

# 全球能源转型和技术创新 行动进展评估及相关建议



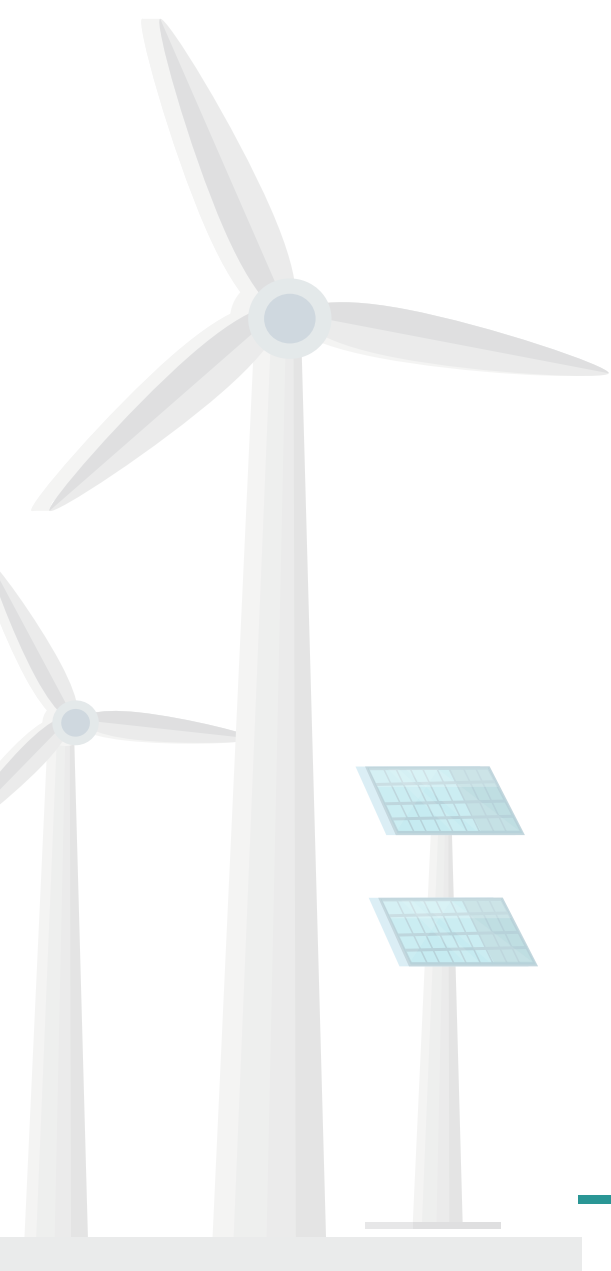
**NCSC** 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心  
National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

2023年10月

---

实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，离不开全球各国的能源绿色低碳转型和技术创新行动。主要国家和经济体将能源转型和技术创新作为实现碳达峰碳中和的关键，出台了一系列政策文件细化能源转型的目标、路径和行动，并高度重视关键性低碳技术重大突破。为更好支撑《巴黎协定》全球盘点，国家气候战略中心结合近期研究撰写了系列工作论文，以期为全球携手合作应对气候变化提供相关最新进展信息、典型实践案例和共同解决方案建议。

---



## 一、全球能源转型和技术创新进展

当前世界正处于百年未有之大变局，气候变化是当前人类可持续发展面临的最严峻挑战和非传统安全威胁，绿色低碳发展正成为疫后全球经济复苏新的重要推动力，由此催生的各类新业态、新技术将迎来巨大发展机遇，释放强大的经济增长新动能。

《巴黎协定》及科学评估报告中都提出了有关能源转型与技术创新的迫切要求。习近平总书记多次强调，应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，是保护地球家园需要采取的最低限度行动，各国必须迈出决定性步伐。《巴黎协定》<sup>1</sup>中特别强调各缔约方必须充分落实技术开发和转让，以改善对气候变化的复原力和减少温室气体排放，并且加强技术开发和转让方面的合作行动。最新发布的IPCC第六次评估报告第三工作组报告中<sup>2</sup>提出，减少整个能源部门的温室气体排放需要重大转型，包括大幅减少化石燃料的总体使用、部署低排放能源、转向替代能源载体以及能源效率和节约。根据国际能源署2023年9月发布的《突破性议程报告2023》<sup>3</sup>，若要实现2050年净零排放，到2030年全球可再生能源装机容量应达到110亿千瓦，约为2022年38亿千瓦的3倍，预计2030年可再生能源发电装机容量占比将达到7成左右；同时《净零路线图：实现1.5°C目标

的全球途径》<sup>4</sup>指出，由于近两年清洁能源创新与应用，2050年正在开发的技术在减排中所占的份额从50%左右降至35%左右，表明技术实现对于实现净零排放至关重要。

各国提交的本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略及国家自主贡献中转型与创新是最为主要的举措。截至2023年9月，已有68个国家向UNFCCC秘书处提交了长期低排放发展战略，其中60个国家宣布2050年之前实现碳中和，如见图1所示，提交长期战略的国家碳排放约占全球总排放量的76%、GDP的92%、人口的68%。各国都将能源绿色低碳转型和控制能源消费总量作为长期减排的战略重点，推动能源消费终端部门电气化、电力行业脱碳化以及在难以电气化的行业推广低碳替代燃料。

