着可再生能源技术经济水平进一步提升以及稳定性大幅增强，清洁能源将替代部分存量煤电。

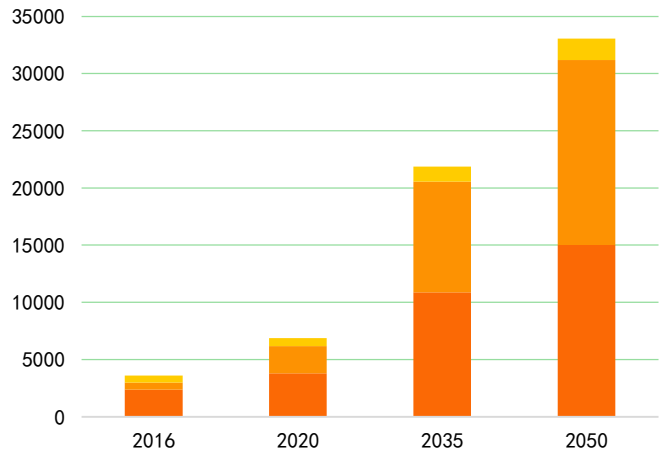
不同技术发电量变化，亿千瓦时



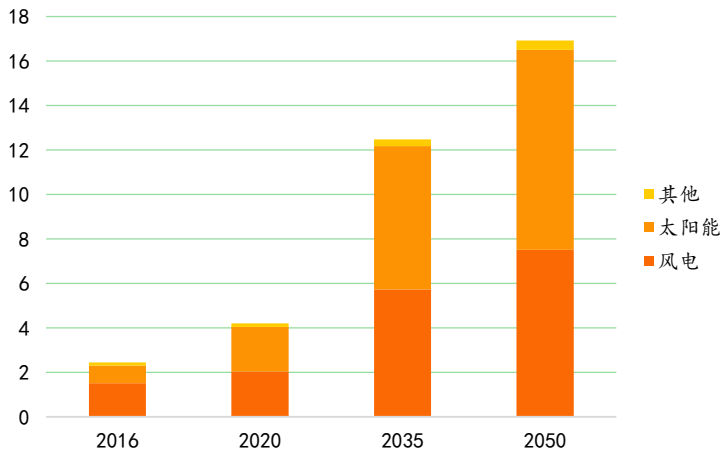
中国风、光等可再生能源将长期保持快速增长

- 风电、太阳能光伏成本将继续下降，加之电网消纳吸收能力提升、分布式能源系统快速发展，风、光的综合利用成本不断下降；而传统化石能源受环境外部性等因素制约，其使用成本将不断攀升。
- 风、光等新能源技术将对就业、经济发展带来更强正向激励作用，均将推动非水可再生能源快速发展。

非水可再生发电量，亿千瓦时

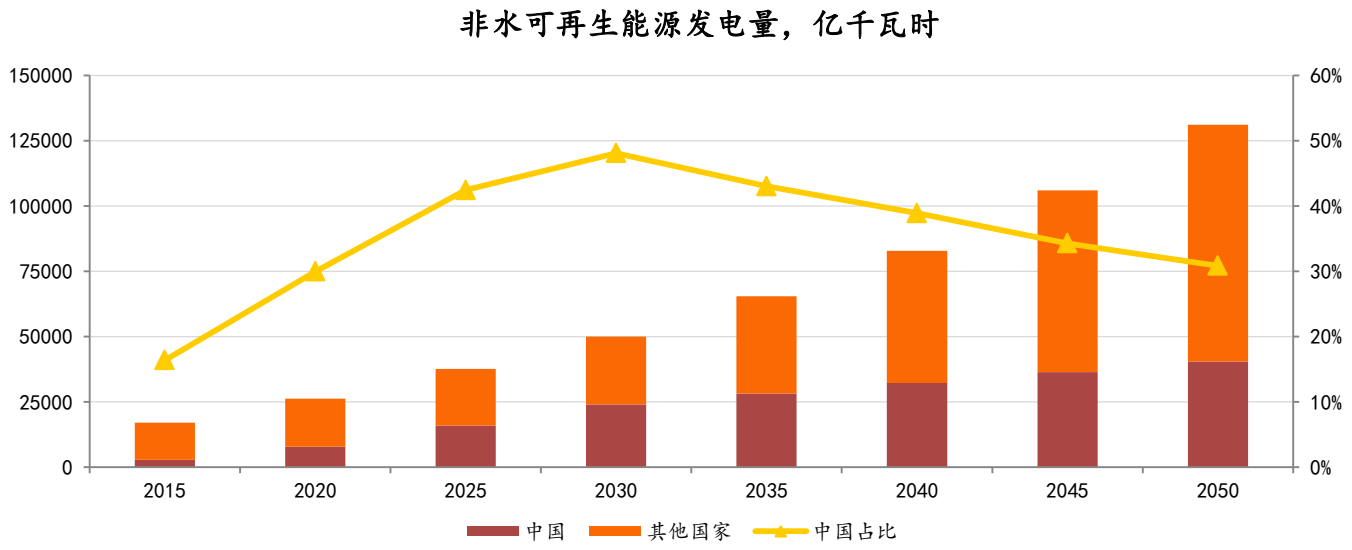


非水可再生装机容量，亿千瓦



中国可再生能源引领发展将助推世界能源清洁化、低碳化

- 展望未来，随着风能、太阳能等新能源技术的大规模应用，将进一步推低新能源技术成本，创新应用场景，变革商业模式，助推世界能源低碳清洁转型。
- 特别是在“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。



8

美丽中国情景

美丽中国情景

情景设定

美丽中国情景是指中国在建成现代化强国时，将拥有高度的生态文明，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。

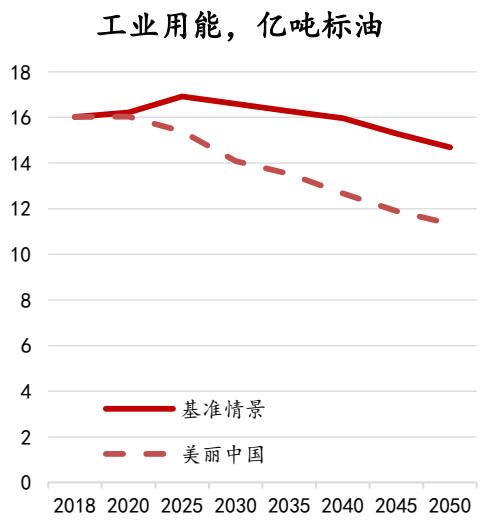
此情景下经济结构更加优化、创新驱动引领更加明显、绿色发展成为内在要求、开放共享成为常态。新的能源开发利用技术和方式不断涌现，新业态、新模式层出不穷，能源系统深刻变革。安全、高效、清洁、低碳的现代能源体系快速重塑，能源供给对能源需求和能源服务变化的适应性和灵活性极大提升，能源对生态环境承载的压力显著降低，推动经济健康可持续发展，最终实现经济发展与“绿水青山”的双赢目标。

