

洁净能源重大信息专报

2020年第03期（总第05期）

本期看点

- BP：世界能源统计年鉴2020
- IEA：世界能源投资报告2020
- IRENA：可再生能源发电成本报告





BP：世界能源统计年鉴2020

英国石油公司（BP）2020年6月17日发布

目 录

◆ 一次能源消费

◆ 石油

◆ 天然气

◆ 煤炭

◆ 核能

◆ 水电

◆ 非水可再生能源

◆ 电力

◆ 关键矿产资源

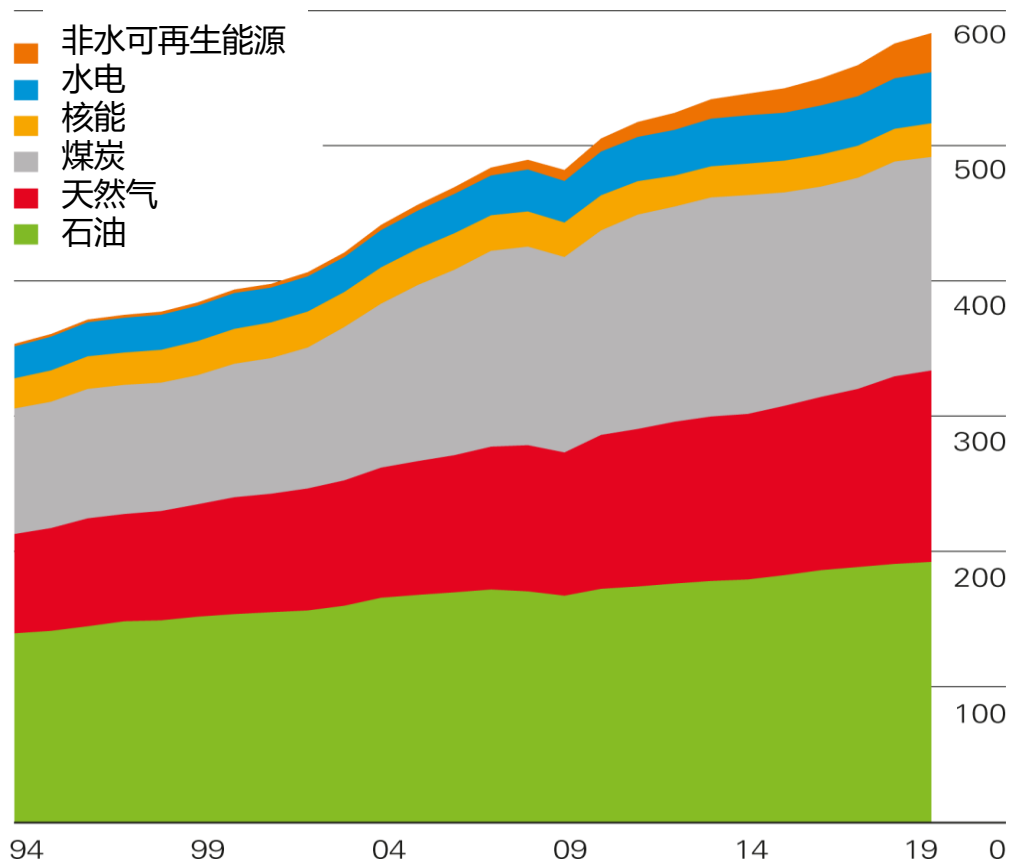


一次能源消费

1、全球一次能源消费增速放缓，可再生能源和天然气是增量主体

全球一次能源消费总量

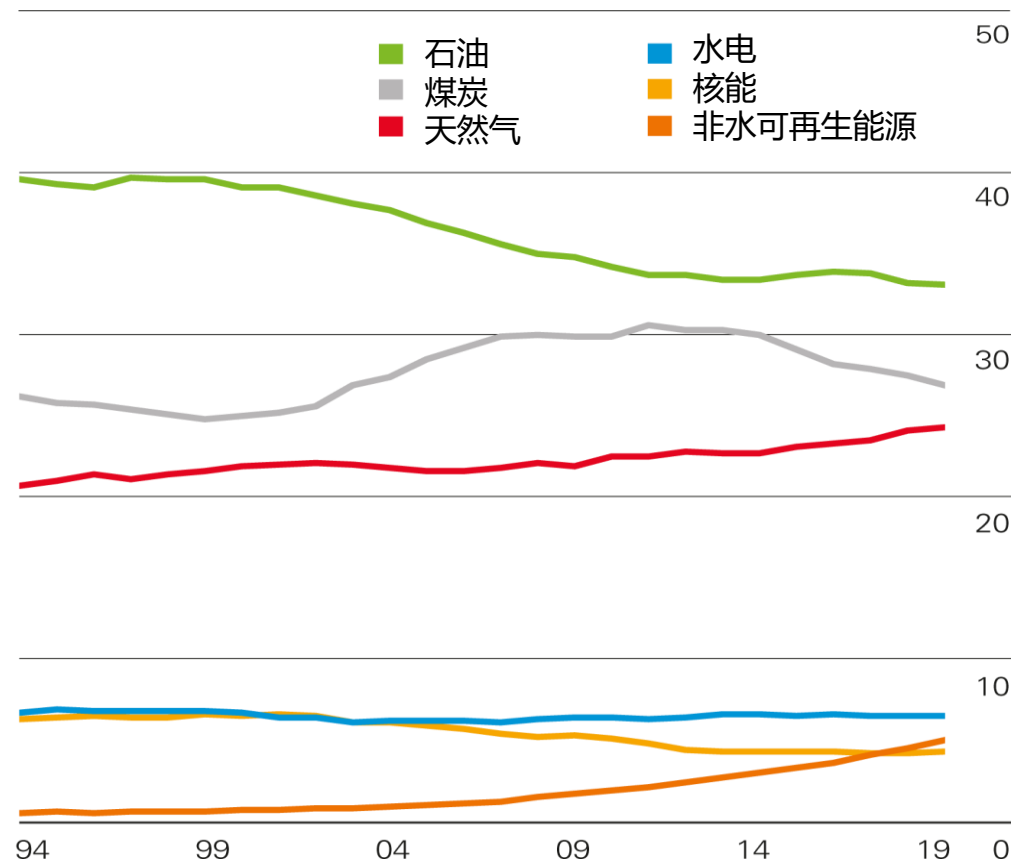
(单位: 艾焦耳)



◆ 2019年，全球一次能源消费增速减缓至1.3%，不到上一年度增长率（2.8%）的一半。其中，可再生能源（3.2艾焦耳）和天然气（2.8艾焦耳）贡献了增量的四分之三。

全球一次能源结构

(单位: 百分比)

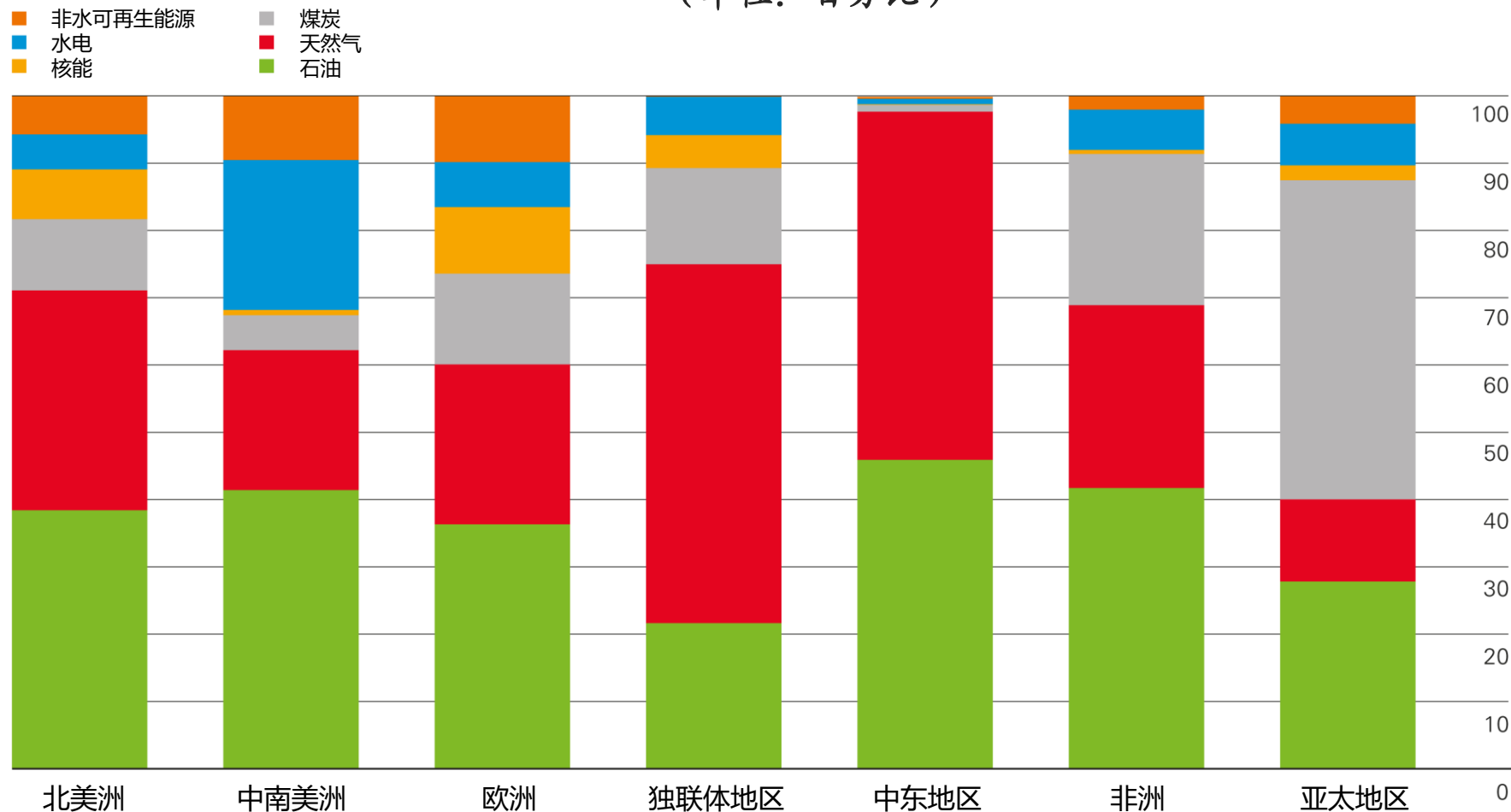


◆ 2019年，石油继续占据一次能源结构的最大份额（33.1%），第二大燃料煤炭下降至2003年以来的最低水平（27.0%），天然气、非水可再生能源分别为24.2%、5.0%，核能仅为4.3%。

2、全球各地区一次能源消费结构差异明显

2019年全球各地区一次能源消费结构

(单位：百分比)

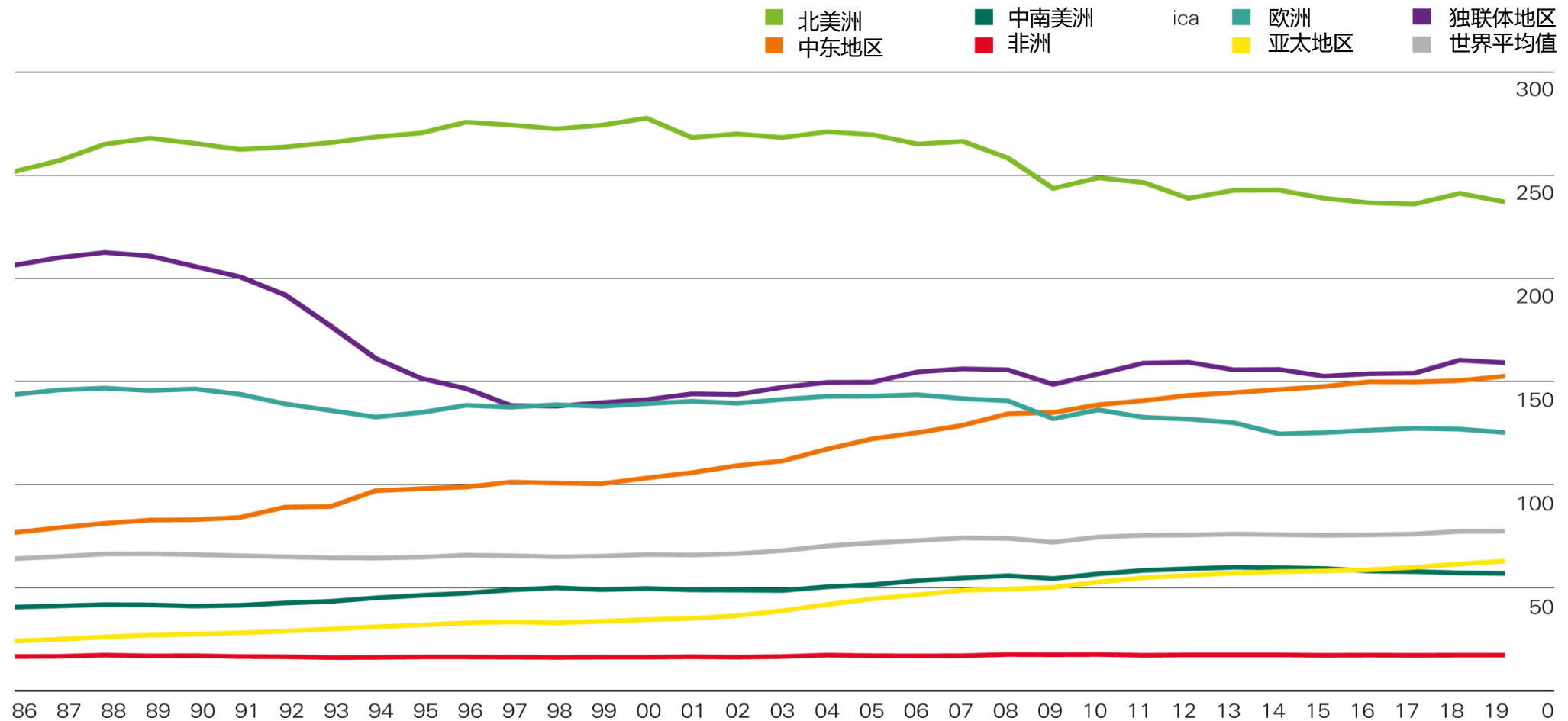


- ◆ 石油仍然是非洲、欧洲和美洲地区的主要燃料，天然气在独联体和中东地区占主导地位，占地区能源结构的一半以上。煤炭是亚太地区的主要燃料。北美和欧洲地区的一次能源消费结构中煤炭份额已下降到最低水平。

3、人均能源消费呈现亚太和中东地区增长、其他地区下降趋势

1986-2019年全球各地区人均能源消费量

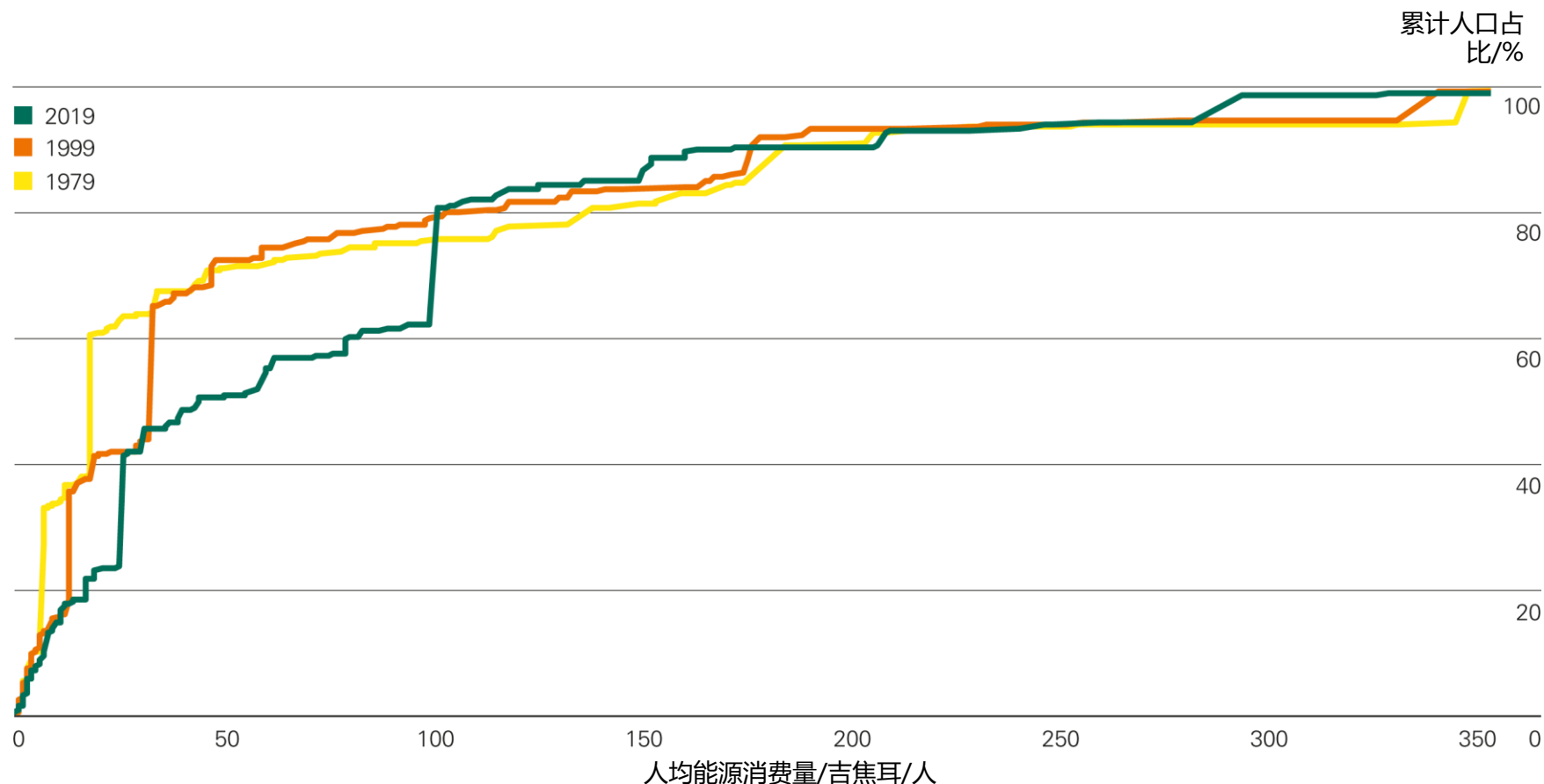
(单位: 吉焦耳/人)



◆ 2019年, 全球人均能源消费仅增长0.2%, 其中主要由中东 (增长1.4%)和亚太地区 (2.4%) 贡献, 其他地区人均能源消费都有所下降。北美是人均消费最高的地区, 其次是独联体和中东地区, 非洲仍是人均消费最低的地区。

4、仍有81%的世界人口生活在人均能源消费量不足100吉焦耳的国家

1979、1999、2019年人均能源消费量比例分布



- ◆ 在2019年，81%的世界人口生活在人均能源消费量不足100吉焦耳/人的国家，这一比例相较20年前上涨2个百分点。人均能源消费量低于75吉焦耳/人的国家人口比例自1998年的76%下降至2019年的57%。中国人均能源消费量自1978年的17吉焦耳/人上升至2019年的99吉焦耳/人。

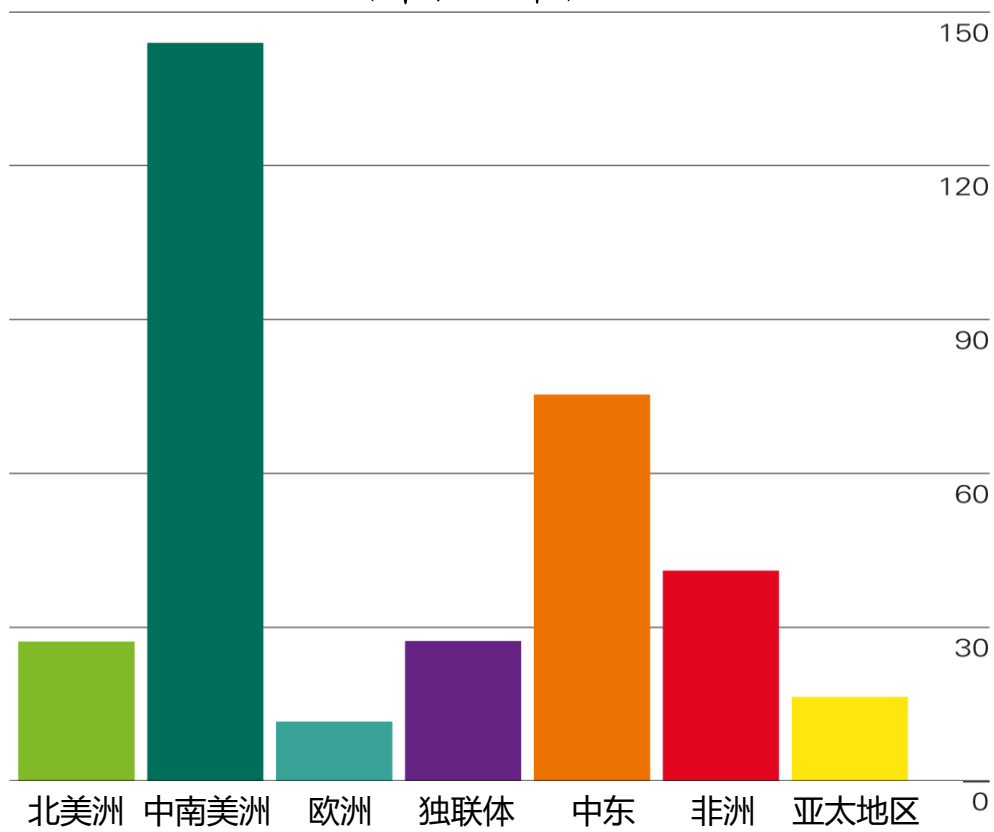


石油

1、全球石油探明储量还能够支撑以现有生产水平维持50年

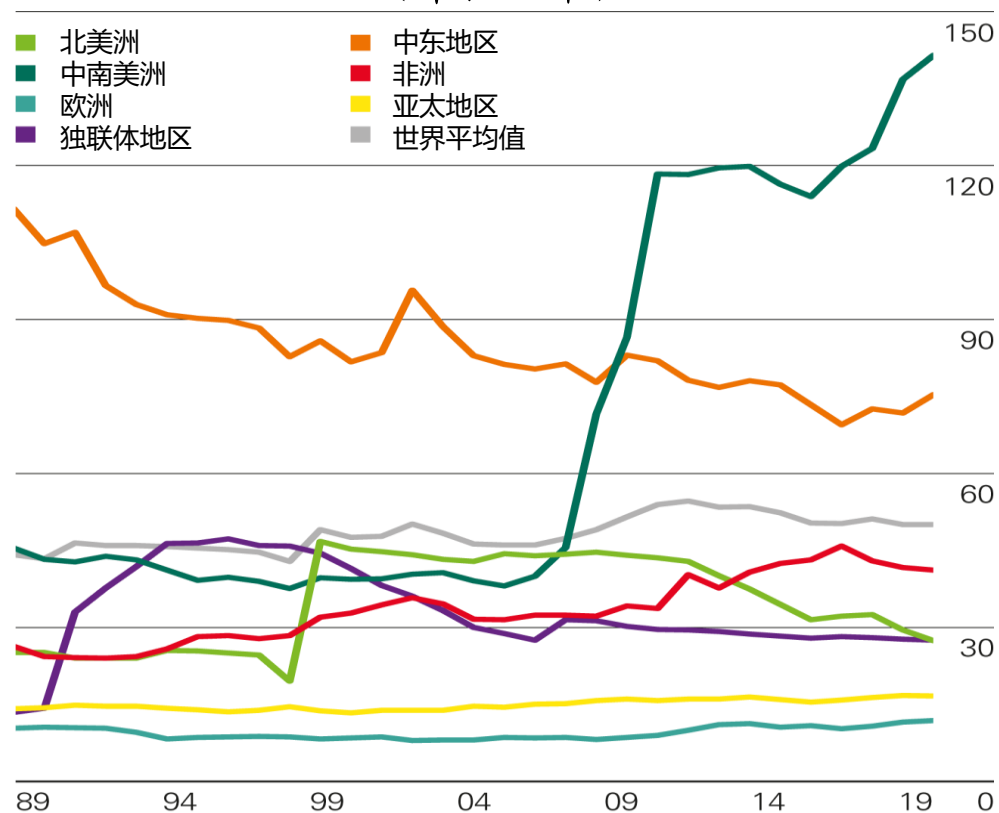
2019年全球各地区石油储产比

(单位: 年)



1989-2019年全球各地区石油储产比变化

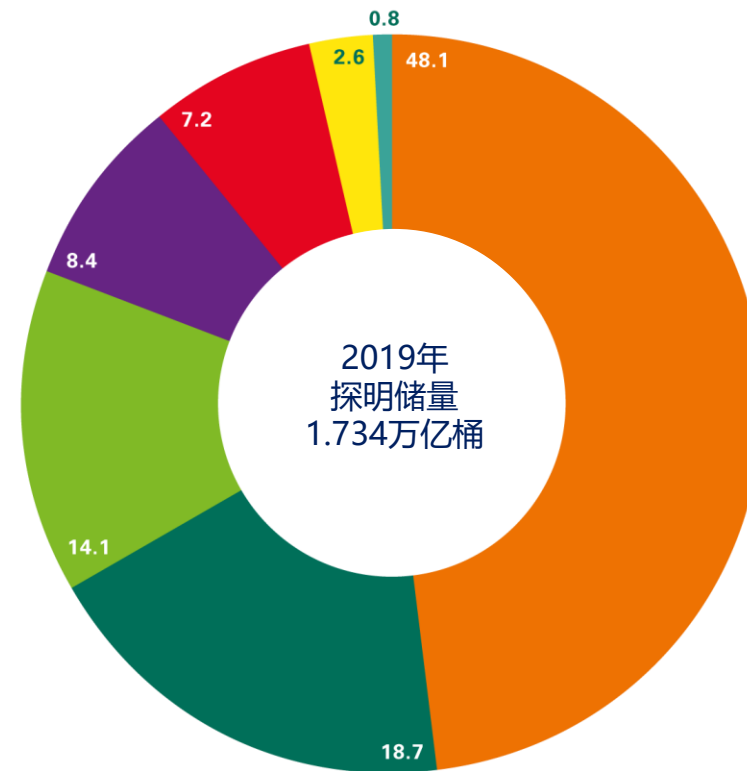
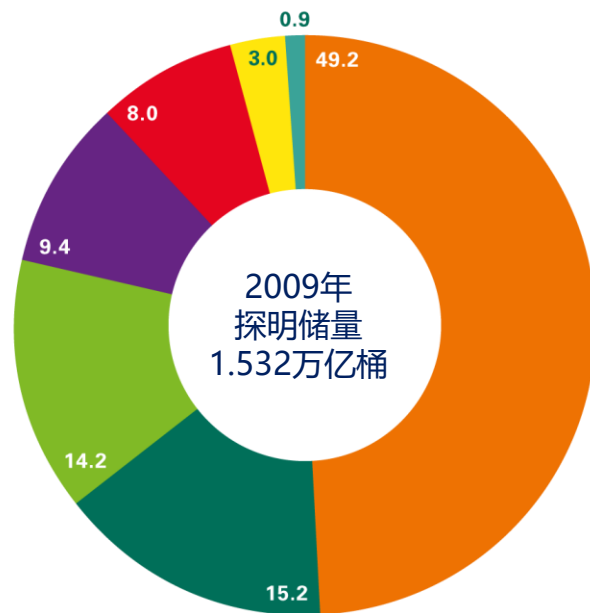
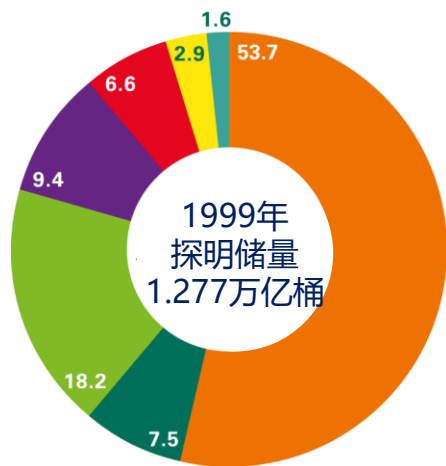
(单位: 年)



- ◆ 截至2019年底，全球石油探明储量为1.734万亿桶，较2018年减少20亿桶。根据2019年的储产比，全球石油储量还能够以现有的生产水平维持50年。分区域来看，中南美洲的储产比全球最高（144年），欧洲最低（12年）。欧佩克组织拥有71.8%的全球石油储量。储量最大的国家是委内瑞拉（占全球储量的17.5%），其次是沙特阿拉伯（17.2%）和加拿大（9.8%）。

2、中东地区储量占比持续下降，中南美洲是唯一占比扩大的地区

1999、2009、2019年全球各地区石油探明储量占比
(单位：百分比)

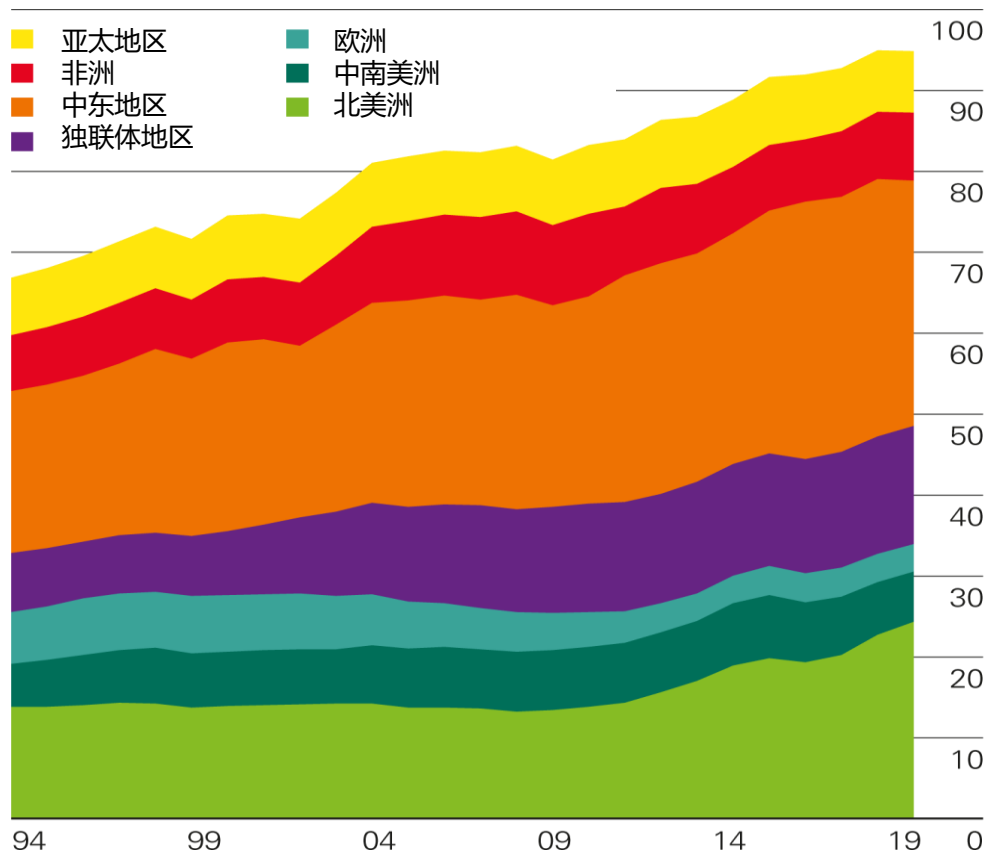


- ◆ 中东地区一直是全球石油探明储量集中地，但其占比已降至一半以下（48.1%）；中南美洲是唯一石油探明储量占比扩大的地区，2019年已占到全球探明储量的18.7%。

3、欧佩克国家石油产量显著降低，中国引领石油消费增长

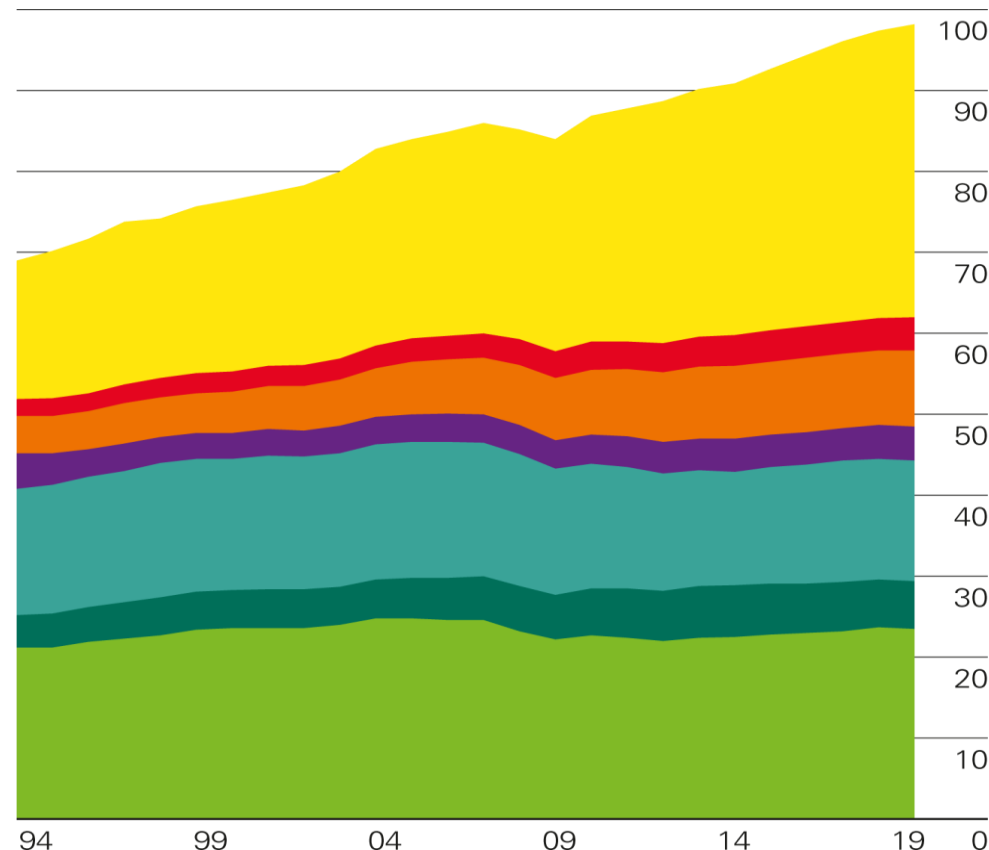
全球各地区石油产量

(单位: 百万桶/日)



全球各地区石油消费量

(单位: 百万桶/日)

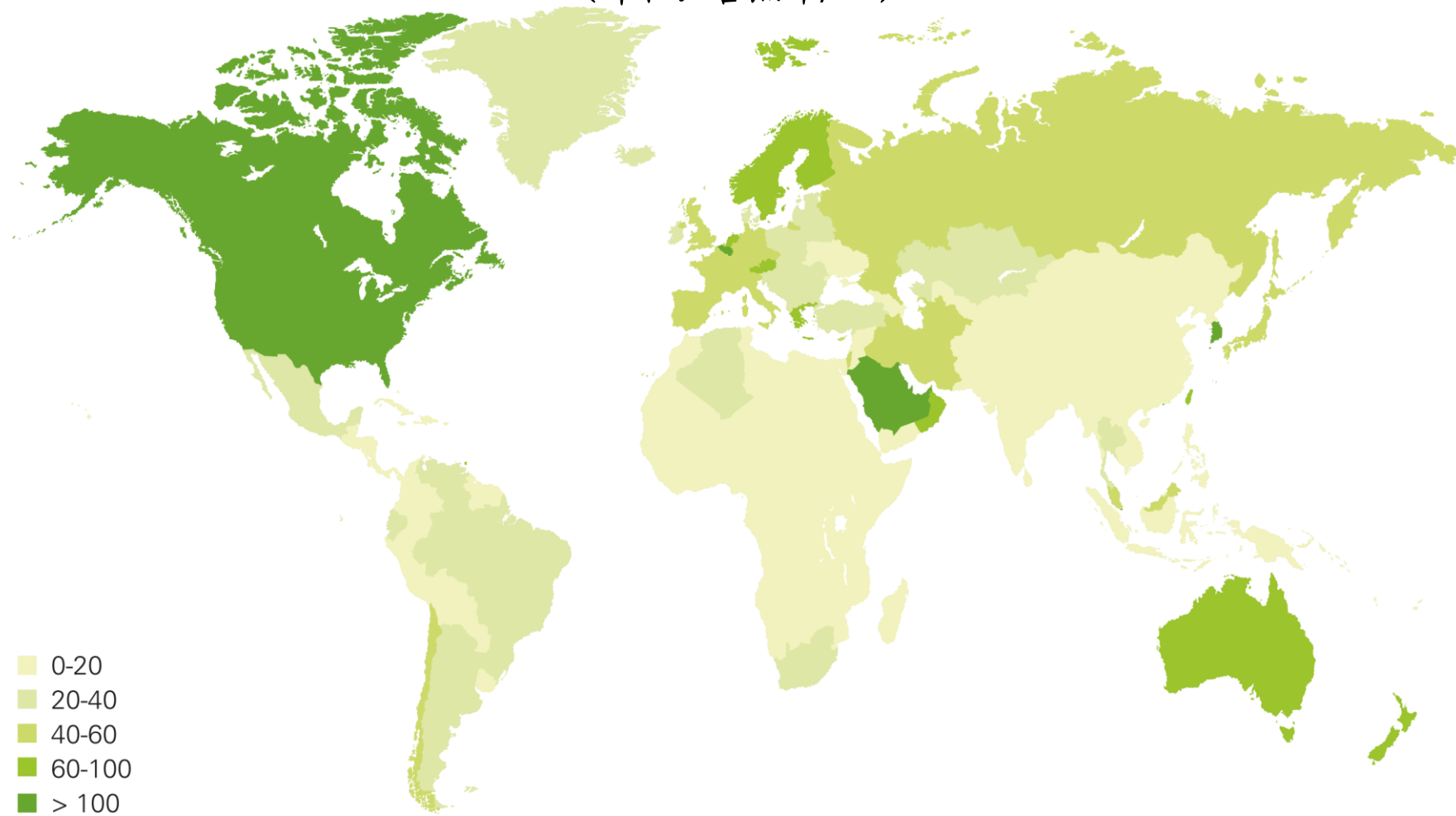


- ◆ 2019年，世界石油产量微降6万桶/日，美国产量的强劲增长 (+170万桶/日) 被欧佩克产量下降 (-200万桶/日) 所抵消，伊朗 (-130万桶/日)、委内瑞拉 (-56万桶/日) 和沙特阿拉伯 (-43万桶/日) 产量急剧下降。
- ◆ 石油消费增长低于近十年平均值，增幅为90万桶/日，即0.9%。中国 (+68万桶/日) 和其他新兴经济体引领消费增长，而OECD国家消费下降 (-29万桶/日)。

4、发展中经济体和发达国家人均石油消费量差距明显

2019年世界各国人均石油消费量

(单位: 吉焦耳/人)

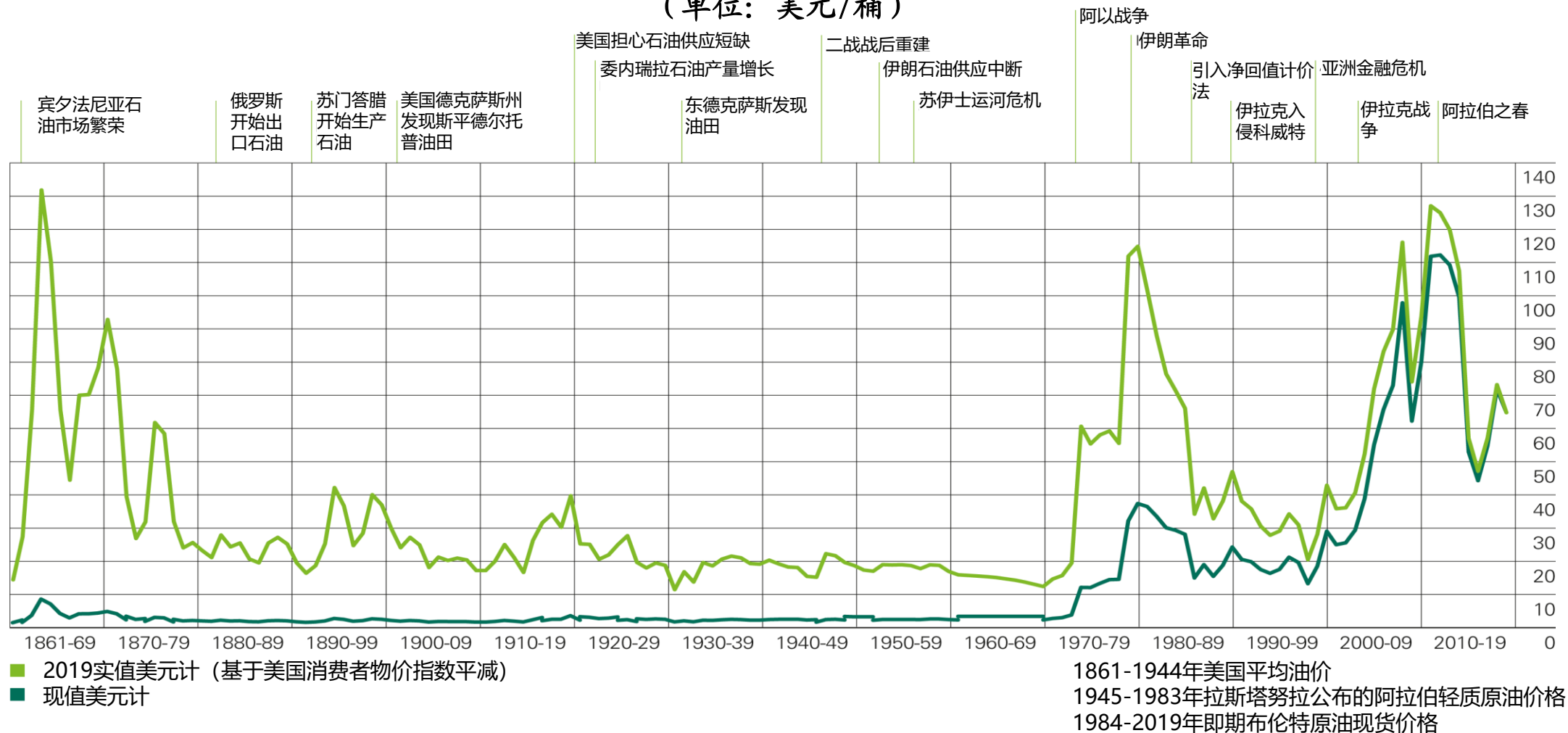


- ◆ OECD国家、独联体和中东地区人均石油消费量超过60吉焦耳/人；而中国、印度、非洲等发展中经济体人均石油消费量在20吉焦耳/人以下。

5、国际油价与重大地缘政治事件紧密关联

1861-2019年世界性重大事件与石油价格变化关联态势

(单位: 美元/桶)