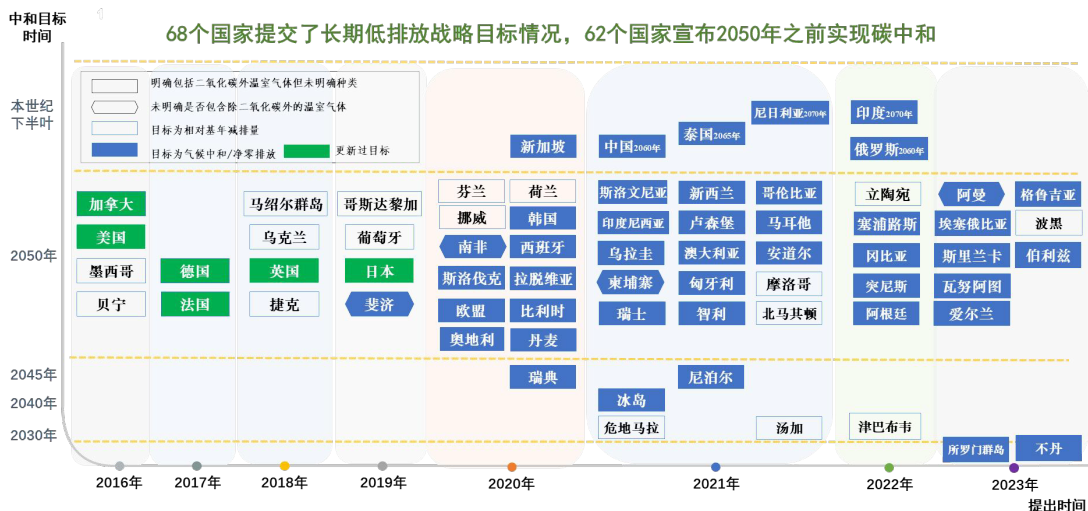


图1 各国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略目标

伴随着技术革新和产业升级，全球能源经历了由高碳到低碳、由化石能源向清洁能源转型的过程。根据《BP 世界能源统计年鉴 2023》<sup>5</sup>，2022 年全球石油、煤炭、天然气、水电、可再生能源、核能占一次能源消费比重分别为 31.6%、26.7%、23.5%、6.7%、7.5%、4.0%，石油、煤炭消费占比相较于 1965 年分别下降 10.0%、10.5%，天然气、水电、可再生能源、核能消费占比较 1965 年分别增长 8.9%、0.4%、7.3%、3.8%，如图 2、3 所示。由于经济社会发展阶段和能源资源禀赋的差异，不同国家/地区能源转型进程存在差异，如图 4 所示。但另一方面，根据 IEA 《化石燃料消费补贴 2022》<sup>6</sup>，2022 年全球化石燃料消费补贴<sup>a</sup>飙升至 1 万亿美元，较上年翻一番，补贴主要集中在新兴市场和发展中经济体，一半以上来自化石燃料出口国。除能源消费补贴外，2022 年，还有超过 6000 亿美元的政府额外支出<sup>b</sup>用于降低能源费用，主要来源于发达经济体，其中欧盟占 56%。

<sup>a</sup> IEA 使用“价格差距法”核算化石能源消费补贴，首先建立不同能源品种的市场参考价格（具有区域差异），然后将其与消费者支付价格进行比较，最终用户支付价格低于参考价格的部分，计为补贴；这种方法没有反映碳价格等化石燃料环境成本。

