

2023 年 世界能源 转型展望

1.5°C 路径

执行摘要

© IRENA 2023

除非另有说明，本出版物中的材料可以自由使用、共享、复制、翻印、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。

引用

IRENA (2023), *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway (2023 年世界能源转型展望：1.5°C 路径)*，International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

本执行摘要翻译自“*World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway*”

国际标准图书编号：978-92-9260-527-8 (2023)。如中文译本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：publications@irena.org

关于 IRENA

国际可再生能源署 (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、地热、水电、海洋能、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，无论是 IRENA 还是其任何官员、代理人、数据或其他第三方内容提供者均不提供任何形式，包括明示或暗示的担保，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。

目录

前言	04	图片	
执行摘要	06	图 S1	能源转型的主要障碍和解决方案.....13
长期存在的投资差距	11	图 S2	全球整体经济下的就业情况，按驱动因素分列的 PES 和 1.5°C 情景之间的平均百分比差异，2023-2050.....16
克服转型障碍	12	图 S3	全球能源部门在 PES 和 1.5°C 情景下的工作岗位，2021-2050.....17
建立基于可再生能源的能源系统结构 ..	14	图 S4	各地区可再生能源工作岗位的比例，2050.....18
就业和生计	16		
能源转型的社会经济影响	19		
前进之路：优先开展大胆的变革行动 ..	20		
重塑国际合作关系	21		
场景	23	表格	
		表 S1	跟踪能源系统关键组成部分的进展情况，以实现 1.5°C 情景..... 08



前言

IPCC 第六次评估报告《综合报告》传达了一个令人警醒的信息 - 我们坚持 1.5°C 路径的整体能力明显不足。在这十年中，我们能否成功减少温室气体排放将决定全球气温升幅能否控制在 1.5°C 甚至 2°C 之内。气温每上升零点几度所引起的后果都不容小觑，尤其对于那些世界上最脆弱的人群，他们已经饱受气候变化所带来的破坏性影响。无论是洪水、干旱还是火灾，气候引发的灾难无处不在，这表明我们迫切需要纠正行动方向。

在到 2030 年之前的这段时间内，我们必须实现可持续发展议程的目标，同时完成大幅减排。能源在纠正气候行动方向和实现可持续发展方面发挥着重要作用。IRENA 在《世界能源转型展望》中提出的 1.5°C 路径将电气化和能效定位为关键的转型驱动因素，并通过可再生能源、清洁氢气和可持续生物质能加以实现。世界各国正在越来越多地将这些技术途径作为其气候行动以及经济、能源安全和普及战略的核心。

2023 年世界能源转型展望第 1 卷通过跟踪所有能源部门的实施情况和差距，概述了相关进展情况。材料表明，我们目前取得的大部分进展是在电力行业，并在其技术、政策和创新的良性循环方面均取得了长足进步，但实施的规模和程度远远达不到实现 1.5°C 路径目标的要求。还有一个同样令人担忧的问题是，这些部署具有地理集中性，仍然局限于少数几个国家和地区。过去十年中，这种情况一直存在，其将全球近一半人口排除在外，特别是那些对能源获取需求巨大的国家的人口。

发展可再生能源具有充分的商业理由，但化石燃料时代制定的制度和结构造成了根深蒂固的障碍，并将继续阻碍能源转型的进展。《世界能源转型展望》提出了克服这些障碍的愿景。该报告提出了奠定前进道路基础的三大支柱：第一，建设必要的基础设施，并对电网、陆路和海路进行大规模投资，以适应新的生产地点、贸易模式和需求中心；第二，推进不断发展的政策和监管架构，以促进有针对性的投资；最后，从战略角度出发，重新调整机构能力，以帮助确保其技术和能力与我们希望建立的能源系统相匹配。

这也要求对国际合作方式进行重新调整。多边融资机构应优先建设支撑新能源体系的基础设施。这将促使各方同时协调一致地处理有关发展和气候的优先事项，激发良性的经济和社会动力。重要的是，这将使私营部门能够投资那些目前面临高资本成本等障碍的国家和地区。这种资金大部分应以优惠贷款的形式提供，而对于最不发达国家 (LDC) 和小岛屿发展中国家 (SIDS) 等最脆弱的国家来说，则需要提供一部分赠款资金。

长期以来，IRENA 的工作一直强调对能源转型应采取整体方法的必要性，不仅包括技术发展方面，还包括社会经济方面。我们需要明白，随着世界从化石燃料到可再生能源的转型以及能源效率的提高，必将会发生意义深远的变革。

2023 年世界能源转型展望第 2 卷讨论了 IRENA 的 1.5°C 情景下的社会经济影响，并与第 1 卷中提出的两个 IRENA 路线图之一的已规划能源情景进行了比较。相关内容以 IRENA 的宏观计量经济学建模工作为基础，使政策制定者能够深入了解，与当前政策环境相比，经济活动、就业和福祉在 1.5°C 路径下可能会受到怎样的影响。这种分析可以帮助各国制定政策，以最大限度地发挥能源转型的优势并减轻调整负担。

任何结构性经济变革都会产生赢家和输家；因此，要确保所有地区和人民都能受益，就需要制定一整套政策。这些政策必须以一种认知为指导，即能源部门对整个经济中的所有人类活动都至关重要；经济的存在归根结底是为了服务于人类福祉；经济和社会依赖于地球生态系统的完整性。

