

2020年中国电机工程学会年会

2060年碳中和目标下的低碳能源转型情景分析

张希良

清华大学能源环境经济研究所



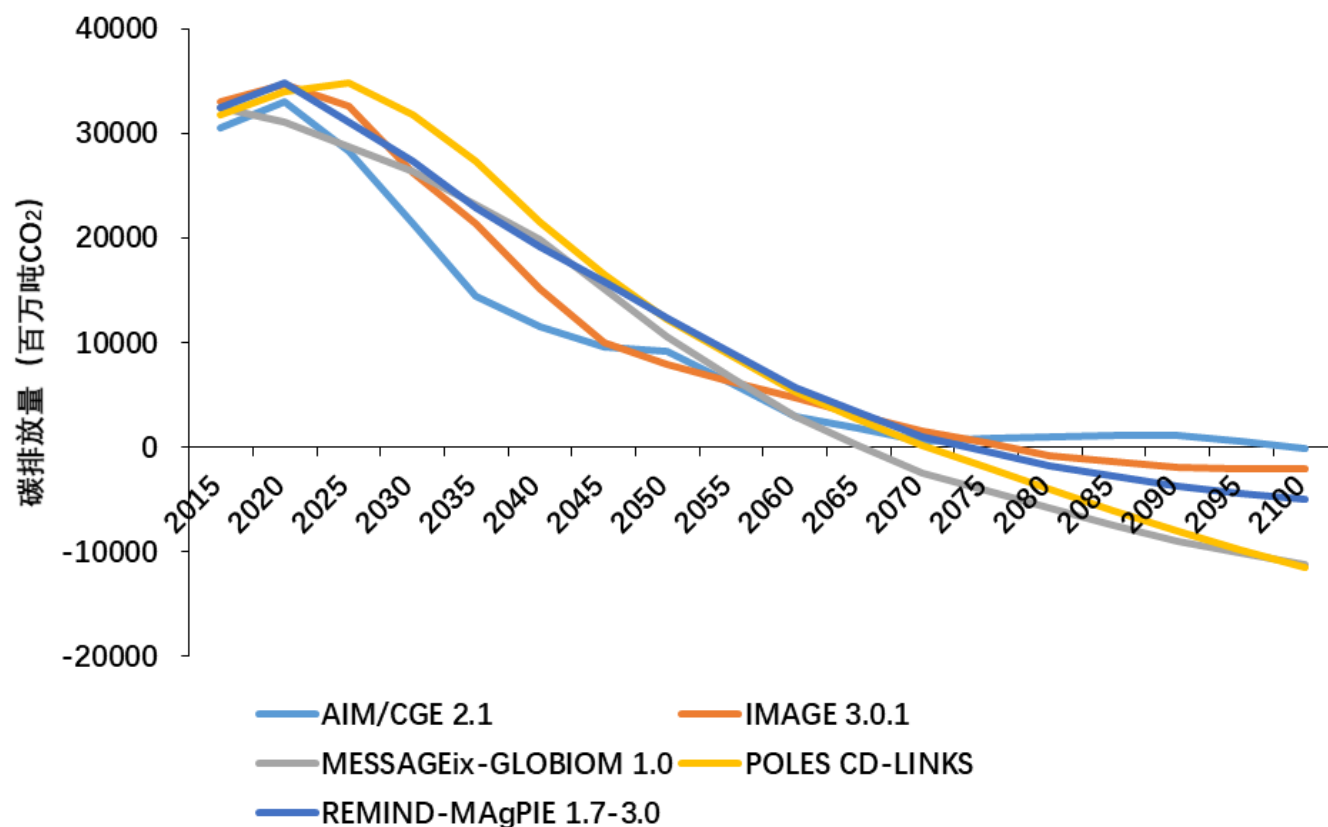
清华大学能源环境经济研究所
INSTITUTE of ENERGY, ENVIRONMENT and ECONOMY
TSINGHUA UNIVERSITY

2015年巴黎气候大会通过《巴黎协定》

1. 确定了控制全球温度上升的目标：**将温升控制在 2°C 之内，并争取控制在 1.5°C 之内；**
2. 提出了旨在不断提高各国NDC力度的全球盘点机制；
3. 要求各国提出到本世纪中叶的低温室气体低排放战略；



以大于66%概率实现2°C温升控制目标的 全球能源相关的CO₂排放轨迹



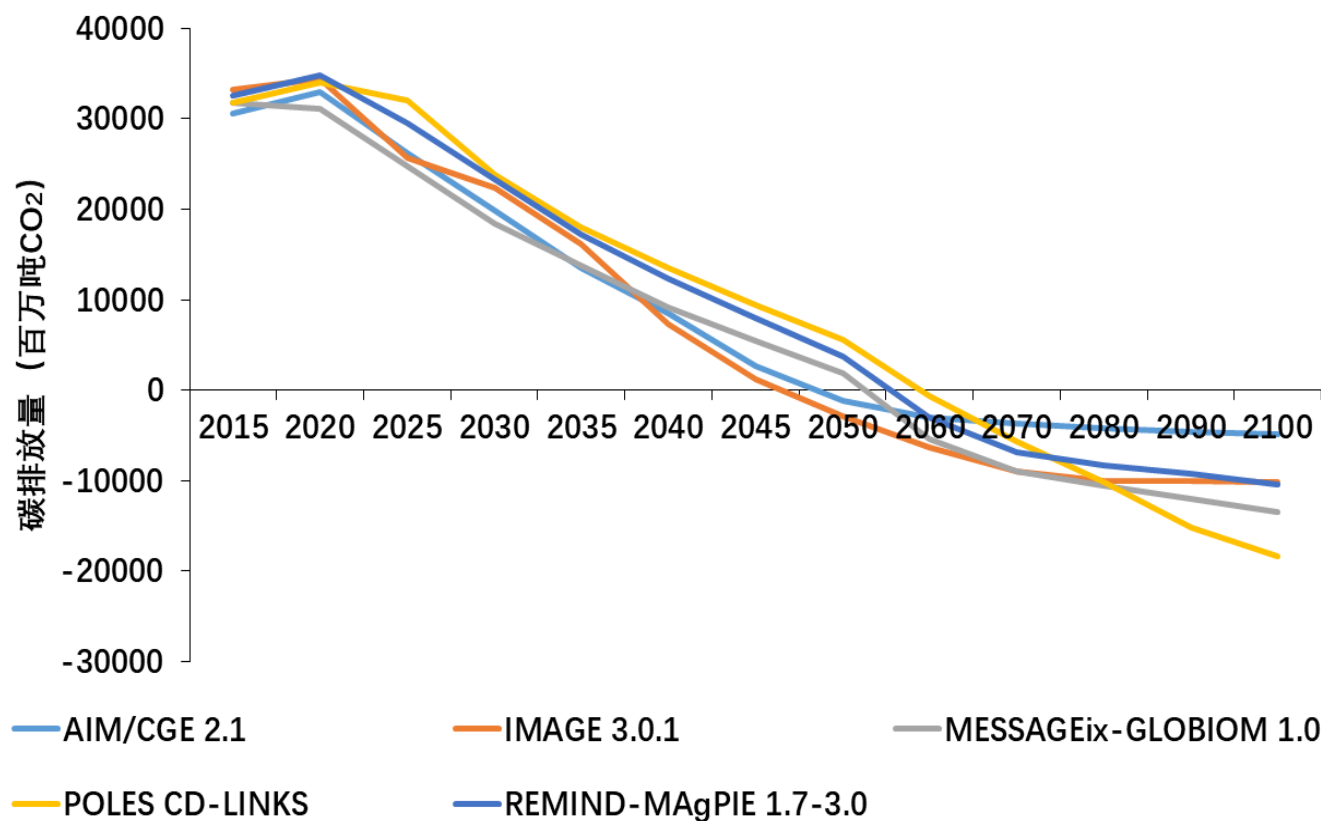
- AIM/CGE (Center for Social and Environmental Systems Research, Japan)
- MESSAGE-GLOBIOM 1.0 (IIASA, Laxenburg)
- IMAGE (Netherlands Environmental Assessment Agency)
- POLES (Joint Research Centre, EU)
- REMIND (Potsdam Institute for Climate Impact Research, Germany)

