

2021年1月11日

第2期

总第475期

## 能源补贴：2050年全球能源转型中的演变

**【译者按】** 2020年4月，国际可再生能源机构首次发布《能源补贴：2050年全球能源转型中的演变》报告。本报告列出了政府决策者和其他相关者在评估能源部门补贴水平时面临的若干基本定义问题，界定了能源部门的补贴范围，审视了不同补贴定义的优缺点，并在《全球能源转型：2050年路线图》（2019版）的基础上，讨论了到2050年能源补贴的演变。报告指出，到2050年，能源补贴总额将大幅下降，补贴分配将从化石燃料转向可再生能源以及提高能源效率领域。赛迪智库材料工业研究所对该报告进行了编译，期望对我国有关部门有所帮助。

**【关键词】** 能源补贴 能源转型 路线图 演变

为了实现《巴黎协定》关于将全球气温上升幅度控制在“远低于 2°C”的目标，2019 年 4 月，国际可再生能源署制定了《全球能源转型：2050 年路线图》（2019 版），认为由于可再生能源技术成本竞争力显著提升，能源转型具有生态和经济可持续性，将产生巨大的经济效益。目前，最大限度地降低能源部门转型的成本并提高收益是决策者考虑的重要因素。在整个能源使用时期，能源补贴一直存在，这些补贴或多或少地扭曲了市场。事实上，各界围绕能源补贴开展过一系列讨论，为什么需要对不同的技术或最终应用进行能源补贴，什么时候进行补贴是有益的，或反过来说，什么时候应该避免或逐步取消补贴。这些讨论通常缺乏透明度。而且，不同能源、技术或部门的补贴通常也不公开。为此，本报告列出了政府决策者和其他相关者在评估能源部门补贴水平时面临的若干基本定义问题，界定了能源部门的补贴范围，审视了不同补贴定义的优缺点，并在《全球能源转型：2050 年路线图》的基础上，讨论了到 2050 年能源补贴的演变。

## **一、相关定义**

### **（一）补贴目的和用途**

补贴可能是政府有意干预的结果，也可能是政策执行导致的意外后果，或是由于市场失灵造成的。能源补贴不一定是坏事，

具体取决于为什么以及如何实施补贴。实施能源补贴一般是为了实现某些政策目标，例如：为低收入者提供负担得起的能源；纠正市场中未定价的外部性；引导技术学习，降低新技术的学习成本；减少对进口的依赖，加强能源安全；创造新的经济活动和就业机会。

但当市场失灵时，补贴就可以成为提高经济效率的合法政策工具。能源部门中最常见的市场失灵是由市场集中度或市场垄断导致的，例如，市场缺乏竞争，生产者将价格提高到高于市场水平；以及某些消极外部因素，例如：生产方没有支付生产/使用成本。各地几乎都存在着诱导性或隐含性的化石燃料补贴。如果一直未解决化石燃料的负外部性问题，那么支持可再生能源技术部署的补贴将有助于提高能源部门的经济效率。值得注意的是，在某些负外部性<sup>1</sup>存在未定价或部分定价的情况下，对可再生能源实施补贴代表了决策者为提高能源部门经济效率而作出的努力，同时也是为了降低成本。

事实上，由于化石燃料的负外部性基本上仍未定价，因此，当前对化石燃料的补贴是一种不正当的激励措施，扩大了本就严重的市场失灵，造成了巨大的社会经济和环境损失。世界银行的

<sup>1</sup> 负外部性，也称外部成本或外部不经济，是指一个人的行为或企业的行为影响了其他人或企业，使之支付了额外的成本费用，但后者又无法获得相应补偿的现象。或是对交易双方之外的第三者所带来的未在价格中得以反映的成本费用。

数据表明，2017年，全球碳定价机制<sup>2</sup>的平均有效率仅为1美元/吨二氧化碳。

## （二）能源补贴定义

尽管能源系统中普遍存在各种补贴，但对于能源补贴，并没有一个系统和标准化的定义。表1列出了不同机构所提出的五种能源补贴定义。这五种定义对补贴的阐述方式略有不同，其原因主要是机构所在领域不同，或其审查能源补贴的任务不同。正是因为如此，即便有了明确的定义，在计算补贴水平时也很困难。

能源补贴的内涵还包括，能源补贴是使消费者受益还是使生产者受益，以及能源补贴的实际运作方式，例如，是通过降低不同燃料的价格，还是通过直接向生产者转移资金、退税、补贴贷款、环境法规豁免等。一般来说，生产者补贴在发达国家往往更为重要，而消费者补贴在发展中国家更为普遍。然而，在许多国家，这些补贴往往是并存的。随着时间的推移，出现了一系列复杂的补贴，这些补贴以不同的方式惠及不同的利益相关方。