成功的决策绝不能仅限于能源部门；各政府部门和利益攸关方均应参与有关能源转型的决策。本卷与前几期《展望》所传达的信息相呼应，概述了实现公正有效的能源转型所需的全面、整体的政策框架。

《巴黎协定》体现的集体承诺是确保世世代代都能有一个气候安全的生存环境。时间紧迫，我们根本无法继续循序渐进地进行变革，也没有时间使一个新的能源系统像化石燃料系统那样在几个世纪内逐步发展。

能源转型还必须成为一种战略工具，以实现更加公平且更具包容性的世界。

《联合国气候变化框架公约》第 28 届缔约方大会 (COP28) 和全球碳盘点不能只是确认我们与 1.5°C 路径间的差距，同时还要提供战略性蓝图，帮助我们重回正确的轨道。我相信这期世界能源转型展望可以为我们在这一重要气候行动里程碑之后采取的集体行动提供重要的参考意见。



Francesco La Camera
IRENA 总干事



能源转型已偏离轨道。新冠肺炎疫情的余波和乌克兰危机的连锁反应进一步加剧了能源转型所面临的挑战。我们到了岌岌可危的时刻了 - 全球气温每变化零点几度都可能对自然系统、人类社会和经济造成重大而深远的后果。

要将全球温升控制在 1.5°C 的范围内，就必须在 2022 年的基础上将二氧化碳 (CO₂) 排放量减少约 37 千兆吨 (Gt)，并到 2050 年实现能源部门的净零排放。尽管取得了一些进展，但就目前能源转型技术的部署来说，要实现《巴黎协定》到本世纪末将全球温升限制在工业化前水平 1.5°C 范围内的目标，与我们所需的水平仍存在巨大差距。要实现与 1.5°C 匹配的路径，就必须全面转变社会消费和生产能源的方式。

目前的承诺和计划远未达到 IRENA 1.5°C 路径的要求，并将导致 2050 年出现 16 Gt 的减排缺口。与 2022 年的水平相比，如果能全面落实国家自主贡献 (NDC)、长期温室气体低排放发展战略 (LT-LEDS) 和净零排放目标，就可到 2030 年将 CO₂ 排放量减少 6%，到 2050 年将该排放量减少 56%。然而，大多数气候承诺尚未转化为详细的国家战略和计划（通过政策和法规加以实施），或者没有得到足够的资金支持。根据 IRENA 的已规划能源情景，到 2050 年，与能源相关的减排缺口预计将达到 34 Gt。这突出表明我们迫切需要采取全面行动来加快转型。

我们每年需要增加约 1,000 GW 可再生能源，以确保 1.5°C 的气候目标可实现。在 2022 年，全球新增可再生能源发电装机容量约 300 GW，占总新增发电装机容量的 83%，而化石燃料和核能新增发电装机容量一共仅占 17%。可再生能源在量和占比上都需要大幅增长，而这在技术上和经济上都是可行的。

政策和投资并没有始终朝着正确的方向发展。尽管 2022 年新增可再生能源发电装机容量创下纪录，但由于很多国家的政府设法缓解高能源价格对消费者和企业的冲击，这一年的化石燃料补贴也达到了有史以来的最高水平。2022 年，全球对所有能源转型技术的投资达到了创纪录的 1.3 万亿美元，然而化石燃料的资金投入几乎是可再生能源投资的两倍。可再生能源和能源效率的提高是实现气候承诺以及能源安全和能源负担能力目标的最佳途径，因此各国政府需要加倍努力地确保投资步入正轨。

成果和目标之间的差距每一年都在不断扩大。IRENA 的能源转型指标 (表 S1) 表明，从深化交通和供热最终用途部门的电气化，到直接使用可再生能源、提高能源效率和增加基础设施，都需要大幅加速各能源部门和技术领域的发展。要到 2030 年和 2050 年达到 IPCC 确定的 1.5°C 路径减排水平，本就是一个巨大的挑战，而拖延只会加剧这一挑战 (IPCC, 2022a)。这种进展落后还将增加未来的投资需求，且日益恶化的气候变化影响所造成的成本也将增加。