Source: Luderer et al. (2018) *Nature Climate Change*



清华大学能源环境经济研究所
INSTITUTE of ENERGY, ENVIRONMENT and ECONOMY
TSINGHUA UNIVERSITY

以大于66%概率实现1.5°C目标的温升控制目标的 全球能源相关的CO₂排放轨迹



- AIM/CGE (Center for Social and Environmental Systems Research, Japan)
- MESSAGE-GLOBIOM 1.0 (IIASA, Laxenburg)
- IMAGE(Netherlands Environmental Assessment Agency)
- POLES(Joint Research Centre, EU)
- REMIND(Potsdam Institute for Climate Impact Research, Germany)

Sources : Luderer et al. (2018). *Nature Climate Change* and
McCollum et al. (2018) *Nature Energy*



清华大学能源环境经济研究所
INSTITUTE of ENERGY, ENVIRONMENT and ECONOMY
TSINGHUA UNIVERSITY

分析方法与主要考虑

1. 预设碳排放控制目标，倒逼能源与经济转型，采用多情景模拟的方法，识别未来的能源转型和碳减排路径；
2. 把能源消费量和碳排放量看作经济系统发展演变的结果，充分考虑能源部门之间以及与其他经济部门之间的直接和间接的联动关系；
3. 从全球的视角研究中国的碳排放路径，充分考虑我国经济与其他经济体之间的联动关系；
4. 评估低碳能源转型对政策干预力度的需求和对经济的影响。

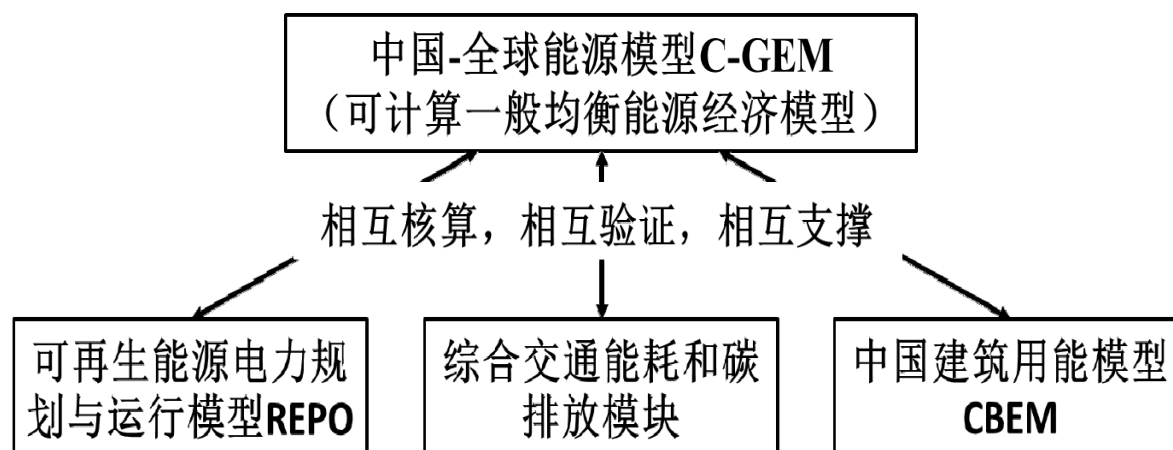


主要模型—中国全球能源经济模型C-GEM

- 全球可计算一般均衡CGE模型
- 清华大学与MIT共同开发
- 具有比较详细的产业部门和能源技术刻画
- 2012年开始构建，已在国家发改委、生态环境部、能源局、科技部等多个项目中采用，发表多篇国际学术期刊论文