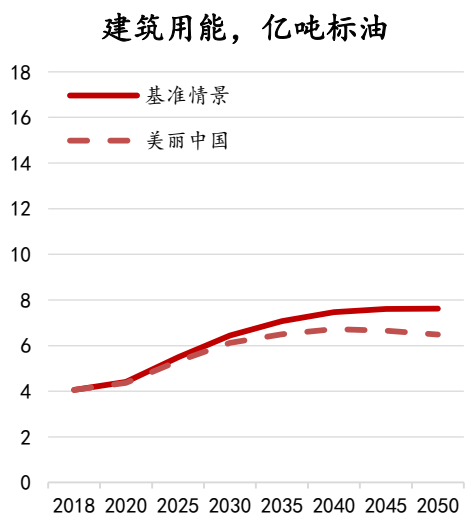
2035年中国建成能源现代化国家，以清洁中碳、安全高效的现代能源体系为根基，以世界一流的能源技术水平和完善的能源基础设施为支撑，使人人享有现代清洁能源，使各行各业更容易、更经济获得清洁能源。

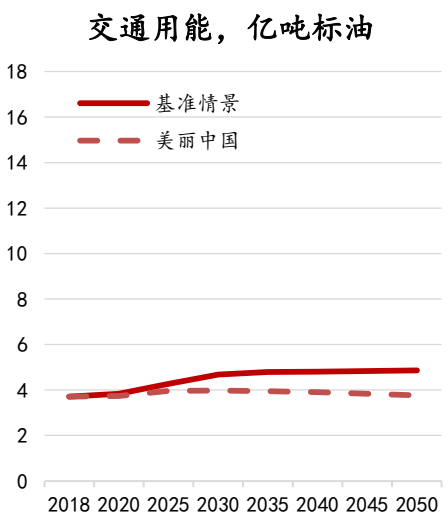
2050年建成能源现代化强国，以绿色低碳、智能多元的先进能源体系为根基，以低碳节约的文明消费型社会为主导理念，以世界领先的能源科技创新为驱动力量，切实满足人民美好生活对能源的需要，推动中国成为世界能源发展和气候治理的领导者。

以更低的能耗支撑经济社会发展是建设美丽中国的前提

- 美丽中国情景下，2050年工业、建筑和交通用能较基准情景分别下降23%、15%和22%。即以更低的能耗支撑了经济社会的全面发展。
- 产业结构进一步优化、高效节能技术不断普及、节能低碳理念深入人心、共享模式持续推广将成为终端用能持续下降的重要动力。

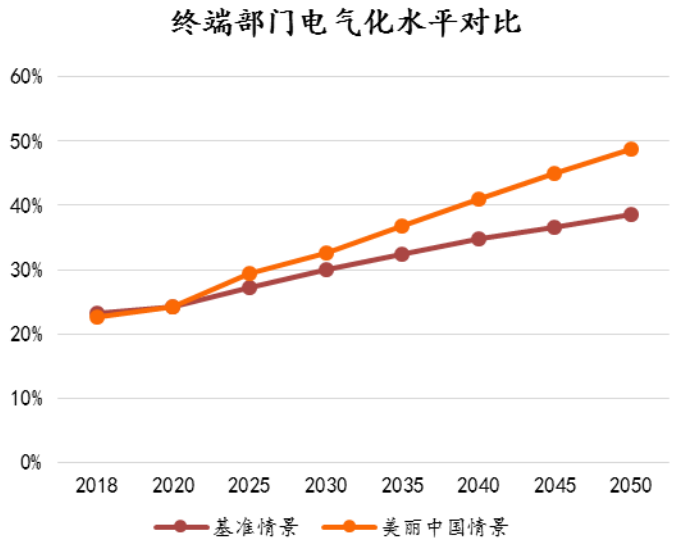


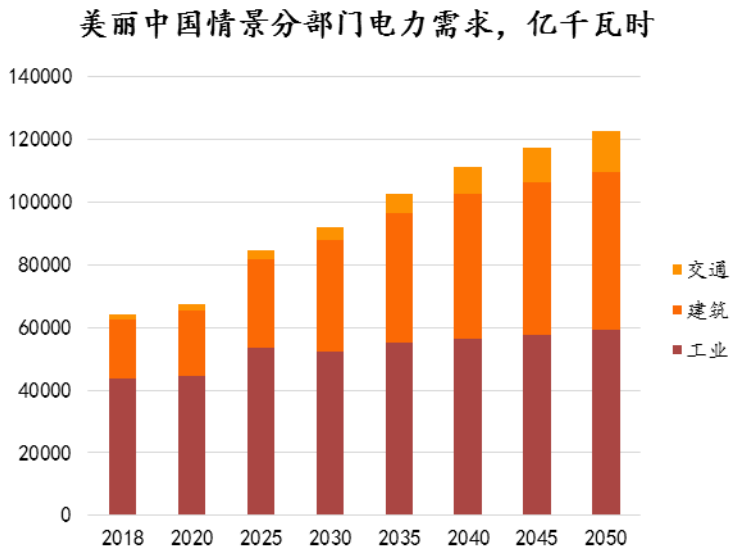




新技术、新模式将推动终端电气化水平更大幅度提升

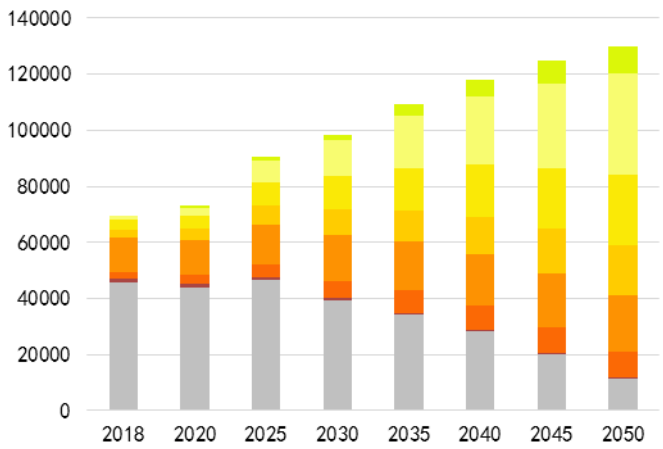
- 美丽中国情景下，数字化、智能化新技术及共享应用新模式得到更大规模应用，使得终端部门电气化水平更快提升，2050年达到48.7%，高于基准情景10个百分点。
- 因终端部门用能总量更低，电力需求较基准情景仅略微增长，2050年用电量为12.3万亿千瓦时，仅高于基准情景0.1万亿千瓦时。