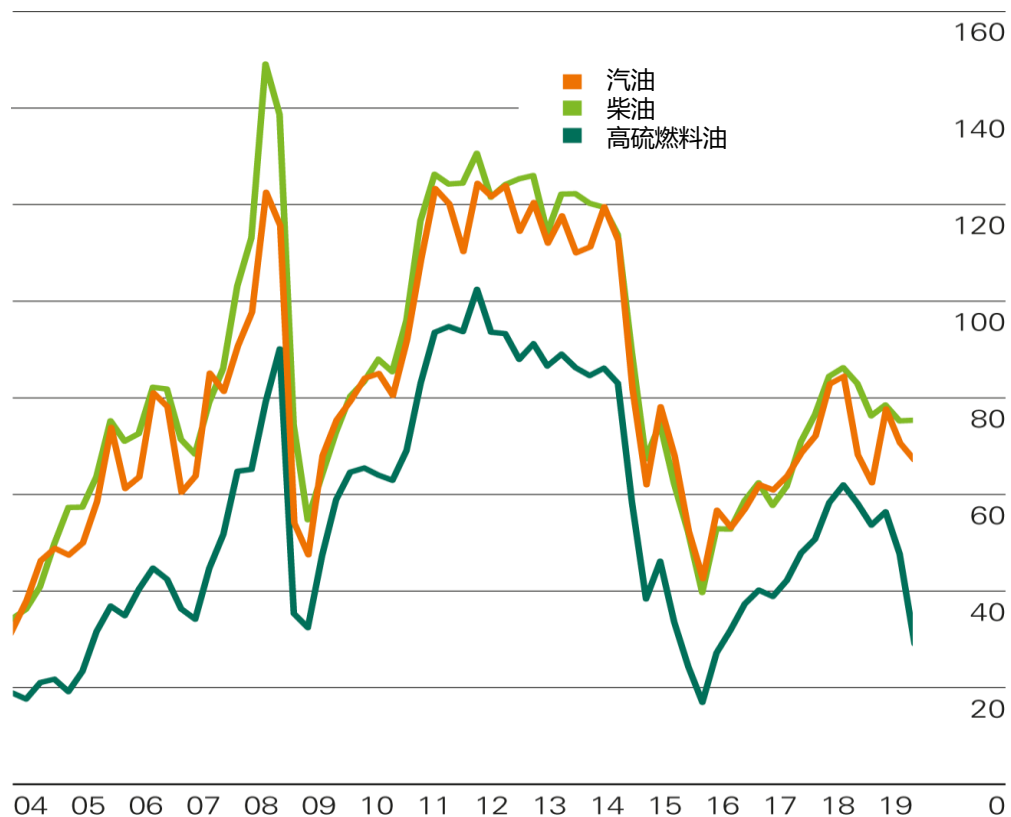


◆ 国际油价受到重大地缘政治事件的影响波动明显。2000年以来国际油价震荡上行，2009年全球金融危机后国际油价腰斩，2019年油价在70美元/桶以下。

6、国际成品油价格波动

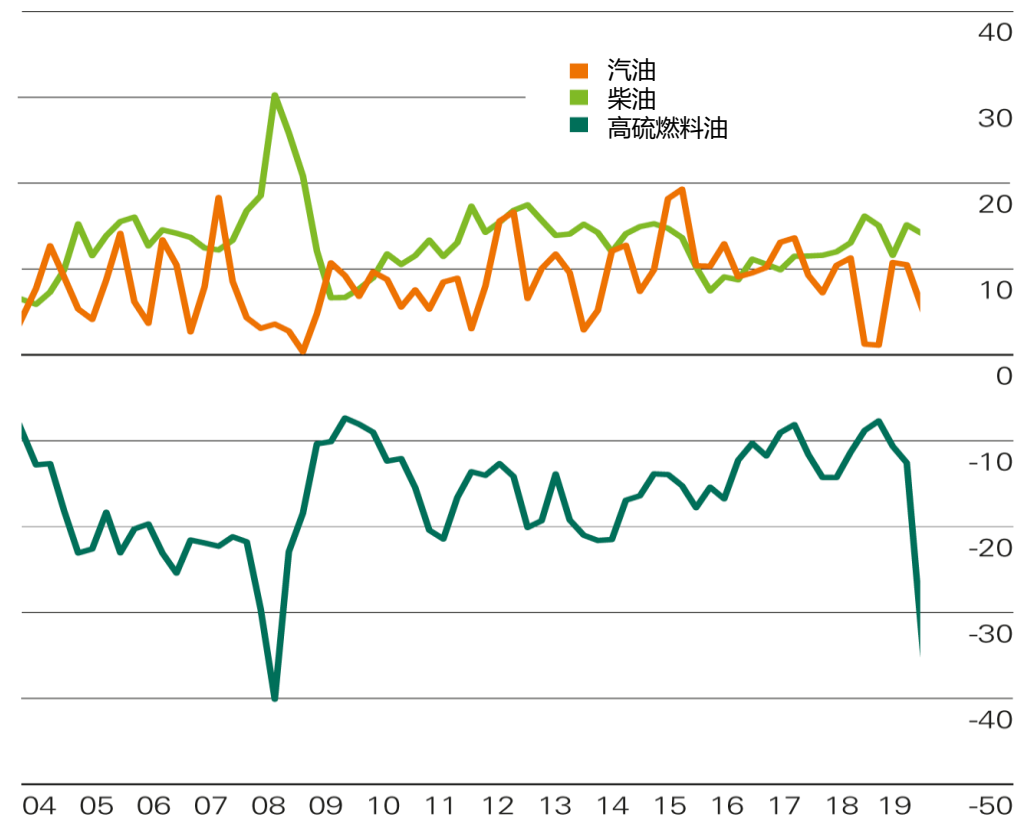
鹿特丹成品油价格

(单位: 美元/桶)



Source: S&P Global Platts, © 2020, S&P Global Inc.

成品油与原油价差 (鹿特丹成品油价格减去即期布伦特油价) (单位: 美元/桶)

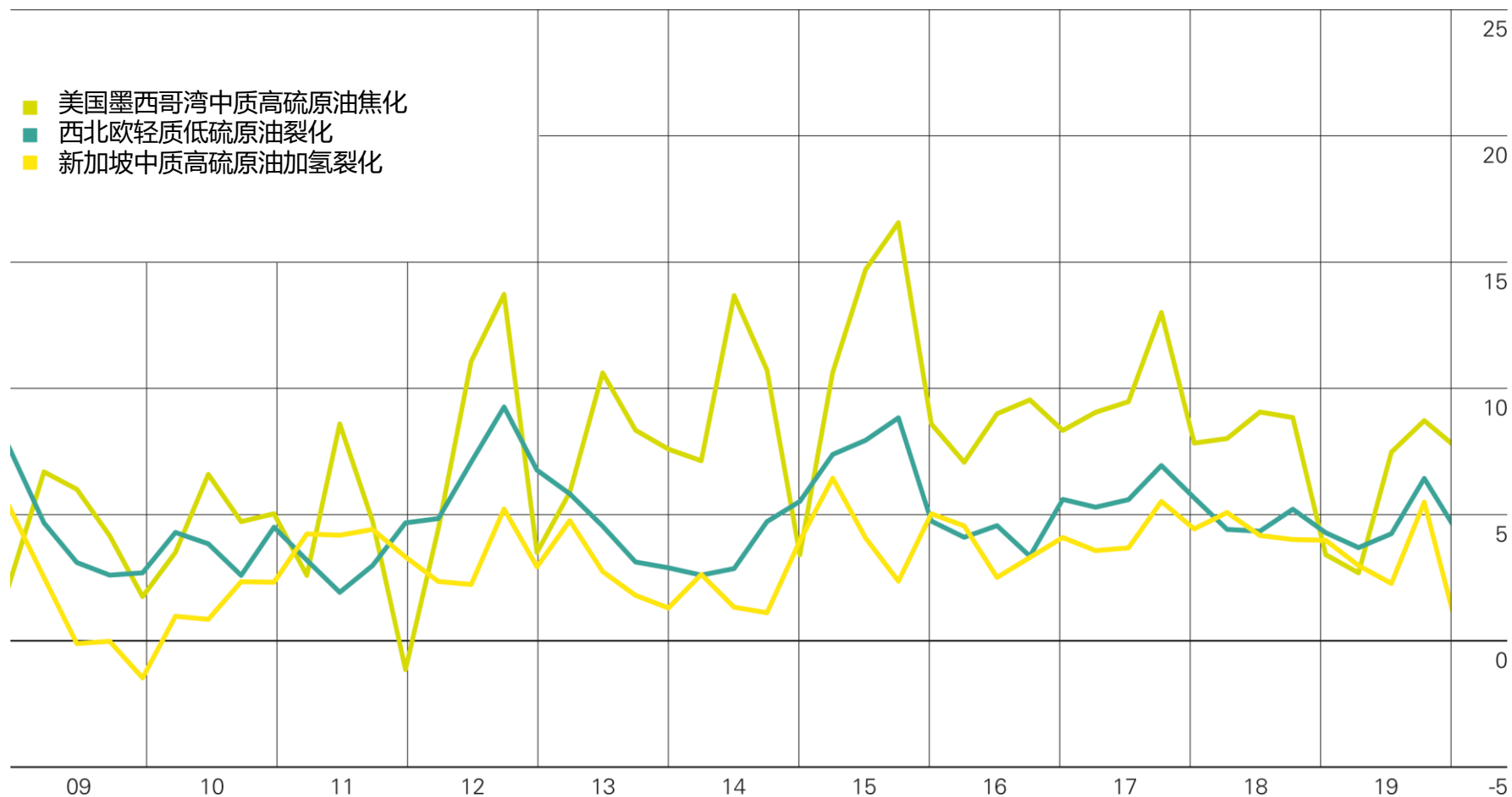


Source: S&P Global Platts, © 2020, S&P Global Inc.

7、主要地区炼油毛利

2009-2019年各地区炼油毛利变化态势

(单位: 美元/桶)

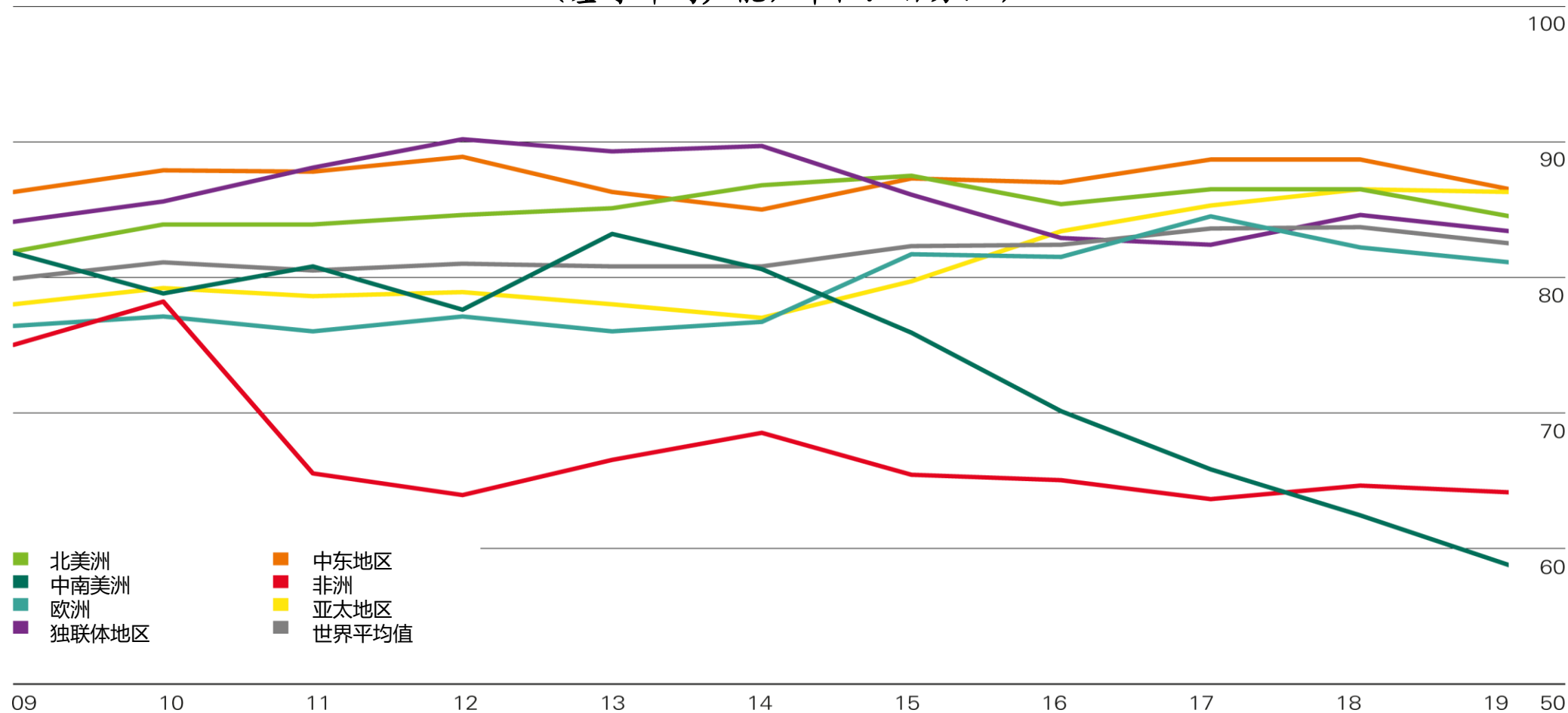


- ◆ 炼油毛利为全球三大炼油中心的基准毛利：美国墨西哥湾、西北欧（鹿特丹）和新加坡。都是根据该地区常用的一种原油，并根据该地区典型炼厂加工装置（裂解、加氢裂化或焦化）的优化油品产出率进行计算的结果。该毛利结果基于半变动成本计算，即减去所有可变成本和固定能源成本之后得出的毛利。

8、全球各地区炼油厂利用率创近十年来最大降幅

2009-2019年各地区炼油厂利用率

(基于年均产能, 单位: 百分比)

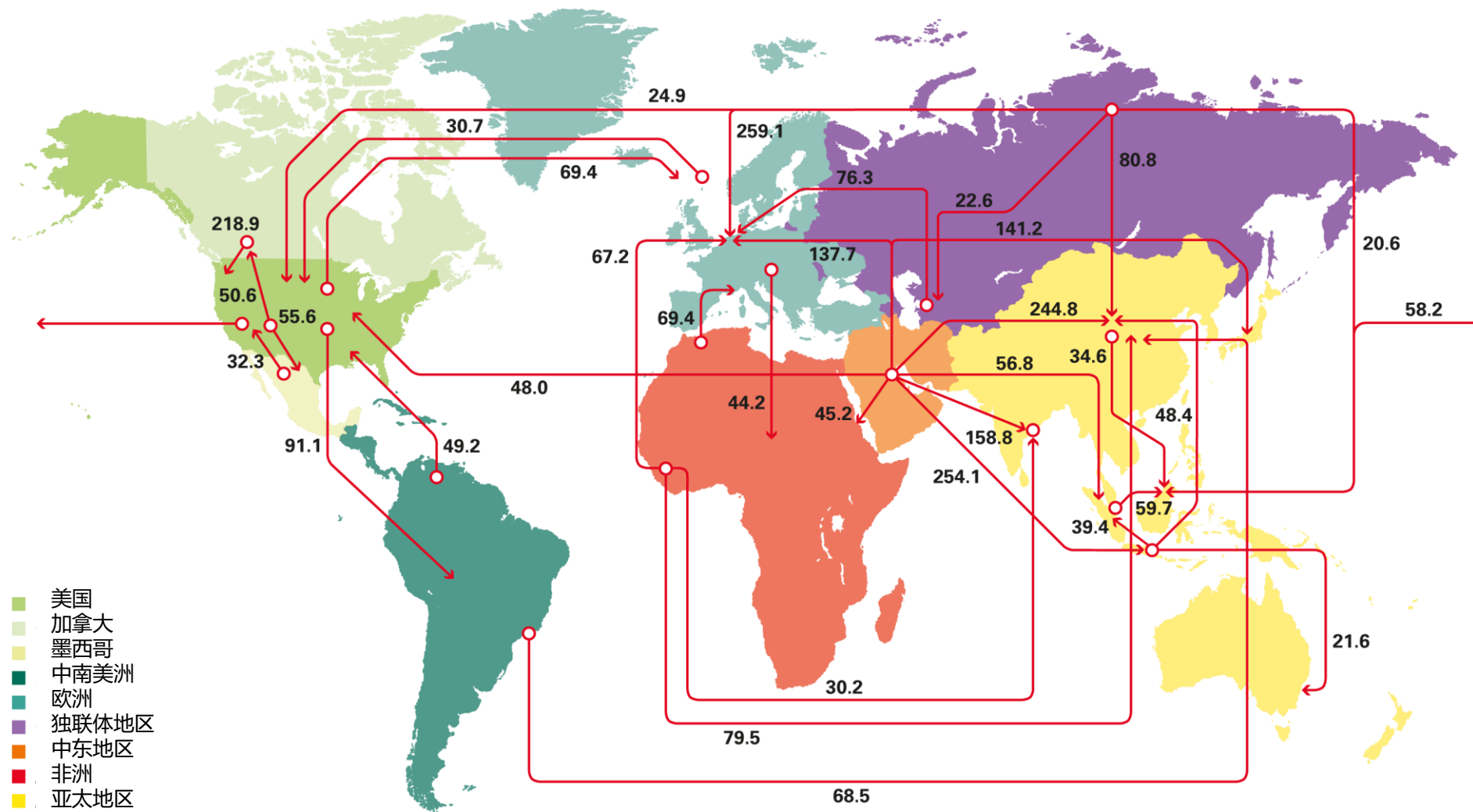


- ◆ 2019年, 受到需求疲软和NGLs供应强劲增长的阻碍, 全球炼厂加工量仅增长了3万桶/日。同时, 炼油产能提高了150万桶/日 (2009年以来的最大增长), 使得炼厂利用率下降至82.5% (2009年以来最大降幅)。中南美洲炼厂利用率跌至历史新低 (58.7%)。

9、全球石油贸易主要流向

2019年全球石油贸易主要流向

(单位: 百万吨)



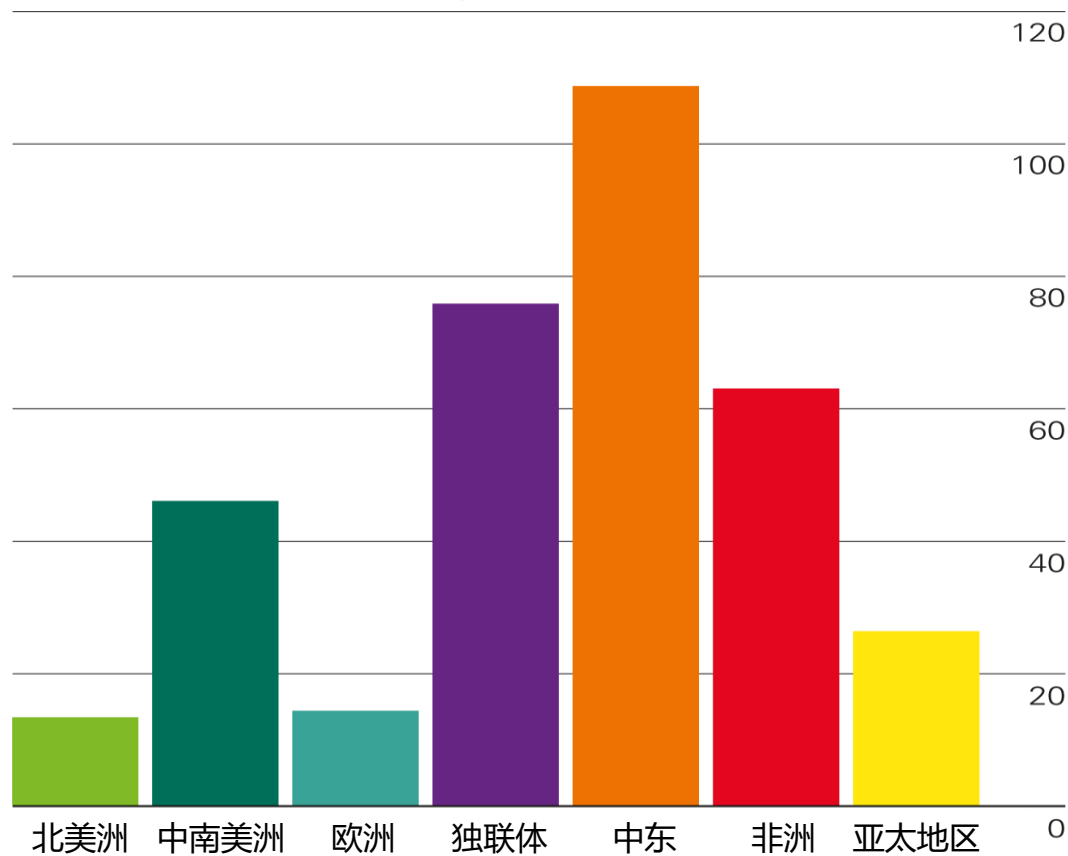


◆ 天然气

1、全球天然气探明储量还能够支撑以现有生产水平维持近50年

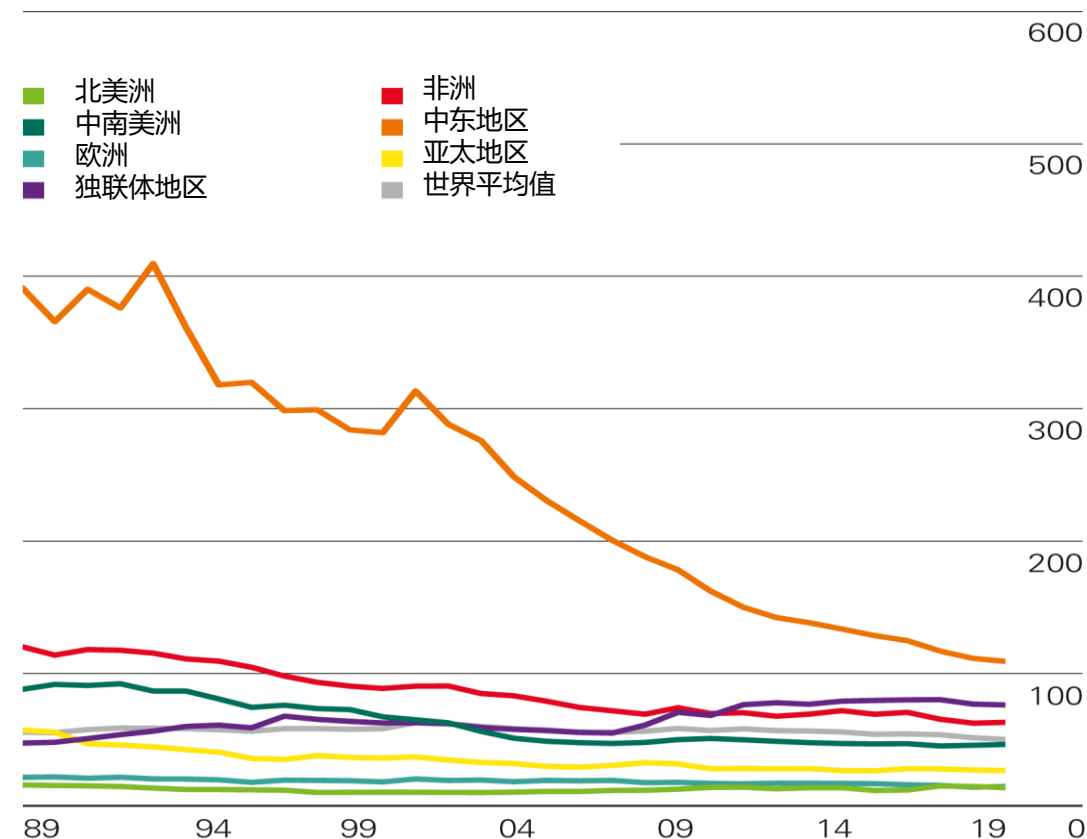
2019年全球各地区天然气储产比

(单位: 年)



1989-2019年全球各地区天然气储产比变化

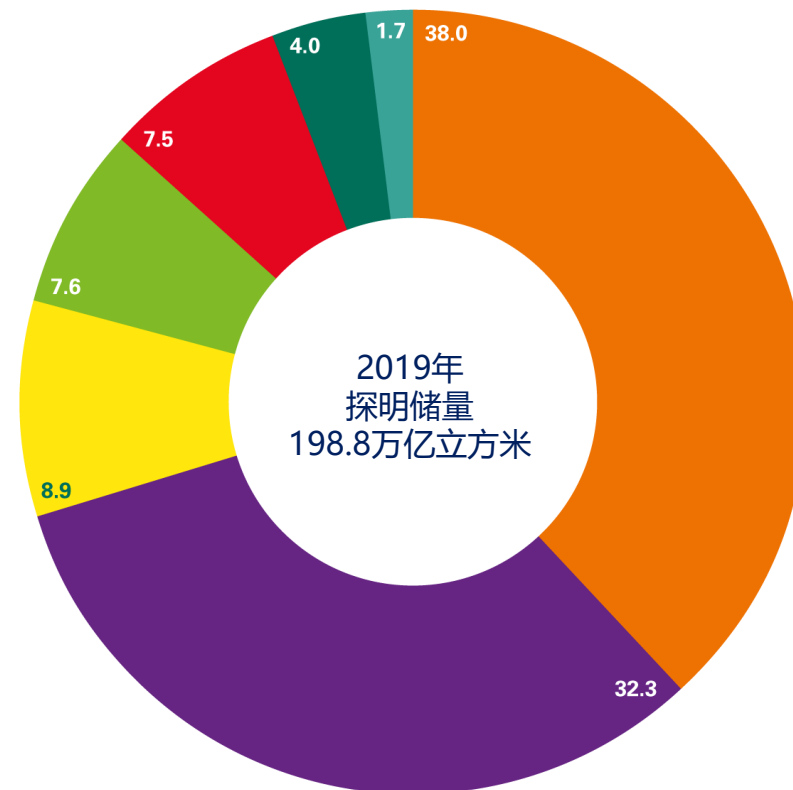
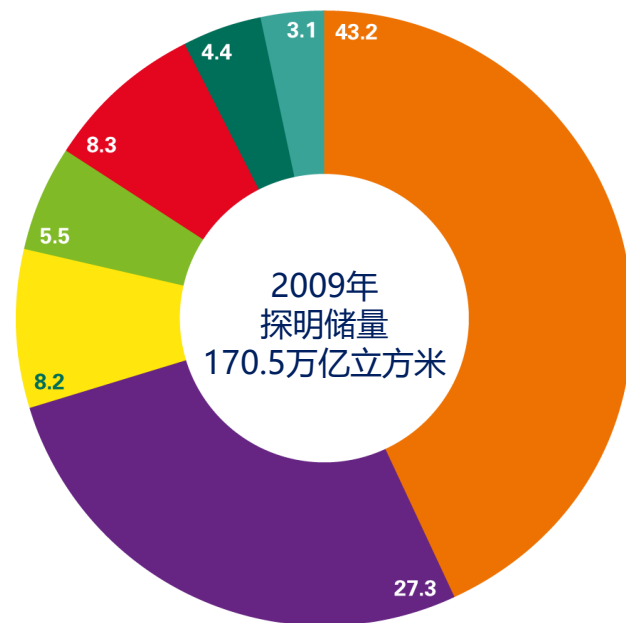
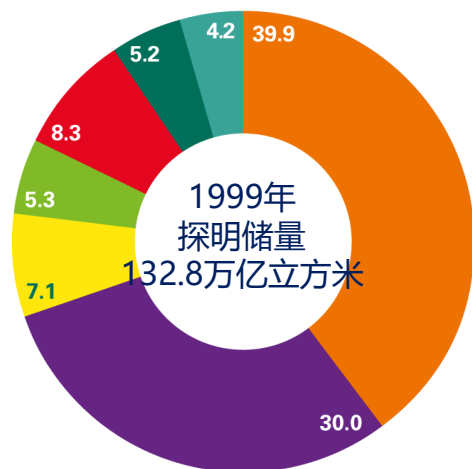
(单位: 年)



- ◆ 2019年，世界天然气探明储量增加了1.7万亿立方米，达到198.8万亿立方米。中国（+2万亿立方米）增长最多，但印度尼西亚下降1.3万亿立方米。俄罗斯（38万亿立方米）、伊朗（32万亿立方米）和卡塔尔（24.7万亿立方米）是储量最高的三个国家。天然气以现有生产水平还可以生产49.8年。中东（108.7年）和独联体地区（75.8年）储产比高于其他地区。

2、中东地区储量占比有所下降，独联体、亚太和北美占比扩大

1999、2009、2019年全球各地区天然气探明储量占比
(单位：百分比)

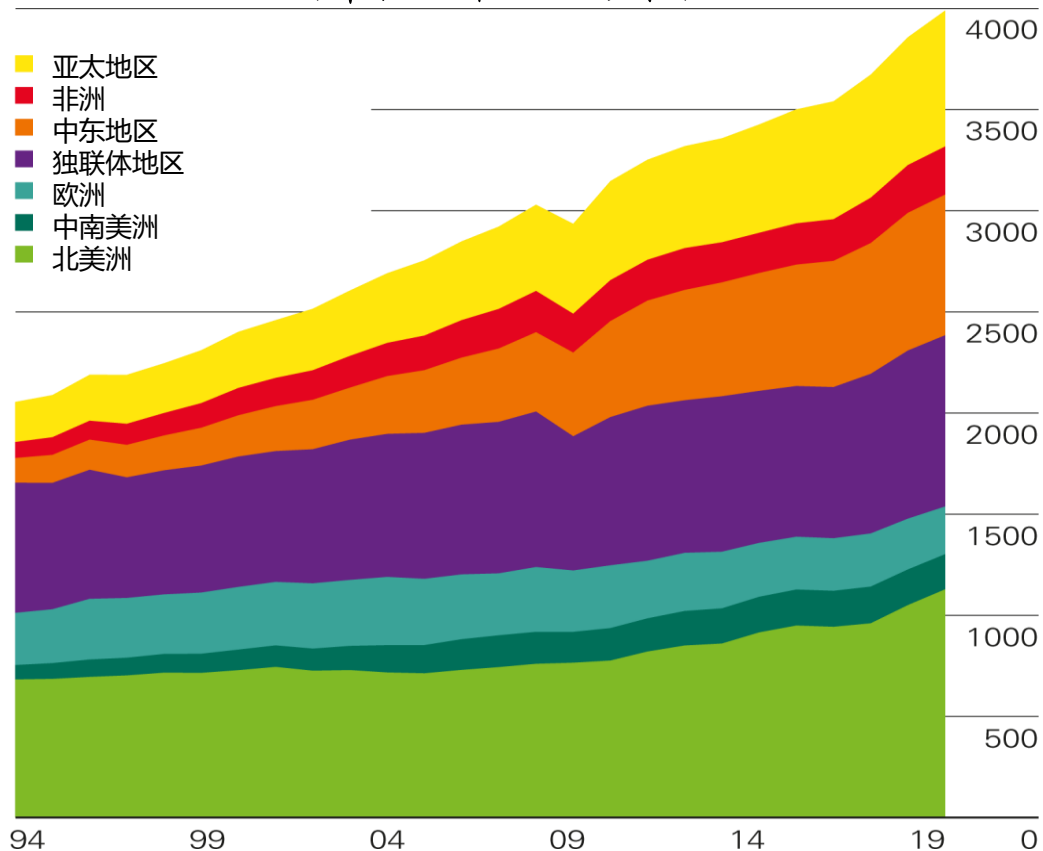


- ◆ 中东地区是全球天然气探明储量最多的地区，但其占比有所降低 (38.0%)；而独联体地区 (32.3%)、亚太地区 (8.9%) 和北美洲 (7.6%) 天然气探明储量占比均有所扩大，合计占比接近全球一半。

3、美国和中国引领天然气消费和生产增长

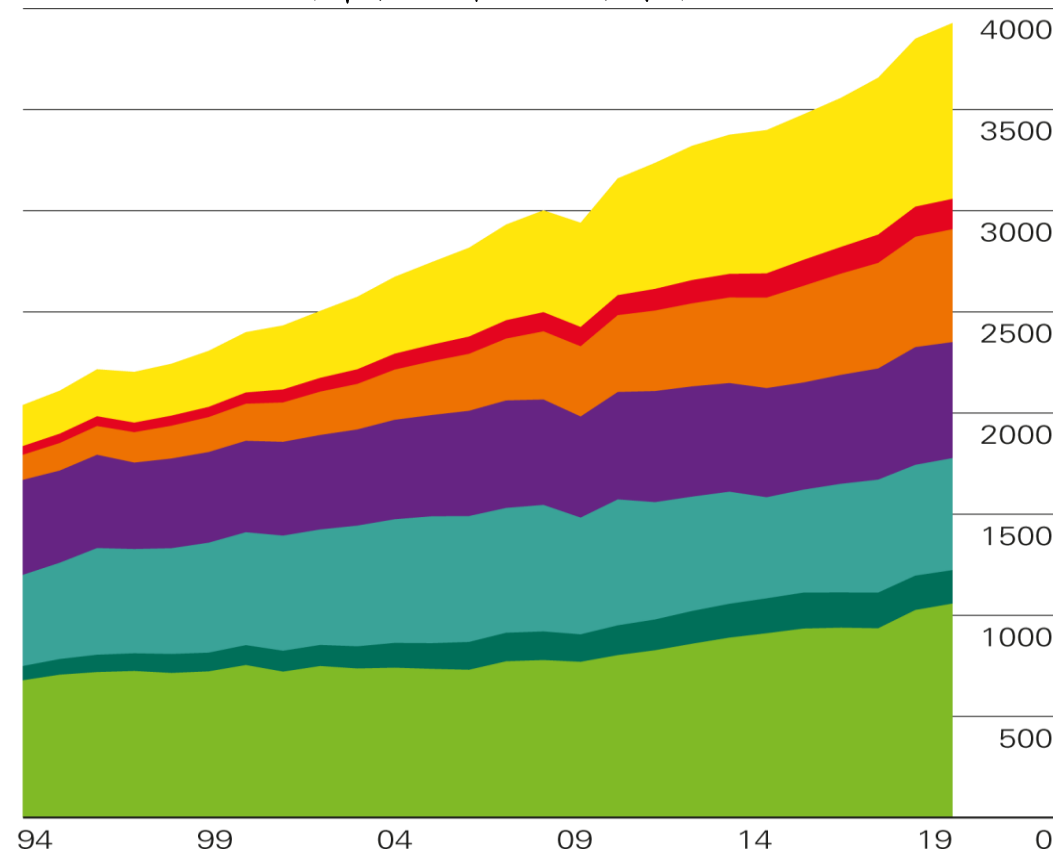
全球各地区天然气产量

(单位: 十亿立方米)



全球各地区天然气消费量

(单位: 十亿立方米)

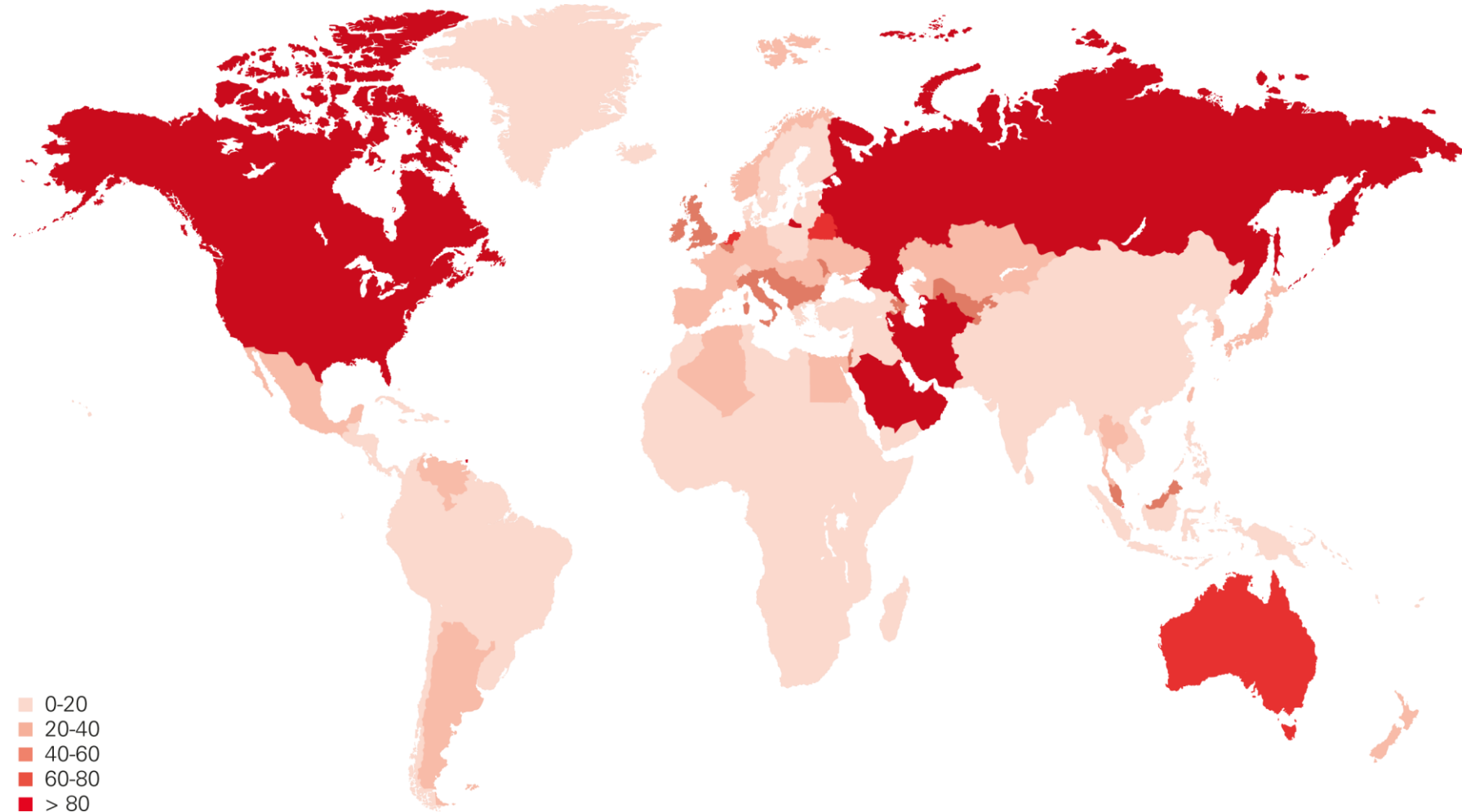


- ◆ 2019年全球天然气消费量增加780亿立方米，增长率2%，远低于2018年的5.3%。美国（+270亿立方米）和中国（+240亿立方米）推动增长，而俄罗斯和日本的降幅最大（分别为-100亿和-80亿立方米）。
- ◆ 2019年全球天然气产量增长1320亿立方米（+3.4%），其中美国约占增量的三分之二（+850亿立方米），澳大利亚（+230亿立方米）和中国（+160亿立方米）也是增长的关键贡献国家。

4、发展中经济体和发达国家人均天然气消费量差距明显

2019年世界各国人均天然气消费量

(单位: 吉焦耳/人)

