



2050年 世界与中国能源展望



中国石油经济技术研究院

目录 CONTENT

-
- 02 前言
 - 04 经济与人口
 - 10 一次能源
 - 25 石油
 - 43 天然气
 - 57 煤炭
 - 61 电力
 - 69 四种情景的展示
 - 107 参考文献
-





世界和中国能源的未来

长期能源发展主要受经济、人口、能效、技术、政策等因素影响。目前，全球能源发展进入新的阶段，以高效、清洁、多元化为主要特征的能源转型进程加快推进，全球能源供需格局深刻调整。中国经济进入“新常态”后，能源消费进入中低速增长阶段，能源结构加速改善，世界能源发展轨迹也将因此产生新的变化。

对未来能源发展趋势的准确描述，有助于各国能源政策制定者和能源公司更好地应对长期挑战，这是《能源展望》的意义所在。能源领域的某些重大变化需要更长的时期才可以显现出来，因此我们预测了2050年前的能源世界，本年度《能源展望》中几个关键的认识和判断我们希望与大家一起分享。

未来三十年，世界经济和生活水平的提高需要不断增长的能源来满足，但三十年后，也就是2045年后，我们的预测结果显示，全球一次能源消费量将达到峰值，这主要源自能源效率的提升和中国等能源消费大国能源消费量的下降，而全球化石能源消费将在2035年前后出现峰值。在经济结构加速调整和控制能源消费总量政策影响下，中国能源消费将在2035年前后达到峰值，中国化石能源消费将在2030年达到峰值。能源消费总量尤其是化石能源消费总量达到峰值，将对全球碳减排和气候变化带来深刻影响。



世界和中国能源的未来

全球能源消费结构日趋清洁化。未来天然气将超越石油成为第一大能源，而新能源和可再生能源将迅速发展，包括天然气的全球清洁能源比重**2050年**将超过**50%**。一个与其它展望有较大差异的判断是，受中国严格控煤政策影响，全球煤炭消费已基本没有增长空间，全球煤炭消费比重将持续下降到**2050年**的**20%**。在煤炭消费已达峰值的情况下，中国能源消费结构低碳化趋势明显，非化石能源比重将由**12%**上升到**30%**以上。

得益于能效的提高和能源结构的优化，全球、中国能源消费强度和**CO₂**排放强度下降明显。由此带来的影响是，全球和中国能源相关二氧化碳排放分别将在**2035年**和**2030年**左右达到峰值。**2050年**，全球二氧化碳排放将回落到**2020年**的水平，而中国二氧化碳排放将回落到**2010年**前的水平。

我们希望《世界与中国能源展望》能够启发各界对未来能源的思考与讨论。

本展望仅供参考。

中国石油经济技术研究院

1



经济与人口

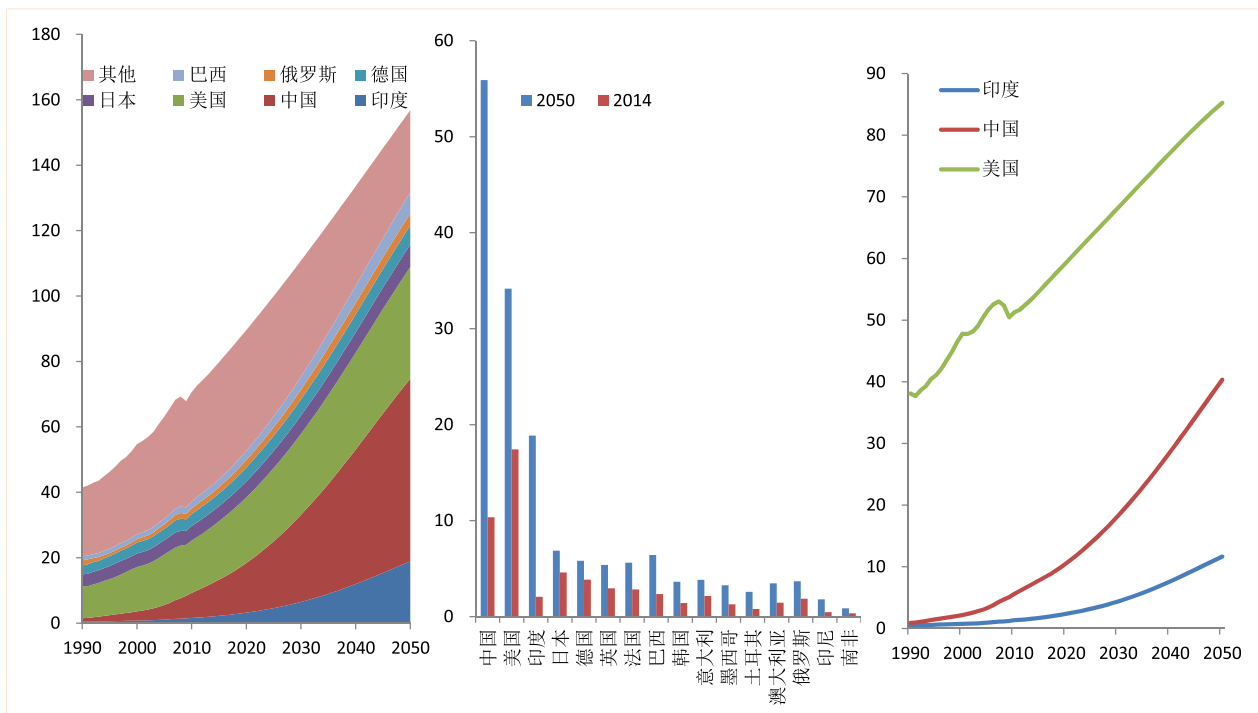
基准情景



全球经济持续增长，中、印地位日益突出

GDP（万亿，2014年不变美元）

人均GDP（千，2014年不变美元）



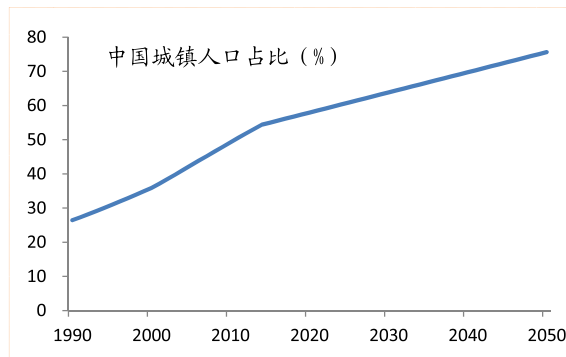
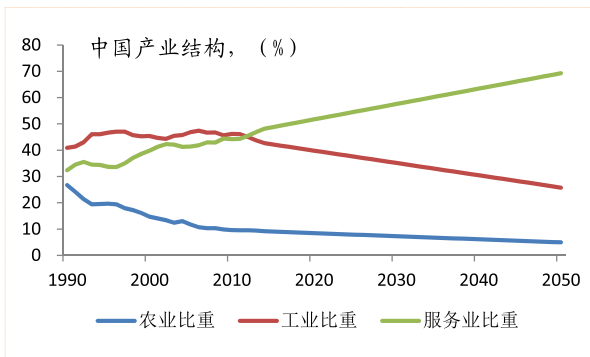
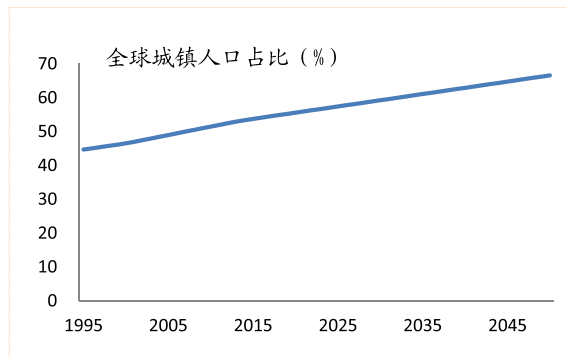
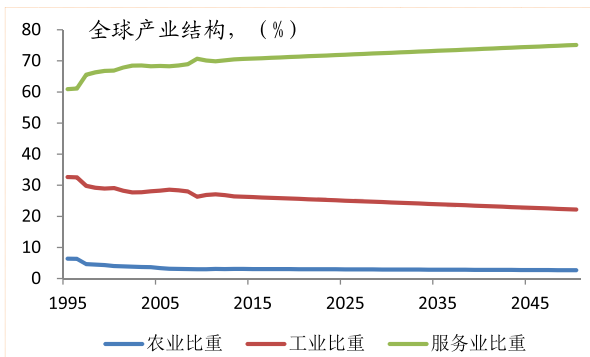


中国、印度未来将成为全球第一大和第三大经济体

- 全球GDP2050年将增至156.8万亿美元，年均增长2.0%。2050年，美国GDP将增至2014年的2倍，年均增长1.9%；中国GDP将增至2014年的5.4倍，年均增长4.8%；印度GDP将增至2014年的9.1倍，年均增长6.3%。
- 中国经济在全球中的比重将由目前的18%升至2050年的35.6%，印度在主要国家中增长最快，预计其GDP总量由目前分别占美国和中国的12%和20%，升至2050年的55%和34%。
- 2050年，中国人均GDP接近4万美元，是世界平均水平的2.4倍，但仍只有美国的46%。印度人均GDP只有美国的13.7%。



服务业比重不断上升，城镇化进程持续推进





中国服务业比重上升速度和城镇化发展速度均快于全球平均水平

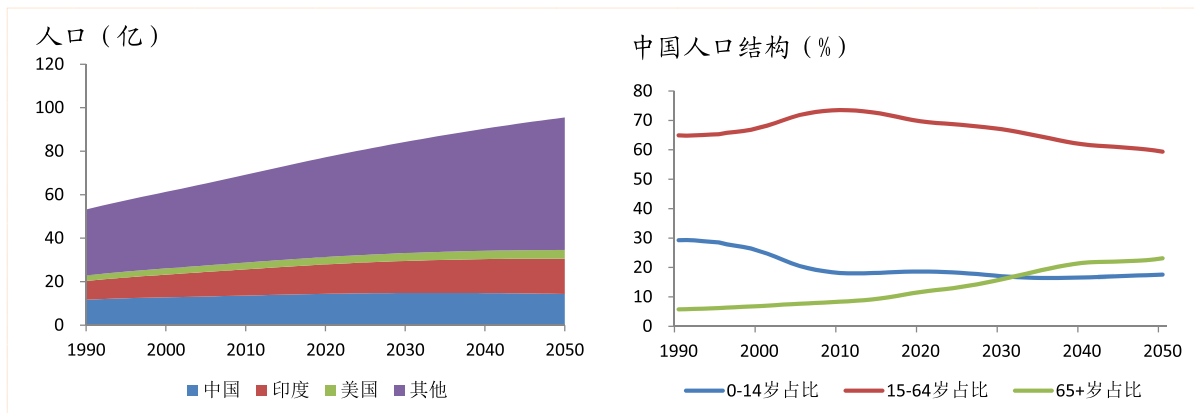
- 全球服务业所占比重将由目前的70%以上升至2035年的73%和2050年的75%；中国服务业所占比重将由目前的48%左右，升至2035年的60%和2050年的69%，农业和工业比重将持续下降。
- 全球城镇人口占比将由目前的53%升至2035年的61%和2050年的67%；中国城镇化人口占比将由目前的55%升至2035年的67%和2050年的76%。
- 中国服务业比重上升速度快于全球，但中国服务业比重2050年仍低于全球平均水平6个百分点。中国的城镇化发展速度快于全球，将在2050年高出全球平均水平9个百分点。



全球人口持续增长，中国人口老龄化趋势明显

➤全球人口将由2014年的71.6亿人增至2050年的95亿人，但增速逐渐放缓。印度人口将由2014年的12.7亿人增至2050年的16.2亿人，并将在2030年左右超过中国，成为全球人口第一大国。中国人口将在2030年左右达到14.8亿人的峰值，之后逐渐下降，2050年降至14.3亿人。美国人口将持续增长，2050年达到4亿人左右。

➤中国人口老龄化趋势明显，15-64岁工作人口在达到73.5%的比重后逐渐回落，2035年降至64.5%，2050年降至59.3%。而65岁以上老龄化人口2035年将达到19.1%，2050年达到23.1%，分别高于全球平均水平6个和7个百分点。



2

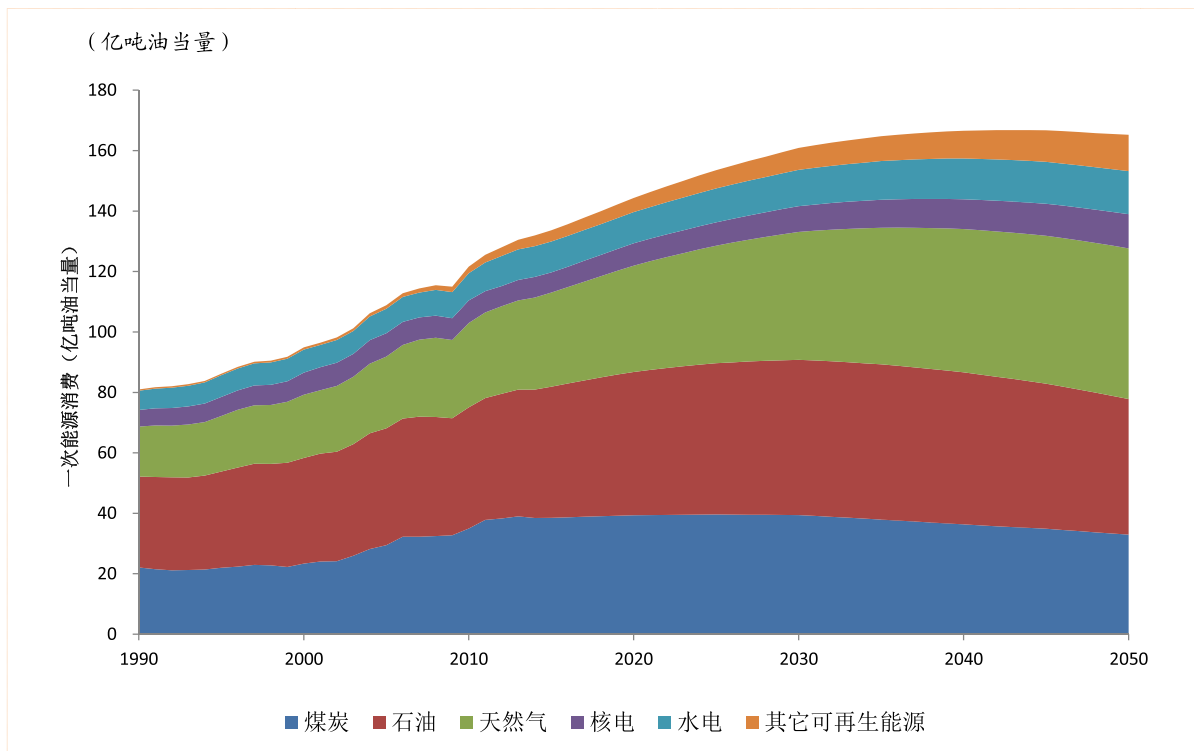


一次能源

基准情景



全球一次能源消费增速逐渐放缓，2045年后能源消费增长基本停滞



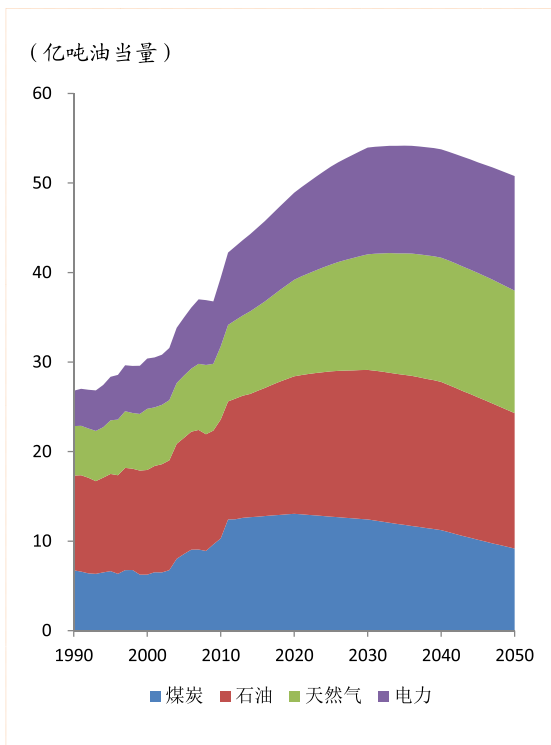


基准情景 全球化石能源消费2035年达到峰值

- 全球一次能源消费量 2045年接近167亿吨油当量的峰值，年均增长0.7%；之后缓慢回落。
- 2015-2020年，能源消费量年均增长1.6%；2020-2050年，每5年的年均增长率分别为：1.2%、0.9%、0.5%、0.2%、0.0%、-0.2%。能源消费总量2045年后增长停滞 主要源自能源效率的提升和中国等能源消费大国能源消费量的下降。
- 全球化石能源消费将在2035年前后出现峰值，达到135亿吨油当量；
- 全球非化石能源消费量将由目前的18.1亿吨油当量增长到2050年的37.6亿吨油当量，年均增长1.7%左右；2050年，非化石能源占一次能源消费的23%左右。



全球工业用能呈现清洁化特征

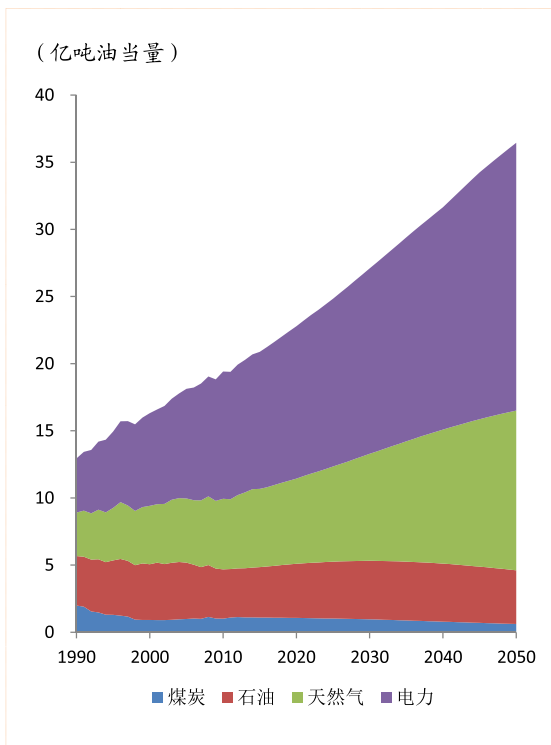


➤全球用于工业的能源中，煤炭和石油所占比重逐渐下降，2050年比目前分别下降10%和1.5%，而天然气和电力所占比重较快上升，分别上升6%和5.7%。

➤全球工业用能总量2030年后增长基本停滞，2040年开始逐渐下降。



全球民、商用能同样呈现清洁化特征



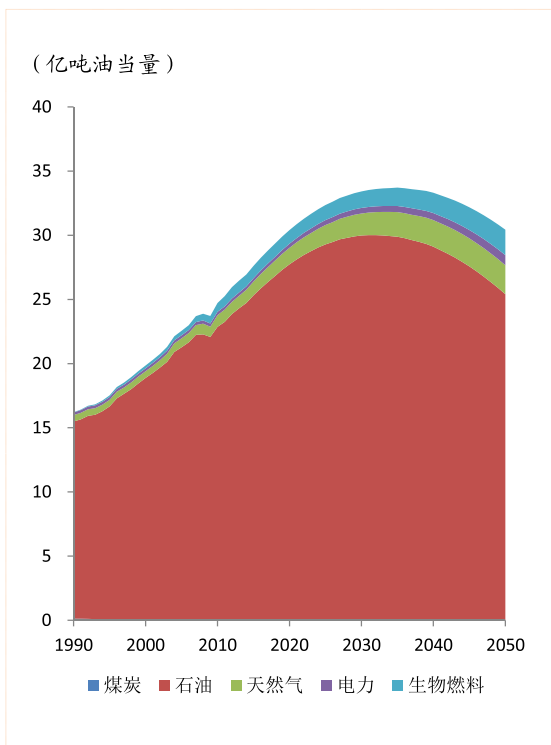
➤ 全球民、商用能将持续增长，在全球终端用能中的比重提高8.5个百分点，反映了人口的增长和生活的改善。

➤ 煤炭和石油所占比重呈下降趋势，2050年两者比重合计比目前下降10.6%；天然气和电力所占比重快速上升，2050年分别上升4.4%和6.2%，两者合计比重达到87.3%。



