

世界能源转型 展望 2022

1.5° C 路径

执行摘要

© IRENA 2022

除非另有说明，本出版物中的材料可以自由使用、共享、复制、印刷和/或存储，前提是需恰当确认 IRENA 为资料来源和版权所有者。本出版物中属于第三方的材料可能受单独的使用条款和限制的约束，在使用此类材料之前，可能需要获得这些第三方的相应许可。

ISBN: 978-92-9260-429-5

引用自

IRENA (2022), *World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway*, (世界能源转型展望 2022: 1.5°C 路径), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

本执行摘要为“*World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway*” ISBN: 978-92-9260-429-5 (2022) 的中文译本。如中文译本译文与英文原版的内容不一致，概以英文版为准。

下载地址: www.irena.org/publications

欲了解更多信息或向我们提供反馈，请发送电子邮件至: info@irena.org

关于 IRENA

国际可再生能源机构 (IRENA) 是国际合作的主要平台、英才中心、政策、技术、资源和金融知识库，也是推动全球能源系统转型的动力。作为成立于 2011 年的全球性政府间组织，IRENA 推进广泛采用和可持续利用各种形式的可再生能源，包括生物能源、地热、水电、海洋、太阳能和风能，以追求可持续发展、能源获取、能源安全和低碳经济的发展与繁荣。

www.irena.org

免责声明

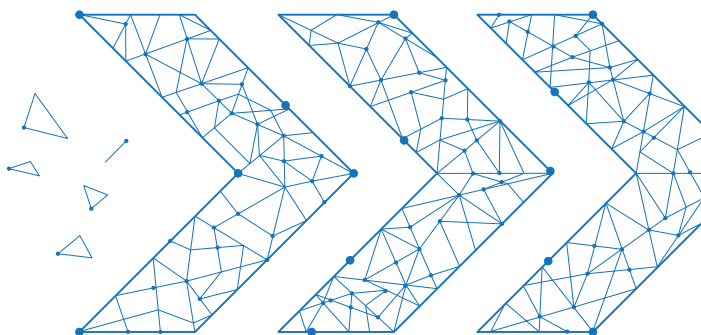
本出版物及所使用的资料均按“原样”提供。IRENA 已经采取了所有合理的措施，以验证本出版物中资料的可靠性。然而，IRENA、其任何官员、代理人、数据或其他第三方内容提供者均不提供任何明示或暗示的担保，且对使用本出版物或材料的任何后果不承担任何责任或法律责任。

本文中包含的信息不一定代表 IRENA 所有成员的观点。提及特定的公司或特定的项目或产品并不意味着 IRENA 认可或推荐这些公司或产品，认为其优先于未提及的类似性质的其他公司或产品。此处采用的名称和本材料的表述，并不意味着 IRENA 会就任何地区、国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位或对边界或边界的划定表示任何意见。

世界能源转型 展望 2022

1.5°C 路径

执行摘要



前言

鉴于当前的能源转型进展和范围，如果不立即采取快速果断的行动，我们实现 1.5°C 或 2°C 温控目标的机会将愈发渺茫，甚至遥不可及。另一方面，越来越多的国家/地区提出净零排放承诺，这表明我们已认识到当前形势的严重性和复杂性。

过去几年间，严重依赖于过时的化石燃料的能源系统不断暴露出其弱点和脆弱性。此外，目前的乌克兰危机使世界局势笼罩层层阴云，带来新的担忧和不确定性，突显出经济成本与化石燃料之间仍然存在千丝万缕的紧密联系。日常生活的很多方面都或多或少地受到了能源行业动荡的影响。在没有替代品的情况下，高昂的化石燃料价格引发了能源贫困和工业竞争力的丧失。正如政府间气候变化专门委员会最近的报告警告称，全球人民都在担心能源费用上涨和气候影响。

面对这些挑战，我们没有足够的时间逐个击破。我们不能投资于过时的能源生产、分配和消费方式，这样既不经济，也不符合未来的发展趋势。我们不止一次地发现，不可靠的能源供应会引发不确定性，能源价格过高会造成敌对和孤立，而能源污染会造成能力丧失和死亡。在任何情况下，不当的能源选择意味着经济增长放缓，并可能对人们赖以生存的生态系统造成无法弥补的损害。相比之下，高效的分布式可再生能源技术可创建一个不易受到市场冲击的系统，并通过丰富多样的供应选项和行业参与者提高弹性和能源安全水平。这种弹性也可以嵌入到不断发展的全球氢市场中，但需要在未来几年中继续进行投资，才能摆脱化石燃料并建设能够满足长期需求的基础设施。

然而，认知和行动毕竟是两回事。IRENA 的**世界能源转型展望** (WETO) 表明，在所有能源使用方面，目前的进展还远远不够。越来越多的国家和地区加入了国家自主贡献行动计划，而且各国/地区在 COP26 上做出的承诺让我们看到了希望，但对于实现我们的目标而言仍然相去甚远。2021 年联合国能源问题高级别对话强调了我们距离实现确保能源普及的承诺还有很长的路要走。诸如重新使用煤炭、加强天然气开采和进行新的石油钻探等解决方案看似短期内解决了问题，但实际上却使我们陷入危险境地。