中国2060年碳中和情景分析模型框架



■ 可计算一般均衡能源经济模型

- 全球模型CGEM
- 来自清华大学与MIT合作项目

■ 部门模型

- 可再生能源电力规划与运行模型REPO
- 综合交通能耗和碳排放模块
- 中国建筑用能模型CBEM



四个典型碳排放情景

■ 当前政策情景

- 以中国在巴黎气候变化大会上承诺的碳减排力度为依据：
 - 碳排放在2030年左右达峰
 - 单位GDP碳排放与2005年相比下降60-65%

■ 2060年碳中和情景

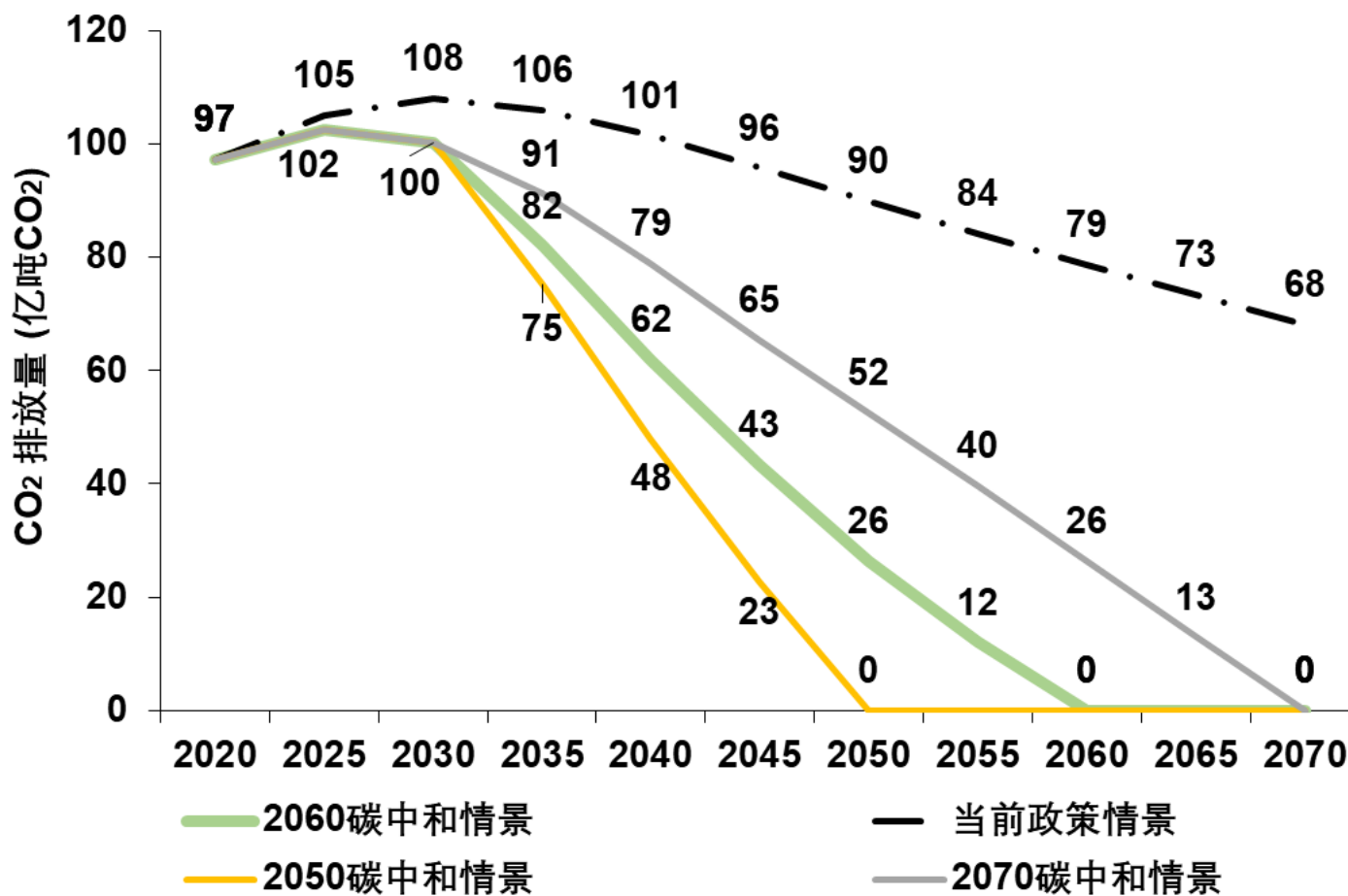
- 以习近平总书记2020年9月22日在联合国大会上的讲话为指引：
 - 碳排放在2030年之前达峰
 - 努力在2060年之前实现碳中和