<sup>b</sup> 额外支出不一定被视为化石燃料消费补贴，因为最终用户平均支付价格已经够高，足以覆盖所涉燃料市场价格。

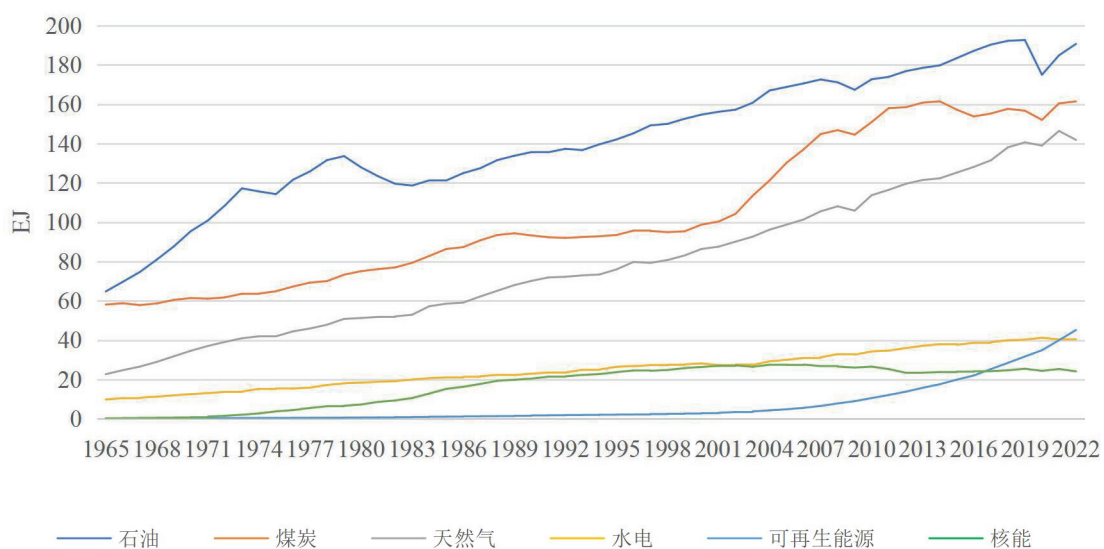


图 2 1965-2022 年全球分品种能源消费量变化趋势

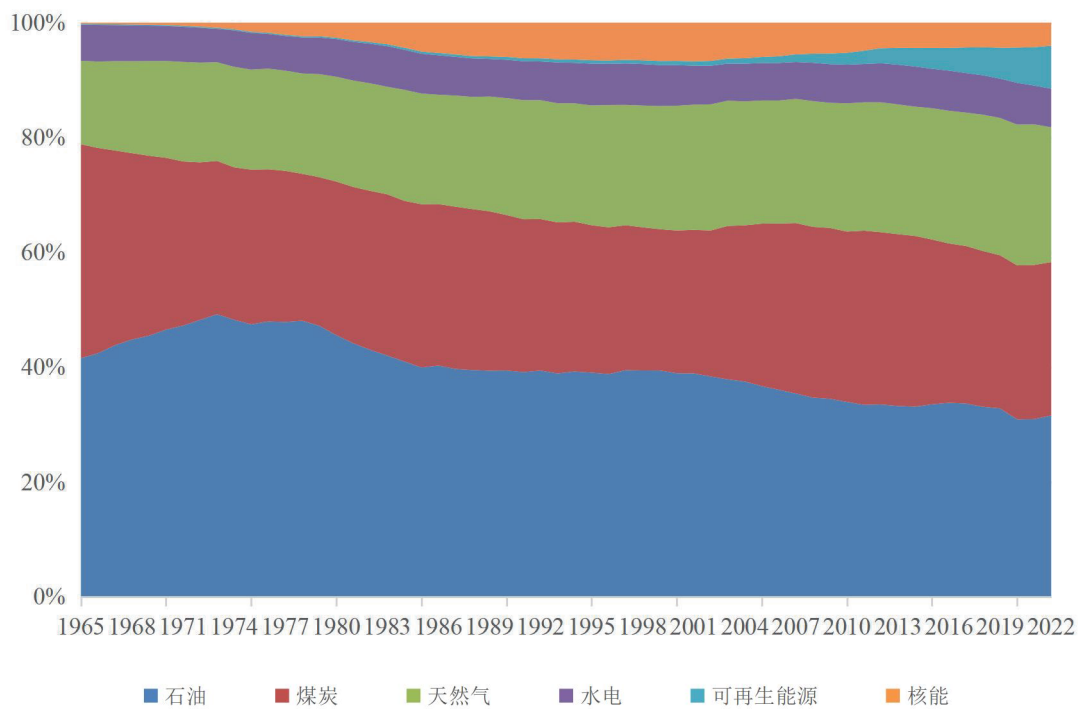


图 3 1965-2022 年全球一次能源消费结构变化趋势



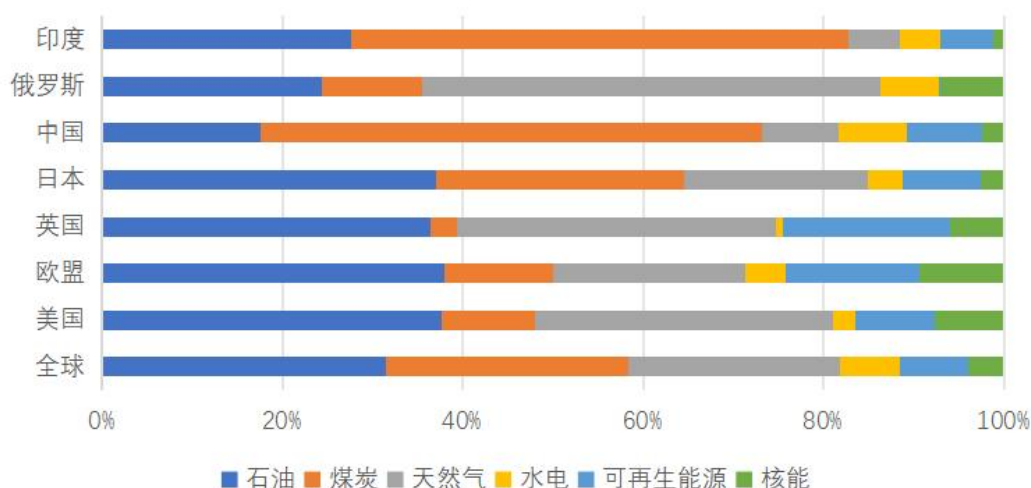


图4 2022年全球及主要经济体一次能源消费结构

全球绿色低碳技术研发蓬勃推动，我国已成为全球最大的绿色低碳技术创新标杆。根据《全球绿色低碳专利统计分析报告（2023）》<sup>7</sup>，2016-2022年，全球绿色低碳专利授权量和公开量稳步增长，授权量累计达55.8万件、公开量累计104.7万件，其中我国国家知识产权局授权量为20.6万件，占比36.8%，年均增长9.3%，而除中国以外的国家或地区则呈现负增长趋势（-1.9%），绿色低碳专利的申请公开量与授权量在2016-2022年占当年发明专利总量的比重均在5%左右，如图5所示。以专利申请人来源国来看，中日美韩德五国申请人专利申请量占全球89.3%，中国申请人提交的专利为39.8万件，占全球总申请量的58.2%，日本为8万件（占11.6%）、美国为6.5万件（占9.5%）、韩国为4.2万件（占6.2%）、德国为2.5万件（占3.7%）；从专利的目标市场来