表1：能源补贴的不同定义及其优缺点

机构	定义	重点/方法	优点	缺点
世界贸易组织	“成员国的政府或任何公共机构的财政捐助”，或“任何形式的价格支持……（从而获得利益）。”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能源补贴如何扭曲贸易</li> <li>• 争端解决</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 普遍接受</li> <li>• 常被引用</li> <li>• 常被作为分析依据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一些参与补贴改革的主要机构并未广泛使用</li> </ul>
世界能	“任何主要针对能源部门的政	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 关于消费者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 定义广泛</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仅适用于消费者</li> </ul>

<sup>2</sup> 碳定价机制是利用市场机制减缓气候变化方案的重要组成部分，可分为碳税和碳交易两种。

<b>源署</b>	府行动，能降低能源生产成本，提高能源生产者收到的价格或降低能源消费者支付的价格。同样适用于化石能源和非化石能源。”	补贴，而非生产者补贴 ·化石燃料和可再生能源 ·价差法	·明确涵盖所有能源	补贴 ·关于参考价格存在分歧 ·可能遗漏若干补贴 ·不含核能补贴
<b>经济合作与发展组织</b>	“以某种方式为化石燃料生产或消费提供相对于替代品的好处或优惠的直接预算转移和税收支出。”	·支持清单是确定某个部门补贴的第一步 ·清单法	·对“支持”的定义广泛 ·清单法提高了透明度	·可能会遗漏通过价格措施提供的一系列支持 ·没有对核电或可再生能源补贴的估算
<b>世界银行</b>	“政府专门针对化石燃料或由化石燃料产生的电力或热能的政策行动。”	·支持各国的补贴计量	·很好地概述了补贴计算方法	·近期没有自己的补贴计算 ·没有对核电或可再生能源补贴的估算
<b>世界货币基金组织</b>	“当消费者，包括企业和家庭支付的价格低于包括运输和分配成本在内的供应成本时，就会产生税前消费者补贴。当消费者支付的价格高于供应成本时，就会产生生产者补贴。当消费者支付的价格低于能源供应成本加上适当的庇古税 <sup>3</sup> 时，就会产生税后消费者补贴。”	·了解支持改革的补贴幅度 ·价差法和清单法	·包括未定价的负外部性	·数据密集型 ·没有对核电或可再生能源补贴的估算

本报告并没有提出新的补贴定义，而是试图强调不同定义之间是存在差异的，这种差异影响了补贴分析的范围、所使用的计算方法和由此产生的能源部门补贴估算。

## （二）计算方法

<sup>3</sup> 庇古税是根据污染所造成的危害程度对排污者征税，用税收来弥补排污者生产的私人成本和社会成本之间的差距，使两者相等。由英国经济学家庇古(Pigou, Arthur Cecil, 1877—1959)最先提出，这种税被称为“庇古税”。

常用的补贴水平计算方法有三种，表 2 列出了三种计算方法及其优缺点。具体包括：

- 特定方案估算/清单法：该方法可确定和量化能源补贴来源。
- 价差分析：该方法试图在比较实际价格和某种参考价格的基础上，估算生产者补贴和消费者补贴。
- 总补贴估算：该方法综合了上述两种方法，计算迄今为止生产者和消费者的总体补贴水平。

