

iea

International  
Energy Agency

# 能效 2023

CCEEE 编译

CCEEE   
ENERGY · EFFICIENCY · ECONOMY

# 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, 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 31 member countries, 13 association countries and beyond.

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 member countries:

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

The European Commission also participates in the work of the IEA

## IEA association countries:

Argentina  
Brazil  
China  
Egypt  
India  
Indonesia  
Kenya  
Morocco  
Senegal  
Singapore  
South Africa  
Thailand  
Ukraine

# 摘要

《能效 2023》是国际能源署（IEA）针对全球能效市场及相关政策进展情况进行年度分析的一项主要产出。该报告对全球在能源强度、能源需求，以及能效相关投资、政策和技术等方面的近期趋势进行了探索。本册报告作为 IEA《能效》系列年度旗舰性报告的第十期，较往年报告新增了一个聚焦讨论的章节，专门围绕政策制定者在 2023 年面临的一系列关键问题展开探讨。本册报告还特别详述了实现全球能效提升速度倍增目标需要采取的行动，以及实现这一目标将带来的效益。

本册报告（英文原版）于 2023 年 11 月发布，并预测 2023 年全年的全球能效提升速度（以一次能源强度改善速度衡量）将略低于长期历史趋势，较 2022 年有所放缓。但与此同时，报告也明确指出，随着许多国家及地区政府出台新的节能政策和项目，或对现有政策和项目进行完善，能效和清洁能源领域正在发生更加广泛而深刻的转型；这些政策和项目能够促进节能技术快速推广应用，并助力化石能源需求在未来几年内达峰。报告发布后不久，各国政府在 2023 年 12 月举行的联合国第 28 届气候变化大会（COP28）上，承诺到 2030 年将全球年均能效提升速度从每年 2% 左右提高到 4% 以上。

# Acknowledgements

Energy Efficiency 2023 was prepared by the Energy Efficiency and Inclusive Transitions Office (EEIT) in the Directorate of Energy Markets and Security (EMS) and in collaboration with other directorates of the International Energy Agency (IEA).

The report was designed and directed by Nicholas Howarth, Energy Analyst (EEIT). Other lead authors were Lucas Boehlé, Federico Callioni, Hadrien Loyant, Jack Miller and Fabian Voswinkel. Diane Munro edited the report.

Principal authors (in alphabetical order) were: Clara Camarasa (cooling), Conor Gask (China and sector analysis), Pauline Henriot (systems efficiency), Kristina Klimovich (PACE and behaviour), Natalie Kauf (Southeast Asia, systems efficiency), Simrat Kaur (India), Silvia Laera (systems efficiency), Emma Mooney (behaviour, industry and EEOs), Alison Pridmore (transport), Sungjin Oh (government spending and policy updates), Josh Oxby (employment), Ksenia Petrichenko (buildings and systems efficiency), Cornelia Schenk (investment, India), and Brendan Reidenbach (investment in digital). Further support and input were provided by Juliette Denis-Senez Jappe, Caroline Fedrine, Lisa Marie Grenier, Andika Hermawan, Yujun Huang and Orestis Karampinis. Mitsidi Projetos and Ian Hamilton also provided much valued analytical support.

Lead authors for special spotlight sections were as follows: Lucas Boehlé and Federico Callioni (energy intensity progress); Hadrien Loyant, Jack Miller and Fabian Voswinkel (doubling efficiency progress); Clara Camarasa, Arnau Risquez Martin and Fabian Voswinkel (cooling in the hottest year on record); Pauline Henriot, Silvia Laera, Natalie Kauf and Arnau Risquez Martin (benefits of systems efficiency); Lucas Boehlé, Ian Hamilton, Hadrien Loyant and Ksenia Petrichenko (gas and residential heating); Simrat Kaur, Cornelia Schenk, and Arnau Risquez Martin (cooling in India).

Brian Motherway, Head of EEIT provided overall strategic direction to the report, along with Vida Rozite, Energy Analyst. Melanie Slade, Senior Programme Manager, also gave expert advice and management support to the report.

Keisuke Sadamori, Director of Energy Markets and Security (EMS) provided important expert guidance and advice. Valuable comments, feedback and guidance were provided by other senior managers within the IEA and in particular, Toril Bosoni, Laura Cozzi, Dan Dorner, Paolo Frankl, Tim Gould, Timur Gül, Dennis Hesseling and Nick Johnstone.

This year's market report benefited from a special analysis conducted by EMS colleagues Joel Couse and Louis Chambeau drawing on fuel reports from across the directorate. Particular thanks go to Carlos Fernandez Alvarez, Heymi Bahar, Eren Cam, Pablo Hevia-Koch, Gergely Molnar, and as well as Davide D'Ambrosio, Ciarán Healy, Julian Keutz, Arne Lilienkamp and David Martin.