《世界能源转型展望》(WETO) 描绘了与 1.5°C 温控目标一致的最快减排路径。该路径优先考虑了现有解决方案，以及在未来几年中最为可行的解决方案。《展望》将效率和电气化定位为主要驱动力，并由可再生能源、绿氢和可持续的现代生物能源这三驾马车共同推进。WETO 还指出，通过整体性的政策框架、大量投资和合作，能源转型可以成为创造就业机会、实现包容性经济和更公平世界的一种手段。

前言（续）



今年，WETO 研究了在 2030 年前同时满足气候解决方案和近期能源解决方案急需采取的各个步骤。优先考虑能源效率和基于可再生能源的电气化是协调多个议程最为安全的方式。与 2021 年版一样，今年的《展望》重点关注政策和社会经济影响层面，描述了各国/地区不同情况的细微差别。至关重要，WETO 2022 将正义和公平置于规划和行动的核心，从而使能源转型真正产生积极影响。文中指出，即便是在短期内（2019 年至 2030 年），这一行动方案也将提升全球 GDP 并创造 8,500 万个与能源转型相关的就业机会。

WETO 通过几个专题深入探讨了能源转型的具体挑战，报告所研究的问题是，如何确保系统能够灵活整合较高的太阳能和风能发电份额，进而取代过时的基本负载发电概念和相关市场结构。此外，该报告还分析了可持续生物质。这种物质是能源组合的重要组成部分，但需要采取精细化管理并制定长期战略。最后，今年的 WETO 讨论了关键矿产日益增长的重要性及保持这些矿产市场正常运作的途径，并同时遏制产生新的依赖关系的风险。

对于全球能源系统转型而言，今年是决定性的一年，而 WETO 可以在这个关键时刻提供帮助，指导我们接下来的行动。全世界面临着非常重要的抉择，这将决定我们是否还能实现 1.5°C 温控目标，甚至 2°C 温控目标。基于可再生能源的能源转型是避免气候变化产生最坏影响的最为现实的途径。这种途径有望提高能源安全性、提升各国的风险抵御能力，并实现更加包容、公平并适应气候变化的全球经济环境。

加快能源转型是一项紧迫而艰巨的任务。这将需要有远见的选择、严明的纪律和明智的投资。但最重要的是，这需要快速果断的行动和高水平的国际合作。作为一个国际社会，我们能做到这一点吗？我真希望能做到，我们在 IRENA 将竭尽全力实现这一目标。

**Francesco La Camera**

国际可再生能源机构总干事

2022 年，对能源转型的需求 变得更加紧迫

危机加剧凸显了对加快全球能源转型的迫切需求。在近年来的国际局势背景下，高度依赖化石燃料的集中式能源体系给全球经济造成的成本不断攀升。石油和天然气价格创下新高，乌克兰危机带来了新的担忧和不确定性。COVID-19 疫情仍在继续蔓延，阻碍经济恢复，全球人民都在担心能源费用上涨。与此同时，人为气候变化的影响在全球范围内愈加明显。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 警告说，已有 33 至 36 亿人生活在极易受到气候变化影响的环境中。

在缓解当前挑战而采取短期干预措施的同时，必须坚定不移地关注如何成功实现中长期能源转型。当今的政府肩负着一项艰巨的任务，即解决能源安全、抵御风险和能源普及的问题，而这些问题似乎又相互矛盾。面对不确定性，决策者必须以遏制气候变化并确保可持续发展的总体目标为指导。任何其他方法（尤其是投资新的化石燃料基础设施）只会使现有风险长期存在，并加剧长期存在的气候变化威胁。

加快能源转型对于长期能源安全、价格稳定和国家风险抵御能力至关重要

鉴于能源转型的进展和范围的不足，如果不立即采取快速果断的行动，我们实现 1.5°C 或 2°C 温控目标的机会将愈发渺茫，甚至遥不可及。2021 年，IRENA 强调了对当前所有能源使用策略进行大范围转变的重要性。虽然已经取得了一些进展，但远远达不到要求。与新冠疫情相关的经济刺激和复苏措施也没有抓住机会，2020 年和 2021 年 G20 的¹ 15 万亿美元经济复苏资金中只有 6% 用于清洁能源（Nahm 等人，2022）。

加快能源转型对于长期能源安全、价格稳定和加强国家的风险抵御能力也至关重要。约有 80% 的全球人口生活在纯能源进口国。由于还有大量可再生能源尚未利用，这一百分比可以大幅降低。这种巨大转变为各国提供了多样化的供应选择，进而降低其对能源进口的依赖性，并帮助各经济体免受化石燃料价格大幅波动的冲击。这一路径还将创造就业机会、减少贫困并推进包容和气候安全的全球经济发展。