表 2：常用的补贴计算方法及其相对优缺点

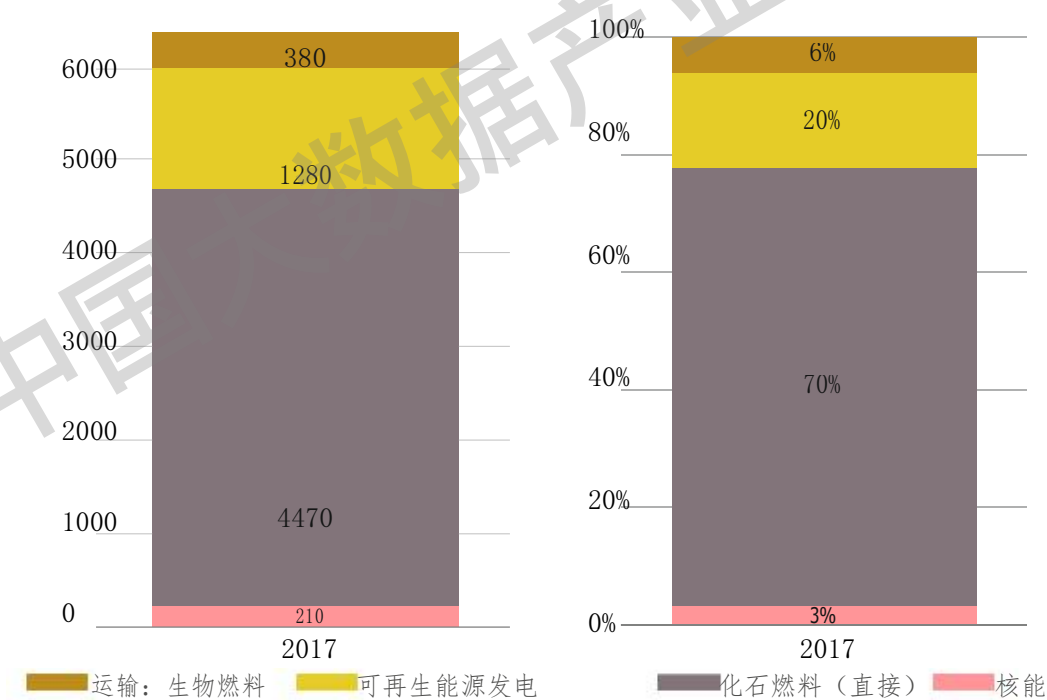
方法	内容	优点	缺点
清单法	量化政府具体方案对特定行业的价值，然后将多个方案汇总得到支持总水平。转移包括强制性支付的减少（例如，减税以及将经营风险转移到公共部门，而不仅仅是减少现金。）	<ul style="list-style-type: none"> <li>•捕捉转移，无论这些转移是否影响市场价格。</li> <li>•可纳入风险转移的价值，而不仅仅包含政府的直接成本。</li> <li>•可纳入各种评估框架，支持改革所需的详细政策审查。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•没有解决补贴的最终发生率或定价扭曲问题</li> <li>•对包含哪些方案的决策很敏感</li> <li>•需要详细的项目数据</li> <li>•各政治管辖区的基线不同（特别是在税收方面），使得汇总和跨国对比变得复杂</li> </ul>
价差法	评估国内能源价格与国外可比产品交货价格之间的正负“差距”	<ul style="list-style-type: none"> <li>•可以使用相对较少的数据进行估算；在获得政府文件机会有限的情况下，对多国研究非常有帮助。</li> <li>•是反映定价和贸易扭曲的良好指标。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•对有关“自由市场”参考价格和运输价格的假设，以及对关键数据输入的频率和地理分布很敏感</li> <li>•低估了全部支持的价值，因为它忽略了不影响终端市场价格的转移，从而可能会漏掉重要的支持，如购买凭证或交叉补贴</li> <li>•非贸易品（如电力）的估算需要进行更详细的分析，以获得参考价格</li> </ul>
总支持估算	结合了转移及对特殊行业提供市场支持的系统性方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>•将转让与市场支持结合起来，全面衡量支持情况。</li> <li>•将对生产者和消费者市场的影响区分开来。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•化石燃料市场的经验性 PSE/CSE 数据有限，尽管经合组织国家和其他少数国家的情况正在改善。</li> <li>•数据密集型</li> </ul>

## 二、2017 年能源补贴估算

### （一）总体情况

据估算，2017 年，全球能源部门直接补贴总额<sup>4</sup>达到 6340 亿美元（见图 1）。其中，化石燃料补贴为 4470 亿美元，约占能源部门补贴总额的 70%；可再生能源补贴为 1280 亿美元，约占能源部门补贴总额的 20%；生物燃料补贴为 380 亿美元，约占能源部门补贴总额的 6%；核能补贴为 210 亿美元，至少占 3%。