Data and analysis from the IEA Energy Data Centre was fundamental to the report, particularly from Roberta Quadrelli, Alexandre Bizeul, Pedro Carvalho, Thomas Elghozi, Juha Köykkä, Domenico Lattanzio, Arnau Risquez Martin and Pouya Taghavi-Moharamli.

Analysis and input from the IEA World Energy Outlook, Tracking Clean Energy Progress, World Energy Investment, Energy Efficiency Hub, Energy Technology Perspectives and Sustainable Recovery Tracker teams was essential to this work. Particular thanks go to Blandine Barreau, Elizabeth Connelly, Daniel Crow, Chiara Delmastro, Tanguy De Bienassis, Araceli Fernandez Pales, Mathilde Huismans, Martin Kueppers, Shane McDonagh, Yannick Monschauer, Rafael Martinez Gordon, Apostolos Petropoulos, Arthur Roge, Jonathan Sinton, Leonie Staas, Tiffany Vass, Anthony Vautrin and Daniel Wetzel.

The report would not have been possible without the support of Jethro Mullen, Acting Head of the Communications and Digital Office (CDO), and his team who were responsible for production and launch support, especially Poeli Bojorquez, Curtis Brainard, Astrid Dumond, Zachary Egan, Therese Walsh and WonJik Yang.

The report was made possible by assistance from the Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan. The Italian Ministry of Environment and Energy Security is also gratefully acknowledged for their support through their contributions to the IEA's Digital Demand Driven Electricity Networks (3DEN) initiative.

## Peer reviewers

Many senior government officials and international experts provided input and reviewed preliminary drafts of the report. Their suggestions were of great value. They include:

Alfa Laval	Madeleine Gilborne
Alliance for an Energy Efficient Economy (AEEE)	Satish Kumar
American Council for an Energy-Efficient Economy	Steve Nadel
Applied Energy	Nick Meeten
ASEAN	Rika Safrina
Asian Development Bank	David Morgado
Asia-Pacific ESCO Industry Alliance	Alex Ablaza
Australian Alliance for Energy Productivity (A2EP)	Jarrod Leak
China National Institute of Standardisation	Pengcheng Li
CLASP	Matt Malinowski
	Christine Egan
Climate Strategy & Partners	Peter Sweatman
Danfoss	Sara Vad Sørensen
Eco Homes	Winifred Atanga
Economic & Human Dimensions Research Associates	Skip Laitner
Enel X	Vitoria Delicado Montoya
	Emanuela Sartori

Energy Efficiency & Conservation Authority, New Zealand	Brian Fitzgerald
Energy Efficiency Council, Australia	Jeremy Sung
Energy Efficiency Movement, ABB	Mike Umiker
Energy in Demand	Rod Janssen
EnergyPro	Steven Fawkes
Engie	Florence Dufour
European Heat Pump Association	Thomas Nowak
European Transport and Energy Research Centre of ITS, UC Davis	Pierpaolo Cazzola
Fraunhofer Institute for Systems and Innovation	Wolfgang Eichhammer
Ghana Energy Commission	Adolf Nii Ashong
GIZ	Liliana Campos
Government of Austria	Thomas Deuts
Government of Norway	Tom Andreas Mathiasson
Government of Spain	Mar Blazquez
Government of Türkiye	Bariş Sanlı
IDAE, Spain	Marisa Olano
Independent consultants	Padu S. Padmanabhan
	Jacob Teter
	Kevin Lane
Institute of Energy Economics, Japan	Koichi Sasaki
METI, Japan	Haruto Shinoda
Ministry of Economic Affairs & Climate Policy, The Netherlands	Josephine Ris
Ministry of Economic Affairs and Employment, Finland	Jelte de Jong
Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute	Timo Ritonummi
Natural Resources Canada	Takashi Hongo
Openexp	Office of Energy Efficiency
Oregon Department of Energy	Yamina Saheb
Regulatory Assistance Project	Edith Bayer
Réseau de Transport d'Électricité (RTE), France	Jan Rosenow
RMIT University	Bianka Shoai-Tehrani
Rocky Mountain Institute	Alan Pears
Schneider Electric	Amory Lovins
Signify	Vincent Minier
Swedish Energy Agency	Harry Verhaar
The Institute of Energy Economics	Carlos Lopez
UK Department for Energy Security & Net Zero	Naoko Doi
UNIDO Youth Advisor	Daniel Weaver
University College London Energy Institute	Melissa Tomassini
University College of London	David Shipworth
UNOPS	Lynnette Dray
World Bank	John Robert Cotton
	Ashok Sarkar

