

“变革性洁净能源关键技术与示范” A类先导专项
“面向国家能源结构变革战略研究” 课题

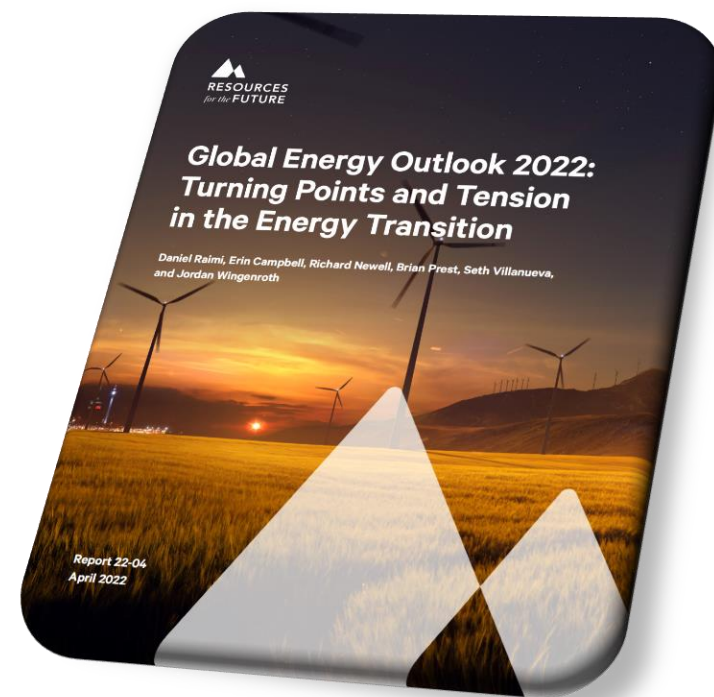


洁净能源重大信息专报

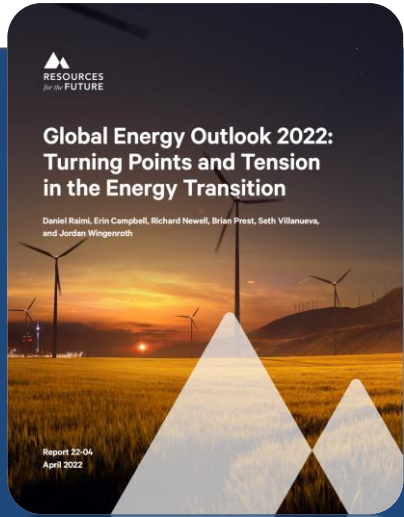
2022年第02期（总第14期）

本期看点

- 未来资源研究所《全球能源展望2022：能源转型的转折点和紧张局势》报告要点解读



中国科学院洁净能源创新研究院
中国科学院武汉文献情报中心



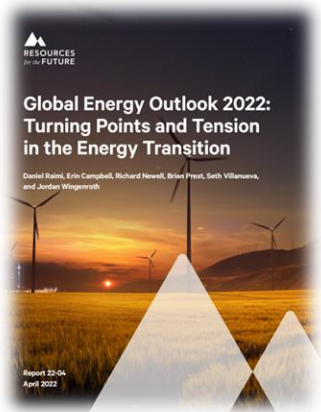
未来资源研究所 《全球能源展望2022： 能源转型的转折点和紧张局势

未来资源研究所 (RFF) 2022年4月7日发布

目 录

◆ 报告关键点

◆ 焦点问题分析



◆ 报告关键点

1、长期能源展望情景提供全球能源评估的多元化视角-研究参考情景

表1 本报告参考的相关机构能源展望情景

来源	展望数据集	情景	期限
Grubler (2008)	历史数据	—	1800~1970
IEA (2022)	历史数据	—	1970~2020
BNEF (2021)	新能源展望2021	绿色情景, 灰色情景, 红色情景	~2050
Equinor (2021)	能源展望2021	改革情景, 再平衡情景, 竞争情景	~2050
IEA (2021)	世界能源展望2021	承诺目标(APS)情景, 既定政策(STEPS)情景, 可持续发展(SDS)情景, 净零排放(NZE)情景	~2050
IRENA (2021)	全球能源转型展望	计划能源(PES)情景, 1.5°C路径情景	~2050
OPEC (2021)	全球石油展望2021	参考情景	~2045
Shell (2021)	能源转型	岛屿情景, 波浪情景, 天空1.5情景	~2100
EIA (2021)	国际能源展望2021	参考情景, 高经济增长情景, 低经济增长情景	~2050

- ◆ 在地缘政治冲突、持续的新冠疫情流行以及雄心勃勃的气候承诺背景下, 全球能源系统在近期、中期和长期都面临着巨大的不确定性。
- ◆ 长期能源展望情景可提供多元化视角, 以此评估全球能源、碳排放发展趋势甚至地缘政治带来的未来影响。

1、长期能源展望情景提供全球能源评估的多元化视角-展望情景分类

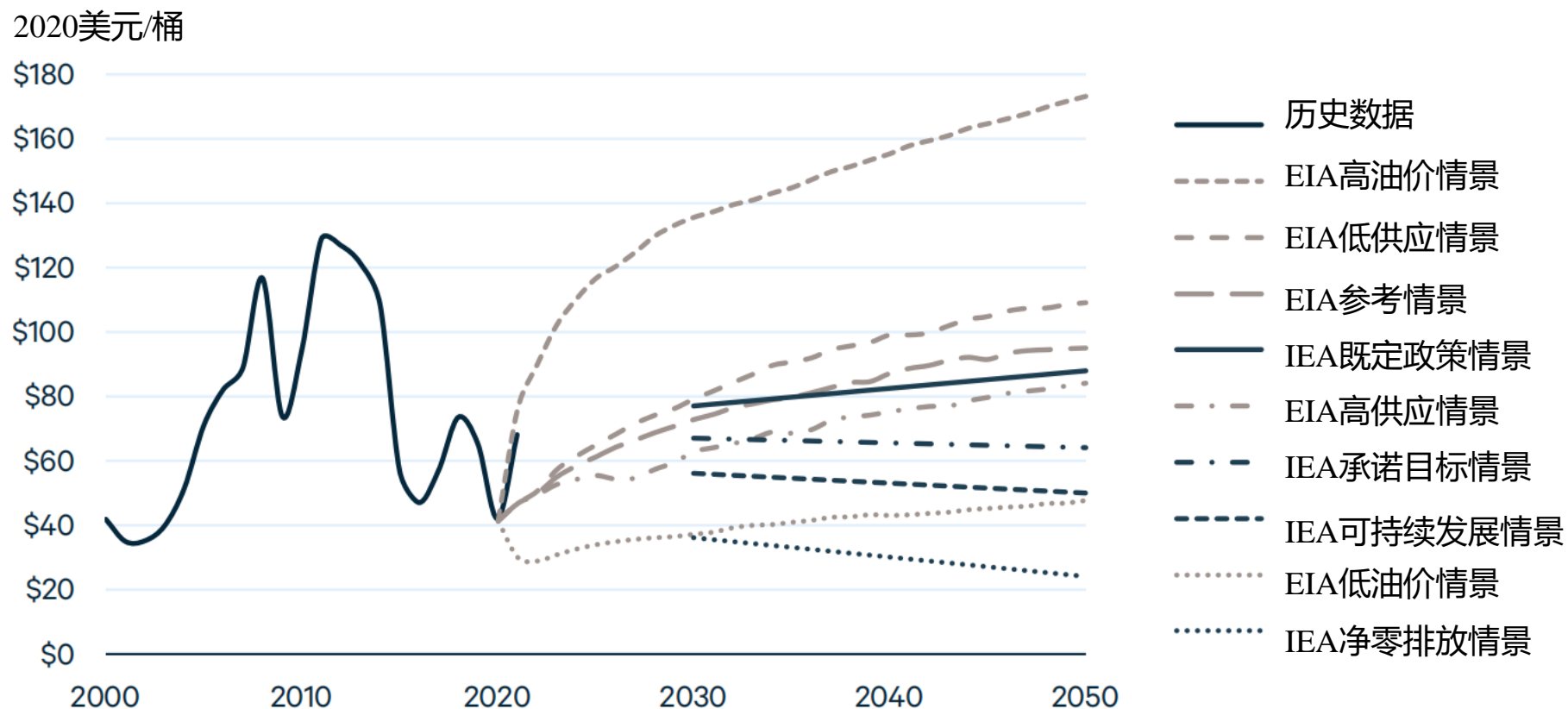
表2 本报告展望情景分类

参考情景	演化政策情景	气候雄心2°C情景	气候雄心1.5°C情景
— — EIA参考情景	— Equino改革情景	— — Equinor再平衡情景	· · · · · IEA 净零排放情景
— — Equino竞争情景	· — · IEA 承诺目标情景	— — IEA 可持续发展情景	· · · · · IRENA 1.5°C路径情景
— — IRENA 计划能源情景	— IEA 既定政策情景	— — BNEF绿色情景	· · · · · 壳牌天空1.5情景
— — OPEC参考情景	— 壳牌海浪情景	— — BNEF灰色情景	
— — 壳牌岛屿情景		— — BNEF红色情景	

◆ 报告选取了7家机构能源展望报告中的19种能源情景进行对比分析，并分为参考情景（Reference scenarios）、演化政策情景（Evolving Policies scenarios）以及气候雄心（Ambitious scenarios）2°C情景、气候雄心1.5°C情景四类。