对阻碍进步的计划、政策、财政制度和能源部门结构进行彻底改革是一种明智的政治选择。随着时间的推移，不作为的代价将远远超出采取行动的成本。近期的局势表明，如果没有替代能源，高昂的化石燃料价格会导致能源匮乏和产业竞争力丧失。但归根结底，要有政治意愿和决心，才能推进转型并实现一个更加包容、公平和稳定的世界。

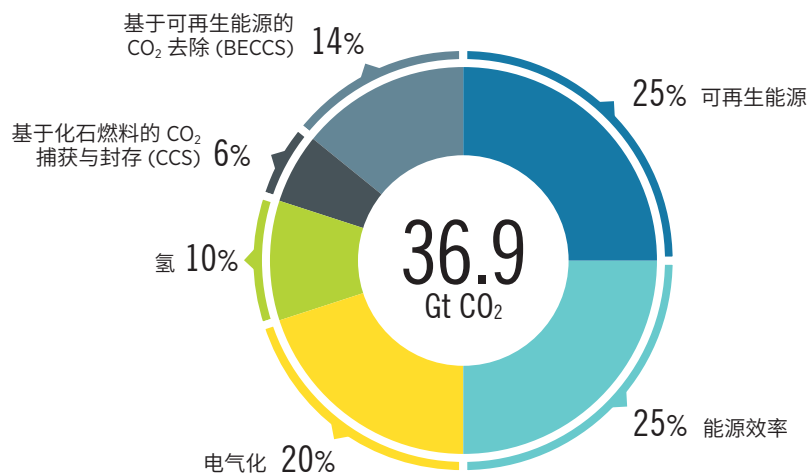
¹ 二十国集团由 19 个国家和欧盟组成。

迈向 2050 目标

IRENA 的 1.5°C 温控目标将电气化和效率定位为能源转型的关键驱动因素，并由可再生能源、氢和可持续生物质这三驾马车保驾护航。要实现这一目标，需要深刻变革全社会的能源生产和消费方式，这样才能在 2050 年前每年减少近 37 吉吨的二氧化碳排放量。可通过以下方式实现减排：

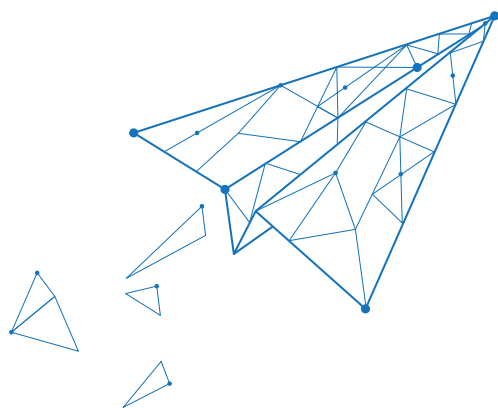
- 1) 显著提高可再生能源电力的发电量和直接使用量；
- 2) 大幅提升能源效率；
- 3) 终端用户部门电气化（例如电动汽车和热泵）；
- 4) 清洁氢及其衍生物；
- 5) 生物能源与碳捕获与封存相结合；
- 6) 通过碳捕获与封存助力“最后一英里”（见图 ES.1）。

图 ES.1 通过六大技术途径在 2050 年前减少排放



注释：减排估算包括与能源和工艺相关的二氧化碳排放以及非能源使用的排放。可再生能源包括可再生能源发电和直接利用可再生热能和生物质。能源效率包括与降低需求和提高效率有关的措施。结构变化（例如，通过直接还原铁重新布局钢铁生产）和循环经济实践是提升能源效率的一部分。电气化包括直接在运输和供热应用中使用清洁电力。氢及其衍生物包括合成燃料和原料。CCS 描述了来自点源化石燃料和其他排放过程的碳捕集及存储（主要在工业中）。BECCS 和其他脱碳措施包括电力、供热和工业中结合使用 CCS 和生物能源。

CCS = 碳捕获及存储；BECCS = 生物能源与碳捕获和储存；GtCO₂ = 十亿吨二氧化碳；RE = 可再生能源；FF = 化石燃料。



需要更加优先考虑终端用户脱碳，以减少工业、交通运输和家庭供暖对化石燃料的依赖

在大多数地区，用可再生能源发电目前是最便宜的电力选择。2010 年至 2020 年间，新投产的并网太阳能光伏 (PV) 项目的全球加权平均电力成本下降了 85%。聚光太阳能热发电 (CSP) 的相应成本下降了 68%；陆上风电下降了 56%；海上风电下降了 48%。因此，可再生能源已经成为几乎所有国家电力部门扩充产能的首要选择，并在当前投资中占主导地位。通过多年的发展，太阳能和风能技术已巩固了其主导地位，由于最近化石燃料价格不断上涨，可再生能源的经济前景更是一片大好。