■ 2050年碳中和情景

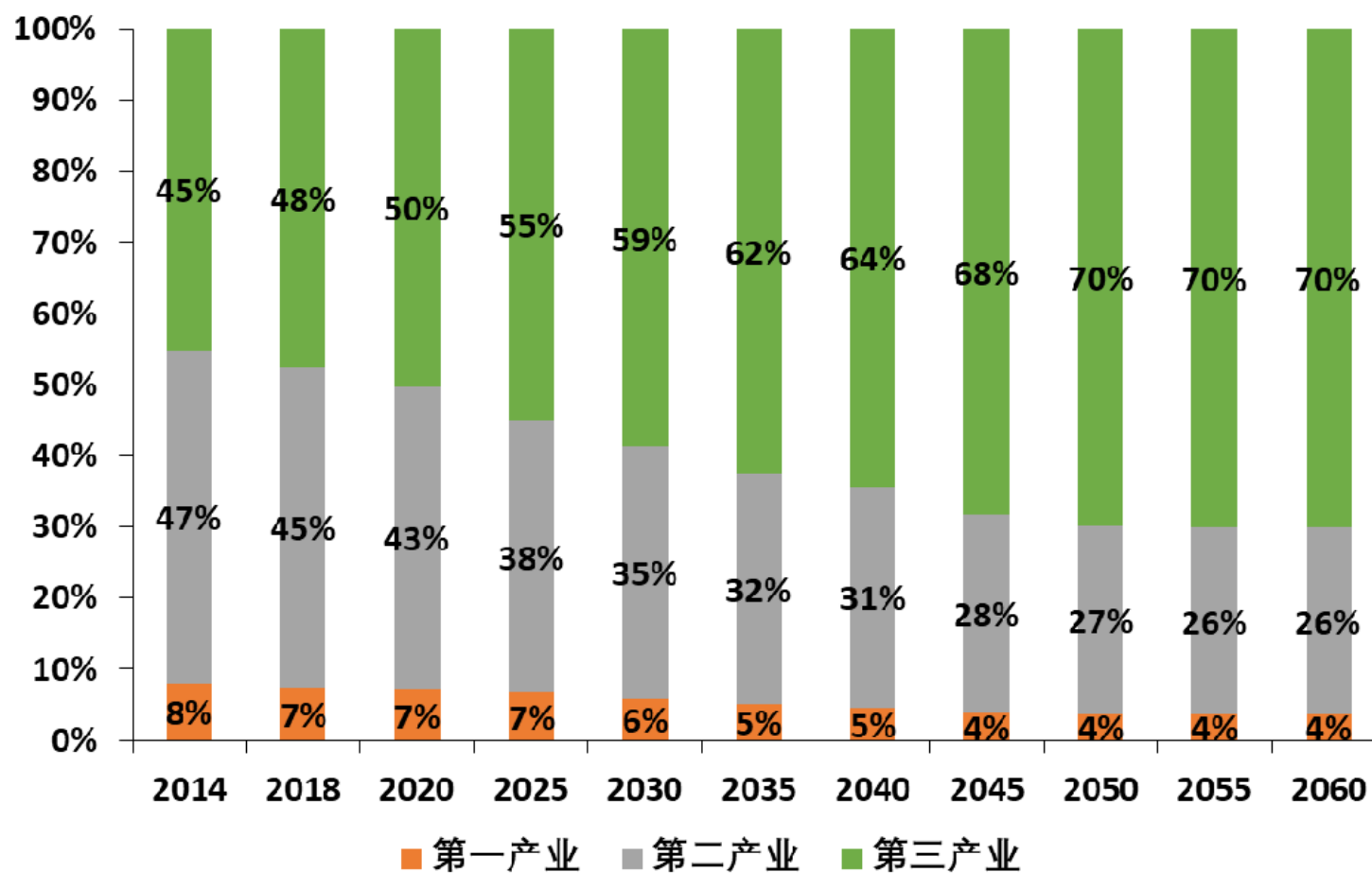
■ 2070年碳中和情景



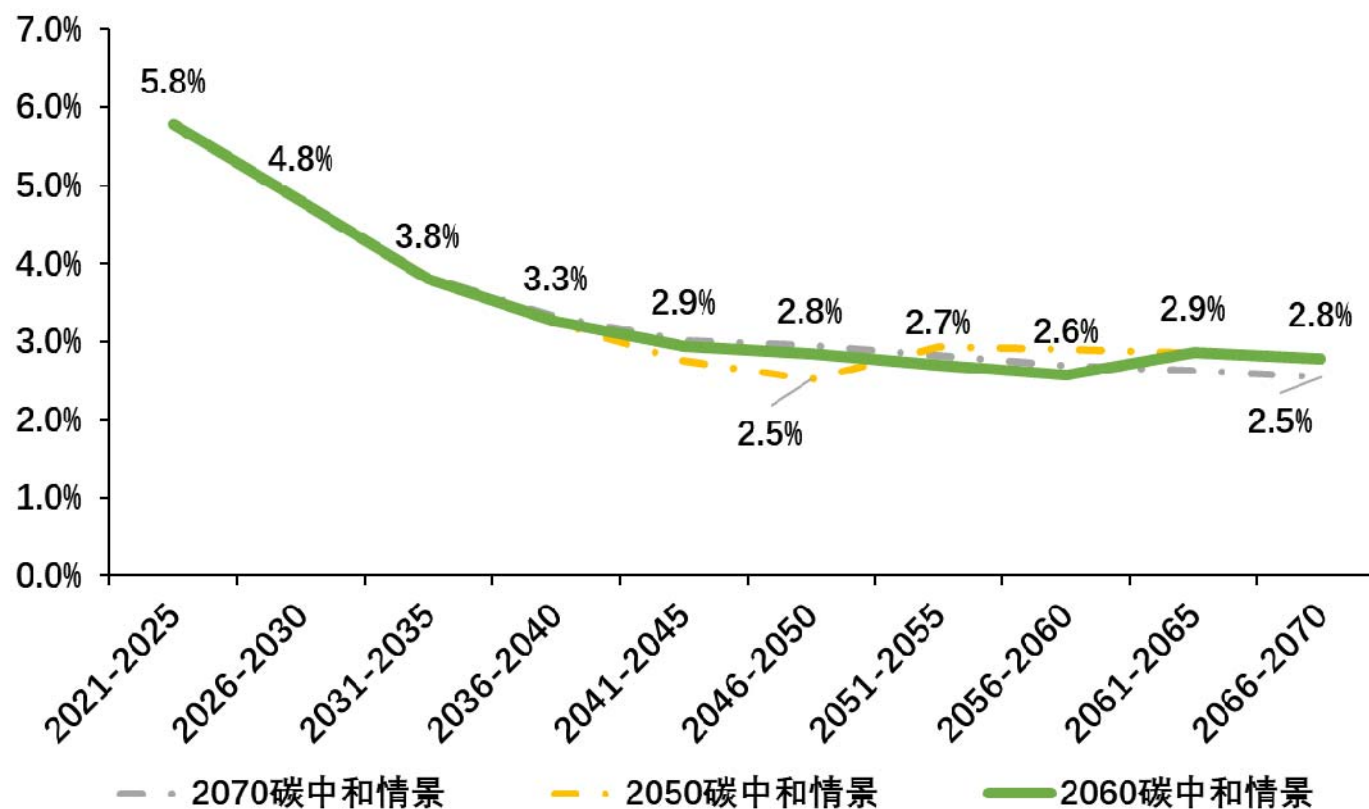
四个情景下的能源CO₂排放轨迹



三产增加值比例（2011年美元不变价计算）