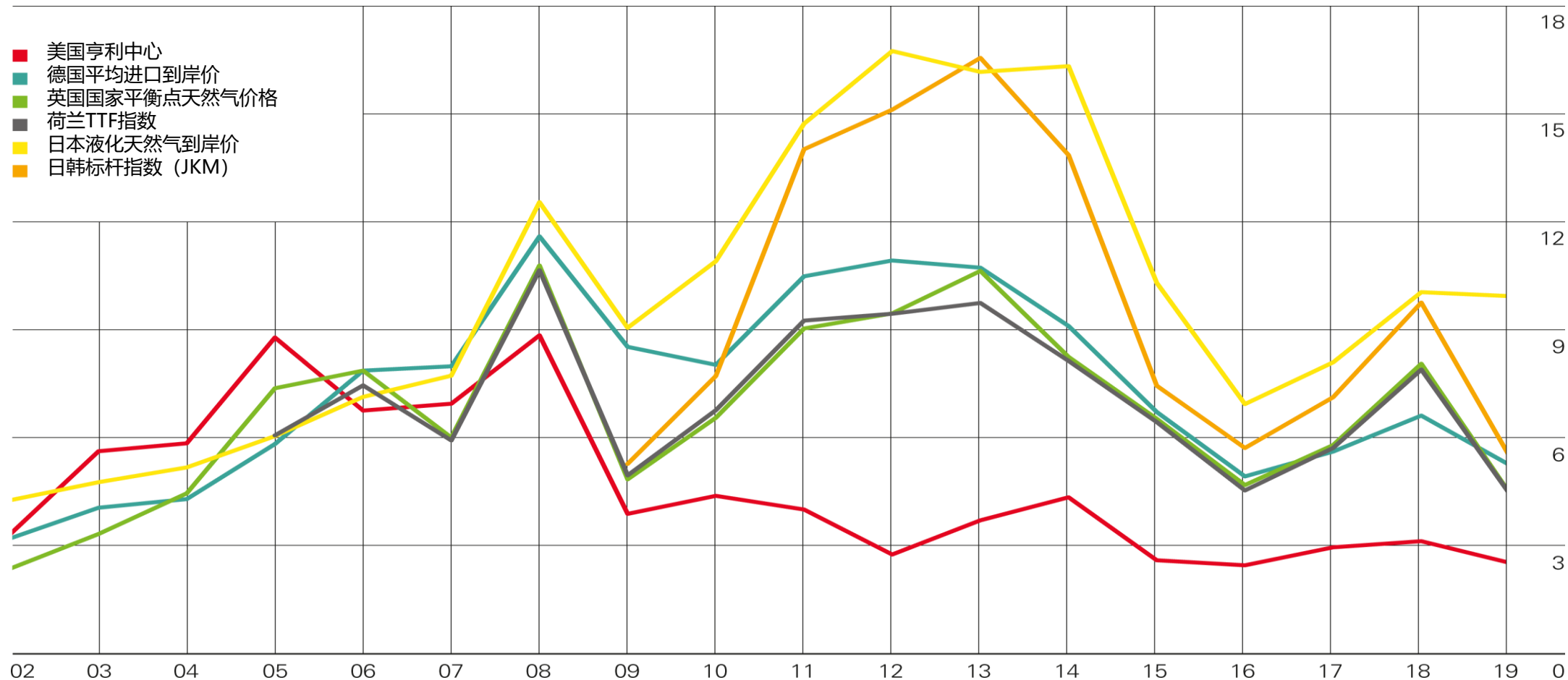


◆ 北美洲、独联体和中东地区人均天然气消费量超过80吉焦耳/人；而中国、印度、非洲等发展中经济体人均天然气消费量在20吉焦耳/人以下。

5、2010年以来主要地区天然气价格呈现下行趋势

2002-2019年世界主要地区天然气价格变化态势

(单位: 美元/百万英热单位)



- ◆ 美国天然气价格具有比较优势, 波动较小、处于全球最低位, 2019年低于3美元/百万英热单位; 亚洲天然气价格高于全球其他地区。

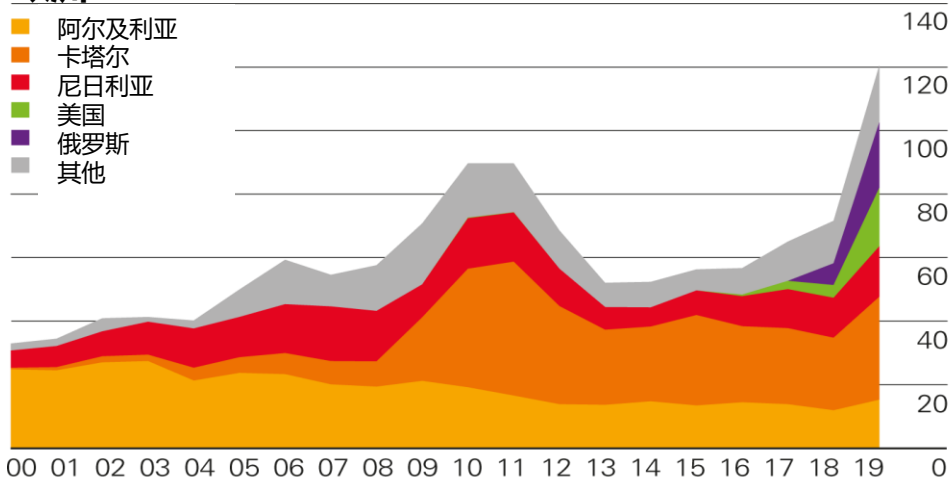
6、欧洲和东亚地区液化天然气进口来源

2000-2019年欧洲和中日韩液化天然气进口来源国

(单位: 十亿立方米)

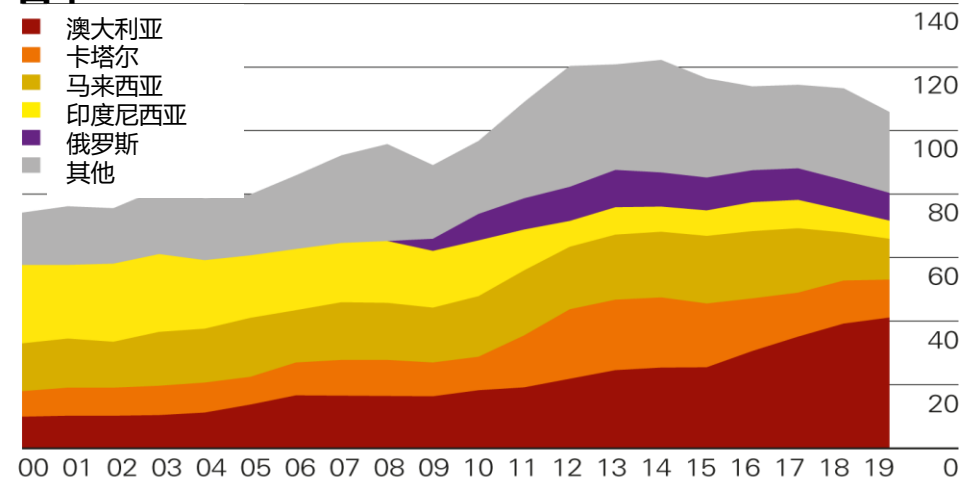
欧洲

- 阿尔及利亚
- 卡塔尔
- 尼日利亚
- 美国
- 俄罗斯
- 其他



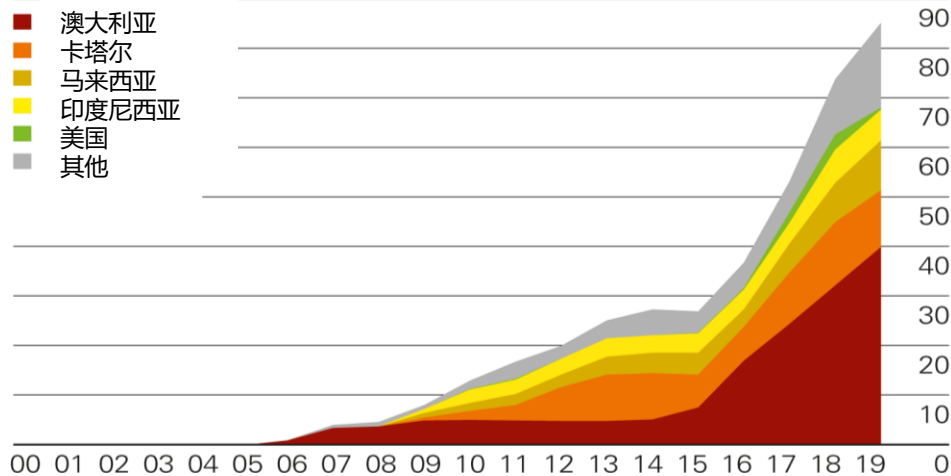
日本

- 澳大利亚
- 卡塔尔
- 马来西亚
- 印度尼西亚
- 俄罗斯
- 其他



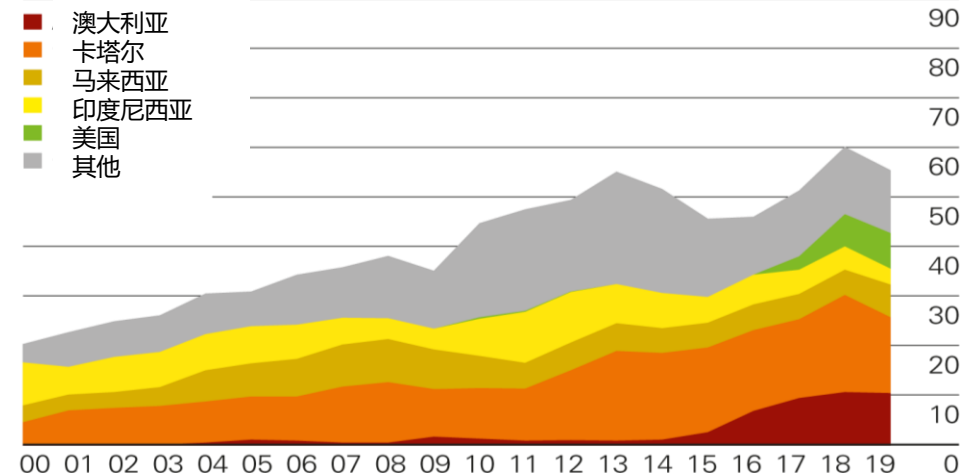
中国

- 澳大利亚
- 卡塔尔
- 马来西亚
- 印度尼西亚
- 美国
- 其他



韩国

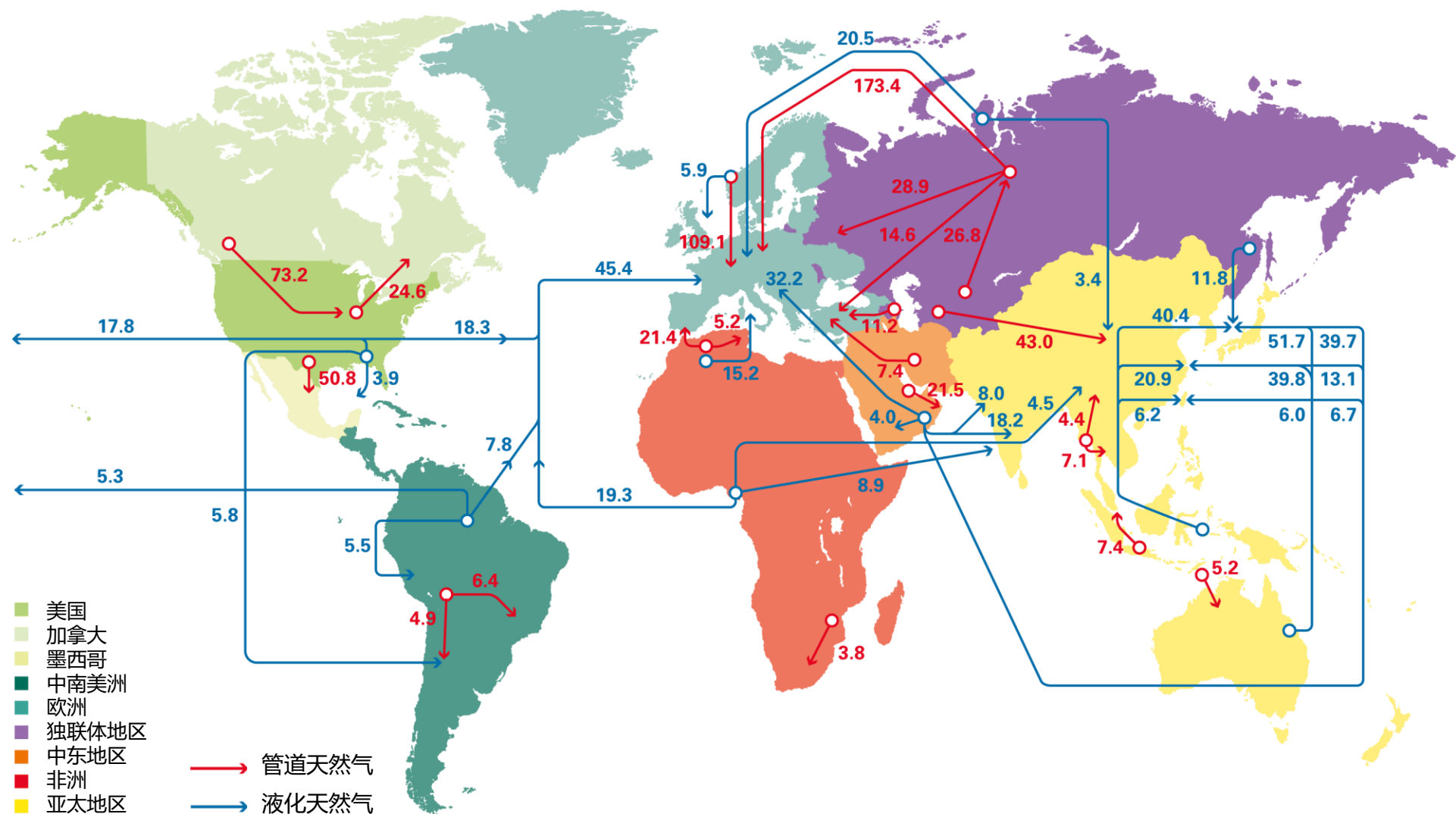
- 澳大利亚
- 卡塔尔
- 马来西亚
- 印度尼西亚
- 美国
- 其他



7、全球天然气贸易主要流向

2019年全球天然气贸易主要流向

(单位: 十亿立方米)



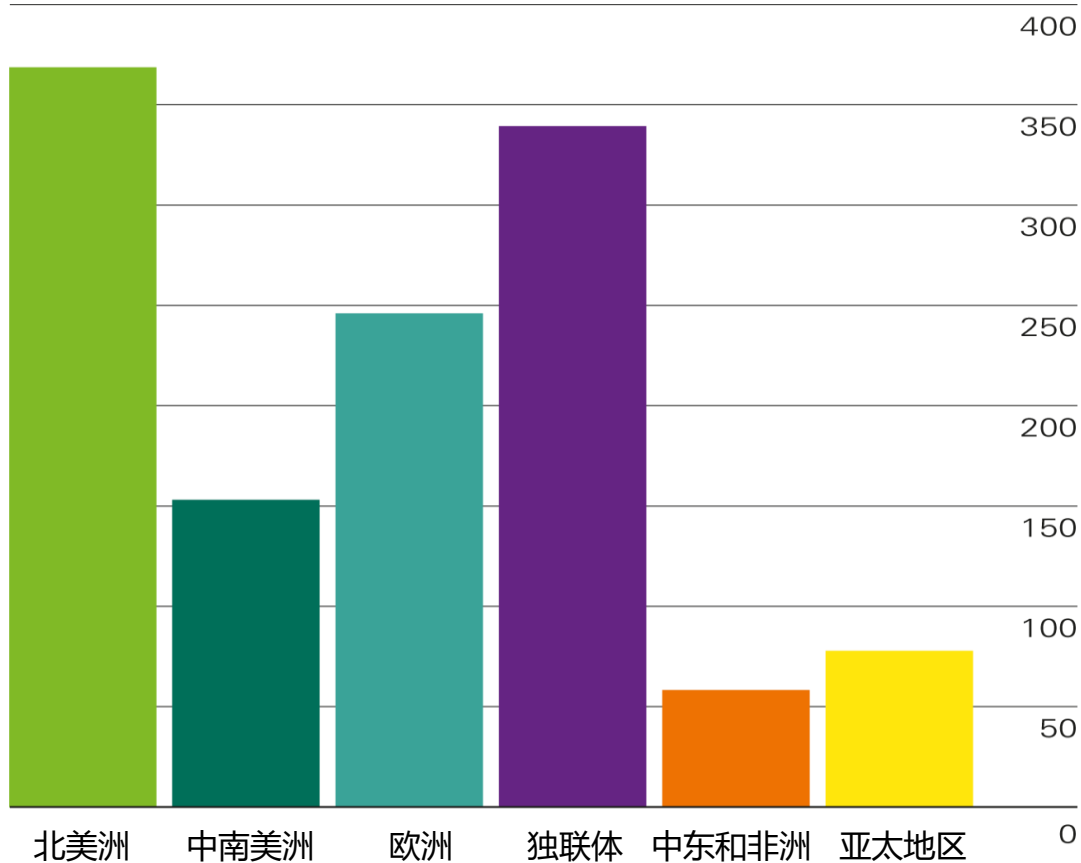


◆ 煤炭

1、全球煤炭探明储量还能够支撑以现有生产水平维持132年

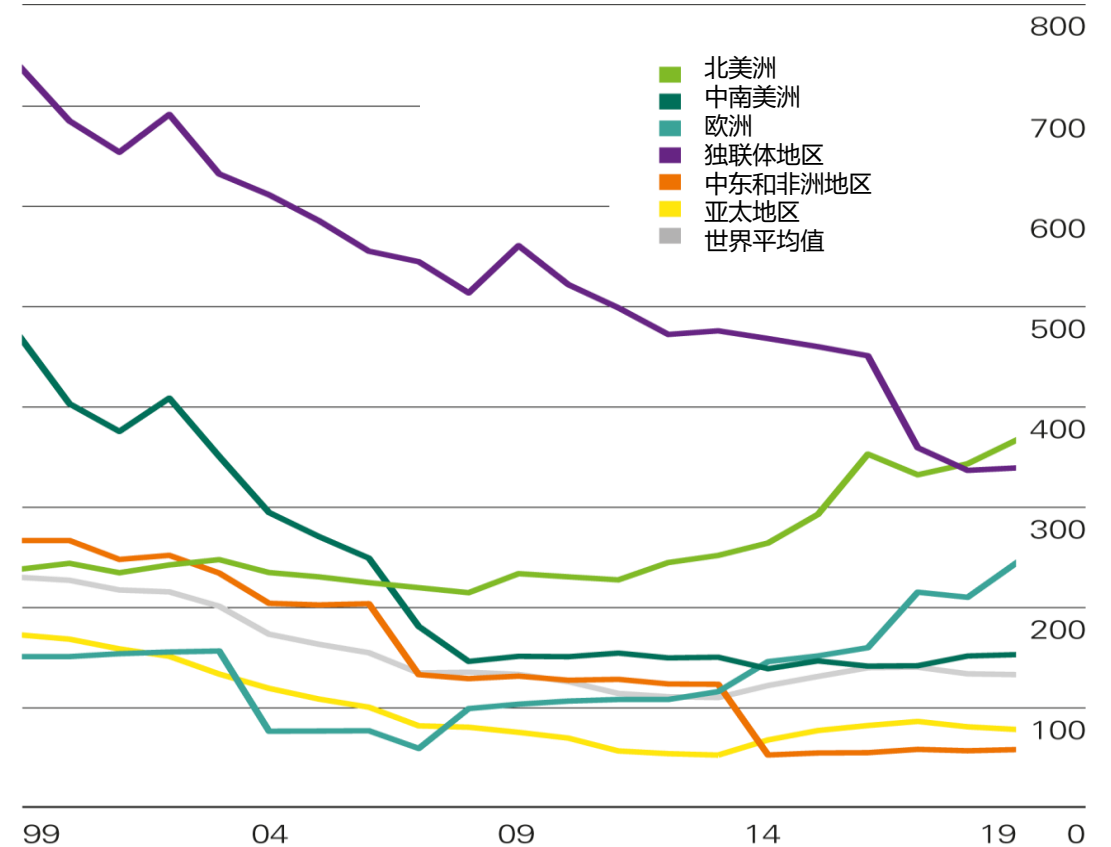
2019年全球各地区煤炭储产比

(单位: 年)



1999-2019年全球各地区煤炭储产比变化

(单位: 年)

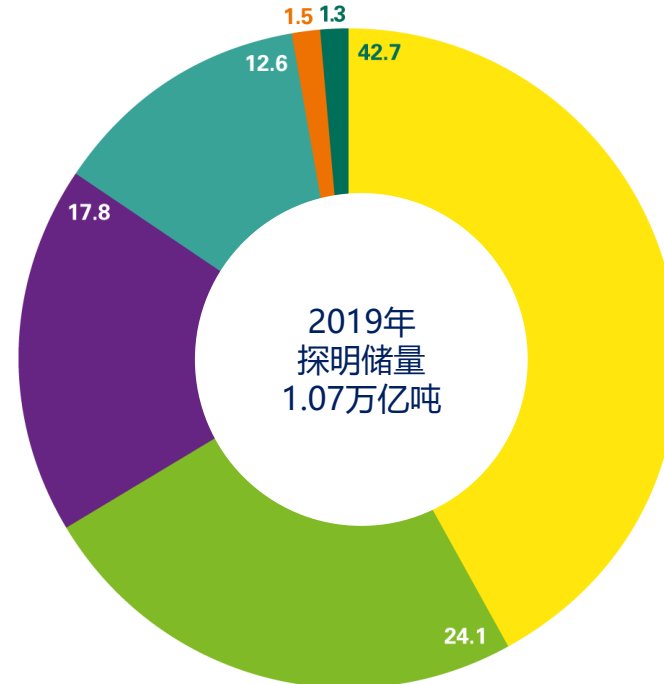
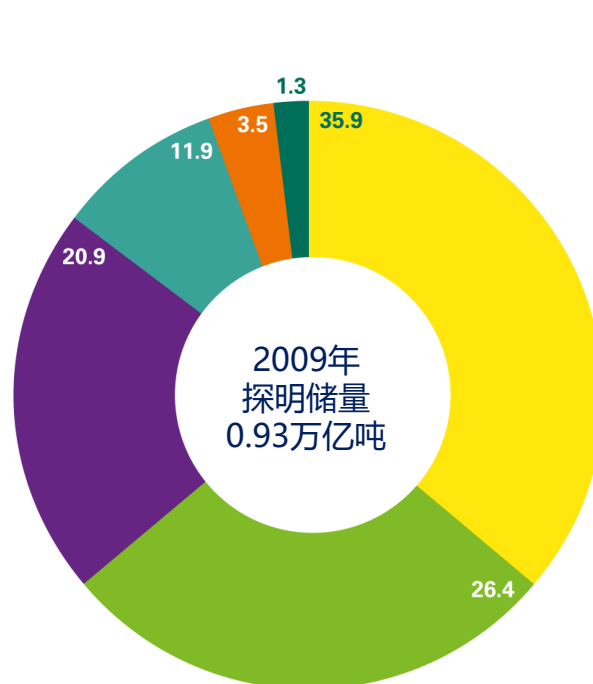
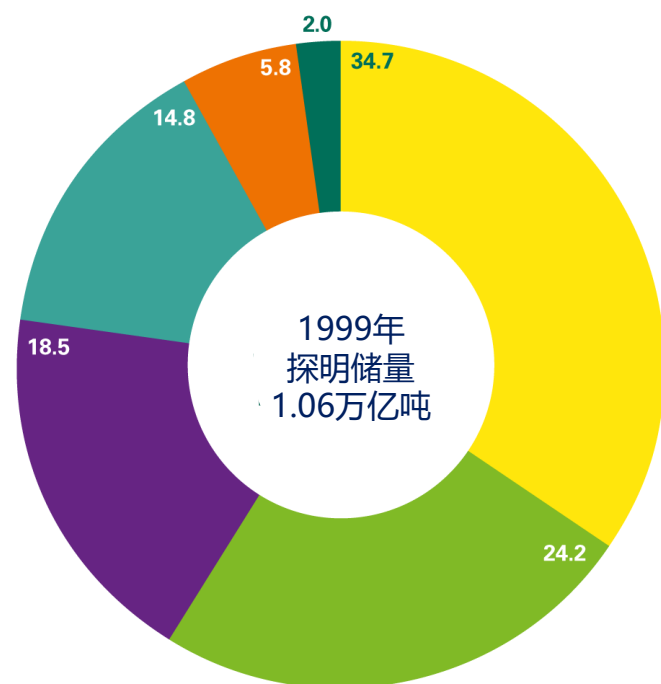


- ◆ 2019年世界煤炭探明储量为1.07万亿吨，主要集中在少数几个国家：美国（23%）、俄罗斯（15%）、澳大利亚（14%）和中国（13%）。储量大部分为无烟煤和烟煤（70%）。根据2019年全球储产比，全球煤炭还可以以现有的生产水平生产132年。其中，北美洲（367年）和独联体地区（338年）为储产比最高的地区。

2、亚太地区储量占比已增长至超过40%，其他地区占比下降

1999、2009、2019年全球各地区煤炭探明储量占比

(单位：百分比)

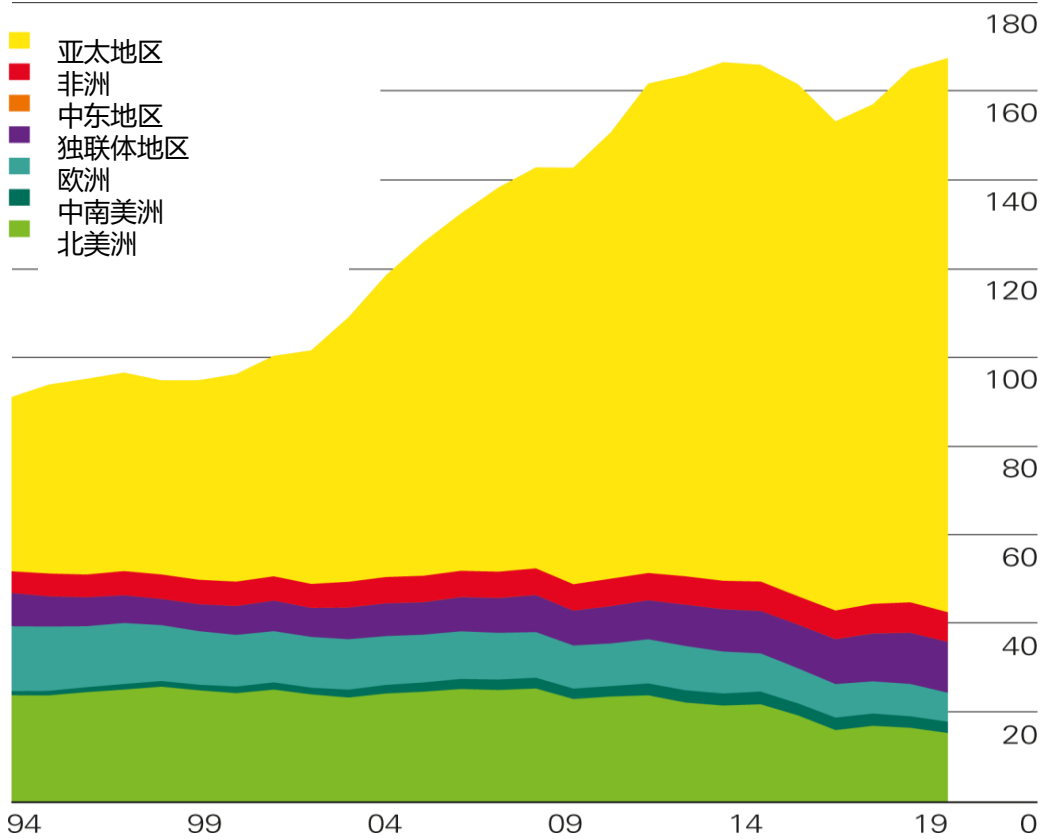


- ◆ 亚太地区是全球煤炭探明储量最多的地区，占比已增长至42.7%；北美洲占比基本稳定在四分之一左右，而其他地区储量占比均在下降。

3、中国煤炭产量和消费量双双增长，经合组织国家显著降低

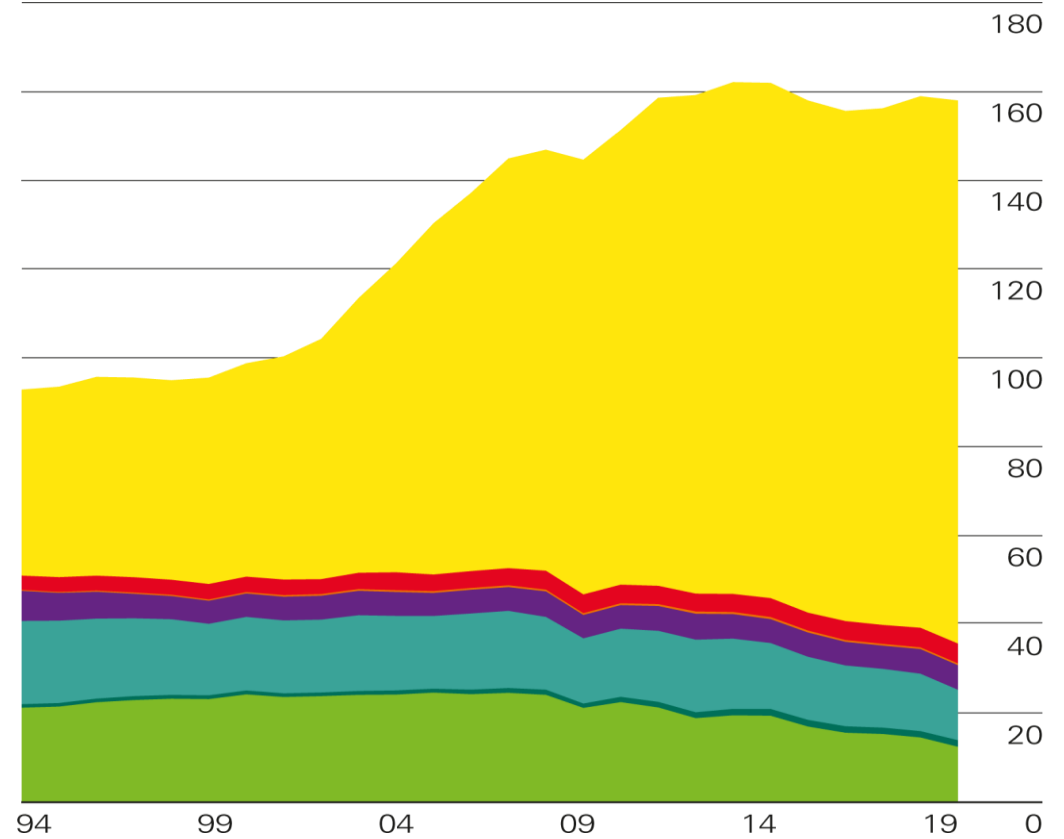
全球各地区煤炭产量

(单位: 艾焦耳)



全球各地区煤炭消费量

(单位: 艾焦耳)

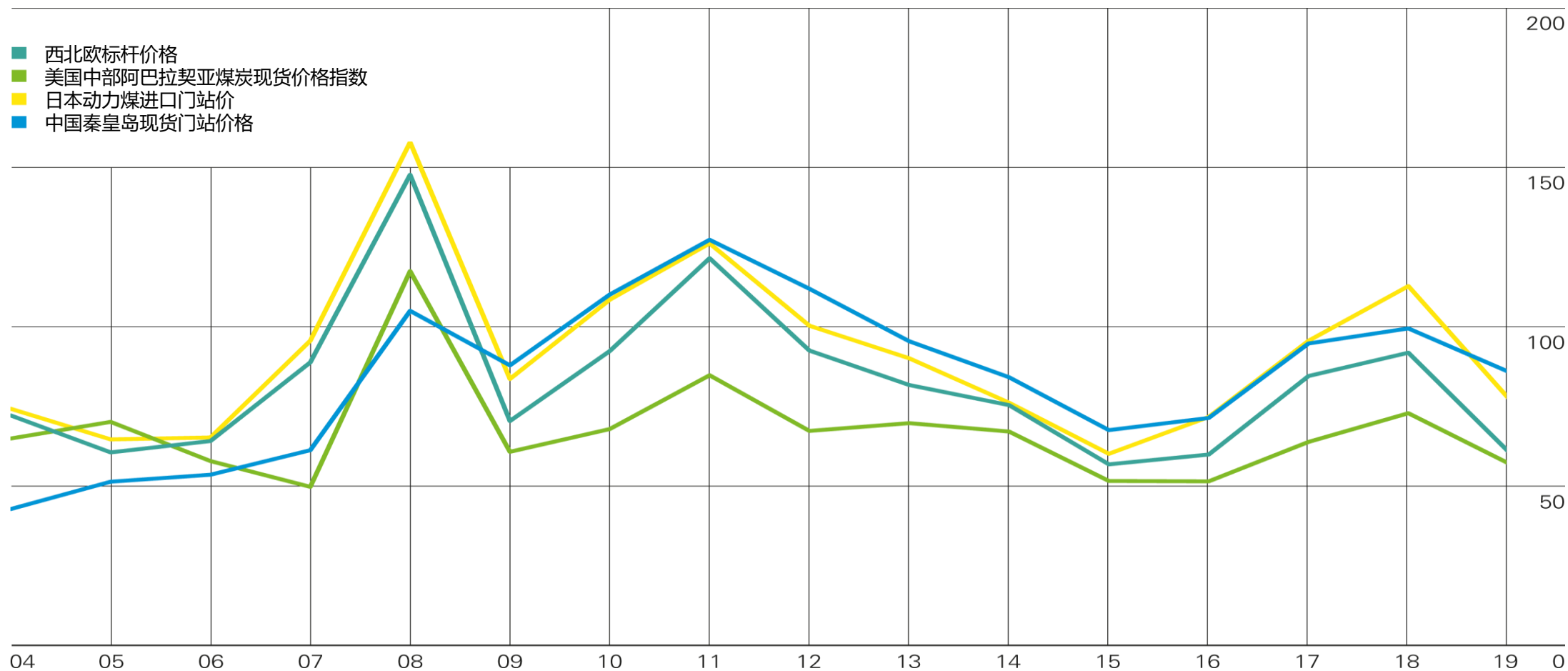


- ◆ 2019年世界煤炭消费量下降0.6% (-0.9艾焦耳)，为六年来第四次下降。中国 (+1.8艾焦耳) 显著增加，印度增长率仅为0.3% (+0.1艾焦耳)，为2001年以来最低水平。以美国 (-1.9艾焦耳) 和德国 (-0.6艾焦耳) 为首的经合组织国家煤炭需求急剧下降，为1965年以来的最低水平。
- ◆ 全球煤炭产量增长1.5%，中国 (+3.2艾焦耳)、印度尼西亚 (+1.3艾焦耳) 为显著增长的两个国家。产量下降最大的国家为美国 (-1.1艾焦耳)、德国 (-0.3艾焦耳)。

4、主要地区煤炭价格窄幅震荡

2004-2019年世界主要地区煤炭价格变化态势

(单位: 美元/吨)

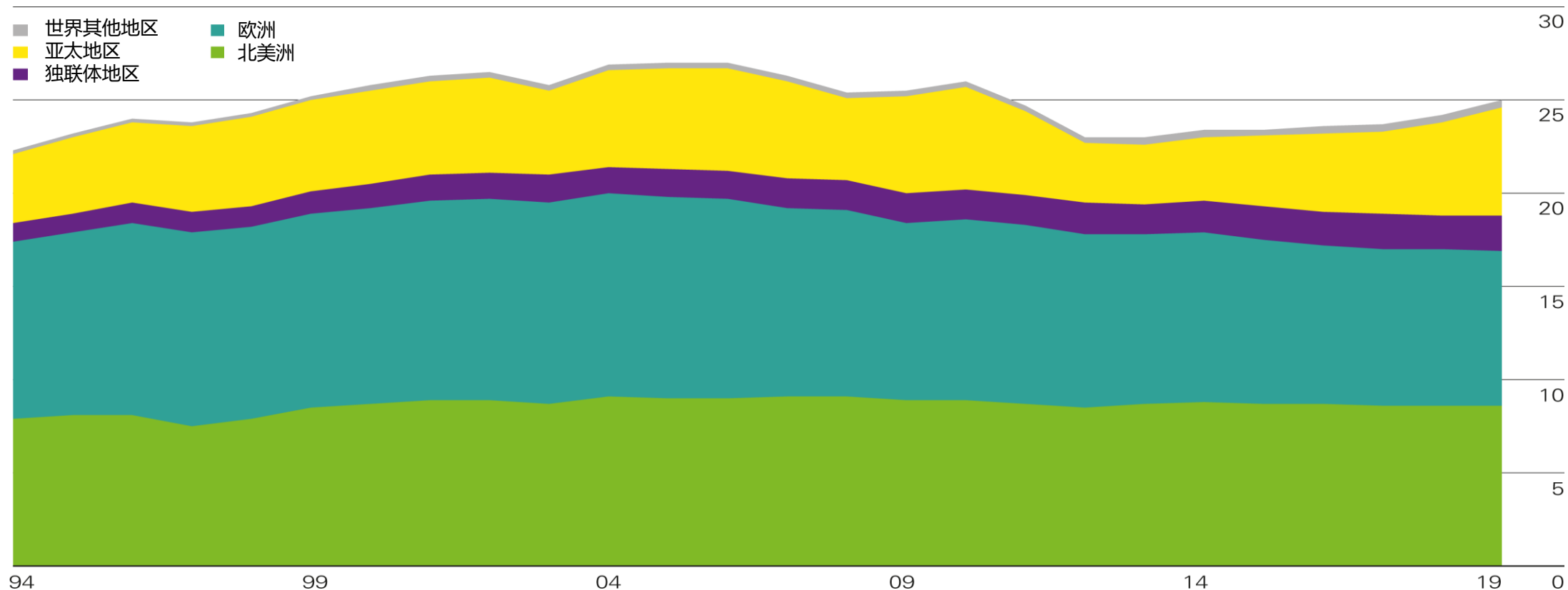




核能

1、2019年世界核能消费量创近15年以来最大增幅

1994-2019年全球各地区核能消费量 (单位: 艾焦耳)



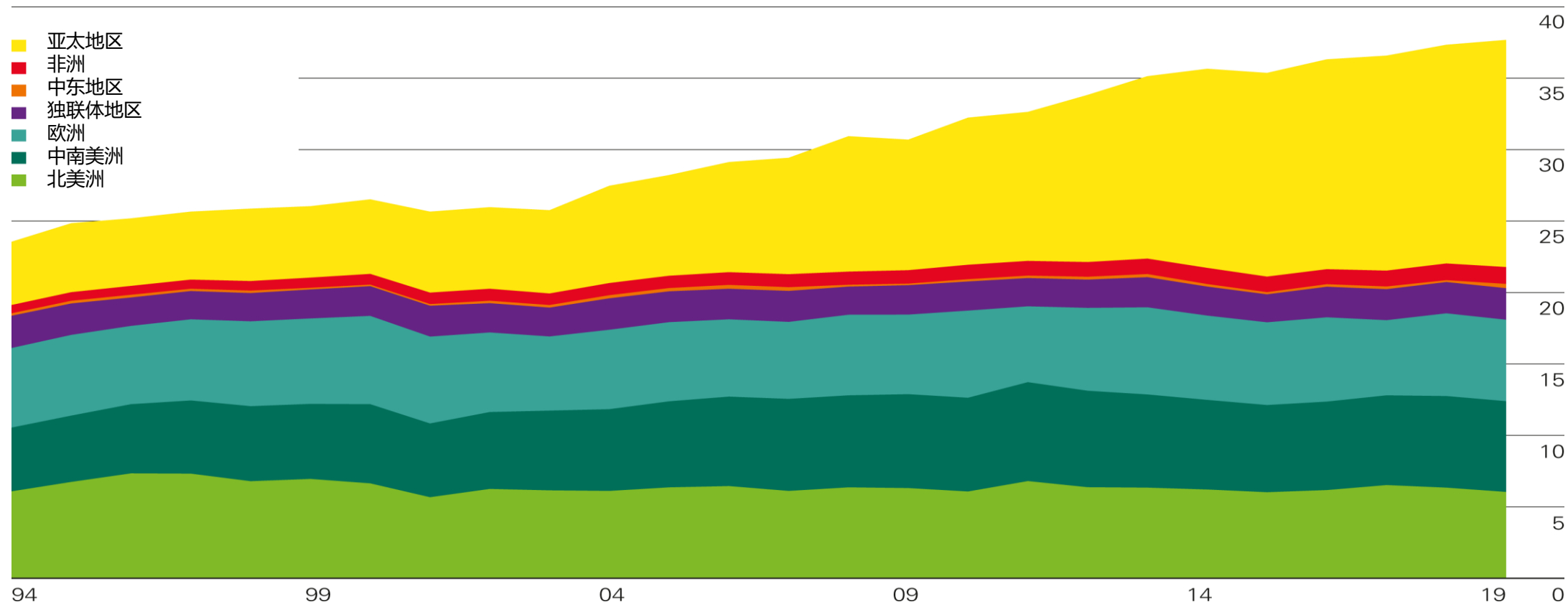
- ◆ 2019年世界核能消费量增长3.2% (按投入当量计算), 是2004年以来的最大增幅, 远高于10年平均水平 (-0.7%)。与2018年一样, 中国增幅最大, 2019年的增长为中国有史以来最大值 (+0.5艾焦耳)。日本增长0.15艾焦耳 (+33%), 已从2014年的完全停产中恢复过来。



◆ 水电

1、2019年世界水电消费量低于近10年平均值

1994-2019年全球各地区水电消费量 (单位: 艾焦耳)



- ◆ 2019年世界水电消费增长0.8%，低于近10年平均值 (+1.9%)。中国 (+0.6艾焦耳)、土耳其 (+0.3艾焦耳) 和印度 (+0.2艾焦耳) 为增长最高的三个国家，美国和越南的降幅最大均为 (-0.2艾焦耳)。