2、地缘政治导致全球能源市场面临巨大压力

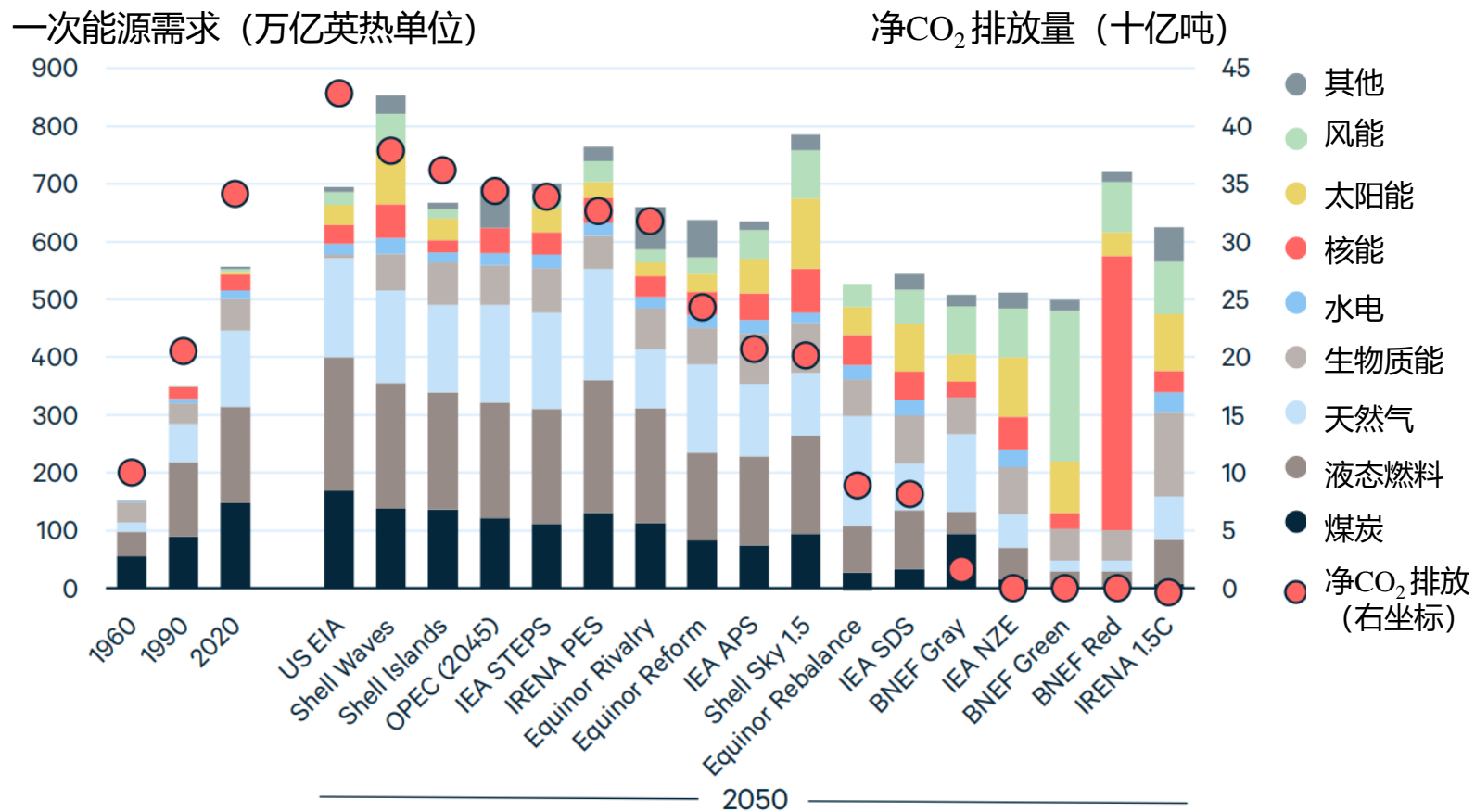
图1 布伦特原油价格未来走势不同情景预测对比（通胀调整）



- ◆ 俄乌冲突导致布伦特原油价格由2021年71美元/桶上涨至2022年120美元/桶；欧洲天然气市场经历更为剧烈的价格飙升，荷兰天然气3月初价格超出2020年平均水平的10倍，这增加了全球能源消费负担，并影响能源安全。
- ◆ 从中长期来看，可以通过减少石油和天然气消费、增加能源供应多样性等措施，以保障能源安全。但清洁技术依赖全球供应链，因此地缘政治势必将继续影响全球能源市场。

3、未来全球碳密集型能源结构占比将不断降低

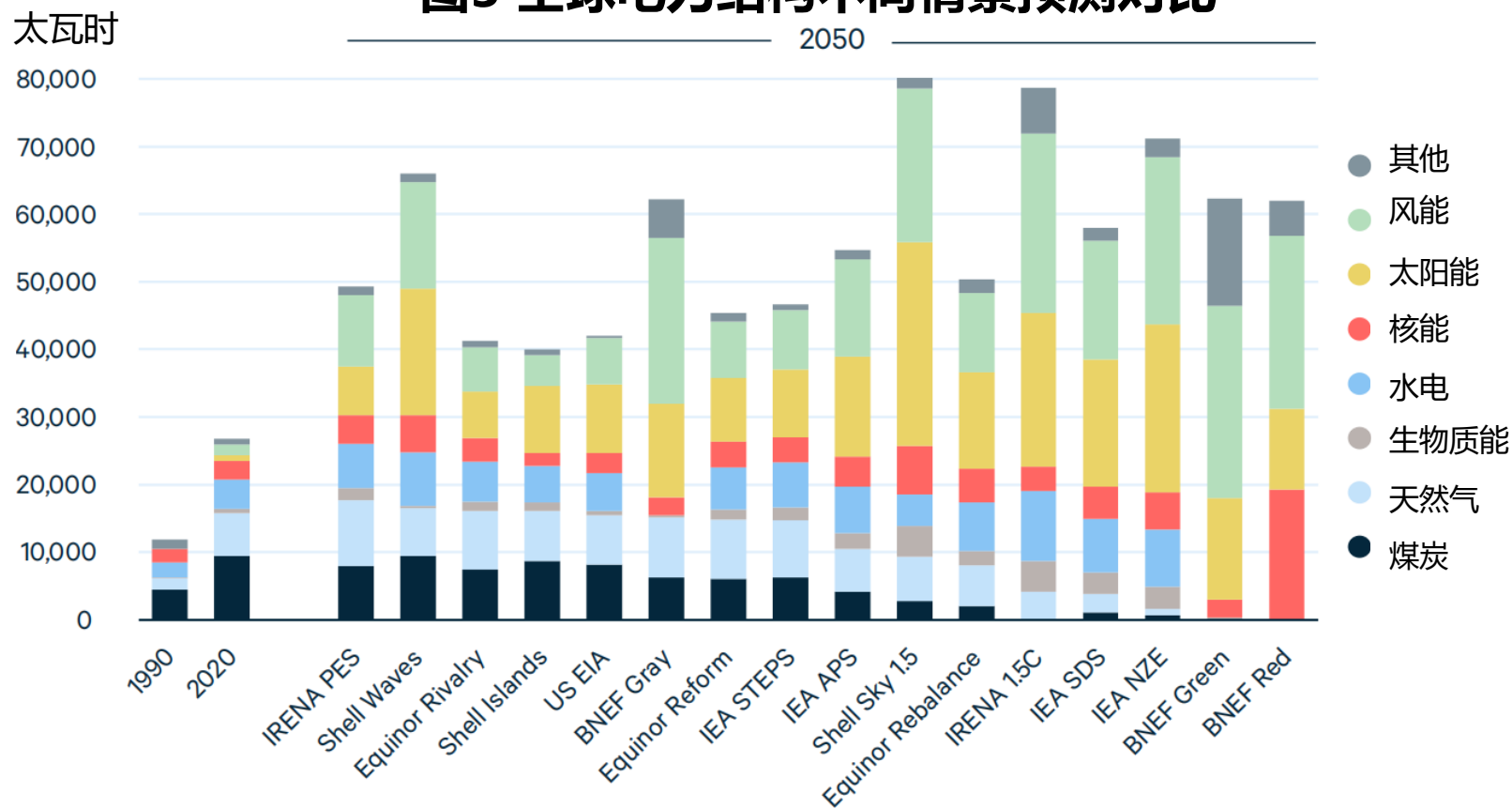
图2 全球一次能源结构和碳排放量不同情景预测对比



- ◆ 2020年全球化石能源供应占比达80%；到2050年，除EIA参考情景外，所有情景均预测化石燃料占比下降。
- ◆ 在所有参考情景和演化政策情景中，化石能源总体消费水平上升，新能源仅仅在旧能源基础上增加，难以实现国际气候目标；在气候雄心情景中，化石能源占比下降幅度更加明显，尽管化石能源仍将发挥重要作用，但其利用通常将结合CCUS技术。

4、清洁能源电力结构占比将不断提升

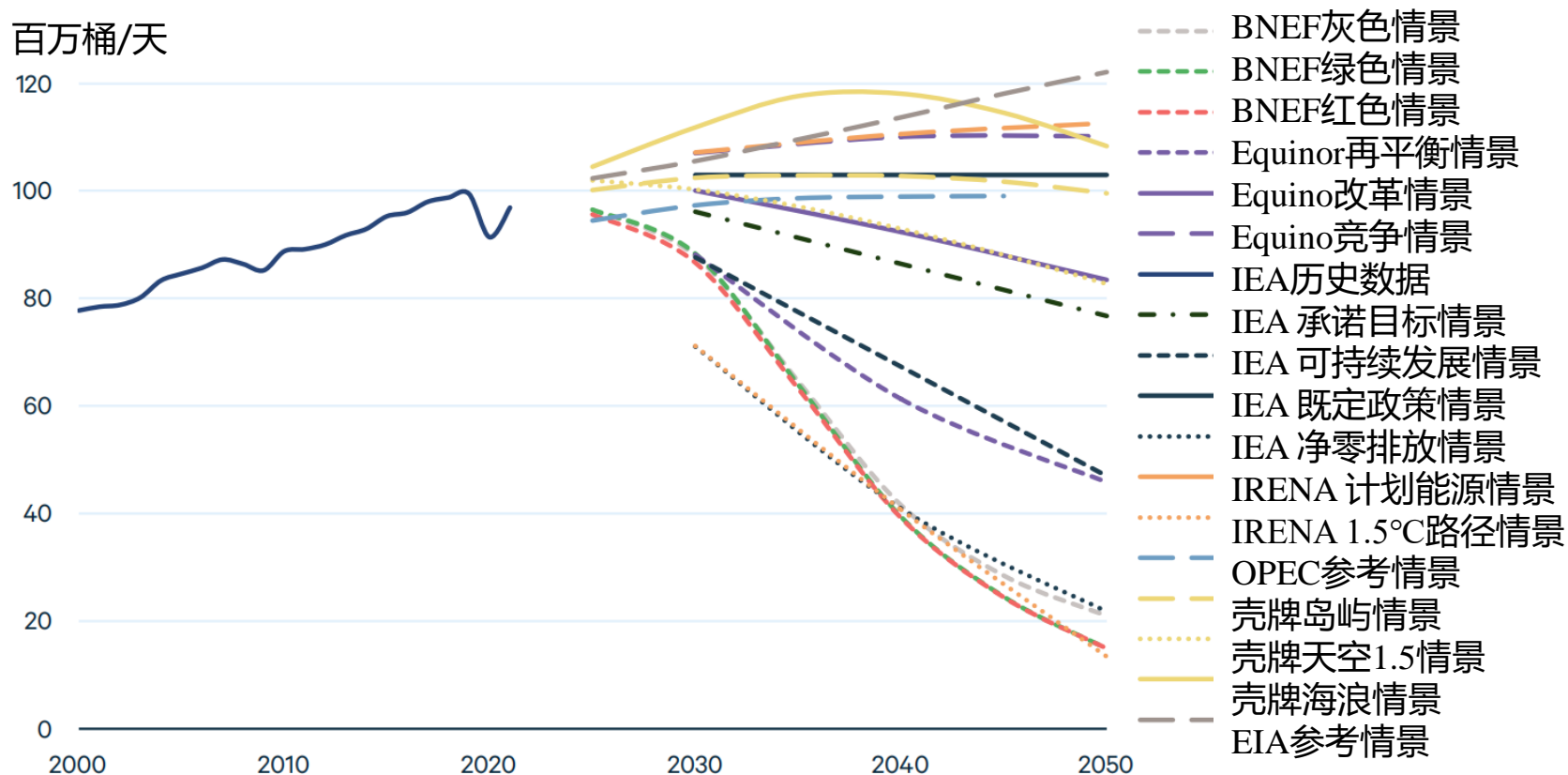
图3 全球电力结构不同情景预测对比



- ◆ 1990—2020年，化石能源电力占比在60%以上。到2050年，全球发电量将增长50%以上（气候雄心情景中增长一倍以上），而化石能源电力占比将降至40%以下。
- ◆ 一直以来，煤炭是全球主要的电力来源，在一些气候雄心情景中煤炭将继续发挥作用，但需配备CCUS技术；在参考情景和演化政策情景中，天然气发电将增长13%-57%，但在气候雄心情景中大幅下降。
- ◆ 在所有情景中，太阳能发电和风电占比不断提升，这归功于两者在过去10到15年里成本大幅下降。