看，首次申请布局国家排第一位的是中国 46 万件，是绿色低碳技术创新成果的最大目标市场，如图 6 所示。

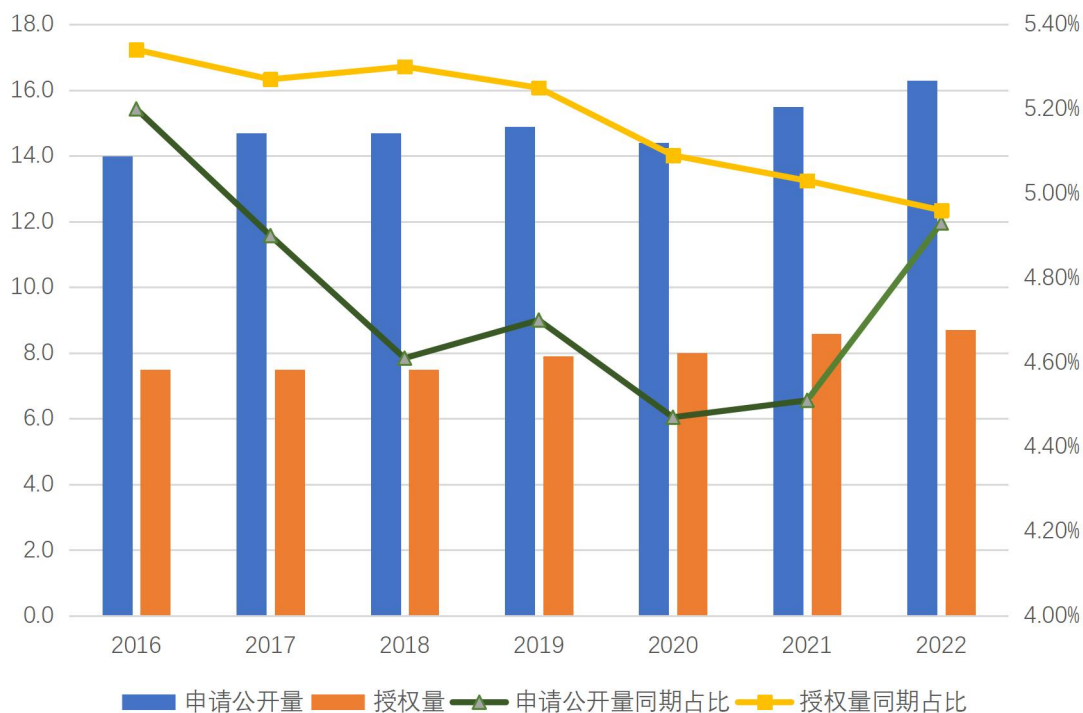


图 5 2016-2022 年全球绿色低碳专利申请/授权趋势

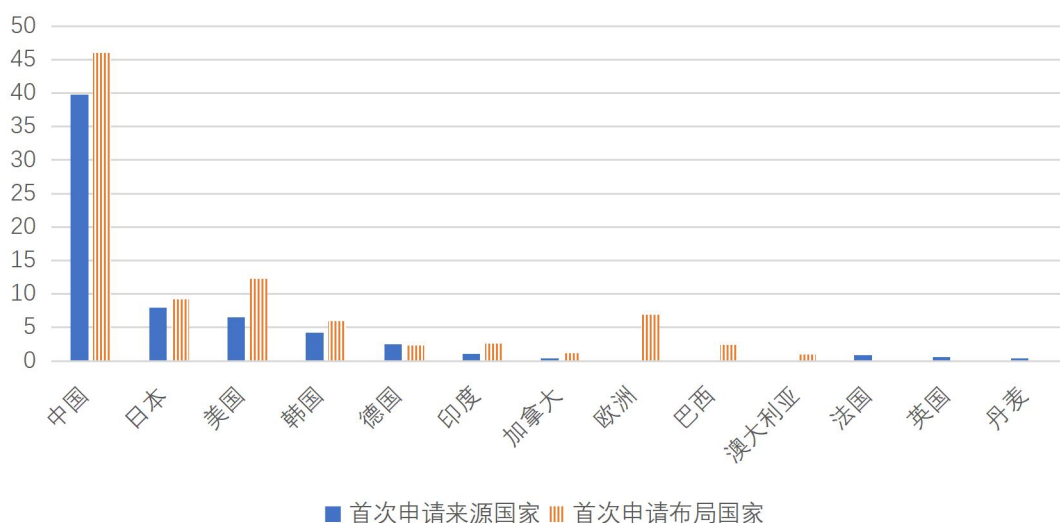


图 6 2016-2022 年全球绿色低碳专利首次申请来源/布局国家



## 二、典型做法与优良实践

迈向碳中和已经成为全球可持续发展和创新增长路径的新赛道，全球主要发达经济体都已经处在迈向碳中和的新征程中，如图 7 所示。2022 年，全球能源转型投资达到了创纪录的 1.11 万亿美元<sup>8</sup>，绿色（气候）债券发行规模 4437 亿美元<sup>9</sup>，碳市场交易总额约 8650 亿欧元<sup>10</sup>。碳中和已经成为全球产业投资、能源供需、资金流动、国际贸易、科技研发的“新赛道”和“新规制”，这已经促发了全球新一轮不可逆转的产业、能源和科技革命，深远地影响着各国经济社会发展和人类的未来。

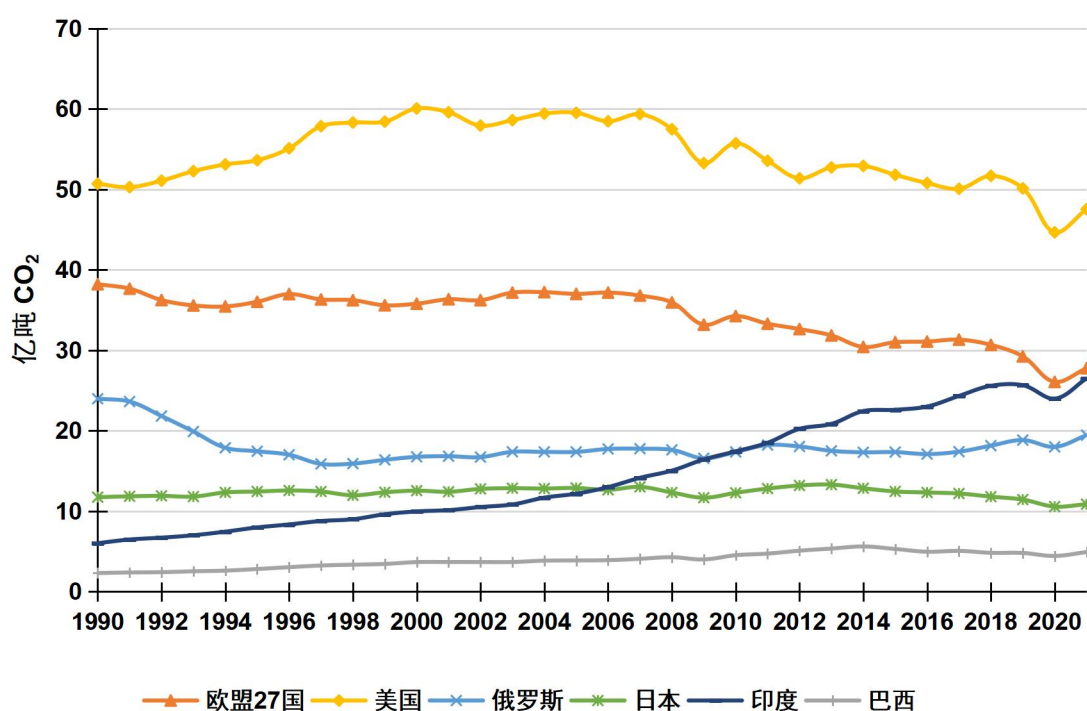


图 7 主要经济体碳排放量变化趋势（1970-2021 年）<sup>11</sup>

**欧盟开展新型能源系统与智慧电网建设。**智能电网产业的发展正在使欧洲能源供应行业从基础设施驱动转向服务驱动。一是在顶层设计与规划方面，欧盟 2005 年成立了“智慧电网技术平台”，持续推进欧洲智慧电网研发，先后发布“欧洲未来电网的构想与策略”、“欧洲未来电网策略性研究议程”、“欧洲未来电网战略部署文件”等多份重要文件，规划欧洲智慧电网发展的蓝图，2020 年 9 月欧盟委员会发布的《2030 年气候目标计划》提出要在 2021-2030 年期间为电网建设投资 700 亿美元左右<sup>12</sup>；二是在核心技术方面，欧盟将再生能源和分布式电源并网技术、电动汽车与电网协调运转技术，以及电网与用户的双向互动技术作为智慧电网研发的三大核心技术，以适应欧洲的能源与市场环境；三是在发展目标方面，欧盟电力消费量自 2005 年起持续上涨，2010 年起基本保持在 210 百万吨油当量，到 2021 年电气化率达到 23% 左右<sup>13</sup>。根据不同机构“情景研究及预测，到 2050 年，欧洲终端能源需求约为 10000 太瓦时，其中 50% 将来自于太阳能和风能发电<sup>14</sup>。