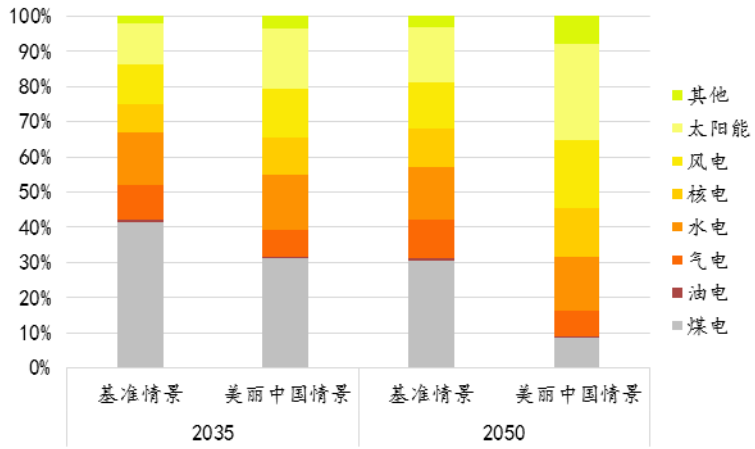




清洁低碳多元的发电体系是美丽中国能源体系的战略支点

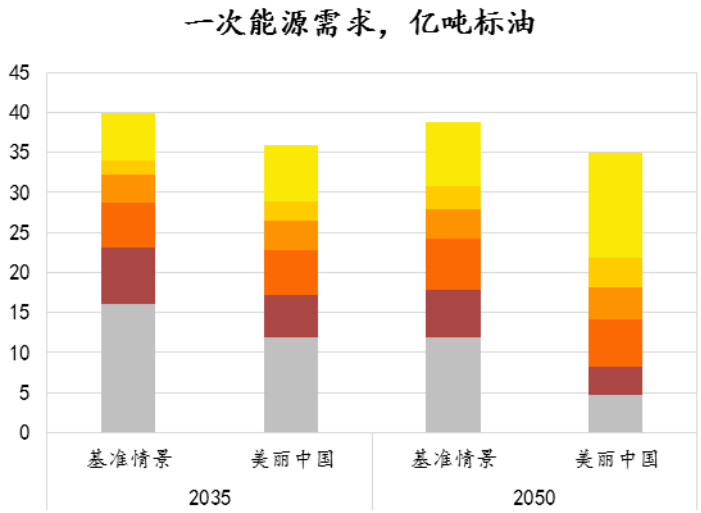
- 美丽中国情景下，新能源产业对中国现代经济体系的重要性更高，为经济社会提供更加清洁低廉的能源保障。风、光等可再生能源技术及配套储能调峰体系更加成熟、能源互联网、多能互补应用等场景普遍推动，极大提升了能源利用水平。
- 2050年，煤电、气电、水电、核电、风电、太阳能和其他发电占比分别为8.7%、7.1%、15.4%、13.8%、19.2%、27.7%和8.1%。

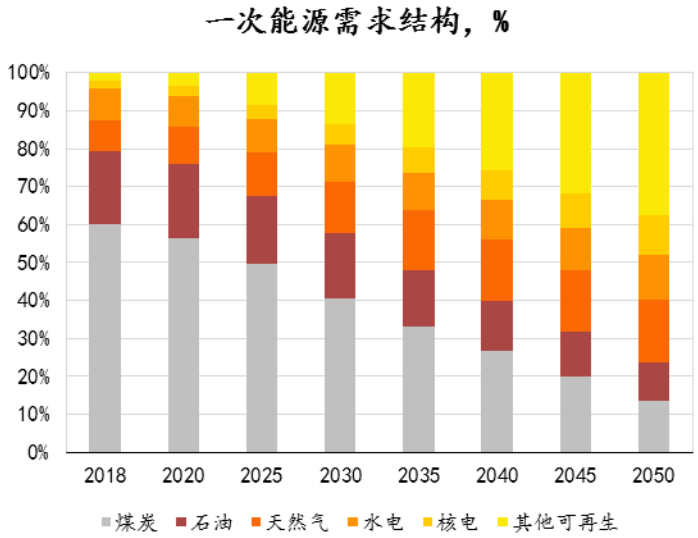




美丽中国情景下清洁低碳安全高效的现代能源体系更早建成

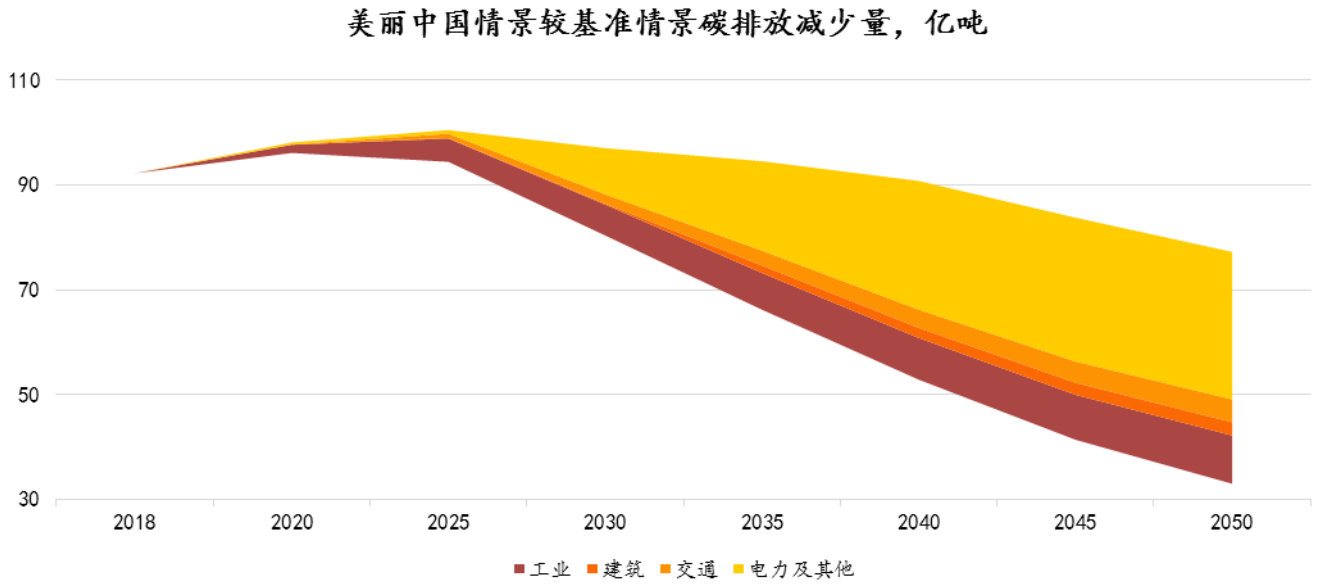
- 美丽中国情景下，中国一次能源将于2035年前后进入峰值平台期，峰值为36亿吨标油（51.5亿吨标煤），即较基准情景更早达峰、且峰值更低。
- 一次能源需求结构将更加低碳多元。2050年，煤炭、石油、天然气和非化石能源的比重将分别为：14%、10%、17%和60%，煤炭、石油和天然气需求量较基准情景分别下降了60%、40%和10%。





中国将为世界应对气候变化做出更大贡献

- 受能源需求总量下降及非化石能源占比明显提升，美丽中国情景下中国能源相关CO_2排放在2020-2025年间达峰，之后不断下降，2050年仅为33亿吨，较2015年下降65%。
- 分部门看，电力和工业部门减排率贡献较大，贡献率分别为54%和29%。



