

# World Energy Outlook

## 2019

执行摘要

Chinese Translation

International  
Energy Agency

iea

# INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

---

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 30 member countries, 8 association countries and beyond.

## IEA member countries:

Australia  
Austria  
Belgium  
Canada  
Czech Republic  
Denmark  
Estonia  
Finland  
France  
Germany  
Greece  
Hungary  
Ireland  
Italy  
Japan  
Korea  
Luxembourg  
Mexico  
Netherlands  
New Zealand  
Norway  
Poland  
Portugal  
Slovak Republic  
Spain  
Sweden  
Switzerland  
Turkey  
United Kingdom  
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

## IEA association countries:

Brazil  
China  
India  
Indonesia  
Morocco  
Singapore  
South Africa  
Thailand

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)

Source: IEA. All rights reserved.  
International Energy Agency  
Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)



世界能源发展现状与目标之间仍存在一系列巨大差距。包括：人人享有能源的倡议与仍存在近 10 亿无电人口之间的差距；最新科学研究表明需要加大全球温室气体减排力度与数据显示 2018 年能源相关的排放创下历史新高之间的差距；可再生能源推动能源快速转型的愿景与当前能源系统对化石能源的依赖程度仍居高不下这一现状之间的差距；以及谋求充足稳定的石油供应与地缘政治局势持续紧张和不确定性增加之间的差距。

能源决策者比以往任何时候都更需要以客观事实为基础，认真审视当前能源发展现状和所做决策可能产生的影响。《World Energy Outlook》（《世界能源展望》）并不对未来发展进行预测，而是旨在通过一系列的情景分析，描绘未来全球能源发展的各种可能性，分析影响这些结果的作为（或不作为）以及能源系统不同环节之间的关联等。

### 了解我们的情景

**“当前政策情景”**描绘世界继续沿着当前的路径发展，各国政府不对政策进行任何新的调整，全球能源将如何发展。在此情景中，2040 年之前，全球能源需求年均增速为 1.3%，进一步提高能效的努力并不能抑制能源需求的不断增长。虽然这一增速远低于 2018 年 2.3% 的增速，但这将导致能源相关排放持续上升，能源安全所涵盖的各方面压力也都将不断增大。

相比之下，“既定政策情景”包含了当前已公布的政策取向和目标。该情景在以往版本中被称为“新政策情景”，此次重新命名是为了强调该情景只考虑已经公布的具体政策举措。其目的是为当前决策者的计划树立一面镜子，并阐述其未来影响，而不是猜测这些政策取向在未来可能会发生何种调整。

在既定政策情景中，2040 年之前，全球能源需求年均增速为 1%。其中一半以上由低碳能源提供，光伏在其中的贡献最大。同时，得益于液化天然气贸易的增加，天然气提供了未来三分之一的能源需求增量。2030 年至 2040 年，石油需求会趋于平稳，而煤炭需求量则将有所下降。以电力为代表的一些能源子部门将经历快速变革。一些国家，特别是那些要实现“净零”排放的国家，在重塑其能源供应和消费的各个环节

都做了大量工作。然而，清洁能源技术发展不足以抵消全球经济发展和人口增长造成的能源环境影响。虽然排放增长放缓，但 2040 年之前仍然无法达峰，世界远不能实现共同的可持续发展目标。

**“可持续发展情景”**为全面实现可持续能源目标指明了一条道路，提出对能源系统各个环节进行迅速而广泛的变革。该情景描绘了一条完全符合《巴黎协定》的能源发展路径，将全球气温上升控制在“2 摄氏度以内……努力将（气温上升）限制在 1.5 摄氏度”，并实现能源可及性、清洁空气等相关的目标。全球能源需求的多样性意味着没有简单或单一的解决方案。研究表明，多种能源和技术联合发力，共同提供高效、经济的能源服务，可以实现大幅减排。

### **能源安全仍然至关重要，石油依旧是焦点所在**

**快速发展的能源行业凸显了对能源安全采取全面综合、动态跟进思路的重要性。**2019 年 9 月发生在沙特阿拉伯的袭击事件警示我们，传统的能源安全风险并未消失。与此同时，从网络安全到极端天气等一系列新型能源安全风险也需要各国保持警惕。我们测算，2018 年全球能源消费增长的近五分之一是由于更加炎热的夏季推高了制冷需求和寒流导致了更高的采暖需求所致。