**德国多措并举推动化石能源转型。**在顶层立法方面，《德国联邦气候保护法》提出 2030 年德国温室气体排放量较 1990 年减少 55%，2045 年实现碳中和<sup>15</sup>，并宣布了 2038 年退煤目标<sup>16</sup>；2020 年通过的《德国加强煤炭地区结构调整法》<sup>17</sup>，

<sup>12</sup> 包括壳牌《天空远景》、DNV-GL《能源转型展望》及芬兰拉彭兰塔理工大学与能源观察组织《基于 100% 可再生能源的全球能源系统——电力部门》等

确定了德国逐步淘汰煤炭的具体路径和最终日期。在管理机构方面，德国成立了由诸多利益相关方组成的增长、结构变化和就业委员会，负责通过招标补贴机制淘汰和关停褐煤电厂、为受影响的地区和企业提供政府财政支持、以及实施为确保能源供应安全而做的能源储备举措。在资金保障方面，德国政府制定了相应的经济补偿计划，一方面通过直接投资和经济补偿对转型受影响地区提供资金援助和转型支持，另一方面通过补贴加速煤电产能退出，建立了一个拍卖系统，通过拍卖的方式让电厂经营者选择是否减少产能或者提前退役，并为此获得经济补偿。在大力退煤举措下，2019年德国煤炭消费占比17.7%，2020年下降至14.6%，2021年因能源危机占比回升至16.8%，在2022年回归下降趋势<sup>18</sup>。

**日本持续聚焦氢能技术发展。**建设“氢能社会”已成为日本能源转型战略中的一大特色。一是持续性出台相关战略。日本从2003年起发布了《第一次能源基本计划》《氢能源基本战略》《氢能/燃料电池战略发展路线图》《绿色增长计划》等转型战略<sup>19</sup>，提出在2030年氢能产量实现300万吨，到2050年将氢供应量提高到2000万吨的目标；二是做好氢能发展的保障措施。日本政府由经产省负责落实氢能战略规划，实施了一项7000亿日元的公共投资计划用于支持日本氢气供应链发展；三是引领全球氢能技术和市场发展。从2018年起，日本已连续3年主办氢能源部长级会议，积极建

设海外多元化氢能供应体系、拓展港口合作，以国内氢能应用市场带动海外市场开拓，以资源外交方式构建供应链并提高弹性。截至 2022 年 4 月，仅丰田公司在氢燃料电池系统上就拥有 6000 多项专利，占全球相关专利的一半；丰田、本田、日产、松下、东芝等公司，已在氢能和燃料电池技术方面成为全球科技创新的领头羊<sup>20</sup>。

**印度推动可再生能源发展与消纳。**印度近年来出台一系列政策，加快可再生能源发展。一是提高目标力度，在 2021 年的 COP26 会议上，印度提高 2030 年可再生能源装机目标到 5 亿千瓦，满足全国能源需求的 50%。二是规定可再生能源购买义务（配额制），印度 2003 年颁布了《电力法》<sup>21</sup>，要求配电许可证持有人必须按地区总用电量的一定比例购买可再生能源，并于 2022 年给出了 2022~2030 年可再生能源购买义务的指标。三是发布“必须运行”规则，规定可再生能源发电厂不得因优先调度或其他任何电力供应限制而减少发电量。四是建设绿色输电走廊实现远距离输送，截至 2022 年 11 月，输电线路和变电站建设目标分别完成了 89% 和 88%<sup>22</sup>。五是储能义务，规定通过储能利用的太阳能和/或风能电量占总用电量的 1%，2029~2030 财年上升至 4%<sup>23</sup>。同时印度提前开展研究支撑未来新能源消纳，推动煤电灵活性改造，发布实现 40% 最小技术出力路线图并推动改造示范<sup>24</sup>；成立委员会研究实现高比例非化石能源装机所需的输电系统规划。

### 三、中国在转型和创新领域的成效与贡献

在习近平生态文明思想的指引下，中国实施积极应对气候变化的国家战略，强化国家自主贡献的政策与行动，推动经济社会发展走上了全面绿色转型的轨道，为全球能源绿色低碳转型做出了积极贡献。

**中国推动能源转型与技术创新取得积极成效。**2022 年中国煤炭消费占能源消费总量比重为 56.2%<sup>25</sup>，比 2012 年降低 12.3 个百分点<sup>26</sup>；天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量比重为 25.9%，比 2012 年提高 11.4 个百分点<sup>27</sup>；非化石能源占能源消费总量比重达 17.5%<sup>28</sup>，比 2012 年提高 9.5 个百分点<sup>29</sup>。中国已建立完备的水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源装备制造产业链，成功研发制造全球最大单机容量 100 万千瓦水电机组，具备最大单机容量达 10 兆瓦的全系列风电机组制造能力<sup>30</sup>，不断刷新光伏电池转换效率世界纪录。建成若干应用先进三代技术的核电站，新一代核电、小型堆等多项核能利用技术取得明显突破。建成规模最大、安全可靠、全球领先的电网，供电可靠性位居世界前列。“互联网+”智慧能源、储能、区块链、综合能源服务等一大批能源新技术、新模式、新业态正在蓬勃兴起。