图 1：2017 年能源行业补贴总额（按燃料/能源分列）（单位：亿美元）

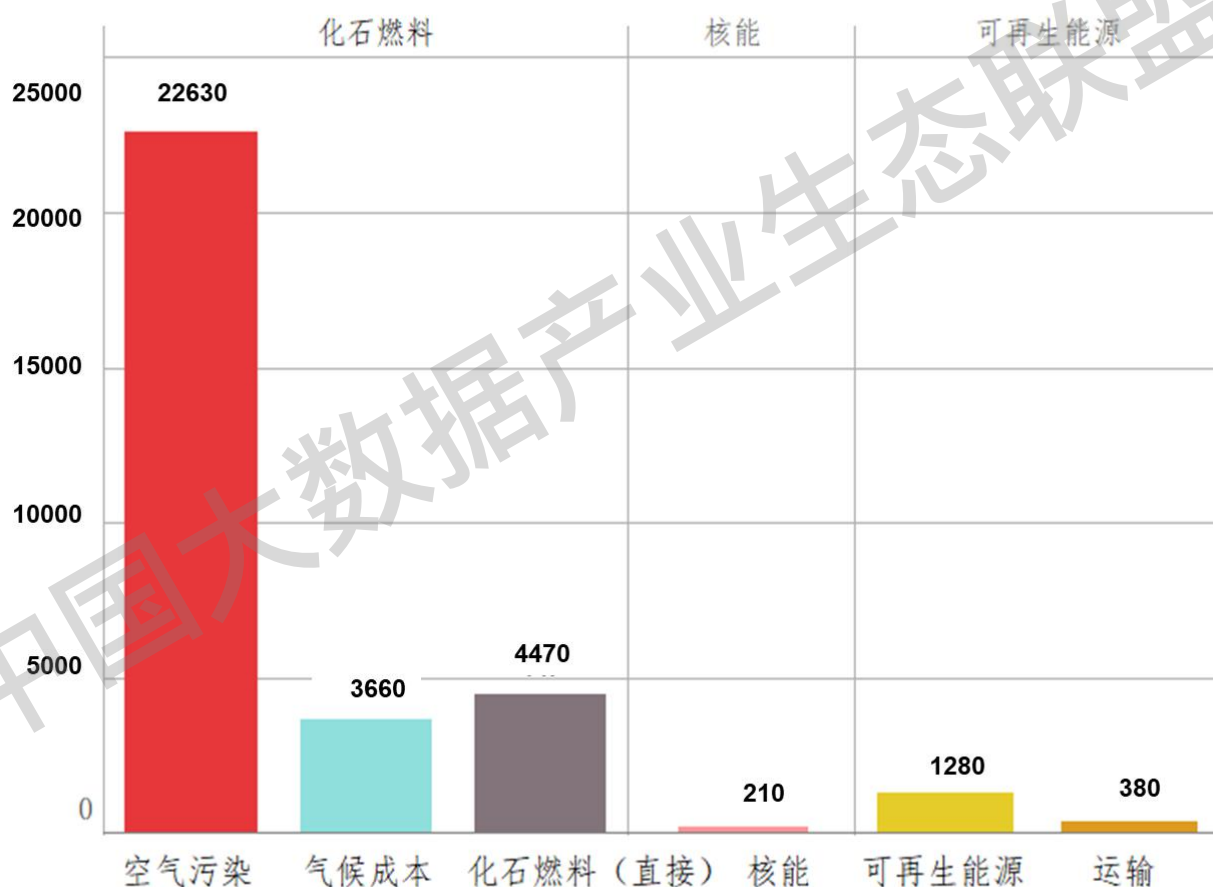


<sup>4</sup> 包括对化石燃料、可再生能源和核能的补贴

由于数据不全，能源部门的实际补贴总额可能更高。对化石燃料和可再生能源的补贴计算中，地方激励措施的覆盖范围并不全面。核能补贴价值是现有核能的最低补贴水平。

图 2：2017 年能源部门的补贴总额（按燃料/来源和气候和健康成本）

（单位：亿美元）



在这份报告中，对化石燃料的补贴称为“对环境有害的补贴”，而对能源效率、清洁和再生能源的补贴则称为“环保补贴”。对



清洁和可再生能源的环保补贴将有助于提高整个能源部门资本分配的效率。这是因为使用化石燃料所产生的外部性，特别是与其相关的空气污染和气候变化带来的社会成本，并没有定价。2017年，化石燃料使用量约为22630亿美元，如果按此对室外污染造成的健康成本进行集中估算，假设成本11美元/吨，则气候变化成本约为3660亿美元。如果将这些成本包括在内，能源部门总补贴则会增加到3.1万亿美元（见图2）。对可再生能源的补贴虽然是经济学家认为的次优政策响应，却是有助于重新分配化石燃料中的资本投资。在化石燃料外部性未完全定价的情况下，实施能源补贴政策可在一定程度上降低使用化石燃料的负面影响。

## （二）化石燃料补贴

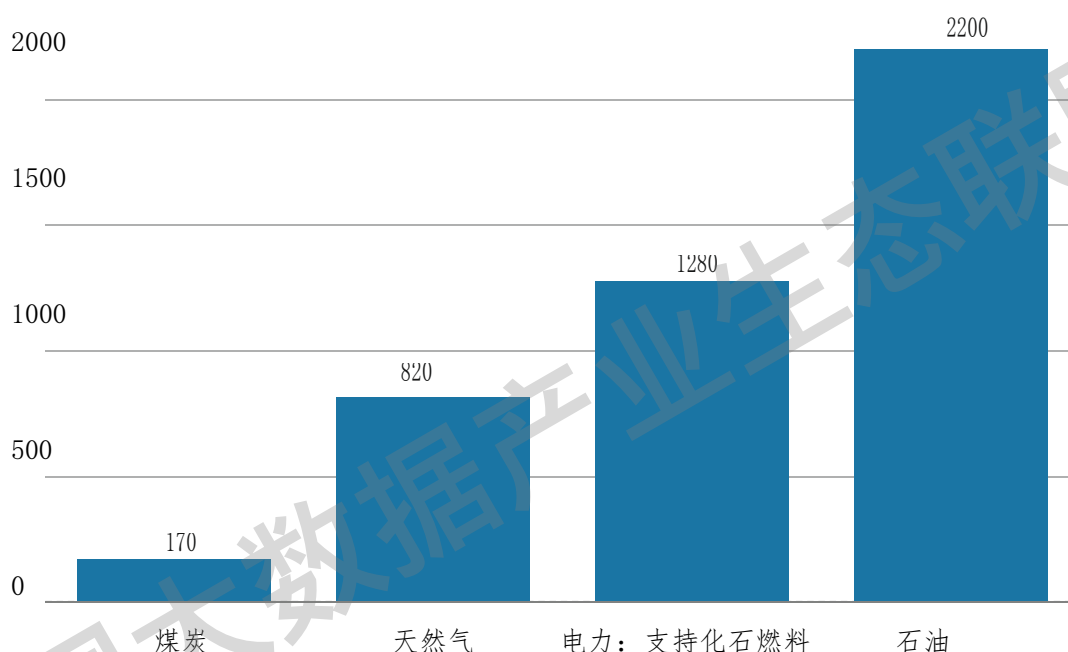
迄今为止，全球对能源部门补贴的分析主要集中在对环境有害的化石燃料补贴上，因为化石燃料在全球能源系统占主导地位。化石燃料补贴总清单涵盖了67个国家，囊括了煤、石油、天然气和电力等支持措施的化石燃料补贴估算。据此对全球化石燃料补贴总额进行更全面的估算，把负面的外在因素排除在外，但仍可能遗漏一些重要的隐性化石燃料补贴，例如，由于环境法规执行不力，把环境修复责任转嫁给纳税人等。