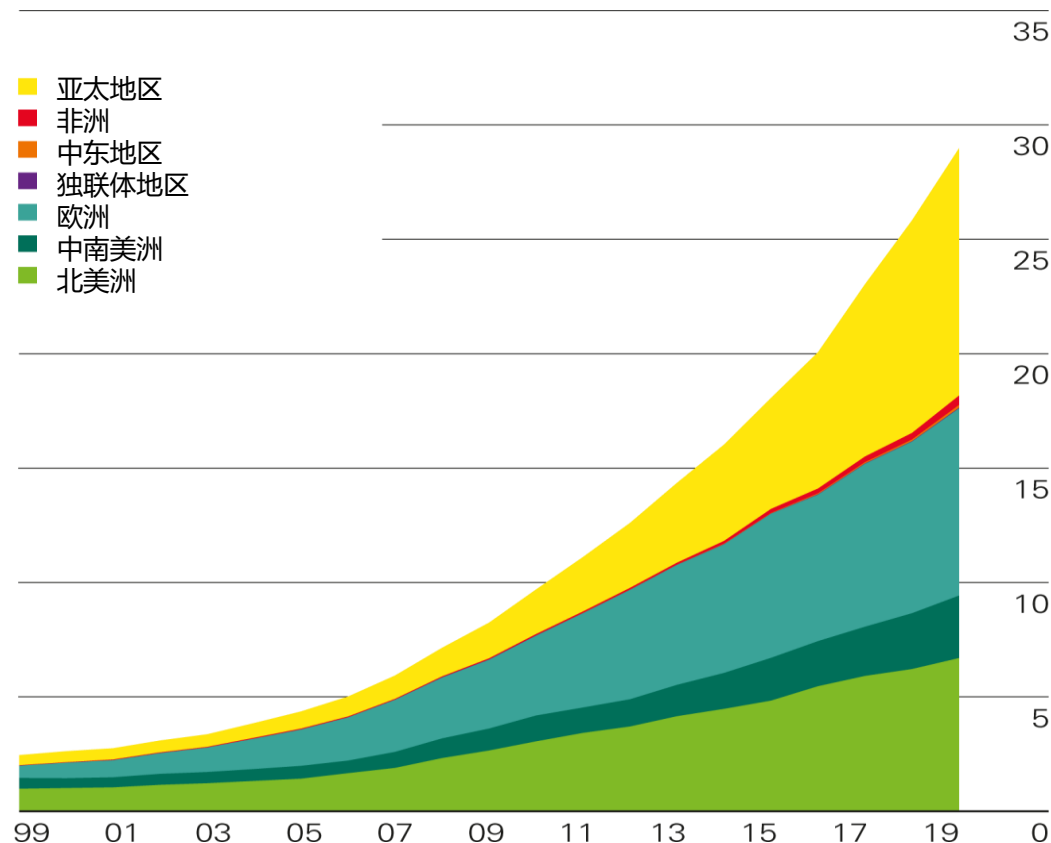


◆ 非水可再生能源

1、全球非水可再生能源消费增量创新高，但增幅低于历史平均水平

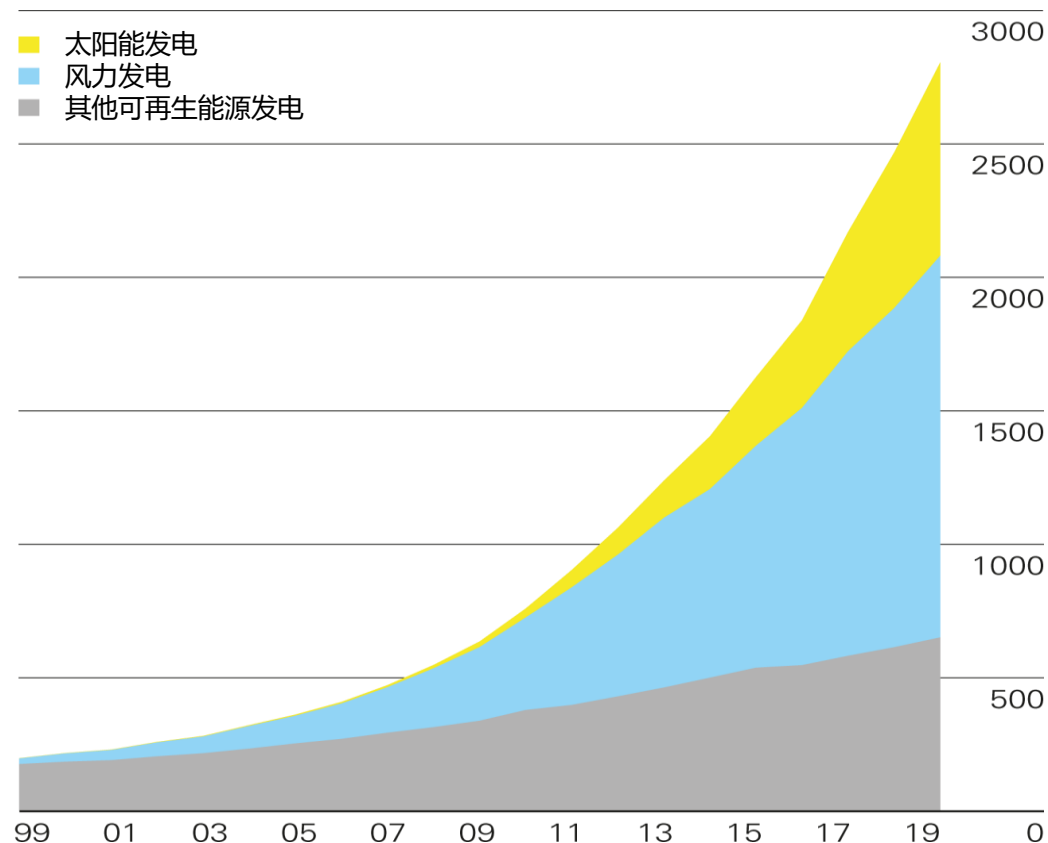
全球各地区非水可再生能源消费量

(单位: 艾焦耳)



全球非水可再生能源发电量 (按技术种类划分)

(单位: 太瓦时)

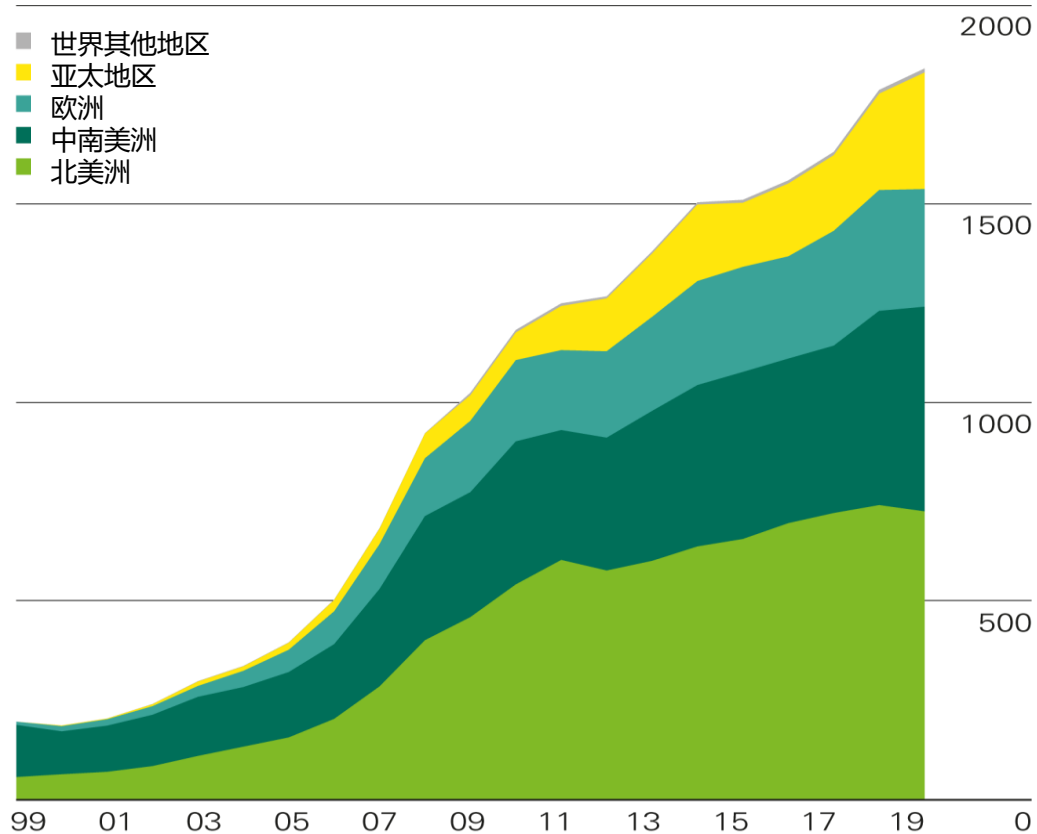


- ◆ 2019年全球非水可再生能源消费量 (包括生物燃料) 增长12.1%，增幅低于历史平均水平，但增量绝对值创历史新高 (+3.2艾焦耳)，也是2019年增长最大的能源技术种类。中国可再生能源消费量增长最大 (+0.8艾焦耳)，其次是美国 (+0.3艾焦耳) 和日本 (+0.2艾焦耳)。
- ◆ 在非水可再生能源发电中，风力发电贡献最大 (+160太瓦时)，其次是太阳能发电 (+140太瓦时)。太阳能发电在可再生能源发电中占比不断提高，2019年达到26%，而五年前仅为14%。

2、全球生物燃料产量增幅不到近10年平均值的一半

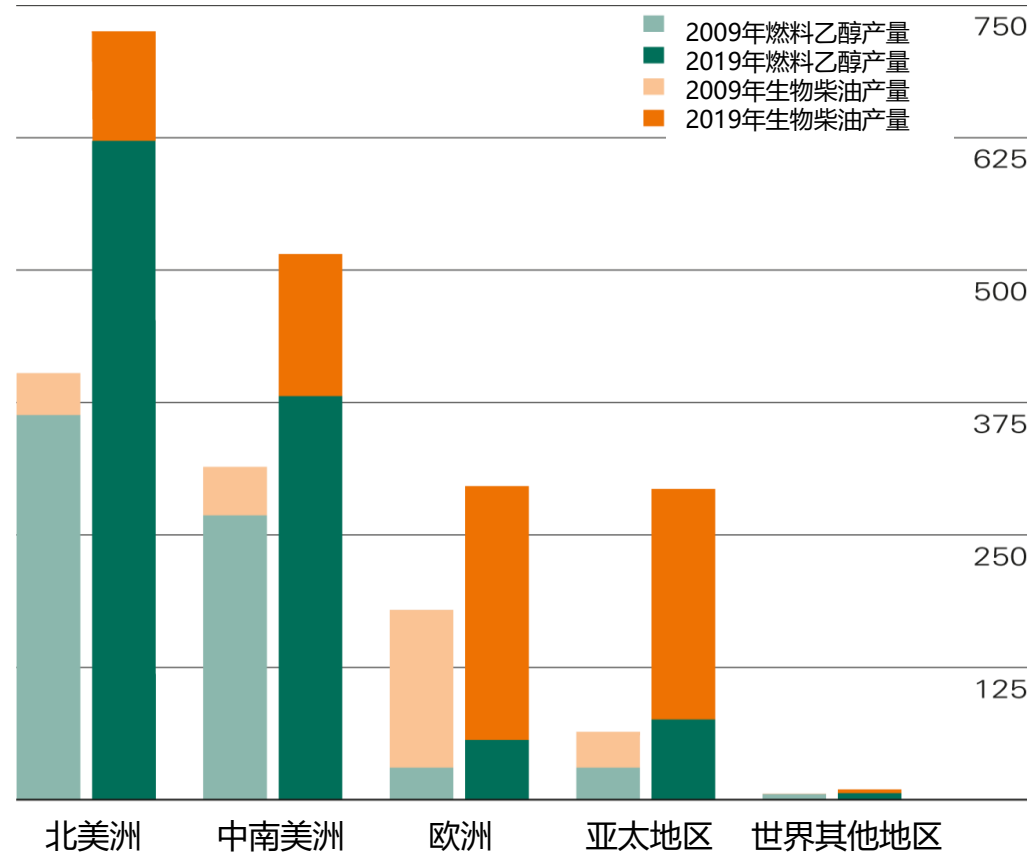
全球各地区生物燃料产量

(单位: 千桶油当量/日)



2009和2019年生物燃料产量对比

(单位: 千桶油当量)

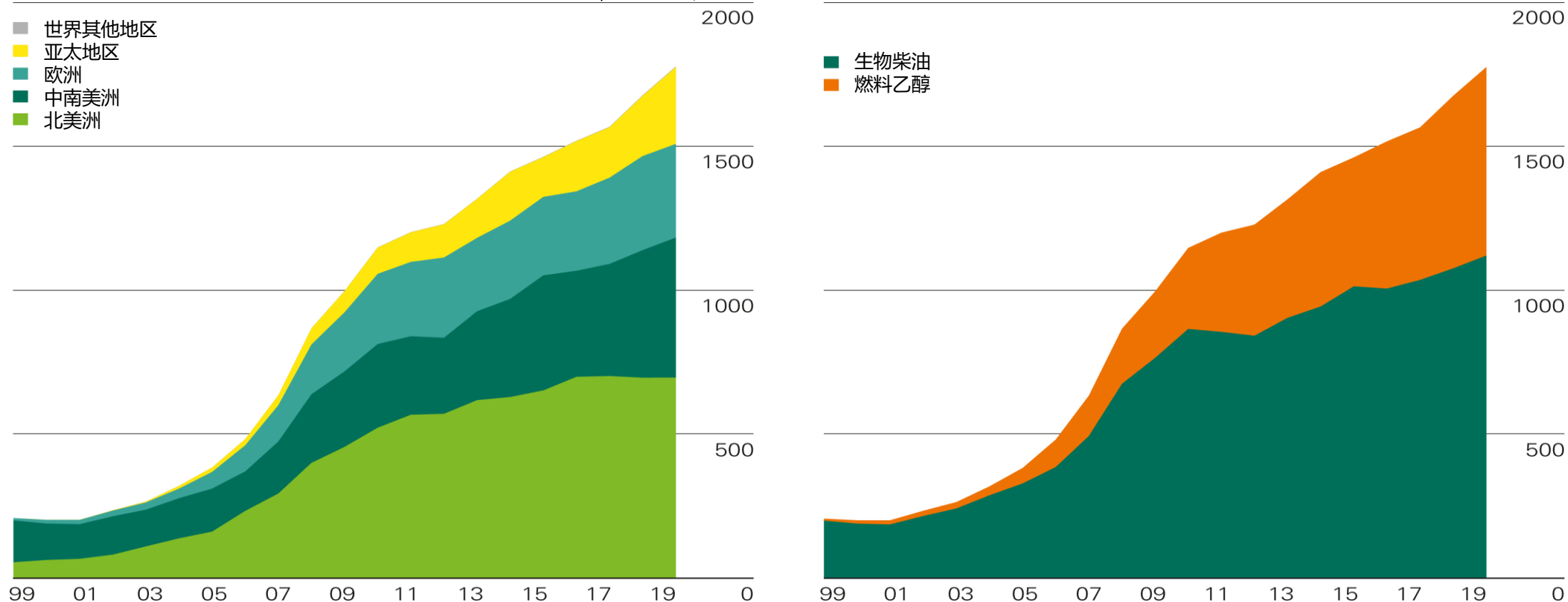


- ◆ 2019年全球生物燃料产量平均增长3% (+5.4万桶油当量/日, 不到近十年平均值的一半)。以巴西 (+3.1万桶油当量/日) 和印尼 (+3.2万桶油当量/日) 增长最快, 美国下降1.9万桶油当量/日。
- ◆ 在生物燃料中, 生物柴油增长最大 (+3.4万桶油当量/日), 主要由印度尼西亚驱动。2019年, 生物柴油是欧洲和亚太地区的主要生物燃料 (分别占81%和74%), 乙醇则是北美 (占比86%) 和中南美洲 (占比74%) 的主要生物燃料。

2、全球生物柴油消费量占比不断增加

全球生物燃料消费量（按地区和技术种类划分）

（单位：千桶油当量/日）



- ◆ 2019年全球生物燃料消费量增加6%（+10万桶油当量/日）。与产量一样，乙醇消费主要增长来源为巴西（+4.2万桶油当量/日），生物柴油消费主要增长来源为印度尼西亚（+5.6万桶油当量/日）。
- ◆ 2019年全球燃料乙醇消费量占生物燃料的63%，生物柴油份额不断上升（由2009年的23%上升到37%）。

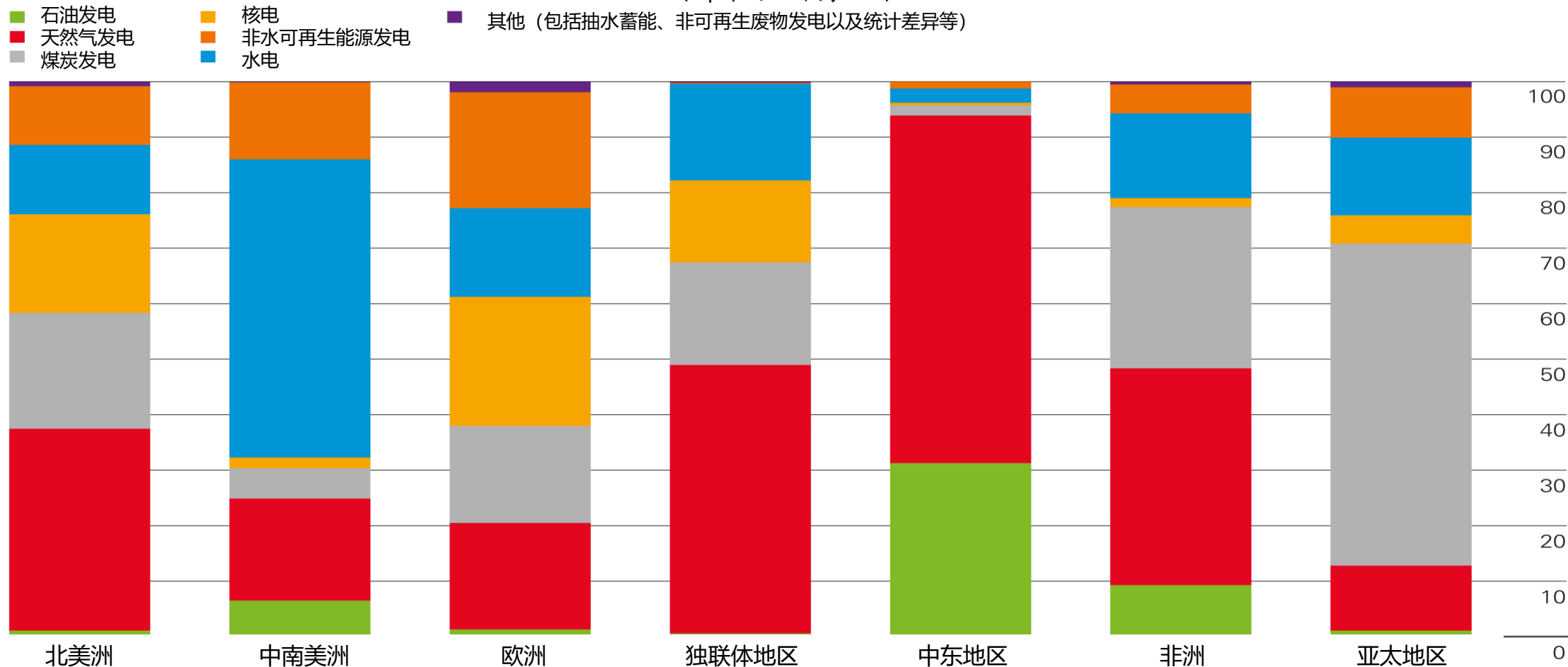


◆ 电力

1、全球各地区电力结构多元化差异较为明显

2019年全球各地区电力结构对比

(单位：百分比)

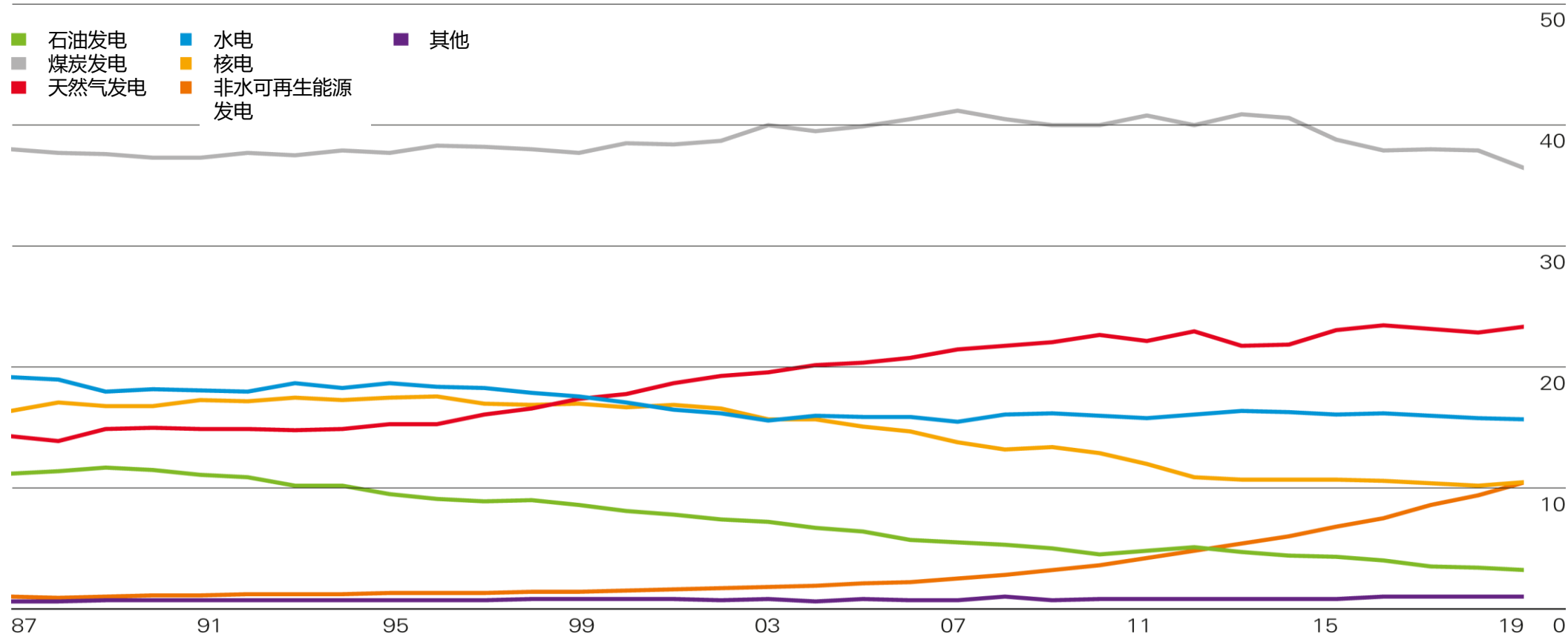


◆ 北美、独联体、中东和非洲主要发电燃料为天然气。中南美洲一半以上的电力来自水电，其份额远远高于其他地区。亚洲主要发电燃料为煤炭，欧洲最大电力来源为核电，其电力结构较为均衡，核能、煤炭、天然气、非水可再生能源和水电份额均介于16%~23%。

2、煤炭发电占比降至历史最低水平，非水可再生能源发电首超核电

1987-2019年世界电力结构变化态势

(单位: 百分比)

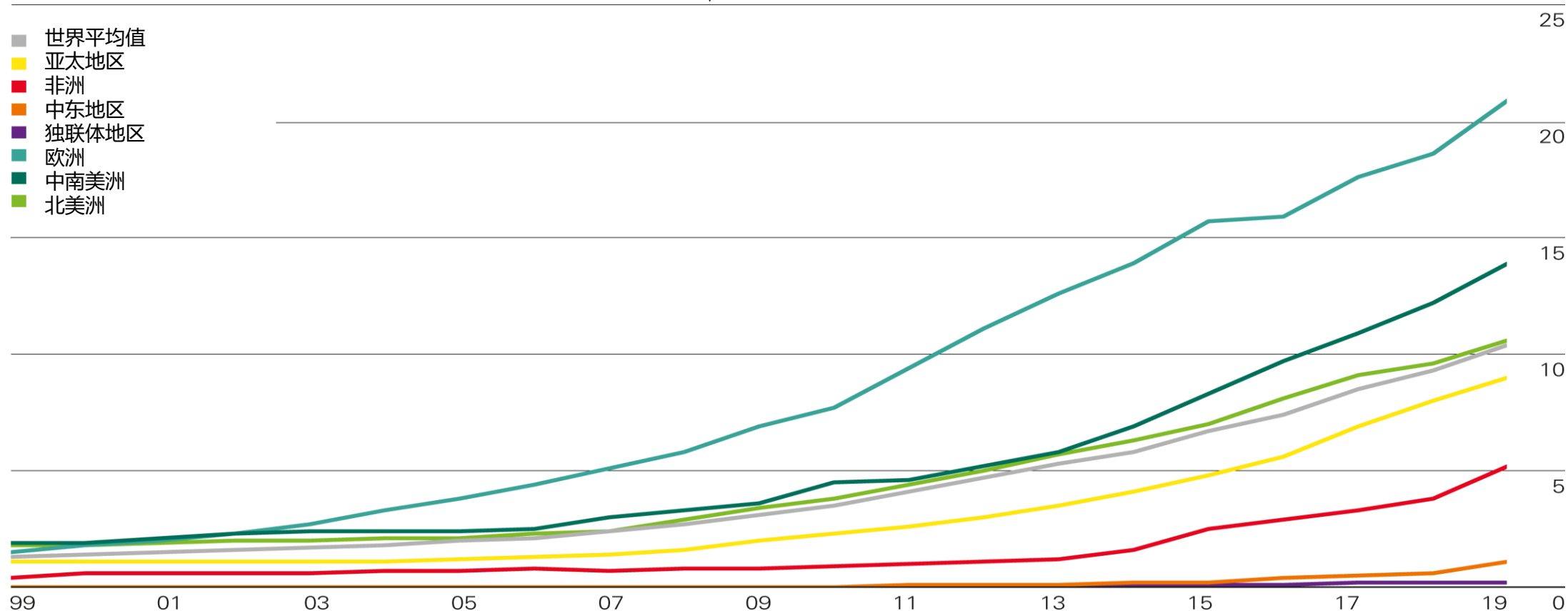


◆ 煤炭仍为全球发电的主要燃料，但2019年份额下降1.5个百分点，达到历史最低水平的36.4%。2019年天然气、非水可再生能源发电占比分别达到23.3%和10.4%，非水可再生能源发电量首次超过核能发电。

3、全球非水可再生能源发电占比呈现“西高东低”态势

1999-2019年全球各地区非水可再生能源发电量占比

(单位: 百分比)



- ◆ 全球各地区非水可再生能源在电力结构中占比差异明显：欧洲占比最高，超过20%（20.9%），是全球平均水平（10.4%）的两倍；其次是中南美洲，为13.9%；北美洲为10.6%；亚太地区（9.0%）、非洲（5.2%）、中东地区（1.1%）和独联体地区（0.2%）低于全球平均水平。

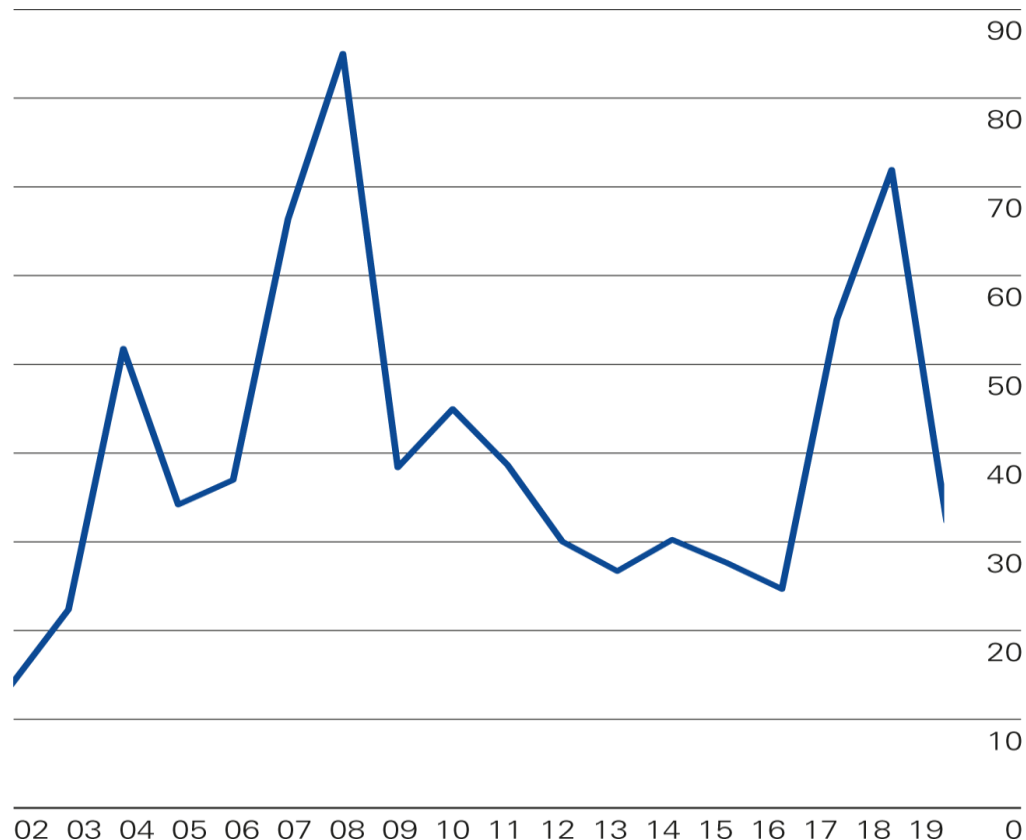


关键矿产资源

1、关键金属矿产资源将成为影响新能源发展的重要因素

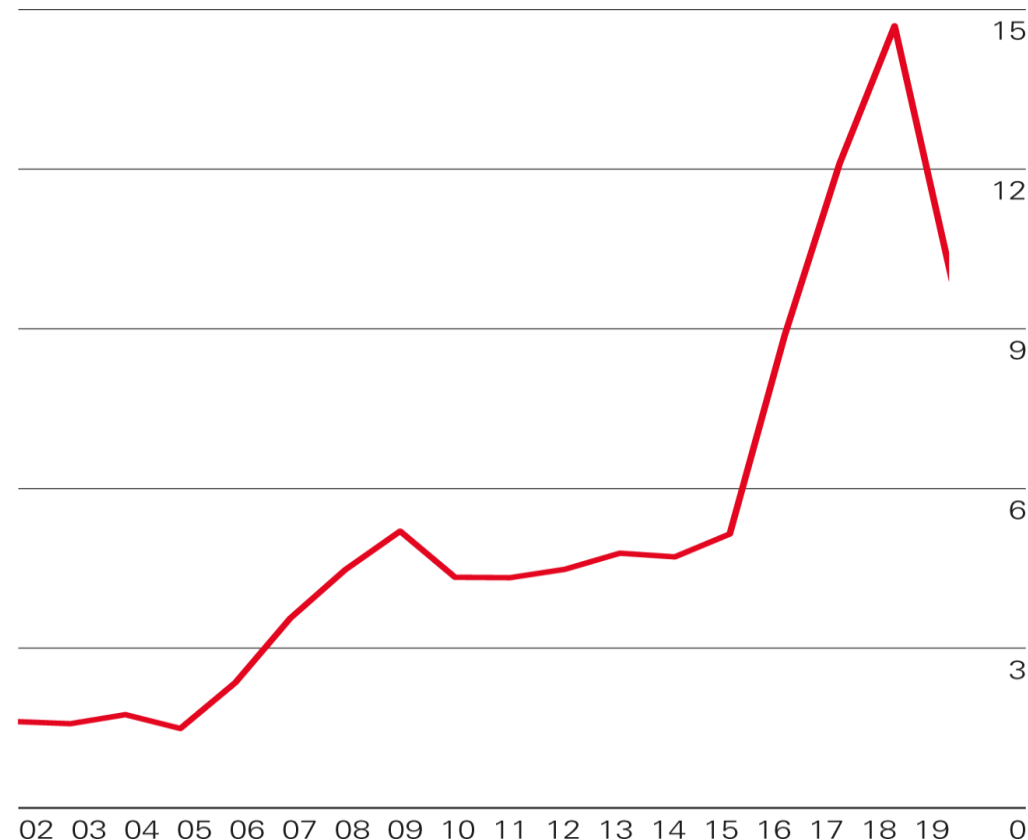
2002-2019年全球钴价格变化

(单位: 千美元/吨)



2002-2019年全球碳酸锂价格变化

(单位: 千美元/吨)



- ◆ 储能电池和电动汽车产业的大发展带动锂、钴等关键金属矿产资源价格大幅上涨；但2019年新能源汽车发展放缓、原料供应过剩等因素，使得锂、钴资源价格出现显著回调。
- ◆ 2019年全球石墨和稀土产量继续增长，增幅均在12%左右。石墨增长主要由中国和莫桑比克驱动；而稀土产量主要由中国和美国提振，美国产量大增（+44%），已成为仅次于中国的第二大稀土生产国。



IEA：世界能源投资报告2020

国际能源署2020年5月27日发布

目 录

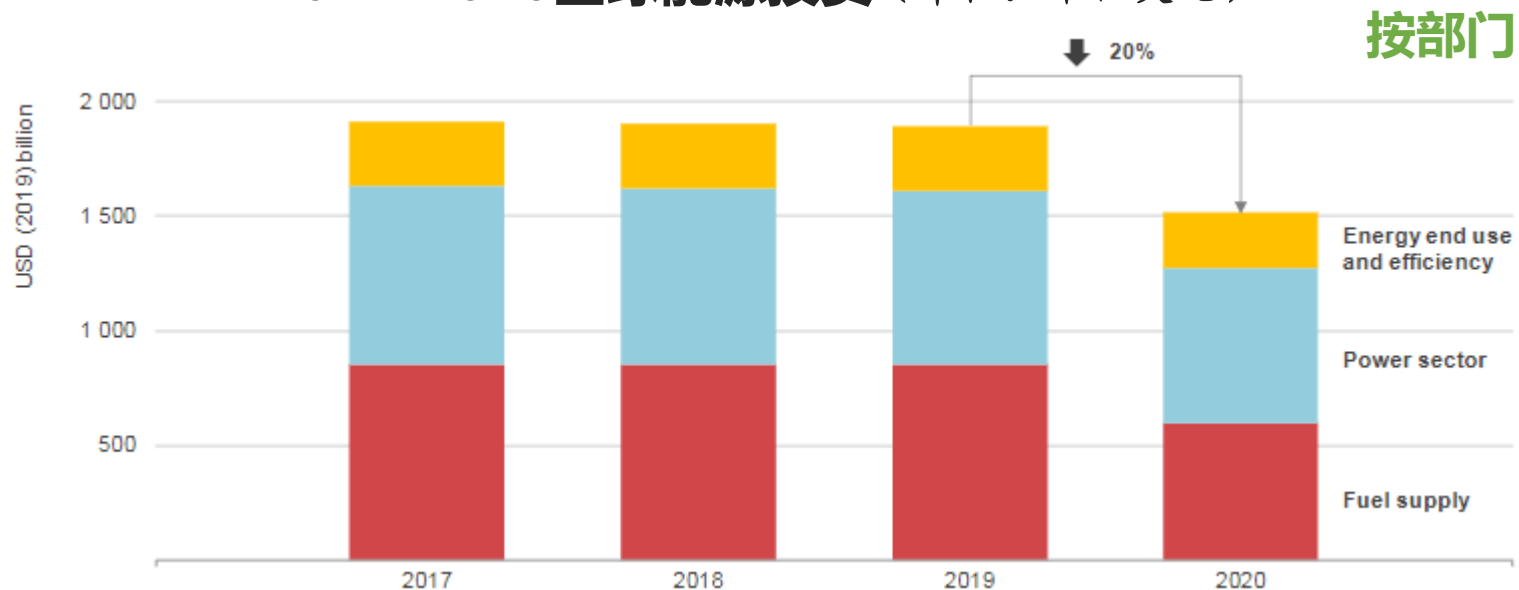
- ◆ 报告关键要点
- ◆ 燃料供应部门投资
- ◆ 电力部门投资
- ◆ 终端用能和能效部门投资
- ◆ 能源技术研发创新投资



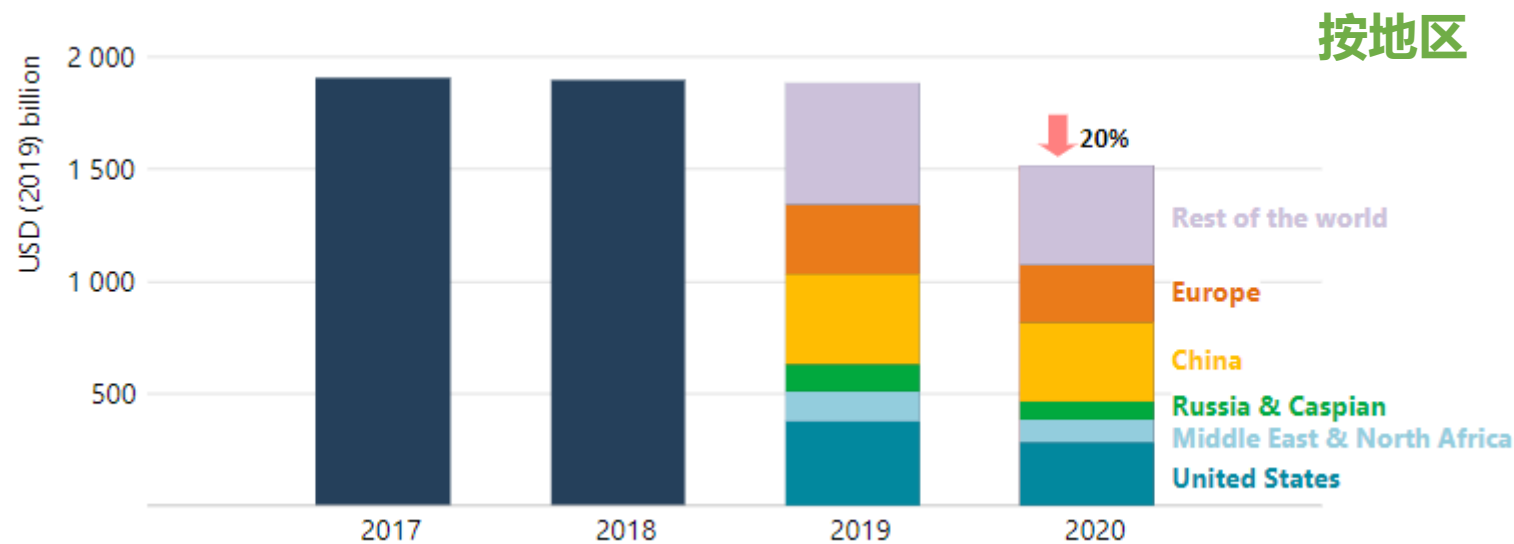
报告关键点

1、受新冠肺炎疫情疫情影响，2020年全球能源投资将下降20%

2017-2020全球能源投资 (单位: 十亿美元)



- ◆ 疫情前，IEA预测2020年全球能源投资将上升2%，为2014年以来的最大增长。
- ◆ 但疫情的爆发扭转了这一上升态势，预测2020年全球能源投资将减少近4000亿美元 (-20%)。