9

智能互联情景

智能互联情景

情景设定

智能互联时代是指应用先进的数字化、智能化技术构建的智能互联体系，将移动互联、智能感应、大数据、智能学习等整合起来，构成一个低成本高效率的社会运行体系。智能互联将重新定义交通、家居、工业与物流等传统产业。

智能交通

道路被重新定义

能源实现大规模储存

汽车共享与无人驾驶

智能家居

环境感知成为现实

安全防护更可靠

智能化融入日常生活

工业与物流业革命

定制化生产大行其道

每一个环节都被管理

资源配置效率更高

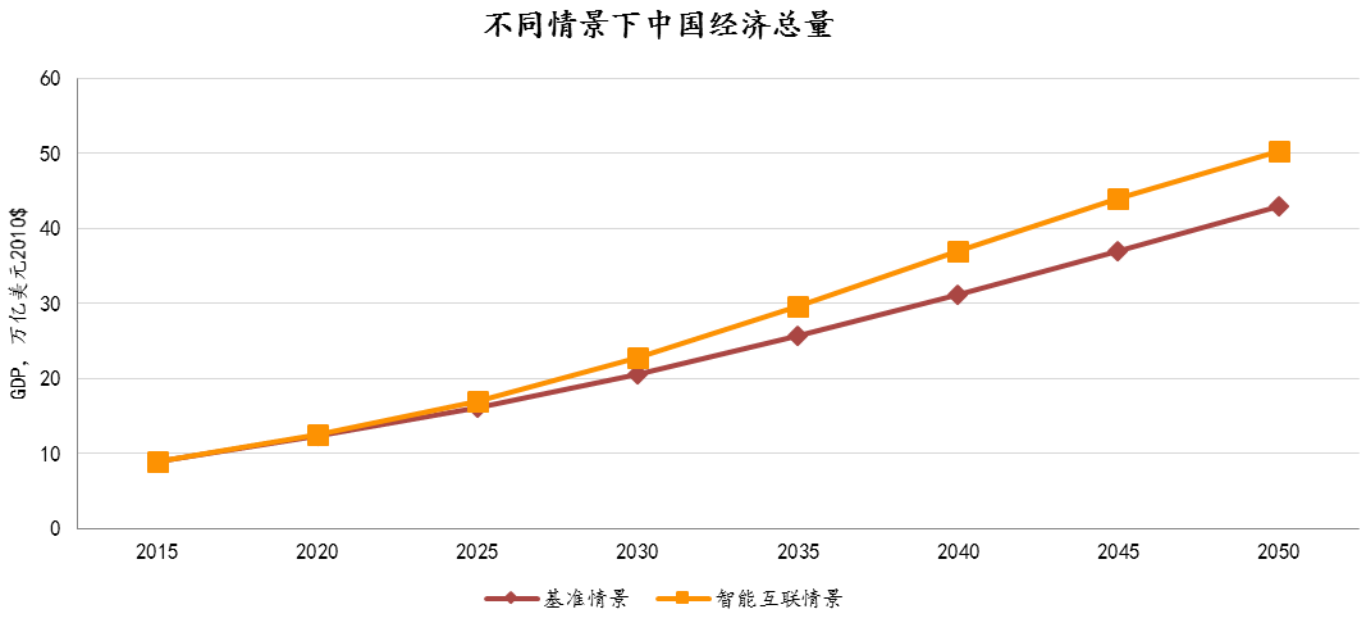
情景设定对比

与基准情景相比，智能互联情景有以下六大突出特点：

1. 人口略有放缓，但全要素生产率增长更快，经济增速更高
2. 建筑部门的电气设备需求增加，人均水平是基准情景的两倍
3. 智能数字技术广泛应用，终端用能能效水平总体提升10%
4. 交通部门因无人驾驶、共享汽车等新技术推广，新能源汽车比重明显提高
5. 化石能源开采技术技术进步率较基准情景提高10%
6. 可再生能源发电成本较基准情景下降10%；风、光等发电技术的利用率分别提升12和15个百分点