基准情景

全球交通用能呈现一定的多样化特征，但仍然以石油为主

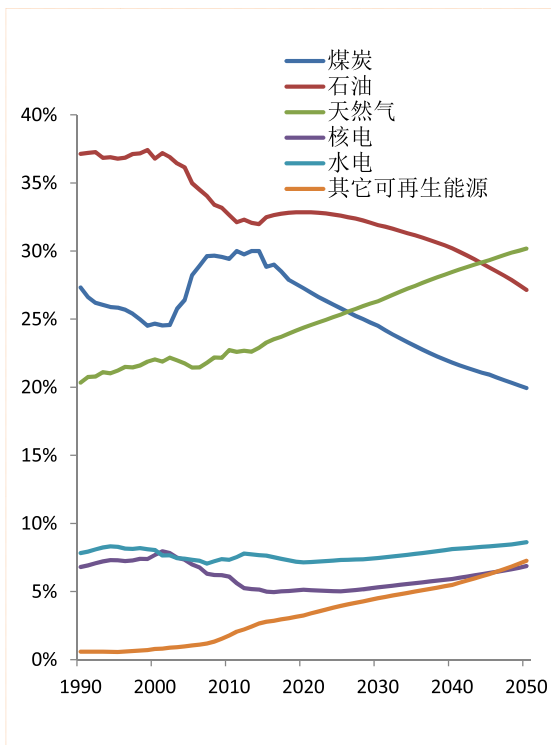


➤ 在交通用能中，电力增长最快，2050年前年均增长3.1%，天然气和生物燃料年均增长在2%左右，三者合计比重较目前提高8个百分点以上。

➤ 全球交通用能中，石油消费比重缓慢下降，2050年占83.5%左右，这一方面反映了相关国家推动清洁燃料替代的政策取向，一方面反映了技术突破和成本下降而带来的电动汽车的规模化发展。



全球一次能源消费结构趋于清洁化，未来天然气将成为第一大能源



➤ 全球天然气消费占一次能源消费比重将由23%升至2050年的30%，2025年后超过煤炭成为第二大能源，2045年前后超过石油成为第一大能源；石油消费比重将由33%降至27%，位居第二；煤炭比重由30%降至20%，位居第三。

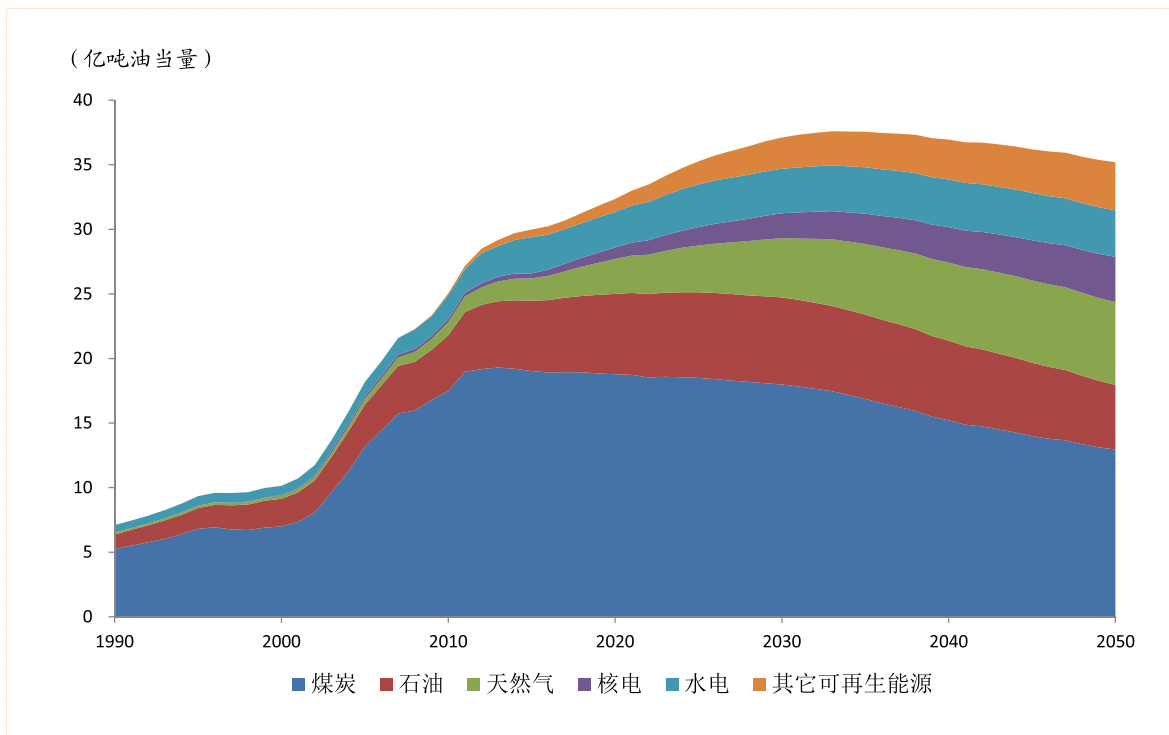
➤ 化石能源消费占能源消费总量比重在2050年仍保持在77%左右。

➤ 非化石能源中，水电、核电保持平稳增长，风能、太阳能等其它可再生能源增长最快，2050年前增速达到3.4%，比重达到7.3%。

➤ 包括天然气的全球清洁能源比重2050年超过一半，达到53%。



中国一次能源消费总量2030~2035年达到峰值



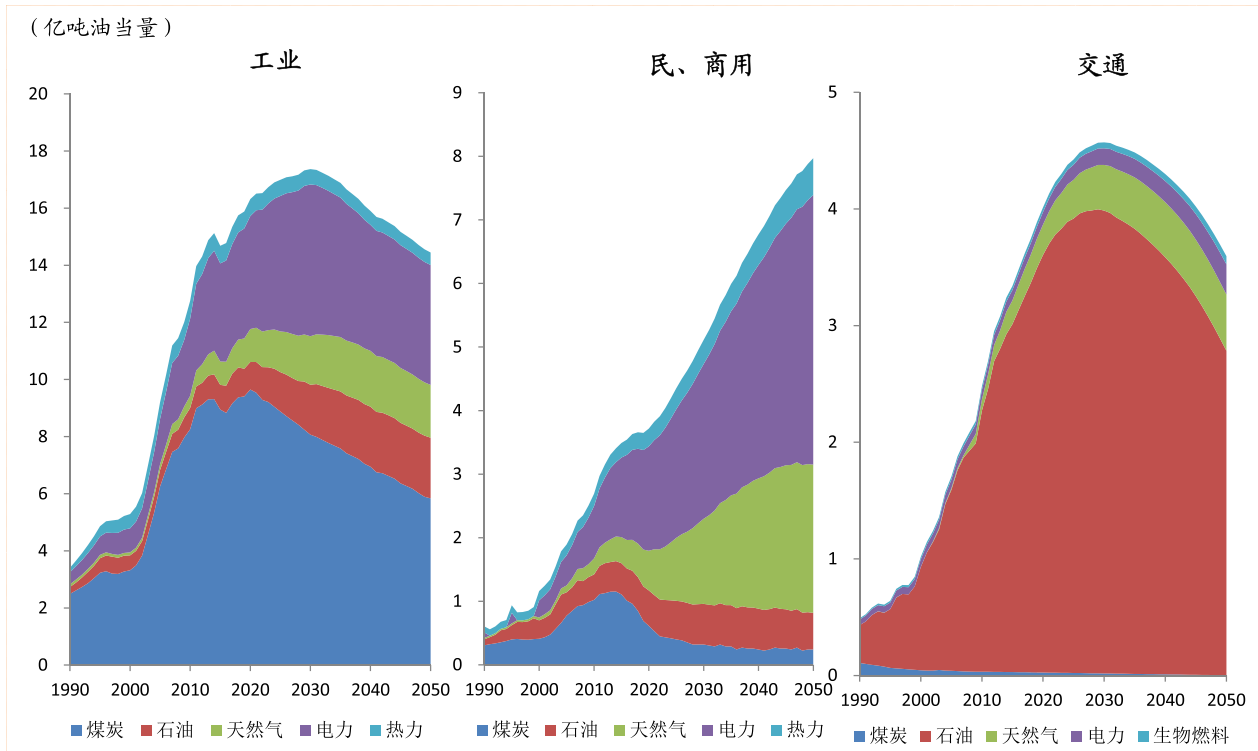


中国化石能源消费2025年后增长基本停滞

- 中国能源消费2035年前后达到峰值37.5亿吨油当量，2050年一次能源消费量下降到35.2亿吨油当量。2015-2020年，消费量年均增长1.5%；2020-2030年，年均增长1.4%；2030-2040年，年均增长-0.04%；2040-2050年，年均增长-0.5%。
- 中国化石能源消费将在2030年达到峰值，消费量达到29.3亿吨油当量，2030年前年均增长0.7%，2030-2050年年均增长-0.9%；非化石能源消费增速远快于化石能源增速，2050年达到10.8亿吨油当量，年均增长3.1%。
- 中国能源消费总量和化石能源消费总量早日达到峰值，将对全球碳减排和气候变化做出较大贡献。



中国终端能源消费清洁化特征明显



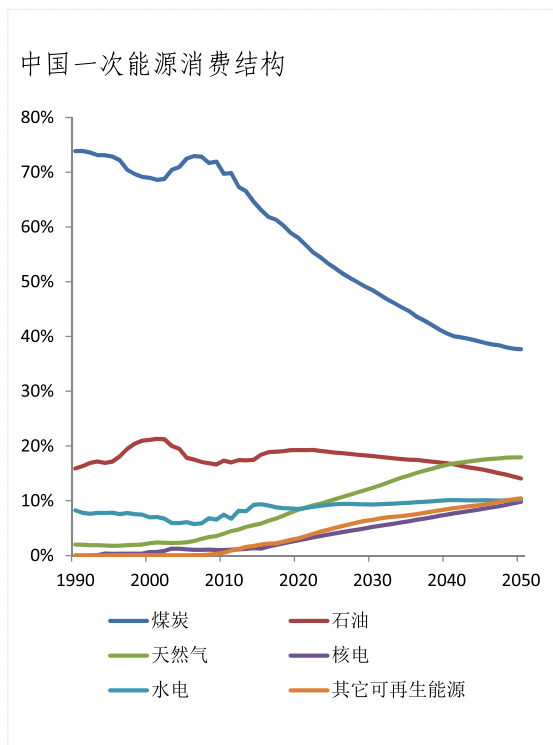


中国终端能源消费中民用、商用将持续增长

- 2030年中国工业用能达到峰值，之后逐步下降，工业用能中煤炭比重下降较快，由目前的60%左右降至2050年的40%。
- 中国民、商用能中，煤炭比重大幅下降，煤炭由目前的32%降至2050年的3%，显示了中国政府大幅减少散煤利用和治理空气污染的政策取向，以气代煤、以电代煤快速发展，天然气和电力利用比重都比目前提高17.5个百分点左右。
- 中国交通用能2030年后开始下降，交通用能中石油比重由目前的90%左右降至2050年的77%，天然气和电力比重升至2050年的21%，较目前提高12个百分点。



中国一次能源消费结构变化突出表现为煤炭比重的大幅下降和清洁能源比重的快速上升

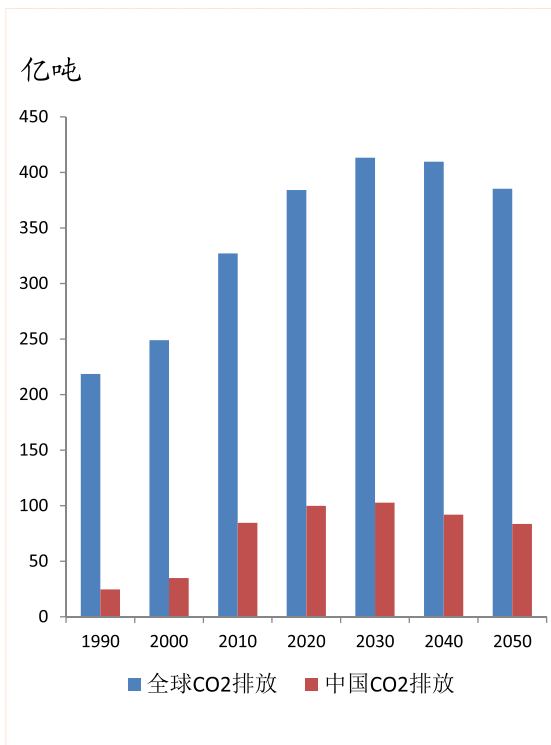


►中国煤炭消费比重持续下降，但仍保持在第一位，由2014年的66%下降到2050年的37%。石油消费比重在2025年前缓慢上升，由2014年的17%上升至2025年的19.3%，之后持续下降到2050年的14%，位居第三。

►中国清洁能源比重不断上升，将在2050年接近50%，其中，天然气消费比重将由6%上升到18%左右，2040年前后超过石油位居第二。非化石能源比重由12%上升到30%以上，其中太阳能、风能等其它可再生能源比重上升最快，由目前的2%升至2050年的10%以上。



全球能源相关CO₂排放2035年达到峰值，中国2030年前达到峰值



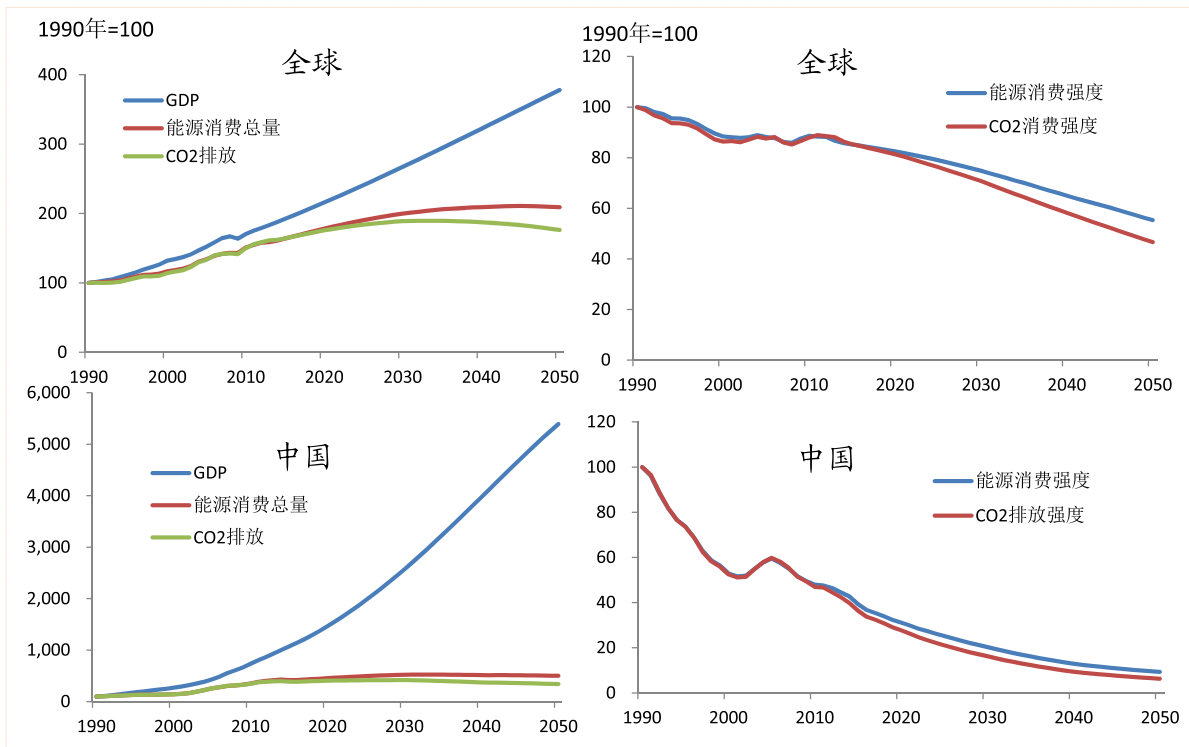
➤ 全球二氧化碳排放将在2030-2035年间达到峰值，约410亿吨，2050年，全球二氧化碳排放回落到2020年的水平。

➤ 中国二氧化碳排放将在2030年左右达到峰值，约102亿吨；2050年，中国二氧化碳排放回落到2010年前的水平。

➤ 中国CO₂排放占全球的比重目前已达峰值，2050年降至22%左右。中国控制煤炭消费的政策将对全球气候变化带来积极影响。



经济增速快于能源消费增速、能源消费增速快于CO₂排放增速





中国能源消费强度、CO₂排放强度下降速度快于全球水平

- 2050年前，全球经济年均增长2%，能源消费年均增长0.6%，CO₂排放年均增长0.2%；中国经济年均增长4.7%，能源消费年均增长0.5%，CO₂排放年均增长-0.4%。
- 得益于能源效率的提高和能源结构的优化，全球、中国能源消费强度和CO₂排放强度下降明显，2050年，全球能源消费强度和CO₂排放强度比目前分别下降37%和45%，年均下降1.3%和1.7%；中国能源消费强度和CO₂排放强度比目前分别下降76%和83%，年均下降4%和4.9%；

3

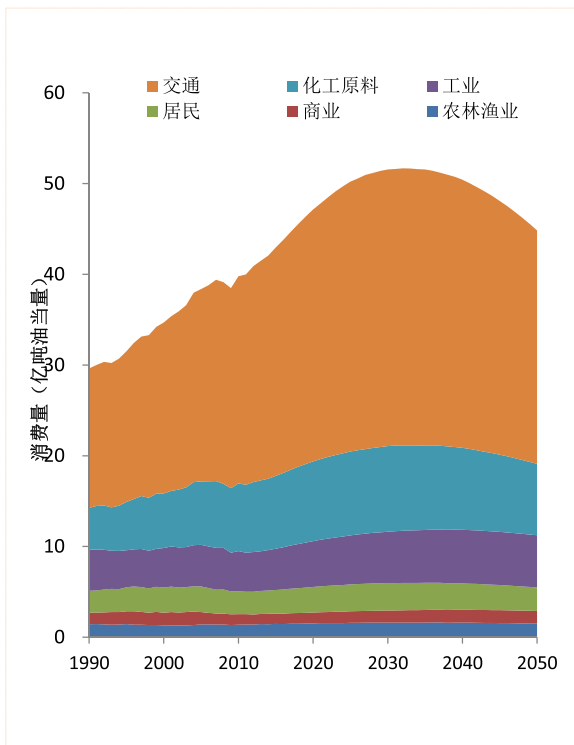


石油

基准情景



全球石油需求在2030~2040年进入峰值区域



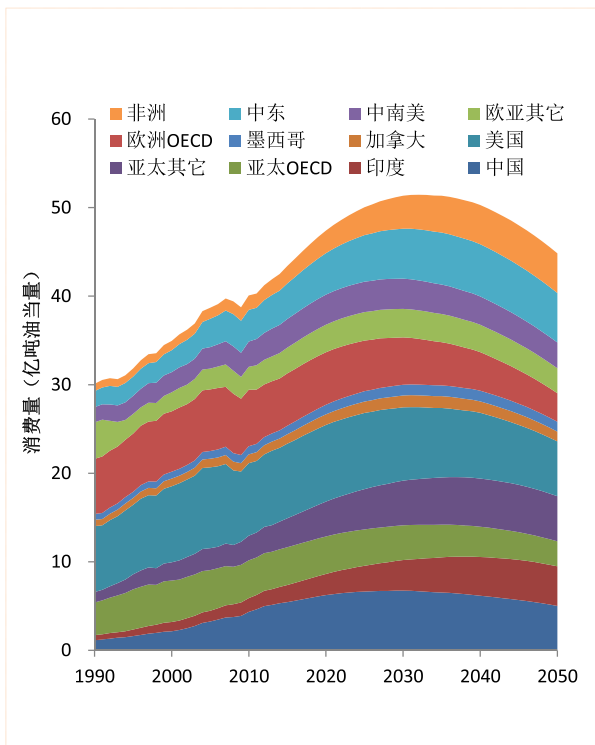
➤全球石油消费2030年超过51亿吨后，进入高位平台期，2040年后加速回落，2050年，石油消费下降到45亿吨左右。

➤交通运输和化工原料需求将主导未来全球石油需求走势。石油消费中交通运输所占比重2030年后缓慢下降，到2050年交通运输和化工原料消费占比74%左右，工业燃料、居民、商业等其他部门石油消费基本保持稳定。