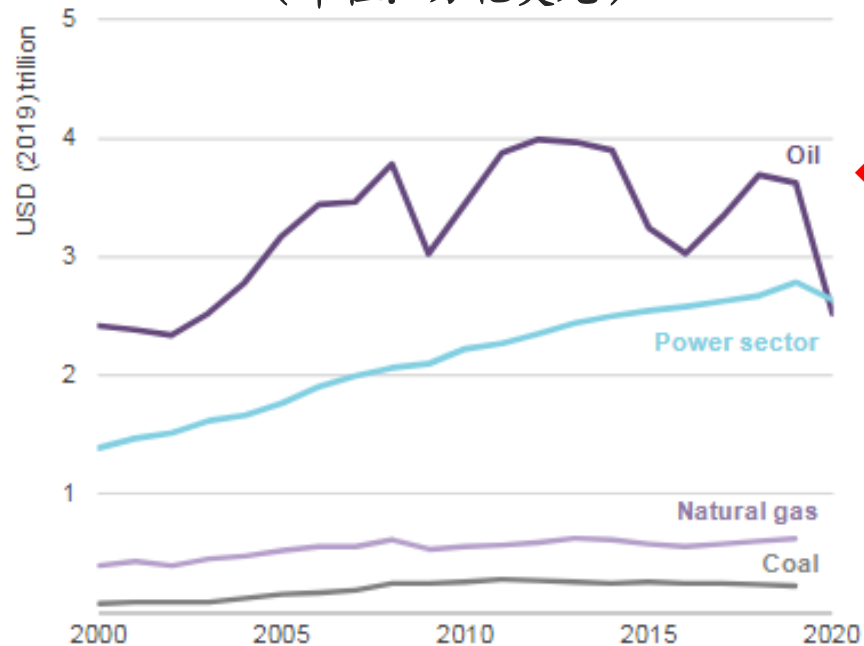


- ◆ 中国仍将是全球最大的能源投资市场。
- ◆ 美国能源投资将减少25%。

2、石油行业投资将受最大影响，电力投资将首次超过石油

2000-2020年全球能源投资绝对值（按行业）

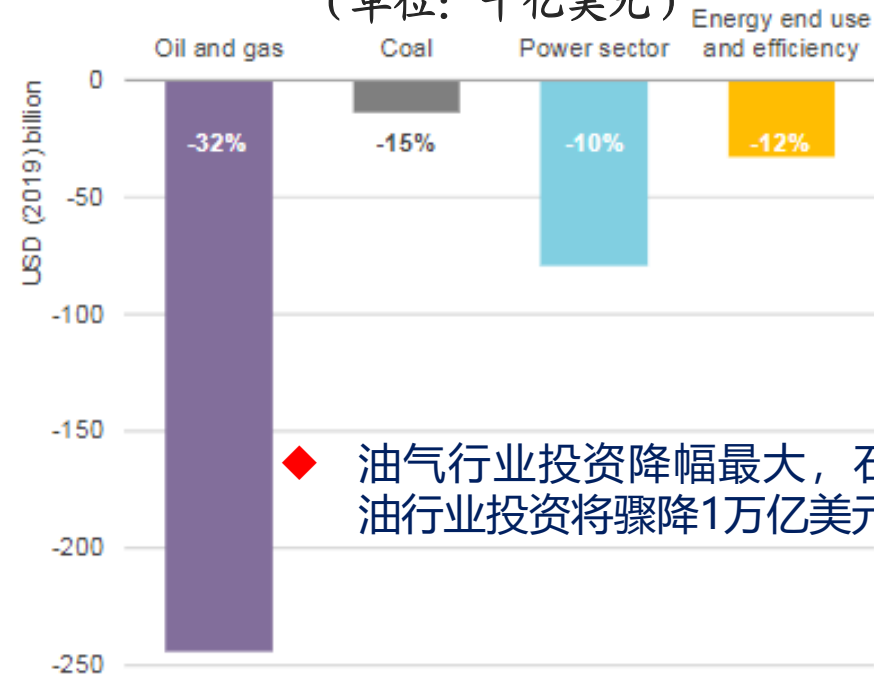
（单位：万亿美元）



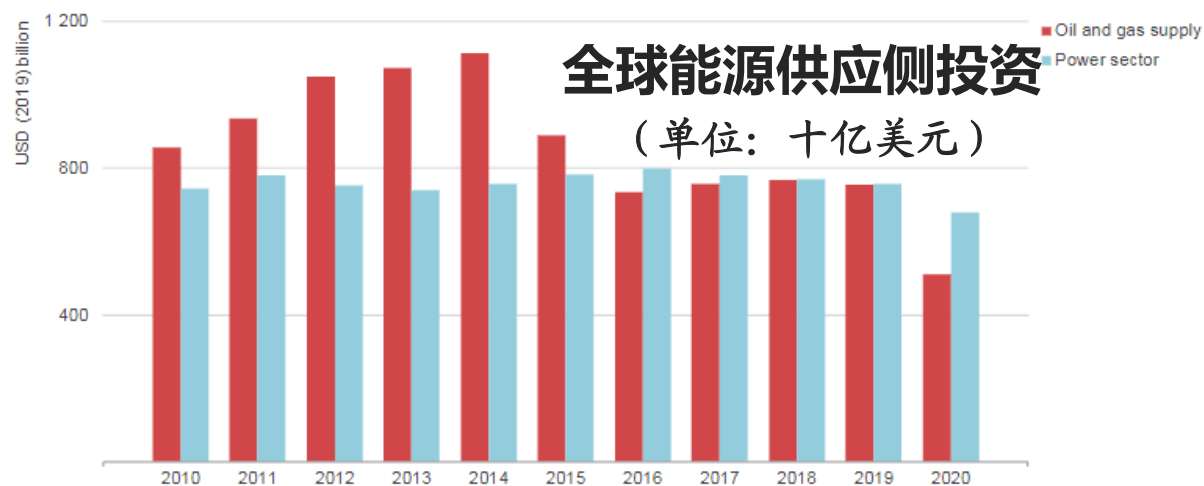
◆ 电力行业投资将首次超过石油行业

2020年全球能源投资同比变化值（按行业）

（单位：十亿美元）



◆ 油气行业投资降幅最大，石油行业投资将骤降1万亿美元



全球能源供应侧投资

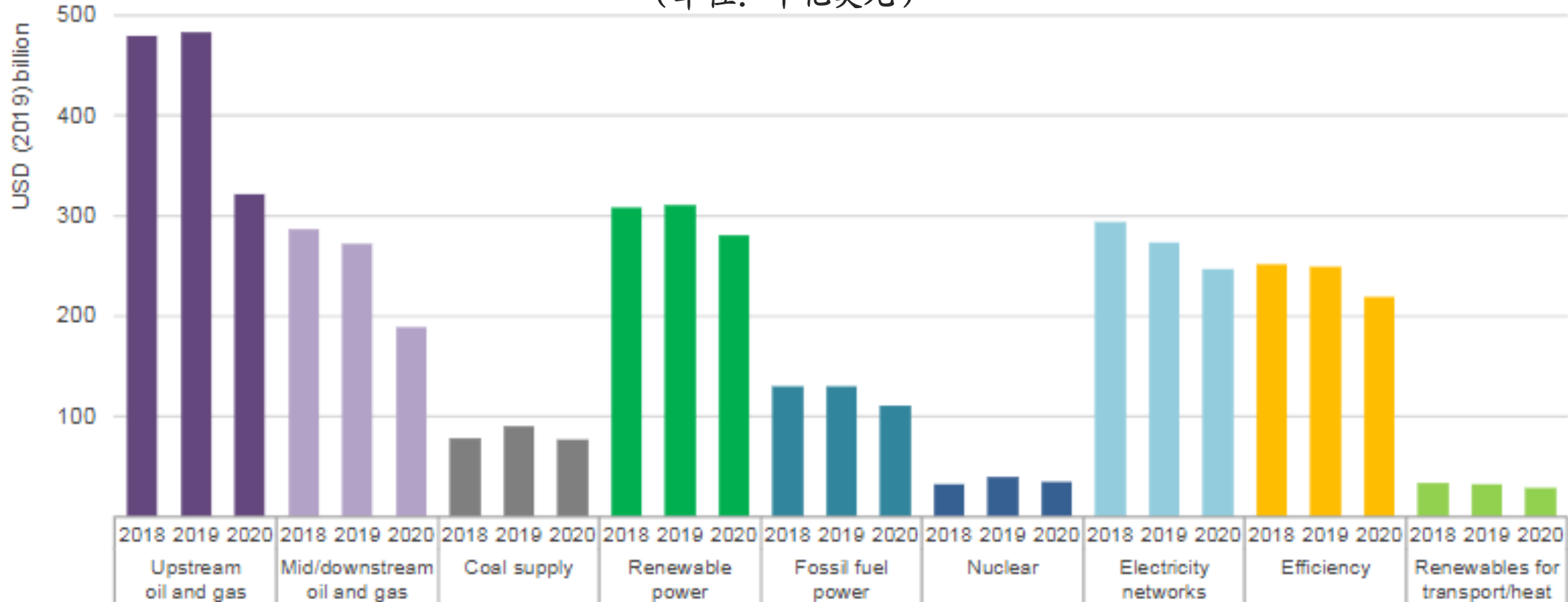
（单位：十亿美元）

- ◆ 近10年油气供应投资经历过过山车，预计2020年投资额不到2014年峰值的一半。
- ◆ 电力行业投资相对稳定，但远未达到未来实现电气化所需的投资水平。

3、可再生能源发电更耐风险，但这场危机将波及所有能源行业

2018-2020年全球能源投资（按细分行业）

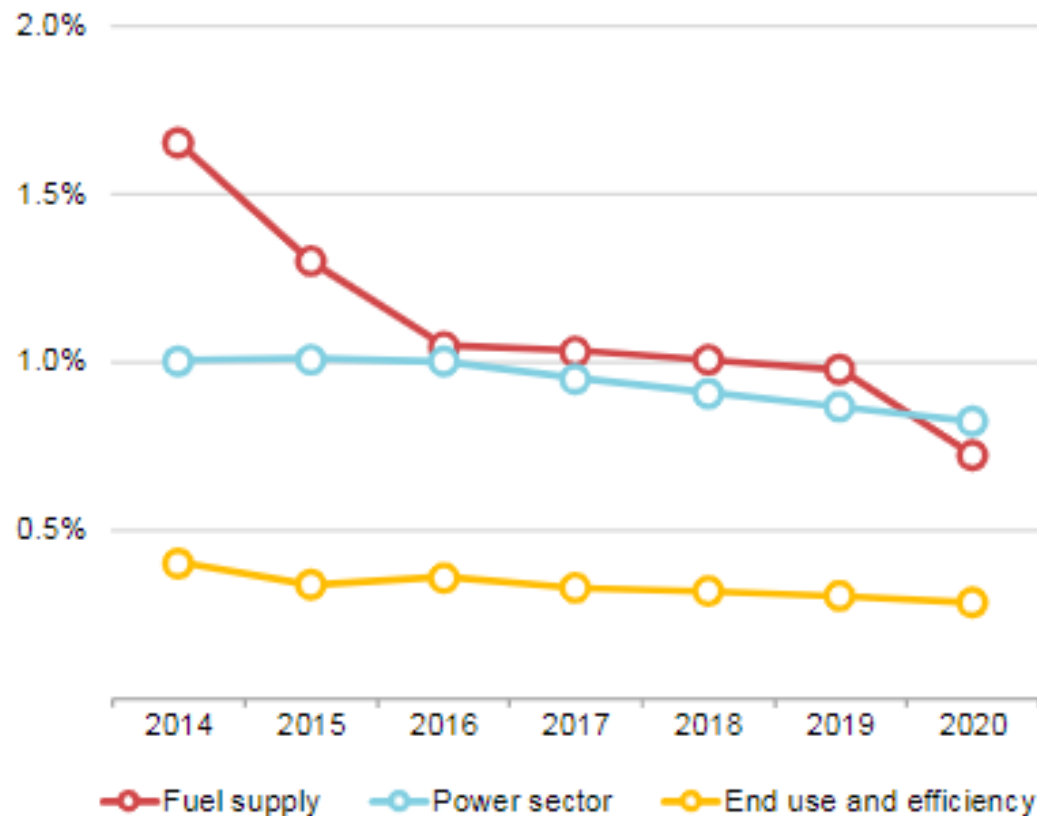
（单位：十亿美元）



- ◆ 燃料供应投资将受到最大冲击，一些美国高杠杆率页岩油企业削减了投资，而下游炼油、石化和液化天然气产业面临产能过剩，推迟了许多投资计划。
- ◆ 危机削弱了新兴经济体投资新发电机组的能力，发达经济体的大规模可再生能源发电似乎已站稳脚跟，但仍面临收益风险，今年可再生能源项目投资将下降10%。

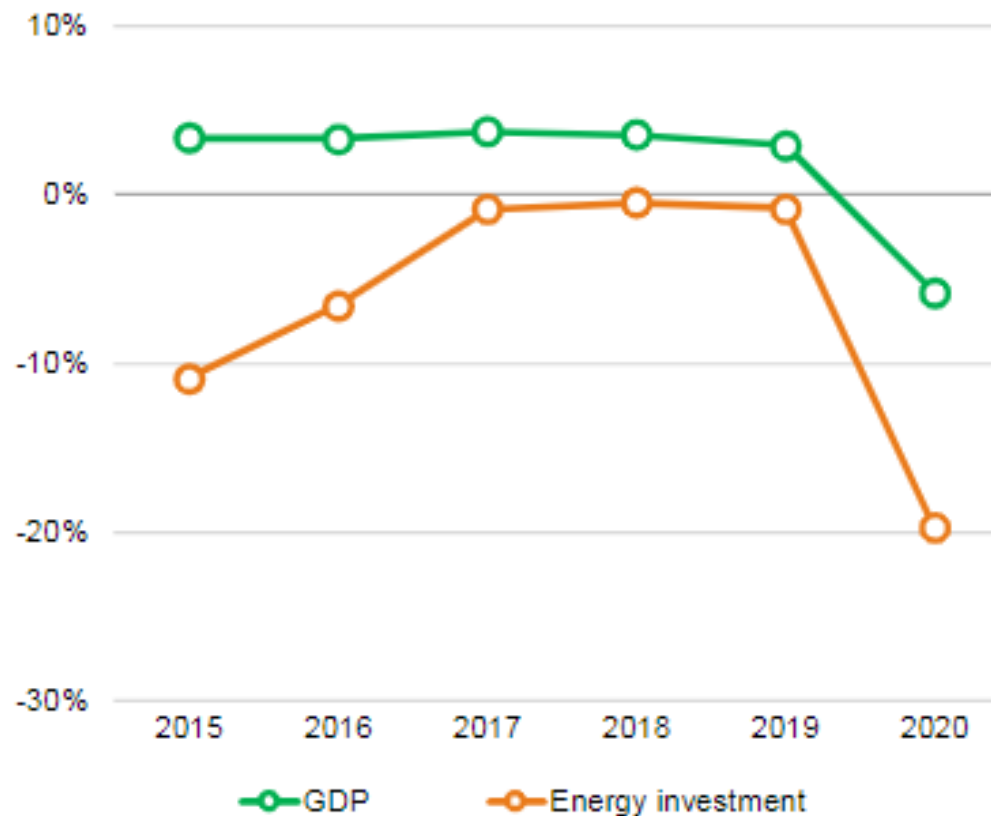
4、能源应该是世界可持续发展的首要推动力，但投资趋势令人担忧

不同能源部门投资在GDP中占比变化



- ◆ 2020年能源投资在GDP中占比将从2014年的3%降至2%以下。
- ◆ 燃料供应部门投资占比下降最快。

能源投资和GDP变化趋势

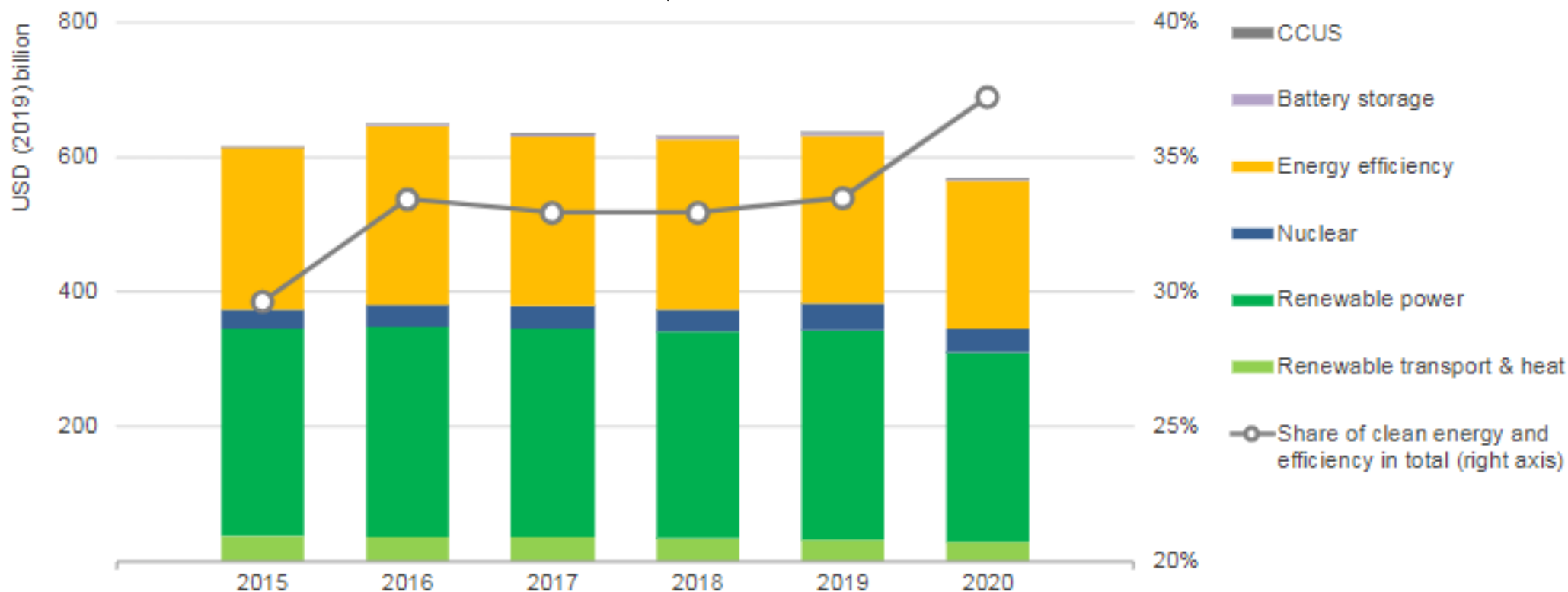


- ◆ 2020年能源投资下降幅度将超过GDP降幅。

5、清洁能源投资有所回升，但仍不足以满足能源转型所需投资额

2015-2020年全球清洁能源和能效投资及在能源总投资中占比

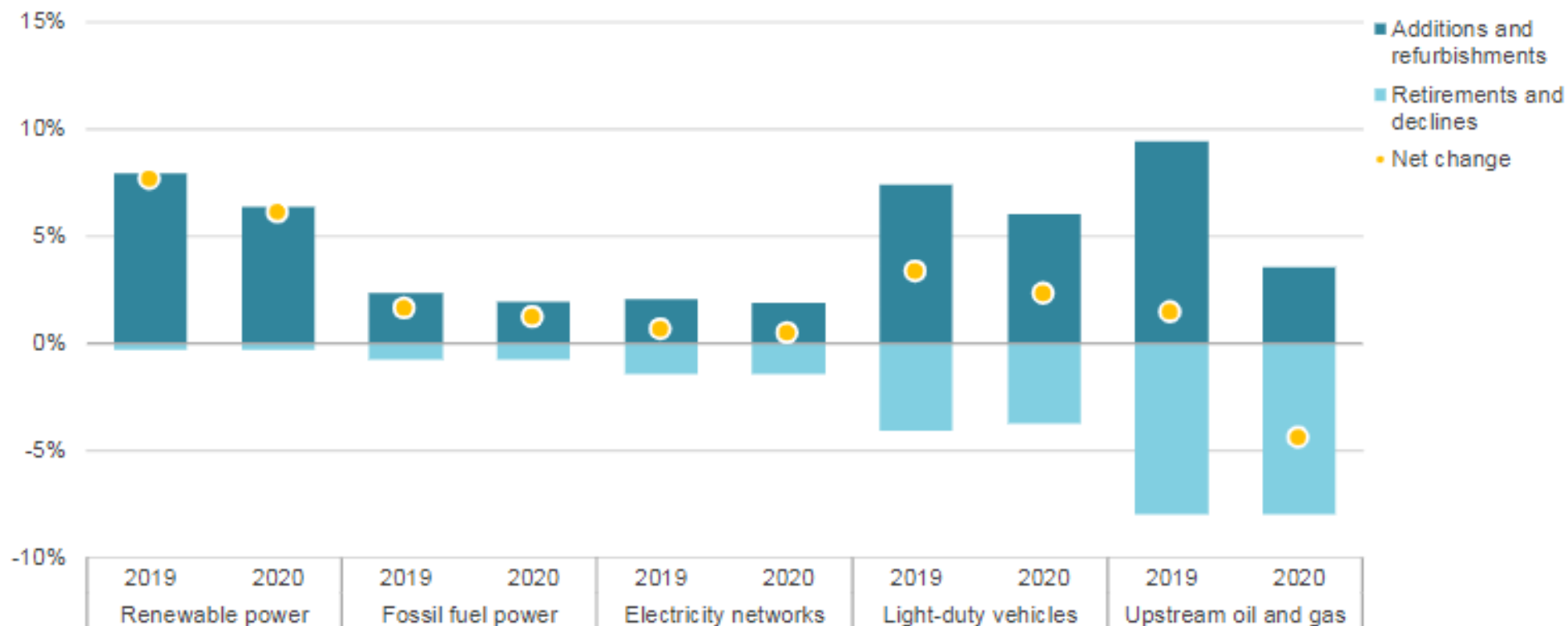
(单位: 十亿美元)



- ◆ 尽管技术成本不断下降，2015年以来清洁能源投资基本稳定在6000亿美元的水平。
- ◆ 预计2020年清洁能源投资将有所下降，但其在能源总投资中所占的份额仍将上升。
- ◆ 当前的投资水平和趋势远远不足以使世界走上更可持续发展的道路。

6、应对疫情危机可能促使能源部门向更可靠、安全和可持续发展

2019-2020年能源部门相关资本存量变化率



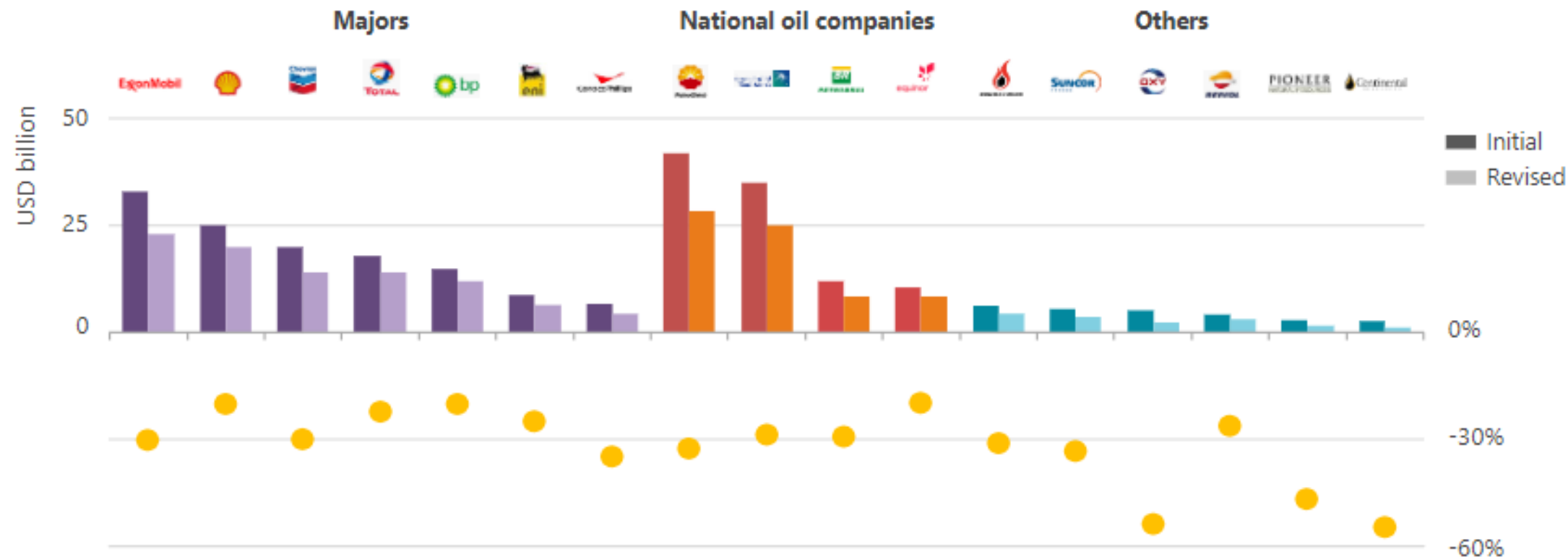
- ◆ 在需求低迷情况下，某些地区的产能过剩将加剧低效率资本存量的淘汰。
- ◆ 但危机也可能减慢一些领域的转型步伐，延缓新技术的部署。
- ◆ 低油价可能导致低成本、低效率汽车和电器的发展。
- ◆ 决策者应将经济复苏与能源和气候目标结合，应对措施将影响能源转型进程。



燃料供应部门投资

1、油气行业上游投资已全面削减

油气公司宣布的新投资计划相比原计划的变化
(单位: 十亿美元)

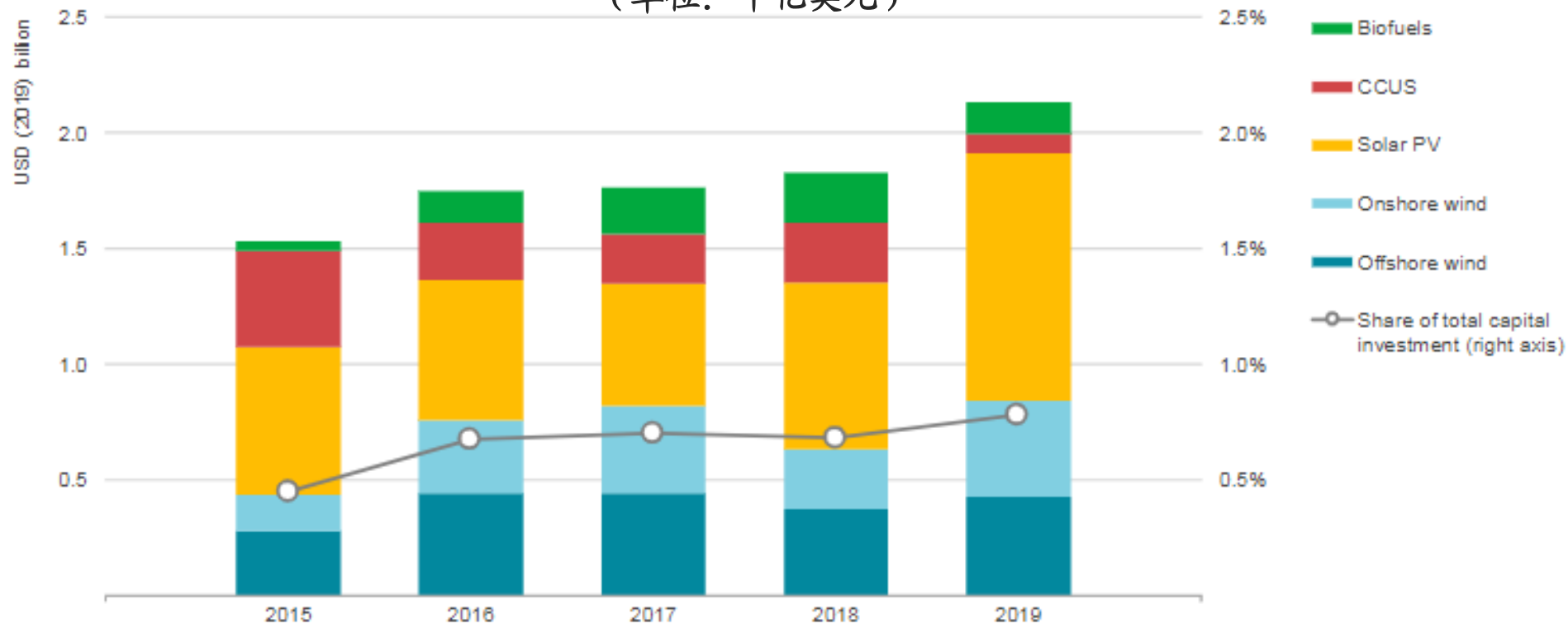


- ◆ 在石油价格和需求暴跌的压力下，油气公司削减了对2020年石油和天然气上游计划投资。页岩气企业受到的打击最大，所有类型的油气公司都削减了投资。
- ◆ 现已确定的油气上游投资削减将导致2025年石油产量减少200万桶/日，如果到2025年投资仍保持在2020年水平，将使2025年石油产量降幅扩大到900万桶/日。

2、疫情凸显油气公司多元投资战略正确，但也为后续投资带来挑战

油气巨头及部分油气公司对非主营业务的资本支出及其占比

(单位: 十亿美元)

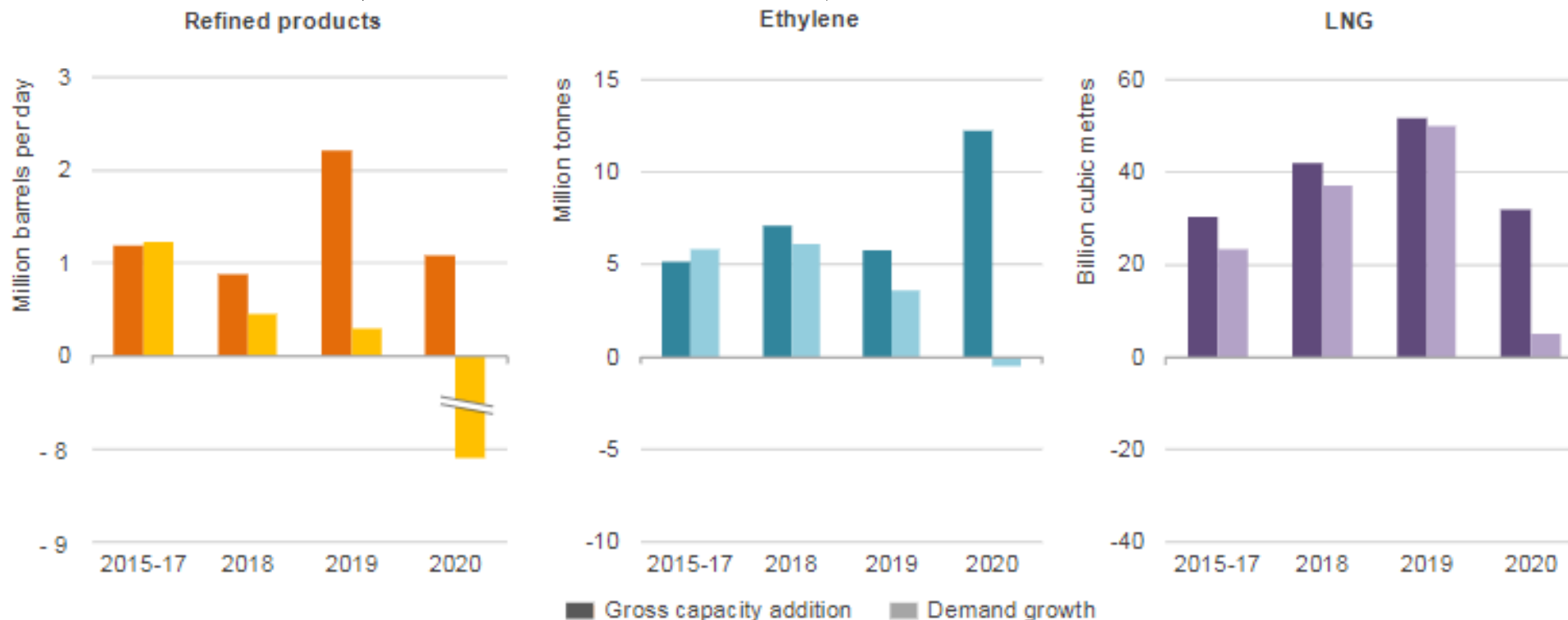


- ◆ 许多油气公司通过多元化投资降低碳排放，但总体来看油气公司非主营业务的资本支出占比不到1%，而领先的油气公司这一数值已达到5%左右。
- ◆ 油气公司非主营业务投资最大的领域为太阳能和风能，一些公司则通过收购进入了配电、电动汽车充电和电池等新领域。
- ◆ 疫情危机可能使油气公司的投资策略更为谨慎。

3、疫情危机加剧了油气中下游行业的产能过剩

炼油产品、乙烯和液化天然气的年产能/需求变化

(单位: 成品油 百万桶/日, 乙烯 百万吨, LNG 十亿立方米)

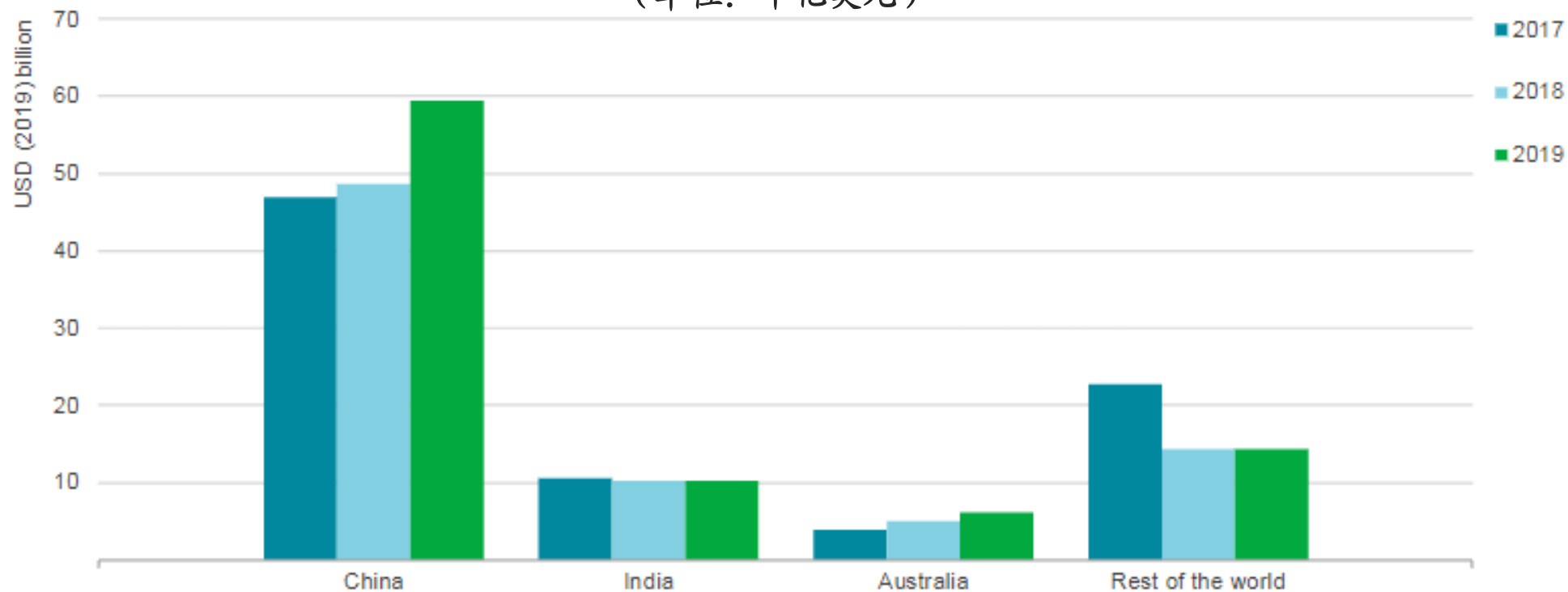


- ◆ 近几年油气中下游行业的产能投资超过了需求增长，疫情加剧了产能过剩风险。
- ◆ 塑料和天然气长期需求仍然强劲，但涉及大量资本密集型投资，存在潜在风险。
- ◆ 油气价格下跌和需求减弱使2019年的液化天然气项目受到冲击。
- ◆ 石化行业可能重新评估一些未启动的建设项目，炼油行业可能面临结构调整。

4、中国推动2019年全球煤炭供应投资增长15%

2017-2019年不同地区煤炭供应部门投资

(单位: 十亿美元)

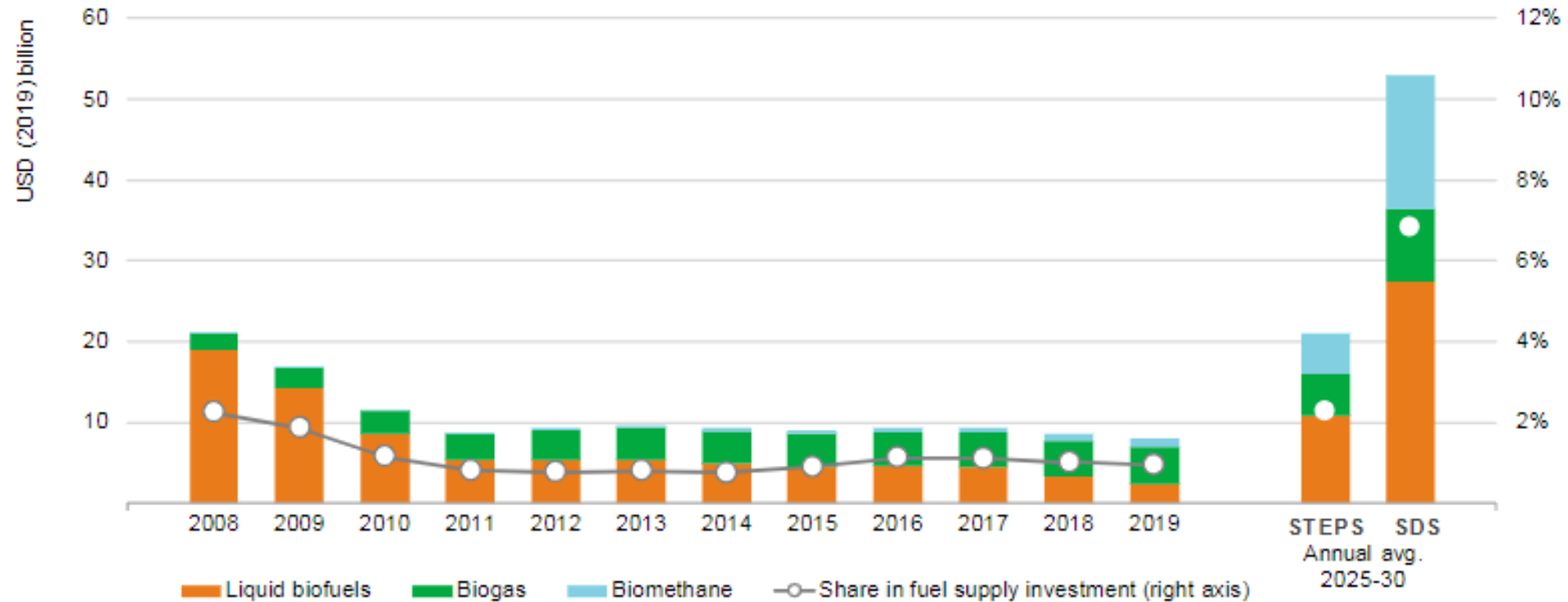


- ◆ 尽管对煤炭未来发展的争论日益激烈，但2019年全球煤炭供应部门投资仍从2018年的800亿美元增至900亿美元。
- ◆ 煤炭占全球一次能源需求1/4以上，但投资（不包括发电支出）仅占能源行业的5%。
- ◆ 中国是全球煤炭供应投资增长的最大推动力。

5、生物燃料投资降至十年来最低水平，政策支持仍是关键因素

生物燃料产能投资及其在燃料供应投资中的占比

(单位: 十亿美元)



- ◆ 全球生物燃料投资在燃料供应投资中的占比已降至1%以下。
- ◆ 由于中国对乙醇生产设施投资减半，2019年液体生物燃料产能投资再次下降30%。
- ◆ 过去十年对沼气和生物甲烷的年均投资约为50亿美元，其发展取决于原料和政策。
- ◆ 为实现可持续发展目标，未来十年生物燃料投资需要增加6倍。

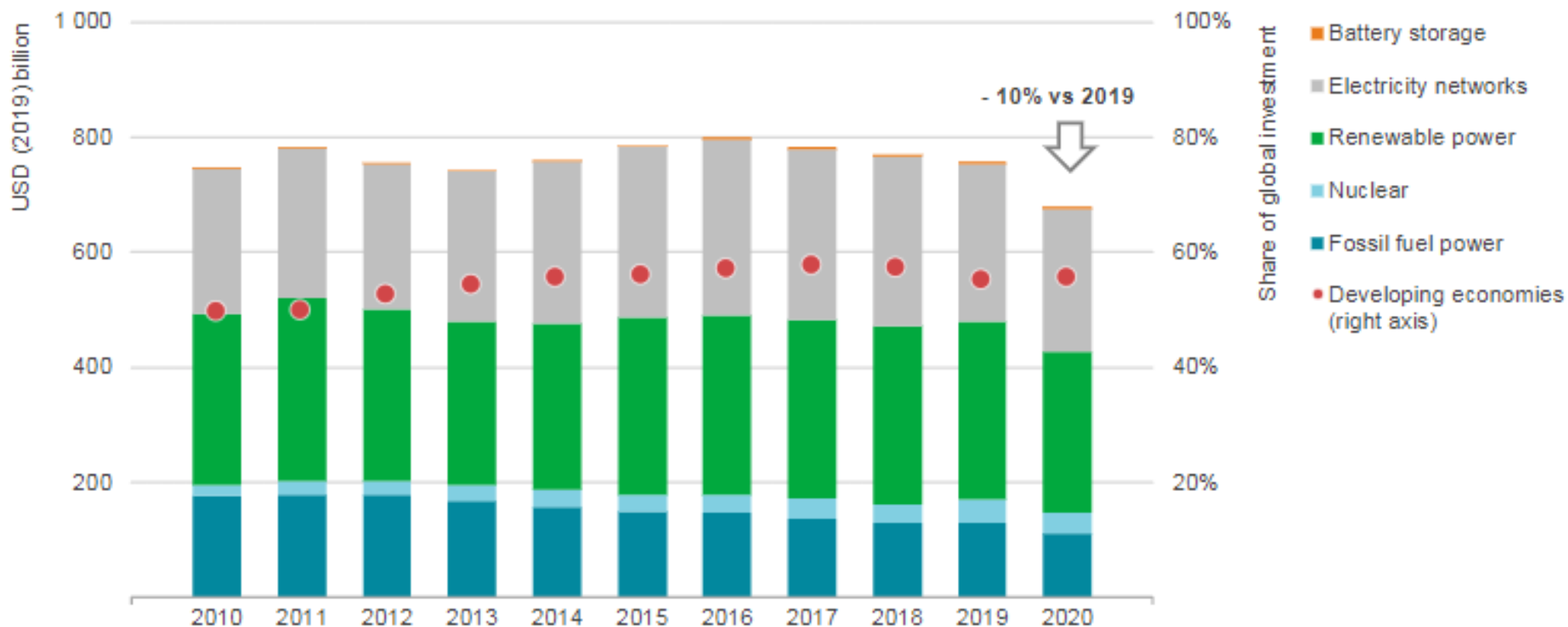


电力部门投资

1、2020年全球电力部门投资将降至近十年最低水平

2010-2020年全球电力部门投资

(单位: 十亿美元)

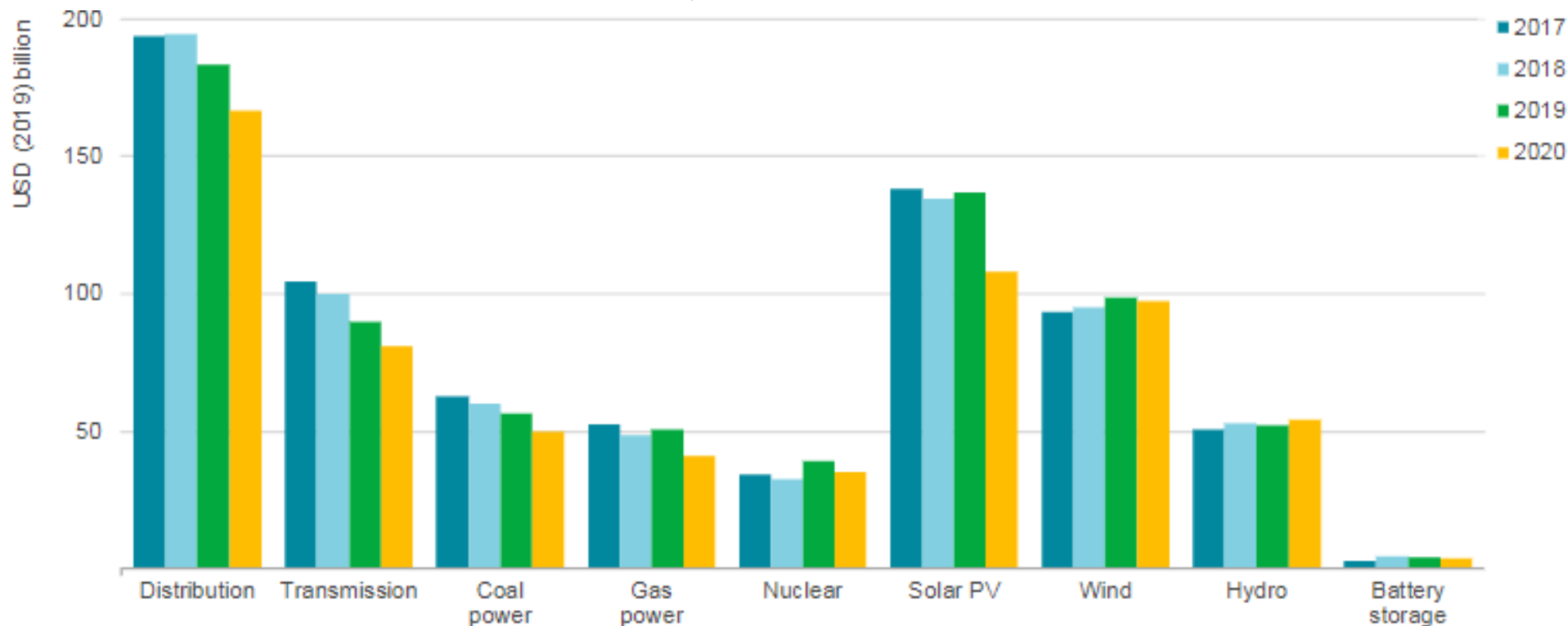


◆ 新冠肺炎疫情将导致2020年全球电力部门投资下降10%。

2、电力部门所有行业都将受到交通限制、项目延迟和需求下降影响

2017-2020年全球电力部门不同行业投资变化

(单位: 十亿美元)