5、全球石油需求的预测差异反映出未来能源体系的高度不确定性

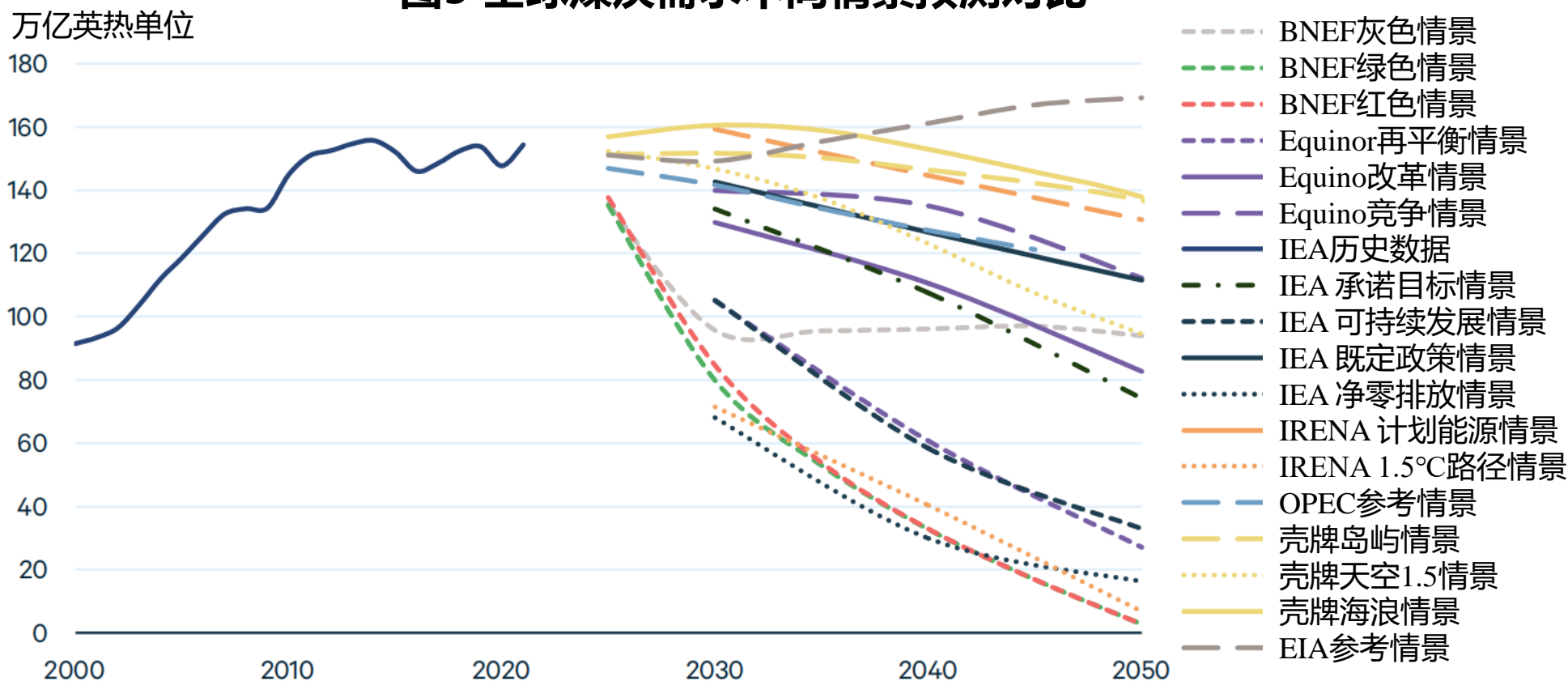
图4 全球石油需求不同情景预测对比



- ◆ 到2050年不同情景预测石油需求的差值为1.09亿桶/天，这反映出未来能源体系的高度不确定性，以及气候目标与政策现状之间日益扩大的差距。
- ◆ 大多数参考情景和演化政策情景预测，到本世纪中叶，石油需求将稳定或上升；在气候雄心情景中，石油需求将趋向稳定并不断下降。

6、未来全球煤炭需求的情景预测差异亦较为明显

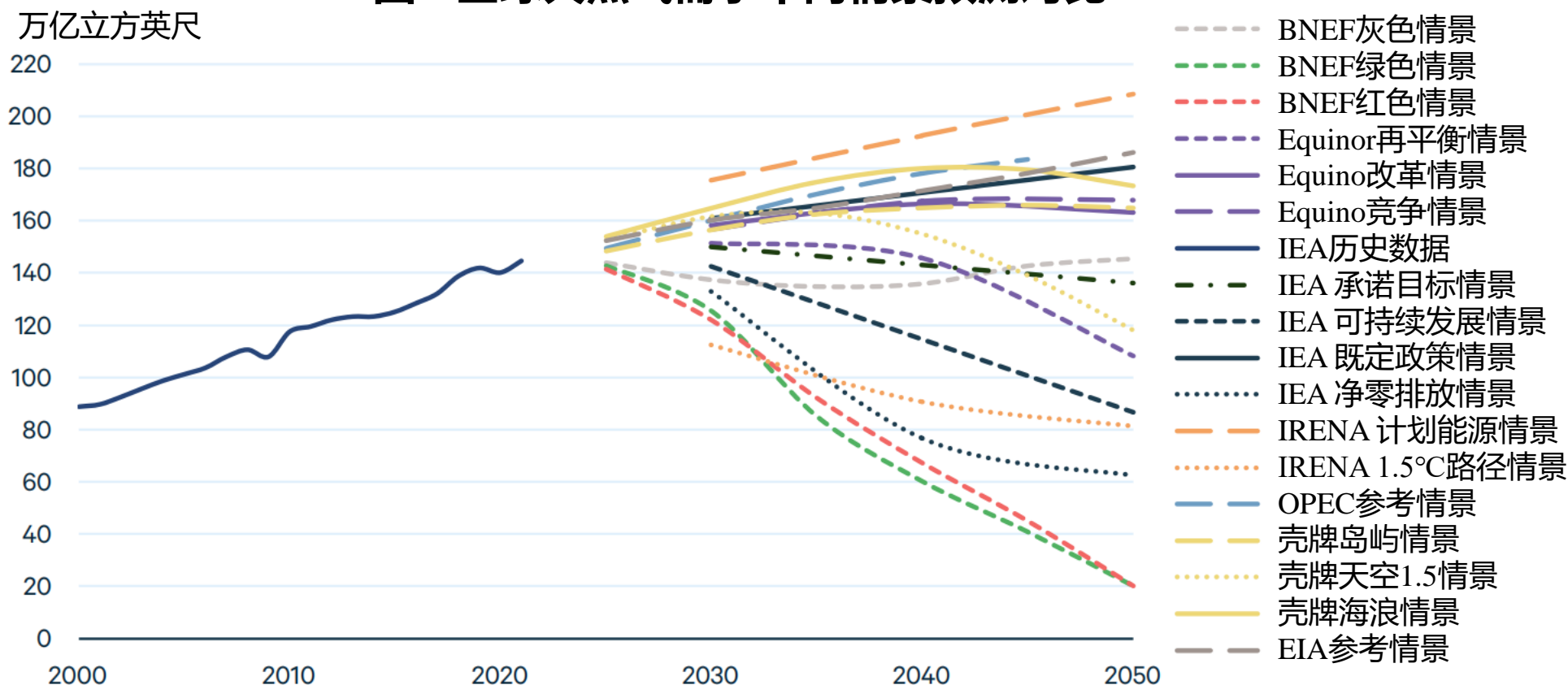
图5 全球煤炭需求不同情景预测对比



- ◆ 除EIA参考情景外，所有情景中煤炭需求均在预测期内下降，且不同情景的预测数据差异明显，表明政策现状与气候目标存在巨大差距。
- ◆ 在气候雄心情景中，煤炭需求下降明显，但即使在2°C、1.5°C情景下，2050年煤炭消费量仍然较大。在BNEF灰色情景、壳牌天空1.5情景中，大规模CCUS部署将使煤炭在2050年一次能源结构中保持较大比例。