终端用户脱碳是下一个前沿领域，可通过电气化、绿氢和可再生能源的直接使用提供很多解决方案。尽管全球在电力领域部署可再生能源方面取得了良好进展，但终端用户部门却处于落后状态，工业生产和家庭供暖仍然严重依赖化石燃料（见表 ES.1）。在交通运输部门中，石油继续占主导地位。在这些部门中，可再生能源的深入渗透，扩大电气化规模和提高能源效率可以在减轻对价格和供应安全的担忧方面发挥关键作用。

尽管取得了一些进展，但能源转型远未走上正轨，需要采取快速果断的行动来改变当前的发展策略。2050 年气候目标的实现取决于 2030 年前是否采取了适当的行动，未来八年对于加快基于可再生能源的能源转型来说至关重要。如果不能在近期采取相应行动，将进一步阻碍我们实现 1.5°C 气候目标。加快行动步伐是一种不留遗憾的策略，只有认真实施，才能实现公正和包容性能源转型的优势。

表 ES.1 到 2050 年的路线图 – 跟踪关键能源系统要素的 1.5°C 目标进展

指标		近年值	2050 年 ²²⁾	脱离/步入正轨
可再生能源	能源效率			
	可再生能源占发电总量的比例	26% ¹⁾	90%	
	新增可再生能源技术发电装机容量	264 GW/年 ²⁾	836 GW/年	
	年度新增太阳能光伏发电装机容量	126 GW/年 ³⁾	444 GW/年	
	年度新增风能发电装机容量	115 GW/年 ⁴⁾	248 GW/年	
	可再生能源发电投资需求	0.3 万亿美元/年 ⁵⁾	1 万亿美元/年	
	可再生能源直接利用			
	可再生能源在最终能源消耗中的占比	16% ⁶⁾	79%	
	太阳能集热器面积	2,500 万平方米/年 ⁷⁾	16,500 万平方米/年	
	现代生物能消耗 ²³⁾	18 EJ ⁸⁾	58 EJ	
能源效率	地热消耗	0.9 EJ ⁹⁾	4 EJ	
	区域供热 - 建筑物	0.4 EJ ¹⁰⁾	7.3 EJ	
	能源强度改善率	1.2%/年 ¹¹⁾	2.9%/年	
	能效投资需求	0.3 万亿美元/年 ¹²⁾	1.5 万亿美元/年	

► 续

表 ES.1 到 2050 年的路线图 – 跟踪关键能源系统要素的 1.5°C 目标进展 (续)

指标		近年值	2050 年 ²²⁾	脱离/步入正轨
电气化	最终能源消耗中直接发电占比	21% ¹³⁾ 	50% 	
	道路电动乘用车	700 万/年 ¹⁴⁾ 	14,700 万/年 	
	电动汽车充电基础设施的投资需求	20 亿美元/年 ¹⁵⁾ 	1,310 亿美元/年 	
氢	清洁制氢产量 ²¹⁾	0.8 Mt ¹⁶⁾ 	614 Mt 	
	清洁氢基础设施的投资需求	0 ¹⁷⁾	1,160 亿美元/年 	
	清洁氢消耗量 - 工业	0 ¹⁸⁾	38 EJ 	
CCS 和 BECCS	CCS 减少工业排放	捕获 0.04 GtCO ₂ /年 ¹⁹⁾ 	捕获 3.4 GtCO ₂ /年 	
	BECCS 等减少工业排放	捕获 0.001 GtCO ₂ /年 ²⁰⁾ 	捕获 5.0 GtCO ₂ /年 	

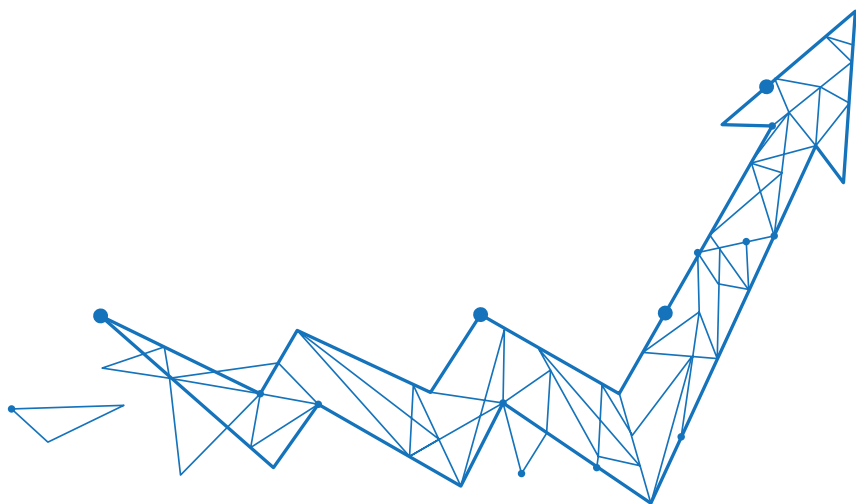
注释： 最近几年指标的具体情况：[1] 可再生能源占发电总量的份额 (2019)，[2] 新增可再生能源技术装机容量 (2020)，[3] 年度太阳能光伏增加量 (2020)，[4] 年度风能增加量 (2020)，[5] 可再生能源发电投资需求 (2019)，[6] 可再生能源在最终能源消耗中的份额 (2019)，[7] 太阳能集热器面积 (2020)，[8] 现代生物能源消耗 (2019)，[9] 地热消耗 (2019)，[10] 区域供热 (2019)，[11] “1.2%/年” 代表 2018 (1.2%)、2019 (2.0%) 和 2020 年的平均能源强度改进 (0.5%)，[12] 能源效率的投资需求 (2019)，[13] 直接电力在最终能源消耗中的份额 (2019)，[14] 道路电动乘用车（包括两种插电式混合动力汽车和电池电动汽车）销量 (2021)，[15] 电动汽车充电基础设施的投资需求 (2019)，[16] 清洁氢生产 (2020)，[17] 清洁氢基础设施的投资需求 (2019)，[18] 清洁氢消耗 - 工业 (2018)，[19] CCS 减少工业排放 (2020)，[20] BECCS 和其他减少工业排放 (2020)，[21] 清洁氢这里指的是可再生能源电解产生的氢气（绿氢）和天然气结合蒸汽甲烷重整（蓝氢）产生的氢气（蓝氢），[22] 2050 列中的参数与每年的数值，代表 2020-2050 年期间的年平均气温达到 1.5°C 的目标，[23] 现代生物能源消费包括现代生物质和生物燃料的使用。技术途径的详细版本及其影响可在第 2.2 节相应的 KPI 中找到。