表 S1 跟踪能源系统关键组成部分的进展情况，以实现 1.5°C 情景

指标	近些年	2030 ¹⁾	2050 ¹⁾	进展 (偏离目标/符合目标)
基于可再生能源的电气化				
可再生能源在发电中的占比	28% ²⁾	68%	91%	
新增可再生能源发电装机容量	295 GW/年 ³⁾ +++++	975 GW/年 ⁴⁾ +++++	1,066 GW/年 +++++	
年新增太阳能光伏发电装机容量	191 GW/年 ³⁾ ●	551 GW/年 ⁵⁾ ●	615 GW/年 ●	
年风能发电装机容量	75 GW/年 ³⁾ ●	329 GW/年 ⁶⁾ ●	335 GW/年 ●	
可再生能源发电的投资需求	4,860 亿美元/年 ⁷⁾	1.3 万亿美元/年	1.38 万亿美元/年	
电网和灵活性的投资需求	2,740 亿美元/年 ⁸⁾	6,050 亿美元/年	8,000 亿美元/年	
最终用途部门和区域供暖中直接使用的可再生能源				
可再生能源在最终能源消费中的占比	17% ⁹⁾	35%	82%	
太阳能集热器面积	5.85 亿 m ² /年 ¹⁰⁾ ■	15.52 亿 m ² /年 ■	38.82 亿 m ² /年 ■	
生物能源的现代使用(直接使用)	21 EJ ¹¹⁾ ■	46 EJ ■	53 EJ ■	
地热消耗(直接使用)	0.9 EJ ¹²⁾ ■	1.4 EJ ■	2.2 EJ ■	
基于可再生能源的区域供暖	0.9 EJ ¹³⁾ ■	4.3 EJ ■	13 EJ ■	
可再生能源最终用途部门和区域供暖的投资需求	130 亿美元/年 ¹⁴⁾	2,900 亿美元/年 ¹⁵⁾	2,100 亿美元/年	

可再生能源

▶ 待续

(接上页) 表 S1 跟踪能源系统关键组成部分的进展情况，以实现 1.5°C 情景

指标		近些年	2030 ¹⁾	2050 ¹⁾	进展 (偏离目标/符合目标)
能源效率	能源强度改善率	1.7%/年 ¹⁶⁾	3.3%/年	2.8%/年	
	节能和能效的投资需求 ¹⁷⁾	2,950 亿美元/年 ¹⁸⁾	1.78 万亿美元/年	1.525 亿美元/年	
电气化	直接电力在最终能源消费中的占比	22% ¹⁹⁾	29%	51%	
	道路上的电动乘用车	1,050 万 ²⁰⁾	3.6 亿	2.18 亿	
	电动汽车充电基础设施和采用支持的投资需求	300 亿美元/年 ²¹⁾	1,370 亿美元/年	3,640 亿美元/年	
	热泵的投资需求	640 亿美元/年 ²²⁾	2,370 亿美元/年	2,300 亿美元/年	
氢	清洁制氢	0.7 公吨/年 ²³⁾	125 公吨/年 ²⁴⁾	523 公吨/年 ²⁵⁾	
	电解槽装机容量	0.5 GW ²⁶⁾	428 GW	5,722 GW	
	清洁氢及其衍生品基础设施的投资需求 ²⁷⁾	11 亿美元/年 ²⁸⁾	1,000 亿美元/年	1,700 亿美元/年	
CCS 和 BECCS	CCS/U - 排放减少	0.04 GtCO ₂ 捕集量/年 ²⁹⁾	1.4 GtCO ₂ 捕集量/年	3.2 GtCO ₂ 捕集量/年	
	BECCS 和其他减少总排放量的方法	0.002 GtCO ₂ 捕集量/年 ³⁰⁾	0.8 GtCO ₂ 捕集量/年	3.8 GtCO ₂ 捕集量/年	
	脱碳和基础设施的投资需求	64 亿美元/年 ³¹⁾	380 亿美元/年	1,070 亿美元/年	

► 注：请参见下一页

2023 年世界能源 转型展望

表 S1 注： [1] 2023 - 2030 年和 2023 - 2050 年期间达到 1.5°C 目标所需的年均投资分别在 2030 年和 2050 年的“投资”行中显示。近年来的所有投资数据均以美元现值计算；近年来用于相关指标的具体数据如下： [2] 2020； [3] 2030 年和 2050 年的净新增装机容量不包括报废设备的替换存量 [4] 2022； [5] 2022； [6] 2022； [7] 2022； [8] 2022； [9] 2020； [10] 2021； [11] 2020 - 不包括非能源用途； [12] 2020； [13] 2020； [14] 可再生能源在最终用途部门、区域供暖、生物燃料和生物基创新燃料方面的所需未来投资； [15] 2022； [16] 最近几年的数值是 2010 年至 2020 年的平均值； [17] 未来对节能和能效的投资包括对生物基塑料和有机材料、化学和机械回收以及能源回收的投资； [18] 2021； [19] 2020； [20] 2022； [21] 2022； [22] 2022； [23] 2021； [24] 到 2030 年，电制氢的占比将达到 40%； [25] 到 2050 年，电制氢的占比将达到 94%； [26] 2022； [27] 电解槽、基础设施、H₂ 站、燃料补给设施和长期储能的未来所需投资； [28] 2022； [29] 包括天然气加工、氢气、其他燃料供应、电力和热力、工业、运行中设施的直接空气捕集中的 CO₂ 捕集，2022； [30] 当前总捕集量与燃料供应量相对应，2022； [31] 2022。CCS/U = 碳捕集与封存/使用；BECCS = 生物能源、碳捕集与封存；EV = 电动汽车；RE = 可再生能源；yr = 年份；m² = 平方米；EJ = 百亿亿焦耳；Gt = 千兆吨。



在 IRENA 1.5°C 情景中，可再生能源在全球能源结构中的比例应从 2020 年的 16% 增加到 2050 年的 77%。

由于能源效率的提高和可再生能源的增长，一次能源供应总量将保持稳定。可再生能源使用量将在所有最终用途部门中增加，而要实现运输和建筑等行业的高电气化率，则需要到 2050 年将可再生能源发电装机容量增加到 2020 年的 12 倍。从全球来看，在 1.5°C 情景下，从 2023 年到 2050 年，年均新增可再生能源发电装机容量需要达到 1,066 GW。