7、未来全球天然气需求的情景预测差异同样显著

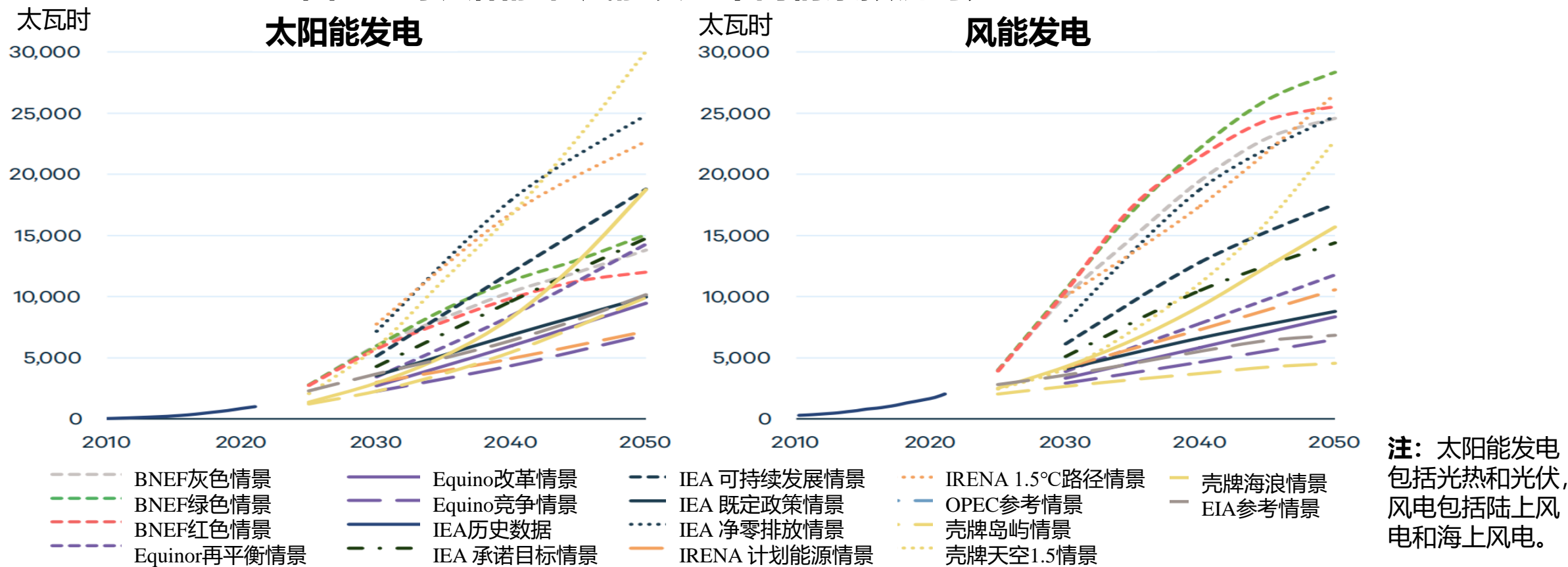
图6 全球天然气需求不同情景预测对比



- ◆ 所有气候雄心情景预测2050年的天然气需求将低于2021年，而所有参考情景预测需求均较高，不同情景预测的最大差距为188万亿立方英尺，比2021年全球需求高出30%。
- ◆ 在所有情景中，天然气需求在2025年前保持稳定，但在接下来5-10年出现显著差异；在气候雄心情景中，2030年需求将大幅下降；大多数参考情景和演化政策情景预测，未来几十年天然气需求将大幅增长。

8、太阳能和风电将在实现能源和气候长期目标方面发挥核心作用

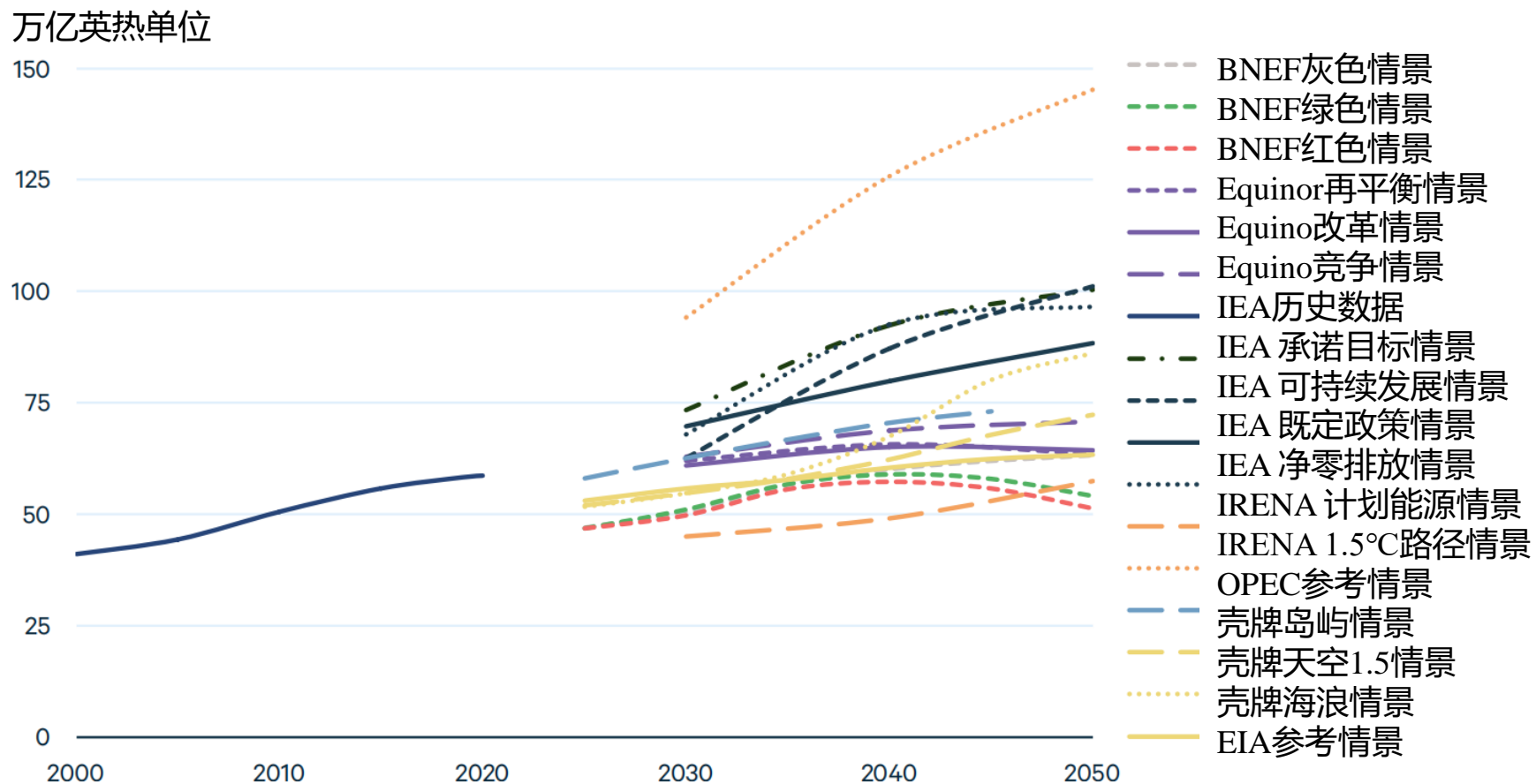
图7 全球太阳能和风电发电不同情景预测对比



- ◆ 在气候雄心情景中，太阳能发电和风电都将出现前所未有的增长。在参考情景和演化政策情景中，2050年太阳能和风电规模至少是2020年的2.5倍和7倍。
- ◆ 2021年，全球风能发电量大约是太阳能发电的两倍。BNEF情景预测2050年风能比太阳能发电多78%-113%，IRENA情景预测风电多17%-47%，而其他情景预测到2050年太阳能发电量高于风电。Equinor竞争情景、壳牌岛屿情景对两者增长的预测最低，主要考虑到地缘政治、经济孤立等因素可能影响清洁技术供应链的部署。

9、生物能源是未来全球能源系统的重要组成部分

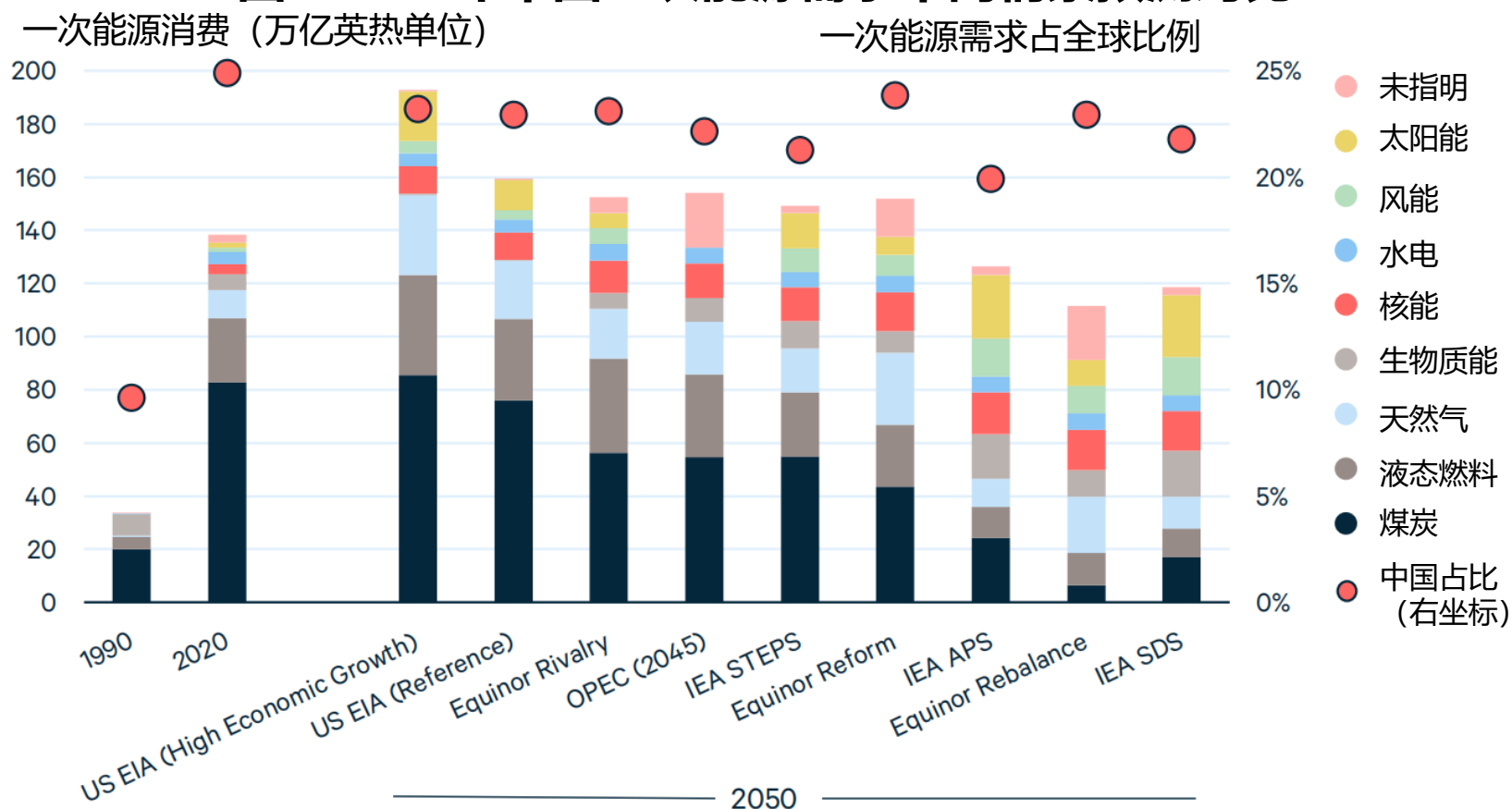
图8 全球生物能源需求不同情景预测对比



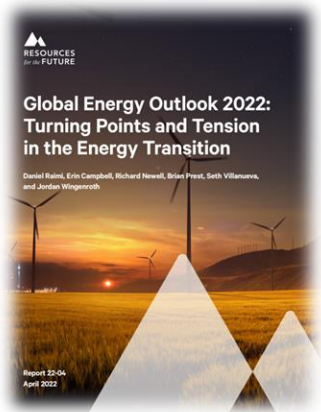
- ◆ 根据预测，固体、液体和气体等生物能源将发挥更大的作用，并为低收入地区提供现代能源服务。
- ◆ 在某些情景中，到2030年传统生物能源用量将降至零，现代生物能源用量快速扩大。到2050年，生物能源占一次能源比例将达19%-23%，在气候雄心情景中，生物能源将与CCUS技术结合实现大量负排放。