**中国新能源装备制造和装机量屡创新高。**截至 2023 年 6 月，中国可再生能源装机突破 13 亿千瓦，历史性超过煤电。

其中，风电装机 3.89 亿千瓦，连续 13 年位居全球第一；光伏发电装机 4.7 亿千瓦，连续 8 年位居全球第一<sup>31</sup>。十年来，中国在产业政策方面大力扶持，在创新方面实现关键技术自主突破，风电领域在机组大型化、漂浮式风电等方面实现对国外先进水平的反超。中国光伏行业协会发布的数据显示，2022 年光伏产业链各环节产量再创新高，多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增幅均超过 55%；行业总产值突破 1.4 万亿元，同比增长超过 95%；在国际市场上，中国风电光伏产业竞争力大幅提升，光伏组件、风力发电机、齿轮箱等关键零部件占全球市场份额的比重提升至 70%，光伏组件产量、新增装机量分别连续 16 年、10 年位居全球首位<sup>32</sup>。

**中国新能源汽车产业发展受世人瞩目。**2012 年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020 年）》，2015 年国家能源局发布《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020 年）》，2020 年国务院发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》，中国新能源汽车产业已成为国民经济支柱产业之一。2022 年中国新能源汽车连续 8 年保持全球第一<sup>33</sup>，占全球新能源车市场比例超过 60%，截至 2023 年上半年新能源汽车的新车销量达到了汽车新车总销量的 28.3%，市场渗透率由 2022 年的 25.6% 增长至 28.3%<sup>34</sup>，已超额完成“在 2025 年新能源汽车市场渗透率达到 20%”<sup>35</sup>的目标。在中国主要新能源汽车品牌中，比亚迪建立了《温室气体量



化和报告管理程序》，2022年首次超过特斯拉成为全球销量最高的车企，同比增长152.5%<sup>36</sup>。中国建立了全球最大的动力电池产业体系，仅宁德时代的装机量就占据了2022年全球市场份额的37%<sup>37</sup>。

**中国绿色低碳发展对全球做出积极贡献。**中国主动提高国家自主贡献力度，将完成全球最高碳排放强度降幅，用全球历史上最短时间实现碳达峰到碳中和，充分体现负责任大国的担当。根据国际能源署《2023年能源技术展望》报告<sup>38</sup>，中国占全球清洁能源产业制造能力的65%，其中电动汽车占71%，太阳能光伏电池占比高达96%，海上和陆上风力发电分别占比70%、59%，热泵、电解槽分别占比39%、41%。中国绿色低碳产业的发展也为全球转型带来了成本下降的溢出效应，中国已经成为全球绿色低碳发展的新标杆。根据商务部国际贸易经济合作研究院发布的《中国绿色贸易发展报告（2022）》报告<sup>39</sup>，2021年中国绿色贸易额达到11610.9亿美元，十年间贸易规模增长了146.3%，超过欧盟成为全球第一大绿色贸易经济体，在全球占比达到14.6%，比2020年提升1.5个百分点。中国在绿色产业基础、绿色流通体系、低碳技术、绿色发展国际合作等方面建设成效明显，绿色贸易市场主体持续发展壮大，绿色贸易产品，特别是环保科技类产品国际竞争力不断增强。十年来，中国成为全球“增绿”主力，森林碳汇增长7.3%，达到每年8.39亿吨二氧化碳当量<sup>40</sup>，相当于抵消了中国一年的汽车碳排放量。

## 四、全球能源转型和技术创新的多边解决方案

2023 年被称为《巴黎协定》的“全球盘点年”，中国将与国际社会共同携手，以目标行动和支持承诺的“落实”为契机，倡导各方正视当前减排、适应、资金和技术支持等领域的差距，识别造成差距的原因，并提出针对性解决方案，推动将国家自主贡献目标转化为务实行动，各方应积极开拓低碳零碳负碳科技和产业创新等新兴领域的国际合作，主动引导全球盘点进程平衡，关注实施效果及优良实践的交流互鉴。世界各国应采取以下措施，共同推动全球能源转型与技术创新：

**一是各国应积极落实长期战略部署，推动《巴黎协定》目标实现。**针对全球碳排放普遍出现反弹增长，二十国集团成员国兑现减排承诺远不及预期等突出问题，各国应与 COP 主席国保持密切沟通，主动加强与各方对话，引导 COP28 延续放大“落实”主基调，以首次全球盘点为契机，以落实《巴黎协定》目的、原则和要求为指导，倡导各方正视当前减排差距，识别造成差距的原因，并提出针对性解决方案，推动将国家自主贡献目标转化为扎实行动。针对现有 NDC 与落实《巴黎协定》目标的差距，应遵循共同但有区别的责任原则，倡导发达国家进一步提升减排目标和行动力度。将推进发展中国家碳中和能力建设持续作为全球气候谈判和国际气候治理合作的重点议题。各国应加强气候治理经验交流互

鉴，积极缩小发达国家与发展中国家、大国与小国在碳中和目标落实方面的能力差距。

**二是各国共同推动公正转型，确保能源转型与安全。**发达国家在气候变化问题上负有历史责任，应当承担相关的出资义务。针对发达国家出资意愿下降，发展中国家面临的资金不足问题愈加突出问题，应通过《公约》主谈判渠道，督促欧盟等发达国家兑现出资承诺，并根据碳中和目标需要，扩大出资规模。推动多边开发银行和国际金融机构改革，加大对发展中国家气候融资的支持力度，适当降低融资门槛。各国在碳中和转型进程中，健全公正转型政策和资金保障，加强对贫穷人口、化石能源产业从业者等易受影响群体的补贴和支持力度，不让任何人掉队。共同维护全球能源供应链稳定，加快可再生能源发展，推进能源供应多样化，健全能源储备和能源安全应急响应机制，确保在保障能源安全的前提下合理、有序地推进能源绿色低碳转型进程。

**三是各国加强绿色低碳技术创新共享，共同推动各领域技术变革。**聚焦新型高效光伏电池、新型核能发电、新型绿色氢能、前沿储能、电力多元高效转换、二氧化碳高值化转化利用、空气中二氧化碳直接捕集等前沿性、颠覆性低碳、零碳、负碳技术，各国应加强与其他国家企业、高校、科研院所及国际组织的合作，加强相关领域基础理论研究和应用技术研发，聚力攻克关键核心技术，积极参与国际低碳标准