在 1.5°C 情景下，到 2050 年，电力将成为主要的能源载体，占最终能源消耗总量的 50% 以上。可再生能源的部署、能源效率的提高和最终用途部门的电气化都将有助于这一转变。此外，现代生物质能和氢能也将发挥更重要的作用，到 2050 年分别达到最终能源消耗总量的 16% 和 14%。

到 2050 年，在 1.5°C 情景下，94% 的氢能将来自可再生能源制氢。氢能将在最终用途部门的脱碳和电力系统的灵活性方面发挥关键作用。1.5°C 情景设想，由于效率的提高、可再生能源的部署以及行为和消费模式的变化，2020 年至 2050 年的最终能源消耗总量将减少 6%。

长期存在的投资差距

要到 2050 年实现 1.5°C 目标，累计需要投资 150 万亿美元，平均每年需要投资超过 5 万亿美元。尽管在 2022 年全球对所有能源转型技术的投资达到创纪录的 1.3 万亿美元，但必须将每年的投资增加四倍以上，才能符合 1.5°C 路径的要求。与已规划能源情景相比（根据该计划，需要累计投资 103 万亿美元），到 2050 年还需要额外累计投资 47 万亿美元，才能符合 1.5°C 路径的要求。因此，必须将在已规划能源情景中目前设想的每年约 1 万亿美元的化石燃料技术投资转向能源转型技术和基础设施。

可再生能源投资仍然集中在少数几个国家，而且只侧重于少数几种技术。2022 年，可再生能源投资（包括电力和最终用途部门）达到 0.5 万亿美元（IRENA 和 CPI，2023）；然而，这仅约为 1.5°C 情景下可再生能源每年平均所需投资的三分之一。此外，全球 85% 的可再生能源投资仅惠及不到 50% 的世界人口，而 2022 年非洲可再生能源新增发电装机容量仅占总新增发电装机容量的 1%（IRENA, 2023a；IRENA 和 CPI，2023）。2021 年对离网可再生能源解决方案的投资为 5 亿美元（IRENA 和 CPI，2023），远低于到 2030 年之前每年所需的 150 亿美元。尽管有许多技术可供选择，但大多数投资都集中在太阳能光伏和风力发电领域，其中 95% 的资金都投向了这些技术（IRENA 和 CPI，2023）。需要有更多的资金流向其他能源转型技术，如生物燃料、水电和地热能，以及除电力行业外，可再生能源在最终能源消费总量中所占份额较低的其他行业（如供暖和运输）。

从 2013 年到 2020 年，全球可再生能源投资的 75% 来自私营部门。然而，私人资本往往流向相关风险最小的技术和国家，无论这些风险是真实的还是想象的。2020 年，太阳能光伏领域 83% 的投资承诺来自私人融资，而地热和水电主要依赖公共财政，2020 年这两个领域中的技术投资分别只有 32% 和 3% 来自私人投资者（IRENA 和 CPI，2023）。要以更公平的方式将投资引向国家和技术，必须要有更强有力的公共部门干预。

公共财政和政策应吸引私人资本，但要扩大投资的地域和技术多样性，就需要有针对性的大规模公共捐助。多年来，政策的侧重点一直是调动私人资本。发展中世界迫切需要公共资金来投资基本的能源基础设施，并推动对成熟度较低的技术（特别是在供暖和运输或合成燃料生产等最终用途部门），以及对私人投资者很少涉足的领域的投入。否则，南北投资差距可能会继续扩大。

克服转型障碍

政策制定者需要在被动的应对措施和主动的能源转型战略之间取得适当的平衡，以促进更具韧性、包容性和气候安全的能源系统。造成当前危机的几个根本原因在于基于化石燃料的能源系统，如过度依赖少数燃料出口国、能源生产和消费效率低下且浪费严重，以及缺乏对负面环境和社会影响的考虑。基于可再生能源的能源转型可以减少或消除其中的许多问题。因此，做出变化的速度将决定国家层面的能源安全以及经济和社会韧性的水平，并为改善全球人类福祉创造新的机会。

要在全球范围内加快进度，就必须摆脱化石燃料时代建立的结构和系统。能源转型可以成为一个工具，用来积极塑造一个更加平等和包容的世界。这意味着要在基础设施、政策、劳动力和机构方面克服阻碍进步和包容性的现有障碍（图 S1）。

短期内可以做很多事情。虽然能源转型无疑需要时间，但现在实施很多已有技术方案的潜力巨大。这些解决方案的部署呈上升趋势，表明其在技术和经济方面是可行的。然而，所有行业都需要制定全面的政策来加快部署，并推动实现气候和发展目标所需的系统性和结构性改革。