# 目录

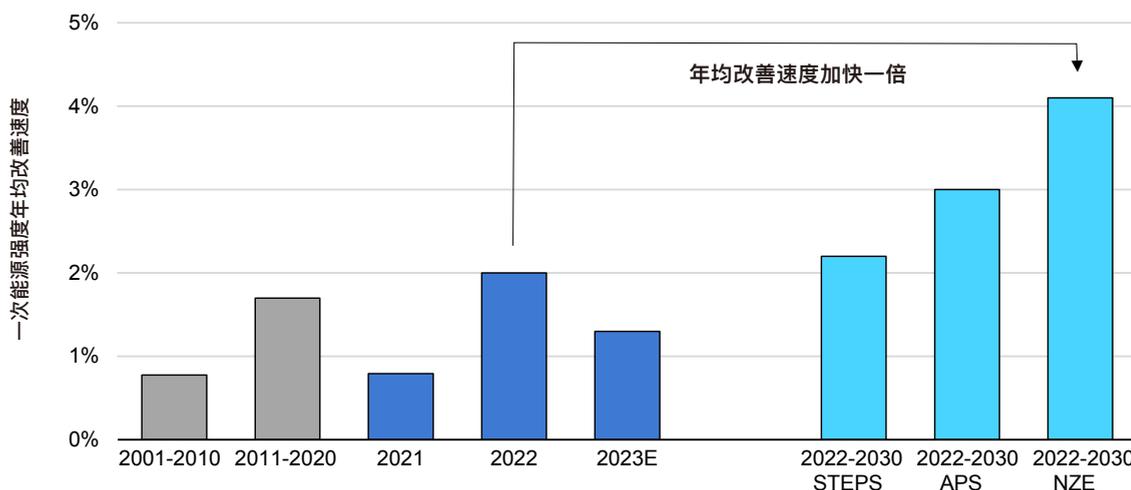
<b>执行摘要</b>	<b>06</b>
<b>第 1 章 能效及能源需求趋势</b>	<b>13</b>
能源强度和能源需求	13
能源价格和可负担性	26
<b>第 2 章 各部门能效趋势</b>	<b>31</b>
概述	31
交通	33
工业	41
建筑	46
电气化和系统能效	50
<b>第 3 章 金融和就业</b>	<b>56</b>
能效相关投资趋势	56
基于房产评估的清洁能源融资	63
能效相关就业	65
<b>第 4 章 能效政策进展更新</b>	<b>67</b>
国际进展	67
国家和地区进展	68
规范和标准	74
行为转变	76
能效责任制度	80
<b>第 5 章 供政府参考的关键问题</b>	<b>81</b>
为什么在 2023 年政策进展显著的情况下，能源强度改善速度依然发生了减缓？	81
实现全球能效提升速度倍增具体如何做？	86
有记录以来最热的一年是如何推动能效紧迫性上升的？	92
消费者如何从系统能效提升中获益？	96
能源危机是否加速了居住建筑室内供暖转型脱离天然气的进程？	100
高效制冷能否帮助印度遏制快速增长的电力需求，并保障全民热舒适度？	105

# 执行摘要

## 能效政策势头正劲，但能源强度改善放缓

能效可以提高能源安全和可负担性，并加快清洁能源转型；在意识到能效的上述重要作用后，全球政策制定者正在对其予以强烈关注。然而，2023 年全球能源强度（用于衡量全球经济能效水平的主要指标）的改善速度预计将<sup>1</sup>从去年的 2% 降至 1.3%，低于长期历史趋势。能源强度改善速度的这一下降，在很大程度上是受到了能源需求增长速度加快的影响——2023 年全球能源需求增长了 1.7%，而上年仅增长了 1.3%。

2001–2023年以及各情景下2022–2030年全球一次能源强度年均改善情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2023E指2023年估算值；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。

与此同时，2023 年全球能源强度改善速度的放缓掩盖了一些国家和地区取得的非凡进展；这些国家和地区采取了强有力的政策行动，增加了投资，推动了消费者行为转变，从而使能源强度改善速度大幅提高至远远超过全球平均水平。在 2023 年的欧盟和美国，以及能源危机爆发以来的韩国、土耳其和英国等许多国家及地区，能源强度一度出现了 4% ~ 14% 的显著改善。

2023 年，全球正在加速推进能效提升速度倍增至 4% 的目标，而这一目标的实现到 2030 年将有望使发达国家的能源开支在现有水平基础上减少 1/3，并为同期全球碳减排总量做出 50% 的贡献。2023 年 6 月，出席国际能源署（IEA）第八届全球能效年度大会的 46