制定，引领碳中和目标驱动下全球未来产业和经济发展方式的迭代升级。各国应积极推动全球低碳、零碳、负碳技术转移和知识分享，加强对发展中国家的低碳技术帮扶援助，致力于打破新能源等关键领域技术壁垒和绿色贸易壁垒，实现合作共赢。

**四是加强国际合作，为全球能源转型提供有力保障。**当前国际冲突时有发生，国际能源危机加剧，各国能源安全受到广泛影响，同时部分国家藉减排和安全之名，实行贸易保护主义和脱钩断链，建立贸易壁垒，破坏国际经济与气候合作。各国应坚持真正的多边主义，加强交流互鉴，完善绿色能源开发利用国际合作和能源基础设施互联互通机制，强化不同国家间能源规划和政策对接，减少国际清洁低碳能源贸易和技术壁垒。中国应依托新能源产业优势，大力推进国内新能源高比例发展，加快煤炭减量替代步伐，推动电力系统改革，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，同时进一步提升中国新能源产业全球竞争力，促进能源原材料供应国际合作，保障全球能源可持续供应及相关材料安全供应，力争促进全球能源绿色低碳转型。

**（国家气候战略中心战略规划部 供稿）**

## 参考文献

- [1]UNFCCC. Paris Agreement[EB/OL], Paris, 2015. [2023-09-30].  
[https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf)
- [2]IPCC, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change[R]. Geneva, 2022.  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf)
- [3]IEA, IRENA & UN Climate Change High-Level Champions, Breakthrough Agenda Report 2023[R]. Paris, 2023.  
<https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2023>
- [4]IEA, Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach[R]. Paris, 2023.  
<https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>
- [5]EI, KPMG & Kearney. 72nd edition Statistical Review of World Energy [R]. London, 2023.  
<https://wdeawebsite.blob.core.windows.net/usrfiles/documents/statistical%20review%20of%20world%20energy.pdf>
- [6]IEA. Fossil Fuels Consumption Subsidies 2022[R]. Paris, 2023.  
<https://www.iea.org/reports/fossil-fuels-consumption-subsidies-2022>
- [7]国家知识产权局.《全球绿色低碳专利统计分析报告》[R].北京, 2023  
<https://www.cnipa.gov.cn/module/download/downloadfile.jsp?classid=0&showname=%E5%85%A8%E7%90%83%E7%BB%BF%E8%89%B2%E4%BD%8E%E7%A2%B3%E4%B8%93%E5%88%A9%E7%BB%9F%E8%AE%A1%E5%88%86%E6%9E%90%E6%8A%A5%E5%91%8A.pdf&filename=cae402b1a9414d6a8df19582fa9d03f2.pdf>
- [8]Oktavia Catsaros. Bloomberg. Global Low-Carbon Energy Technology Investment Surges Past \$1 Trillion for the First Time[EB/OL].(2013-02-14)[2023-09-30].  
<https://about.bnef.com/blog/global-low-carbon-energy-technology-investment-surges-past-1-trillion-for-the-first-time/>
- [9]金融时报-中国金融新闻网. 全球绿色债券发行量有望反弹 ESG 债券繁荣时代尚未终结[EB/OL]. (2013-02-14)[2023-09-30]. [https://www.financialnews.com.cn/hq/sc/202302/t20230214\\_264572.html](https://www.financialnews.com.cn/hq/sc/202302/t20230214_264572.html)
- [10]Elizabeth Zelljadt. 全球碳市场价值再创新高 [EB/OL]. (2013-02-16)[2023-09-30].<https://www.refinitiv.cn/zh/blog/global-carbon-market-value-hits-new-record>.
- [11]Crippa, M., Guizzardi, D., Banja, M., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Pagani, F., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Grassi, G., Rossi, S., Jacome Felix Oom, D., Branco, A., San-Miguel-Ayanz, J. and Vignati, E., CO2 emissions of all world countries – JRC/IEA/PBL 2022 Report, EUR 31182 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, doi:10.2760/730164, JRC130363.
- [12]European Environment Agency, 2030 Climate Target Plan (2020),EU.  
<https://www.eea.europa.eu/policy-documents/2030-climate-target-plan>
- [13]Directorate-General for Energy (European Commission), EU energy in figures: main EU energy data in your pocket (2022), EU.  
[https://energy.ec.europa.eu/news/eu-energy-figures-main-eu-energy-data-your-pocket-2023-10-09\\_en](https://energy.ec.europa.eu/news/eu-energy-figures-main-eu-energy-data-your-pocket-2023-10-09_en)
- [14]杨永明, 欧洲能源转型: 2050 年碳中和路径探析[EB/OL]. (2020-11-06)[2023-09-30].  
<https://mp.weixin.qq.com/s/wdEX6jcpsWRbPNAB61p7tw>  
<https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/what-are-the-previous-shell-scenario/shell-scenario-sky.html> <https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/index.html>