➤到2050年，石油在所有运输燃料中占比仍高达约83%左右。



未来全球石油消费增长将主要来自非OECD国家



➤ OECD国家石油消费占全球石油消费的比重将由目前的48%下降到2035年的37%，到2050年将进一步下降到32%。

➤ 亚太地区石油消费占全球消费的比重将由目前的34%上升到2035年的38%，之后比重基本保持不变。

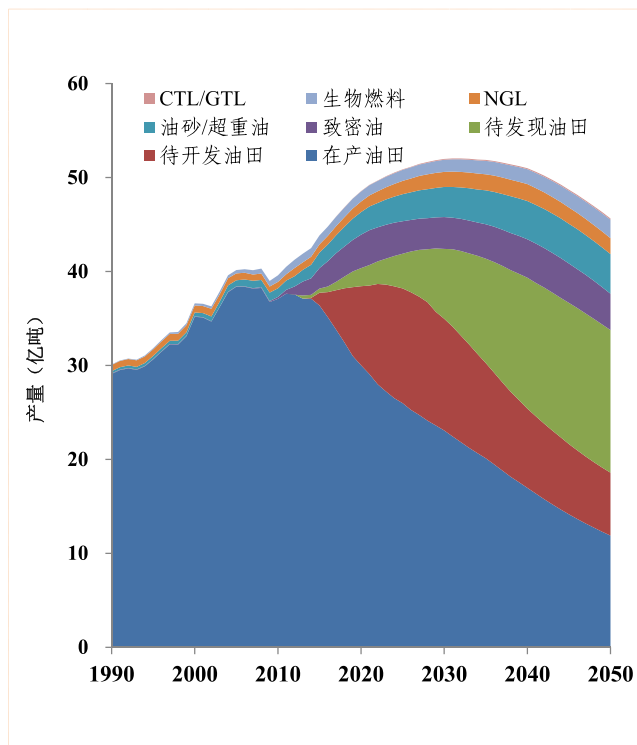
➤ 非洲地区石油消费的增长速度最快，2014-2040年，年均增长3.4%，之后消费增速趋缓。

➤ 中东地区石油消费增长平稳。

➤ 欧洲地区石油消费将在目前基础上持续下降，北美和中南美洲石油消费在2030年前小幅增长，之后趋于下降。



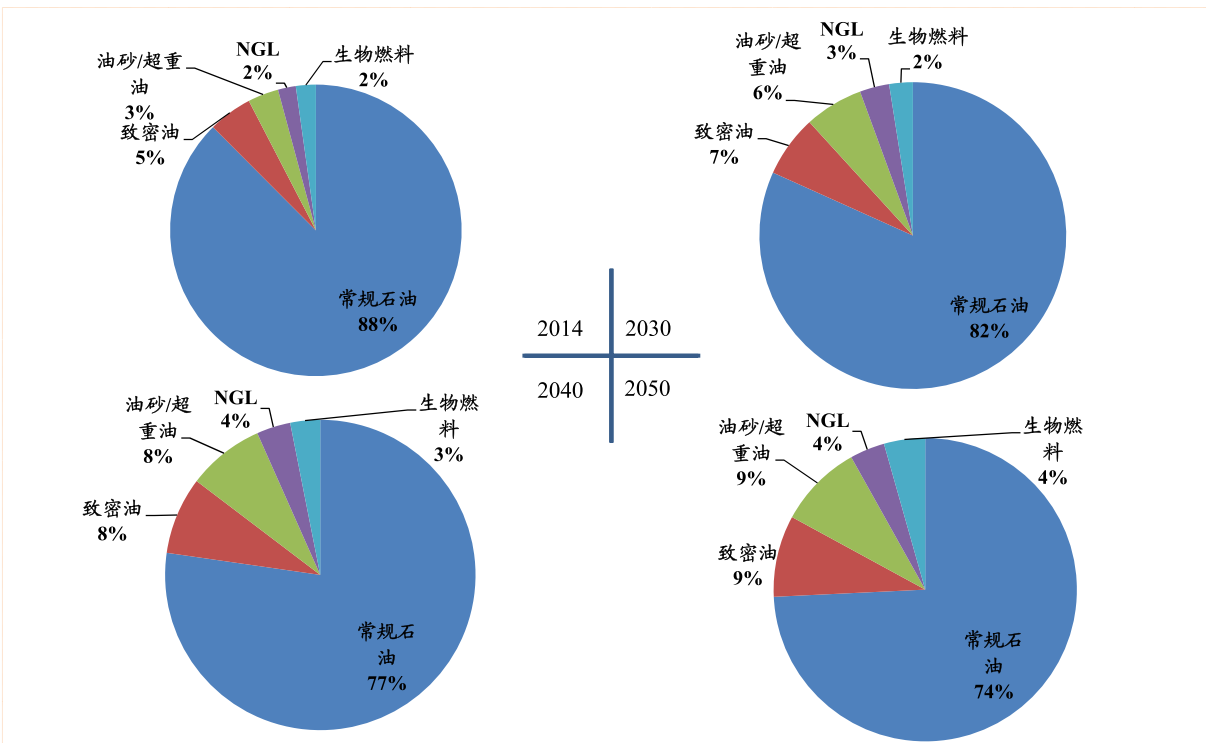
未来全球石油产量增长将更加依赖非常规资源



- 全球石油2030年达到高峰产量52亿吨左右，年均增长1.3%。2040年后全球石油产量逐步回落，2050年下降到45.6亿吨。
- 常规原油产量2030年增至42.4亿吨，年均增长0.9%，之后缓慢下降。
- 致密油产量增至2040年的4.2亿吨，之后产量基本持平，2050为4亿吨左右。
- 油砂和超重油产量将增长到2040年的4.0亿吨，2050年达到4.2亿吨。
- NGL产量将随着天然气产量增长而增长，2050年达到1.7亿吨左右。
- 生物燃料2050年增至2.0亿吨，CTL/GTL仅0.1亿吨左右。

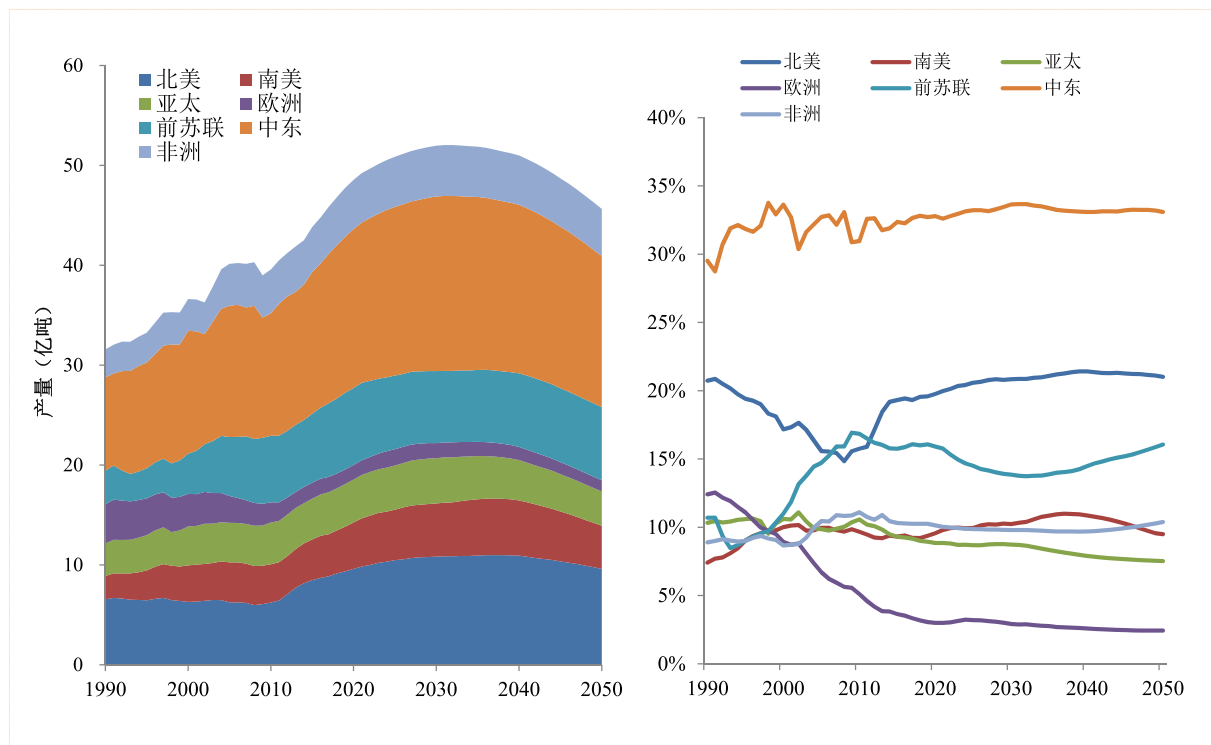


全球石油供应来源更加多元化，非常规石油的比重不断上升



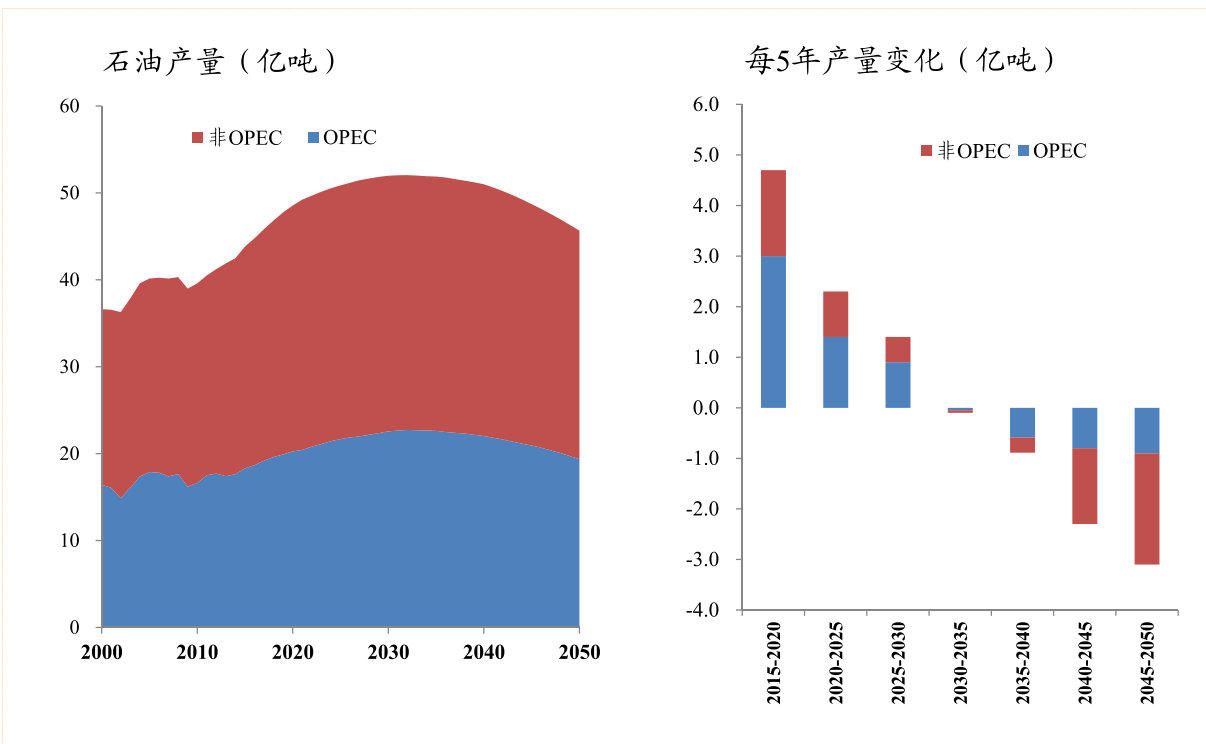


中东、美洲、前苏联是主要产油区域 三地区产量比重将由目前的67%升至2050年的70%左右





未来增产期间OPEC供应增量约占六成左右



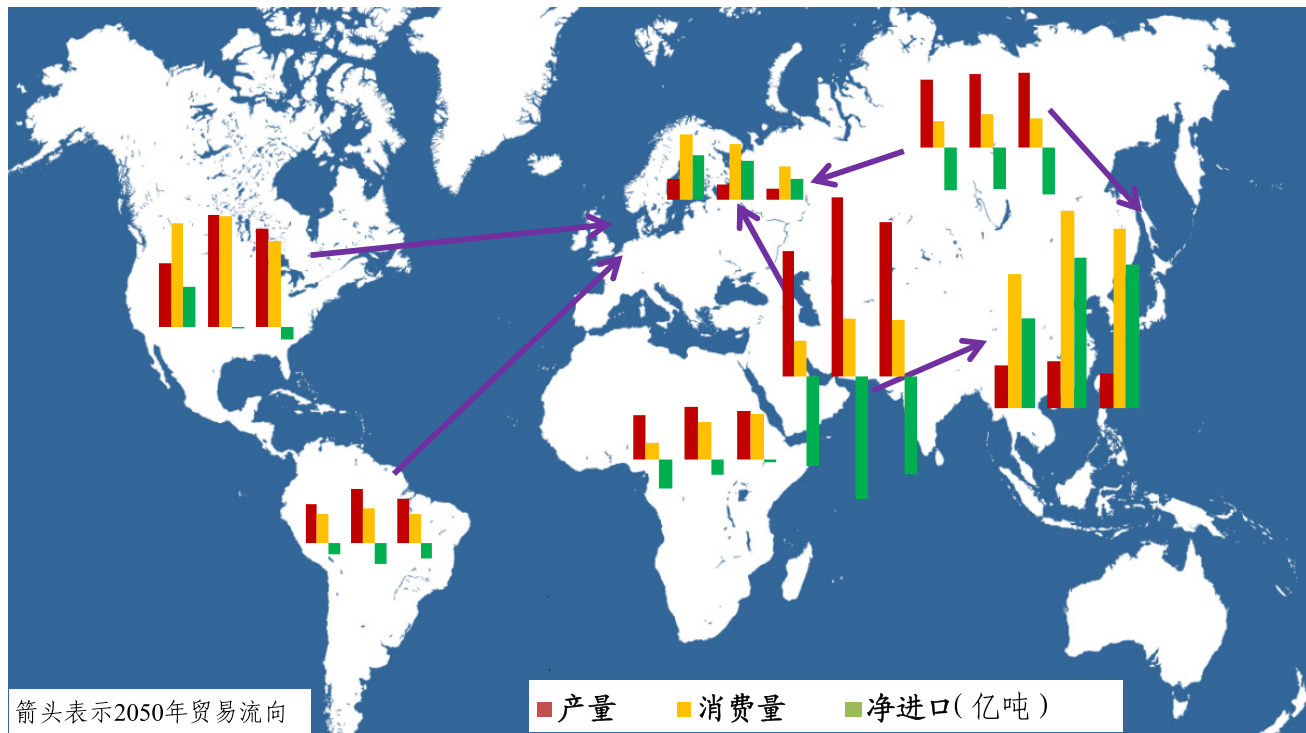


减产期间非OPEC供应下降更快

- 2015-2020年，全球石油产量增长约4.7亿吨，其中64%来自OPEC国家；
- 2020-2025年，全球石油产量增长2.3亿吨，其中61%来自OPEC国家；
- 2025-2030年，全球石油产量增长1.1亿吨，其中近60%来自OPEC国家。
- 2030-2035年，全球石油产量基本保持稳定。
- 2035-2040年，全球石油产量下降约1.2亿吨，其中非OPEC国家下降0.7 亿吨；
- 2040-2045年，全球石油产量下降2.3亿吨，其中非OPEC国家下降1.5亿吨；
- 2045-2050年，全球石油产量下降3.1亿吨，其中非OPEC国家下降2.2亿吨。



未来石油贸易变化主要表现为北美石油出口的增加





北美地区石油净出口量将达1亿吨以上，欧洲净进口大幅减少

►北美地区，2010-2030年产量增长速度远超过消费增长速度，2010年石油产量仅为6.4亿吨，到2014年已增至8.7亿吨，预计到2030年将进一步增长到约10.8亿吨，而同期消费量基本持平；2030年之后，消费量下降速度快于产量下降速度，北美地区由净进口地区转变为净出口地区，到2050年净出口量大约为1.2亿吨。

►南美地区，2010-2030年产量增速超过消费增速，产量将由2010年的3.8亿吨增长到2030年的5.3亿吨，净出口量不断扩大，将由1亿吨左右增长至1.9亿吨；2030-2050年，产量下降超过消费量下降速度，净出口量减少，到2050年净出口量将减少至1.4亿吨。

►欧洲石油产量和消费量都不断下降，产量将由目前的2亿吨左右下降到2050年的1亿吨左右；消费量将由6.4亿吨下降到3.2亿吨；净进口量也不断减少，由4.4亿吨下降2.2亿吨。



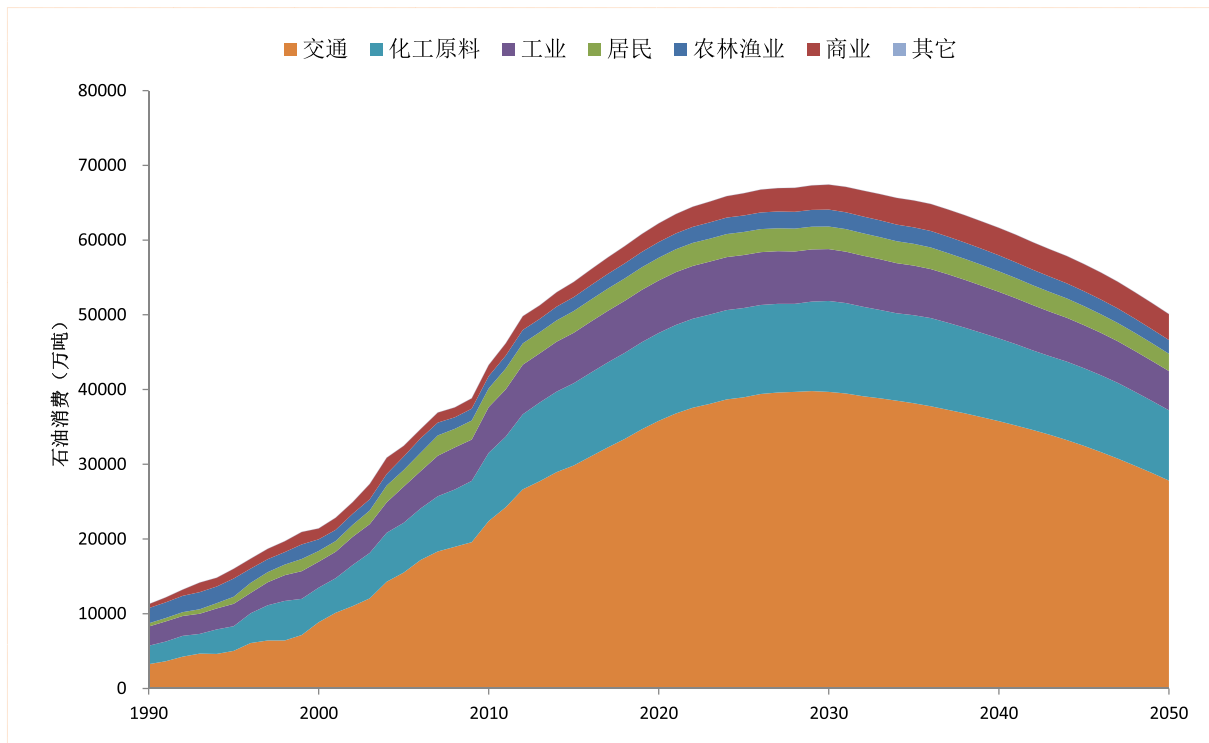
基准情景

亚太地区仍是主要净进口地区，非洲出口潜力下降

- ▶ 亚太地区，2010-2030年消费量上升、产量下降，净进口量由8.8亿吨增长至15亿吨；2030-2050年，随着消费增长由基本停滞到下降，进口量也将出现下降，到2050年降至13.5亿吨。
- ▶ 2010-2030年，非洲地区产量将由4.4亿吨增长到5.1亿吨，而消费量增长快于产量增长，由1.6亿吨增长到3.7亿吨，非洲石油出口量将由2.8亿吨下降到1.4亿吨；到2050年非洲石油产量将为4.7亿吨，出口量下降到0.3亿吨。
- ▶ 前苏联地区石油供需基本稳定，产量将保持在7亿吨左右，消费量基本保持在3亿吨左右，净出口量也基本稳定在4亿吨左右。
- ▶ 中东地区资源潜力巨大，2010-2030年出口量有望继续增长，由2010年的8.7亿吨增长到2030年的11.8亿吨；2030-2050年由于其它地区需求减少，产量和出口量也将减少，净出口量减少至9.5亿吨。