2030 年前的首要任务

2022 年版的《世界能源转型展望》列出了利用目前可大规模部署的解决方案，实现 2030 年里程碑的首要任务和行动。要取得进展将取决于政治意愿、目标明确的投资和技术组合，取决于将其落实到位并优化其经济和社会影响的一揽子政策。相关首要任务在以下内容中进行了讨论；必须同时执行这些任务，才能使能源转型步入实现 1.5°C 目标的正轨。

坚决使用清洁的替代能源（特别是可再生能源）来代替煤炭，这一点非常重要。近几个月来，天然气短缺和高价导致全球煤炭淘汰速度放缓，这为更积极部署可再生能源提供了更有力的理由。显然，对于严重依赖煤炭的国家而言，逐步淘汰煤炭是一项复杂的任务，特别要考虑如何使受影响的工人和社区能够公平公正地实现过渡。因此，共同行动和国际合作对于及时取得进展至关重要。此外，还必须解决工业用煤的代替问题，因为有近 30% 的煤炭用于钢铁和水泥等行业。未来几年对于这些部门的创新、行业行动和国际合作将具有决定性意义。

逐步淘汰化石燃料资产应与消除市场扭曲和激励能源转型解决方案的措施同步进行。这将涉及逐步取消化石燃料补贴，并确保燃烧化石燃料的全部成本（环境、健康和社会成本）能在价格上反映出来，进而消除现有的市场扭曲。为增强与能源转型相关的解决方案的竞争力，应积极实施并调整包括碳定价在内的财政政策。在执行此类干预措施时，应仔细评估其对社会和公平性的影响，尤其是对低收入人群的影响，以确保其不会加剧能源贫困或产生其他社会倒退影响。



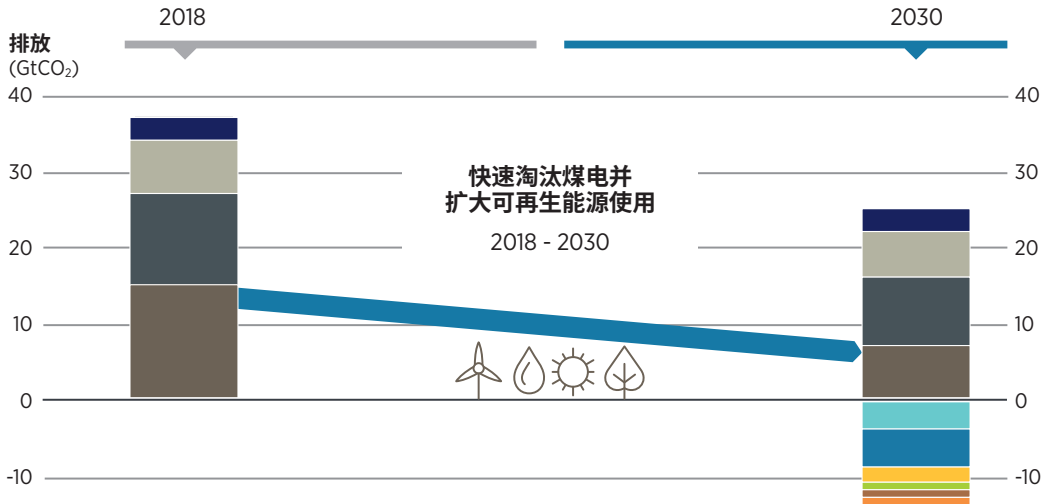


为了实现 1.5°C 目标，电力部门必须在本世纪中叶彻底脱碳，并通过太阳能和风能主导能源转型

根据 IPCC 的建议，发展可再生能源和执行积极的能源效率战略是在 2030 年前将排放量减半的最为现实的途径（见图 ES.2）。在电力部门，可再生能源的部署速度比其他能源更快、成本更低。但是要实现 IPCC 目标，每年新增的可再生能源发电装机容量将必须达到当前部署速度的三倍。必须满足合适的条件，才能实现这种增长。而且，尚不成熟的技术（例如海洋能和 CSP）特别需要特定的技术目标和政策来提供支持。