<sup>1</sup> 译者注：本册报告（英文原著）发布于 2023 年 11 月，完稿时仍有相当一部分 2023 年相关数据信息无法完整、准确地获取，因此如无特殊说明，涉及 2023 年相关数据信息时一律采用“预计”“估计”“将会”等表述方式。

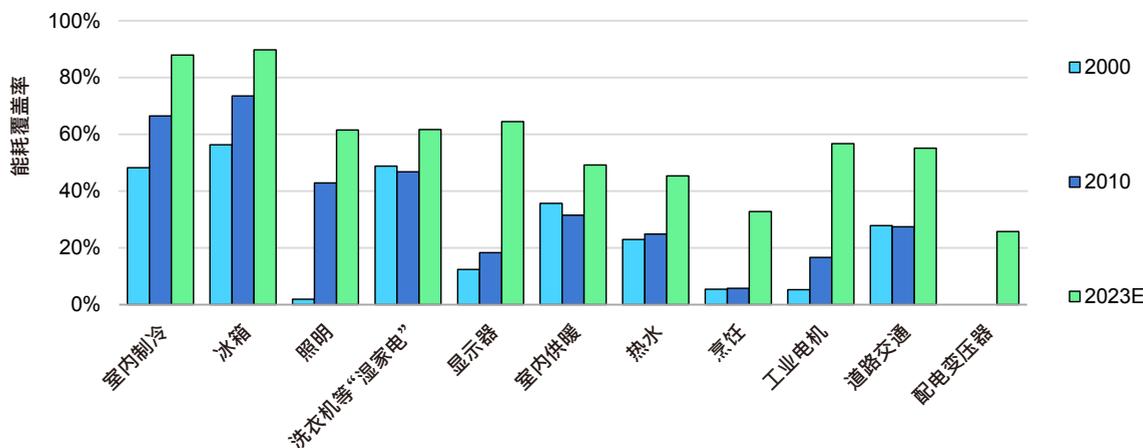
个国家及地区政府签署了《凡尔赛声明：能效的关键十年》，同意加强能效行动，使全球能源强度年均改善速度在截至 2030 年的这个十年内翻一番。本册报告（英文原版）发布后不久，在 2023 年 12 月举行的联合国第 28 届气候变化大会（COP28）上，各国政府承诺到 2030 年将全球年均能效提升速度从每年 2% 左右提高到 4% 以上。

## 政策行动正在转化为能效相关投资和技术设备部署

能源危机期间，能效相关政策行动成为了各国政府采取的危机响应措施的核心，这无疑加速了能源转型。

2022 年初能源危机爆发以来，各国能效相关行动大幅升级；许多国家纷纷出台或大力加强了能效相关的一揽子政策，这些国家合占全球能源需求总量的 70%。2020 年以来，全球年度能效投资增长了 45%，其中电动车和热泵相关投资增长尤为强劲。当前全球每售出五辆乘用车，就有近一辆是电动车。全球热泵销量的增长现已超过许多国家和地区的燃气锅炉市场。

2000–2023年最低能效标准对主要用能终端全球能耗的覆盖率



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2023E指2023年估算值。最低能效标准对室内制冷、室内供暖、热水、冰箱和照明的能效覆盖率仅限于居住建筑部门。  
来源：IEA基于“政策和措施”（PAMS）数据库和CLASP政策资源中心相关数据开展的分析。

根据 IEA 的《政府能源支出追踪报告》，自 2020 年以来，各国政府用于支持（本国）能效相关投资的支出总额已接近 7000 亿美元，其中 70% 来自美国、意大利、德国、挪威和法国这五个国家。美国在 2022 年颁布的《通胀削减法案》中为能效相关行动拨款 860 亿美元，而欧盟则为遏制能源需求对其《能效指令》进行了加强。