**美国页岩油气产量长期保持在较高水平，重塑了全球能源市场、贸易流向和能源安全形势。**在经历了前几年的高速增长后，目前美国的油气产量增速有所放缓，但基于最新官方资源量估算数据的测算表明，在既定政策情景中，当前到 2030 年，美国石油产量增量将占到全球石油产量增量的 85%，其天然气产量增量占全球天然气产量增量的 30%。美国作为油气出口国的地位进一步巩固。2025 年，美国页岩油气总产量将会超过俄罗斯的油气总产量。

**美国石油产量增加将降低欧佩克国家和俄罗斯在全球石油供应中的份额。**后两者的占比将会从 2005 年前后的 55% 下降到 2030 年的 47%，全球石油供应更加多元，这意味着单一组织控制国际石油市场将更加困难。部分主要生产国在油气收入方面面临较大压力，进一步凸显了这些国家努力实现经济多样化的重要性。

**无论全球能源如何发展，世界仍然严重依赖中东的石油供应。**到目前为止，中东地区仍然是国际石油市场最大的净供应者，也是液化天然气的重要出口地区。这意味着，作为世界上最繁忙贸易通道之一的霍尔木兹海峡，仍然是全球能源贸易重要运输大动

脉，特别是对中国、印度、日本和韩国等严重依赖进口油气的亚洲国家而言。在既定政策情景中，2040年，在印度进口需求翻番带动下，80%的国际石油贸易目的地在亚洲。

### **电力成为现代能源安全的核心**

**可再生能源成本降低和数字技术进步为能源转型带来了巨大的机遇，同时也带来了一些新型能源安全风险。**在既定政策情景中，风能和太阳能光伏占当前到2040年全球新增发电量的一半以上；在可持续发展情景中，几乎所有新增发电均来自风能和太阳能光伏。政策制定者和监管者必须迅速采取行动，以跟上技术变革的步伐并满足电力系统灵活运行的需求。储能市场的设计、电动汽车与电网的双向互动、数据隐私等问题都有可能使消费者面临新的风险。

### **非洲能源消费区的崛起**

**非洲是2019版《World Energy Outlook》的特别关注地区，其对全球能源发展趋势的影响越来越大。**在既定政策情景中，从现在到2040年，非洲石油需求增长幅度会大于中国，同时受近年来该地区一系列重大气田的发现等因素影响，其天然气需求量也将大幅增长。对非洲而言，最大的变量是未来其太阳能光伏的增长速度。作为太阳能资源最丰富的大陆，目前为止，其太阳能光伏发电装机仅为500万千瓦左右，不到全球总装机的1%。非洲大陆尚有6亿人口未用上电，太阳能光伏可以为其中许多人提供最便宜的电力。

**到2040年，非洲将增加5亿多城市人口。**远高于1990年至2010年间中国城市人口的增长速度，在此期间，中国钢铁和水泥等材料的需求量迅猛增加。非洲的基础设施建设并未走上同样的发展道路，但城市化趋势对其能源需求的影响将是深远的。非洲最热地区人口的预期增长，使得到2040年，将有多达5亿的新增人口需要使用空调或其他制冷设施。我们对非洲的分析突出表明，发展中城市的规划、设计和管理，建筑材料的使用，及其居民交通方式的选择等，都是影响全球能源需求展望的关键因素。

## 迫切需要充分利用全球“第一能源”

全球能源效率改善进展缓慢，令人深感担忧。在供暖、制冷、照明、出行和其他能源需求不断增加的背景下，全球能源强度（单位产值所消耗的能源量）的下降速度正在放缓。2018年，全球能源强度降低了1.2%，约为2010年以来平均水平的一半。这一结果从侧面反映出新的能效政策和已有能效措施的强化工作相对弱化。

加速提高能效是使世界迈向可持续发展情景最重要的决定性因素。充分利用所有经济可行的能效提升技术和方法，每年可使全球能源强度降低3%以上。包括努力提高钢铁、铝、水泥和塑料等材料的高效设计、使用和回收。提高“材料效率”足以降低这些行业排放量的增长。同时也包括使用数字化、智能化的创新工具，如将电力需求调整到一天当中成本更低、排放强度更低的时段，降低消费者的电费支出，维护电力系统平衡，同时也有助于减少排放。

## 主体能源品种竞争结果仍有待观察

煤炭、天然气和可再生能源三者正在争夺在亚洲快速增长经济体中电力和热力部门的份额。煤炭是大多数亚洲发展中国家目前使用的主要能源，虽然新建燃煤基础设施的投资急剧放缓，但大量的存量燃煤电厂和以煤炭为主要能源的工厂（以及全球在建的1.7亿千瓦燃煤项目），在既定政策情景中会让煤炭保持较大份额。在以中国和印度为代表的国家中，可再生能源是煤炭在电力行业的主要挑战者。亚洲发展中国家占到全球可再生能源发电量增长的一半以上。工业天然气需求和中国居民天然气需求的持续快速增长，激发了全球范围内对新建液化天然气供应和天然气管网的投资浪潮。在我们的展望中，亚洲天然气消费增长的70%需要依靠进口来满足（主要是液化天然气），但这一地区对天然气价格较为敏感，未来其竞争力仍然存在不确定性。