图 S1 能源转型的主要障碍和解决方案





全球能源系统必须在 30 年内发生深刻和系统性的转型



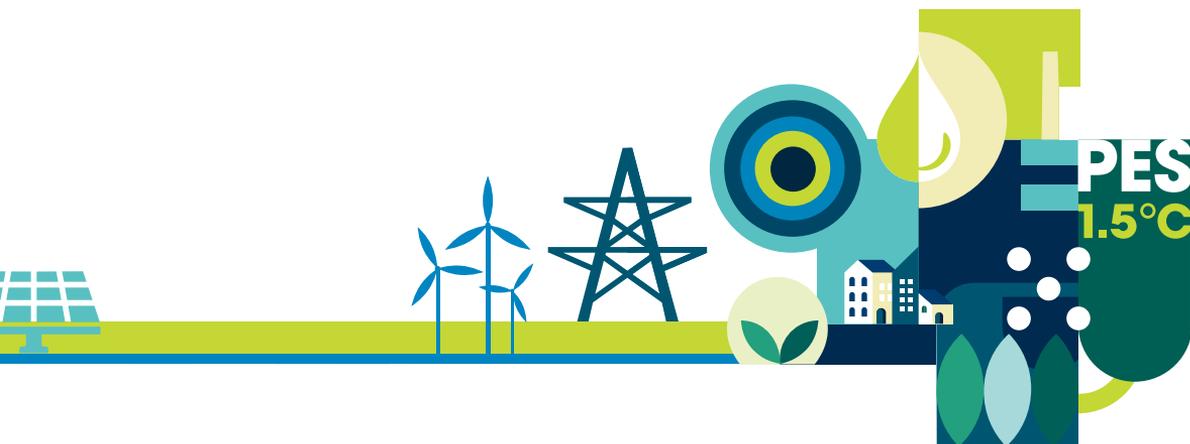
2023 年联合国气候变化大会 (COP28) 的全球碳盘点必须在扩大行动规模方面发挥催化剂的作用，以到 2030 年前实施现有的能源转型方案。虽然规划必须为创新和更多的政策行动提供空间，但最重要的是要大幅扩大现有解决方案的规模。例如，在可再生能源的基础上提高效率和电气化水平对电力、交通和建筑行业来说，都是一条具有成本效益的途径。清洁氢及其衍生物和可持续生物质能技术手段也为最终用途部门提供了各种解决方案。

对于遏制气候变化和实现 2030 年议程中概述的可持续发展目标来说，COP28 之后的时期非常重要。能源转型对于实现经济、社会和环境优先事项至关重要。各国政府、金融机构和私营部门必须紧急重新评估其愿景、战略和实施计划，以根据其预期轨迹重新调整能源转型计划。

建立基于可再生能源的能源系统结构

全球能源系统必须在 30 年内实现深刻和系统性的转型。在这样紧凑的时间框架下，我们必须做出战略转移，将重点从能源供应和能源消耗的脱碳转向能源系统的设计，以此减少碳排放并支持形成具有韧性和包容性的全球经济。因此，规划需要超越国界和燃料的狭隘限制，重点关注对这种新能源系统的要求及其它所支撑的经济。

重点关注形成可再生能源为主导系统的推动因素，有助于解决阻碍能源转型进展的结构性障碍。推行燃料和部门减排措施很有必要，但这并不足以实现通向可再生能源占主导地位的能源系统的转型。从能源生产和运输到煤炭、石油和天然气加工，全球能源基础设施都将需要改变。这将对发电、工业生产和制造，以及铁路、管道、造船厂和其他化石燃料供应方式产生影响。加强对系统设计的重视，将有助于加快新能源基础设施的发展及其持续实施。



政府可以积极塑造基于可再生能源的能源系统，解决当前结构的缺陷和低效问题，并更有效地影响结果。多管齐下积极塑造实体、政策和体制结构对于实现发展和气候目标，以及对建设一个更具韧性和公平性的世界至关重要。这些基础应构成支持能源转型的结构支柱：

实体基础设施的升级、现代化改造和扩建将提高多元化和互连能源系统的韧性和灵活性。输电和配电需要适应许多可再生燃料高度本地化和分散化的特点，以及不同的贸易路线。规划促进电力贸易的互连线路和氢气及其衍生物的运输路线时，必须考虑到截然不同的全球动态，并积极主动地将各国联系起来，以促进能源系统的多样化和韧性。储能解决方案需要广泛推广，并在设计时考虑到地缘经济影响。对于任何大型项目来说，公众认可也至关重要，可以通过提高项目透明度和为社区提供表达观点的机会来确保公众的认可。

政策和监管手段必须系统地将加速能源转型和降低化石燃料的重要性作为优先事项。今天，基本政策和监管体系仍围绕化石燃料形成。尽管化石燃料在一段时间内肯定仍将在能源结构中占有一席之地，但随着本世纪中叶的到来，化石燃料所占的比例必定会大幅下降。因此，政策框架和市场应侧重于加快转型，并为具有韧性和包容性的系统提供必要的基础。

技术熟练的劳动力队伍是能源转型成功的关键。这将需要各种职业的人才。要填补这些工作岗位，就必须在教育和技能培养方面采取协调一致的行动，而政府在协调工作方面发挥着关键作用，可促进教育部门的课程设置（无论是职业培训还是大学课程）与预计的行业需求保持一致。对于吸引人才进入该行业至关重要，工作要体面，妇女、青年和少数族裔必须能获得平等的就业培训、招聘网络和职业机会。