然而，无论是新出台的政府政策、法规和节能项目，还是针对节能技术推广前所未有的投资力度，其影响都不总是立竿见影，而是往往需要若干年才能实现（显性的）节能效果和

能源强度改善。此外，2023 年全球能源强度的总体改善速度掩盖了一些国家和地区能效水平的显著提升，以及另一些国家和地区的进展滞缓。

欧盟继 2022 年能源强度下降 8% 之后，预计将在 2023 年继续下降 5%，创造又一能效提升佳绩。美国能源强度也有望在 2023 年下降 4%。

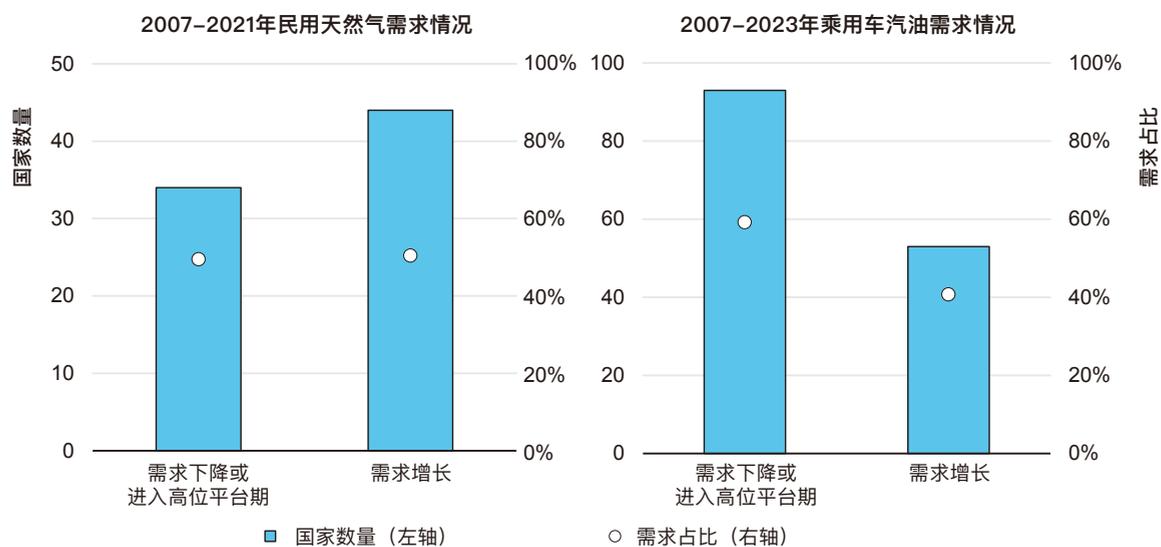
2023 年，受疫情后的强劲回升驱动，中国经济预计将增长 5% 左右，同时其能源需求也将出现类似的反弹。针对 2023 年的初步估计显示，中国能源强度的总体水平在这一年预计将不会发生（显著）变化。作为全球制造业的中心，中国产出同等水平的国内生产总值（GDP）所需能源要比美国多出 40%，比欧盟多出几乎一倍。全球经济活动平衡状态的变化，加之这一年中国和其他一些地区能源强度改善速度的放缓，将有助于理解 2023 年全球能源强度改善速度放缓的原因。

## 节能技术推广对抑制能源需求起到了积极作用，并预示着化石能源需求即将达峰

2023 年上半年，德国、荷兰和瑞典的热泵销量之和较上年同期增长了 75%。与传统车辆和燃气锅炉相比，电动车和热泵不仅可以使能越来越多地转向清洁能源电力，并且在提供同样服务时产生的终端能耗也会大大减少。如今，这些技术使消费者在翻修房屋和购买新车时有了更好的选择，也开始为能效水平的进一步提升打开局面。

例如，全球汽油和柴油驱动的小轿车、两轮和三轮车以及货车销量分别在 2017 年、2018 年和 2019 年达到峰值，预示着全球汽油需求（主要用于乘用车）可能会在 2023 年达到峰值，并稳定在 2700 万桶 / 天左右。国家层面，在合占全球汽油消费总量 60% 的 146 个国家中，有 93 个国家的汽油需求已经达峰、进入（高位）平台期或开始下降。整个道路交通部门（包括货车和公共汽车等柴油车）的石油需求预计将在 2025 年达峰，峰值需求为 4500 万桶 / 天。

### 民用天然气和汽油需求达峰情况



IEA. CC BY 4.0.

来源: IEA (2023), “世界能源平衡” (World Energy Balances), 2023年10月获取; IEA (2023), 《石油2023: 到2028年的分析及预测》 (Oil 2023: Analysis and Forecast to 2028)。

纵观全球 78 个主要的供暖国家，有 34 个国家的民用天然气需求已经达峰、进入（高位）平台期或开始下降，这些国家合占全球民用天然气需求总量的一半。由于俄乌战争导致的（天然气）价格上涨，欧洲民用和商业天然气需求在 2022 年较上年下降了 15% 以上。虽然其中 40% 的下降与 2022 年相对温暖的冬季有关，但大部分需求下降是通过各种节气措施实现的，包括主动减少用气和能效提升。

在交通和供暖向电气化转型的同时，可再生能源在电力生产中所占比重也在迅速增加。因此，能效的站位正在从单纯考虑终端用能，演变为综合考虑整体用能、需求灵活性和对波动性可再生能源的优化利用。早期证据表明，在波动性可再生能源占比较高的电力系统中，这种系统性思维可以帮助节省高达 1/3 的能源费用。