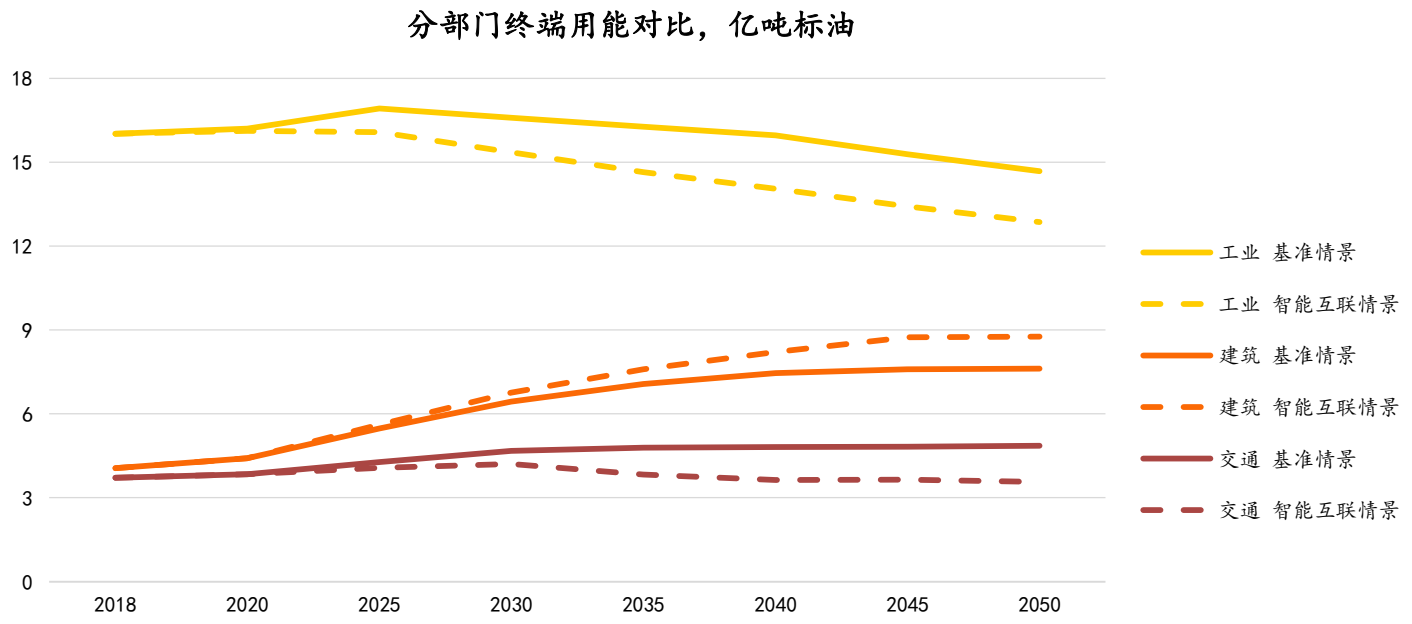
中国经济发展动力和水平进一步提升

- 智能互联情景下，全要素生产率得到极大提升，经济增速较基准情景更高。
- 到2050年，中国人均GDP达4万美元，较基准情景高28%。



终端用能总体更低，但建筑部门用能有所增长

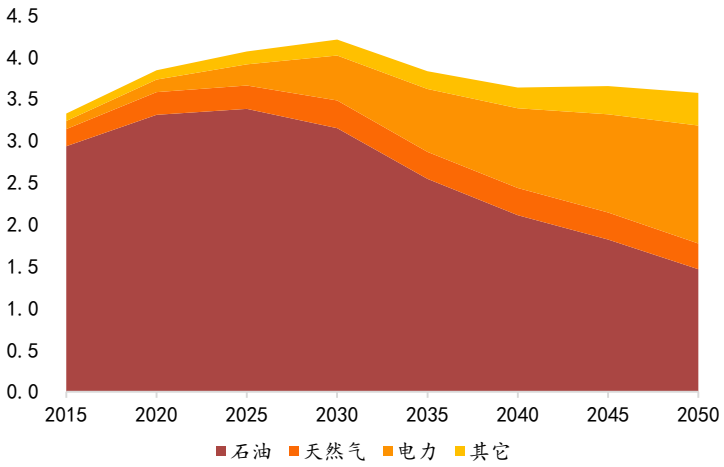
- 智能互联情景下，资源配置更加合理、能源利用潜力得到更大程度开发，使得终端用能低于基准情景。分部门看，建筑部门受各类终端泛在网用能影响，总体用能有所增加；工业部门受工业升级转型、生产流程优化带动，能效全面提升，用能降幅较大；交通部门则在无人驾驶、共享和新能源汽车的引领下，也有明显下降。



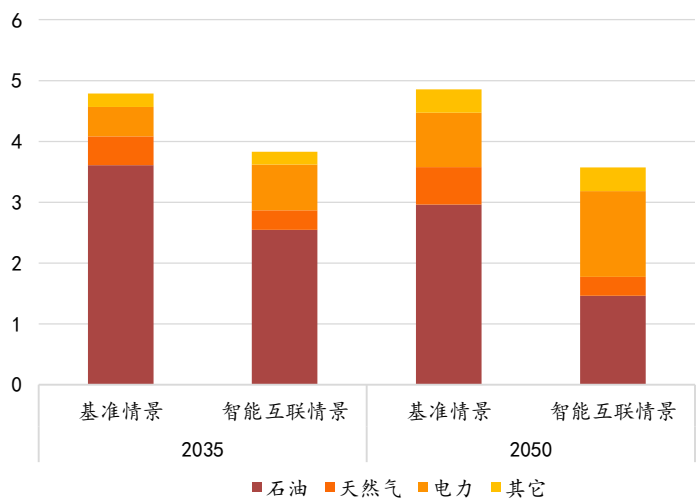
智能交通将改变交通用能格局，油品占比显著下降

- 智能互联情景下，交通部门将实现智能化：智能道路、智能驾驶、汽车共享等得到广泛推广，车路协同极大提升。
- 与基准情景相比，交通用能总量与交通用油均下降，但电力及氢能等能源品种占比得到较大提升。2050年，油品占交通用能的比重约41%，较基准情景低20个百分点。

智能互联情景下交通用能，亿吨标油

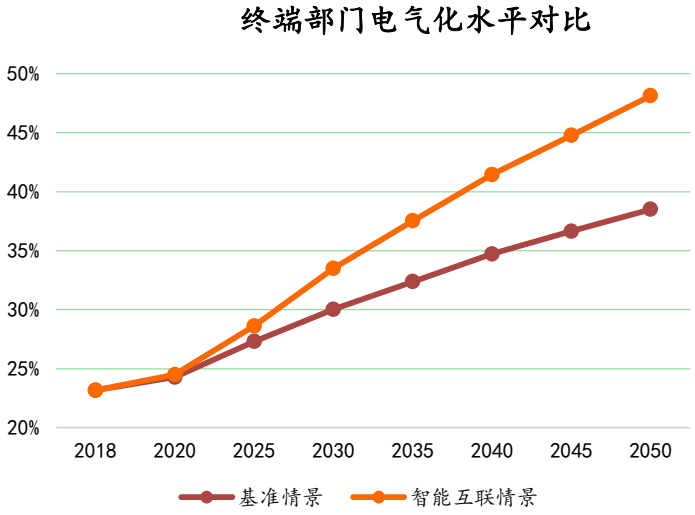


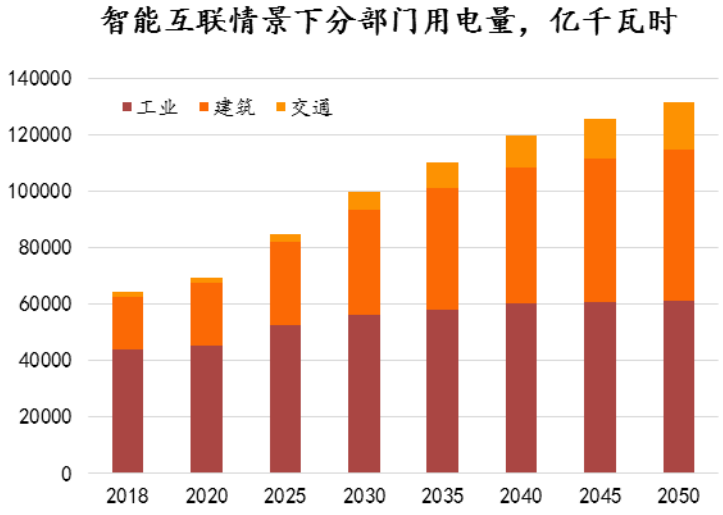
基准和智能互联情景下交通用能，亿吨标油



电力在终端用能体系中扮演更重要角色

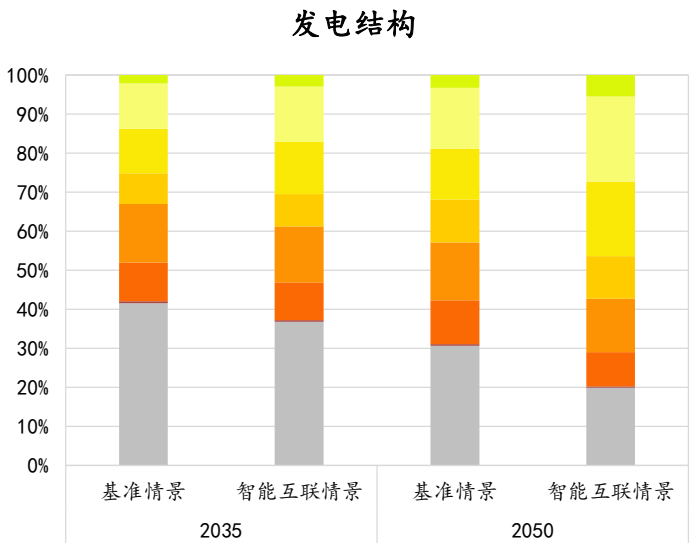
- 智能互联情景下，数字化、智能化技术的使用将极大提升终端部门电气化水平。2050年电气化率达48.1%，高于基准情景9.6个百分点，电力加速发展也促进了终端用能的清洁低碳。
- 社会总用电量较基准情景也进一步提高，2050年达到14.2万亿千瓦时，较基准情景高16.1%。