需要对基础设施进行升级、现代化改造和扩建，以提高系统弹性并为多元化互连系统构建灵活性，以消纳大量波动性可再生能源。多种灵活性组合具有更高的经济性，这打消了很多人认为只有化石燃料才能整合更多波动性太阳能和风能的想法。但是，除了采用多种技术解决方案之外，不论市场经济模式类型如何，市场都需要做出调整以顺应这种趋势。当前的能源结构自化石燃料时代发展而来，旨在降低具有不同燃料和机会成本的大型集中式发电厂的运营成本。在波动性可再生能源时代，电力采购应考虑分布式发电技术的特点，即没有燃料或机会成本。

图 ES.2 减少排放 2018-2030



到 2030 年，可再生能源占发电总量的份额必须增加到 65%。

- 在这十年中需新增 8,000 GW 可再生能源装机容量。
- 陆上风电装机容量为 3,000 GW，是 2020 年的 4 倍。
- 海上风电装机容量增至 380 GW，是 2020 年的 11 倍。
- 太阳能光伏装机容量达到 5,200 GW，是 2020 年的 7 倍多。
- 水电装机容量将增加到 1,500 GW，比 2020 年多 30%。
- 采用其他可再生能源技术的装机容量达到 750 GW，比 2020 年增长六倍。

直接电力在最终能源消耗总量 (TFEC) 中的份额必须从 21% 上升到 30%；能源效率措施的部署必须增加 2.5 倍。

- TFEC 从目前的 390 EJ 下降到 370 EJ。
- 扩大能源服务的电气化，特别是在运输部门。
- 提高能源效率标准并改造现有建筑物。
- 工业工艺变更、产业转移和循环经济实践。

到 2030 年，最终用途部门的直接可再生能源占比必须从 2019 年的 12% 增长到 19%。

- 到 2030 年，氢消耗量至少达到 19 EJ。
- 工业中生物能源和原料的总消耗量将增至 25 EJ，是 2019 年的 2.5 倍。
- 太阳能热、地热和区域供热解决方案将增至 60 EJ，是 2019 年水平的 1.3 倍。
- 生物燃料在交通能源消耗中的份额将从 2019 年的 3% 增加到 13%。
- 增加生物航空燃料的使用，使其到 2030 年在总燃料消耗量中的占比达到 20%。

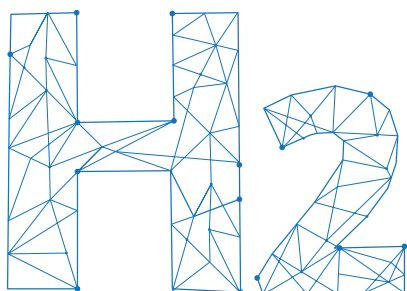
注释：GW = 吉瓦；Gt = 吉吨；CCS = 碳捕获及存储；BECCS = 生物能源与碳捕获和储存。

到 2030 年，绿氢应该从利基市场转为主流。在 2021 年，电解槽的装机容量仅为 0.5 GW；到 2030 年，累计装机容量需要增长到约 350 GW。氢能目前引起了极大的政策关注度，应在未来几年采取实际行动，开拓全球市场并降低成本。就这一点而言，应制定标准和来源保障认证制度，以及弥补绿色解决方案成本差距的支持计划，进而确保氢能长期为气候行动做出有意义的贡献。

到 2030 年，现代生物能源对满足能源需求（包括对原料的需求）的贡献必须增加两倍。与此同时，需要用清洁的烹饪解决方案代替传统的生物质应用（例如柴火）。可以扩大生物质供应的范围，但是需要细致管控，以确保可持续性并尽量减少不利后果。促进生物能源广泛使用的政策需要与强有力的、得到论证的可持续发展程序和法规相结合。

到 2030 年，出售的大多数汽车应该是电动汽车。电动汽车是能源转型进程中的一盏明灯，电动汽车销售量在 2021 年已占全球汽车销量的 8.3% (EV-Volumes, 2022)。这一份额在未来几年中将迅速攀升。电池年生产能力将在 2021 年至 2025 年之间翻两番，达到约 2,500 GWh。然而，电动汽车的增长最终取决于未来十年充电基础设施的大规模增加、促进电动汽车普及的金融和财政激励措施、充电设施强制安装政策，以及对内燃机汽车的禁令。此外，应大力减少出行需求，提倡尽可能改乘公共交通工具和自行车。