10、未来三十年中国能源需求增长将大幅放缓

图9 2050年中国一次能源需求不同情景预测对比



- ◆ 随着经济的快速增长，中国一次能源消费从1990年到2020年增加了4倍以上。在所有情景中，到2050年中国一次能源需求占全球比例将出现降低。
- ◆ 2020年中国的煤炭消费占比达60%，大多数情景预测煤炭占比下降，气候雄心情景预测煤炭需求将大幅减少。
- ◆ 在所有情景中，中国核能和可再生能源消费都将大幅增长。即使在最悲观情景中，核能在未来30年内也将实现翻三番。太阳能、风能也将快速扩张，其中太阳能增长幅度更大。



◆ 焦点问题分析

- 全球石油市场
- 全球二氧化碳排放
- 全球能源需求
- 全球气候雄心差距

1、全球石油市场：过去两年全球石油市场陷入动荡状态

图10 2019-2022年受新冠疫情和俄乌冲突影响下的全球油价走势

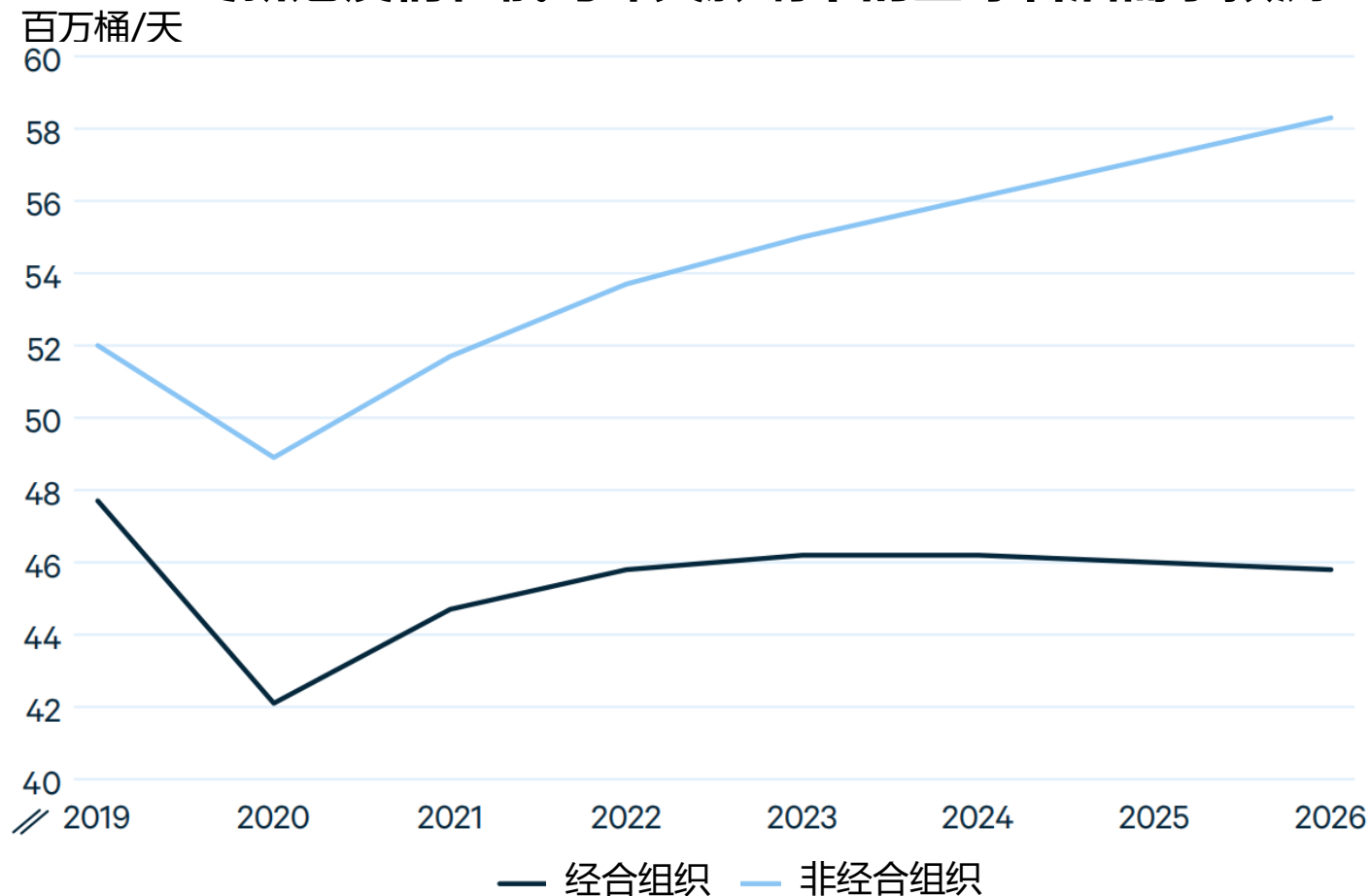
每日布伦特原油现货价格（名义美元/桶）



- ◆ 当前新冠疫情和俄乌冲突所带来的能源危机仍是未知，未来数月、数年乃至数十年的能源市场发展并不清晰。
- ◆ 俄乌冲突强化了许多欧洲国家减少对俄罗斯能源供应依赖的愿望，这一战略符合欧洲的长期气候目标，并有可能推动价格下降。
- ◆ 美国在政策制定时强调，加大天然气出口以减少欧洲国家对俄罗斯的依赖，并力争成为全球第一大出口国。

1、全球石油市场：发展中国家将持续推动石油需求增长

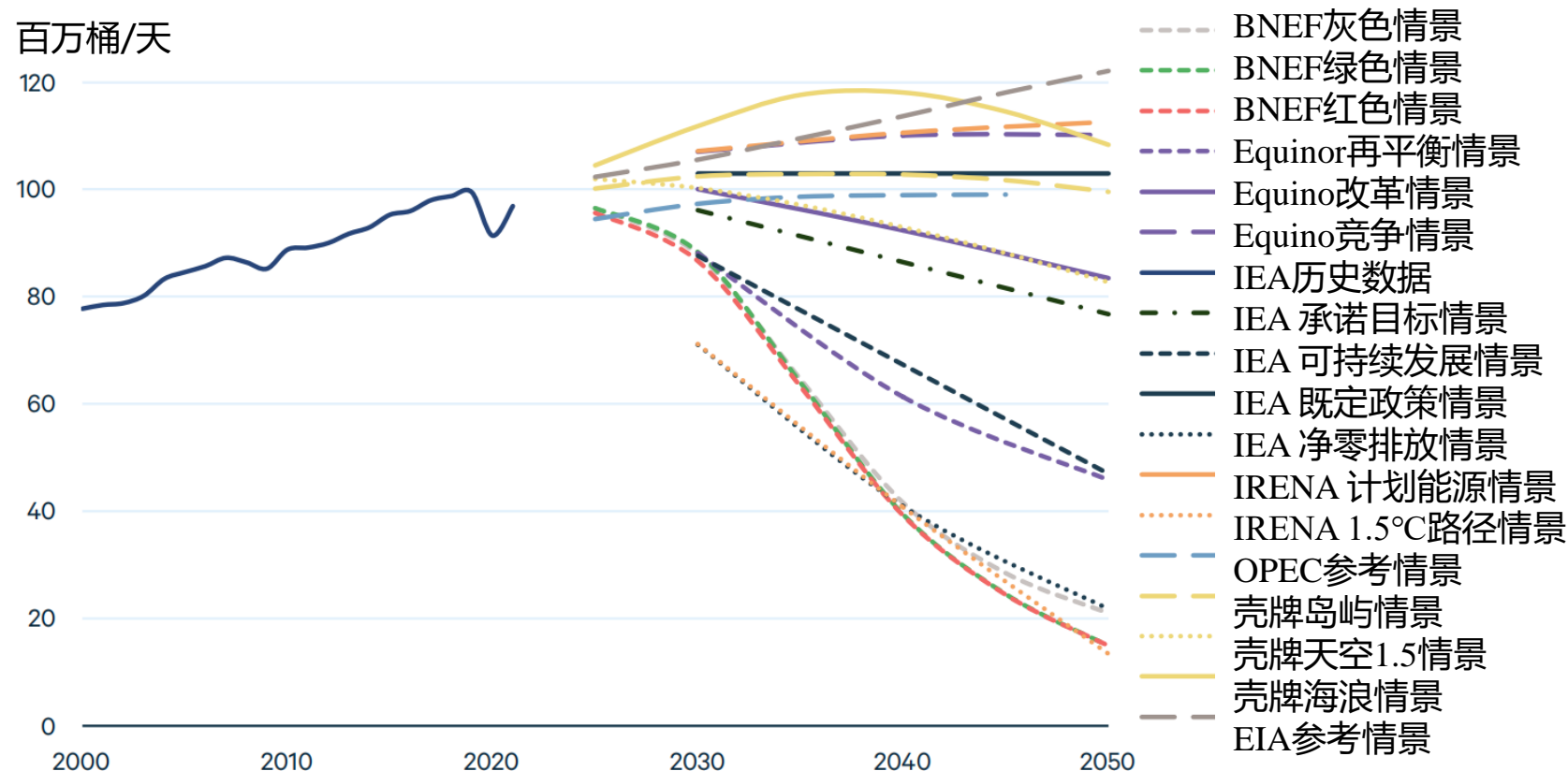
图11 受新冠疫情和俄乌冲突影响下的全球石油需求预测



- ◆ 在2020年崩盘后，全球石油需求出现相对较快的反弹，但仍低于2019年的9970万桶/天。IEA《石油2021》预计到2023年，全球石油需求将超过2019年的水平，到2026年达到1.041亿桶/天。
- ◆ 发展中国家将推动未来石油需求增长。以中国、印度和东南亚为首的非经合组织经济体，其石油需求年均增长约100万桶/天；而经合组织国家石油消费量趋于平稳（约4600万桶/天），且低于疫情前的水平。