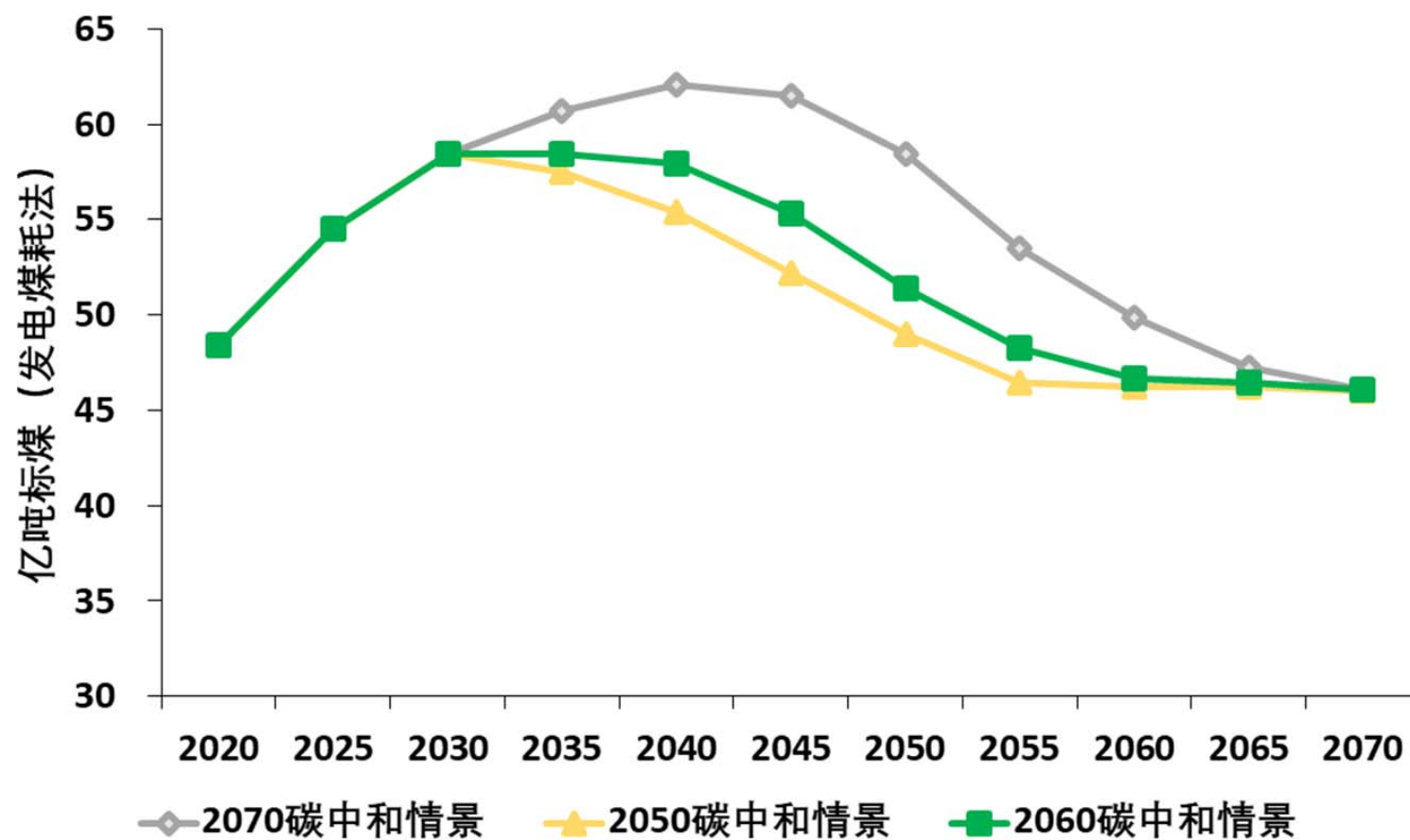
不同碳中和情景下的GDP增长率



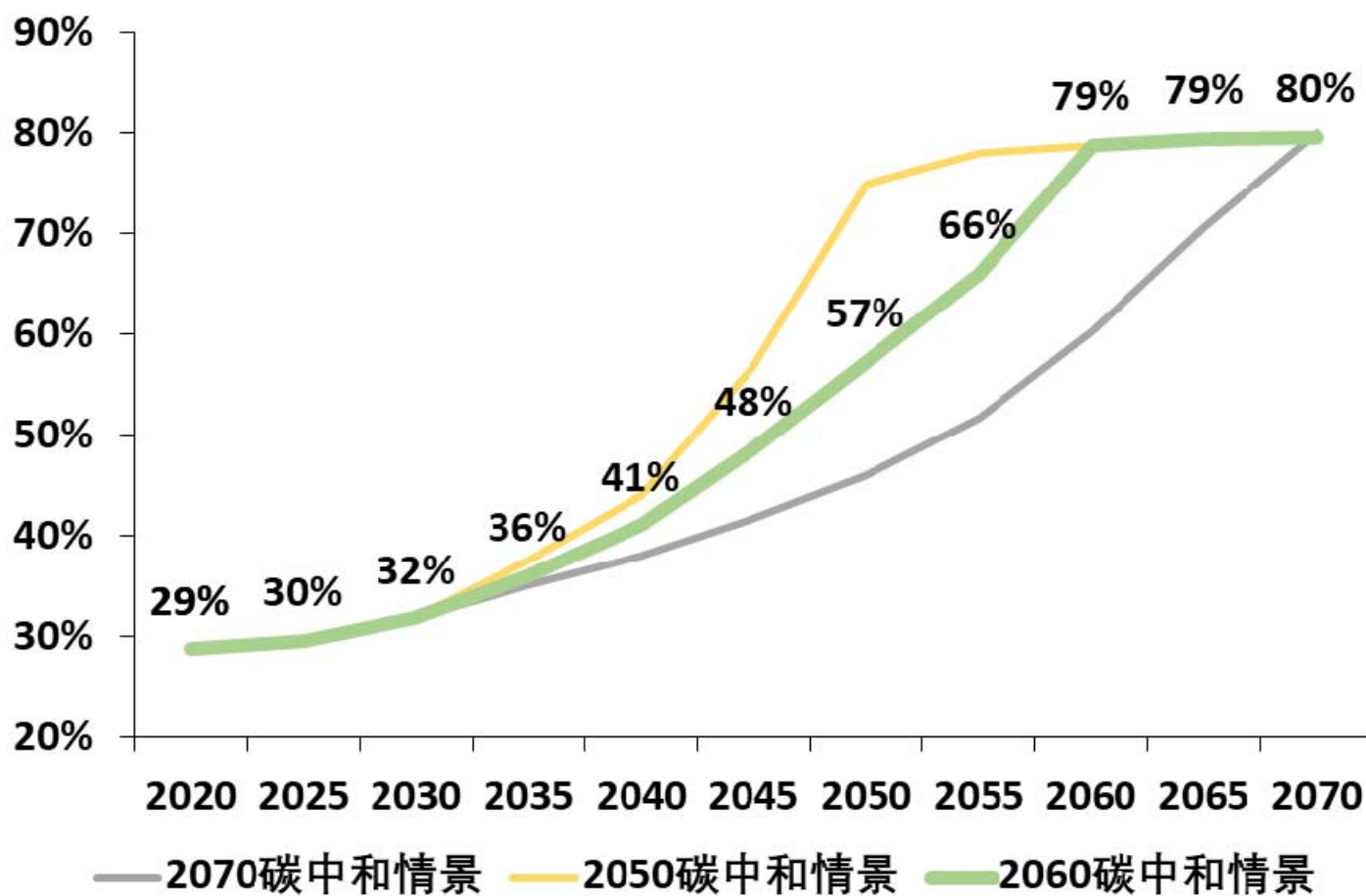
注：曲线靠上位置的数据对应2060碳中和情景的GDP增长率