## 全球气温屡创新高，促使制冷需求上升、供暖需求下降

2023 年，全球经历了有记录以来最热的一年，并且有可能引发用电量和碳排放增加（相互促进）的恶性循环。热浪还会加剧（人们的）健康差距、降低生产力、使电费上涨、扰乱基本（社会）服务，并造成（部分）人口迁徙。极端高温将对电力系统构成压力，从而需要针对电网基础设施和发电进行大量投资，同时还会使消费者——尤其是最弱势群体——承受高昂的制冷费用。

数据显示，极端高温推动了市场对空调需求的增长；例如在中国，在日平均气温持续达到 30 摄氏度（°C）时，空调的周销量增长了 16%。在 2023 年 5-9 月的全球性热浪中，人

们上网搜索“空调”的次数比以往任何时候都多：与历史同期平均水平相比，相关词条在谷歌上的全球搜索热度上升了 30% 以上。

气温升高对电力需求的影响也因地区而异。例如，IEA 相关分析表明，在美国得克萨斯州，日平均气温在 24 °C 的基础上每升高 1 °C，电力需求就会增加约 4%；而在空调保有量较低的印度，同样的升温则会使电力需求增加 2%。

2023 年 5–9 月期间，全球许多主要国家的电网都出现了创纪录的峰值需求水平，包括中国、美国、印度、巴西、加拿大、泰国、马来西亚和哥伦比亚等，合占全球电力需求总量的 60% 以上。一些地区在天气炎热时，室内制冷可以占到居住建筑峰值电力需求的 70% 以上，例如中东地区和美国部分地区。

但另一方面，2023 年较为温和的冬季也推动了（某些地区）能源需求的下降，帮助欧盟（经历了有记录以来第二温暖的冬季）和美国在这一年实现了较大的能源强度改善。

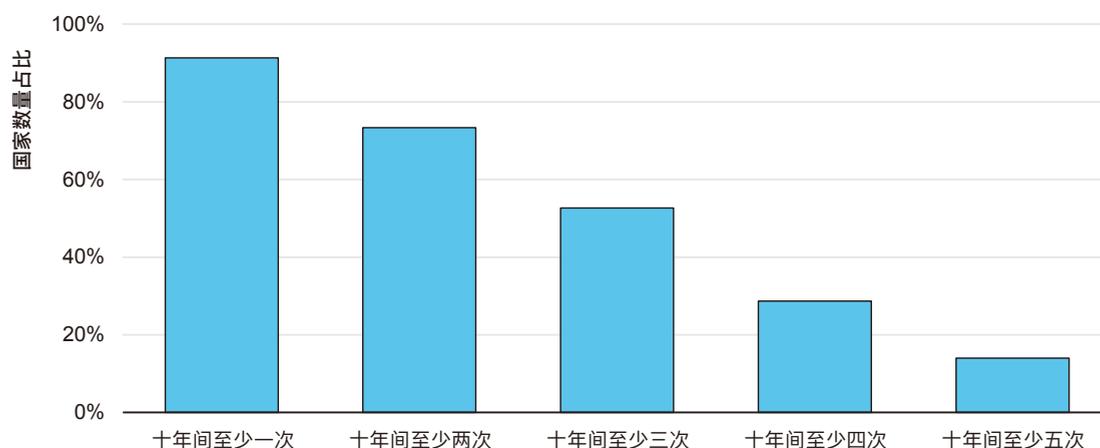
## 实现能效提升速度倍增将有助于 2030 年能源开支下降 1/3，并为全球碳减排做出 50% 的贡献

随着全球推动实现能效提升速度倍增目标——即能源强度改善速度从 2022 年的 2%，提升至现在起到 2030 年期间的年均 4%——势头不断增强，包括联合国第 28 届气候变化大会在内的国际合力，预计将能在未来推动各国形成切实可行的能效和能源需求转型路径，从而发挥至关重要的作用。

虽然全球能源强度改善速度倍增是一个充满挑战的目标，但并非没有先例。在过去十年内，90% 的（IEA 样本，下同）国家至少一次实现过 4% 的能源强度年度改善，半数国家至少实现过三次。但同期只有中国、法国、英国和印度尼西亚这四个二十国集团（G20）成员国在连续五年内实现了 4% 的年均改善，另外还有几个国家接近这一成绩。

在大多数部门，政府都可以利用现有政策的最佳实践，并加快部署已有技术，从而快速推进能效提升速度倍增目标。例如，欧盟、印度、日本、南非和英国的照明标准都已达到或超过了“2050 年净零排放”情景中设定的水平。同样，目前在欧盟、日本、瑞士、土耳其和英国，输出功率在一定范围内的所有市售工业电机必须达到的能效等级，也已经符合“2050 年净零排放”情景中需要实现的水平。部分国家和地区的建筑法规，以及一些即将于 2030 年开始生效的升级车辆标准，也已经达到了符合“2050 年净零排放”情景的水平。