据估算，2017年，全球直接化石燃料补贴总额为4470亿美

元。对石油产品的补贴占主导地位，总额为 2200 亿美元，其次是对化石燃料发电的补贴，为 1280 亿美元。2017 年，对天然气和煤炭的补贴分别为 820 亿美元和 170 亿美元（见图 3）。

图 3：2017 年全球化石燃料补贴总额（按燃料/能源载体分列）

（单位：亿美元）

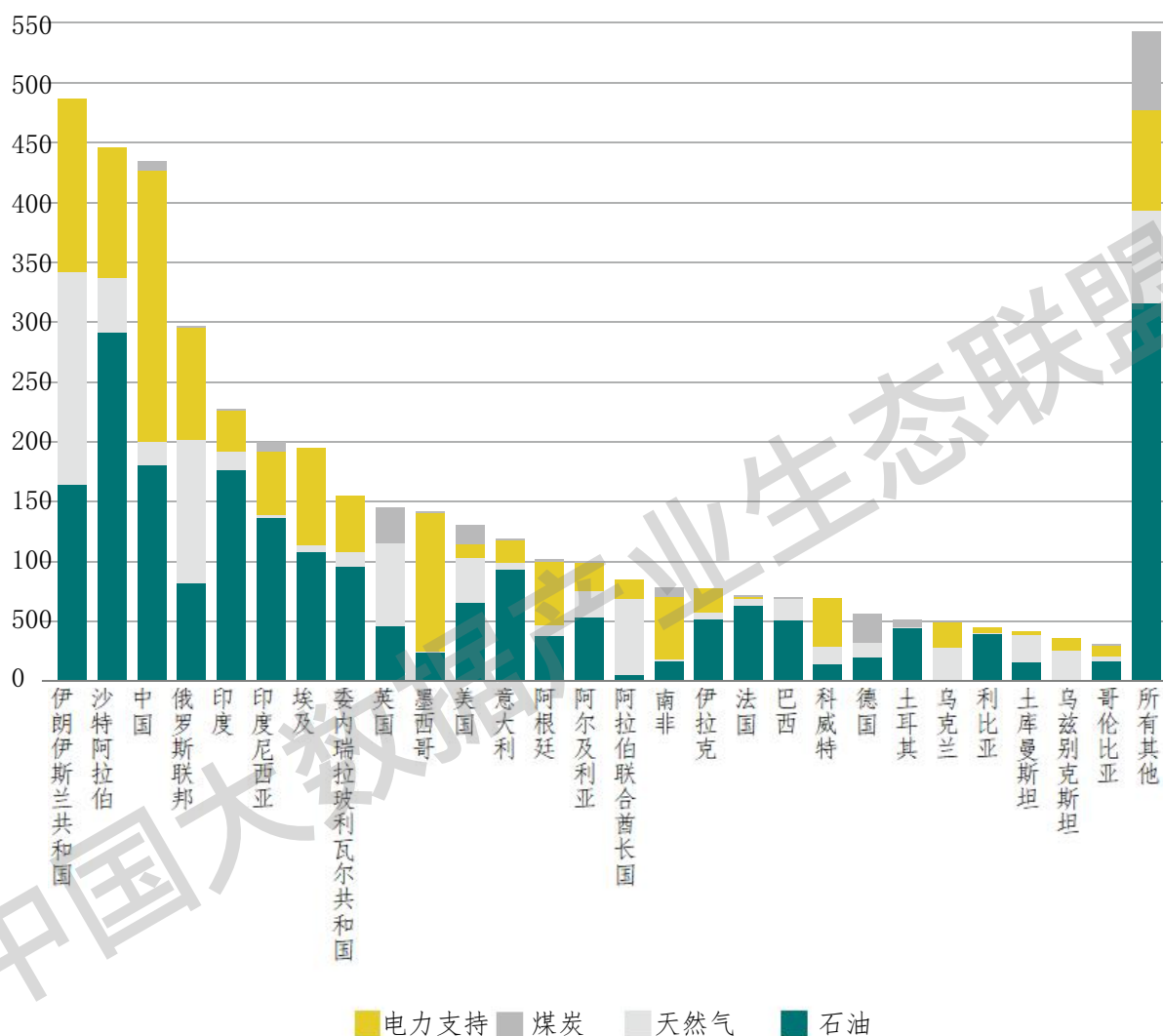


来源：IRENA，基于 OECD，2019 和 IEA/OECD，2019。

许多国家的化石燃料补贴总额以石油产品补贴为主。在 2017 年化石燃料补贴最高的 12 个国家中，有一半国家的补贴总额以支持石油为主。2017 年，化石燃料补贴排名前五的国家补贴总额达到 1890 亿美元，占全球补贴总额的 42%。前十个国家补贴总额达到 2720 亿美元，占化石补贴总额的 61%（见图 4）。