中国石油需求将在2030年左右达到峰值



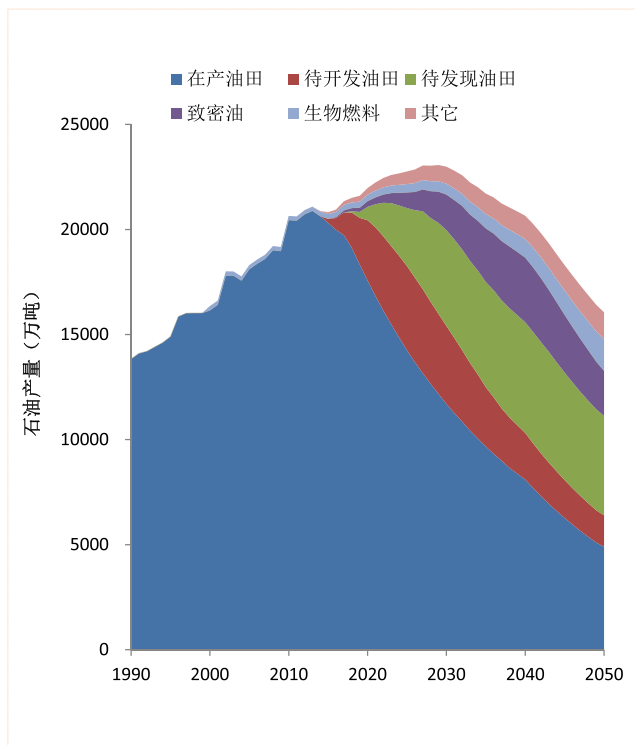


柴油消费增长停滞是影响中国石油需求增长的主要因素

- 中国石油消费将由2014年的5.2亿吨增长到2027年的6.7亿吨左右，年均增长2.0%。2027-2035年，消费量继续保持在高位。2035年之后，随着燃油经济性不断提高、燃料替代和电动汽车普及加快，成品油消费量开始出现较快下降。2050年，石油消费下降到5.0亿吨左右。
- 石油消费的峰值主要受到交通运输燃料需求的影响，到2027年，中国交通运输石油需求将由目前的2.8亿吨左右增长到4.0亿吨左右。其中，汽油消费量将稳定增长，2030年后趋于平稳；随着大宗商品货运量下降，中国柴油消费增长空间已非常有限；2050年前航空煤油消费将持续增长。
- 化工用油需求将在2040年前后达到峰值，之后保持稳定。
- 居民、商业和工业燃料需求将在2020年前后达到峰值，之后将逐步下降。



中国石油产量还具有一定的增长空间



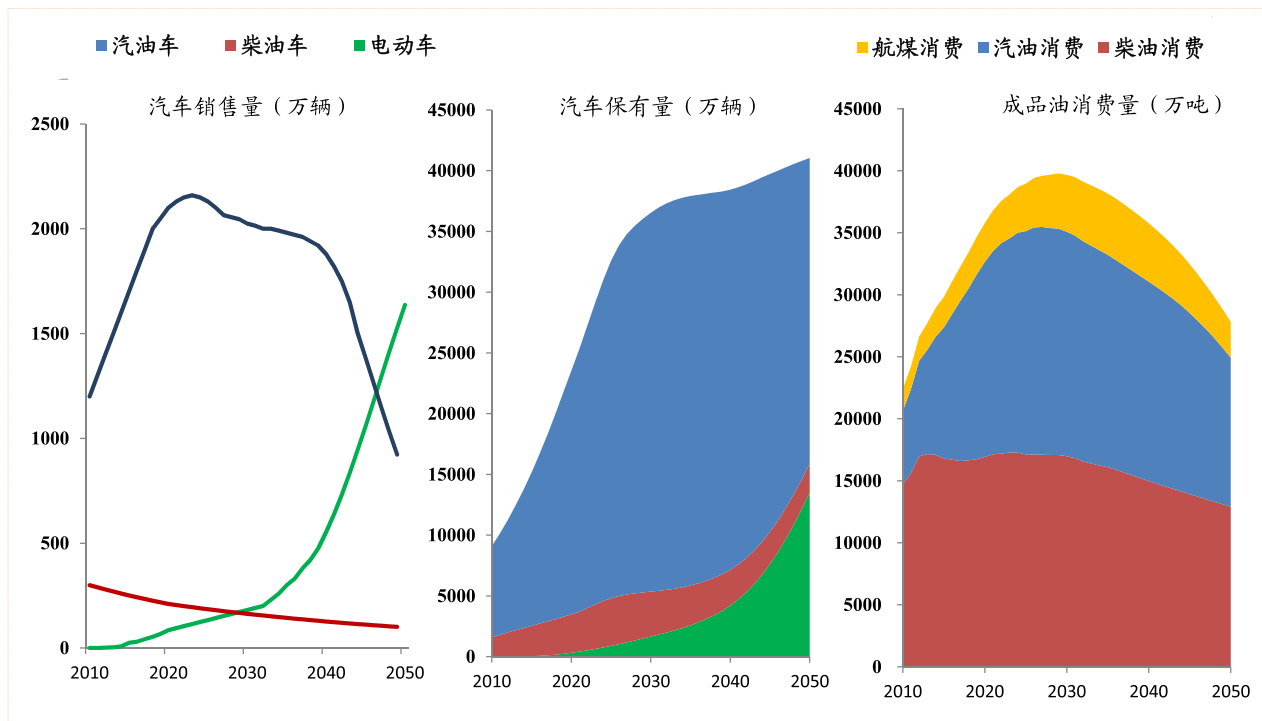
➤ 中国石油产量将在2030年达到2.3亿吨左右，之后石油产量将逐渐下降，到2040年将下降到2.0亿吨，到2050年将进一步下降到1.6亿吨。

➤ 非常规石油产量将不断增长。致密油有一定增长空间，到2040年将达到0.3亿吨，到2050年回落到0.2亿吨；生物燃料将稳定增长，到2050年产量将达到0.15亿吨；CTL产量将达到0.1亿吨。

➤ 到2050年非常规石油产量合计达到0.5亿吨，占总产量的比重将达到30%。



中国成品油消费将在2030年左右达到峰值



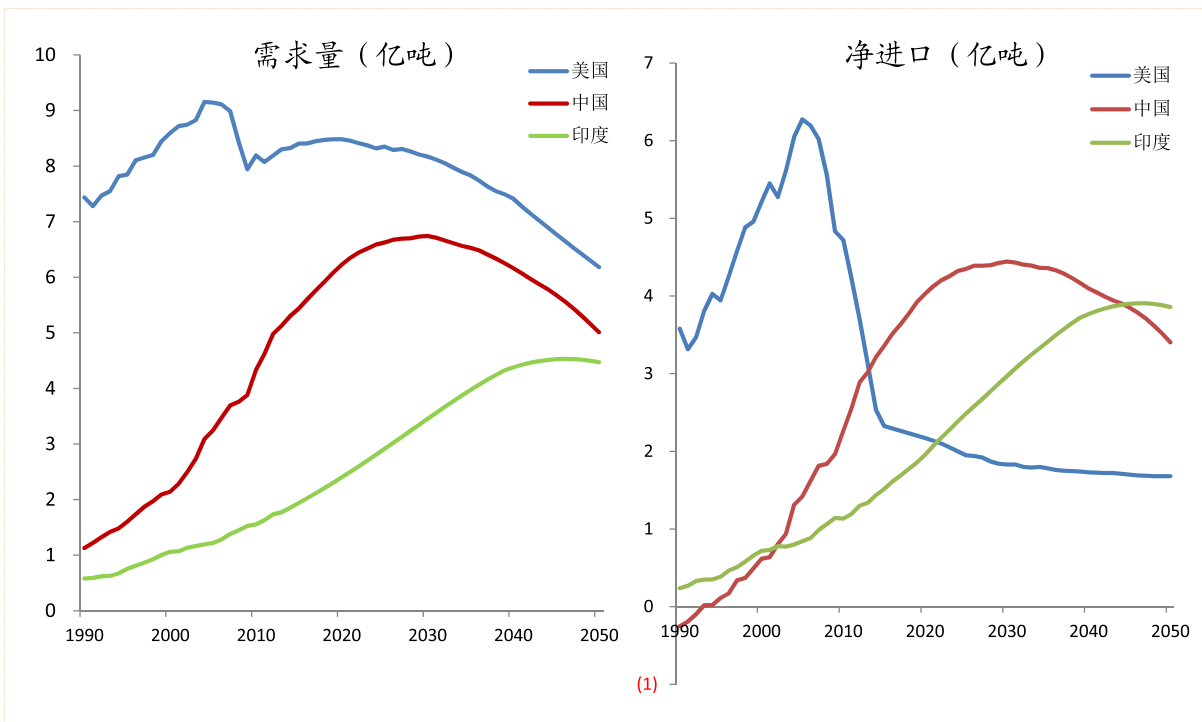


电动汽车的发展将在很大程度上影响未来中国成品油消费

- 中国汽车保有量将持续增长，到2030年将达到3.7亿辆，到2050年进一步增长到4.1亿辆。
- 电动汽车的保有量将快速增长，到2020年将达到317万辆，占保有量的1.3%；到2030年达到1660万辆，占保有量的4.5%；到2040年达到4200万辆，占保有量的11%；到2050年达到1.35亿辆，占保有量的33%。
- 中国成品油消费将由2014年的2.8亿吨增长到2027年的4.0亿吨，年均增长2.8%。之后进入高位平台期，2027-2035年，消费量保持在3.8-4.0亿吨之间。2035年之后，随着燃油经济性不断提高、燃料替代和电动汽车普及加快，消费量开始出现较快下降，到2050年下降到2.8亿吨左右。



未来中国石油消费量难以超过美国， 印度2050年前将成为最大石油净进口国





美国石油净进口量持续走低，中国石油对外依存度最高达67%左右

- 美国石油消费在2030年前保持在8.3-8.7亿吨。2030年后，美国石油消费将持续下降，到2050年下降到6.2亿吨左右。
- 中国石油消费量与美国的差距将逐渐缩小，2030-2050年，两国石油消费量平均相差1.2亿吨左右。
- 印度石油消费将持续增长至2040年的4.5亿吨左右，之后将维持稳定。
- 美国石油净进口量将不断下降，到2050年左右下降到仅为1.7亿吨左右，对外依存度为27%左右。中国石油净进口量将在2035年达到4.5亿吨左右，对外依存度达67%并在之后基本保持稳定，2050年石油净进口量降至3.5亿吨。随着经济增长和收入的提高，印度石油净进口将持续增长，到2050年前后达到3.9亿吨，对外依存度达到87%，并将超过中国成为全球第一大石油进口国。

4

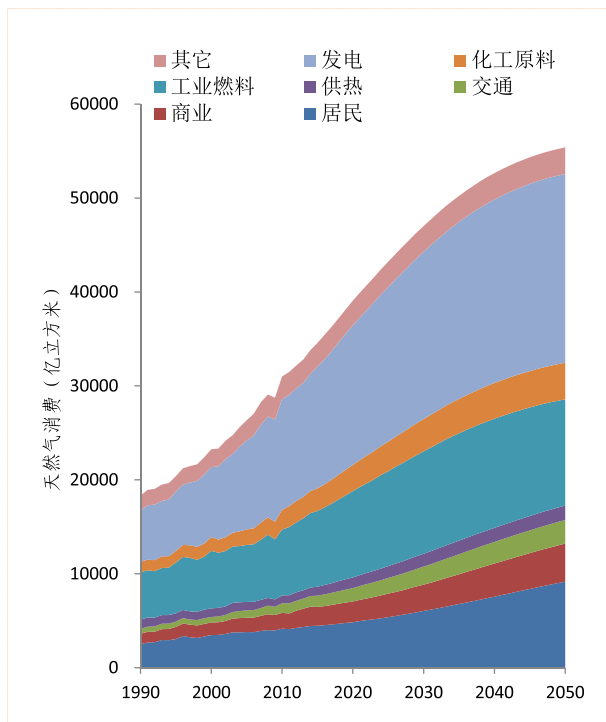


天然气

基准情景



全球天然气需求将持续增长，天然气黄金时代延续



➤全球天然气消费由2014年的3.4万亿立方米，持续增长至2050年的5.5万亿立方米，年均增长1.4%，是增长最快的化石能源。

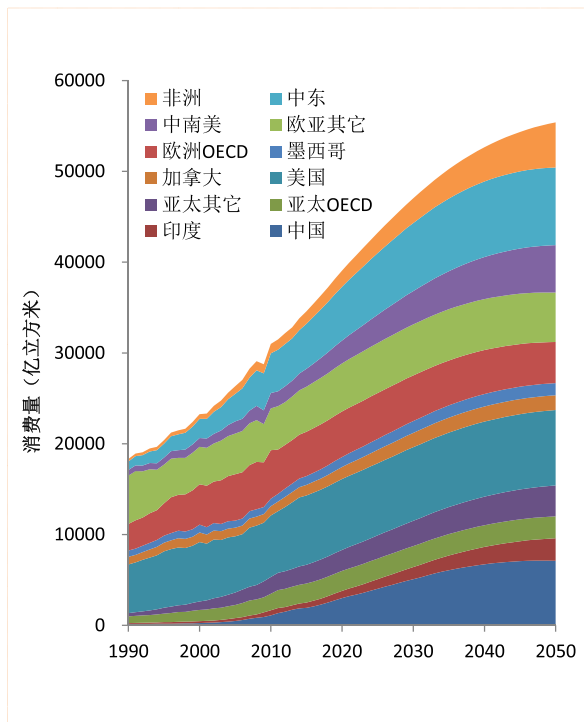
➤天然气消费增长将主要受居民、工业燃料和发电等部门需求驱动，三部门消费比重长期占73%左右。

➤发电是天然气最主要利用部门，将长期保持在37%左右的比重，2050年前年均增长1.3%。

➤交通部门是天然气利用增长最快的部门，年均增长2.2%。



基准情景 亚太将成为最大天然气消费地区

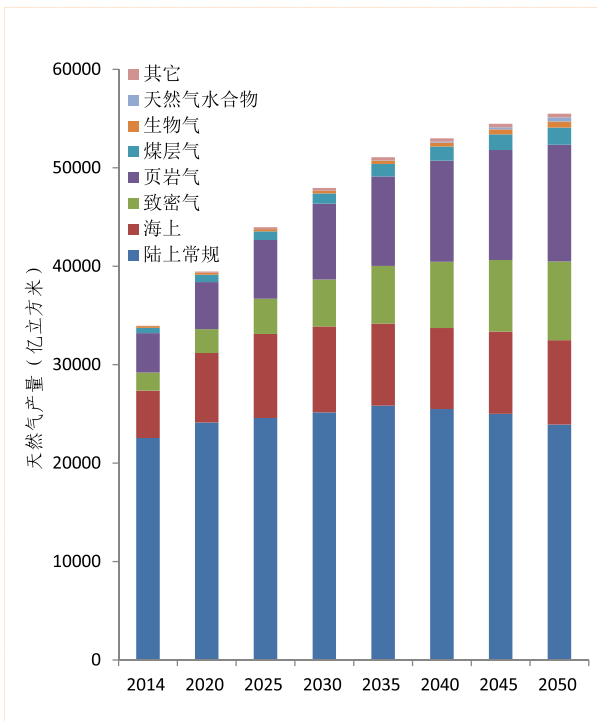


►OECD国家天然气消费在2030年前平缓增长，之后保持稳定，其占全球天然气消费的比重将由目前的47%下降到2040年的33%左右，到2050年将进一步下降到30%左右。

►亚太、中南美和非洲是天然气消费增长的主要驱动力。其中，亚太地区的天然气消费量将在2025年前后超过1万亿立方米，并超过北美、欧洲及前苏联地区，成为最大的天然气消费地区。2050年，亚太地区天然气需求量将达到1.5万亿立方米。



全球天然气产量持续上升



➤ 常规天然气产量2030年达到3.4万亿立方米，年均增长1.3%，之后基本保持这一水平，2040年后有所下降。

➤ 2050年，致密气产量将增长到8000亿立方米左右，年均增长4.2%。

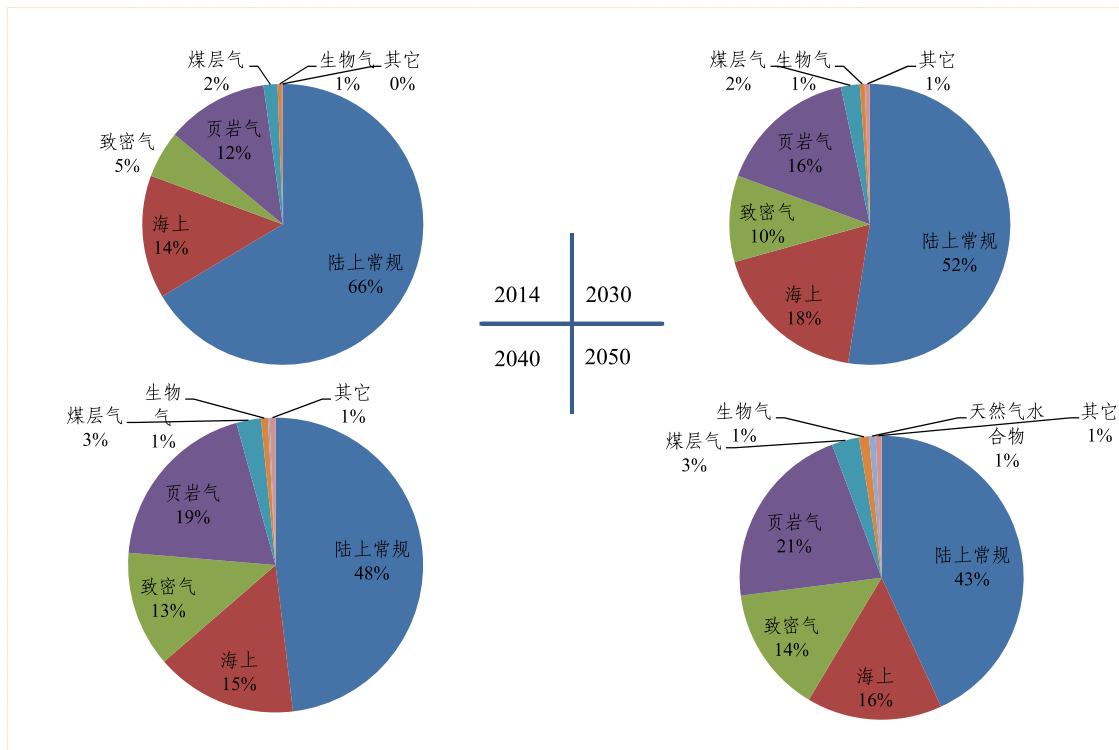
➤ 页岩气产量将增长到1.1万亿立方米，年均增长3.1%。

➤ 煤层气产量将增长到2050年的1700亿立方米，年均增长3.3%。

➤ 生物气、煤制气和天然气水合物等其它天然气产量将增长到1400亿立方米，年均增长5.5%。

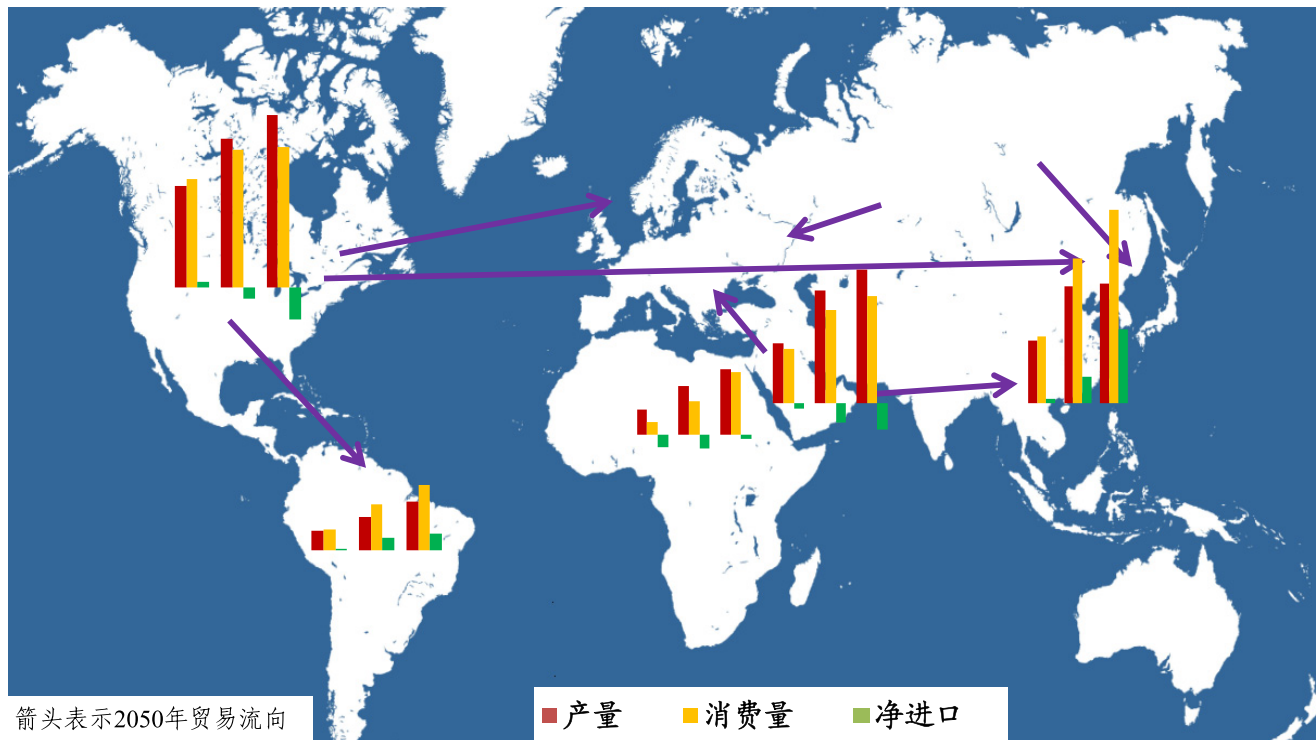


全球天然气供应来源将更加多元化， 非常规天然气产量占比不断上升，2050年超过四成





北美天然气出口增长使全球天然气贸易流向发生显著变化





前苏联、北美、中东是未来天然气供应的主要地区

- ▶北美地区，2010-2030年产量增长速度超过消费增长速度，由净进口地区转变为净出口地区，到2030年净出口可达900亿立方米左右，2050年净出口量进一步扩大至2500亿立方米左右。
- ▶中东地区的天然气产量增长快于消费量增长，2030年天然气出口量可达1500亿立方米，到2050年将进一步增长到2100亿立方米。
- ▶前苏联的地区天然气产量将持续增长，由目前的6900亿立方米左右增长至2050年的10300亿立方米左右，消费量由4600亿立方米增长至5400亿立方米，出口量将由2300亿立方米左右增长至4900亿立方米左右。