1、全球石油市场：石油供应短缺可能会导致出现新的高油价时期

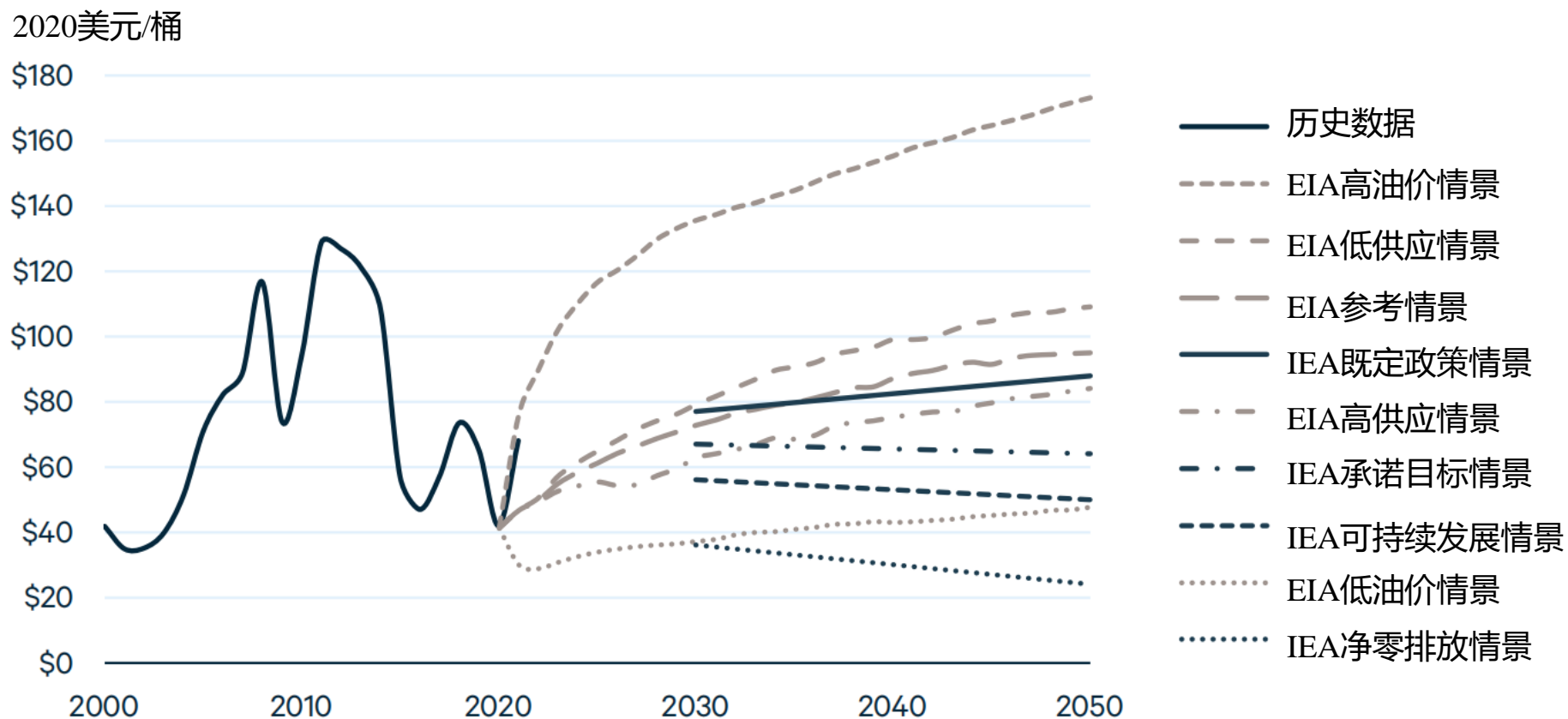
图12 全球石油需求不同情景预测对比



- ◆ 尽管需要减少石油消费以应对气候变化的风险，但显然全球行动还不够。即使不考虑近期俄罗斯供应问题，如果全球石油需求反弹至疫情前的水平，供应短缺可能会导致出现新的高油价时期。
- ◆ 虽然高油价可能抑制石油需求，从而减少温室气体排放，但通过不稳定的高油价抑制石油消费的经济成本远远高于需求侧政策调控降低消费的成本。

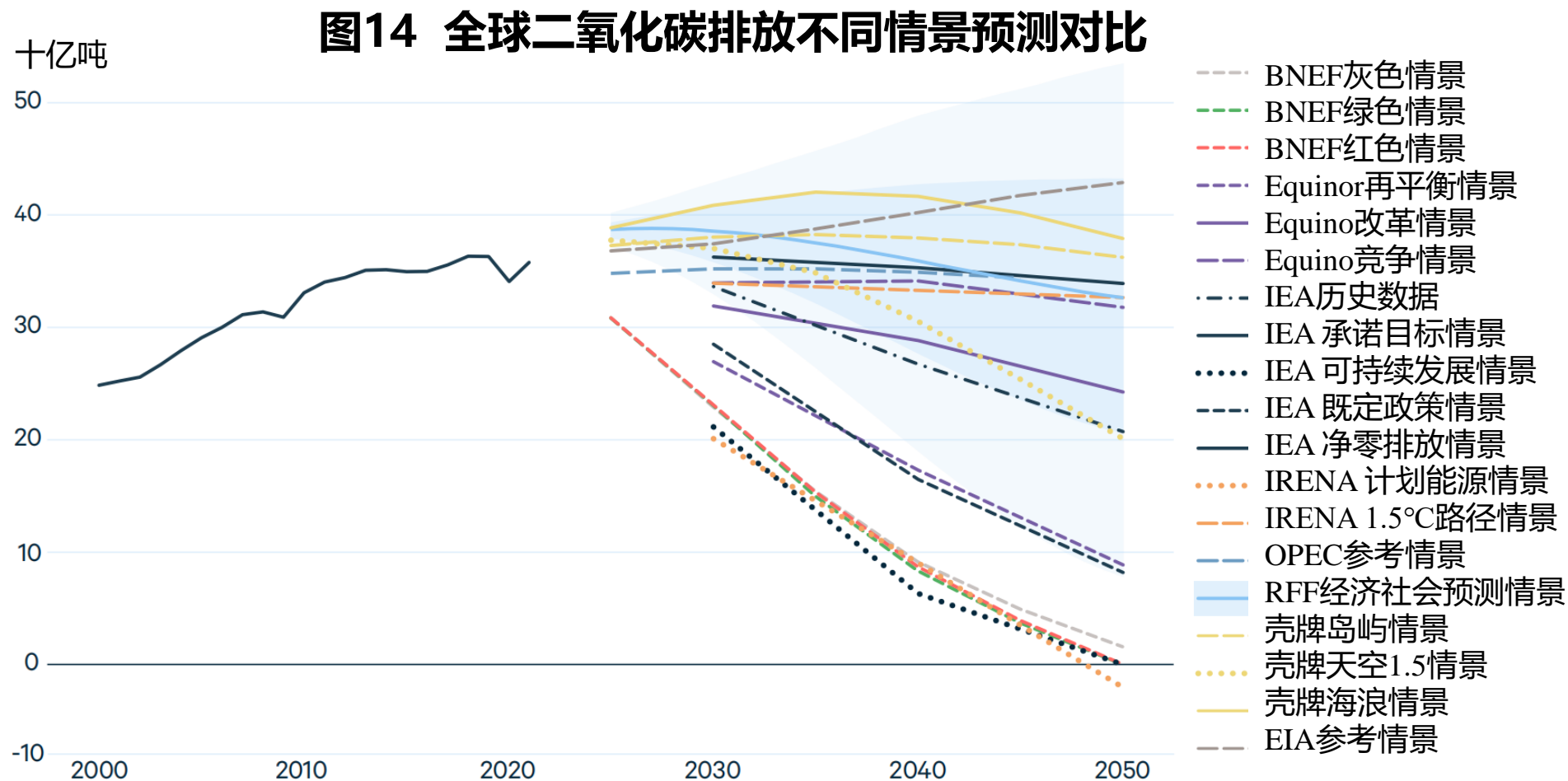
1、全球石油市场：未来全球石油价格或存在大幅波动性

图13 布伦特原油价格未来走势不同情景预测对比（通胀调整）



- ◆ 根据国际能源署（IEA）和美国能源信息署（EIA）情景预测结果，2050年石油价格范围非常宽泛，从IEA净零排放情景的24美元/桶到EIA高油价情景的173美元/桶，这一点比近期的油价波动更大。
- ◆ 美国EIA研究表明，价格效应可能会因欧佩克未来的供应决定而减弱，但也反映出美国生产商对全球石油市场的重大影响力。