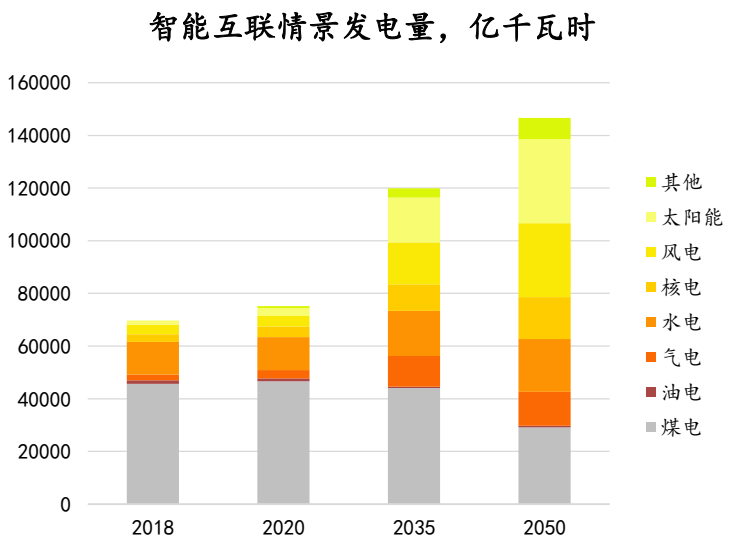




可再生能源得到更大规模开发应用，发电占比达60%

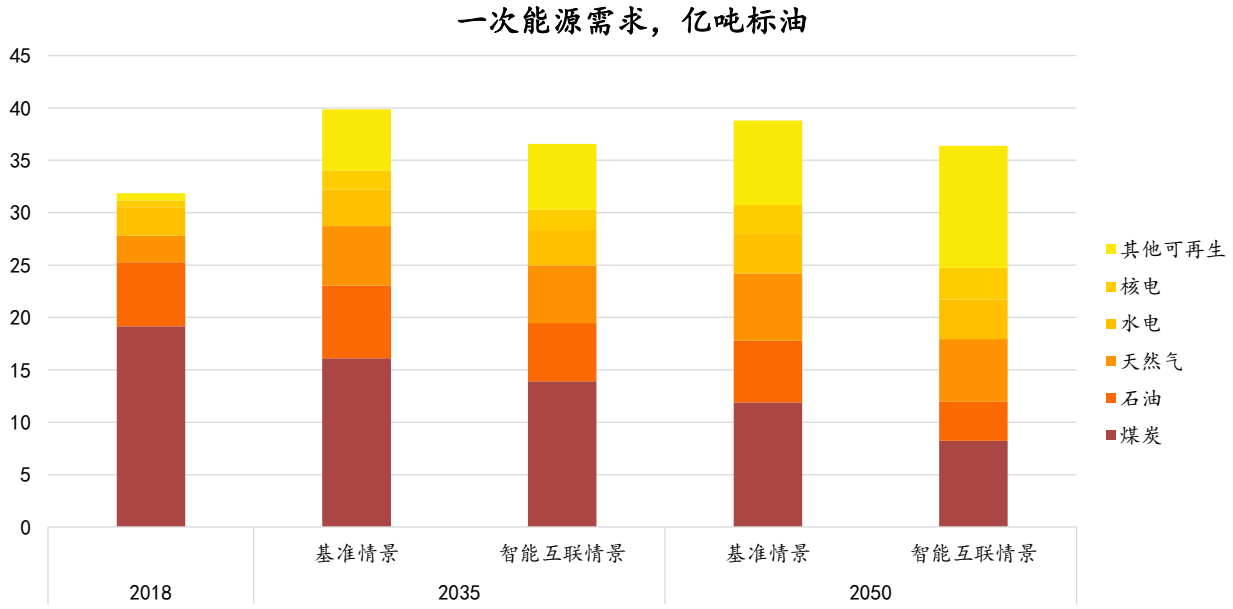
- 智能互联情景下，储能技术、智能电网、能源互联网、多能互补体系、分布式用能系统等新技术、新模式得到更大程度推广应用，能源资源协同效率明显提升，促进了非化石能源更快发展。2050年，可再生能源发电占比达到60%，较基准情景高13.3个百分点。





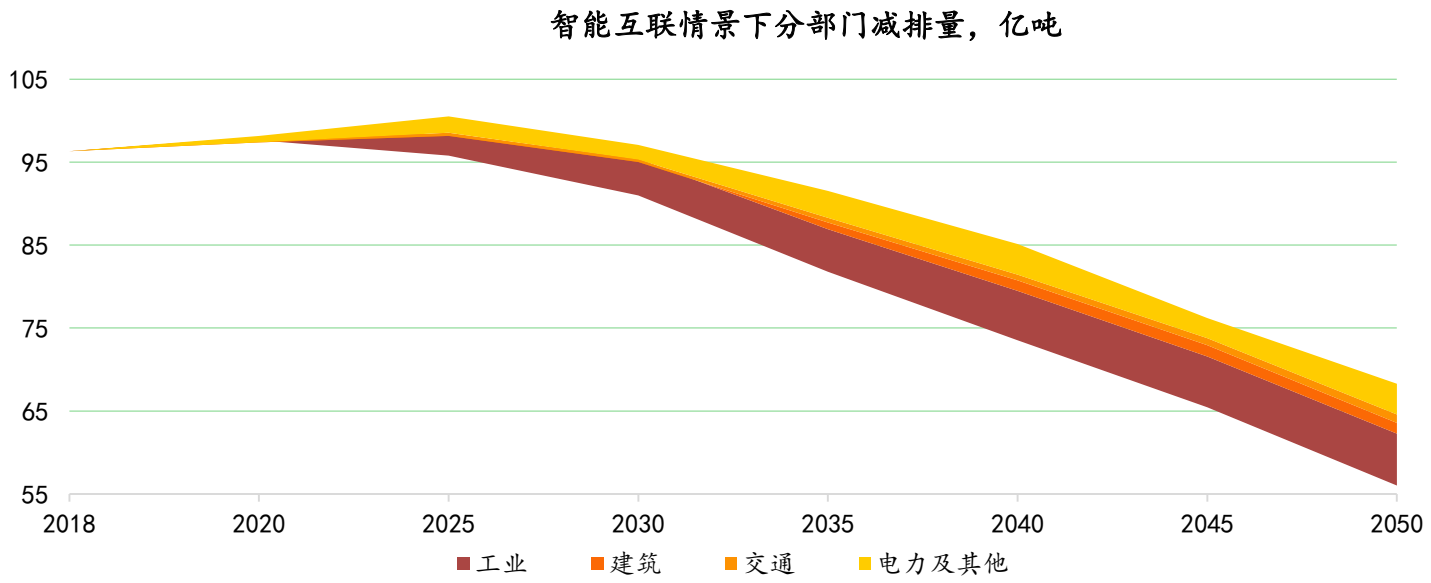
能源系统更加高效、绿色，非化石能源成为主体能源

- 智能互联情景下，数字信号技术突破实现了人与各类设备的互联，人工智能算法可提供最优解决方案，大大提升能源系统的总体效率，2050年，一次能源需求总量较基准情景下降6.2%。
- 能源结构更低碳多元，2050年非化石能源占比将达到51%，较基准情景提高13.2个百分点。