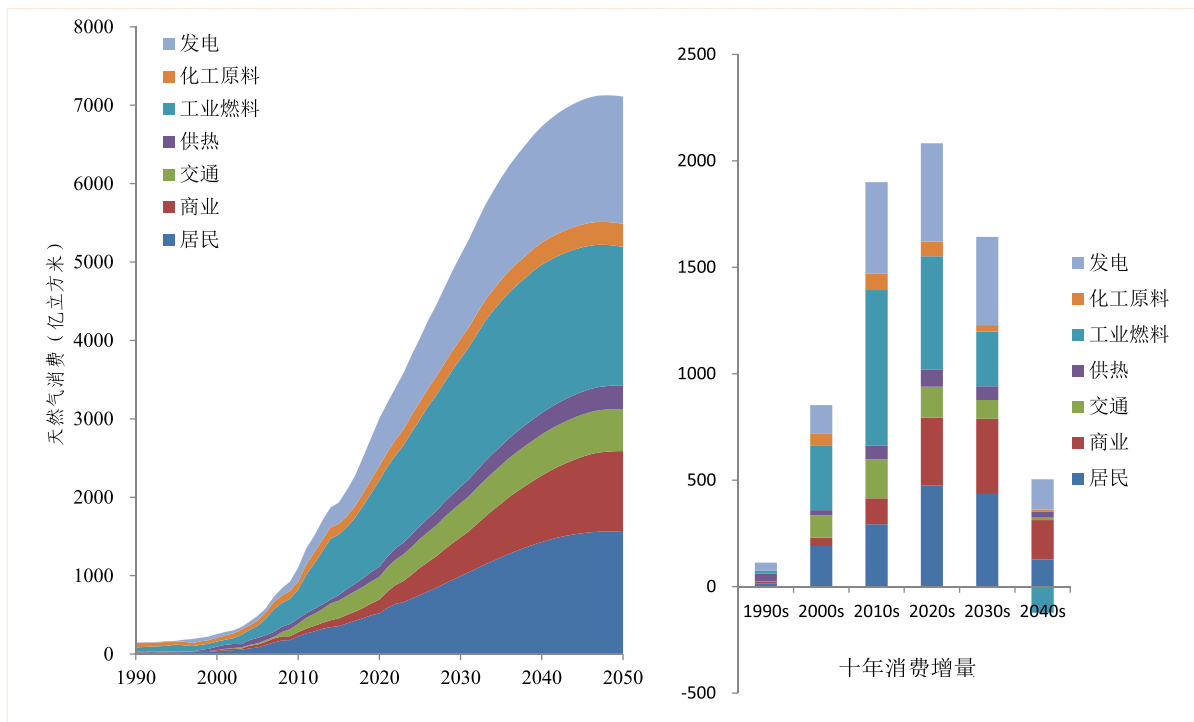


亚太地区天然气净进口量将大幅增长、非洲出口潜力下降

- 非洲地区2030年前产量增长较快，出口量将由750亿立方米增长到2030年的约1200亿立方米。2030年后，随着消费量的增长，非洲地区出口量将逐渐减少，到2050年变为供需基本平衡地区。
- 欧洲天然气产量和消费量都基本保持平稳，进口量将略有下降，2050年净进口量约2400亿立方米。
- 亚太地区，2050年前消费量增长将显著快于产量增速，进口量将不断扩大，净进口将由目前的1400亿立方米左右，增长到2050年的5900亿立方米左右。
- 南美地区，消费量将超过产量，需要从其它地区进口天然气，2030年净进口约为1000亿立方米，到2050年净进口约1300亿立方米。



中国天然气需求将持续增长，2050年接近美国目前消费水平



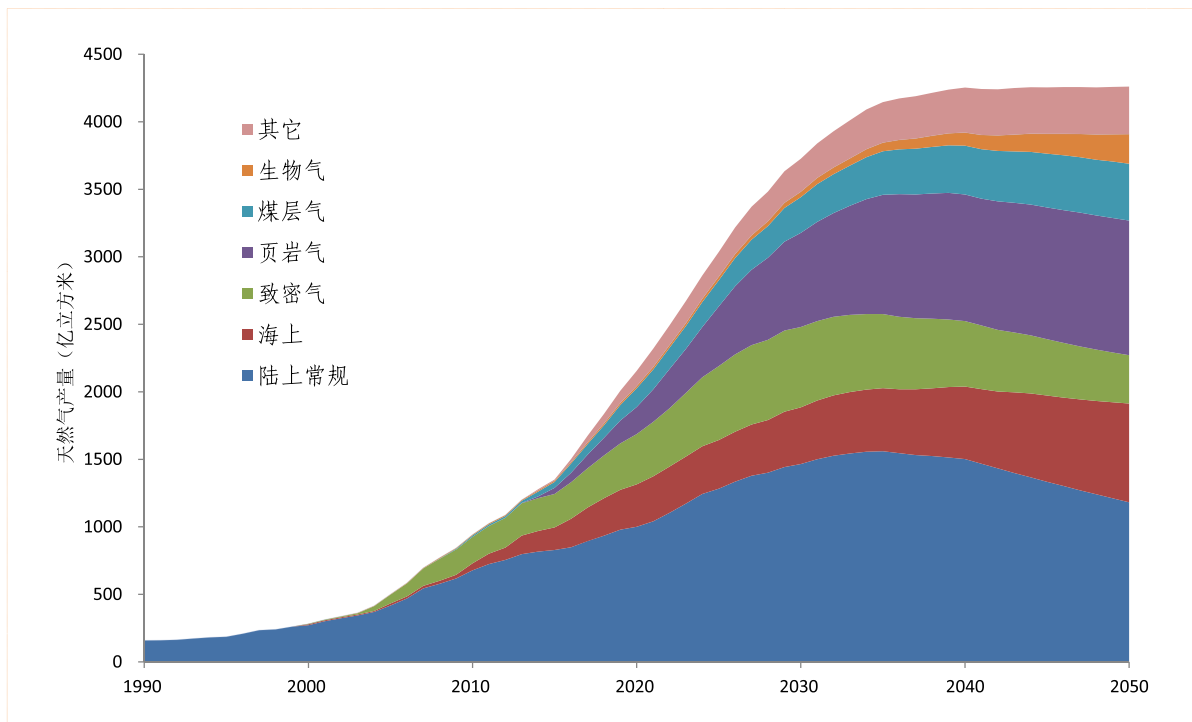


城市燃气、发电、工业是中国天然气利用主要增长领域

- ▶ 中国天然气消费2030年增长到5100亿立方米，2050年达到7100亿立方米，2014-2050年年均增长3.8%左右。
- ▶ 城市燃气将成为未来中国天然气消费增长的主要驱动力。城市燃气普及率将不断提高，大部分城镇人口实现气化。居民和商业天然气消费量将由目前的430亿立方米左右增长到2050年的2600亿立方米左右。
- ▶ 未来中国天然气发电增长空间较大，预计到2050年，发电用天然气将由目前的250亿立方米左右增长到1600亿立方米左右。
- ▶ 天然气替代散煤将是工业领域的主要利用方向。天然气也将作为工业园区、开发区等产业集中区的主要生产用燃料。预计工业用天然气消费将由目前的920亿立方米左右增长到2050年的2100亿立方米左右。



中国未来天然气高峰产量将达到4200亿立方米





非常规天然气逐渐成为增产主力，页岩气产量有望达到1000亿立方米

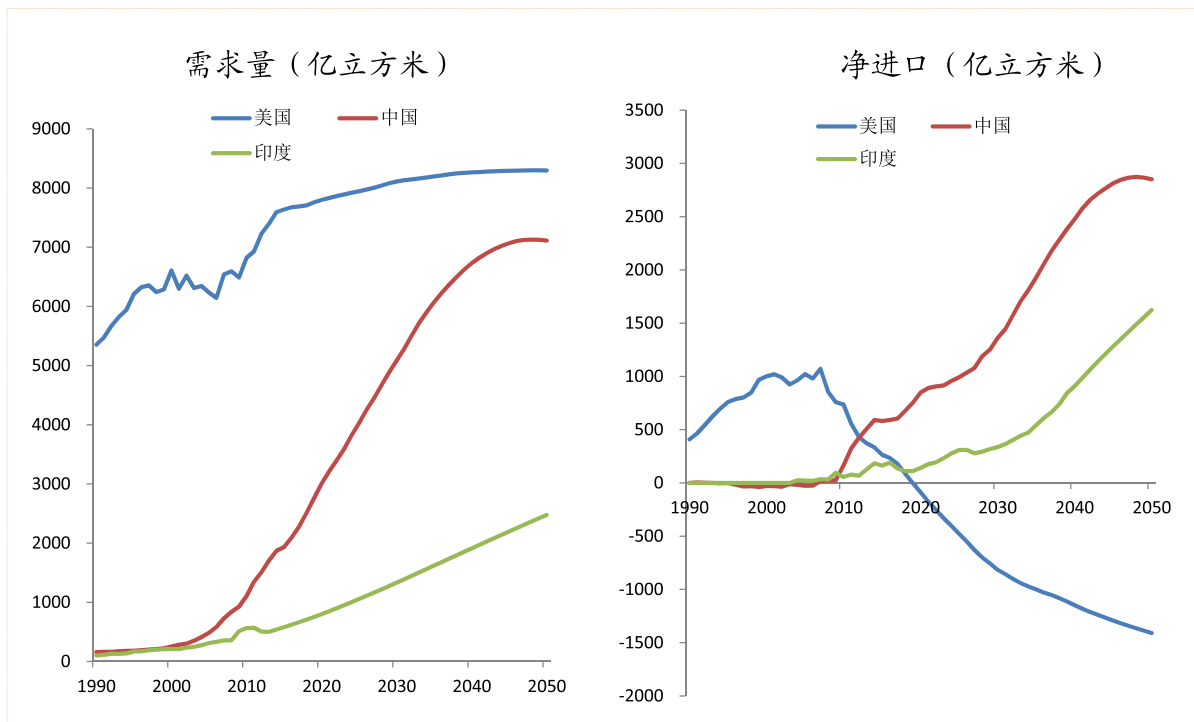
►中国天然气产量高峰产量将达到4200~4300亿立方米，2014-2035年年均增长5.8%，常规天然气和非常规天然气产量均达到2100亿立方米左右。之后常规天然气产量增速放缓继而下降，非常规天然气产量继续增长，到2050年分别为1900亿立方米和2350亿立方米。

►非常规天然气成为未来增产主力，其中，致密气产量将在2030年达到600亿立方米，之后逐步下降至2050年的360亿立方米左右；页岩气产量将持续增长，2030年达到700亿立方米，2050年达到1000亿立方米左右。

►煤层气和煤制气等产量将继续增长，煤层气产量到2050将达到400亿立方米，煤制气产量将达到350亿立方米。生物气增长较快，到2050年达到200亿立方米。



中国未来天然气消费量将接近美国目前水平，并成为最大净进口国





中国未来天然气对外依存度将达到40%左右

- 2050年，美国天然气消费将逐渐增至8300亿立方米，中国天然气消费将持续增长到2050年的7100亿立方米，接近美国目前的消费水平。
- 印度天然气消费将持续增长至2050年，达到2500亿立方米左右。
- 美国天然气供需将由目前的净进口逐渐变为净出口，出口量将不断增长，到2050年左右净出口量增长到1400亿立方米左右。
- 中国天然气净进口量到2050年将高达2850亿立方米左右；对外依存度达40%。
- 随着消费量不断增长，印度天然气净进口也将持续增长，到2050年前后达到1600亿立方米；对外依存度达到66%。

5

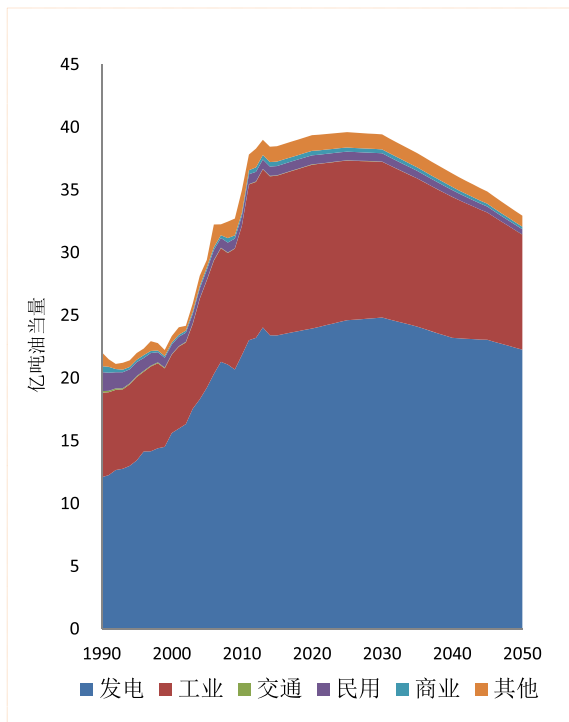


煤炭

基准情景



全球煤炭消费已基本没有增长空间



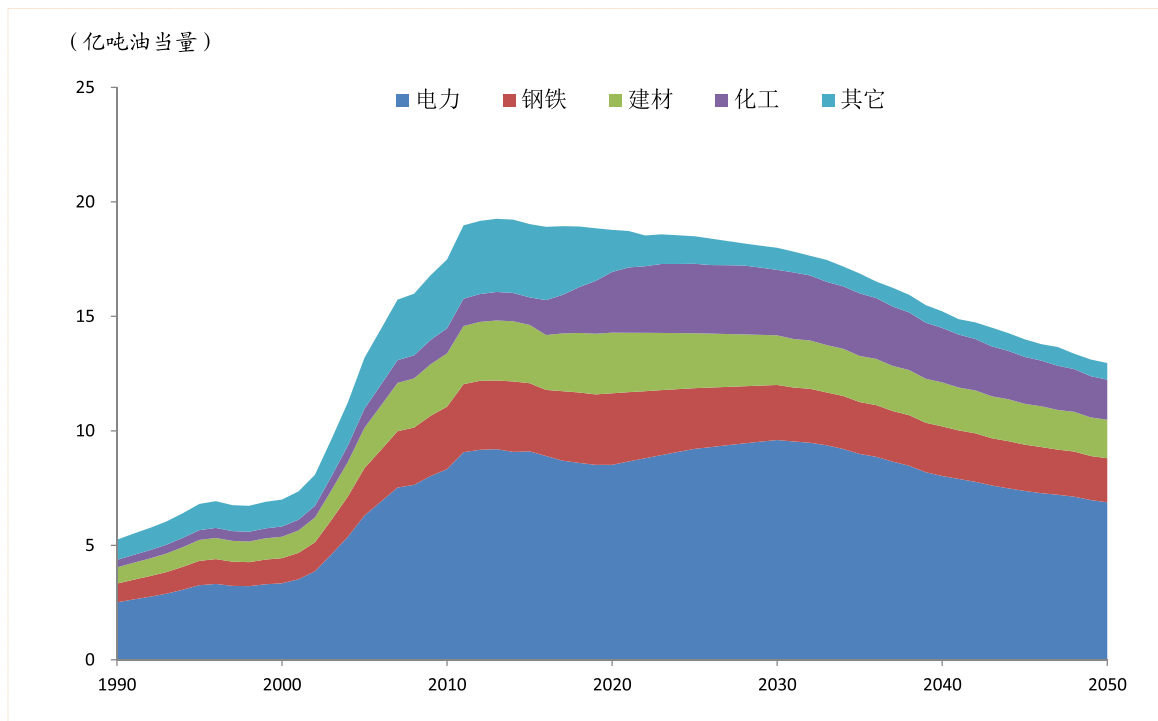
➤全球煤炭消费将由目前的38.5亿吨油当量，缓慢增长到2030年的39.5亿吨油当量，之后逐步下降到2050年的33亿吨油当量。

➤全球发电用煤有所增长，2030年前增加1.4亿吨油当量，是保持煤炭消费总量基本平稳的主要力量。2030年之后，随着储能技术的完善和可再生能源发电的快速发展，发电用煤将呈下降趋势。

➤全球煤炭消费的下降主要源于中国政府对煤炭消费的严格控制，以及主要发达国家对碳减排的重视。未来煤炭消费增量主要来自印度及南亚等国家。



中国煤炭消费已达峰值





中国经济增长放缓、结构优化以及对环境污染和气候变化的高度重视，促使煤炭消费提前进入下降趋势

- 在严格控煤政策下，中国煤炭消费将由目前的19.3亿吨油当量，逐步下降到2050年的13亿吨油当量，年均增长-1%。中国占全球煤炭消费的比重由目前的51%下降到40%。
- 受经济增速下降和环保政策的影响，煤电增长将受到制约，同时考虑到煤电效率的提升，预计发电用煤在2030年前基本保持平稳，2030年之后持续下降，届时新增电力需求将主要依赖于可再生能源和核电。
- 中国钢铁产量也已达到峰值，用煤量将逐步下降；从建材行业来看，预计水泥需求量目前也已处在峰值区，约26亿吨，未来用煤量将逐步下降。
- 煤化工用煤量有一定增长空间，约为1.5亿吨油当量。
- 在严格控煤政策下，中国碳减排目标有望如期实现。