- <https://research.lut.fi/converis/portal/detail/Publication/10576002>
- [15]Federal Office of Justice, Federal Climate Change Act [EB/OL].(2021-08-18)[2023-09-30].  
[https://www.gesetze-im-internet.de/englisch\\_ksg/englisch\\_ksg.html](https://www.gesetze-im-internet.de/englisch_ksg/englisch_ksg.html)
- [16]The Bundestag and the Bundesrat. Act on the Phase-out of Coal-fired PowerPlants.[EB/OL].(2020-08-13)[2023-09-30].  
[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBI&start=//\\*\[@attr\\_id=%27bgbl120s1795.pdf%27\]#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl120s1818.pdf%27%5D\\_\\_1699952210919](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*[@attr_id=%27bgbl120s1795.pdf%27]#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s1818.pdf%27%5D__1699952210919)
- [17]The Bundestag and the Bundesrat. Structural Strengthening Act for Coal Regions. [EB/OL].(2020-08-13)[2023-09-30].  
[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBI&start=//\\*\[@attr\\_id=%27bgbl120s1795.pdf%27\]#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl120s1795.pdf%27%5D\\_\\_1699951022951](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*[@attr_id=%27bgbl120s1795.pdf%27]#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s1795.pdf%27%5D__1699951022951)
- [18]EI, KPMG & Kearney. 71st edition Statistical Review of World Energy [R]. London, 2022.  
[https://www.bp.com.cn/content/dam/bp/country-sites/zh\\_cn/china/home/reports/statistical-review-of-world-energy/2022/bp-stats-review-2022-full-report\\_zh\\_resized.pdf](https://www.bp.com.cn/content/dam/bp/country-sites/zh_cn/china/home/reports/statistical-review-of-world-energy/2022/bp-stats-review-2022-full-report_zh_resized.pdf)
- [19]Japan Ministry of Economy, Trade and Industry, Basic Hydrogen Strategy, [EB/OL]. (2023-06-06)[2023-09-30].  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/pdf/20230606\\_5.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_5.pdf)  
Japan Ministry of Economy, Trade and Industry, Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050. [EB/OL]. (2020-10-07)[2023-09-30].  
[https://www.meti.go.jp/english/policy/energy\\_environment/global\\_warming/ggs2050/index.html](https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/index.html)
- [20]澎湃新闻.环球零碳，解密日本与氢能的不解之缘[EB/OL].(2020-04-07)[2023-09-30].  
[https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_17501676](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_17501676)
- [21]India Code, THE ELECTRICITY ACT, 2003  
<https://www.indiacode.nic.in/bitstream/123456789/2058/1/A2003-36.pdf>
- [22]Ministry of Power, Transmission Works under Green Energy Corridors-I[EB/OL]. [2023-09-30].  
<https://powermin.gov.in/en/content/transmission-works-under-green-energy-corridors-i>
- [23]Ministry of Power, Government of India, F.No. 09/13/2021-RCM  
[https://powermin.gov.in/sites/default/files/Renewable\\_Purchase\\_Obligation\\_and\\_Energy\\_Storage\\_Obligation\\_Trajectory\\_till\\_2029\\_30.pdf](https://powermin.gov.in/sites/default/files/Renewable_Purchase_Obligation_and_Energy_Storage_Obligation_Trajectory_till_2029_30.pdf)
- [24]Central Electricity Authority, Ministry of Power, Government of India, Flexibilisation of Coal Fired Power Plant (2023), [https://powerline.net.in/wp-content/uploads/2023/03/Report\\_21022023-1.pdf](https://powerline.net.in/wp-content/uploads/2023/03/Report_21022023-1.pdf)
- [25]国家统计局. 中华人民共和国 2022 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2023-02-28)[2023-09-30].  
[http://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230228\\_1919011.html](http://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230228_1919011.html).
- [26]中华人民共和国中央人民政府. 能源转型持续推进 节能降耗成效显著——党的十八大以来经济社会发展成就系列报告之十四[EB/OL]. (2022-10-08)[2023-09-30].  
[https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/08/content\\_5716734.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/08/content_5716734.htm).
- [27]国家能源局. 章建华：全面构建现代能源体系 推动新时代能源高质量发展[EB/OL]. (2022-05-18)[2023-09-30].  
[http://www.nea.gov.cn/2022-05/18/c\\_1310597330.htm](http://www.nea.gov.cn/2022-05/18/c_1310597330.htm).
- [28]生态环境部. 中国应对气候变化的政策与行动 2023 年度报告[R]. 北京, 2023.  
<https://www.mee.gov.cn/ywgz/ydqhbh/wsqtz/202310/W020231027674250657087.pdf>.
- [29]中国能源报. 以净化空气倒逼绿色低碳转型[EB/OL]. (2013-06-24)[2023-09-30].  
[http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2013-06/24/content\\_1259272.htm](http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2013-06/24/content_1259272.htm).
- [30]中华人民共和国中央人民政府. 国家能源局：新时代中国能源在高质量发展道路上奋勇前进[EB/OL].



- (2020-12-31)[2023-09-30]. [https://www.gov.cn/xinwen/2020-12/31/content\\_5575657.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2020-12/31/content_5575657.htm).
- [31]央视网. 我国可再生能源装机突破 13 亿千瓦 绿色能源产业快速发展[EB/OL]. (2023-09-06)[2023-09-30].  
<https://news.cctv.com/2023/09/06/ARTIYGBelGepbQn5MRHbYIcZ230906.shtml>.
- [32]新华网. 更多支持政策将出 2023 年光伏新增装机或超 95GW[EB/OL]. (2023-02-17)[2023-09-30].  
[http://www.news.cn/fortune/2023-02/17/c\\_1129372400.htm](http://www.news.cn/fortune/2023-02/17/c_1129372400.htm).
- [33]中华人民共和国中央人民政府. 我国新能源汽车产销连续 8 年全球第一[EB/OL]. (2023-01-24)[2023-09-30].  
[https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/24/content\\_5738622.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/24/content_5738622.htm).
- [34]新华社. 上半年我国新能源汽车产销量同比分别增长 42.4%和 44.1%[EB/OL]. (2023-07-11)[2023-09-30].  
[www.news.cn/fortune/2023-07/11/c\\_1129743623.htm](http://www.news.cn/fortune/2023-07/11/c_1129743623.htm).
- [35]中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于印发新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）的通知[EB/OL]. (2020-11-02)[2023-09-30].  
[https://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content\\_5556716.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm).
- [36]腾讯网. 总销量超 186 万辆！一文读懂比亚迪 2022 年“成绩单”[EB/OL]. (2023-01-11)[2023-09-30].  
<https://new.qq.com/rain/a/20230111A09EM600>.
- [37]澎湃新闻. 2023 全球动力电池上半场：宁德时代第一，中企市占超六成[EB/OL]. (2023-08-03)[2023-09-30].  
[https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_24098757](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_24098757).
- [38]国际能源署. 2023 年能源技术展望[R]. 巴黎：国际能源署，2023.  
<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>.
- [39]人民网. 国际观察：中国绿色发展助力全球经济可持续复苏[EB/OL]. (2023-02-10)[2023-09-30].  
<http://world.people.com.cn/n1/2023/0210/c1002-32621507.html>.
- [40]生态环境部. 生态环境部部长黄润秋中宣部“中国这十年”新闻发布会答记者问[EB/OL]. (2022-09-15)[2023-09-30]. [https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbft/202209/t20220915\\_994045.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbft/202209/t20220915_994045.shtml).