碳排放明显更低，工业和电力部门贡献较大

- 随着智能互联程度不断提高，能源需求总量下降及非化石能源大发展，能源相关CO_2排放总体将较基准情景更低。2050年CO2排放仅为56亿吨，较2018年下降41.8%。
- 分部门看，工业和电力部门减排率贡献较大，贡献率分别为55%和32%。



附录

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。

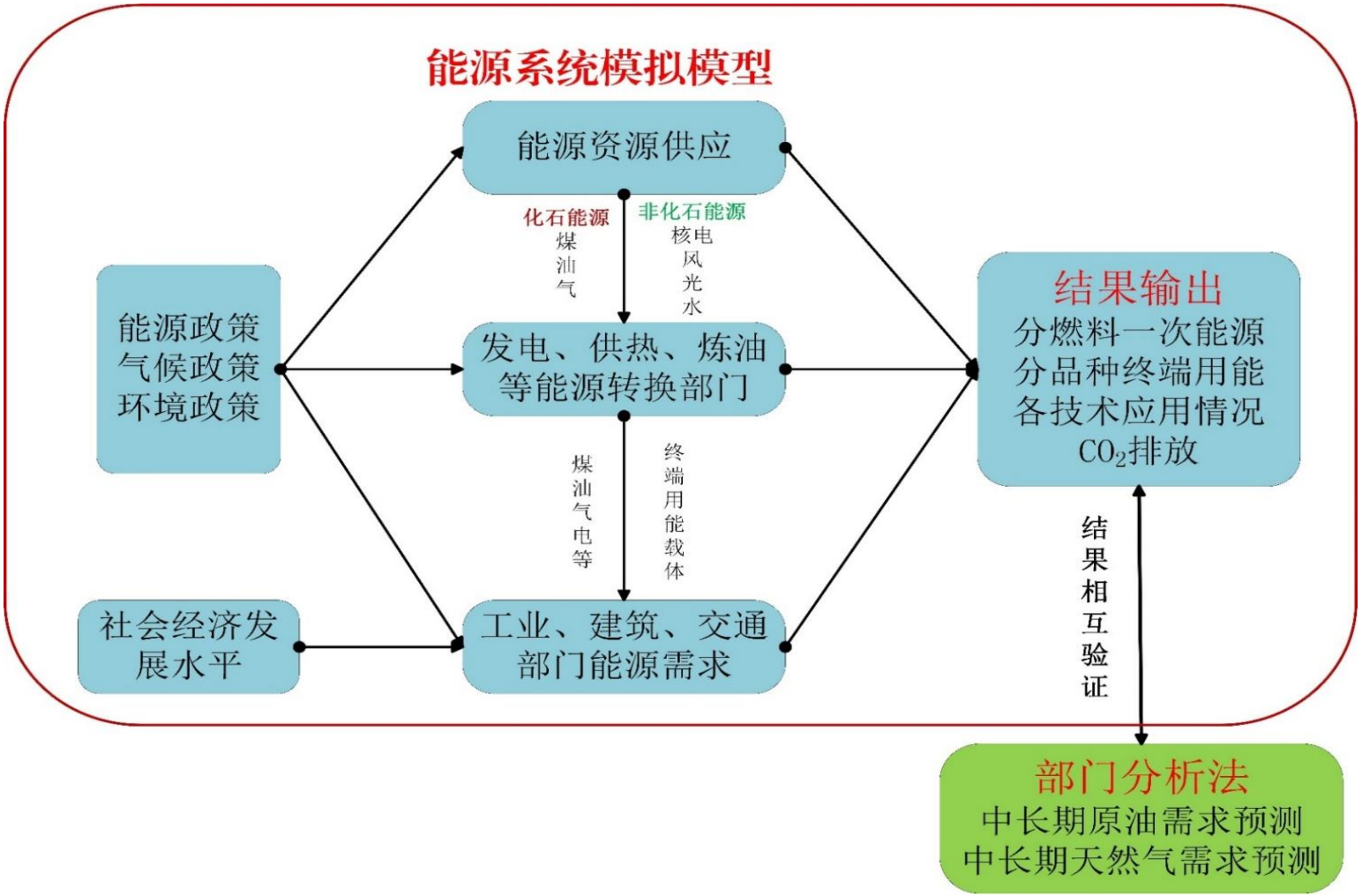
首先，从社会经济发展水平分析终端用能需求，即基于社会经济发展水平、能效提升水平、产业结构变化等因素，采取S曲线法、计量回归法、专家分析法等方法判断未来终端部门用能需求。