图 4：2017 年化石燃料补贴（按国家和燃料/能源载体分列）

（单位：亿美元）

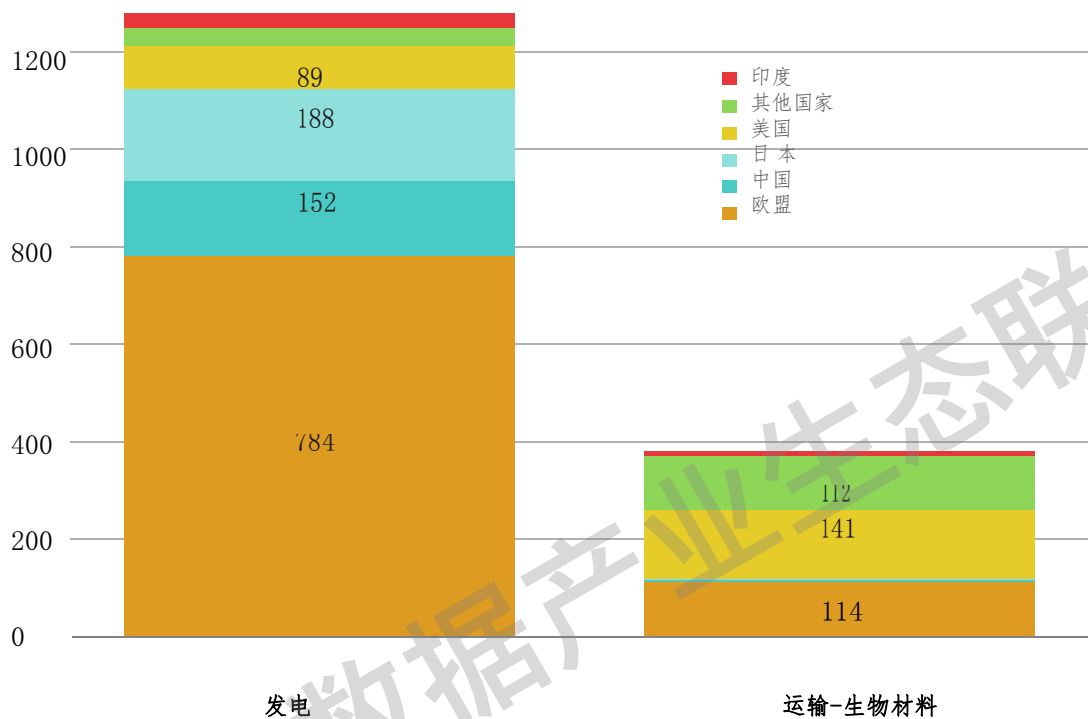


### （三）可再生能源补贴

2017 年，可再生能源补贴总额约为 1660 亿美元。其中，可再生能源发电补贴额约为 1280 亿美元，交通运输部门对生物燃

料方面的补贴为 380 亿美元（见图 5）。

图 5：2017 年 IRENA 全球可再生能源发电和生物燃料补贴估算（按国家/地区划分）（单位：亿美元）



2017 年，全球太阳能光伏发电补贴总额为 608 亿美元，在可再生能源发电补贴中的占比份额最高，为 48%。陆上风能补贴总额为 316 亿美元，占比为 25%。生物质能补贴总额为 219 亿美元，占比为 17%，海上风能补贴总额为 66 亿美元，占比为 5%。