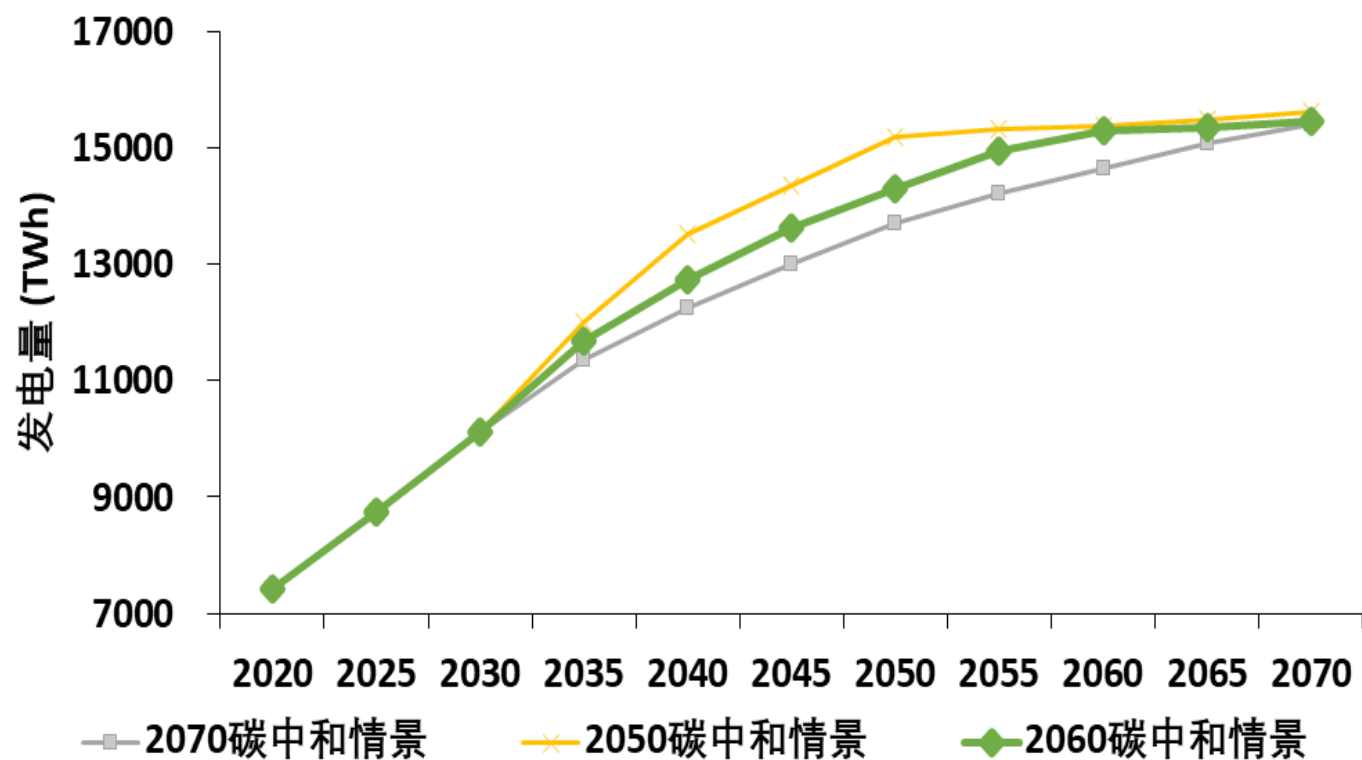
一次能源消费总量



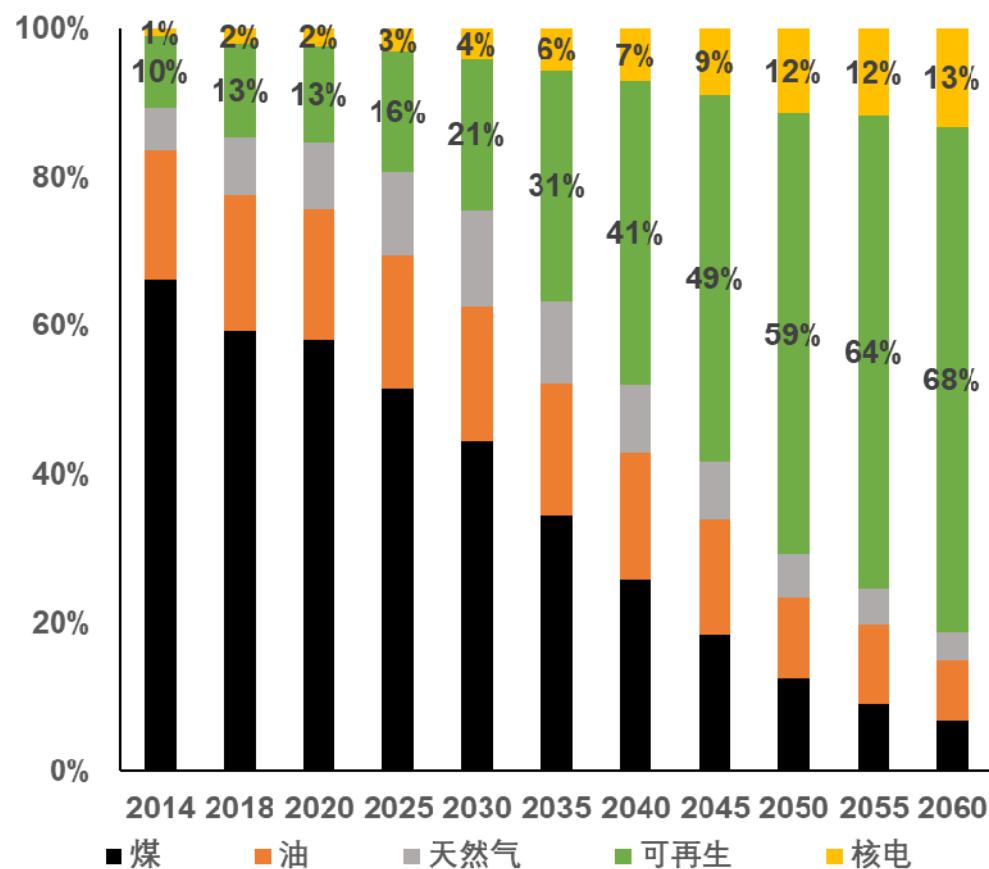
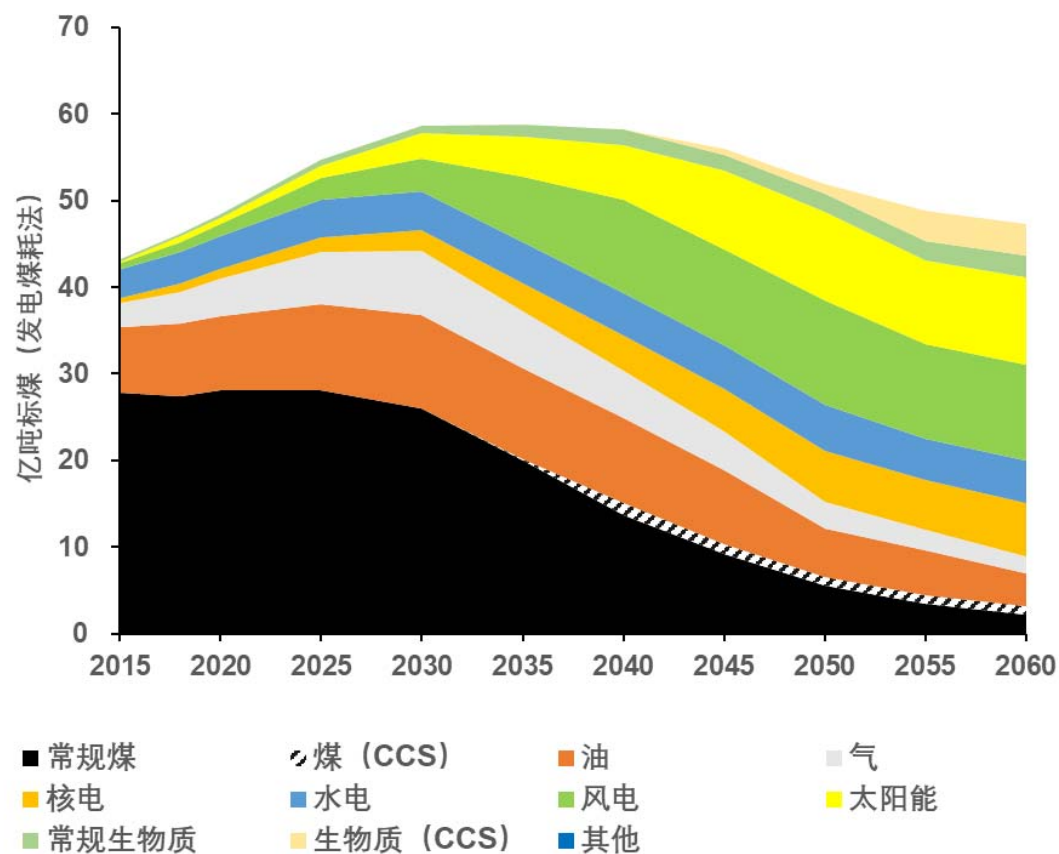
电力占终端用能比重