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。

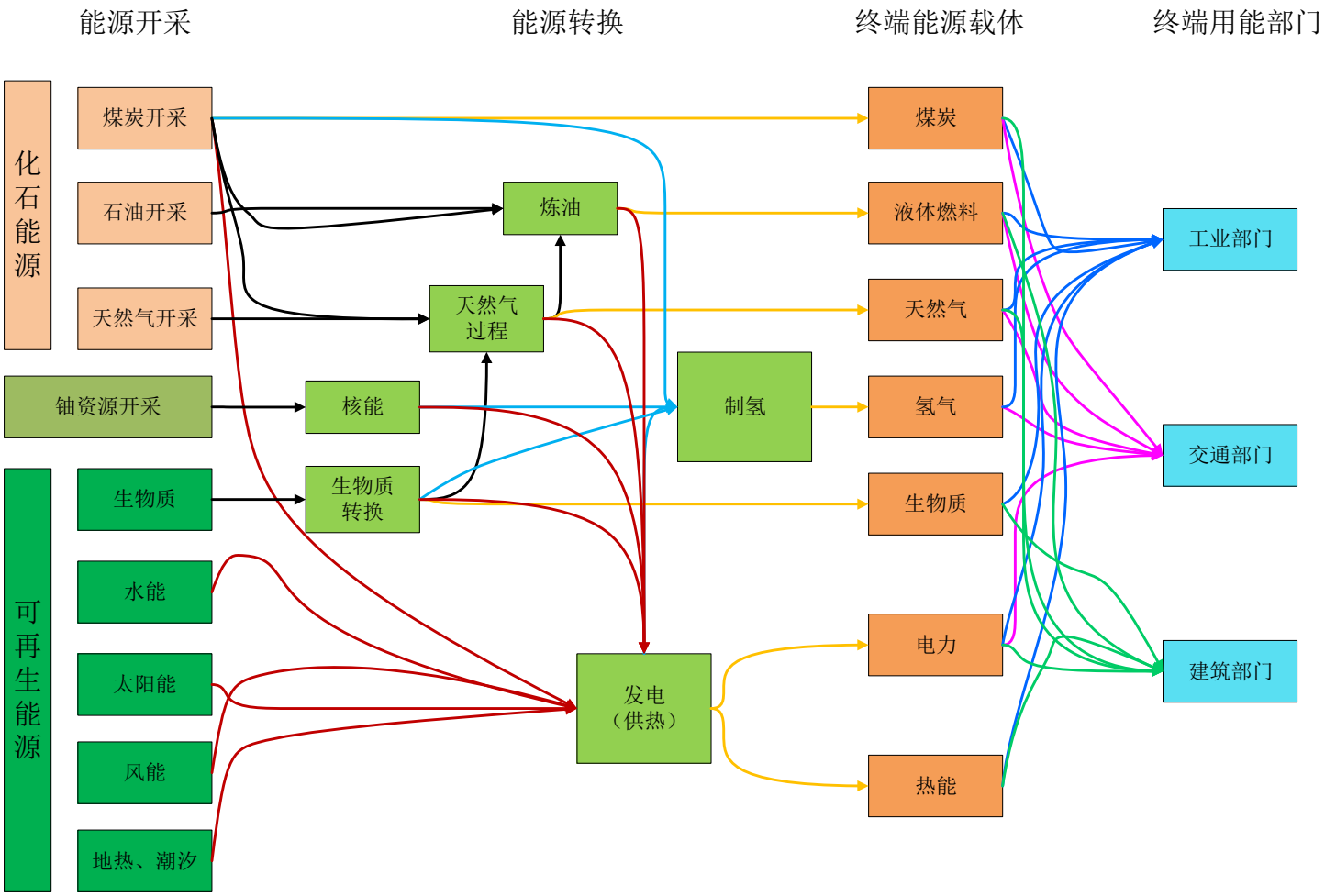
再次，对电力等二次能源供应根据产业发展规划、资源约束、技术成本等因素确定各发电技术的发电量。

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
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
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
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
炼油
天然气过程
核能
生物质转换
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

世界能源展望附表——基准情景

	一次能源需求								一次能源结构		
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2015	2030	2050
分品种需求（亿吨标油）											
石油	43	47	50	51	51	51	50	49	32.5%	31.1%	27.1%
天然气	31	35	39	43	46	48	49	50	23.5%	26.0%	27.6%
煤炭	38	40	41	41	39	38	36	34	28.7%	24.7%	18.9%
水电	10	10	11	12	12	13	14	15	7.3%	7.1%	8.2%
核电	6	7	7	8	9	9	9	9	4.8%	4.8%	4.7%
其它可再生	4	6	8	10	13	16	20	25	3.2%	6.3%	13.5%
一次能源需求总量	134	146	156	165	170	175	179	182	100%	100%	100%
分部门需求（亿吨标油）											
工业部门	46	50	53	54	55	56	56	55			
建筑部门	22	24	26	28	31	33	36	39			
交通部门	28	30	32	34	34	34	34	34			
其他部门	38	42	45	48	50	52	53	54			
发电量（万亿千瓦时）											
发电量	24.24	27.03	29.84	32.94	36.37	39.96	43.80	47.88			

中国能源展望附表——基准情景

	一次能源需求								一次能源结构		
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2015	2030	2050
分品种需求（亿吨标油）											
煤炭	19	19	19	17	16	15	13	12	64.0%	43.8%	30.7%
石油	6	7	7	7	7	7	6	6	18.4%	18.1%	15.2%
天然气	2	3	4	5	6	6	6	6	5.9%	12.7%	16.5%
水电	2	3	3	3	3	4	4	4	8.3%	8.7%	9.7%
核电	0.4	1	1	1	2	2	2	3	1.3%	3.8%	7.2%
其它可再生	1	2	3	5	6	7	7	8	2.1%	12.9%	20.8%
一次能源需求总量	30	34	37	39	40	40	39	39	100%	100%	100%
分部门需求（亿吨标油）											
工业部门	15	16	17	17	16	16	15	15			
建筑部门	3	4	5	6	7	7	8	8			
交通部门	3	4	4	5	5	5	5	5			
其他部门	8	9	11	11	12	12	12	12			

中国能源展望附表——基准情景续表

	发电量								发电结构		
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2015	2030	2050
分品种发电量（万亿千瓦时）											
煤电	3.9	4.6	4.9	4.6	4.7	4.6	4.3	3.9	66.5%	45.2%	30.7%
油电	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2.4%	0.8%	0.4%
气电	0.2	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.4	1.4	2.8%	8.1%	11.2%
水电	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	19.5%	15.8%	14.8%
核电	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	2.9%	6.8%	11.0%
风电	0.2	0.4	0.8	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	3.2%	11.2%	13.0%
太阳能	0.1	0.2	0.7	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	1.7%	10.5%	15.6%
其他	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.9%	1.7%	3.3%
发电总量	5.8	7.5	9.1	10.3	11.2	12.0	12.4	12.7	100.0%	100.0%	100.0%
	用电量								用电结构		
分部门电力需求（万亿千瓦时）											
工业部门	4.0	4.5	5.3	5.6	5.9	6.1	6.0	6.0	73.2%	57.8%	49.0%
建筑部门	1.4	2.2	2.9	3.7	4.2	4.5	4.9	5.1	24.7%	38.0%	42.2%
交通部门	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	2.0%	4.2%	8.8%
电力需求总量	5.5	6.9	8.5	9.7	10.6	11.4	11.8	12.2	100.0%	100.0%	100.0%

中国能源展望附表——美丽中国情景

	一次能源需求								一次能源结构		
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2015	2030	2050
分品种需求（亿吨标油）											
煤炭	19	18	18	14	12	10	7	5	63.7%	40.7%	13.6%
石油	6	6	6	6	5	5	4	4	18.3%	17.0%	10.2%
天然气	2	3	4	5	6	6	6	6	5.9%	13.7%	16.5%
水电	2	3	3	3	4	4	4	4	8.3%	9.7%	11.6%
核电	0.4	1	1	2	2	3	3	4	1.3%	5.4%	10.5%
其他可再生	1	1	3	5	7	9	11	13	2.5%	13.6%	37.7%
一次能源总量	30	33	35	35	36	36	35	35	100%	100%	100%
分部门需求（亿吨标油）											
工业部门	15	16	15	14	14	13	12	11			
建筑部门	3	4	5	6	7	7	7	6			
交通部门	3	4	4	4	4	4	4	4			
其他部门	8	9	11	11	12	12	13	13			

致　谢

本报告在形成过程中多次邀请各方面专家进行研讨交流，对世界与中国能源发展趋势、能源各品种发展趋势，以及研究思路和方法进行探讨，提升了报告研究质量，在此深表感谢！

本报告要感谢中国石油勘探开发研究院等兄弟单位对本研究的大力支持，特别要对国内外油气产量预测提供的帮助表示感谢。