2017 年，欧盟可再生能源补贴总额为 900 亿美元，约占全球可再生能源补贴总额的 54%；美国为 237 亿美元，占全球的 14%；日本为 190 亿美元，占全球的 11%；中国为 156 亿美元，占全球的 9%；印度为 38 亿美元，占全球的 2%；其他地区为 148 亿美元，

占比约为 9%。

2017 年，欧盟可再生能源发电补贴额为 780 亿美元，在可再生能源补贴中的占比最大，为 62%，日本和中国可再生能源发电补贴占比分别为 15% 和 12%。2017，欧盟海上风电补贴额在可再生能源补贴中的占比为 86%，太阳能光伏补贴的占比为 52%，陆上风电补贴的占比为 57%。

表 3：2017 年部分国家和地区的可再生能源补贴估算（单位：亿美元）

	发电补贴	计算方法	生物燃料补贴	计算方法
欧盟	780	清单法和价差法	109-1.9	价差法
中国	150	清单法	4	价差法
日本	190	清单法	2-3	价差法
美国	67	清单法	141	清单法和价差法
印度	22	价差法	9	价差法

注：本表中的所有数值均为 2018 年实际美元，即考虑到了通货膨胀因素的影响。

#### （四）核能补贴

受技术限制，目前，未能对全球现有和最新核电补贴进行准确测算。主要因为，与可再生能源和化石燃料相比，许多核电补贴更加模糊和间接，而且缺乏直接现金转移支付，以致难以估算其价值（见表 4）。如果按照美国现有核能最低补贴数字估算，2017 年全球核能补贴额约为 210 亿美元至 1650 亿美元左右。

表 4：核电补贴类别和来源

补贴类别	补贴来源
生产要素 (人工, 资本和土地)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 贷款担保</li> <li>· 加速折旧</li> <li>· 公用事业补贴借贷成本</li> <li>· 项目完成前成本回收</li> <li>· 财产税减免</li> </ul>
中间投入	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 燃油费</li> <li>· 铀浓缩</li> <li>· 冷却水</li> </ul>
输出环节支持	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 生产税收抵免</li> <li>· 高于市场合约求差价</li> </ul>
安全与风险管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 责任限额</li> <li>· 补贴保险</li> <li>· 扩散</li> </ul>
报废和废物管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 政府接管核废料管理责任</li> <li>· 工厂退役费用 (政府对资金短缺的有效担保)</li> </ul>

### 三、2050 年能源补贴演变路线

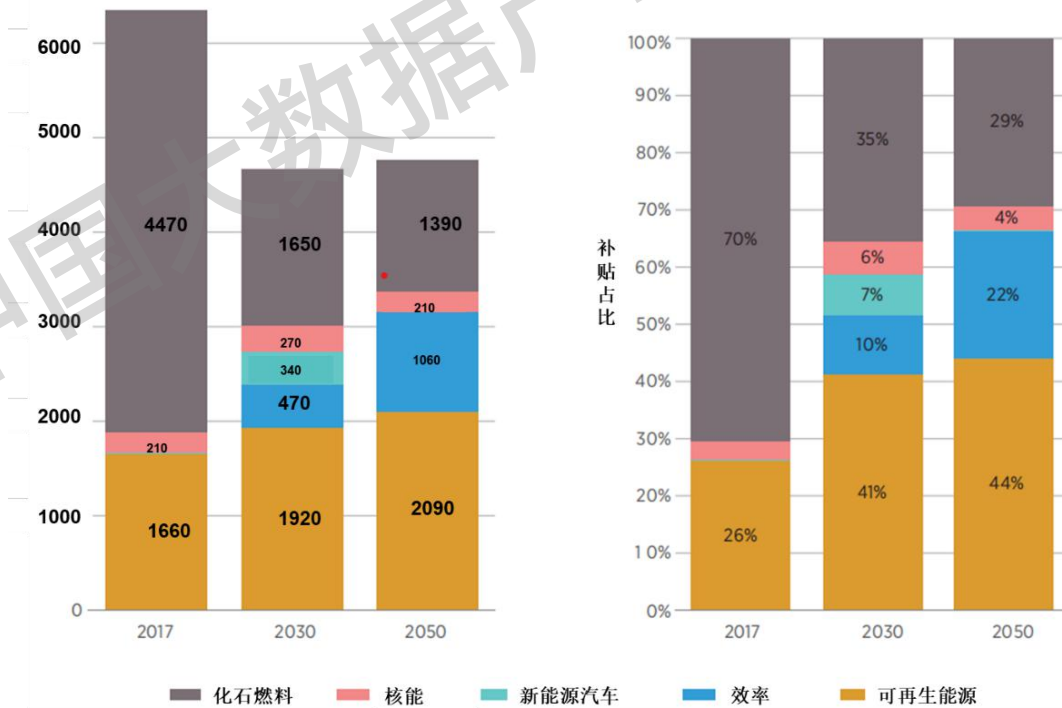
本报告将对《全球能源转型：2050 年路线图》的分析（以下简称路线图案例）和对 2017 年能源部门补贴的估算分析（以下简称参考案例）相结合。并假设实现《巴黎协定》关于将全球气温上升幅度控制在“远低于 2°C”的目标，在此基础上，分析到 2050 年能源部门总补贴的演变路线。路线图案例涵盖了全球所有能源行业的能源生产和消耗数据，其补贴的范围包括提高可再生