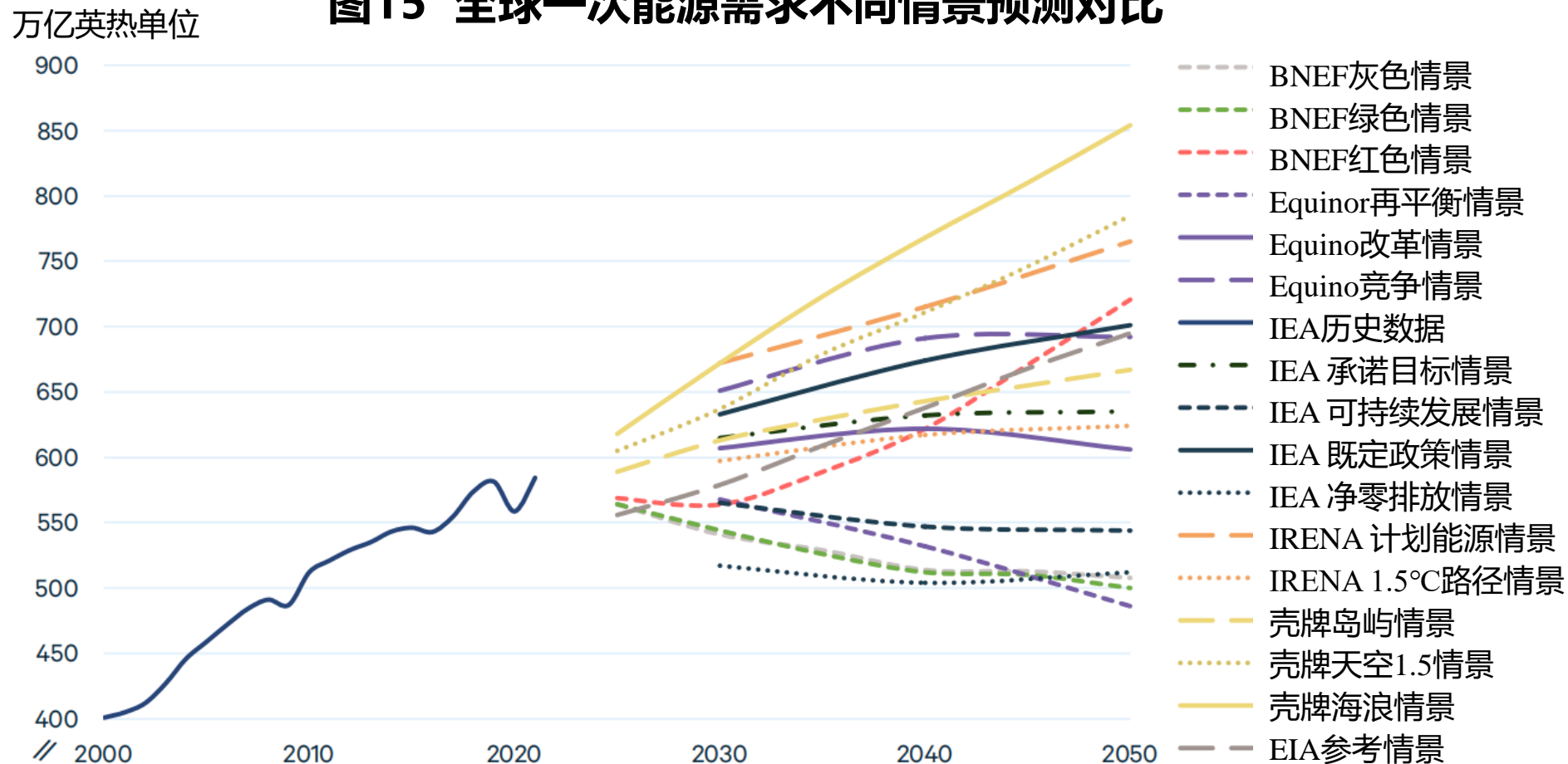
2、全球二氧化碳排放：情景预测存在较大不确定性



- ◆ 未来碳排放预测区间范围非常宽泛，但实现控制全球变暖仍是可能的。在大多数气候雄心情景中，净排放量远远低于历史趋势，以及参考情景和演化政策情景水平，这需要采取提高能效、CCUS、终端电气化或核能等技术。
- ◆ 尽管各类展望预测存在较大差异，但并未考虑到人口和经济增长、地缘政治、新技术或新化石燃料资源发现等重要排放驱动因素的全部不确定性。

3、全球能源需求：长期增长并非必然趋势

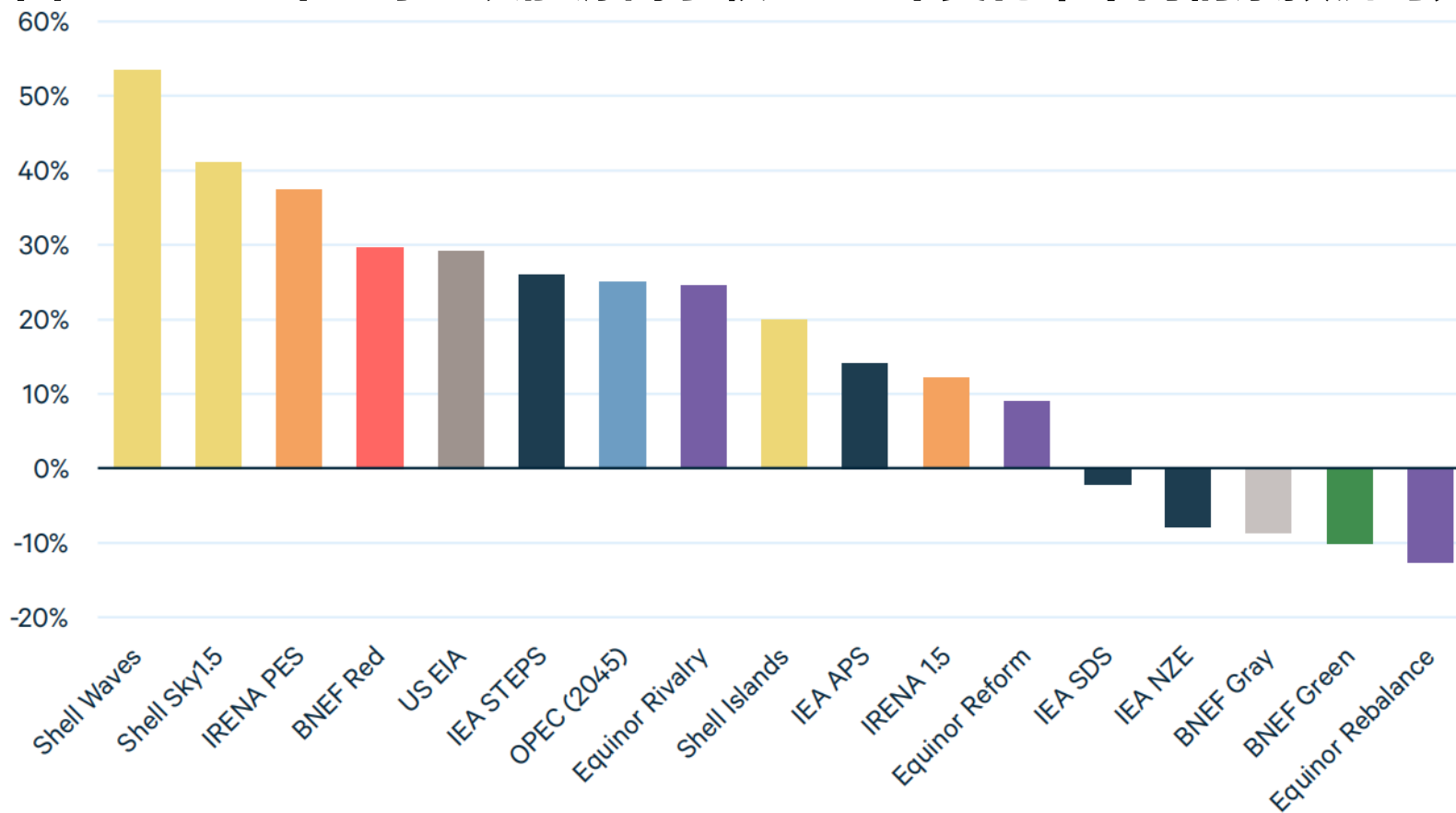
图15 全球一次能源需求不同情景预测对比



- ◆ 自工业革命以来，能源需求与人口和经济增长密切相关。然而，一些情景预测则指出未来这种正相关的联系可能将发生变化，主要是由于减少温室气体排放的需要。
- ◆ 大多数情景预测显示，2050年全球能源需求将高于2020年。但如果政府政策和技术突破导致世界能源系统发生颠覆性变革，那么全球能源需求的长期增长趋势并非必然会发生。

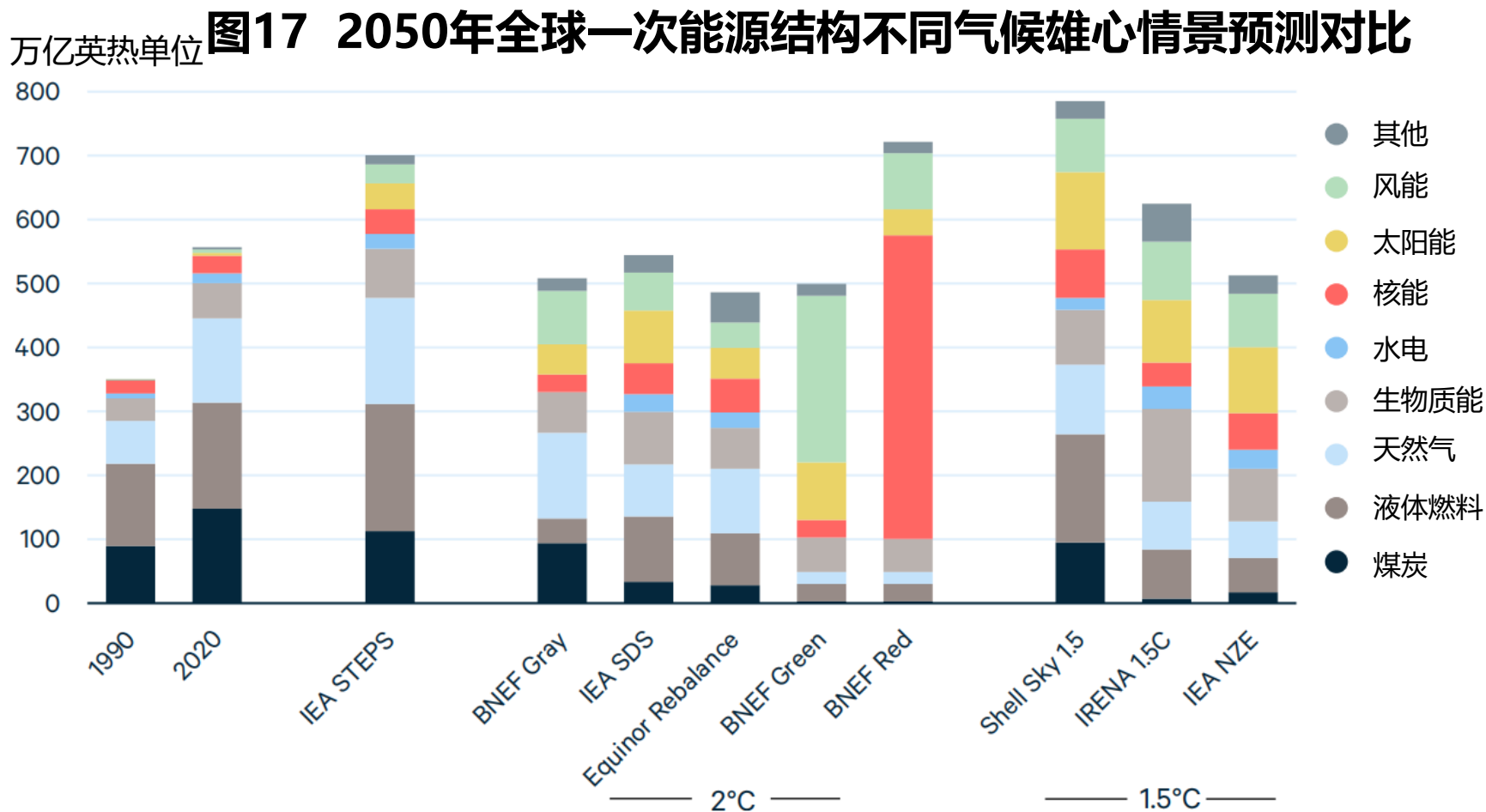
3、全球能源需求：大部分情景预测全球能源需求将大幅增长

图16 2050年全球一次能源需求较2020年变化率不同情景预测对比



- ◆ 大多数情景预测全球能源需求将大幅增长，最高情景（壳牌海浪情景）预测2050年较2020年增长53%。中间情景（IEA承诺目标情景）预测增长14%，IEA既定政策情景预测增长26%。在几种气候雄心情景中，预测2050年全球能源需求较2020年将降低8%-13%。
- ◆ 大多数气候雄心情景预测能源效率在限制全球温升方面将发挥核心作用。例如IEA可持续发展情景和净零排放情景预测，全球能源需求将下降，但全球100%人口能够获得现代能源服务。