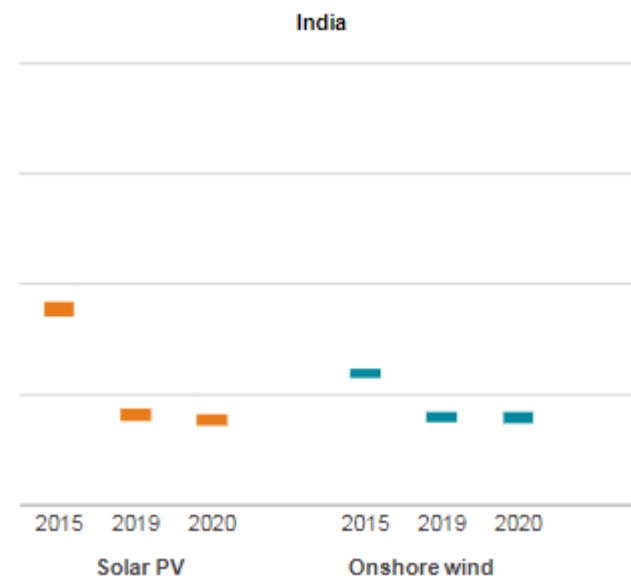
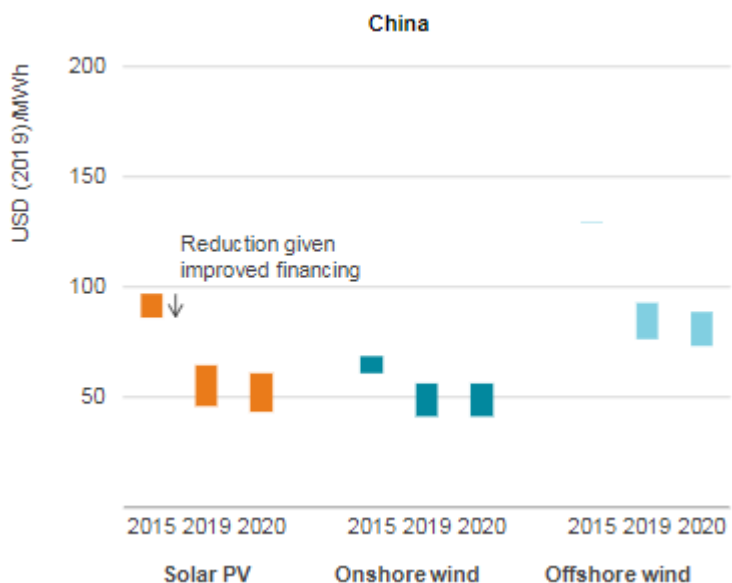
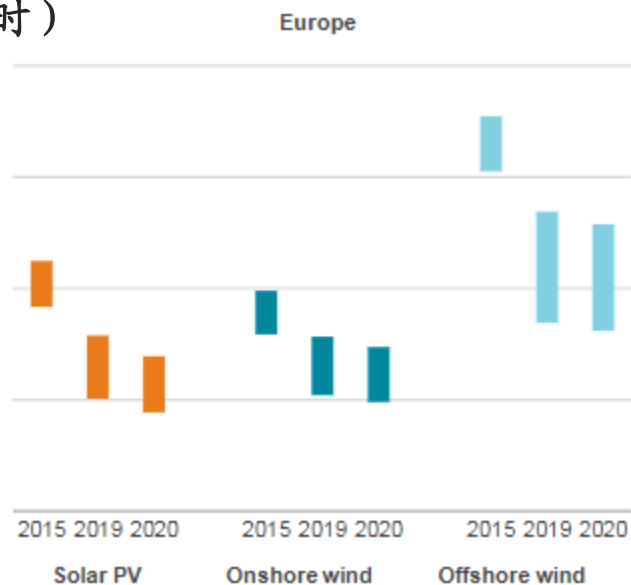
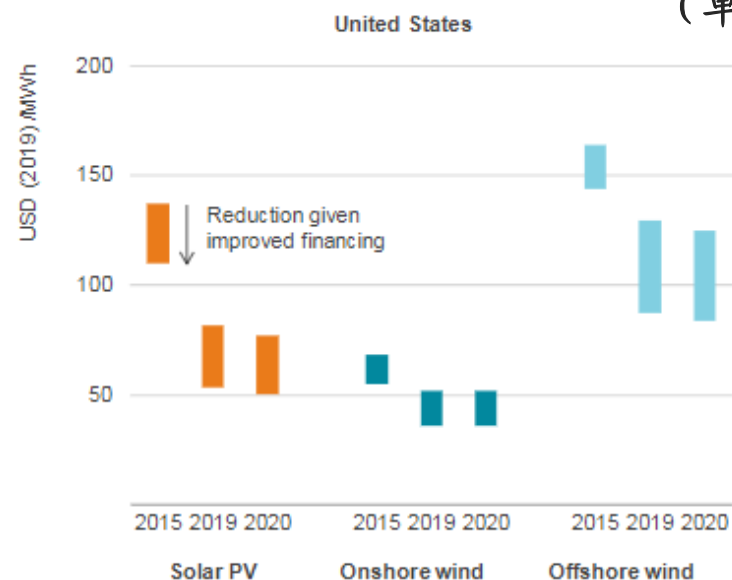


- ◆ 全球新建燃煤电厂投资将减少11%以上，化石燃料发电投资将减少15%。
- ◆ 可再生能源投资将减少10%，分布式光伏受到最大打击，公用事业规模光伏和风电影响较小，海上风电和水电投资将有所增加，核电将小幅下降。
- ◆ 电网投资在许多国家持续下降，预计2020年全球投资将下降9%。

3、技术、运营进步和资本成本降低，将稳步提高光伏和风能经济性

典型国家/地区2015-2020年新投产光伏和风电机组成本变化

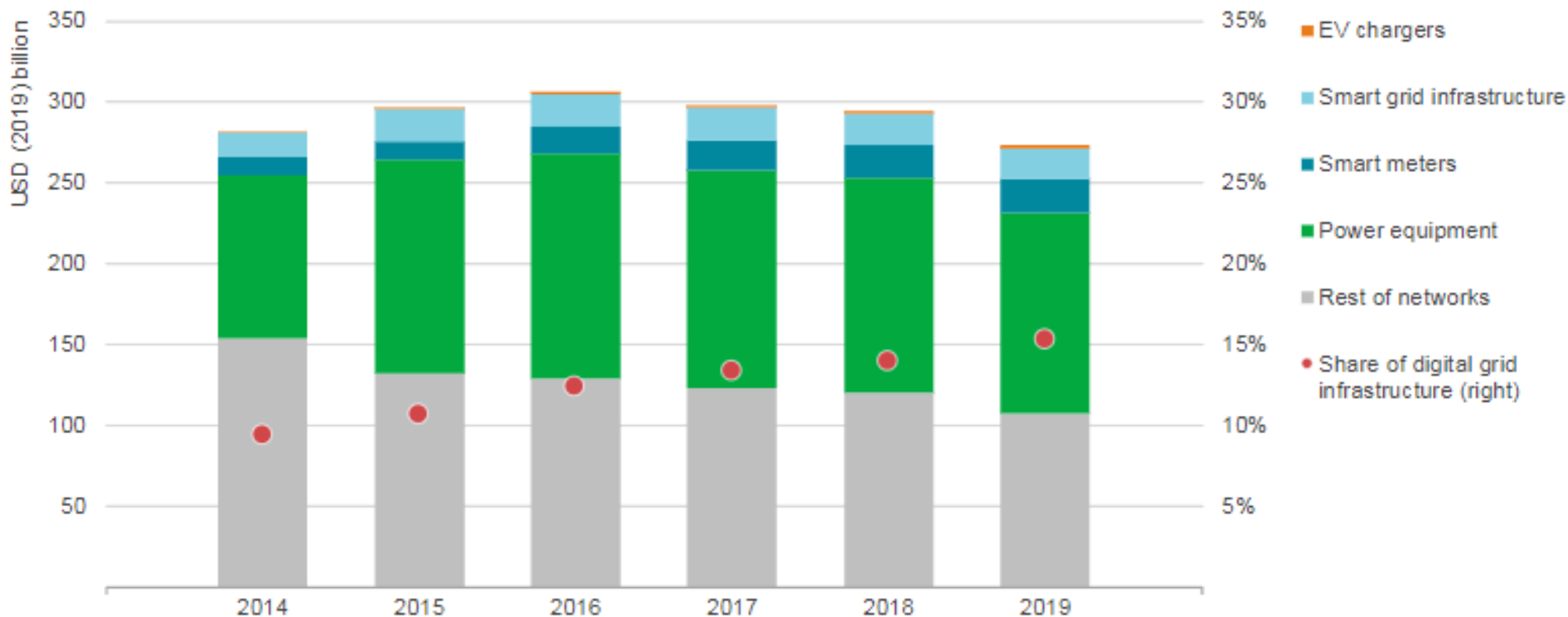
(单位: 美元/兆瓦时)



4、全球电网投资已连续三年下降，数字化已占电网总投资近1/5

2014-2019年全球电网投资

(单位: 十亿美元)

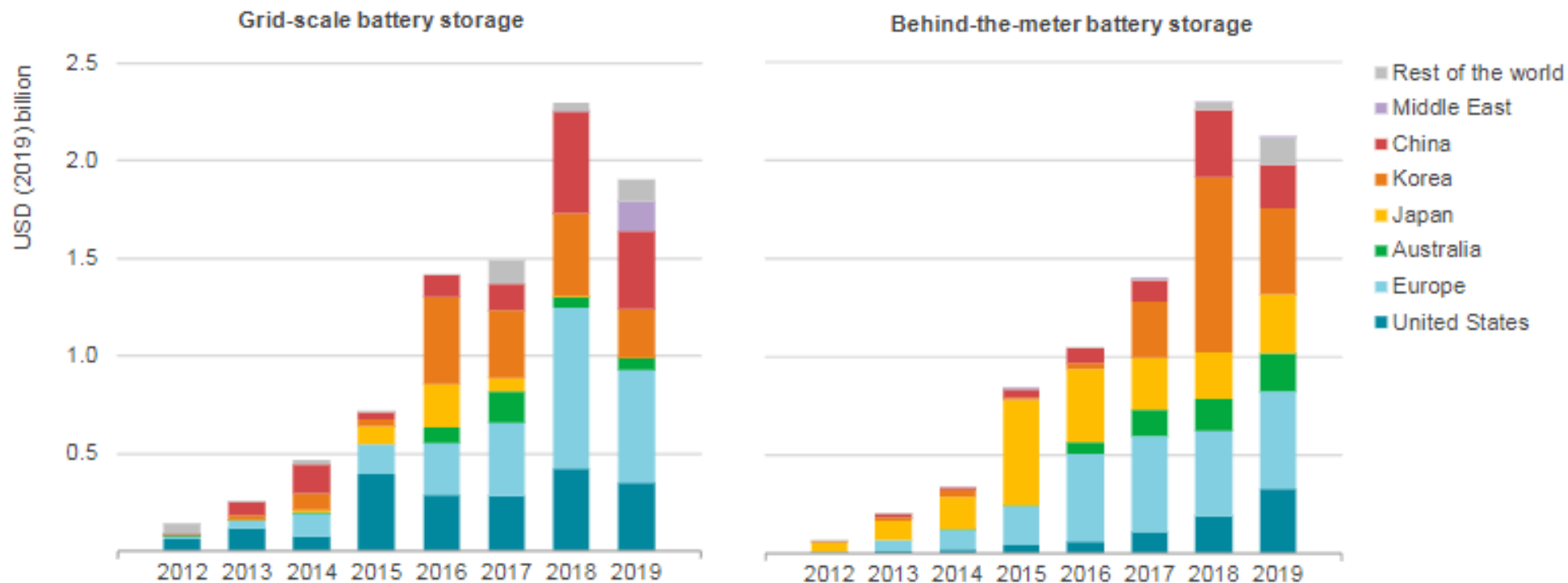


- ◆ 由于中国投资急剧下降，2019年全球电网投资连续第3年下降，同比下降7%至2800亿美元以下。
- ◆ 随着电网变得越来越数字化、分布式和智能化，数字基础设施投资持续增长。
- ◆ 为了实现长期的可持续发展目标，未来十年电网投资需增加约50%。

5、成本降低使2019年全球电池储能投资首次下降

2012-2019年全球固定式电池储能投资

(单位: 十亿美元)



- ◆ 2019年全球电池储能投资首次下降了13%，但仍保持在40亿美元以上。
- ◆ 电网规模电池投资下降近15%，用户侧储能投资下降5%。
- ◆ 电网规模电池成本下降8%，而用户侧储能电池成本下降近15%，但其价格仍为电网规模电池的两倍（以每千瓦时价格计算）。
- ◆ 由于用户安装的分布式储能系统减少，预计2020年全球电池储能投资将放缓。

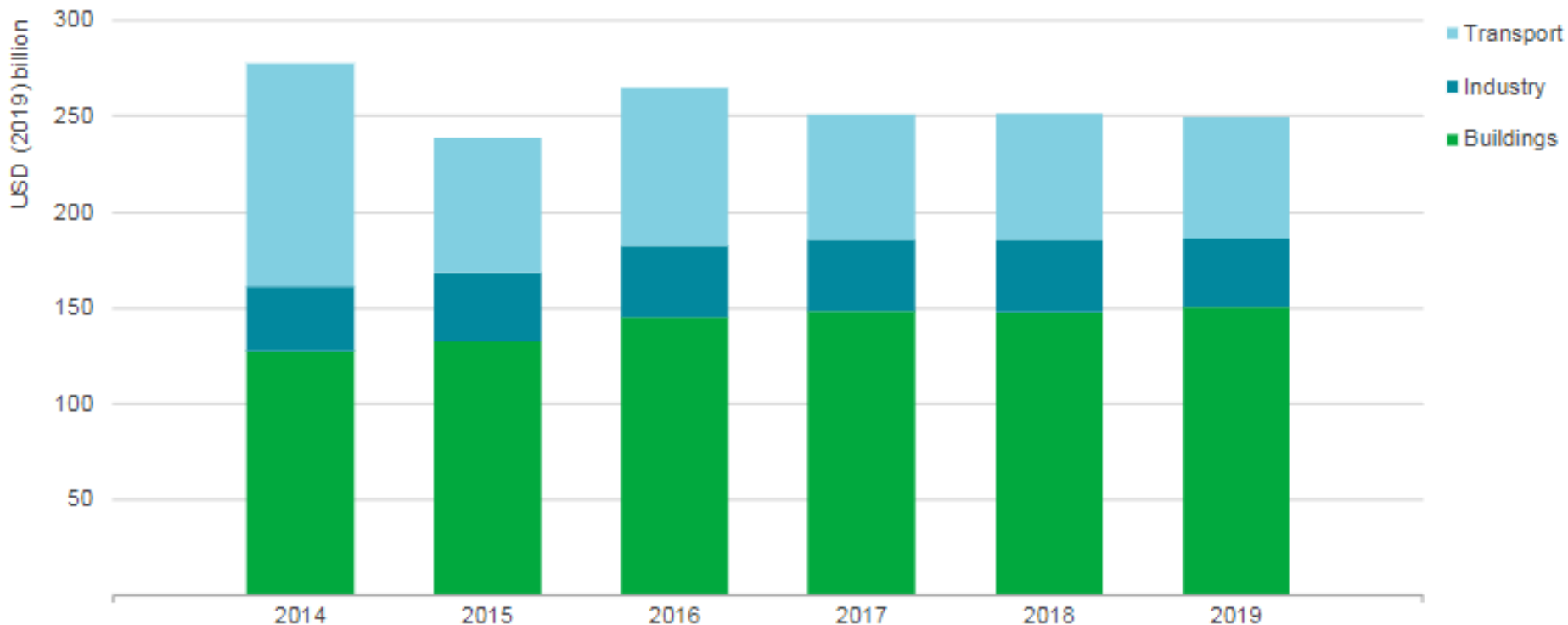


◆ 终端用能和能效部门投资

1、2019年全球能效投资保持稳定，预计2020年将下降12%

2014-2019年不同终端用能部门的能效投资情况

(单位: 十亿美元)

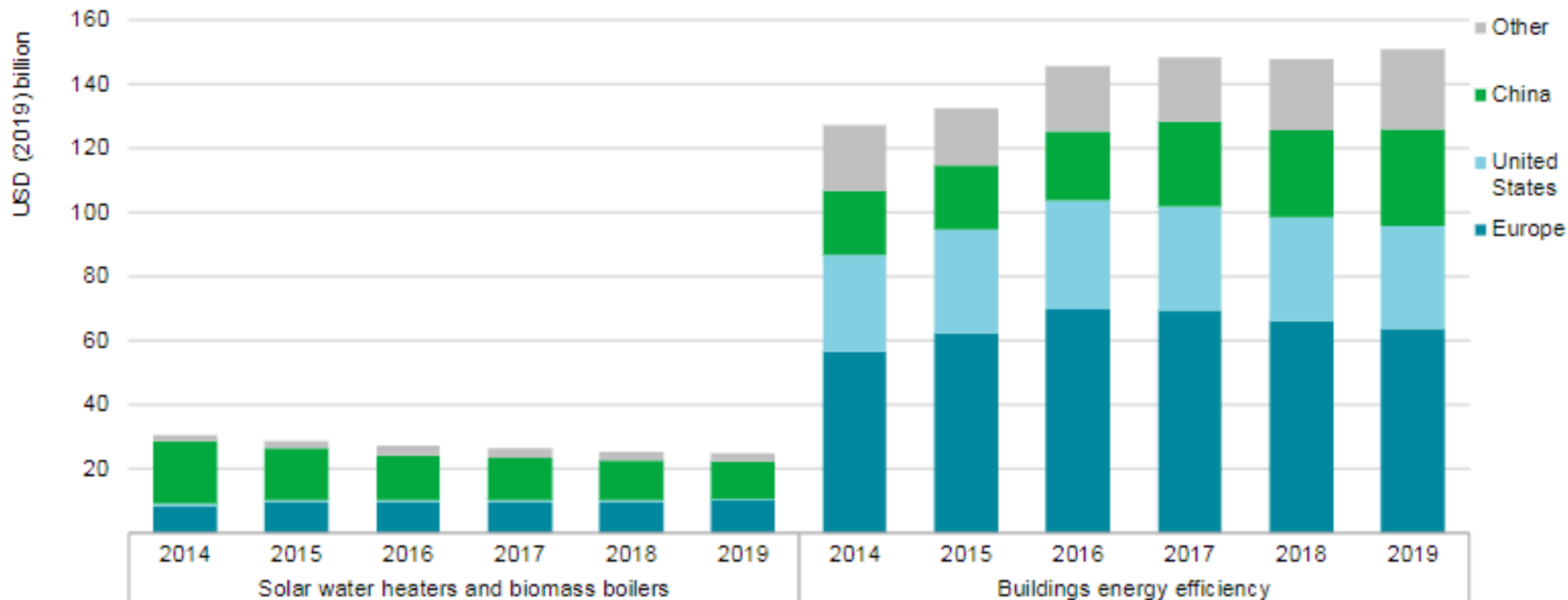


- ◆ 2019年全球建筑、交通和工业部门能效投资总额达到2500亿美元，与上一年持平。
- ◆ 建筑部门的能效投资占比最大，2019年增长了2%。
- ◆ 预计2020年全球经济将下滑6%，加上能效投资资金减少以及油价下跌，预计全球能效投资将下降12%以上。

2、建筑部门能效投资是可再生能源供热投资近7倍

2014-2019年不同地区建筑能效和可再生能源供热投资情况

(单位: 十亿美元)

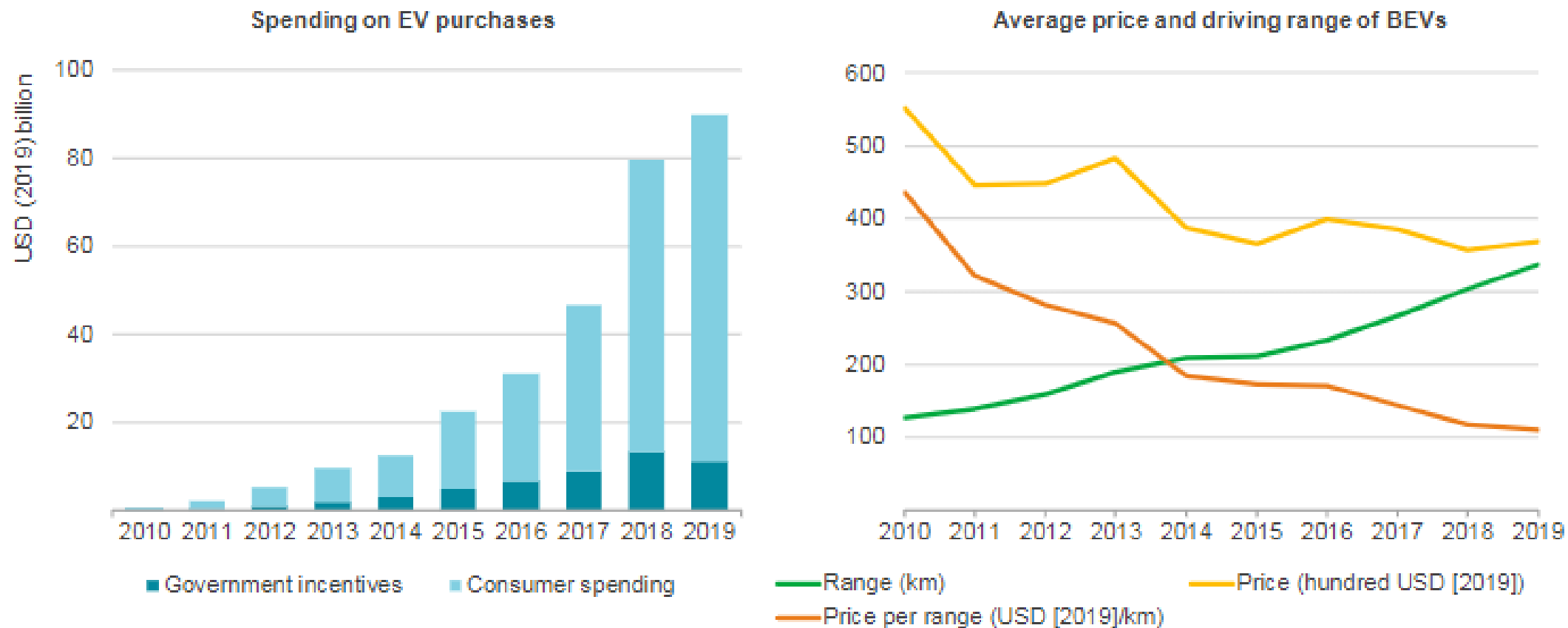


- ◆ 2019年全球建筑能效投资约为1510亿美元，可再生能源供热约为240亿美元。
- ◆ 区域供热网络在欧洲继续扩张，自2005年以来平均每年投资60亿美元。

3、2019年全球电动汽车采购总额增长13%，增速大幅放缓

2010-2019年全球电动乘用车市场趋势

(单位: 十亿美元)



- ◆ 在政府支持下，2019年全球电动汽车购买支出增至900亿美元，同比增长13%。
- ◆ 2019年政府在电动汽车的公共支出约为110亿美元，占总支出的12%，比2018年减少20亿美元。

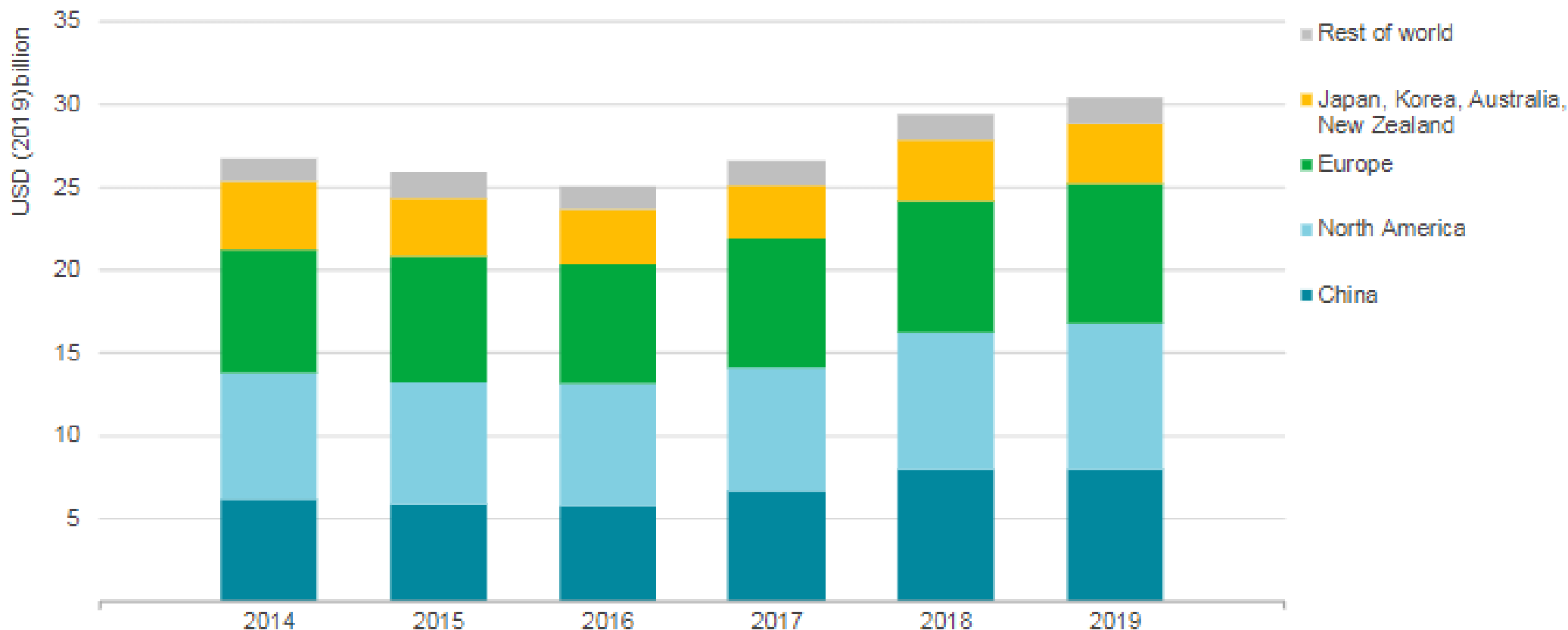


◆ 能源技术研发创新投资

1、2019年政府能源研发投入增长3%

2014-2019年全球各地区政府能源研发支出情况

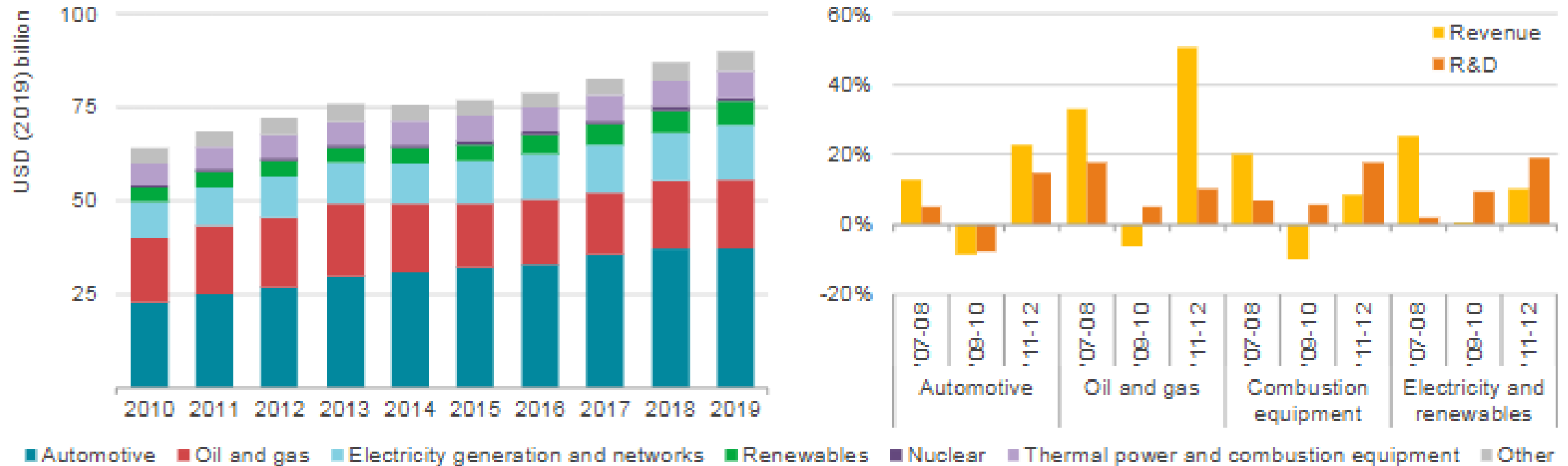
(单位: 十亿美元)



- ◆ 2019年政府研发投入增长3%至300亿美元，约80%用于低碳技术，增长放缓的原因是中国的“十三五”规划进入末期。
- ◆ 低碳技术投入增长6%达250亿美元，增速超过能源研发公共总投入。

2、2019年企业能源研发投入增长3%，油气及汽车领域增长较少

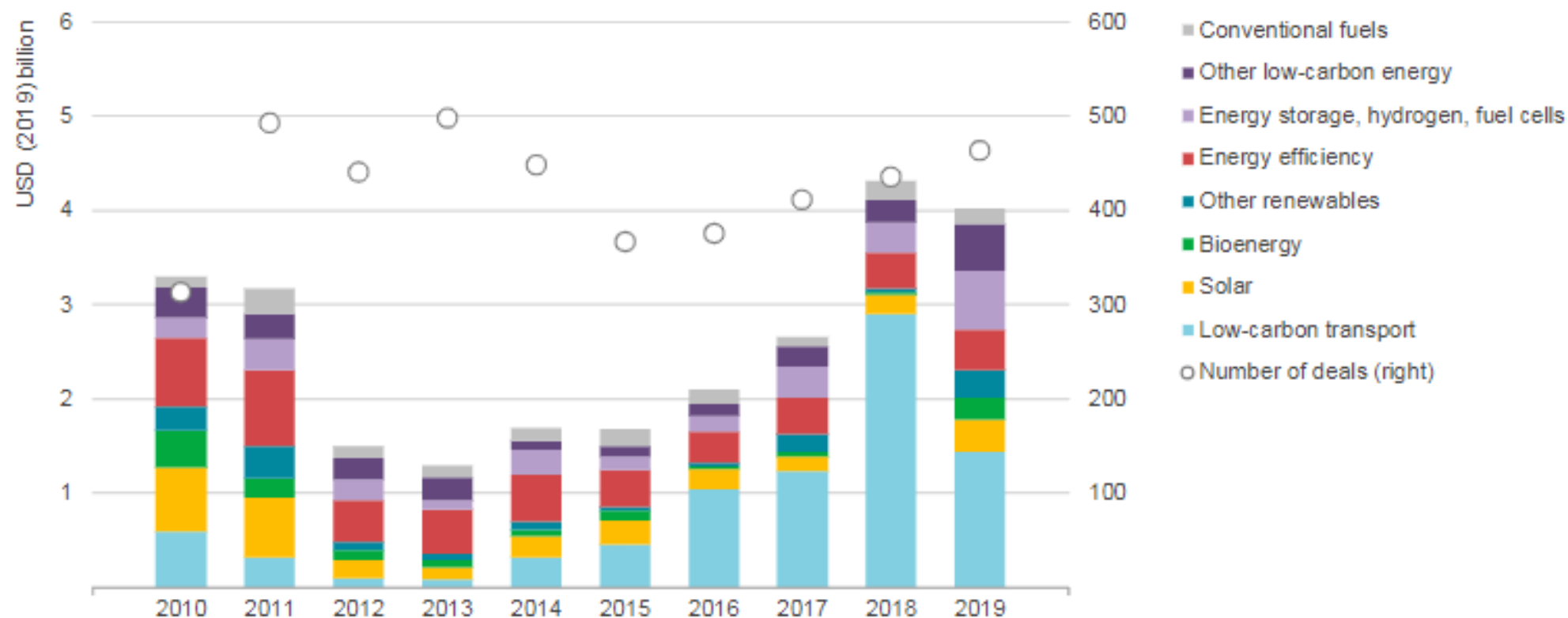
全球企业能源研发投入（左）以及特定部门的收入和研发变化情况（右）
(单位：十亿美元)



- ◆ 2010年以来，电动汽车和清洁能源的发展推动了企业能源研发投入增长，可再生能源研发投入增长最快，达到74%，石油和天然气研发投入仅增长9%。
- ◆ 2019年企业能源研发投入同比增长3%至900亿美元。
- ◆ 新冠疫情的爆发将导致2020-2021年企业能源研发投入减少。

3、2019年能源技术早期风险投资仍强劲，储能和氢能投资增速最快

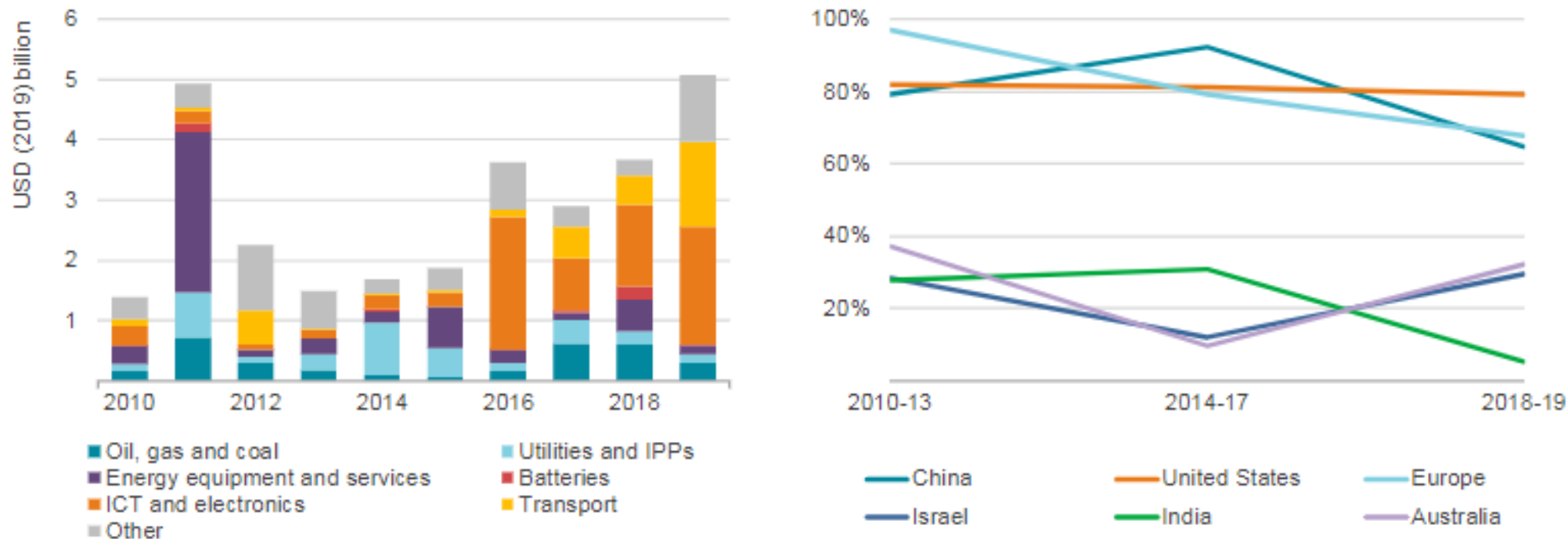
2010-2019年对不同领域能源初创科技企业的早期风险投资情况
(单位: 十亿美元)



- ◆ 2019年，投资者对能源初创科技企业的股权投资总额达到165亿美元，其中早期风险投资达到40亿美元。
- ◆ 早期风投的领域分布更加多样化，低碳交通领域份额已降至35%，储能、氢能和燃料电池领域早期风险投资增长最快。
- ◆ 2020年第一季度，早期风投交易量保持前两年水平，但2-4季度将下降。

4、能源初创企业投资仍主要来自数字公司，风投资金来源分布多元

2010-2018年不同行业对能源初创科技企业投资情况（左）以及本国投资者在国内风险投资活动中所占的份额（右）（单位：十亿美元）



- ◆ 产业界对能源初创科技企业的投资在2019年创下新高，达到50亿美元。
- ◆ 传统能源行业对能源初创科技企业投资份额持续下降；而ICT和电子等数字行业投资已占主导地位，2019对能源初创科技企业的投资接近20亿美元，主要用于低碳交通、储能和能效领域。
- ◆ 产业界对能源初创企业的投资呈现全球化趋势，2010年以来美国、欧洲、中国的本国投资者对国内能源初创企业的投资占比持续降低。



IRENA：可再生能源发电成本报告

国际可再生能源机构2020年6月3日发布

目 录

- ◆ 总体情况
- ◆ 光伏、光热发电
- ◆ 陆上风电、海上风电
- ◆ 水电、生物质发电、地热发电

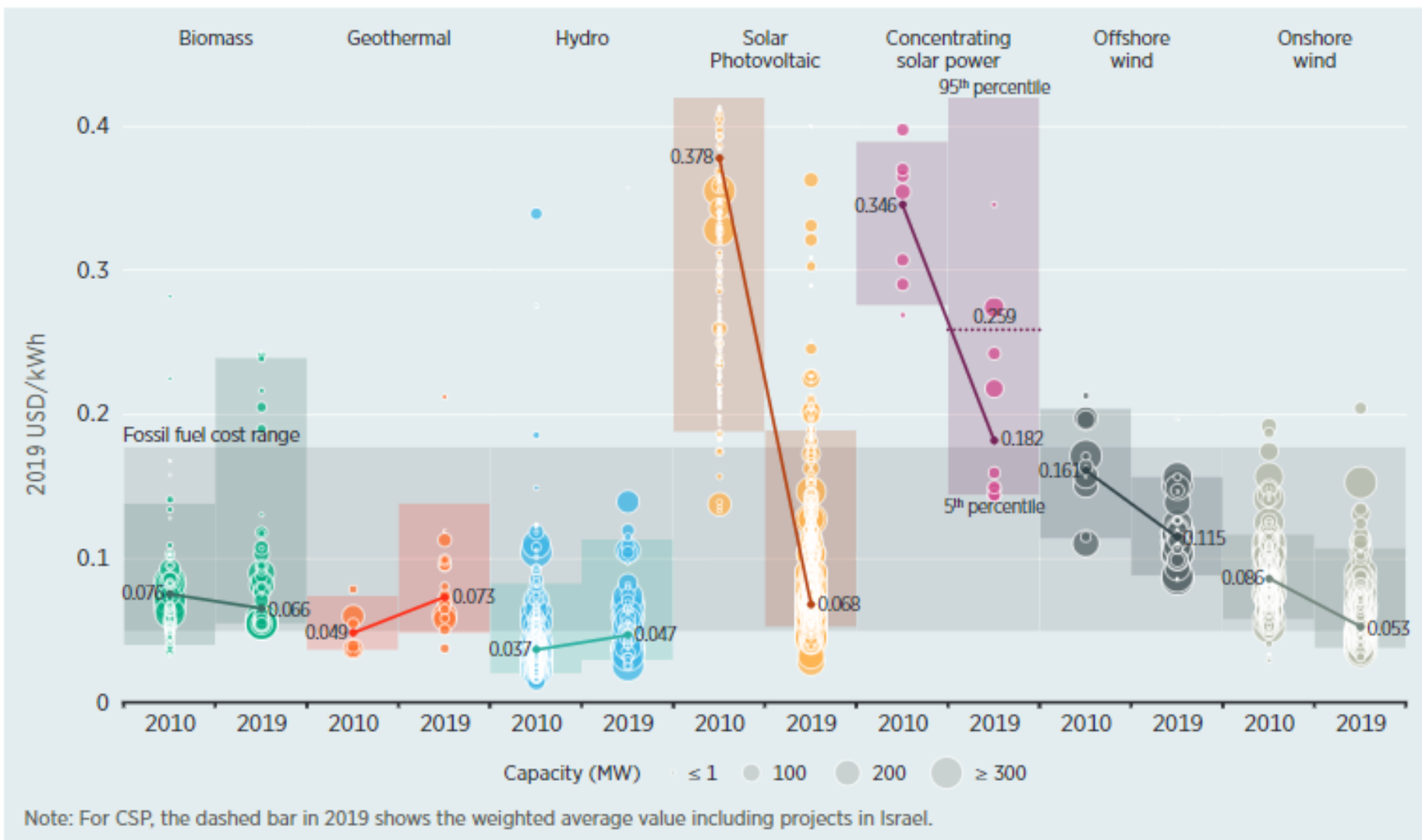


◆ 总体情况

1、过去十年可再生能源发电价格大幅下降，光伏发电价格降幅最大

2010和2019年全球公用事业规模可再生能源发电技术平准化度电成本

(加权平均值, 单位: 美元/千瓦时)