### 2012–2021年期间，至少一次实现4%以上能源强度年度改善的国家数量占比



注：图上国家总数为IEA对其开展相关分析的150个样本国家。

来源：IEA(2023)，《设立全球能效提升速度倍增目标是保留净零排放可能性的必要条件》(A global target to double efficiency progress is essential to keep net zero on the table)。

从现在起到2030年，与能源需求较高、能源强度年均改善约2%的情景相比，倍增后年均4%的改善速度将能额外实现7吉吨(Gt)二氧化碳的减排量，相当于当前全球碳排放总量的20%，同时将使能效及相关措施对2022–2030年全球减排总量的贡献率达到50%。与此同时，发达经济体的能源开支将在现有水平基础上减少约1/3。实现能效提升速度倍增目标，预计还能在制造业、建筑翻修、建筑建造、工业和交通等部门及领域创造一批就业，较当前增加共计450万个就业机会。

这些效益突显了能效在当前形势下的重要地位——全球应当持续不断地推进能效行动，进一步挖掘能效潜力，努力解决能源、气候和生活成本等多元且彼此关联的危机。

## 能效提升速度倍增

设立从现在起到2030年全球能效年均提升速度倍增的目标，是目前国际上备受关注的议题之一。这一目标具体有着怎样的内涵？

### 什么是能效提升速度倍增？



全球能源强度年均改善速度在截至2030年的这个十年内翻一倍

这是一个全球性的目标，需要所有国家共同努力

该目标会在COP28上正式提出并讨论

### 为什么要使能效提升速度倍增？



对实现净零排放至关重要的一步

2030年可避免超过70亿吨CO<sub>2</sub>的额外排放

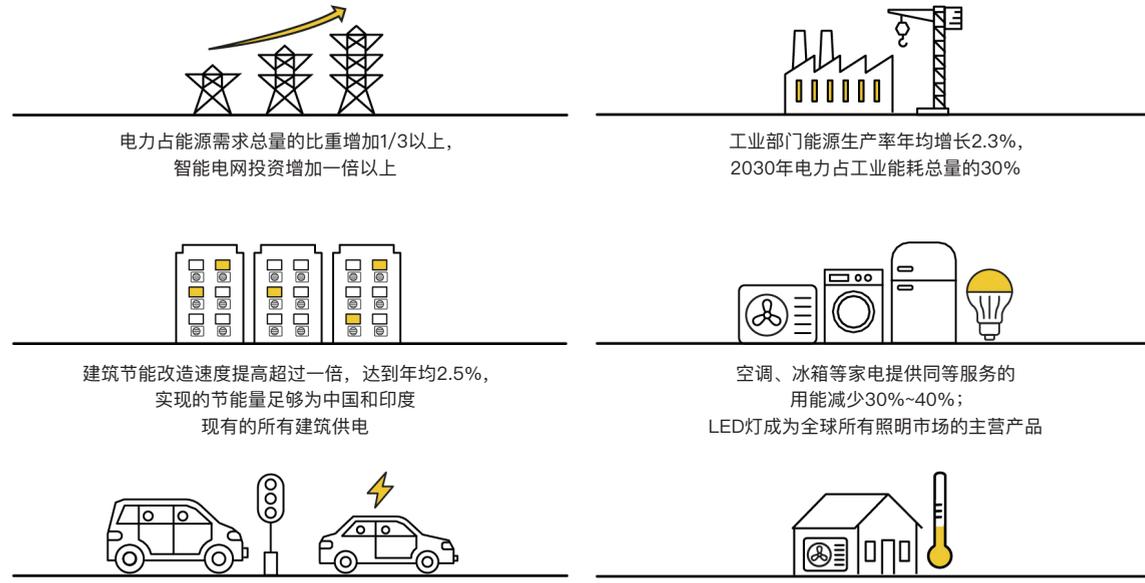
发达经济体家庭能源支出可在当前基础上降低1/3

较当前可新增450万个就业机会

可实现的节能量相当于欧盟2022年能源消费总量的两倍

### 怎样实现能效提升速度倍增？

采取强有力的信息类、法规类和激励类政策组合，并且使全球能效相关投资增加两倍，推动现在起到2030年期间实现以下进展



电力占能源需求总量的比重增加1/3以上，智能电网投资增加一倍以上

工业部门能源生产率年均增长2.3%，2030年电力占工业能耗总量的30%

建筑节能改造速度提高超过一倍，达到年均2.5%，实现的节能量足够为中国和印度现有的所有建筑供电

空调、冰箱等家电提供同等服务的用能减少30%~40%；LED灯成为全球所有照明市场的主营产品

汽车能效水平年均提高5%，主要来自电气化和消费者转向较小车型的贡献