6

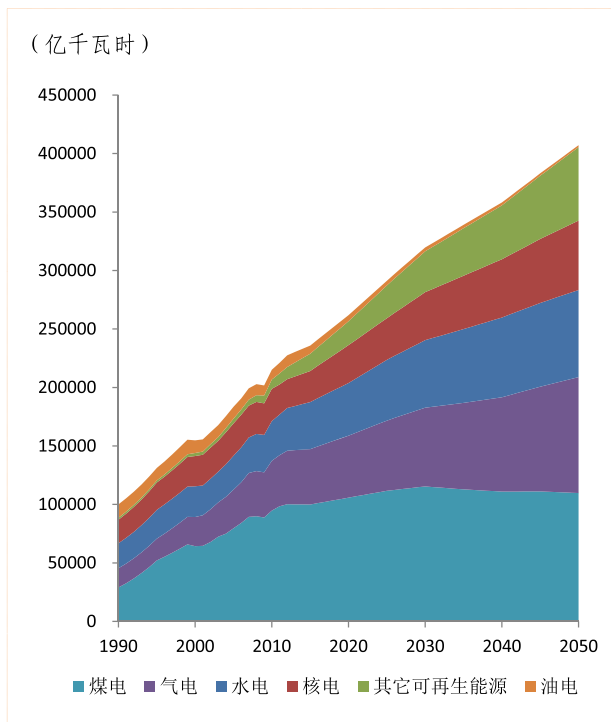


电力

基准情景



全球发电量将持续增长



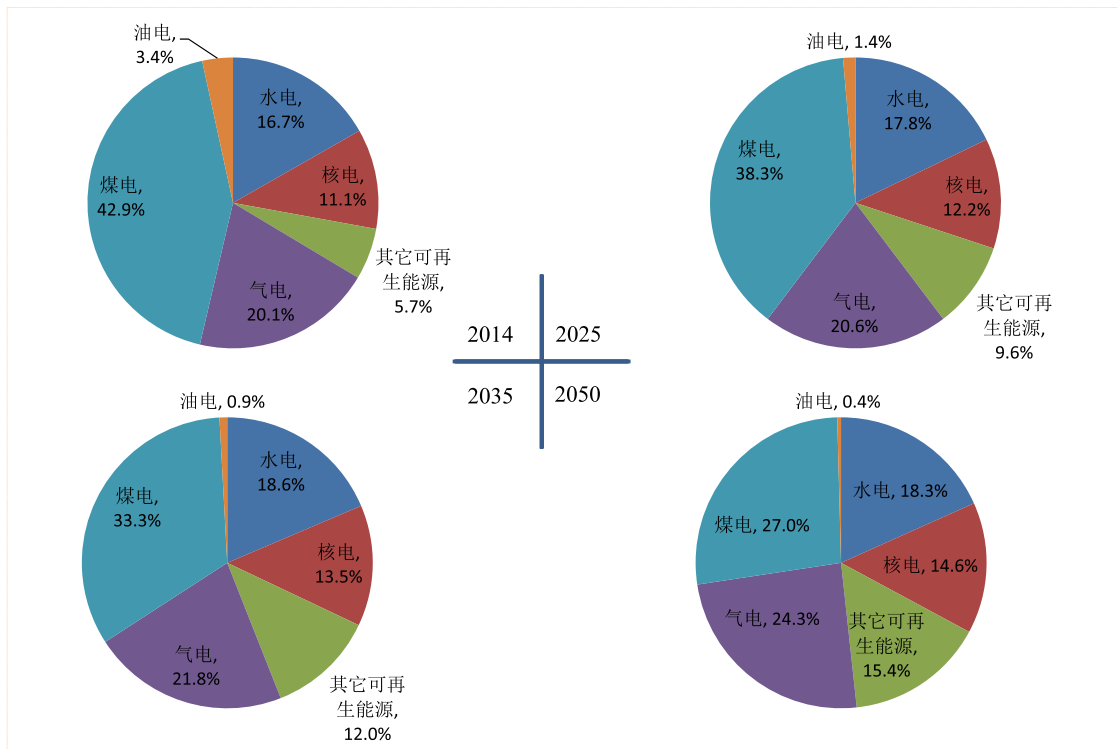
➤全球发电量将由目前的**24.8**万亿元亿千瓦时增长到**2050**年的**40.7**万亿元亿千瓦时，年均增长**1.4%**，是全球一次能源消费增速的一倍以上。

➤全球煤电发电量较为平稳，**2030**年后缓慢下降。

➤全球非化石能源发电量将由目前的**8**万亿元亿千瓦时左右增长到**2050**年的接近**20**万亿元亿千瓦时，年均增长**2.6%**；**2050**年，非化石能源发电量接近总发电量的**50%**。

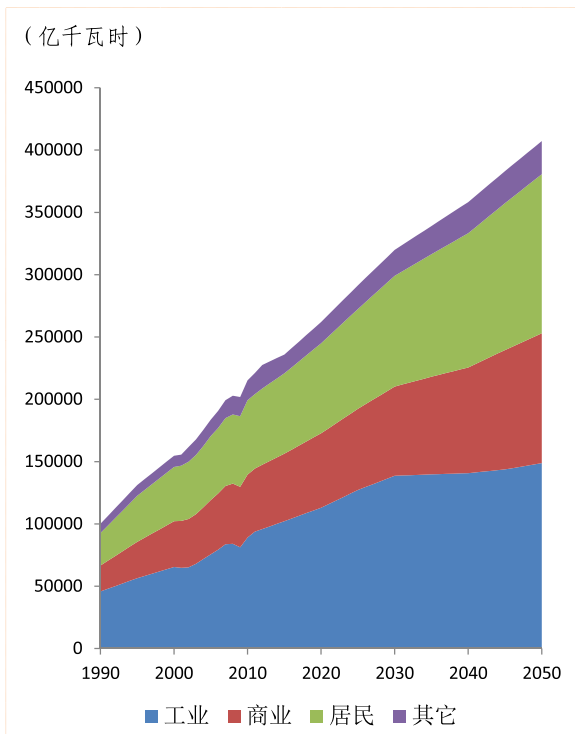


全球发电结构呈明显清洁化特征， 包括天然气的清洁能源发电在2050年将占到73%左右





全球用电结构基本保持目前的均衡状态

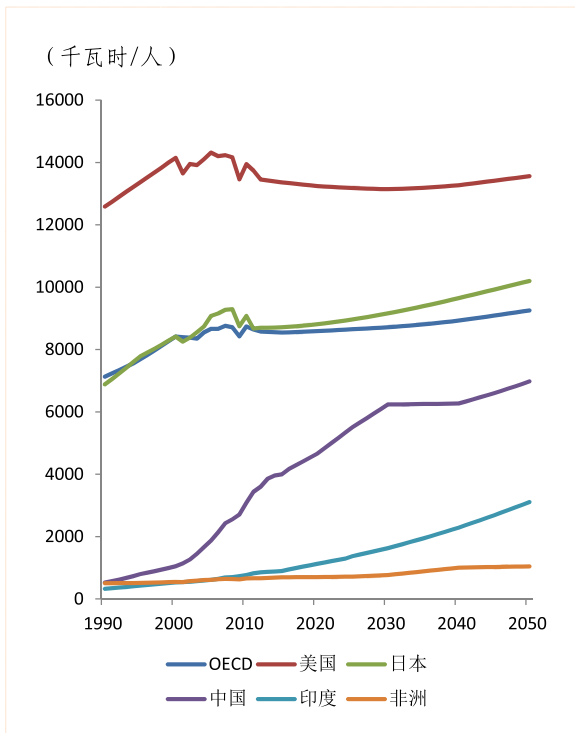


➤全球居民、商业用电量平稳增长，2050年前商业用电量年均增长1.9%，居民用电量年均增长2%，主要得益于人居收入的提高和城镇化的持续推进。

➤全球工业用电量年均增长1.1%左右，慢于商业和居民用电，工业用电所占比重由目前的43%降至2050年的37%左右。



收入增长带来人均用电量的增长



➤发达国家人均用电量基本保持平稳，未来用电增加主要来自新的产业的兴起，日本人均用电量的增长主要源于人口的净下降。

➤中国人均用电量由目前的4000千瓦时，增至2050年的7000千瓦时，年均增长1.6%，达到目前OECD人均用电水平的82%左右。

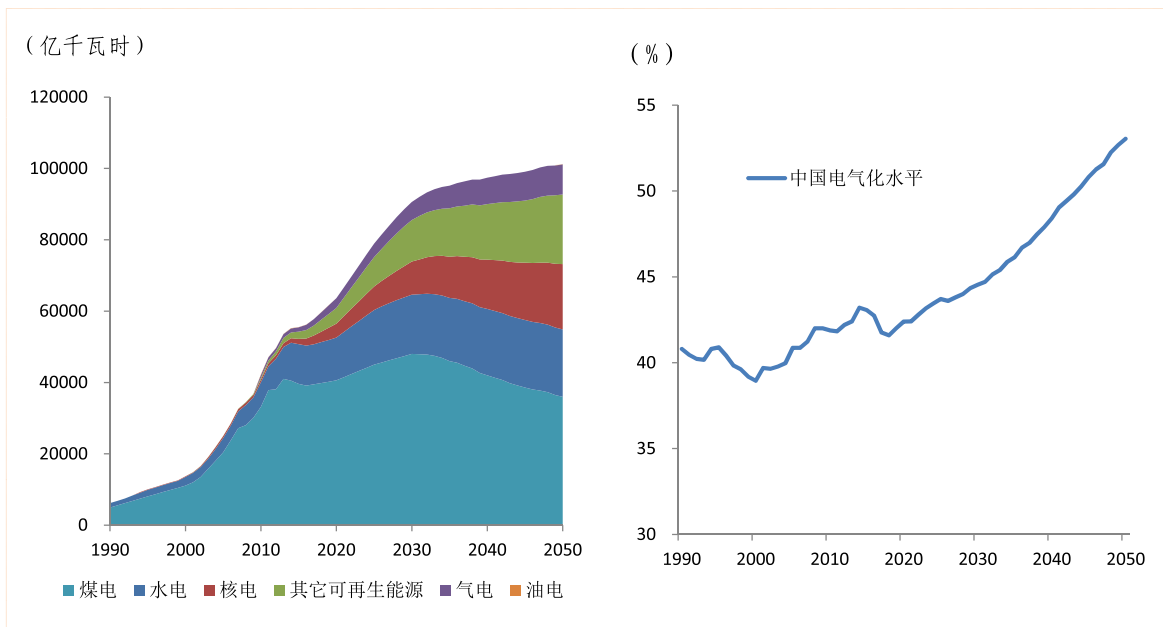
➤印度人均用电量增长较快，2050年前年均增长3.6%。

➤非洲经济发展水平仍然较低，加之人口增长较快，2050年人均用电量1000千瓦时左右。



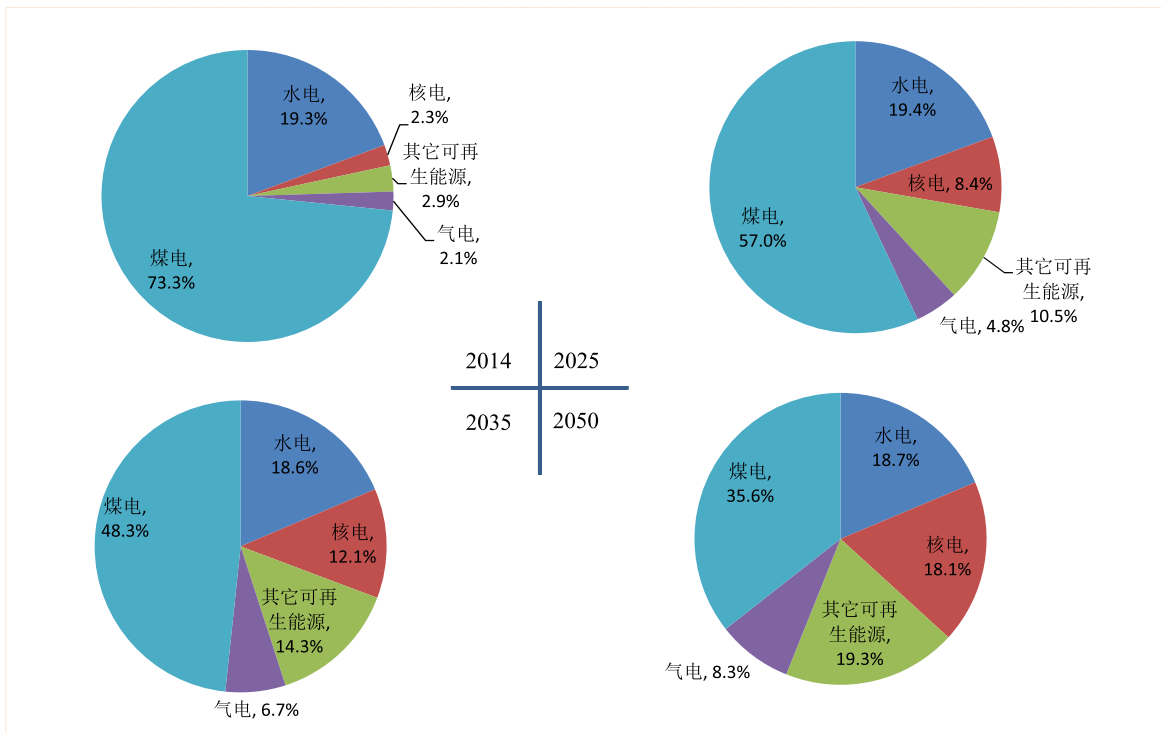
中国电力需求将持续增长

► 中国发电量2050年超过10万亿千瓦时，年均增长1.7%，高于同期中国能源消费增速，中国电气化水平（发电用能/一次能源）持续上升。



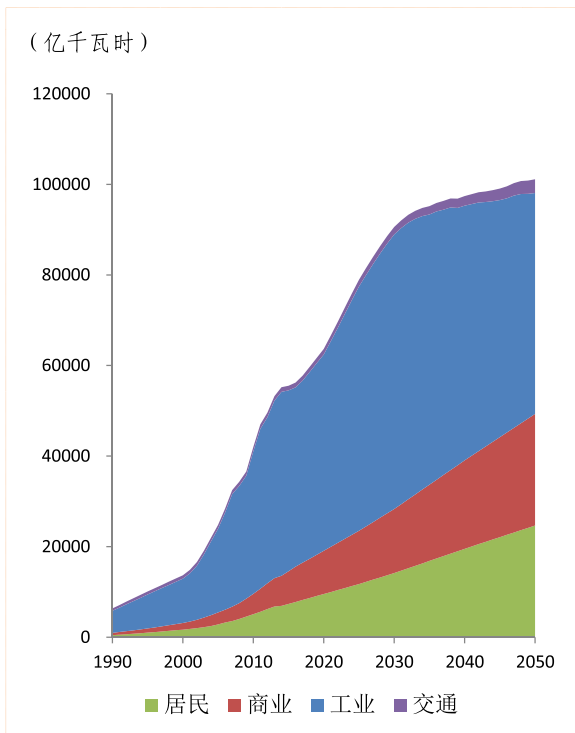


中国煤电比重持续下降，清洁能源发电比重不断上升， 2050年约2/3电力供应来自清洁能源





中国工业用电比重不断下降，未来用电结构更加均衡



►中国的用电结构将由目前的以工业用电为主，向工业、商业、居民均衡发展转变。

►工业用电比重将不断下降，由目前的74%左右，下降到2050年的48%。

►居民、商业用电比重不断上升，分别由目前的13%左右上升到2050年的24%以上。

►交通用电所占比重将由目前的1.8%升至2050年的3%。



全球和中国 不同情景结果展示



四种情景的展示

对能源长期趋势的预测会面临诸多不确定性，比如经济危机、战争的爆发、关键能源技术的突破、能源利用方式的重大变革，等等。本展望从目前可以预见到的趋势出发，重点介绍了基准情景（即现政策情景）。为了减少不确定性，根据可能的政策取向和发展路径，另设了粗放情景、低碳情景和强约束情景。以下为不同情景的结果展示与对比。



四种情景的设定——现政策情景（基准情景）

- 经济及结构：2050年前世界经济平均增速**2.0%**左右；经济总体呈轻型化特征，服务业比重上升至**75%**。
- 能源效率：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。工业等用能技术效率**2030年**比目前提高**15%**左右，**2030年后**用能效率继续提升，但增速有所放缓，**2050年**比**2030年**提高**6%**。
- 可再生能源技术及成本：可再生能源发电成本不断降低，**2030年**风电和太阳能发电成本分别低于和接近传统能源发电水平，新能源汽车电池成本下降**50%**，**2030年后**成本继续下降但降速放缓。储能和智能电网技术的应用在**2030年前后**实现较大突破。
- 能源政策：未来能源政策按目前预期趋势发展，各国普遍关注环境污染和**CO₂**减排，主要国家延续对清洁能源利用的鼓励政策，CCS技术应用以示范为主。



四种情景的设置——粗放情景

- 经济及结构：2050年前世界经济平均增速2.2%左右；服务业比重上升速度低于基准情景为73%。能源利用上偏重经济性。
- 能源效率：车辆燃油经济性年均提高1%左右，煤电发电效率年均增长0.4%左右。工业等用能技术效率进步相对缓慢，2030年比目前提高12%，2050年比2030年提高4%。
- 可再生能源技术及成本：可再生能源发电成本有所降低，储能技术等进展不大。非化石能源发电成本下降缓慢，经济性长期处于相对劣势。新能源汽车及电池技术技术发展低于预期，交通运输行业长期以燃料车辆为主，在预测期末才开始有所突破。
- 能源政策：对环境保护和气候变化关注较小，全球气候谈判基本无实质性进展，主要国家对清洁能源利用鼓励较小，对化石能源的依赖无实质性变化。



四种情景的设置——低碳情景

- 经济及结构：2050年前世界经济平均增速1.7%左右，低于基准情景；服务业比重上升速度高于基准情景达到77%。
- 能源效率：车辆燃油经济性年均提高3%左右，煤电机组更新换代加快，发电效率年均增长0.6%左右。工业等用能技术效率2030年比目前提高18%左右，2050年比2030年提高8%。
- 可再生能源技术及成本：可再生能源发电成本不断降低，2030年风电、太阳能发电成本均低于传统能源发电水平，新能源汽车整车成本基本与传统车辆相当。储能和智能电网技术以更快的速度促进风能、太阳能的发展。
- 能源政策：清洁化能源政策以比目前更严格的趋势发展，各国更加关注环境政策和气候变化，CCS技术在小范围应用。



四种情景的设置——强约束情景

- 即450ppm CO₂当量浓度情景，以实现2℃温控为目标。以重大体制和技术变革，将2100年的温升控制在相对工业化前2℃以内。
- 能源效率：节能技术取得重大进展，车辆燃油经济性年均提高5%以上，工业等用能技术效率2030年比目前提高50%以上。
- 可再生能源技术及成本：储能技术和智能化技术取得重大突破，可再生能源发电成本大幅降低，相对竞争性大幅提高，得到更加广泛的应用，新能源汽车对传统燃料汽车以更早的时间实现大规模替代。
- 能源政策：全球自主碳减排决定贡献谈判取得重大进展，各国对化石能源利用采取更加严格的控制政策，对可再生能源发展甚至采取不计成本的鼓励政策，CCS技术在较大范围应用。

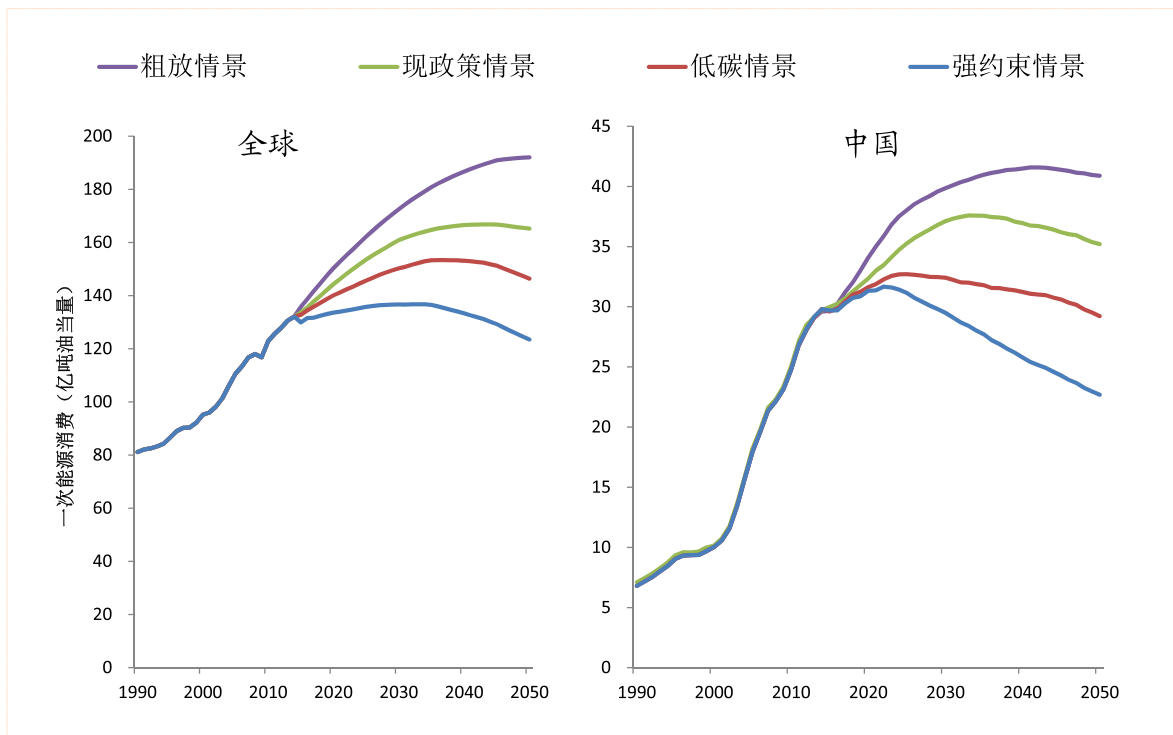


全球和中国
不同情景结果展示

一次能源



全球和中国不同情景一次能源消费总量





全球不同情景一次能源消费总量

- 在粗放情景下，全球能源消费将持续增长，到2050年一次能源消费总量达到190亿吨油当量，年均增长1.0%。
- 在现政策情景下，全球一次能源消费由2014年的133亿吨油当量，到 2045年达到167亿吨油当量的峰值，年均增长0.7%；2050年，一次能源消费将下降到165亿吨油当量。
- 在低碳情景下，全球一次能源消费在2040年达到峰值，为149亿吨油当量；到2050年，一次能源消费量将下降到141亿吨油当量。
- 在强约束情景下，全球一次能源消费峰值只有133亿吨油当量，并且提前至2027年达到；到2050年，能源消费量将下降到117亿吨油当量，比目前低约10%。