◆ 大部分可再生能源技术发电成本已降至化石燃料发电成本区间 (0.050~0.177美元/千瓦时), 即具有经济竞争力:

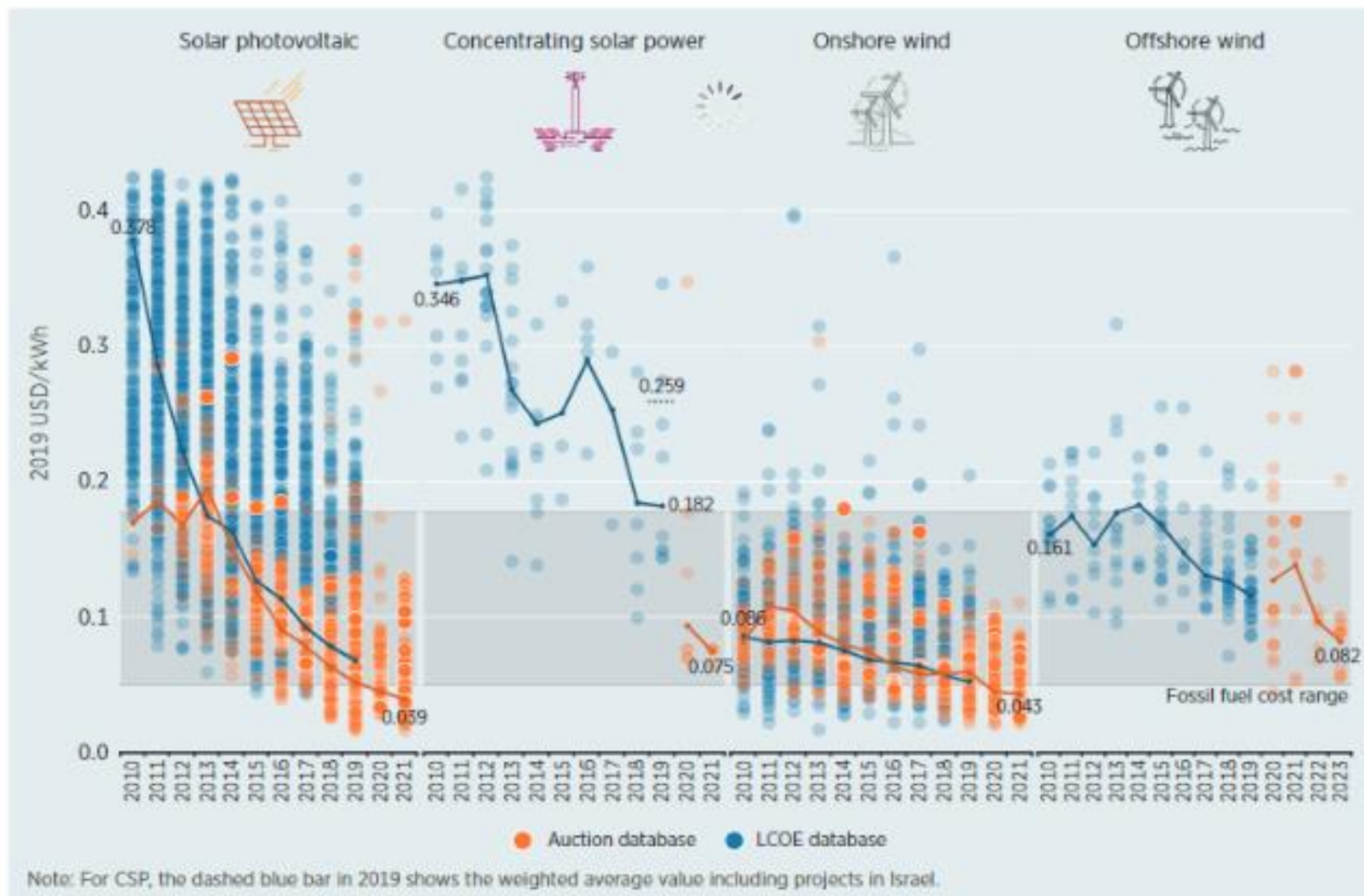
- 光伏: -82%
- 光热: -47%
- 陆上风电: -39%
- 海上风电: -29%
- 生物能: -13%
- 地热能: +53%
- 水电: +27%

2、疫情过后可再生能源仍具有竞争优势和投资潜力

- ◆ 2020年尽管全球爆发新冠疫情，可再生能源发电仍在继续增长。
- ◆ 可再生能源的经济竞争力以及模块化水平、快速可扩展性和创造就业机会的潜力正在稳步提升。
- ◆ 坚持可再生能源的投资方向将使短期经济激励措施与中长期能源和气候可持续发展保持一致，光伏和陆上风电提供了简单、快速部署的选择方案，海上风电、水电、生物质发电和地热发电则是互补且具有成本效益的中期投资选择。
- ◆ 以光伏和陆上发电替代现有最不具备竞争力的500 GW燃煤电厂，每年将降低 120-230 亿美元（取决于煤炭价格）的系统发电成本，产生价值 9400亿美元的刺激作用，超过去年部署光伏发电和陆上风电的总价值，占全球 GDP 的1.1%。同时，每年还将减少18亿吨碳排放，占2019年全球碳排放的5%。

3、太阳能和风能发电价格下降趋势未出现减弱迹象

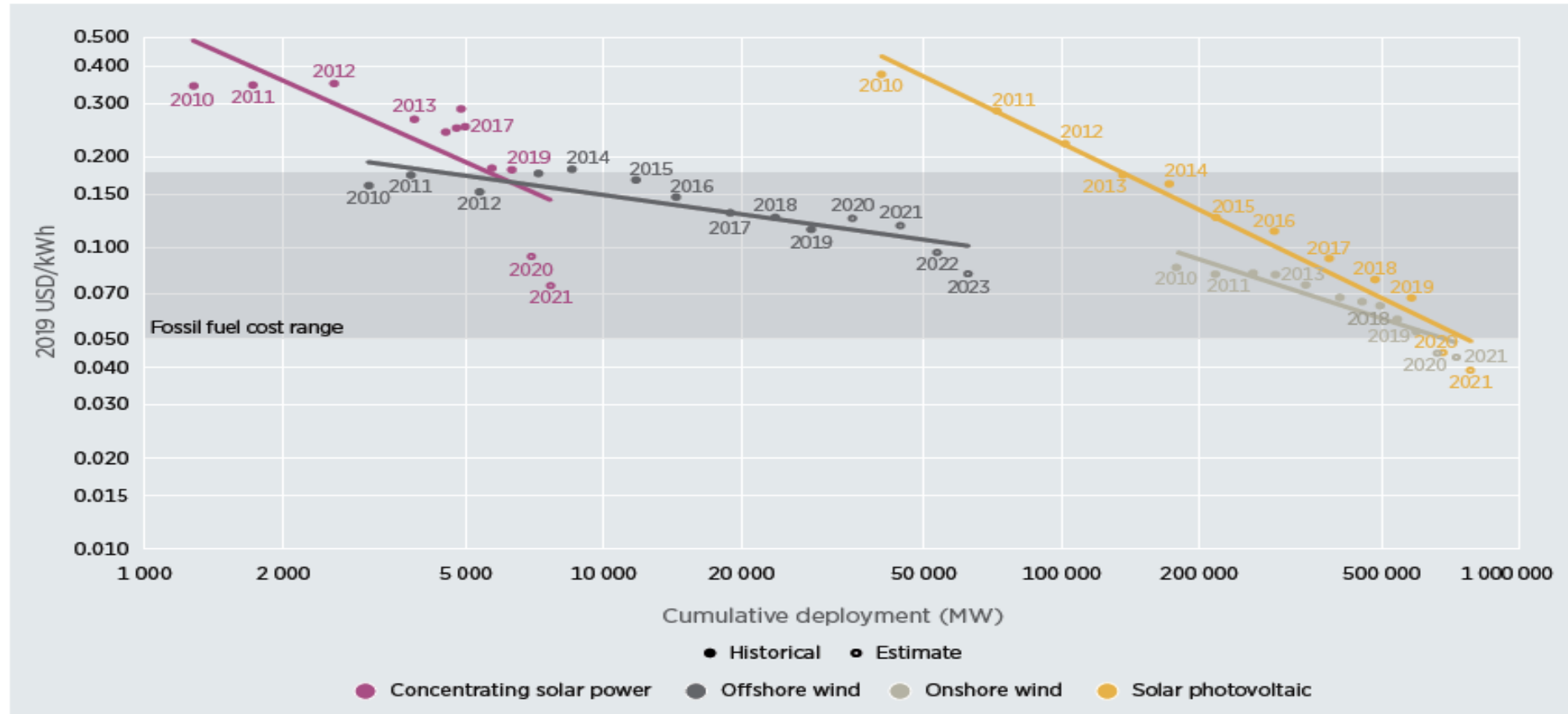
2010-2023年全球光伏、光热、风电平准化度电成本及竞标/购电协议 (PPA) 电价 (加权平均值, 单位: 美元/千瓦时)



- ◆ 2019年, 56%的新投产大规模可再生能源发电成本低于新建化石燃料发电的最低成本。
- ◆ 预计2021年投产的光伏和陆上风电价格分别降至0.039和0.043美元/kWh。
- ◆ 预计2023年投产的海上风电和光热发电价格分别降至0.082和0.075美元/kWh。
- ◆ 在超过2000 GW的燃煤电厂中, 预计到2021年将会有1200 GW煤电厂运营成本高于新建光伏发电机组, 有850 GW煤电厂运营成本略低于新建风电机组。

4、学习曲线显示到2023年太阳能和风能发电成本将加速下降

2010-2023年全球光伏、光热、风电平准化度电成本及竞标/购电协议（PPA）电价学习曲线
(加权平均值, 单位: 美元/千瓦时)



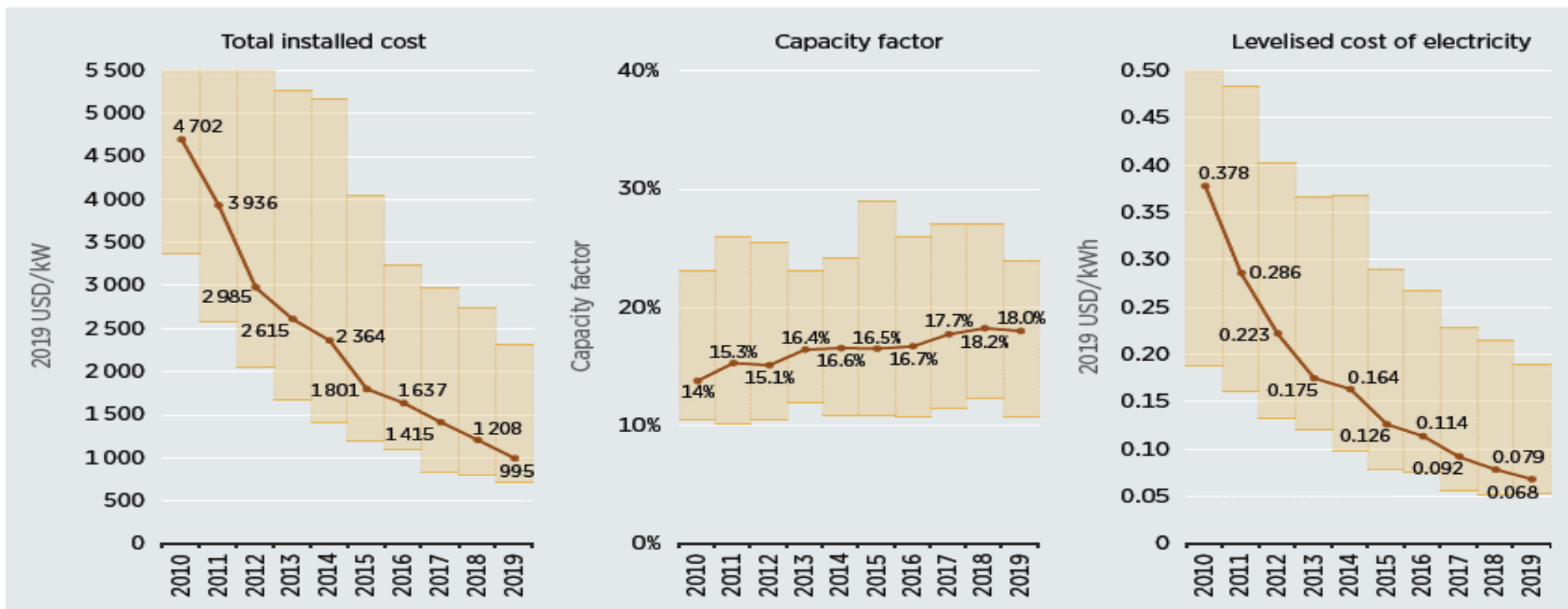
- ◆ 预计2010-2023年海上风电度电成本学习率将达到10%，即累计装机容量每增加一倍，成本降低10%。
- ◆ 2010-2019年，光伏、陆上风电、光热发电度电成本的学习率分别为36%、23%和23%，预计2010-2021年三者的学习率将分别提升至40%、29%和38%。



◆ 光伏、光热发电

1、光伏装机成本降低导致公用事业规模光伏发电价格持续显著下降

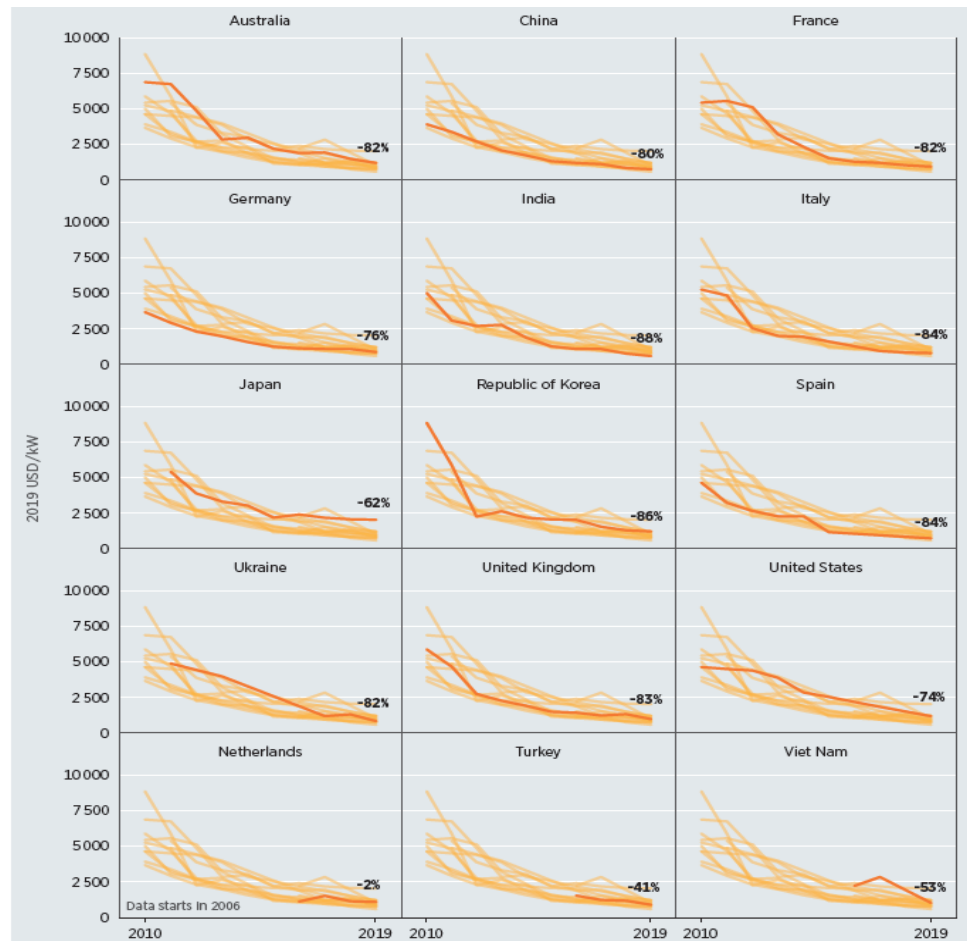
2010-2019年全球光伏发电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



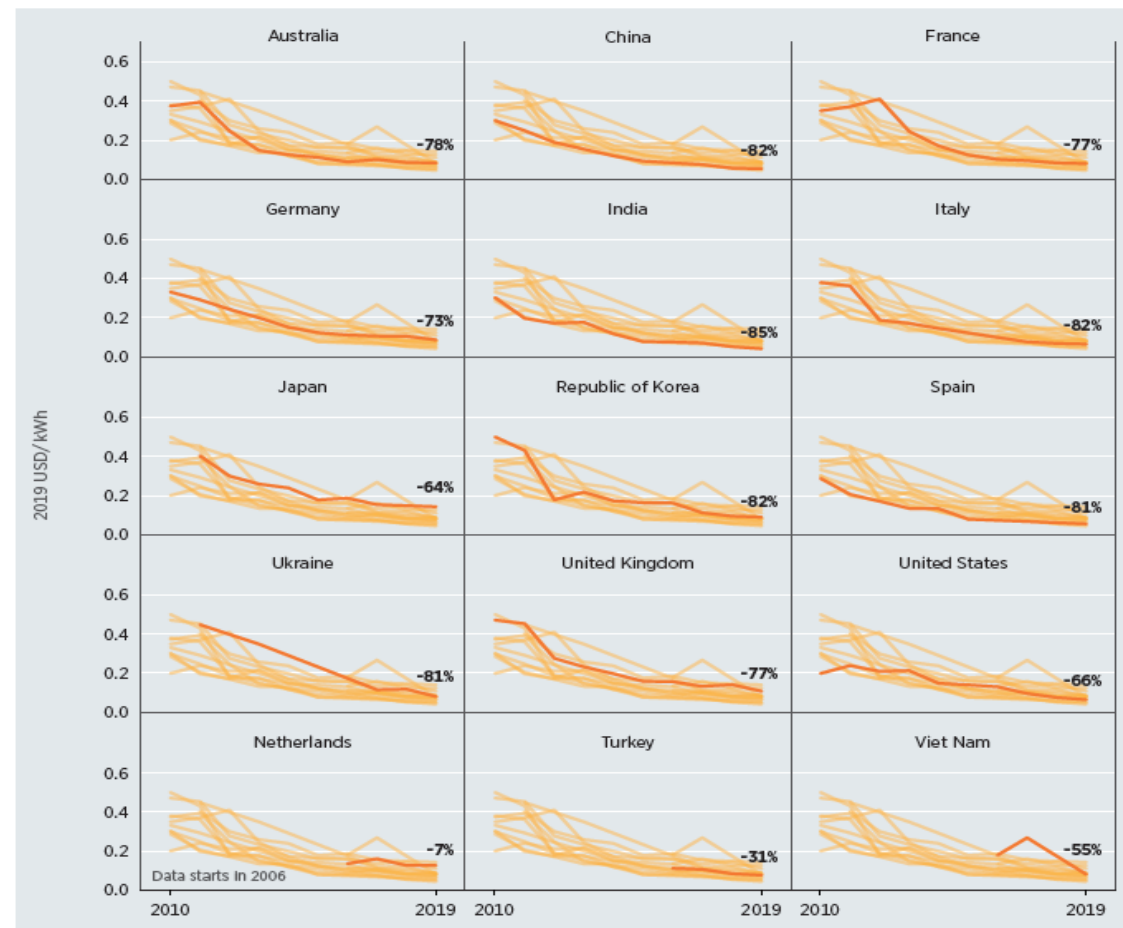
- ◆ 近十年，公用事业规模光伏发电装机成本下降79%，2019年同比下降13%，首次降至1000美元/kWh以下（995美元/kWh）。近十年全球光伏发电平准化度电成本下降了82%，2019年有40%的新建光伏机组发电成本低于最便宜的新建化石燃料发电机组。
- ◆ 近十年，光伏电池板价格和系统配套成本持续降低，前者降幅高达90%。

2、世界各国光伏装机成本和平准化度电成本均有较大降幅

2010-2019年部分国家光伏发电装机成本
(加权平均值, 单位: 美元/千瓦)



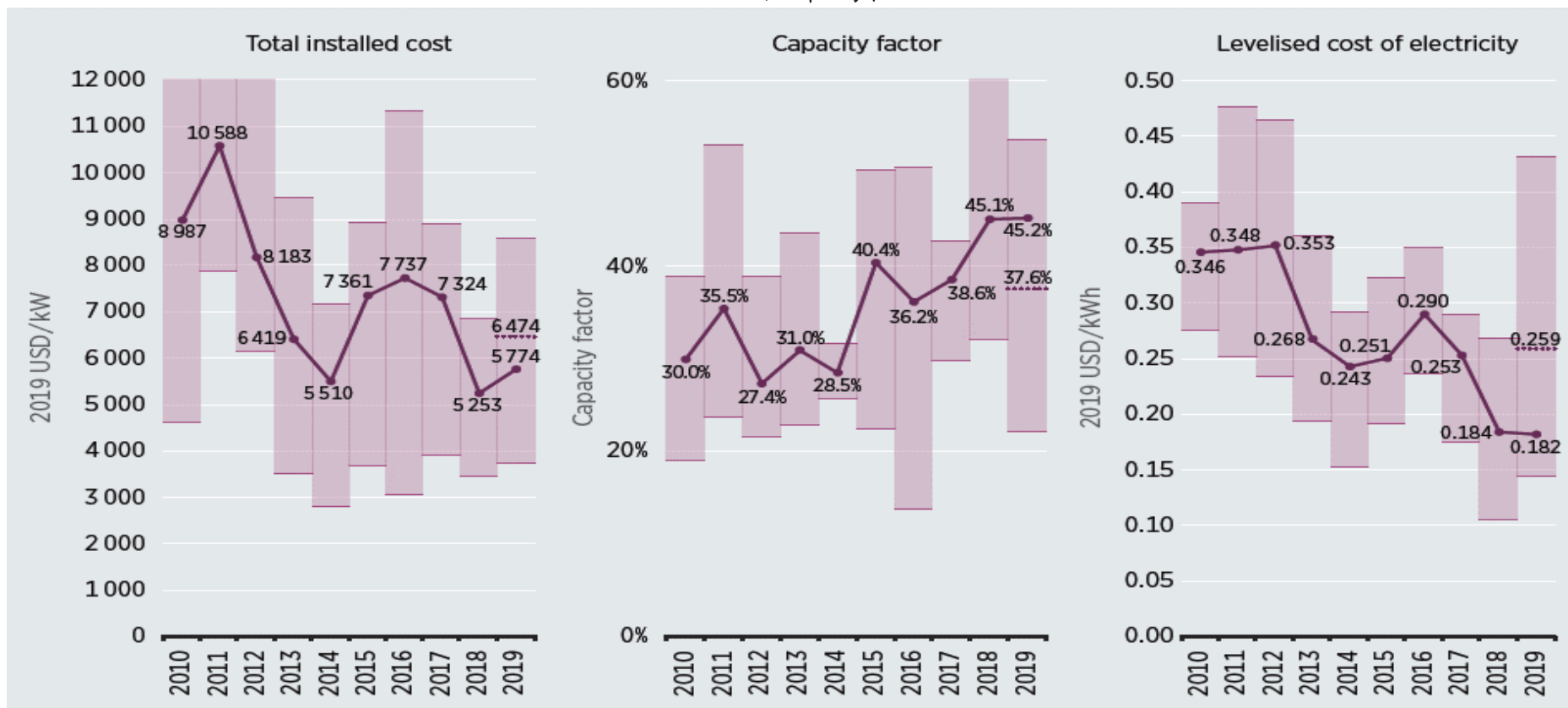
2010-2019年部分国家光伏发电平准化度电成本
(加权平均值, 单位: 美元/千瓦时)



- ◆ 由于光伏发电的高度可复制性和模块化特点, 以及激烈的市场竞争, 各国装机成本差异逐渐缩小。
- ◆ 2019年印度装机成本最低 (618美元/kW), 俄罗斯最高 (2117美元/kW), 中国为794美元/kW。
- ◆ 2010-2019年各国度电成本降低66%-85%, 印度下降85%至0.045美元/kWh, 在各国中成本最低, 其次是中国 (0.054美元/kWh) 和西班牙 (0.056美元/kWh)。

3、光热发电装机成本和电价波动较大，总体呈下降趋势

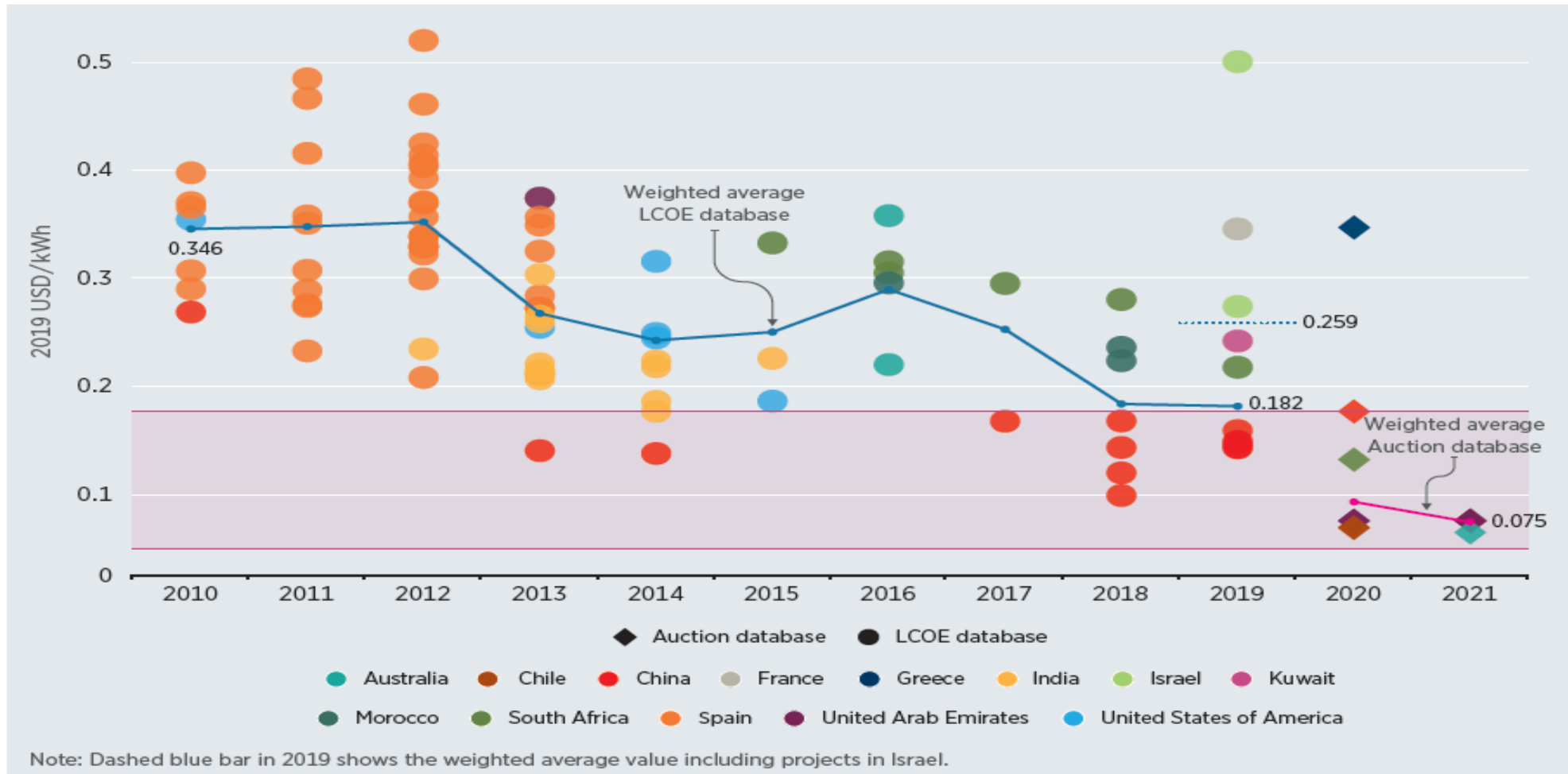
2010-2019年全球光热发电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



- ◆ 近十年，全球光热发电装机成本下降36%，平准化度电成本下降47%。由于中国一些项目推迟到2020年初，预计2020年光热发电装机成本将再次下降至约5200美元/kWh，与2018年水平接近。
- ◆ 太阳能资源对光热发电成本影响较大，配备储能设施可进一步降低度电成本。
- ◆ 受太阳能资源、储能和集热器性能影响，近十年全球光热发电容量系数提升了50%。

4、越来越多光热发电项目成本趋近化石燃料发电成本最低水平

2010-2021年不同国家光热发电平准化度电成本和竞标价格（单位：美元/千瓦时）



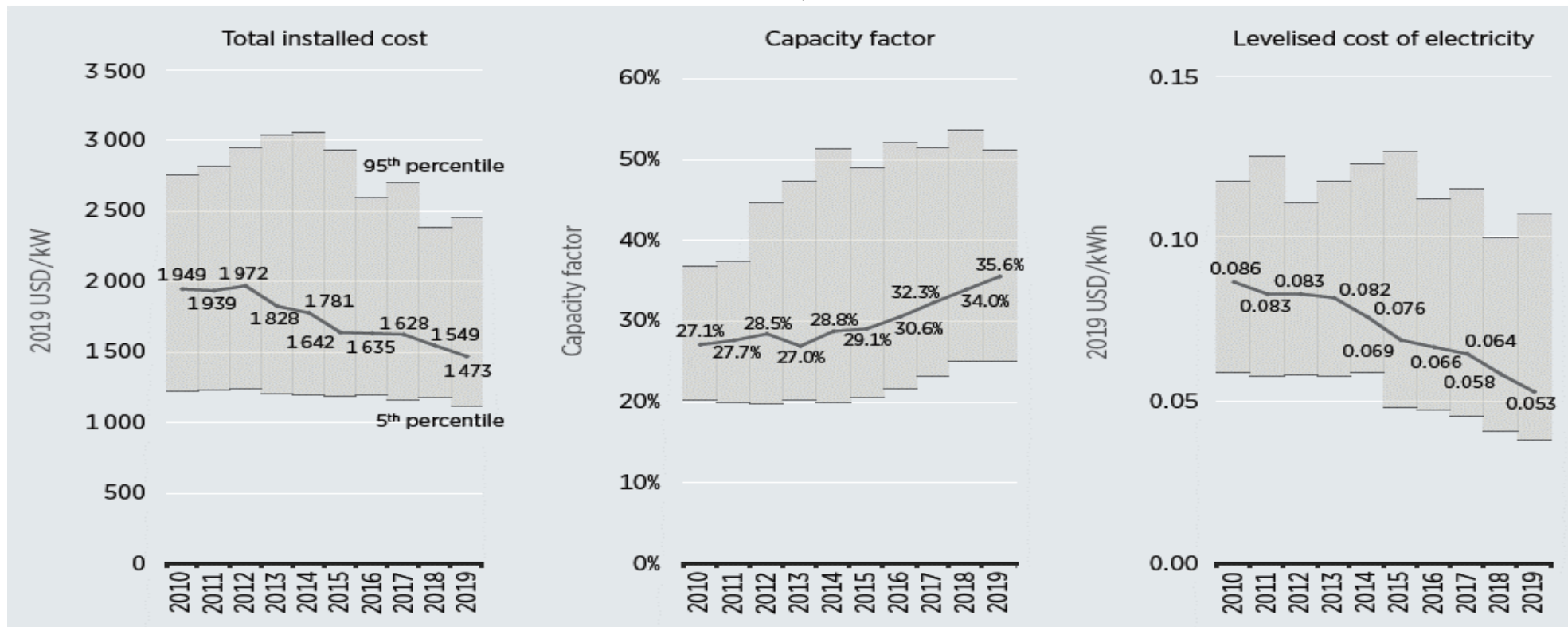
- ◆ 2012年后，光热发电市场从西班牙转移至拥有更多太阳能资源的新兴市场，使得度电成本降低。2017年南非和中国的新建项目使全球度电成本降至2013-2015年的水平。2018-2019年投产光热发电项目中，中国项目的成本大多位于低位。
- ◆ 计划在2020和2021年投产项目的电价在0.075-0.094美元/kWh，与2019年相比降低48%-59%，电价逐渐接近最便宜的化石燃料发电。



◆ 陆上风电、海上风电

1、风力涡轮机成本降低和容量系数提升推动陆上风电价格持续降低

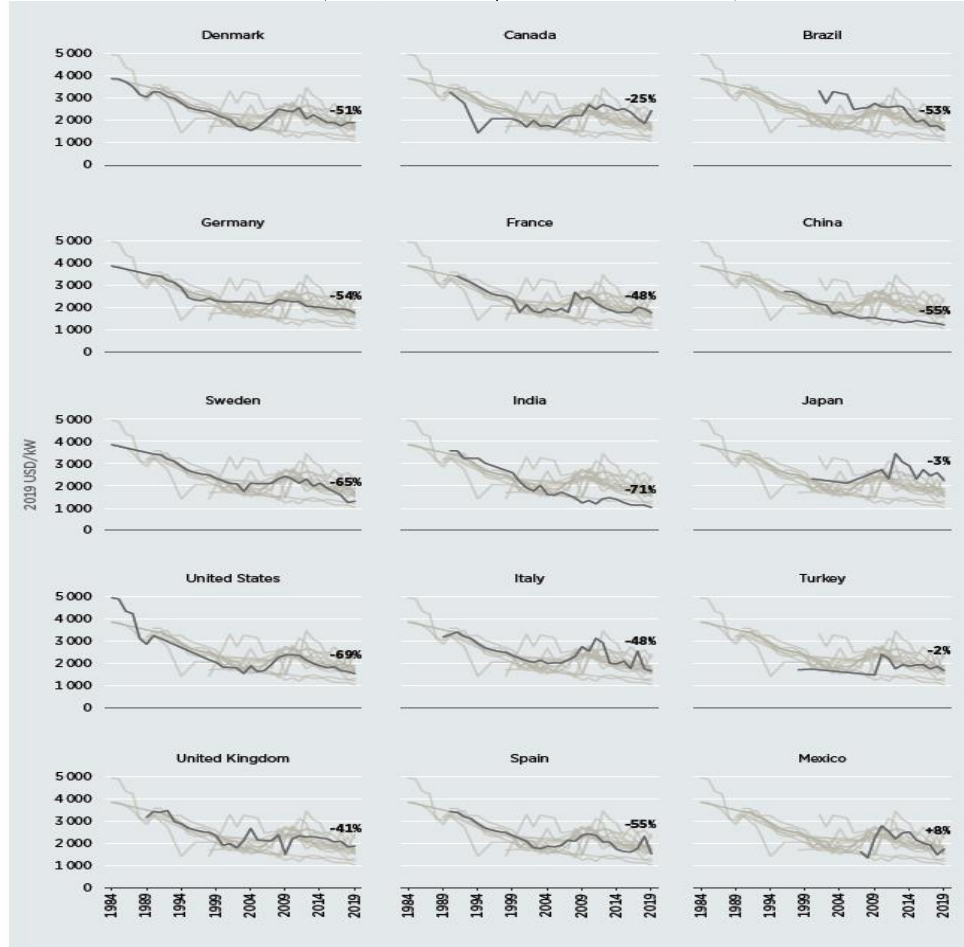
2010-2019年全球陆上风电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



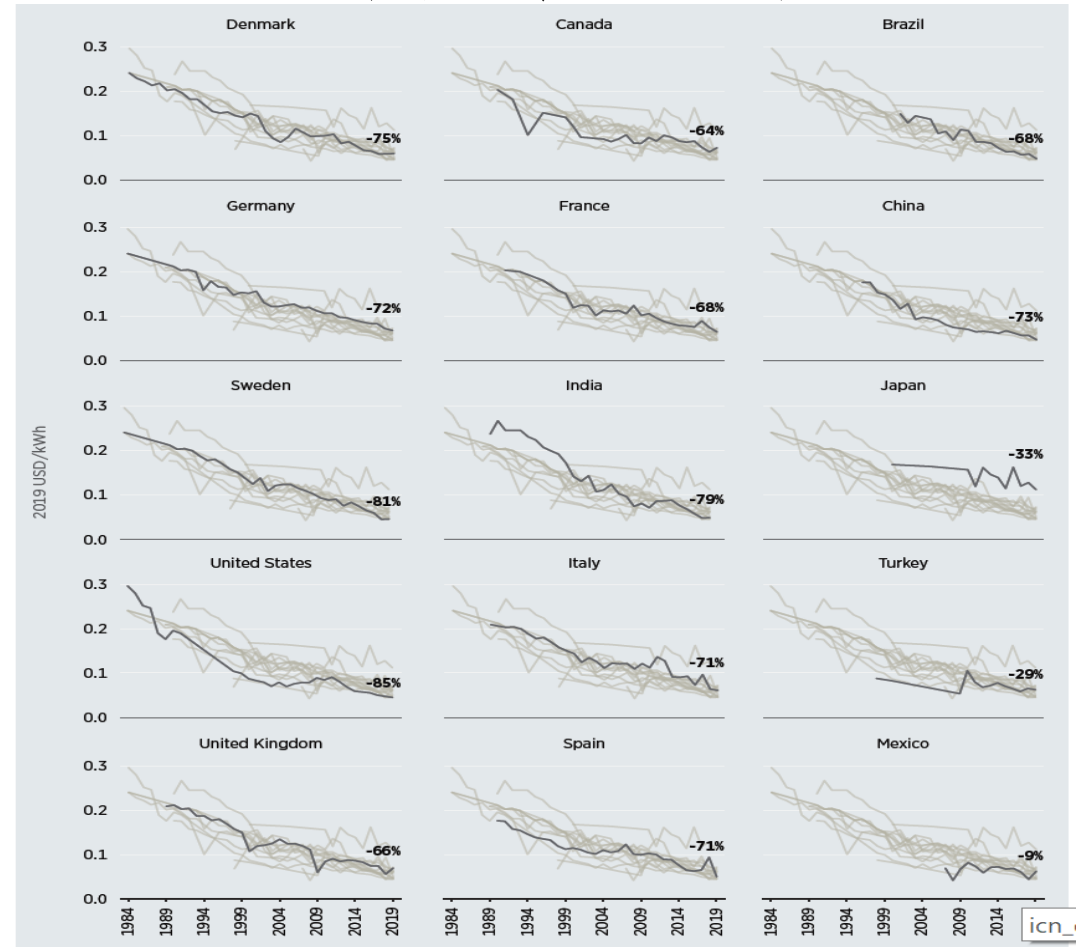
- ◆ 近十年，陆上风电装机成本下降24%，2019年同比下降5%，其中风力涡轮机价格同比下降5%-6%。近十年全球陆上风电平准化度电成本下降了39%，2019年达到0.053美元/kWh，仅比新建化石燃料机组最低成本高6%。
- ◆ 技术改进使得风力涡轮机转子直径、扫掠面积、额定容量和轮毂高度均持续增加，推动容量系数在近十年增长近1/3至36%。

2、各国陆上风电装机成本和平准化度电成本的降幅差异较大

1984-2019年主要国家陆上风电装机成本 (加权平均值, 单位: 美元/千瓦)



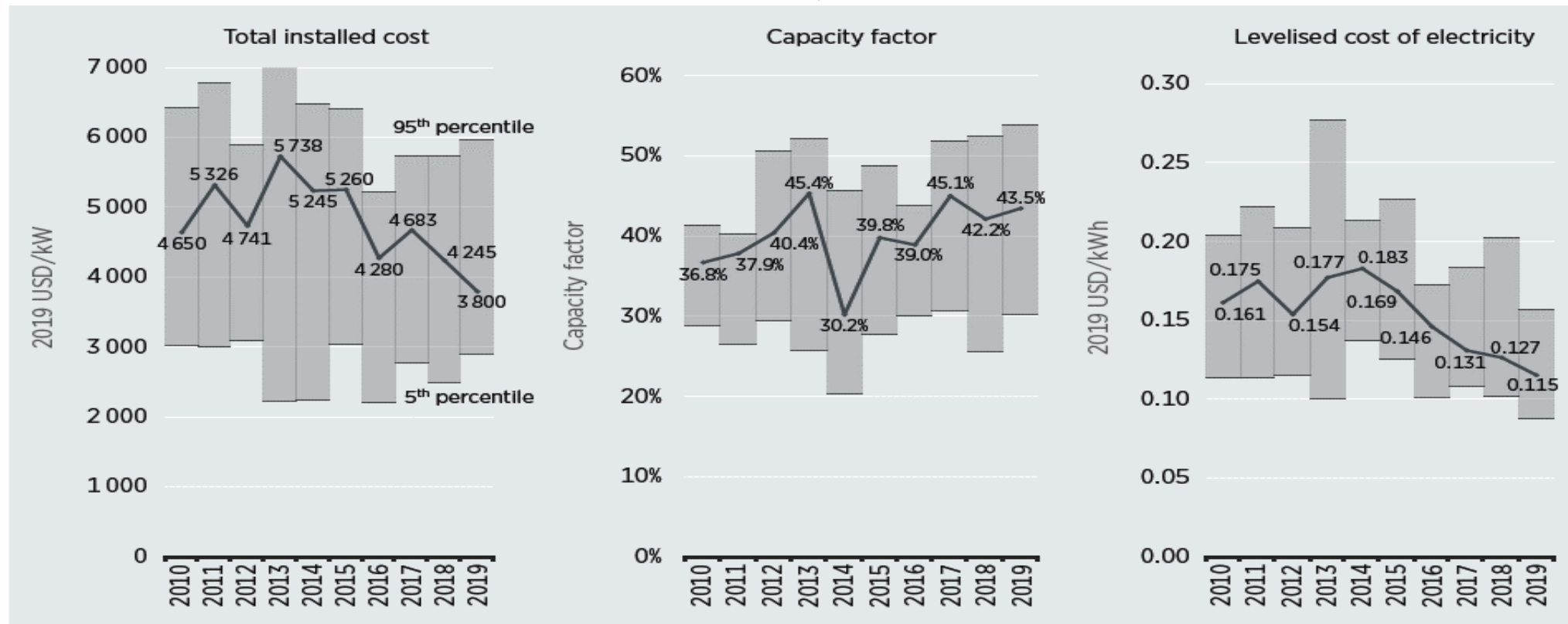
2010-2019年主要国家陆上风电平准化度电成本 (加权平均值, 单位: 美元/千瓦时)