就业和生计

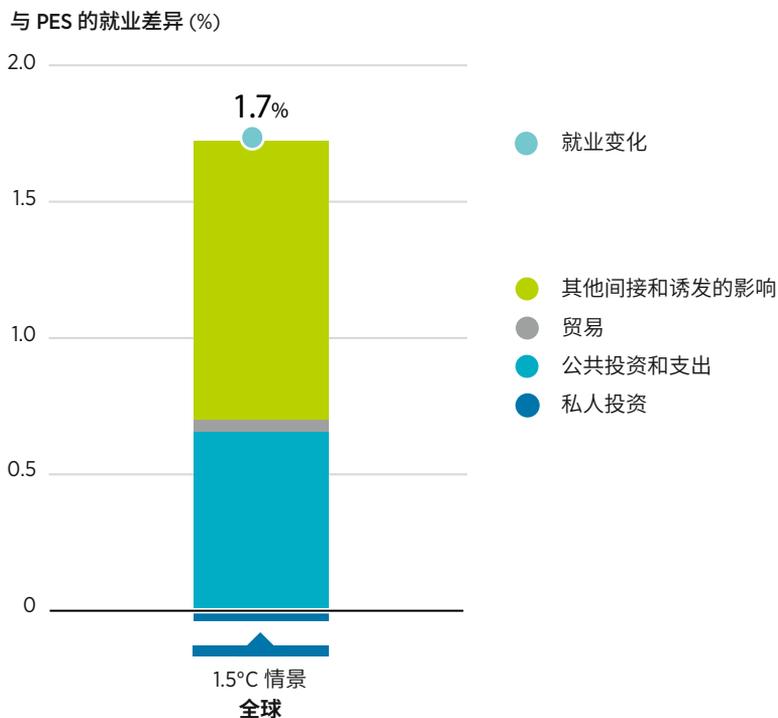
1.5°C 路径将为整个经济创造更多就业机会。在 2023-2050 年期间，1.5°C 情景下的年度平均就业率将比 PES 高出 1.7%（图 S2）。考虑到前期投资，到 2040 年，全球经济年平均就业率将提高 1.8%，但在最后十年（2041-2050）只能提高 1.5%。



在 2023-2050 年期间，1.5°C 路径将使年均就业人数比 PES 增加 1.7%。



图 S2 全球整体经济下的就业情况，按驱动因素分列的 PES 和 1.5°C 情景之间的平均百分比差异，2023-2050

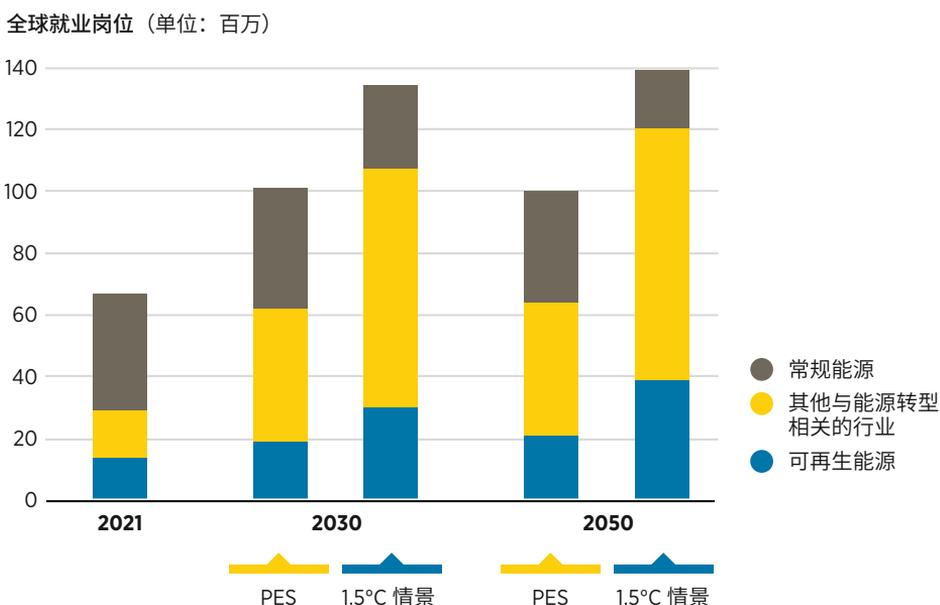


注：PES = 已规划能源情景。

能源转型将增加能源部门的就业机会。 鉴于前期投资，根据 PES，到 2030 年，能源部门的就业岗位数量可能会增加到 1.01 亿个。在 1.5°C 情景下，该数字将达到 1.34 亿，是目前 6,700 万的两倍（图 S3）。在 PES 和 1.5°C 情景之间，到 2030 年，化石燃料领域就业岗位的大量减少（约 1,200 万个岗位）将被能源转型领域增加的 4,500 万个就业岗位所抵消，即可再生能源领域（约 1,100 万个岗位）和其他能源转型相关领域（能源效率、电网和灵活性、汽车充电基础设施和氢能领域约 3,400 万个岗位）。2030 年之后的就业变化微乎其微。