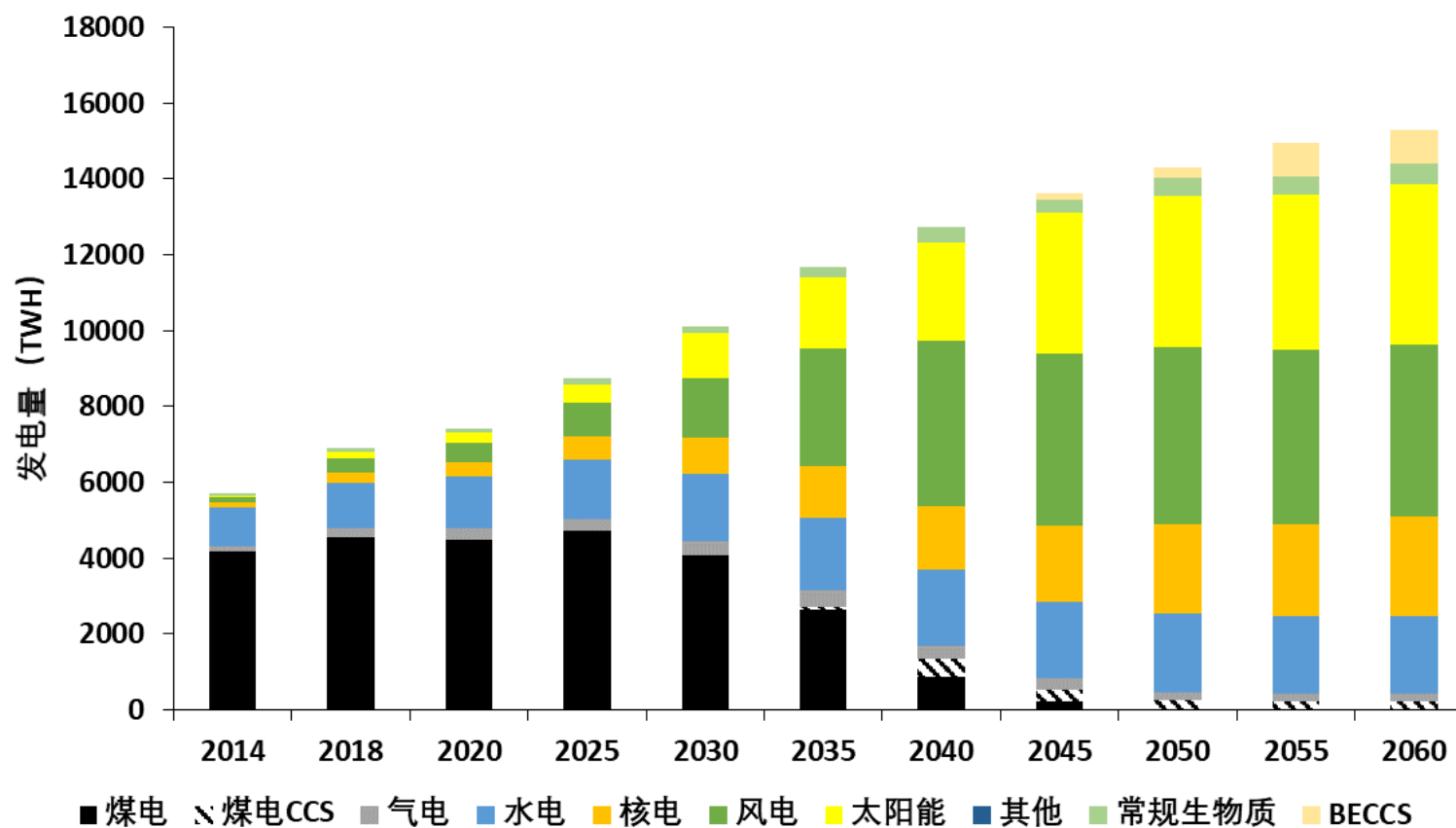
电力消费量



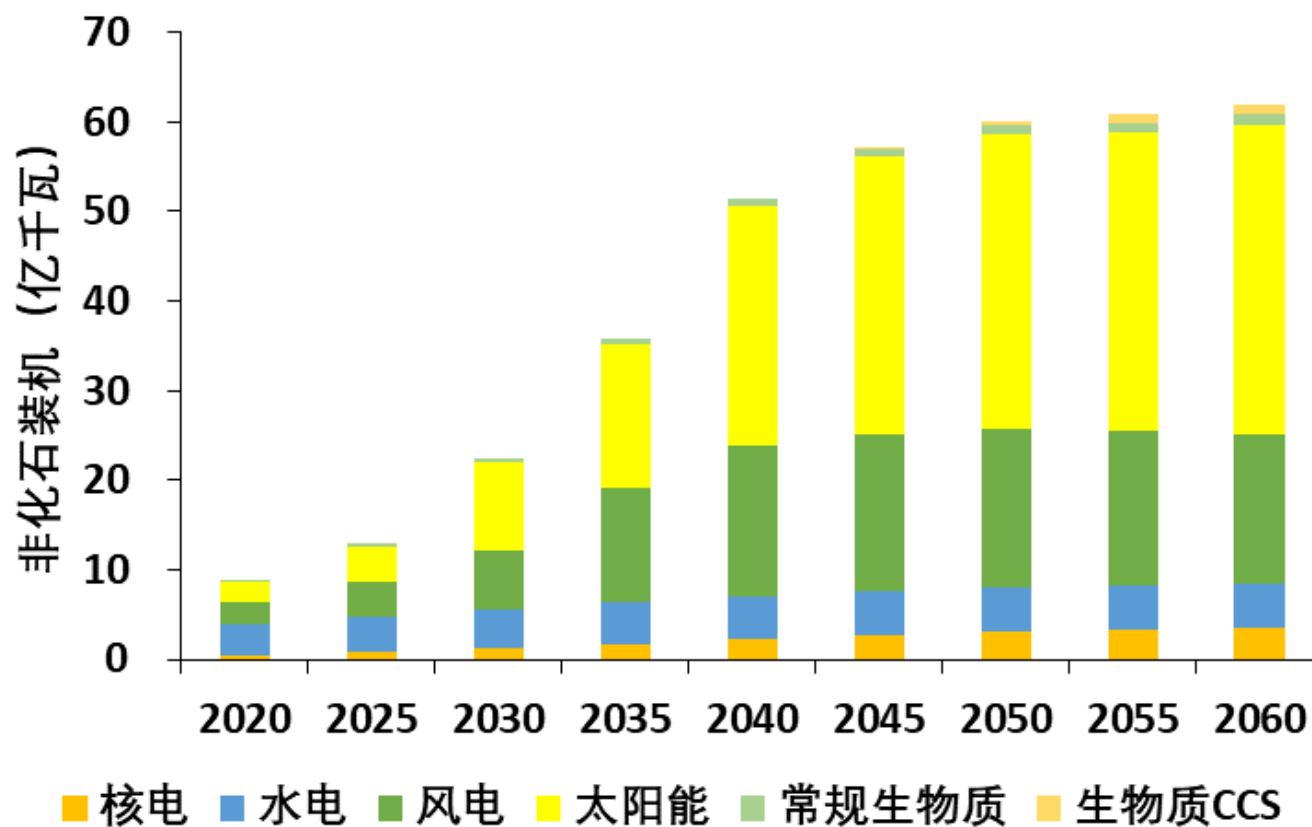
2060碳中和情景：一次能源消费结构（发电煤耗法）



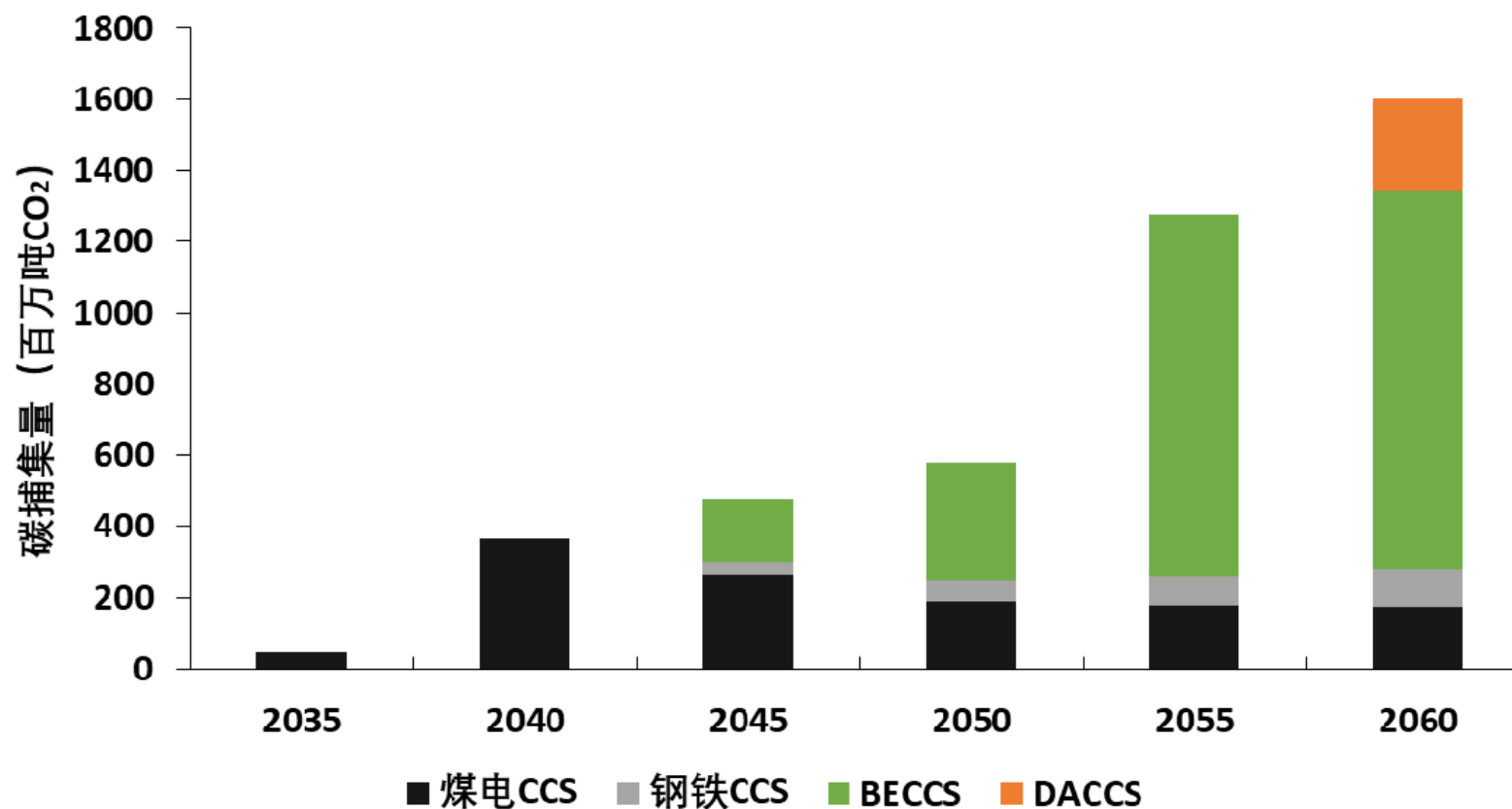
2060碳中和情景：电力结构



2060碳中和情景：非化石装机



2060碳中和情景：碳捕集量

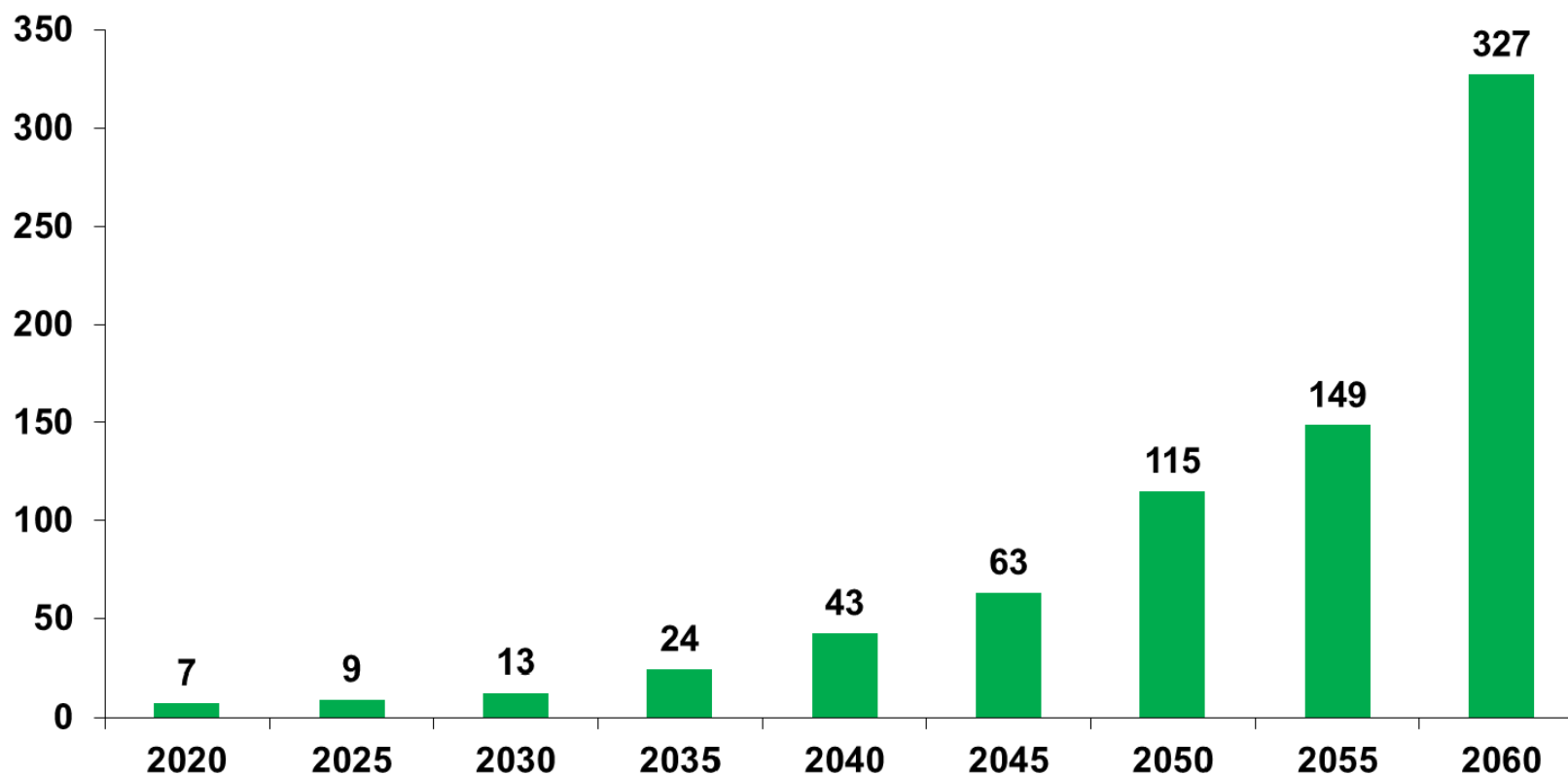


能源碳排放分部门2060碳中和方案

单位：亿吨CO ₂	2050	2055	2060
净排放	26.4	12.1	0
工业	17.9	12.6	7.7
电力	-2.3	-9.2	-9.7
交通	4.3	3.8	1.8
建筑	5.0	3.5	1.4
DACCS	-	-	-2.6
其他	1.5	1.4	1.4



2060碳中和边际减排成本/碳价 (美元/吨, 2011年美元不变价)



实现碳中和目标的关键技术与政策

- 保障高比例可再生能源电网安全稳定运行的技术
 - 储能技术、输配技术、能源互联网技术等
- 终端用能电气化技术（工业、交通、建筑）
- 安全的新一代核电技术
 - 供电、供热、制氢等
- 氢能技术
 - 交通、炼钢、分布式能源系统等
- 碳定价/Carbon pricing
 - 碳市场
 - 碳税



谢谢!

zhang_xl@tsinghua.edu.cn