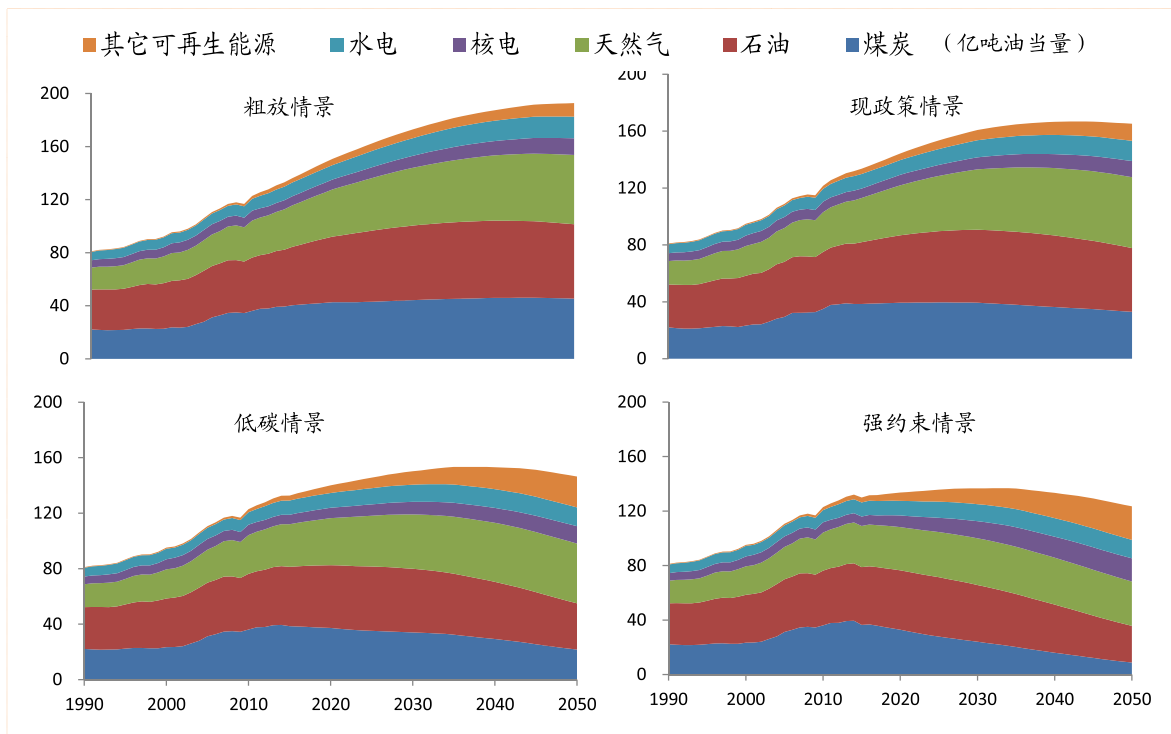


中国不同情景一次能源消费总量比较

- 在粗放情景下，中国能源消费到2042年才将达到峰值41.6亿吨油当量，2014-2042年能源消费年均增速1.2%。
- 在现政策情景下，中国能源消费2035年达到峰值37.5亿吨油当量，2014-2035年年均增长1.1%。2050年，一次能源消费量下降到35.2亿吨油当量，2030-2050年年均下降0.4%。
- 在低碳情景下，中国能源消费到2025年达到峰值32.7亿吨油当量，到2050年下降到29.2亿吨油当量，比目前低2%。
- 在强约束情景下，中国能源消费量将提前到2022年达到峰值32.3亿吨油当量，到2050年下降到22.7亿吨油当量，比目前低24%。



不同情景下分品种全球一次能源消费总量



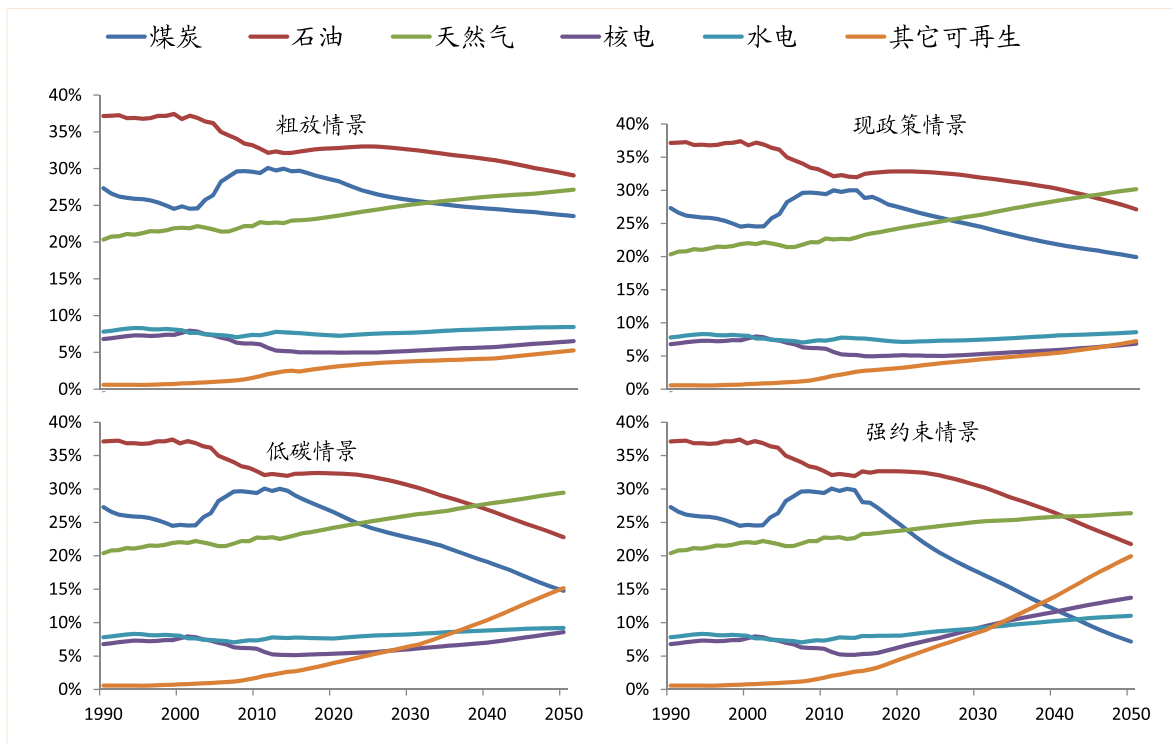


不同情景下分品种全球一次能源消费总量

- 在粗放情景下，全球化石能源的消费将持续增长，由2014年的112.4亿吨油当量，增长至2050年的153.7亿吨油当量，年均增长0.9%；非化石能源由18.1亿吨油当量增长到36亿吨油当量，年均增长1.6%。
- 在现政策情景下，化石能源消费将在2035年前后出现峰值，达到135亿吨油当量；非化石能源到2050年将达到37.6亿吨油当量，年均增长1.7%。
- 在低碳情景下，化石能源消费在2030年前后达到峰值119亿吨油当量；非化石能源到2050年达到42.7亿吨油当量，年均增长2.4%。
- 在强约束情景下，化石能源消费将从目前开始持续下降，到2050年将比目前低40%左右；非化石能源到2050年达到49亿吨油当量，年均增长2.8%。



不同情景下分品种全球一次能源消费结构



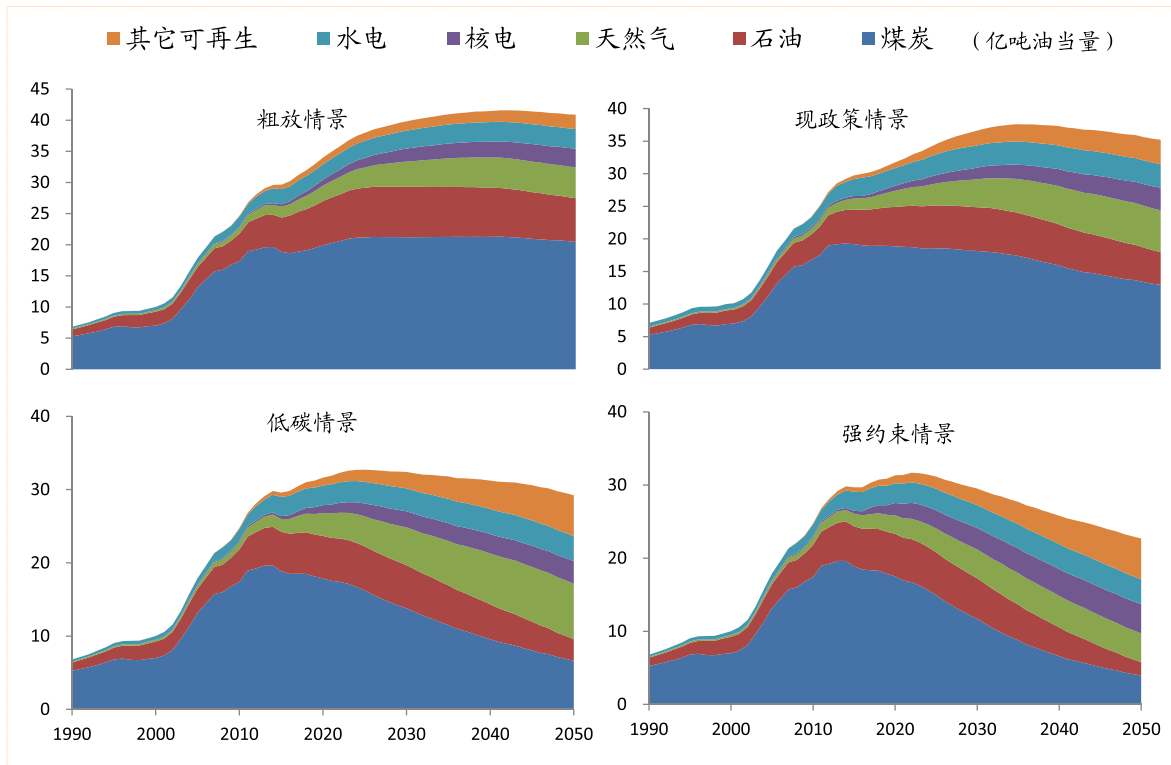


不同情景下分品种全球一次能源消费结构

- 在粗放情景下，石油消费比重由2014年的32%下降到2050年的29%，但仍保持第一大能源品种的地位；天然气比重由2014年的23%上升到2050年的27%，在2032年前后超过煤炭位居第二位；煤炭 比重由2014年的30%下降到2050年的24%，位居第三。非化石能源比重上升到2050年的20%。
- 在现政策情景下，石油消费比重由32%下降到27%，位居第二；天然气比重由23%上升到30%，2045年前后超过石油位居第一位；煤炭比重由30%下降到2050年的20%，位居第三。非化石能源比重2050年上升到23%。
- 在低碳情景下，石油消费比重由32%下降到23%，位居第二；天然气比重由23%上升到29%，超过石油位居第一位；煤炭 比重由30%下降到2050年的15%，位居第三。非化石能源比重上升到2050年的33%。
- 在强约束情景下，石油消费比重由32%下降到22%，位居第二；天然气比重由23%上升到26%，超过石油位居第一位；煤炭 比重由30%下降到2050年的7%，低于核电、水电和其它可再生能源的比重，居最末位。非化石能源比重上升到45%。



不同情景下分品种中国一次能源消费



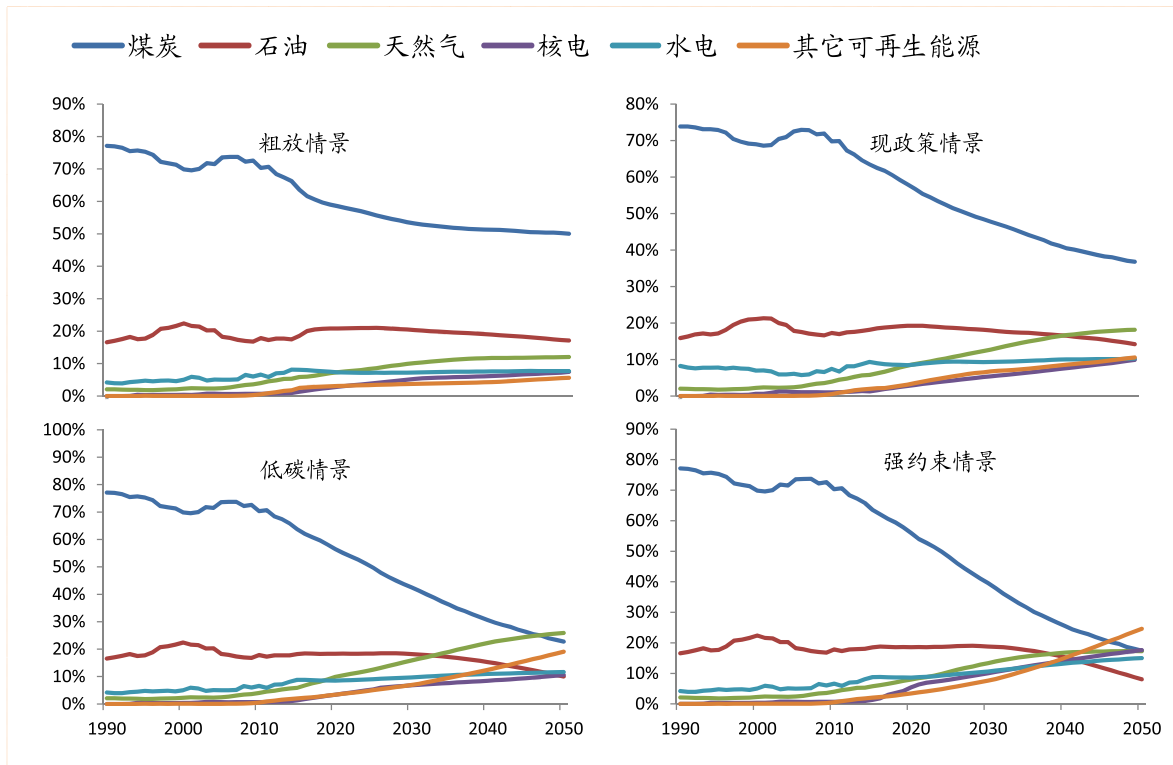


不同情景下分品种中国一次能源消费

- 在粗放情景下，化石能源的消费总量将增长至2040年前后。由2014年的26.4亿吨油当量，增长至2040年的34亿吨油当量，年均增长1.0%；非化石能源由3.2亿吨油当量持续增长到2050年的8.5亿吨油当量，年均增长2.8%
- 在现政策情景下，化石能源消费将在2030年前后出现峰值，峰值为29.3亿吨油当量，到2050年化石能源消费下降到24.4亿吨油当量；非化石能源增长到2050年的10.8亿吨油当量，年均增长3.1%。
- 在低碳情景下，化石能源消费在2020年前后达到峰值，峰值为26.8亿吨油当量，之后出现快速下降；非化石能源增长到2050年的12.1亿吨油当量，年均增长3.8%。
- 在强约束情景下，化石能源消费将从目前开始持续下降，到2050年将比目前低60%左右；非化石能源消费量将由目前的3.2亿吨油当量增长到2050年的13.0亿吨油当量，年均增长4.0%。



分情景中国一次能源消费结构



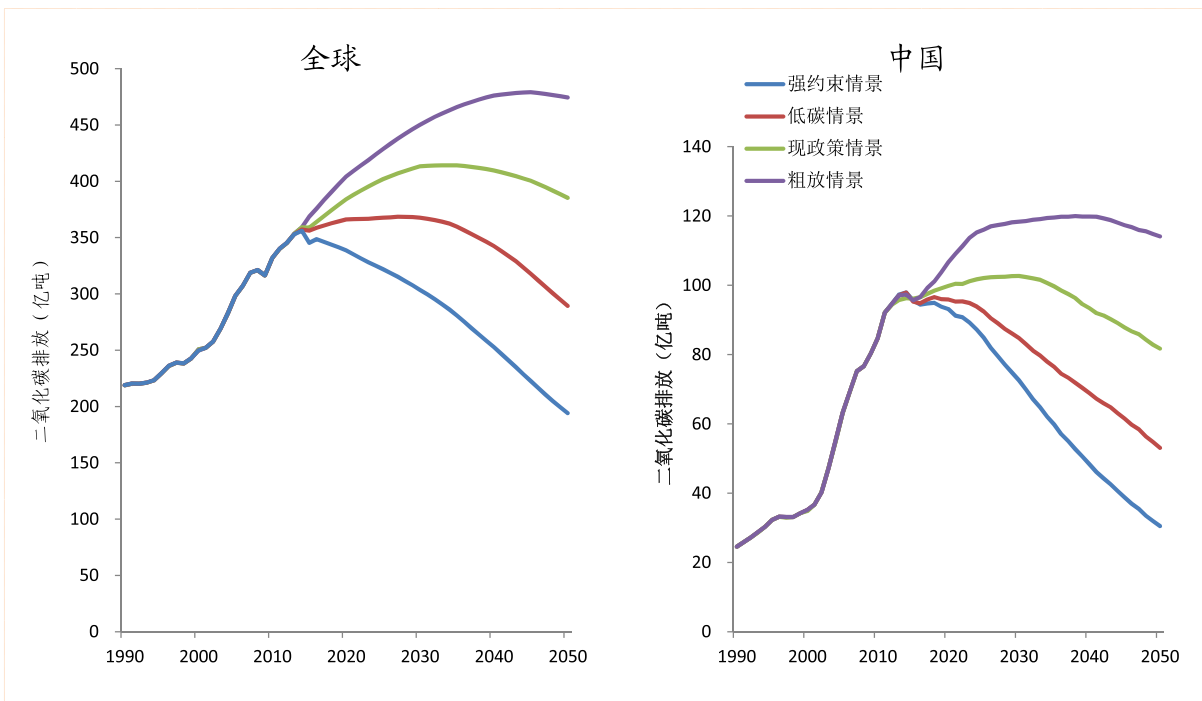


分情景中国一次能源消费结构

- 在粗放情景下，石油消费比重基本保持稳定，由2014年的17.5%下降到2050年的17.1%；天然气比重由2014年的5.7%上升到2050年的12.0%；煤炭 比重由2014年的66%下降到2050年的50%，但仍位居第一。非化石能源比重由2014年的11%上升到2050年的20.8%。
- 在现政策情景下，石油消费比重由17.5%下降到14.2%；天然气比重由5.7%上升到18.2%，2040年前后超过石油位居第二位；煤炭 比重由66%下降到2050年的36.8%，但仍位居第一。非化石能源比重由11%上升到30.8%。
- 在低碳情景下，石油消费比重由17.5%下降到10%；天然气比重由5.7%上升到25.9%，超过煤炭位居第一位；煤炭 比重由66%下降到2050年的22.7%，下降到第二位。非化石能源比重由11%上升到41.4%。
- 在强约束情景下，石油消费比重由17.5%下降到8%；天然气比重由5.7%上升到17.3%，与核电和煤炭消费基本持平；煤炭 比重由66%下降到2050年的17.4%。非化石能源比重由11%上升到57.2%，其中太阳能和风电等其它可再生能源占25%。



全球和中国不同情景二氧化碳排放预测





全球不同情景二氧化碳排放

- 在粗放情景情景下，全球二氧化碳排放将由2014年的356亿吨，达到2045年479亿吨的峰值，年均增长0.9%。2050年，二氧化碳排放下降到474亿吨。
- 在现政策情景下，全球二氧化碳排放将由2014年的356亿吨，2032年达到414亿吨的峰值，年均增长0.9%。2050年，二氧化碳排放下降到385亿吨。
- 在低碳情景下，全球二氧化碳排放将在2027年达到峰值369亿吨；到2050年，二氧化碳排放将下降到289亿吨。
- 在强约束情景下，全球二氧化碳排放将持续下降，到2050年，排放量将下降到194亿吨，比目前低约45%。



全球不同情景二氧化碳排放

- 在粗放情景情景下，中国二氧化碳排放将由2014年的97亿吨，增长到2040年的峰值120亿吨，年均增长0.8%。2050年，二氧化碳排放下降到114亿吨。
- 在现政策情景下，中国二氧化碳排放将由2014年的97亿吨，增长到2030年的峰值102亿吨，年均增长0.7%；2050年，二氧化碳排放下降到82亿吨。
- 在低碳情景下，中国二氧化碳排放将在2018年左右即到达峰值97亿吨；到2050年，二氧化碳排放将下降到53亿吨。
- 在强约束情景下，中国二氧化碳排放量将持续下降，到2050年下降到30亿吨，比目前低64%。