所有新建筑物都必须节能，并应大幅提高节能改造率。改进建筑物的措施和法规可在短期内产生巨大影响。要实现供热和供冷脱碳，将需要改变建筑规范、家用电器能效标准，以及对基于可再生能源的供热和供冷技术的要求，包括太阳能热水器、基于可再生能源的热泵和地热供暖。在未来几十年中，必须继续展开供热和供冷脱碳工作，而且上述措施应立即落实到位。



加速部署绿氢和可持续生物质是使难以减排的行业实现脱碳目标的关键解决方案，同时也有助于能源安全

现在是时候采取紧急行动了；
各国需要制定更为远大的目标
并实施相关措施，以提高能源
效率和可再生能源的部署水平

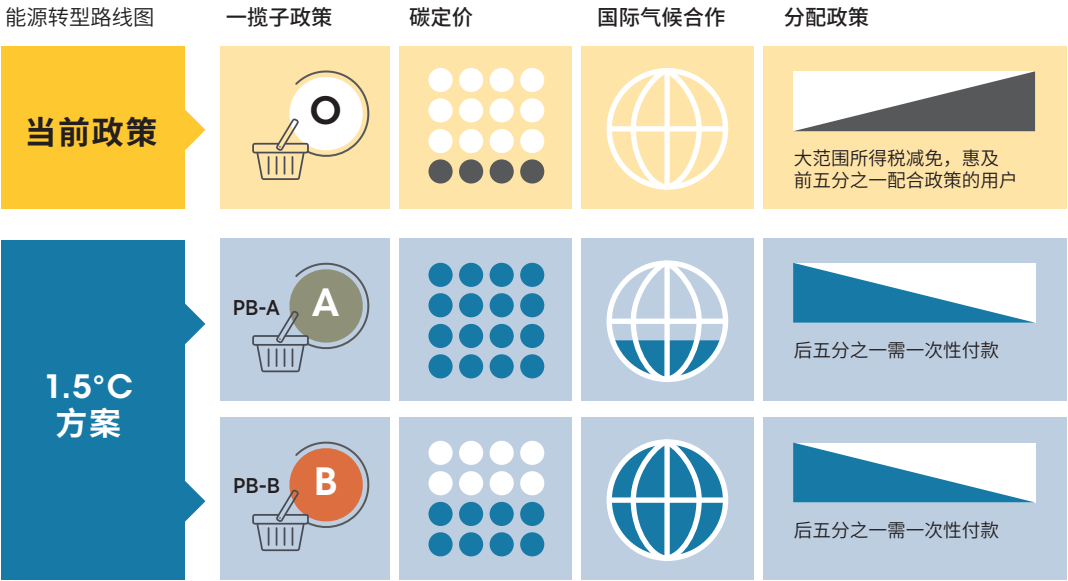
需求侧管理将有助于在短期内缓解多重挑战所带来的压力，同时有助于能源和材料供应的长期安全。能源系统转型不仅仅是改变能源种类，还涉及确保各个部门对能源的有效利用。从中长期来看，创新、回收和循环经济可在追求效率方面发挥重要作用。未来几年，在上述所有六种技术途径的价值链上，对研发 (R&D) 和试点项目的投资将有所提高。与此同时，还应努力减少不必要的能耗，摆脱基于不断增加能耗的系统。

根据 2015 年《巴黎气候协定》制定的国家能源计划和国家自主贡献目标必须足够坚定，这样才能确定方向并指导投资战略。《格拉斯哥气候公约协议》要求有关各方在 2022 年底前，根据《巴黎协定》确定的 1.5°C 目标，重新审议并加强其国家自主贡献 (NDC) 中的 2030 年目标。除了修订 NDC 并提高目标外，有关各方还需制定国家实施计划，明确定义目标，如能效、可再生能源和终端使用目标。

要在 2030 年前实现必要的部署水平，需要制定一套涵盖所有技术途径的全面策略。部署策略应支持市场创立，进而促进技术成本降低、扩大投资规模和水平，并使之符合能源转型需求。需要强有力的制度来协调结构合理和公正的过渡政策，并管控潜在的偏差。只有整体性的全球政策框架才能将各国团结起来，统筹完成公正过渡，不让任何一个国家掉队，并加强资金、能力和技术的国际流动。

IRENA 的社会经济分析表明，积极的政策和监管措施在能源转型中体现出更多优势。为了深入了解各种一揽子政策所带来的影响，我们在敏感性分析中研究了目标更远的能源转型路径，即 1.5°C 方案。该方案可能会带来各种不同的社会经济结果，具体取决于国际合作、碳定价、先进的财政措施和其他政府计划（分配政策）的差异。图 ES.3 说明了当前一揽子政策 (PB-O) 与本敏感性分析中 1.5°C 方案使用的一揽子政策（一揽子政策 A 和 B）之间的主要区别。