在 1.5°C 情景下，预计到 2050 年，全球可再生能源部门的就业岗位将比 2021 年的水平增加两倍，达到约 4,000 万个。 在 1.5°C 情景下，到 2050 年，太阳能行业的就业岗位预计将增加至约 1,800 万个（即约占可再生能源就业岗位总数的 45%），与 2021 年相比几乎增加了四倍。风能行业也将创造大量就业机会，预计与 2021 年相比将增长五倍，达到 600 万以上（约占可再生能源岗位总数的 17%）。生物能源部门的工作岗位将从 2021 年的 400 多万个（占可再生能源岗位的 33%）增长到 2050 年的 1,000 多万个（占可再生能源岗位的 27%）。

图 S3 全球能源部门在 PES 和 1.5°C 情景下的工作岗位，2021-2050

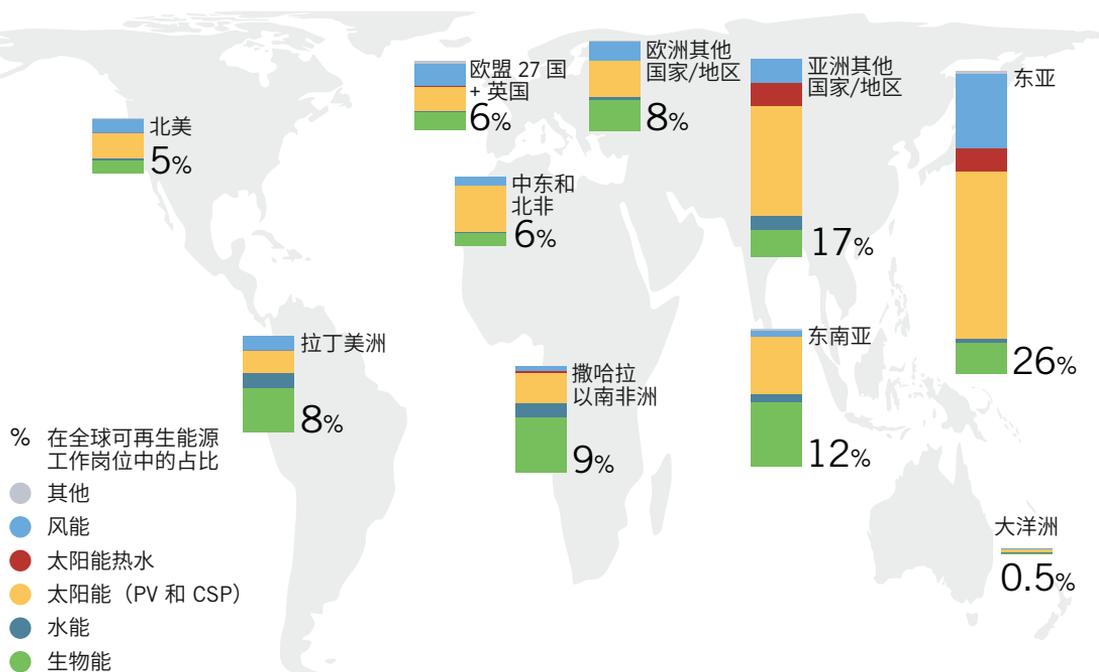


注：PES = 已规划能源情景。

2023 年世界能源 转型展望

然而，这些工作岗位在各地区分布并不均匀。图 S4 展示了 1.5°C 情景下到 2050 年可再生能源工作岗位的区域和技术分布。预计亚洲将占全球可再生能源工作岗位的 55%，其次是欧洲占 14%，美洲占 13% 和撒哈拉以南非洲占 9%。虽然人口规模和经济规模等因素会影响区域分布，但这些结果也将反映出各国扩大可再生能源部署的能力，以及其是否拥有重要的国内供应链。

图 S4 各地区可再生能源工作岗位的比例，2050



注：“其他”包括地热和潮汐/海浪。CSP = 太阳能热发电技术；EU = 欧盟；PV = 光伏；UK = 英国。

能源转型的社会经济影响

迄今为止，政策制定者主要关注能源转型的技术、体制、监管和政策方面，而对其社会经济影响关注较少。当前的转型情况说明这种方法可能无法引起所有利益攸关方的共鸣，而这主要是因为其忽略了核心的社会经济层面。分配问题（涉及收入、财富、投资和社会支出、能源和材料的使用、气候变化的影响及其他方面）虽然不是能源转型的专属问题，但也应得到解决，这样才能最大限度地实现社会效益，并加强对转型的认可以和支持。要弥补气候政策目标的差距，促进必要的结构变革，就必须开展前所未有的全球合作。

要将能源转型的社会经济层面和技术/监管层面联系起来，就需要超越化石燃料向可再生能源转型的政策干预。政策制定者必须致力于在长期内协调能源政策与其他国家政策，以促进公正、包容的能源转型。国家政策必须以人为本，在不同人群（例如妇女、青年、老年工人、残疾人、移徙工人、土著、失业者、弱势工人）中体现多样性和包容性。除了前面讨论的具体经济和就业效益外，能源转型的另一个关键优势在于能够改善全球整体福祉。IRENA 通过其福利指数来衡量潜在的福利影响。该指数由五个维度（经济、社会、环境、分配和能源普及）组成，每个维度由两个子指标构成。