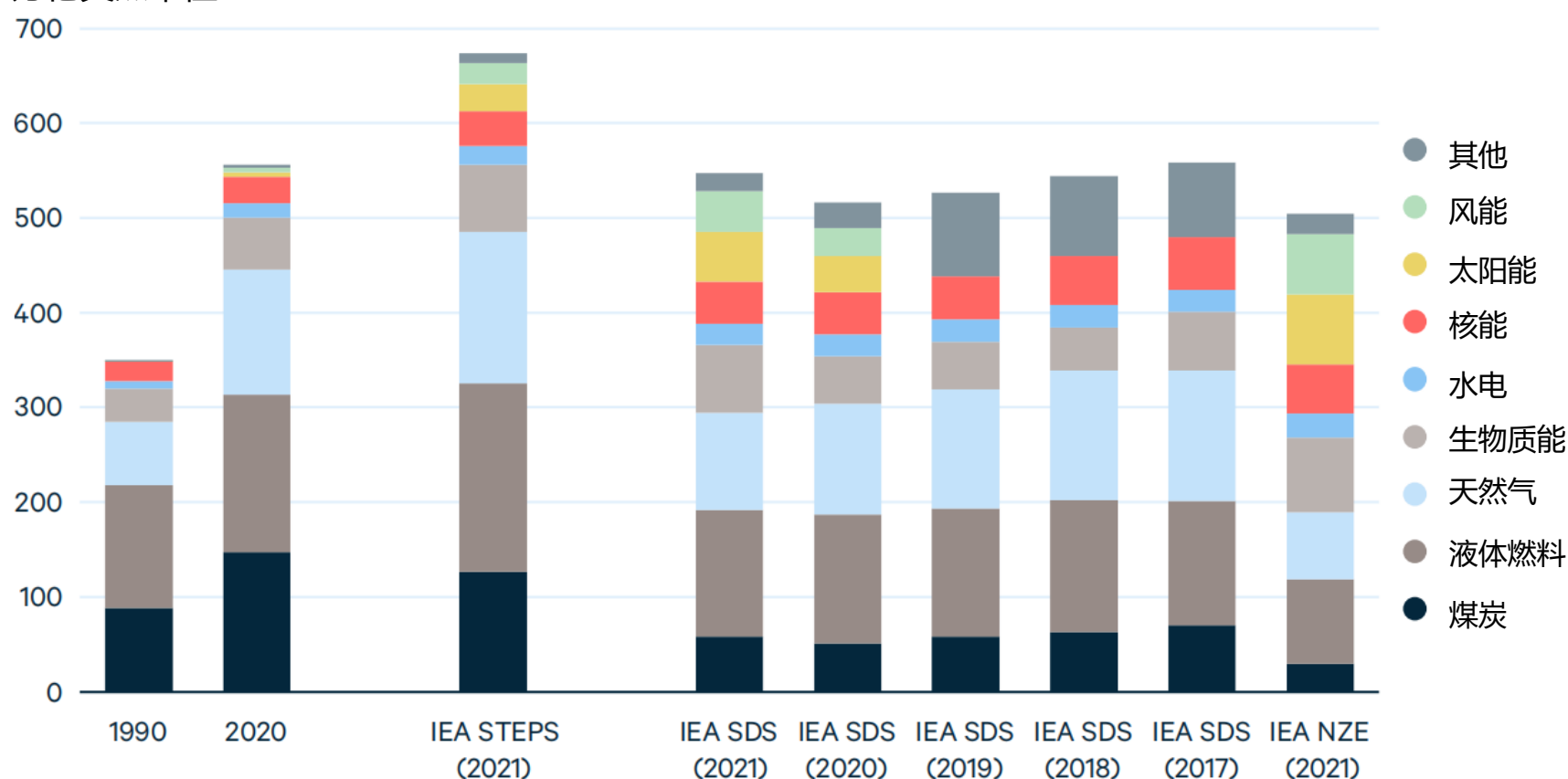
4、全球气候雄心差距：气候雄心情景全球能源需求预测差异较大



- ◆ 不同气候雄心情景中，对于化石燃料使用水平、CCS部署以及能源需求总量预测存在较大差异。与IEA既定政策情景相比，2050年大部分气候雄心情景预测一次能源消费降低，各情景中全球化石能源需求预测均下降。
- ◆ 不同气候雄心情景预测核能在未来发挥的作用参差不齐，在能源结构中的占比范围在11%-38%之间。尽管所有情景都预测可再生能源将有可观的增长，但气候雄心情景与演化政策情景之间的增长差异最大，几乎所有气候雄心情景均预测2050年风能需求将是IEA既定政策情景的两倍以上。

4、全球气候雄心差距：政策进展缓慢导致未来所需减排幅度更大

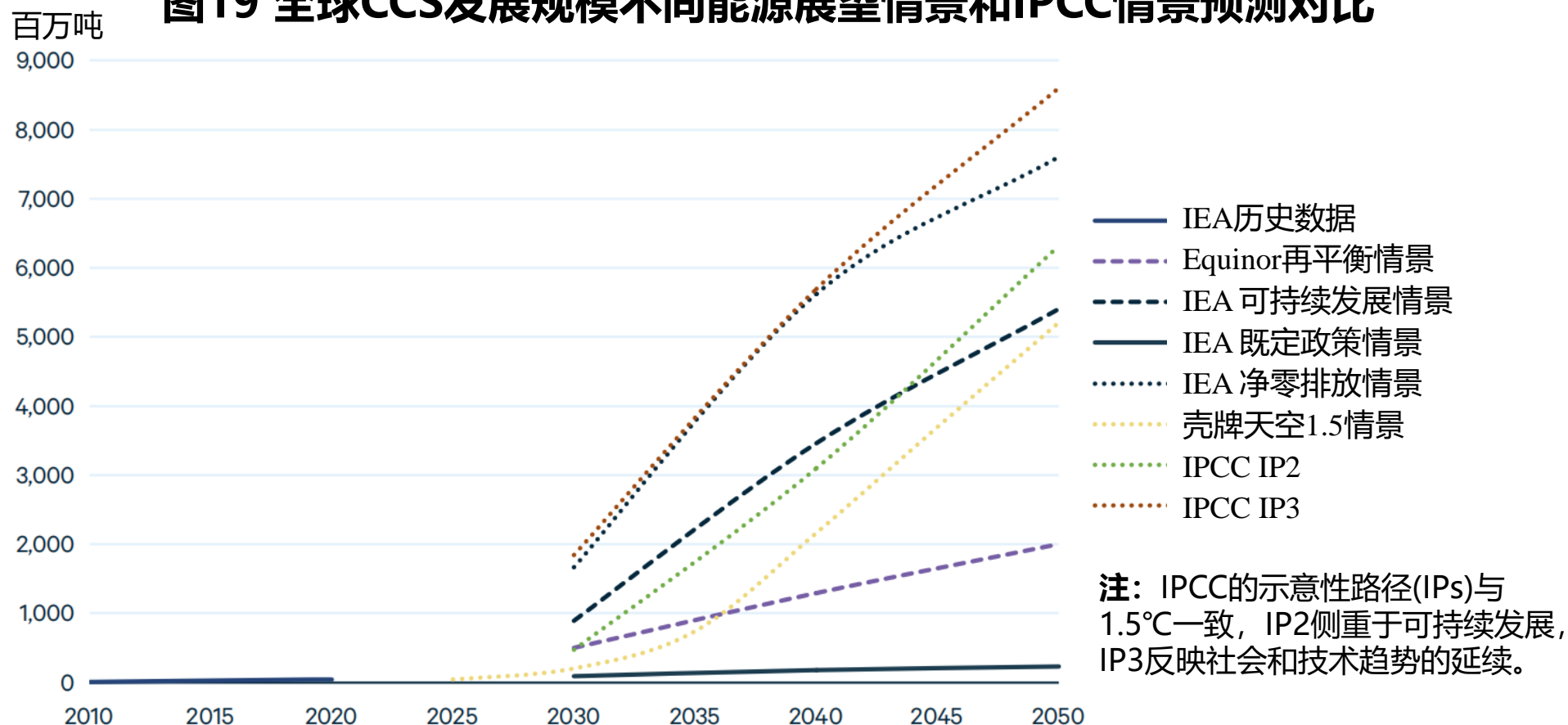
图18 2040年全球一次能源结构IEA不同情景预测对比



- ◆ 如果全球气候政策制定的进展未能使能源体系转型与1.5°C或2°C目标保持一致，那么未来需要更大幅度的减排。
- ◆ 从IEA近年来对2040年全球一次能源结构的情景预测演变可以看出，目前全球政策进展与减排目标之间的差距不断扩大。例如，2017年可持续发展情景预测2040年化石燃料占比为61%，而2021年的预测为54%，这种差异主要是源于天然气需求水平的下降。相反，2017年可持续发展情景预测2040年可再生能源占比为29%，而2021年的预测为38%，表明需要更大力度发展可再生能源才能实现可持续发展目标。

4、全球气候雄心差距：CCS部署规模预测证明净零技术的重要性

图19 全球CCS发展规模不同能源展望情景和IPCC情景预测对比



- ◆ 在大多数气候雄心情景中，CCS在实现减排目标方面将发挥重要作用。2020年，全球CCS部署规模仅为4000万吨，但各个气候雄心情景预计未来30年其部署规模将扩大到数十亿吨以上，范围从20-76亿吨。
- ◆ 这些气候雄心情景中所设想的CCS部署水平，仍远低于IPCC《全球升温1.5°C》报告中提出的路径要求。
- ◆ CCS部署规模证明了净零技术的重要性，这是缩小1.5°C目标与GHG排放稳步上升的现实之间差距的必要举措。



《洁净能源重大信息专报》

编辑出版：中国科学院武汉文献情报中心
联系地址：武汉市武昌区小洪山西25号（430071）
联系人：李岚春 陈伟
联系电话：（027）87199180
电子邮件：energy@whlib.ac.cn