图 ES.3 本分析中考虑的一揽子政策之间的概念差异



一揽子政策 A (PB-A) 需要相对较高的碳税和相对较低的国际合作水平（即有限流动，但仍高于目前的承诺）。

另一方面，一揽子政策 B (PB-B) 征收的碳税较低（但仍然高于目前的实际水平），同时加强了国际合作。

一揽子政策 O (PB-O) 现行政策。

分配政策：1.5°C 方案和现行政策之间的另一个关键区别在于财政收支参与解决分配问题的程度。PB-A 和 PB-B 都采用了更先进的国家分配政策。在 1.5°C 方案下，从一揽子政策 A 转向 B 的主要影响是社会经济利益分配的显著改善，这主要归因于国际合作水平（国家分配政策之间）的提高，碳定价的降低和国内分配政策的改善。在更加积极的 PB-B 之下，世界上绝大多数人的生活都会过得更好。

前方之路

1.5°C 方案将要求在 2030 年前每年投资 5.7 万亿美元。这种投资决策历时长久，资产搁浅的风险很高，因此应以长期逻辑为指导。IRENA 估计，每年在化石燃料上的投资中应有 7 千亿美元转向能源转型技术。消除市场扭曲的措施，加上能源转型解决方案的激励措施，将有助于资金结构的必要变化。预计大部分额外资本将来自私营企业。但是，公共融资还必须增加一倍，以此促进私人融资，并创造一个有利环境，进而在快速过渡的同时确保实现最佳社会经济成果。

到 2030 年，符合 1.5°C 目标的能源转型方案创造的能源转型相关工作岗位有望比 2019 年多出 8,500 万个，并支持全球国内生产总值 (GDP) 的增长。可再生能源领域可新增 2,650 万个工作岗位，能源效率、电网与灵活性以及氢能领域可新增 5,830 万个工作岗位，足以抵消化石燃料和核工业损失的 1,600 万个工作岗位。要满足填补这些新创造的工作岗位所需的人力资源能力，需要扩大教育和培训计划的规模，采取更多措施，建立具有包容性和性别平衡的过渡劳动力结构。虽然全球 GDP 在 1.5°C 温控目标下有所提高，但本报告中的分析表明，区域和国家层面的差异将在很大程度上取决于政策和监管措施以及经济援助和知识的国际合作流动。

最大的能源消费国和碳排放国在 2030 年前将必须实施最雄心勃勃的计划和投资。这将需要超越长期脱碳承诺，并制定具体的短期和中期操作目标、计划和政策。G20 和 G7 国家在领导国际层面的全球能源转型工作中发挥着至关重要的作用。必须向较贫困的国家提供资金和知识，以建设一个更具包容性和公平性的世界。

对于全球和大多数国家而言，在 1.5°C 温控目标下获得的社会经济利益比常规环境下获得的更高。但是，为了支持这些积极的结果，必须出台积极的政策和计划。正如本报告中所分析的那样，这些政策的主要影响是明显改善了跨社会和地域转型的社会经济利益分配。



基于可再生能源的能源转型有助于同时解决多个问题：能源负担能力、能源安全和气候危机

IRENA 的能源转型福利指数表明，1.5°C 温控目标可明显改善全球福利。该指数具有五个维度²，全面介绍了转型对社会经济的影响。以下见解值得特别关注：

- 评估政策对转型路线图中社会经济足迹的影响可以更好地理解转型的实际情况。政策制定部门应仔细研究这些影响并调整其计划，以确保实现气候政策的最大共同利益。
- 在国内和国际实施更积极的财政和监管措施和计划，将缓和碳税的累退影响，同时改善转型收益和负担的分配。
- 实现符合气候目标的快速转型需要支持高水平国际合作的政治承诺。到 2030 年，国际气候合作应在目前水平上大幅增加。展开更高水平的国际合作并出台更先进的分配政策将确保能源转型的公平公正。

在 2030 年前普及现代能源是实现与 1.5°C 目标相一致的公正和包容的能源转型的重要支柱。尽管取得了一些进展，但联合国可持续发展目标 7 的普遍能源获取目标仍很难实现。2019 年，全球估计有 7.58 亿人无电可用，26 亿人无法获得清洁的烹饪燃料和技术。以当前的轨迹发展，全球能源普及目标将难以实现。分布式可再生能源解决方案可以在解决能源获取问题方面发挥关键作用，同时支持跨部门提供基本服务和创收活动。

2022 年带来了新的挑战，能源价格迅速上涨，能源安全问题日趋严重。与此同时，我们离 1.5°C 的气候目标渐行渐远；如果不立即采取果断行动，这个目标将永远无法实现。本《世界能源转型展望》阐明了如何通过加速能源转型来解决这两个议程，同时扩大可再生能源在各行各业的部署。开发更多可再生能源的商业理由越来越充分，其优势也愈加广泛。但是，我们需要明确的计划和策略。现在是时候采取行动了。到 2030 年的剩余时间是一个关键的里程碑，可确保仍有可能在 2050 年实现 1.5°C 目标。

² 经济、社会、环境、分配和能源普及。

ISBN: 978-92-9260-429-5

www.irena.org