在既定政策情景中，2025年之后全球石油需求增长会明显放缓，2030年至2040年石油需求将趋于平稳。未来一段时期，长途货运、水运、航空以及石化行业对石油的需求将继续增长。但由于燃油经济性提高和燃料替代（主要由电能替代），乘用车石油需求在2030年前达到峰值。电池成本降低是其主要推动因素。在部分主要市场上，按购买和使用综合成本计算，电动汽车很快可以与传统燃油汽车实现成本竞争。消费者对运动型实用汽车（SUV）的偏好会抵消电动汽车带来的替代效果。消费者对更大、更重汽车（SUV）日益增长的需求，已经造成了全球石油消费的额外增长。



SUV 更难完全实现电动化，同时传统 SUV 每公里油耗比中型车高出 25%。如果 SUV 的占比继续按照近期的趋势增加，2040 年全球石油需求将会在我们预测基础上再增加 200 万桶/天。

### **不论全球能源需求总量增速如何，电力需求都以更快的速度增长**

**电力是现代经济的核心，在既定政策情景中，电力需求的增长速度是能源需求总量增速的两倍多。**在既定政策情景中，工业（特别是中国的工业）是电力需求增长最主要部门，其次是家用电器、制冷设备和电动汽车。在可持续发展情景中，电力是除了可再生能源直接利用和氢能外，2040 年需求还在不断增长的少数能源之一，其增长主要来自电动汽车。到 2040 年，电力在终端能源需求中占比将超过石油，而目前其占比不到石油的一半。

**在既定政策情景中，太阳能光伏成为全球电力装机中占比最大的发电类型。**2025 年左右，可再生能源在发电结构中占比将超过煤炭，这主要得益于风能和太阳能光伏发电的持续增加。到 2040 年，低碳能源在总发电量中占比将会超过一半。风能和太阳能光伏发电增速最为抢眼，但水力发电（2040 年占总发电量的 15%）和核能发电（占 8%）仍占据主要份额。

### **电池成本影响重大**

**电池成本下降的速度是影响电力市场和电动汽车发展的一个关键变量。**在今天的《World Energy Outlook》中，印度是能源需求总量增长最多的国家。我们研究了低成本的电池储能和太阳能光伏发电组合而成的高性价比方案如何在未来几十年重塑印度电力结构。电池储能非常适合于提供印度电力行业所需的短期灵活性，可以帮助其将太阳能光伏在中午供电高峰期产生的电力储存起来，用以满足傍晚用电高峰期的电力需求。在既定政策情景中，随着电池成本的大幅降低，到 2040 年印度将安装约 1.2 亿千瓦的储能设备。我们还研究了电池成本下降更快的情景，当规模效应进一步凸显或电池技术取得重大突破时，2040 年电池成本可以再多降低 40%。在此情景中，太阳能和电池储能结合的发电站将是一个非常具有吸引力的经济和环境方案，将使印度大大削减对新建燃煤电厂的投资预算。

## 海上风电正在加速发展

在欧洲北海取得的海上风电成本降低和建设经验正在开启一种潜力巨大的可再生资源。海上风电资源开发潜力巨大，可以满足数倍于当前的全球电力需求。尽管海上风电具有波动性，但由于其采用更大的风力机组，可以在远离海岸的地方获得更强更稳的风力，因此其运行小时数比太阳能光伏和陆上风电更高。此外，还有更多的新技术即将涌现，包括可以开辟新资源和新市场的浮动式风力发电机。

到 2040 年，海上风电项目越来越具有成本竞争力，有望吸引万亿美元投资。欧洲在海上风电领域取得的成功激发了中国、美国和其他国家的兴趣。在可持续发展情景中，海上风电与陆上风电联合发力，成为欧盟的主要发电来源，为欧洲电力行业的全面脱碳铺平了道路。如果海上风电成为制氢的主要能源，其推广速度甚至会更快。

## 直面历史遗留问题

若要改变当前的全球排放趋势，不仅要关注新的能源基础设施，还要关注现有能源系统“锁定效应”带来的排放。这意味着要解决现有发电厂、工厂、货船和其他资本密集型基础设施的排放。尽管电力行业变化迅速，但在既定政策情景中，与电力相关的二氧化碳年排放量并未下降。一个重要的原因是，存量燃煤机组还有很长的服役期，而它们占当前能源相关排放总量 30%的。