- ◆ 1984-2019年, 陆上风电全球装机成本下降72%至1473美元/kW, 各国降幅差异很大 (2%-71%), 印度装机成本降幅最大 (71%) 且2019年总装机成本最低 (1054美元/kW), 中国下降55%至1222美元/kW为第二低。
- ◆ 1984-2019年, 美国陆上风电度电成本降幅最大 (85%)。瑞典 (81%) 和印度 (79%) 降幅分别居二、三位, 中国降幅为73%。美国、瑞典、印度、中国和巴西的度电成本均低于最便宜的新建化石燃料发电 (0.050美元/kWh)。

3、海上风电装机成本和发电价格呈现波动性下降趋势

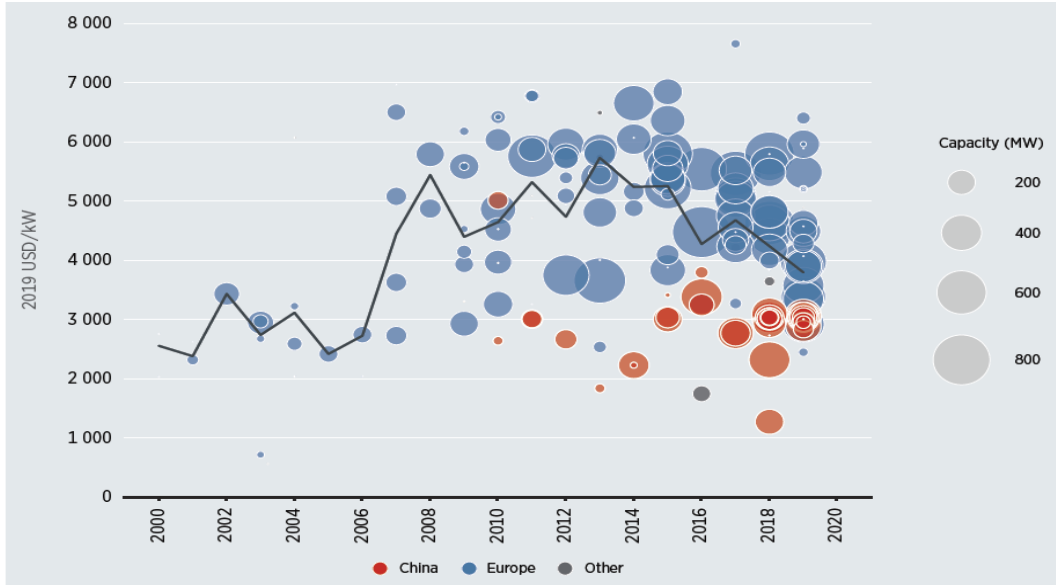
2010-2019年全球海上风电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



- ◆ 近十年，海上风电装机成本下降18%，平准化度电成本下降29%。由于部署项目的技术成熟度不同，海上风电装机成本和发电价格呈现波动的年度变化。
- ◆ 由于风力涡轮机技术创新、额定容量增加和项目开发经验增加，近十年海上风电容量系数从37%提升至44%。

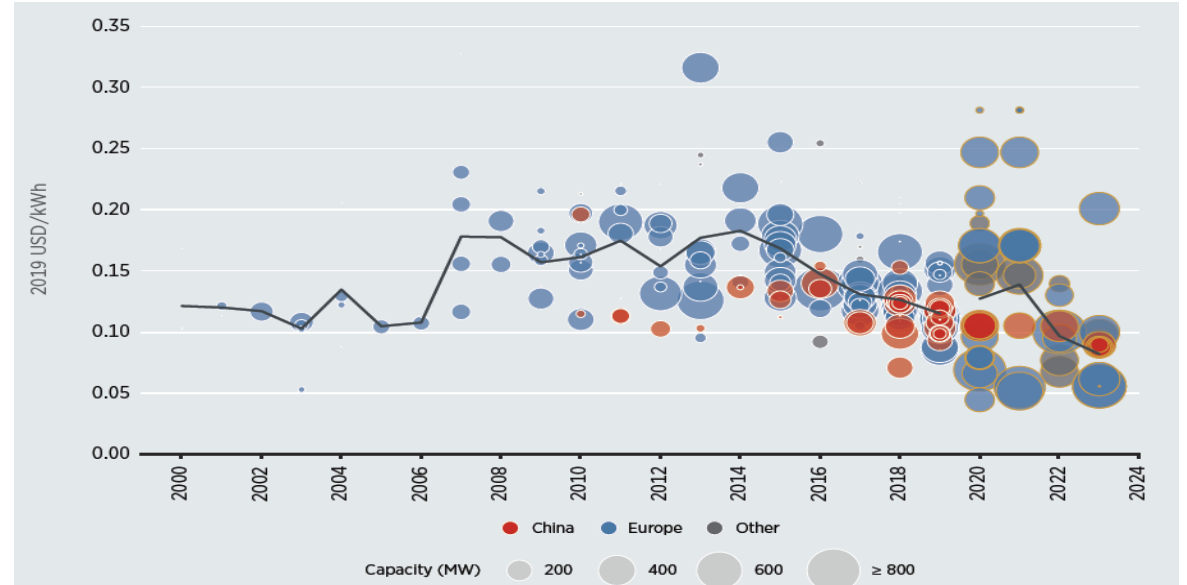
4、海上风电装机规模逐渐增大，项目差异导致各国成本差距

2010-2019年中国、欧洲及其他地区海上风电装机成本
(美元/千瓦)



	2010			2019		
	5th Percentile	Weighted average	95th Percentile	5th Percentile	Weighted average	95th Percentile
Asia	2646	4464	4801	2842	3014	3784
China	2 646	4 424	4 782	2 842	3 012	3 059
Japan	4 877	4 877	4 877	4 900	4 900	4 900
Europe	3265	4658	6179	2928	4094	5992
Belgium	6 041	6 041	6 041	3 907	3 907	3 907
Denmark	3 265	3 265	3 265	2 928	2 928	2 928
Germany	6 428	6 428	6 428	3 352	4 077	5 958
United Kingdom	3 975	4 534	4 782	3 583	4 580	5 677

2010-2019年中国、欧洲及其他地区海上风电平准化度电成本
(美元/千瓦时)



	2010			2019		
	5th Percentile	Weighted average	95th Percentile	5th Percentile	Weighted average	95th Percentile
Asia	0.214	0.214	0.214	0.115	0.117	0.189
China	0.116	0.177	0.189	0.094	0.112	0.119
Japan	0.214	0.214	0.214	0.198	0.198	0.198
Europe	0.111	0.159	0.178	0.087	0.117	0.157
Belgium	0.198	0.198	0.198	0.119	0.119	0.119
Denmark	0.111	0.111	0.111	0.087	0.087	0.087
Germany	0.178	0.179	0.181	0.104	0.120	0.155
United Kingdom	0.152	0.163	0.17	0.089	0.121	0.142

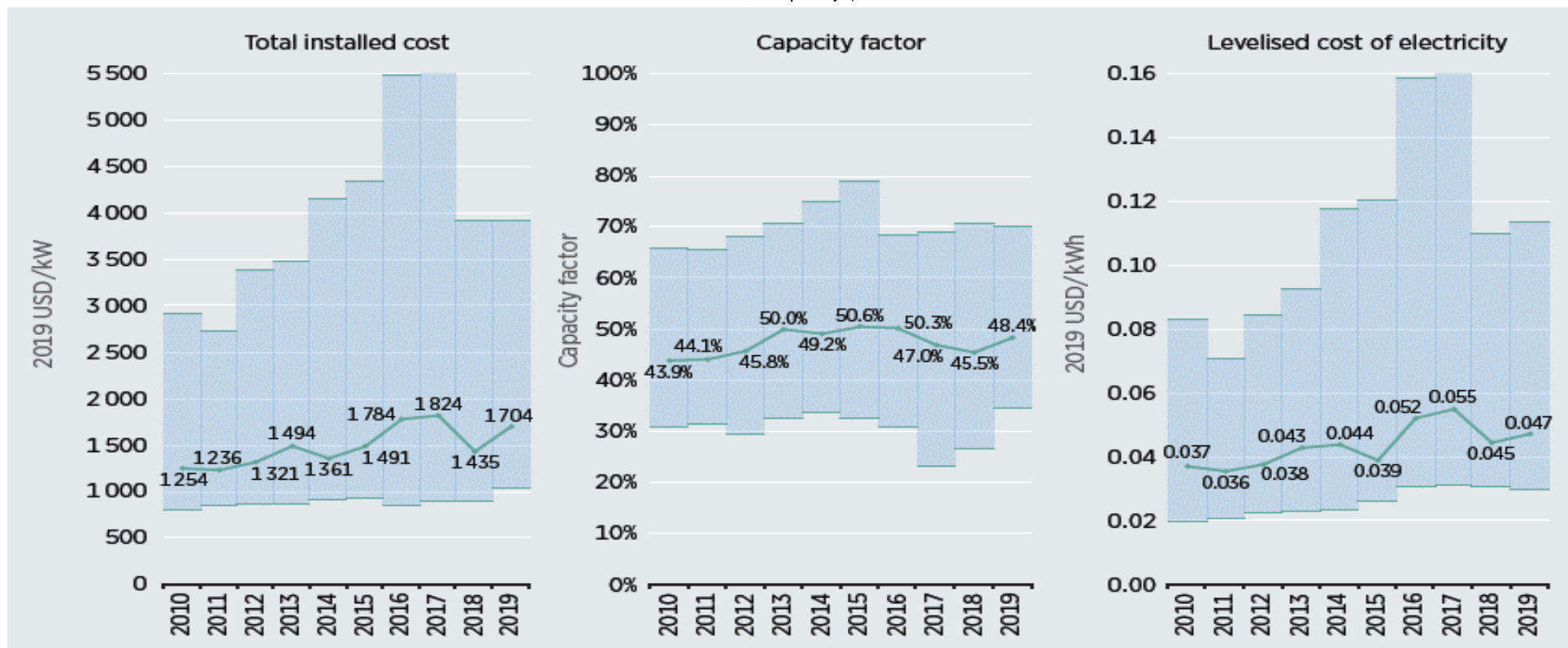
- ◆ 近十年，海上风电项目平均规模增长67%至226 MW。由于每年部署项目在全球市场的分布变化，全球装机成本波动变化。中国项目大多部署于浅水区，且劳动力成本和商品价格较低，装机成本低于欧洲。2019年丹麦装机成本最低（2928美元/kW），其次是中国（3013美元/kW），德国最高为4077美元/kWh。
- ◆ 近十年，全球海上风电度电成本下降29%至0.115美元/kWh。比利时降幅最大（40%），欧洲下降27%，中国降幅接近37%。2019年投产项目中，丹麦度电成本最低（0.087美元/kWh），中国为0.112美元/kWh位居第二。



◆ 水电、生物质发电、地热发电

1、全球水电装机成本和电价有所上升，但仍是最低成本电力来源

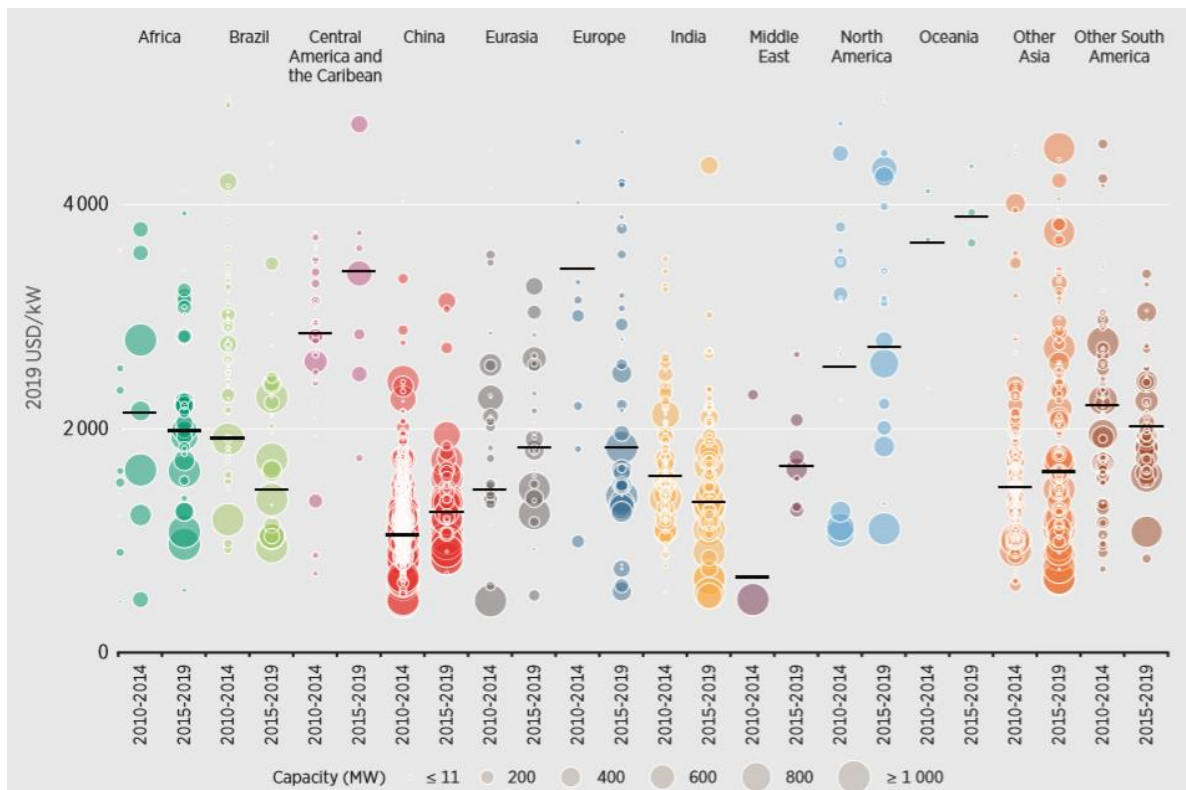
2010-2019年全球水电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



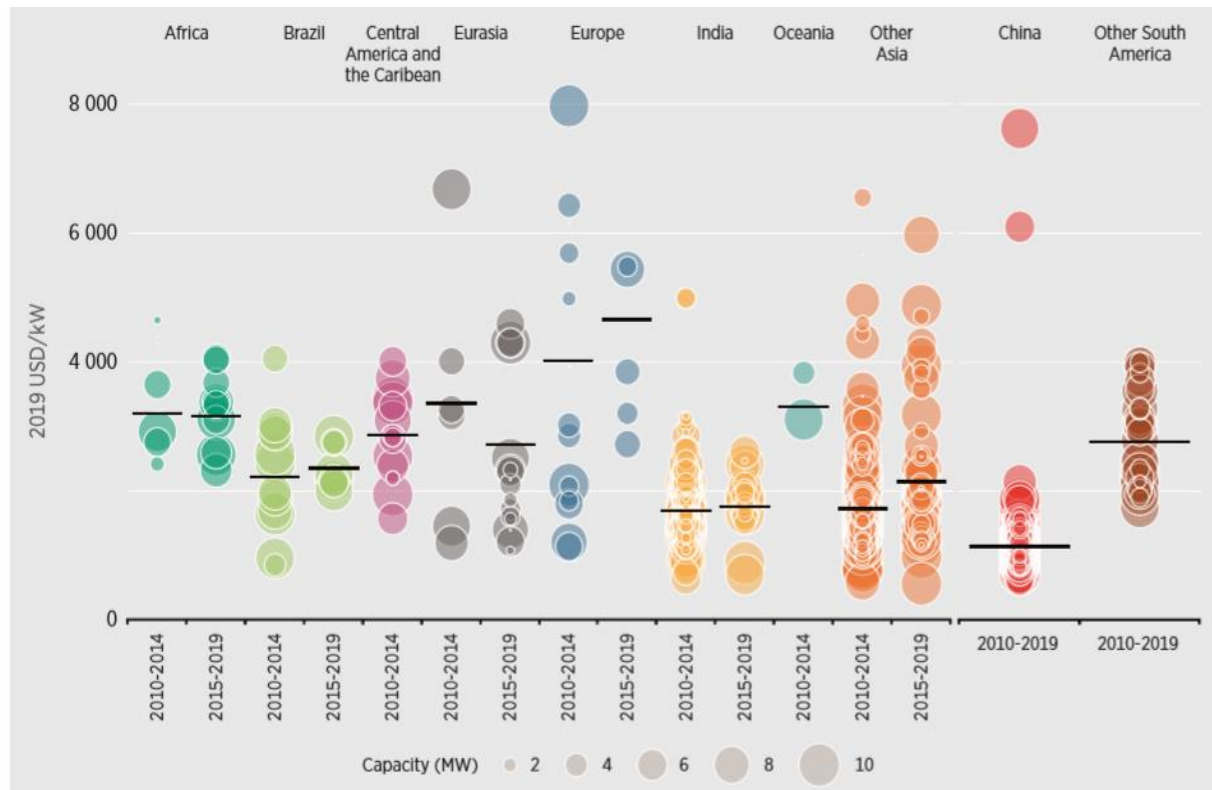
- ◆ 近十年，全球水电装机成本上升36%，主要原因是场地开发成本增加，占近十年新增产能63%的亚洲地区装机成本上升影响了全球平均成本，装机成本最低的中国放缓了水电部署也是因素之一。
- ◆ 近十年，全球水电平准化度电成本增长27%，但仍低于最便宜的新建化石燃料发电。
- ◆ 近十年，全球水电容量系数也呈现上升趋势，增长至48%以上。

2、主要国家水电装机成本均有所上升，小水电高于大型水电

2010-2019年不同国家/地区大型水电装机成本（美元/千瓦）及机组容量（兆瓦）



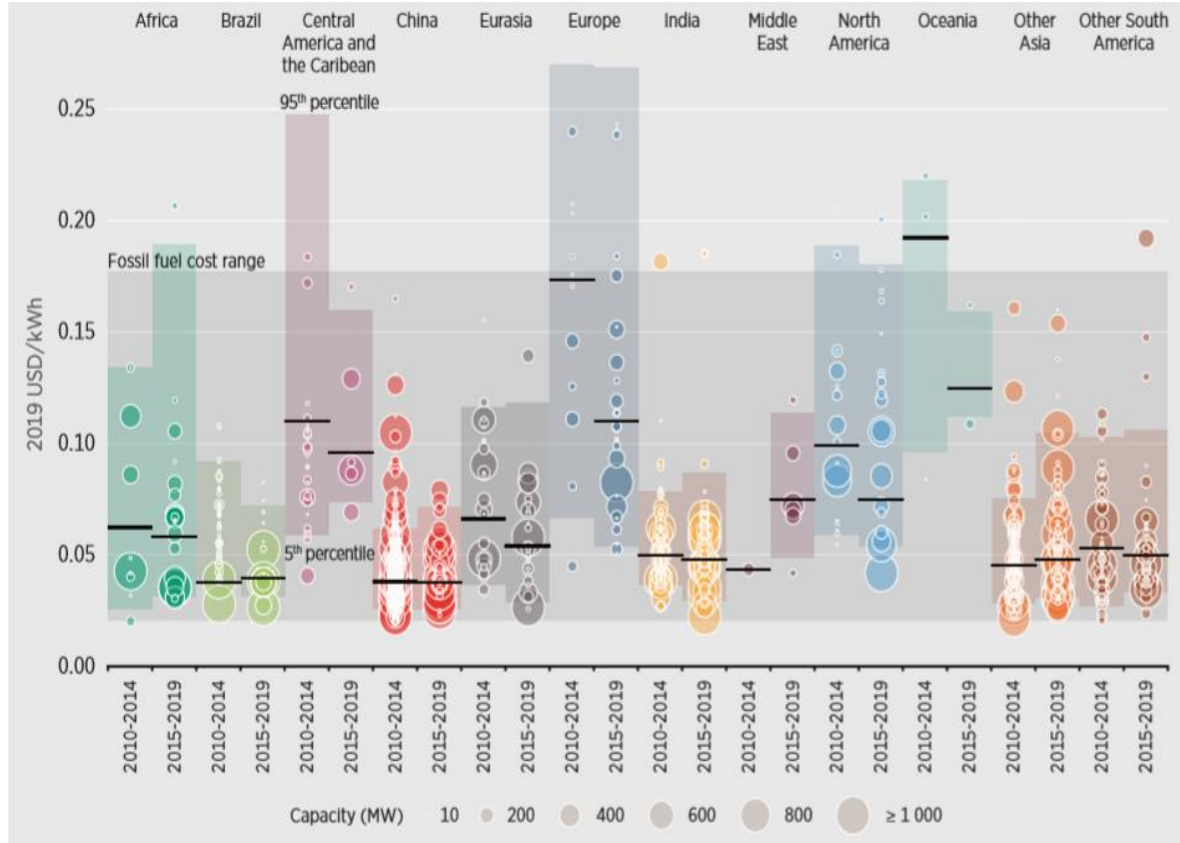
2010-2019年不同国家/地区小水电装机成本（美元/千瓦）及机组容量（兆瓦）



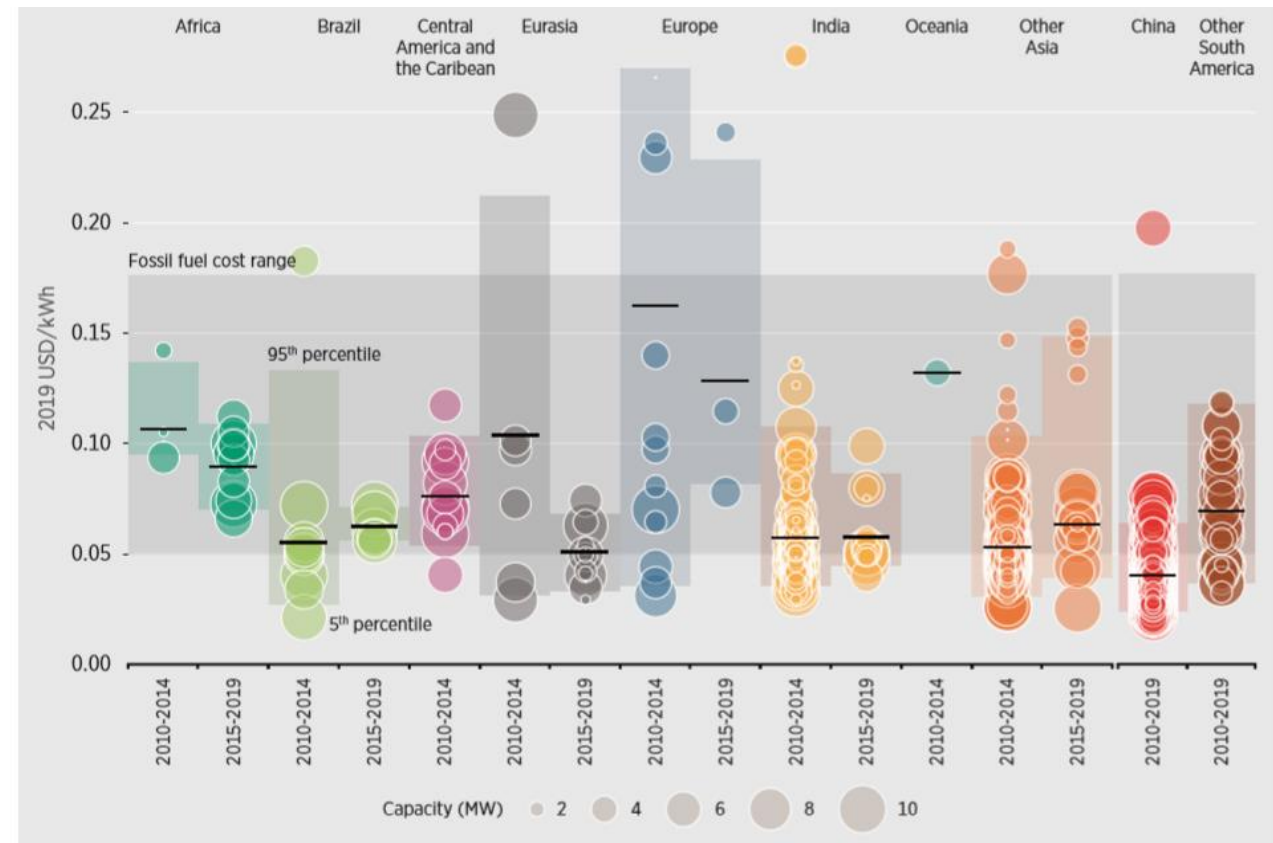
- ◆ 2010-2019年，全球新建水电装机成本从1254美元/kW增至1704美元/kW，年度成本变化因项目情况有所不同。由于项目选址不够理想，亚洲、非洲和南美项目的装机成本上升。
- ◆ 小水电（装机容量 ≤ 10 MW）的装机成本增速快于大型水电，700 MW以上项目装机成本更低，但仅占近十年投运项目的6%。
- ◆ 大型水电中，大洋洲、中美洲和加勒比海地区装机成本最高。2015-2019年，中国装机成本为1246美元/kW，巴西和印度分别为1460和1349美元/kW，南美其他地区则高达2029美元/kW。
- ◆ 小水电装机成本通常比大型水电高20%-80%。2015-2019年，巴西和印度小水电装机成本分别为2364和1777美元/kW，中国此期间项目较少，近十年平均成本为1157美元/kW。

3、2019年水电装机约9成电价成本低于新建化石燃料发电最低水平

2010-2019年不同国家/地区大型水电度电成本（美元/千瓦时）及机组容量（兆瓦）



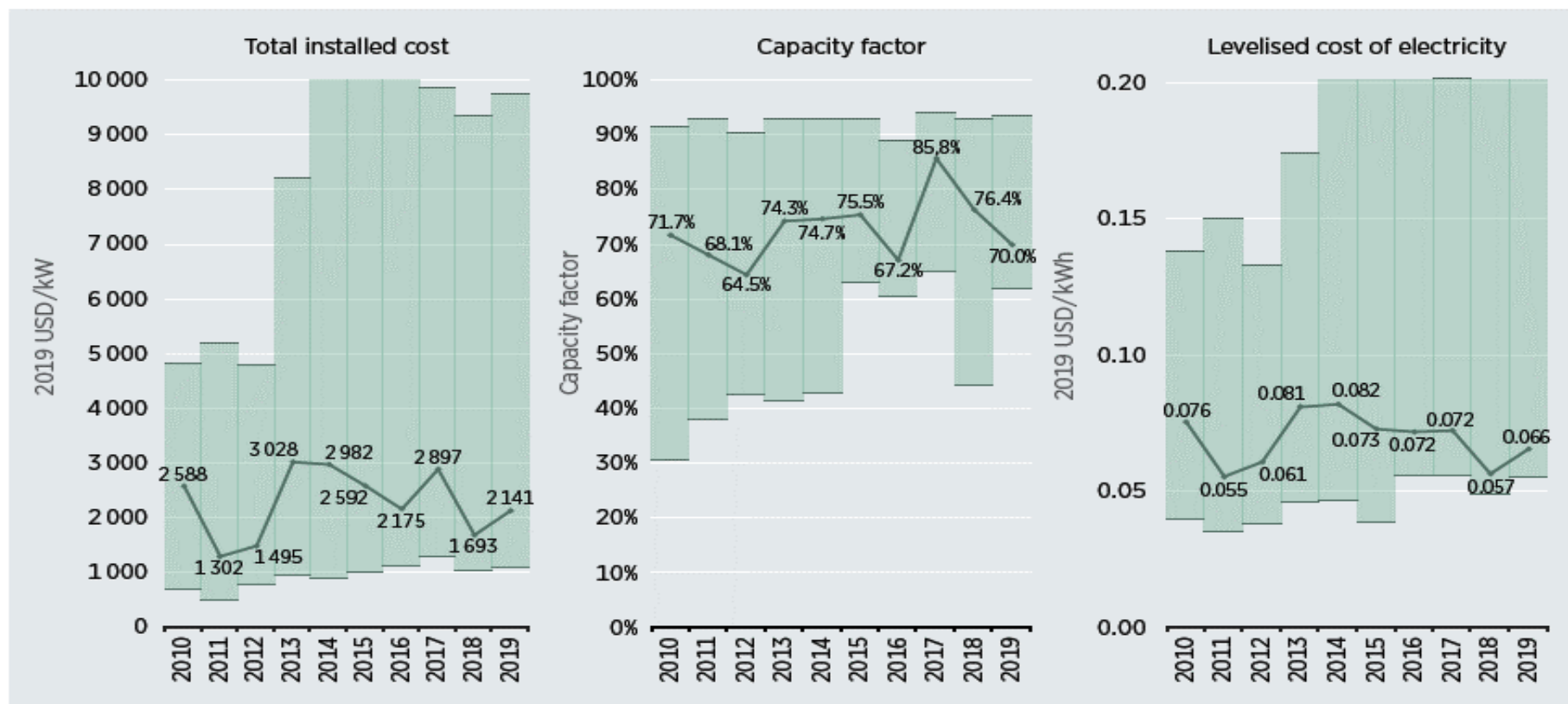
2010-2019年不同国家/地区小水电度电成本（美元/千瓦时）及机组容量（兆瓦）



- ◆ 2019年已投运项目中，巴西水电平准化度电成本最低（0.038美元/kWh），北美最高（0.13美元/kWh）。
- ◆ 大多数国家的大型水电在2010-2014年到2015-2019年两个阶段的度电成本有所下降，中国基本保持不变。近五年，大洋洲度电成本最高（0.1252美元/kWh），中国最低（0.0379美元/kWh）。
- ◆ 小水电项目也出现类似趋势，近十年中国小水电度电成本最低，为0.041美元/kWh。

4、技术组合和原料差异推动生物质发电装机成本和电价持续波动

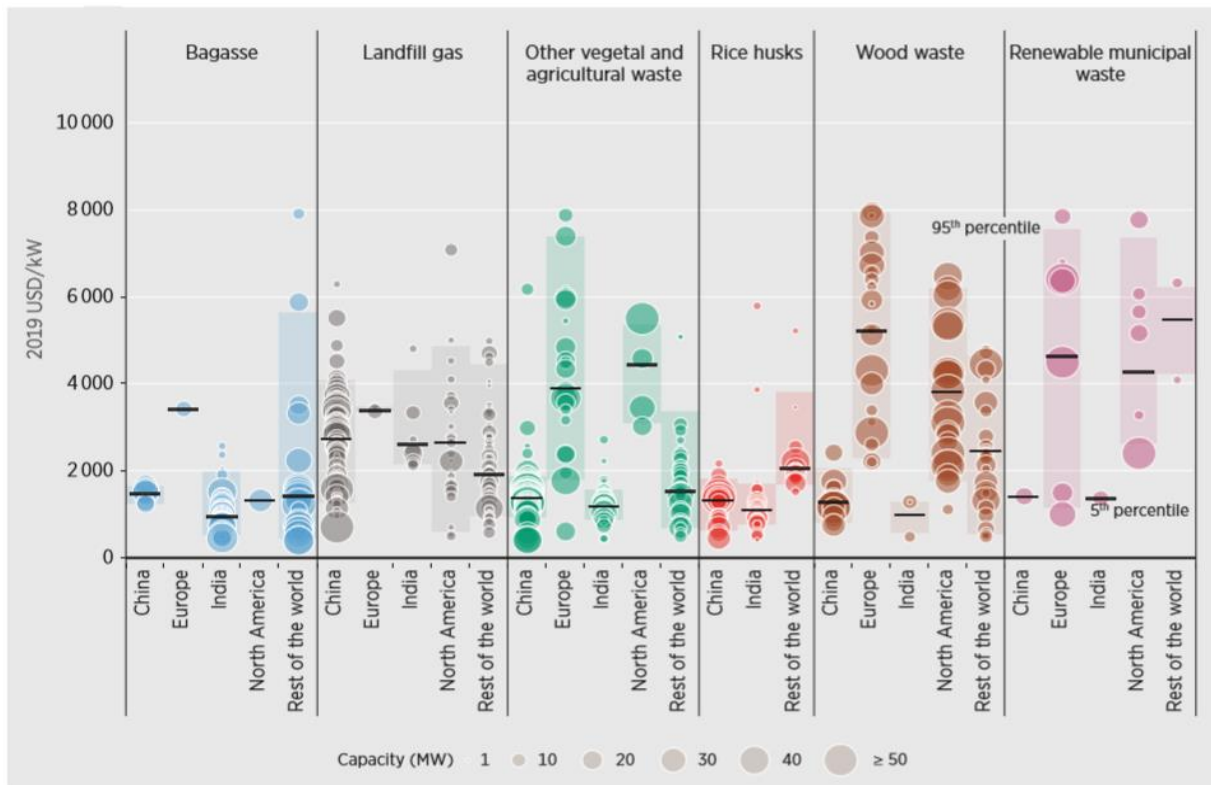
2010-2019年全球生物质发电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



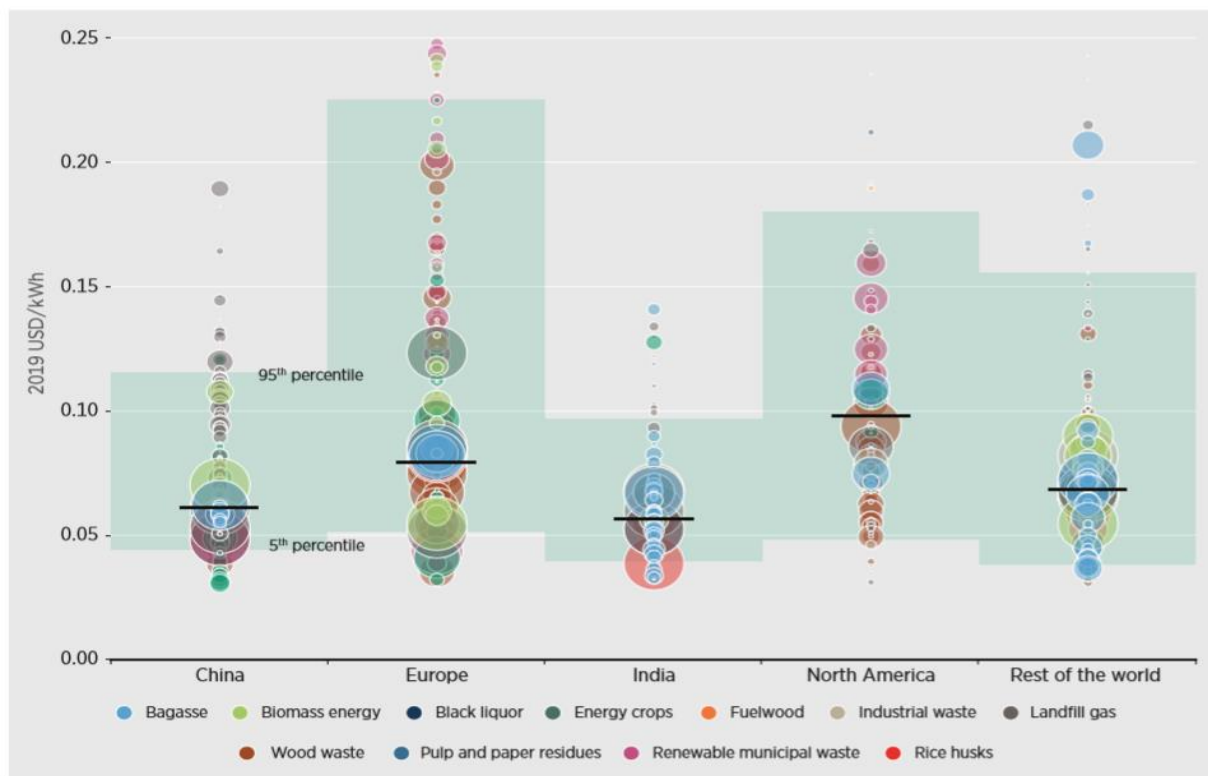
- ◆ 近十年，全球生物质发电装机成本震荡下降17%，2019年同比增长26%。
- ◆ 生物质发电容量系数主要受原料影响，近十年在64%-86%之间变化。
- ◆ 2019年全球生物质发电平准化度电成本为0.066美元/kWh，仍具备经济竞争力。

5、经合组织国家生物质发电装机成本与电价高于非经合组织国家

2000-2019年不同国家/地区不同原料项目的生物质发电装机成本（美元/千瓦）



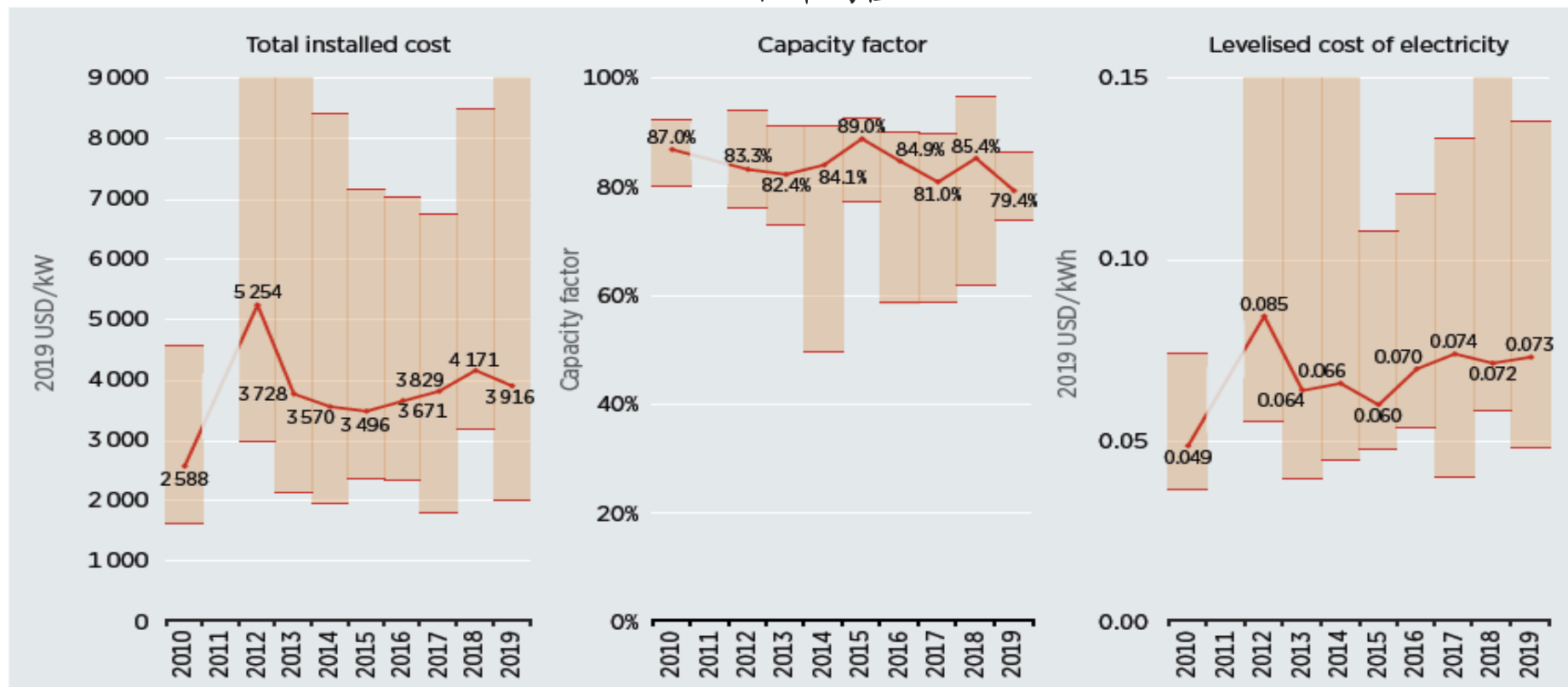
2000-2019年不同国家/地区不同原料项目的生物质发电平准化度电成本（美元/千瓦时）



- ◆ 生物能发电装机成本受技术组合和原料成本影响极大，OECD国家相对较高（欧洲3179美元/kW，北美4329美元/kW），非OECD国家由于劳动力、原料成本较低，以及监管环境相对宽松，成本相对更低（中国1578美元/kW，印度1368美元/kW）。
- ◆ 经合组织国家项目通常以木材为基本原料，或是可再生城市或工业废物。中国低装机成本项目通常以稻壳为原料，印度则以甘蔗渣为主。
- ◆ 2019年投产的项目中，生物质发电平准化度电成本为0.066美元/kWh，低于2010年的0.076美元/kWh。2000-2019年期间，印度电价最低（0.057美元/kWh），北美最高（0.099美元/kWh），中国为0.059美元/kWh。

6、地热发电装机成本和发电价格小幅震荡上行

2010-2019年全球地热发电装机成本（美元/千瓦）、容量系数（%）和平准化度电成本（美元/千瓦时）
加权平均值



- ◆ 相对于光伏发电和陆上风电，地热发电资本密集度更高；但与海上风电和光热发电相比，地热发电具有更低的装机成本。
- ◆ 棕地项目的地热发电装机成本可低至550美元/kW，但大多数项目装机成本已从5000美元/kW大幅下降至2000美元/kW。2014年以来，全球装机成本保持在3496-4171美元/kW。
- ◆ 地热发电保持高容量系数需要增加生产井，因此其运维成本高于除光热和海上风电之外的发电方式，总体而言2016年以来新建地热发电平准化度电成本保持在0.07美元/kWh左右。



《洁净能源重大信息快报》

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：陈伟 郭楷模 岳芳
联系电话：（027）87199180
电子邮件：energy@whlib.ac.cn