迈向公正、包容和更加可持续的世界不能仅仅依靠市场力量。必须通过公开辩论确定优先事项，以社会对话为指导做出政策选择。各国政府和利益攸关方必须积极参与经济和社会结构的重塑。这重申了 IRENA 社会经济报告中的一个基本前提：政策制定必须通过一个整体框架推进，并在技术考量与社会、经济和环境要求之间取得平衡。



前进之路：优先开展大胆的变革行动

要在能源转型中实现必要的方向调整，就需要采取大胆的变革措施，以反映当前形势的紧迫性。在大幅扩大可再生能源规模的同时，还需要对支撑性基础设施进行投资。必须制定全面的政策，这不仅是为了促进部署，也是为了确保能源转型能带来广泛的社会经济效益。

必须将净零承诺纳入立法，将其转化为实施计划，并提供充足的资源支持。没有这一关键步骤，气候宣言仍将是一纸空谈，必要的进展也很难实现。当前的能源系统已深深地融入几个世纪以来不断演变的社会经济结构中。这意味着必须在不到三十年的紧凑时间框架内进行重大结构性变革，才能成功实现《巴黎协定》的目标。

今天，关于能源基础设施的每一项投资和规划决策都应该考虑未来低碳经济的结构和地理环境。能源基础设施的寿命很长，因此应从长远角度考虑对固定基础设施的投资。最终用途部门的电气化将重塑需求。可再生能源发电需要对现有基础设施进行现代化改造，强化并扩建陆上和海上发电设施。绿氢生产设施的建设地点也会与现有的油气田不同。我们应考虑到重新设计基础设施的技术挑战和经济成本，并从一开始就充分解决环境和社会方面的问题。

公正、包容的能源转型将有助于克服根深蒂固的不平等，将会对数亿人的生活质量产生深刻影响。能源转型政策必须与更广泛的系统性变革相配合，以保障人类福祉，促进国家和社区之间的公平，并使全球经济与气候、更广泛的环境和资源限制保持一致。

支持发展中国家加快能源转型可以提高能源安全，并防止扩大全球脱碳鸿沟。多样化的能源市场将降低供应链风险，提高能源安全性，并确保商品生产者在当地创造价值。从对全球能源转型所做贡献的角度来说，若要充分释放各国的潜力，获得技术、培训、能力建设和低成本融资至关重要，这一点对于那些可再生能源及其相关资源丰富的国家而言尤其如此。

人类福祉和安全必须始终处于能源转型的核心。要克服与人类福祉和安全相关的普遍性问题以及根深蒂固的不平等现象，就需要在能源部门以外展开系统性变革；基于可再生能源的能源转型有助于缓解这些问题背后的一些状况。能源转型越有助于解决这些广泛的挑战，其大众认可度和合理性就越高，前提是社区的需求和利益能得到充分体现并整合到转型规划之中。



重塑国际合作关系

要保持能源部门的活力和地缘政治的发展，就必须对国际合作模式、手段和方法进行更严格的审查，以确保其相关性、影响力和灵活性。为了实现成功的能源转型，需要强化和重新设计国际合作。能源在全球发展和气候议程中的核心地位毋庸置疑，近年来国际能源合作呈指数级增长。这种合作在确定能源转型成果方面发挥着决定性作用，也是实现更大韧性、包容性和平等性的重要途径。

能源转型的参与者日益增多，这就需要对其角色进行评估，以发挥其各自的优势并有效分配有限的公共资源。发展和气候行动是重中之重，而且还要考虑到不断变化的能源供需动态，这就要求我们围绕优先事项进行协调和调整。例如，对能源商品跨境和全球贸易系统的投资将需要规模空前的国际合作。因此，必须重新考虑国家和区域实体、国际组织、国际金融机构和多边开发银行的作用和责任，以确保其能为能源转型做出最大贡献。

要实现能源转型，我们需要共同努力将资金引向“南方国家”。2020年，多边和双边开发融资机构（DFI）提供的可再生能源投资不到总投资的3%。展望未来，这些机构需要以更优惠的条件，将更多的资金引向大规模能源转型项目。此外，DFI的融资主要是通过以市场利率进行的债务融资提供的（要求按市场利率偿还），而赠款和优惠贷款仅占可再生能源融资总额的1%（IRENA和CPI，2023）。这些机构在支持大规模跨境项目方面具有得天独厚的优势，而这些项目在加速全球能源转型方面能发挥显著作用。



2023 年世界能源
转型展望



2023 年世界能源 转型展望

世界能源转型展望概述了能源格局转型的愿景，反映出《巴黎协定》的目标，并提出了一条路径，帮助我们在本世纪中叶前将全球气温上升幅度限制在 1.5°C 以内并实现 CO₂ 净零排放。

该报告以 IRENA 的两个关键情景为基础，目的是掌握全球在实现 1.5°C 气候目标方面的进展：

已规划能源情景

已规划能源情景是本研究的主要参考案例，在分析时，根据各国政府的能源计划和其他规划目标和政策，提供一个观察能源系统发展的视角，并重点关注 20 国集团的国家。

1.5°C 情景

1.5°C 情景描述了一条与 1.5°C 气候目标相一致的能源转型路径，可帮助我们到本世纪末将全球平均气温相对于工业化前水平的上升限制在 1.5°C 以内。该情景优先考虑现成的技术解决方案，因为这些解决方案很容易扩大规模，进而实现 1.5°C 目标。