能源发电、提高能源效率、降低化石燃料需求、提高可再生能源在终端应用以及降低能源相关的碳排放。

### （一）总体情况

根据路线图案例，到 2030 年，每年能源部门补贴总额将降至 4660 亿美元，与 2017 年的 6340 亿美元相比下降约 27%。能源领域补贴分配从化石燃料重新转向可再生能源和提高能源效率。到 2050 年，能源部门每年的补贴总额将为 4750 亿美元，与 2017 年相比减少了 3900 亿美元，下降了约 25%。

图 5： 2017 年、2030 年和 2050 年，路线图案例的能源补贴（不包括气候和健康成本）（单位：亿美元）



根据估算情况，2017年能源行业补贴总额约占全球GDP的0.8%。到2030年，全球GDP预计将增长约58%。而根据路线图案例，到2030年，能源部门总补贴将降至全球GDP的0.4%。到2050年，全球GDP预计将比2017年增长近三倍，这意味着能源行业总补贴将降至全球GDP的0.2%。

## **（二）化石燃料补贴**

路线图案例显示，到2030年，化石燃料补贴从2017年的4470亿美元下降到1650亿美元，化石燃料补贴占比将从2017年的70%下降到2030年的35%。这主要是由于化石燃料需求的下降，2030年煤炭需求比2017年下降约40%，石油需求下降约27%。到2050年，化石燃料补贴已降至1390亿美元，占2050年能源补贴总额的29%，其中大部分用于补贴碳捕捉和储存技术，补贴额达到1260亿美元，占能源补贴总额的27%。

## **（三）可再生能源补贴**

到2030年，可再生能源补贴总额将达到1920亿美元。主要是由于交通、工业和建筑领域可再生能源补贴增加了，而可再生能源发电补贴下降了。随着越来越多领域应用可再生能源，2030年—2050年每年可再生能源补贴总额将增加约10%。到2050年，可再生能源补贴总额将达到2090亿美元。



未来 10-15 年中，许多国家的可再生能源发电补贴成本将迅速下降。到 2030 年，可再生能源发电总补贴将从 2017 年的 1280 亿美元降到 530 亿美元。2017 年—2030 年，太阳能光伏的总装机容量从 223GW 增加到 3150 GW，陆上风电从 496 GW 增加到 2300GW，海上风电从 19 GW 增加到 216 GW，集中供暖从 5 GW 增加到 76 GW。日本将是唯一在 2030 年前持续增加可再生能源发电补贴的国家。到 2050 年，全球太阳能光伏发电能力将超过 8500 GW，陆上风电将超过 5000 GW，海上风电将超过 1000 GW，集中供暖将达到 300 GW。随着技术不断改进，规模经济持续发展以及制造业和全球供应链竞争日趋激烈，可再生能源发电技术在没有补贴的情况下依然具备商业竞争力。因此，到 2050 年，将不会再产生可再生能源发电直接支付净补贴。

通过电力领域以外的巨大努力，参考案例中工业、建筑和交通等领域的补贴也会有所增长。到 2030 年，工业和建筑领域中，用于提高能源效率和提高可再生能源应用所需的补贴分别为 1370 亿美元和 240 亿美元，到 2050 年，这两个领域的补贴分别增长到 1660 亿美元和 280 亿美元。

交通运输行业补贴从 2017 年 380 亿美元增加到 2030 年 590 亿美元。到 2050 年，补贴需求将比 2030 年增加一倍，达到 1160 亿美元。生物燃料将占主导地位，占比达到 70%，大部分为氢能。

推动这一增长的因素包括：石油需求减少带来了价格的降低；可再生能源燃料的使用有所增加，其生产成本下降。

### （五）降低碳排放补贴

到 2050 年，减少工业排放的成本不断上升，脱碳行业所需的补贴将增至 1660 亿美元。这主要是为了实现更深层次的减排，补贴主要用于提高能源效率，并扩大可再生能源的使用范围。

到 2030 年，与参考案例相比，路线图案例情况下可将大气污染和气候成本减少 6200 亿美元。到 2050 年，随着化石燃料使用量大幅减少，大气污染和气候成本每年将减少 2.5 万亿美元到 6.3 万亿美元。因此，仅从这两个来源获得的收益将大大超过实现过渡所需的年度补贴。

译自：*ENERGY SUBSIDIES : Evolution in the Global Energy Transformation to 2050, April 2020 by IRENA*