在过去的 20 年里，亚洲占全球新建燃煤发电装机的 90%，这些发电机组未来的服役期可能会很长。亚洲发展中经济体现有燃煤机组平均只有 12 年的已运行年限。我们提出了三种可以减少存量燃煤电厂排放量的方案：一是增加二氧化碳捕集、利用和封存（CCUS）装置，或对现有燃煤电厂进行耦合生物质发电技术改造；二是调整燃煤电厂定位，在降低运行小时数的同时，为电力系统提供可靠容量和灵活性；三是让燃煤机组提前退役。在可持续发展情景中，20.8 亿千瓦存量燃煤机组中的大部分将采用上述三个方案中的某一个。

## 天然气将如何发展？

天然气管网是将能源输送到消费者的重要通道，通常情况下其比电网输送的能源更多，并且其输送的能源品种不局限于天然气，具有很好的灵活性。从能源安全的角度来看，并行的天然气管网和电网可以成为互补。从能源转型的角度来看，天然气可



以替代污染更严重的燃料，快速实现短期环境效益。从长远来看，天然气管网能否输送真正的低碳或零碳能源，如低碳的氢能和生物甲烷，是一个更重要的议题。尽管氢能目前生产成本相对较高，但已经引起各界的关注。将其掺入天然气管网提供了一种扩大供应和降低成本的新方案。我们对生物甲烷供应（利用有机废物和残渣进行生产）的可持续发展潜力进行的新评估表明，生物甲烷可以满足目前约 20% 的天然气需求。随着对减少二氧化碳和甲烷排放的价值认识的提高，以上两种方案的成本竞争力将进一步提高。

### **页岩革命和太阳能光伏的发展表明，快速变革是可能，但发展方向和速度需要政策引导**

十年前，几乎没人认为美国可以成为石油和天然气净出口国。然而，页岩革命以及上游和中游超过 1 万亿美元的投资正在将其变成现实。页岩革命的起点是 20 世纪 70 年代开始的一项由美国政府资助的研究和开发项目，之后政府继续提供税收优惠政策、市场改革措施和合作计划，为私营企业自主创新提供平台，参与项目投资和快速降低成本提供了平台。

如今，太阳能光伏和其他一些可再生能源技术（主要在电力行业）同样正经历着从最初的靠政策和财政支持转向大规模商业开发。实现能源系统整体转型需要在更广泛的能源技术领域取得进展，包括能效、二氧化碳捕集利用和封存、氢能、核能和其他方面。同时，还需要所有相关行业采取行动，而不仅仅是电力行业。

既要满足包括能源可及性在内的日益增长的能源需求，同时又要减少排放，是一项艰巨的任务，需要各界广泛参与，但各国政府必须发挥引领作用。来自个人、民间组织、企业和投资者的倡议可以产生重大影响，但各国政府才是重塑能源体系、推动全球能源变革的最重要力量。只有政府能够营造决定能源创新和投资的环境，只有政府能够向业界传递关于能源行业未来发展道路的明确信号和清晰方向。

Chinese Translation of World Energy Outlook Executive Summary 2019

此执行摘要原文用英语发表。虽然国际能源署尽力确保中文译文忠实于英文原文，但仍难免略有差异。此中文译文仅供参考。

No reproduction, translation or other use of this publication, or any portion thereof, may be made without prior written permission. Applications should be sent to: [rights@iea.org](mailto:rights@iea.org)

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)

Contact information: [www.iea.org/about/contact](http://www.iea.org/about/contact)

Typeset in France by IEA - November 2019

Cover design: IEA

Photo credits: © Shutterstock

## World Energy Outlook 2019

《World Energy Outlook》系列报告是对未来能源及能源相关排放提供战略洞察的全球最具影响力的报告。该系列报告通过详细的情景分析，描绘出不同能源政策和投资选择对未来全球能源发展带来的不同影响。

本年度的报告根据最新市场数据、政策举措和成本趋势，对各类能源品种、各项技术和各个地区的发展前景进行了详细分析。

此外，2019版报告还就以下几个关键问题进行了深入分析：

- 页岩革命、液化天然气的兴起、可再生能源成本的下降以及数字技术的普及对未来全球能源供应格局带来什么影响？
- 世界如何才能走上实现全球气候目标和其他可持续能源目标的发展道路？
- 决定非洲未来发展的能源方案是什么？非洲地区能源需求增长将对全球能源需求趋势产生何等影响？
- 海上风电可以在能源转型过程中发挥多大作用？
- 未来天然气管网是否能输送低碳能源？