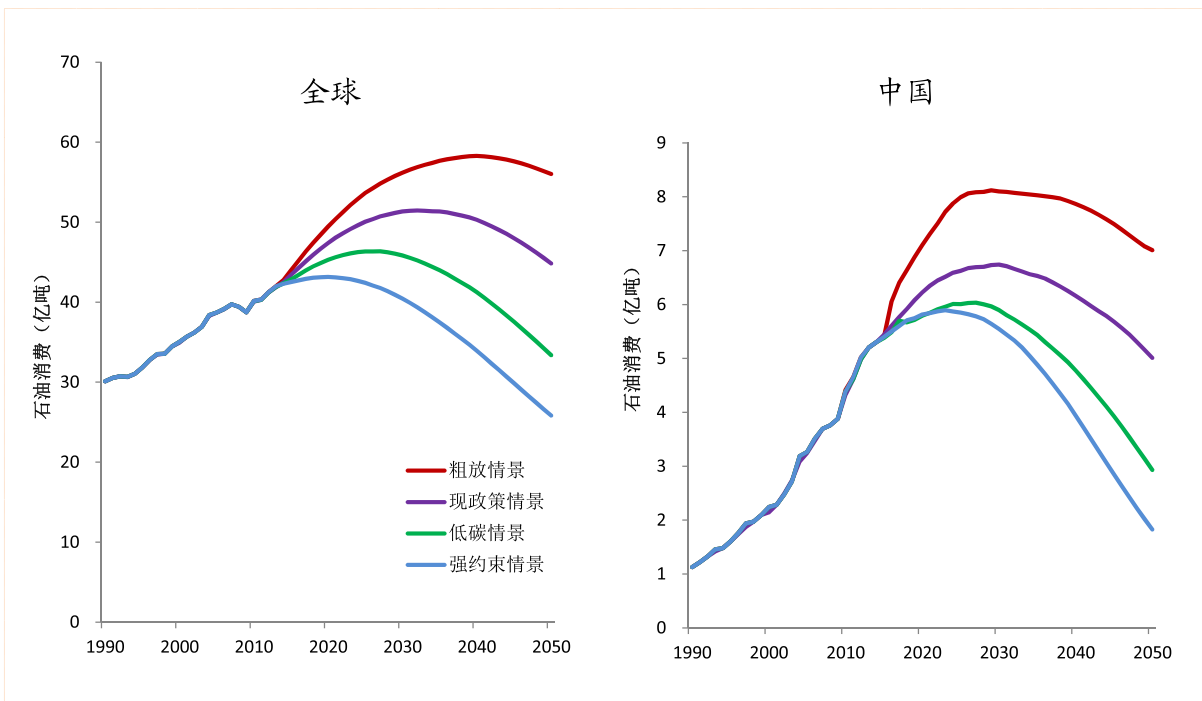


全球和中国
不同情景结果展示

石油



全球和中国不同情景石油消费总量





全球不同情景石油消费总量

- 在粗放情景情景下，全球石油消费将持续增长至2040年才达到峰值，峰值为58.3亿吨，年均增长1.2%。2050年石油消费量降至56亿吨。
- 在现政策情景下，全球石油消费2030年左右达到约51亿吨的峰值，年均增长1.2%。2050年，石油消费下降到44.8亿吨。
- 在低碳情景下，全球石油消费在2025年左右达到峰值46.3亿吨；到2050年，石油消费将下降到33.4亿吨，比目前低20%左右。
- 在强约束情景下，全球石油消费的峰值只有43.2亿吨，并且提前至2020年达到；到2050年，石油消费量将下降到25.8亿吨，比目前低约36%。



中国不同情景石油消费总量

- 在粗放情景情景下，中国石油消费到2030年达到峰值8.1亿吨，平均增速2.9%；到2050年下降到7.0亿吨。
- 在现政策情景下，中国石油消费2014年为5.2亿吨，2027年达到峰值6.7亿吨，年均增长2.0%。2050年，石油消费量下降到5.0亿吨。
- 在低碳情景下，中国石油消费在2025年左右达到6.0亿吨的峰值，到2050年石油消费将下降到2.9亿吨，比目前低44%左右。
- 在强约束情景下，中国石油消费量将提前到2022年达到峰值5.9亿吨，到2050年下降到1.8亿吨，比目前低65%。

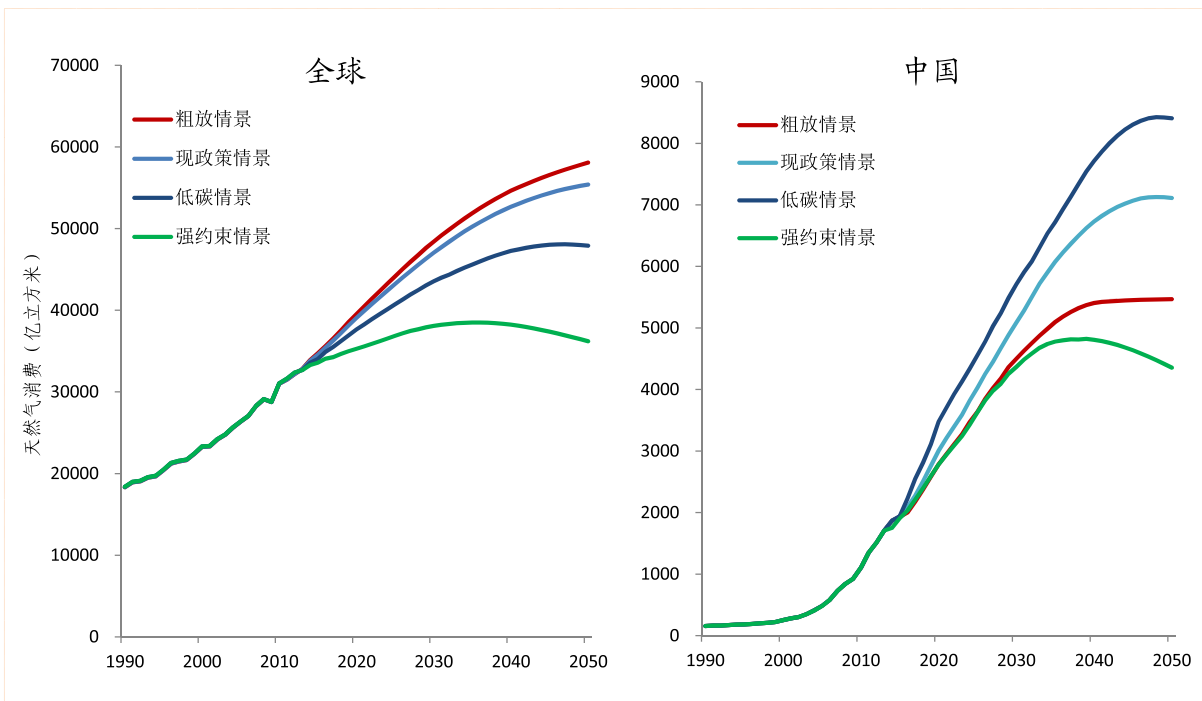


**全球和中国
不同情景结果展示**

天然气



全球和中国不同情景天然气消费量





全球不同情景天然气消费量

- 在粗放情景情景下，全球天然气消费将持续较快增长，到2050年达到5.8万亿立方米，年均增长1.5%。
- 在现政策情景下，全球天然气消费由2014年的3.4万亿立方米，持续增长至2050年的5.5万亿立方米，年均增长1.4%。
- 在低碳情景下，全球天然气消费在2045年左右达到峰值，大约为4.8万亿立方米；2040-2050年，全球天然气消费维持在4.8万亿立方米左右。
- 在强约束情景下，全球天然气消费将会在2035年左右出现峰值，消费量大约为3.85万亿立方米；到2050年，天然气消费量将下降到3.6万亿立方米，与目前消费量接近。



中国不同情景天然气消费量

- 在粗放情景情景下，中国天然气消费到2050年将达到5500亿立方米，2014-2050年平均增速3.0%。
- 在现政策情景下，中国天然气2030年增长到5100亿立方米，2050年达到7100亿立方米，2014-2050年年均增长3.8%。
- 在低碳情景下，中国天然气消费在2050年左右达到8400亿立方米，2014-2050年平均增速4.3%。
- 在强约束情景下，中国天然气消费量将提前到2035年达到峰值4800亿立方米；到2050年下降到4400亿立方米。
- 这里需要说明的是，中国关于天然气的情景分类与全球分类不同，全球主要是根据碳排放进行分类，中国煤炭消费比重很大，是从天然气替代煤炭的角度进行分类，如粗放情景下能源利用偏重经济性，因此天然气消费量较小。

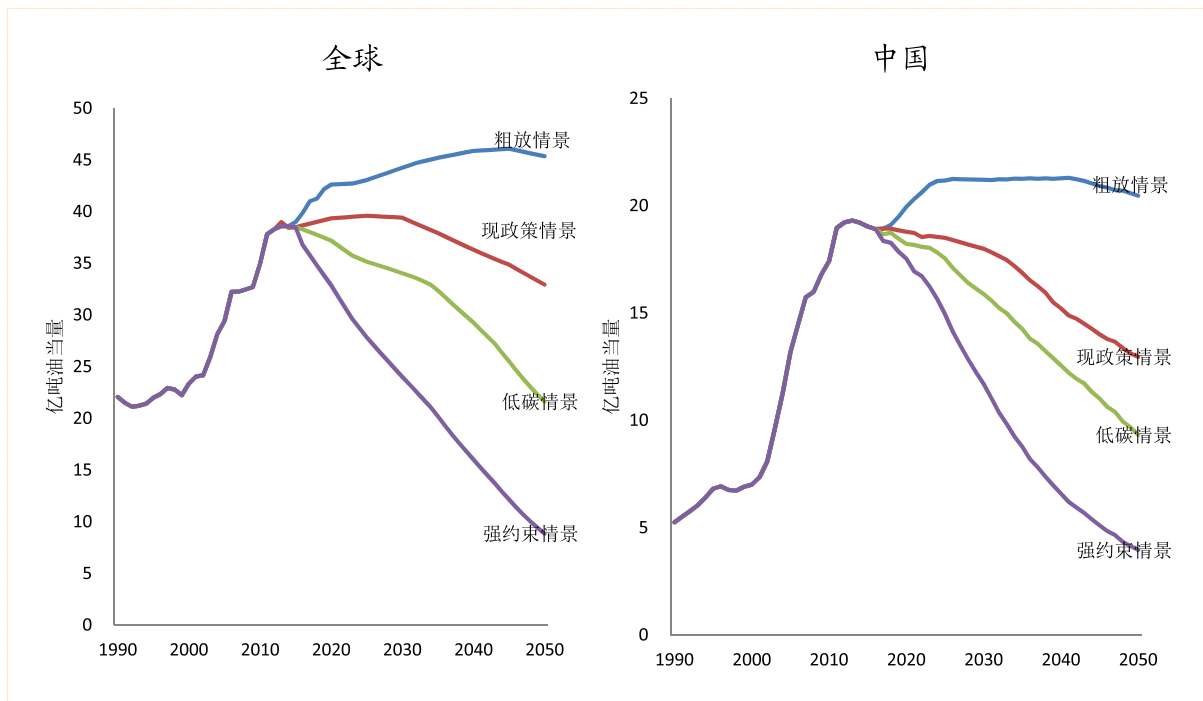


全球和中国
不同情景结果展示

煤炭



全球和中国不同情景煤炭消费量





全球不同情景煤炭消费量

- 在粗放情景情景下，全球煤炭消费缓慢增长，到2040年左右煤炭消费达到46亿吨油当量的峰值，2040-2050年煤炭消费保持平稳。
- 在现政策情景下，全球煤炭消费缓慢增长到2030年的39.5亿吨油当量，之后降速逐渐加快，2050年消费33亿吨油当量。
- 在低碳情景下，全球煤炭消费将较快下降到2050年的22亿吨油当量，比目前低44%左右。
- 在强约束情景下，全球煤炭消费以更快地速度下降，2050年降至8.9亿吨油当量，比目前低约80%。



中国不同情景煤炭消费量

- 在粗放情景下，中国煤炭消费将缓慢增长至到2030年左右的峰值21.3亿吨油当量，到2050年降至20.5亿吨油当量，年均增长0.2%。
- 在现政策情景下，中国煤炭消费将由目前的19.2亿吨油当量，逐步下降到2050年的13亿吨油当量，年均下降1%。
- 在低碳情景下，2050年中国煤炭消费将下降到9.3亿吨油当量，比目前低52%左右，年均下降2%。
- 在强约束情景下，2050年中国煤炭消费到将下降到4.0亿吨油当量，比目前低80%左右，年均下降4.4%。

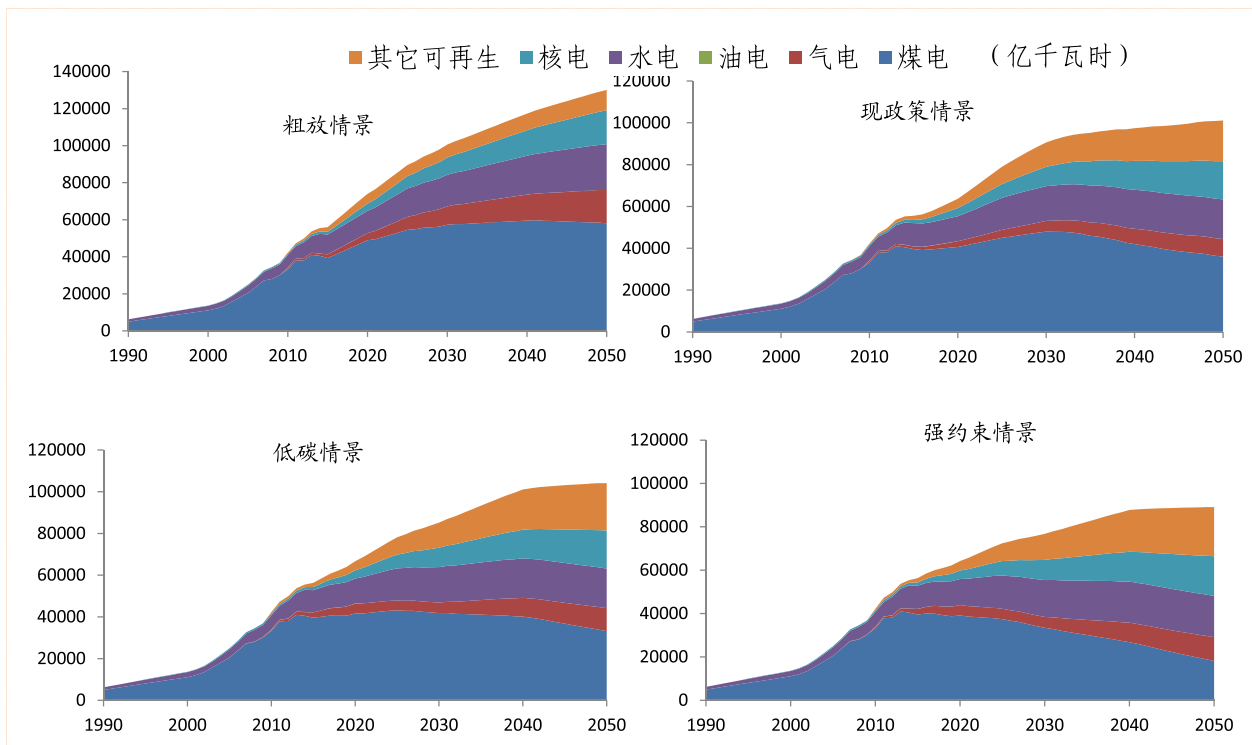


全球和中国
不同情景结果展示

电 力



中国分情景不同燃料类型发电量



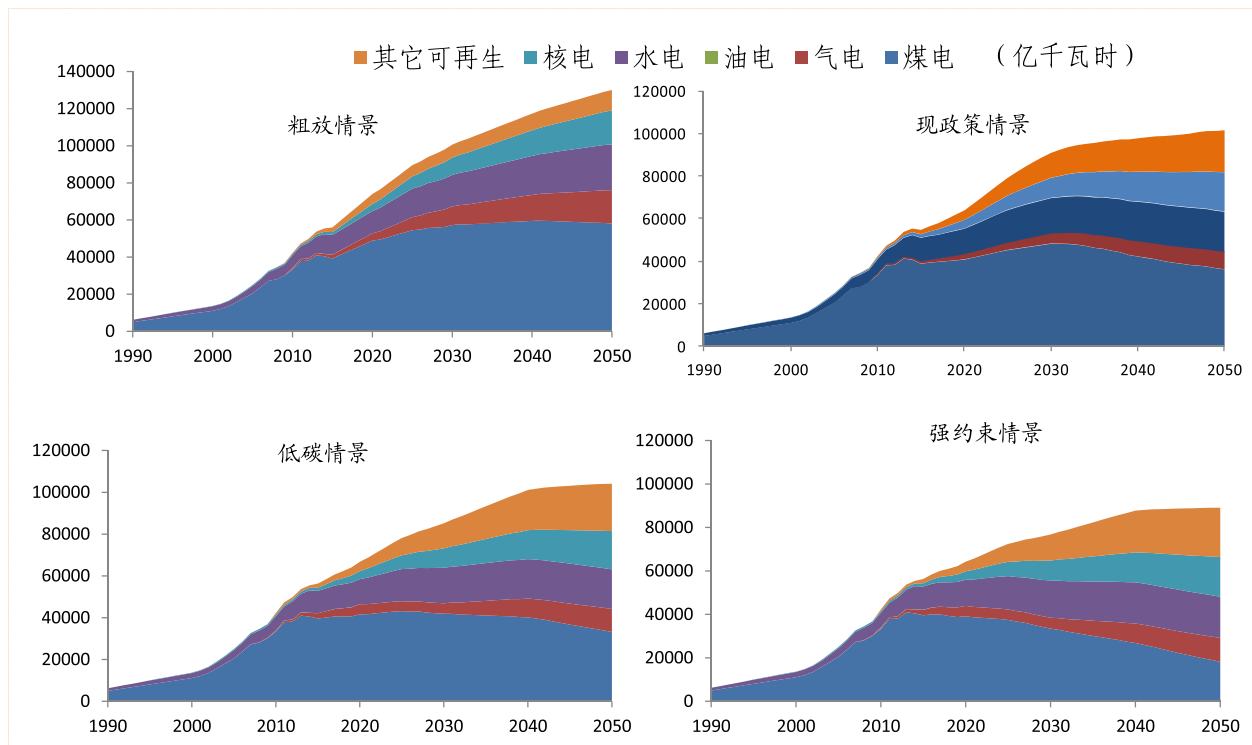


全球分情景不同燃料类型发电量

- 在粗放情景下，全球发电量2050年达到44.5万亿千瓦时，年均增长1.6%。
- 在现政策情景下，全球发电量2050年达到40.7万亿千瓦时，年均增长1.4%。
- 在低碳情景下，全球发电量2050年达到32.3万亿千瓦时，年均增长0.9%。
- 在强约束情景下，全球发电量2050年为31.3万亿千瓦时，年均增长0.7%。



中国分情景不同燃料类型发电量





中国分情景不同燃料类型发电量

- 在粗放情景下，中国发电量将由目前的5.5万亿千瓦时增长到2050年的13.0万亿千瓦时，年均增长2.5%。
- 在现政策情景下，中国发电量将由目前的5.5万亿千瓦时增长到2050年的10万亿千瓦时，年均增长1.7%。
- 在低碳情景下，中国发电量将由目前的5.5万亿千瓦时增长到2050年的10.4万亿千瓦时，年均增长1.8%。
- 在强约束情景下，中国发电量将由目前的5.5万亿千瓦时增长到2050年的8.9万亿千瓦时，年均增长1.4%。



参考文献

- 世界银行、国务院发展研究中心, 2030年的中国: 建设现代、和谐、有创造力的高收入社会, 2013.
- 韩文科、杨玉峰等, 中国能源展望, 北京: 中国经济出版社, 2012.
- 国家统计局, 中国能源统计年鉴, 北京: 中国统计出版社, 2015.
- 清华大学中国车用能源研究中心, 中国车用能源展望, 北京: 科学出版社, 2012.
- 国际能源署, 能源技术展望——面向2050年的情景与战略, 2009年4月.
- EIA, International Energy Outlook 2014, U.S., 2015.
- IEA, World Energy Outlook 2014, Paris, France, 2015.
- ExxonMobil, The Outlook of Energy: A View to 2040, U.S., 2015.
- Shell, New Lens Scenarios: A Shift in Perspective for a World in Transition, 2013.
- BP, Energy Outlook 2035, London, United Kingdom, 2015.
- BP, Statistical Review of World Energy 2015, London, United Kingdom, 2015
- European Commission Joint Research Centre, Trends in global CO₂ emissions: 2013 Report, 2013.
- World Bank, World Development Indicators, 2015.
- The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Global and Russian Energy Outlook to 2040, Moscow, Russia, 2014.
- Statoil, Energy Perspectives 2015, Norway, June 2015.