消费者在日常生活中主动、持续地进行行为转变，例如将供暖温度控制在19~20°C

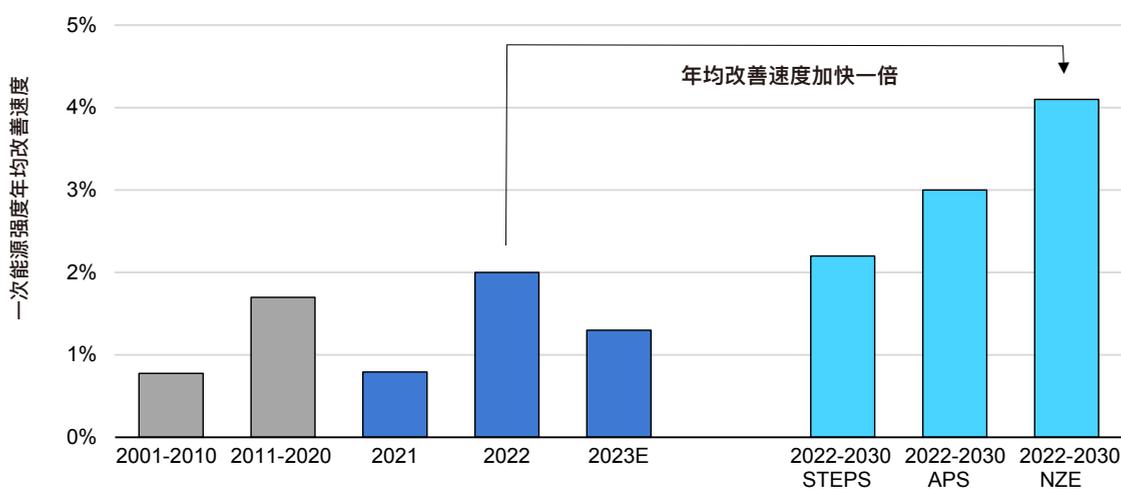
# 第 1 章 能效及能源需求趋势

## 能源强度和能源需求

### 各国积极采取能效政策行动，但诸多因素导致全球能源强度改善进程滞缓

2023 年，能效因其在加速清洁能源转型、降低能源成本、加强能源安全等方面的效益，依然是全球关注的焦点。然而全球能源强度改善的进展，即全球经济的能源强度下降（速度），预计将<sup>2</sup>在这一年从 2022 年的约 2% 放慢至 1.3% 左右。其中，“能源强度”是指制造既定量的经济产出或国内生产总值（GDP）所产生的一次能源消耗，是全球用于追踪能效进展的**主要指标**。

2001–2023 年以及各情景下 2022–2030 年全球一次能源强度年均改善情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上 2023E 指 2023 年估算值；STEPS 指“既定政策”情景；APS 指“承诺目标”情景；NZE 指“2050 年净零排放”情景。在此给出能源强度的一个指示区间——如果 GDP 增长 3%，那么在当前预计的 1%~2% 能源需求增长下，能源强度的改善幅度将落在 2%~1% 之间。

尽管全球能源强度改善在这一年不尽如人意，但能源危机依然毫无疑问地加速了许多国家和地区市场的能源转型和能效提升。新政策和技术的影响未必立竿见影，所带来的节能效益和能源强度改善也需要一段时间才能得以显现。对于一些在近期内大范围引入新的政策、法规和激励机制来抑制能源需求增长的政府而言，尤其如此——包括欧洲，以及一些其他国

<sup>2</sup> 译者注：本册报告（英文原著）发布于 2023 年 11 月，完稿时仍有相当一部分 2023 年相关数据信息无法完整、准确地获取，因此如无特殊说明，涉及 2023 年相关数据信息时一律采用“预计”“估计”“将会”等表述方式。

家和地区；与此同时，为了应对能源成本激增，这些国家和地区的消费者和企业还在持续不断地采取节能措施。

虽然全球能源危机使受影响的家庭和企业——尤其是天然气依赖程度高的那部分家庭和企业——蒙受了较大的经济损失、不得不艰难度日，但也为全球能效趋势带来了重大转变。在这期间，依靠电力的各种技术得到了大规模推广；相比起直接依靠化石燃料燃烧的技术，电力驱动技术在能效水平上有了质的飞跃，从而推动全球能效提升进入新高度。加之太阳能发电达到了史无前例的规模，化石能源在许多国家和地区市场中的增长空间已经所剩无几。

## 能源危机影响下欧洲求变，能源强度改善幅度空前

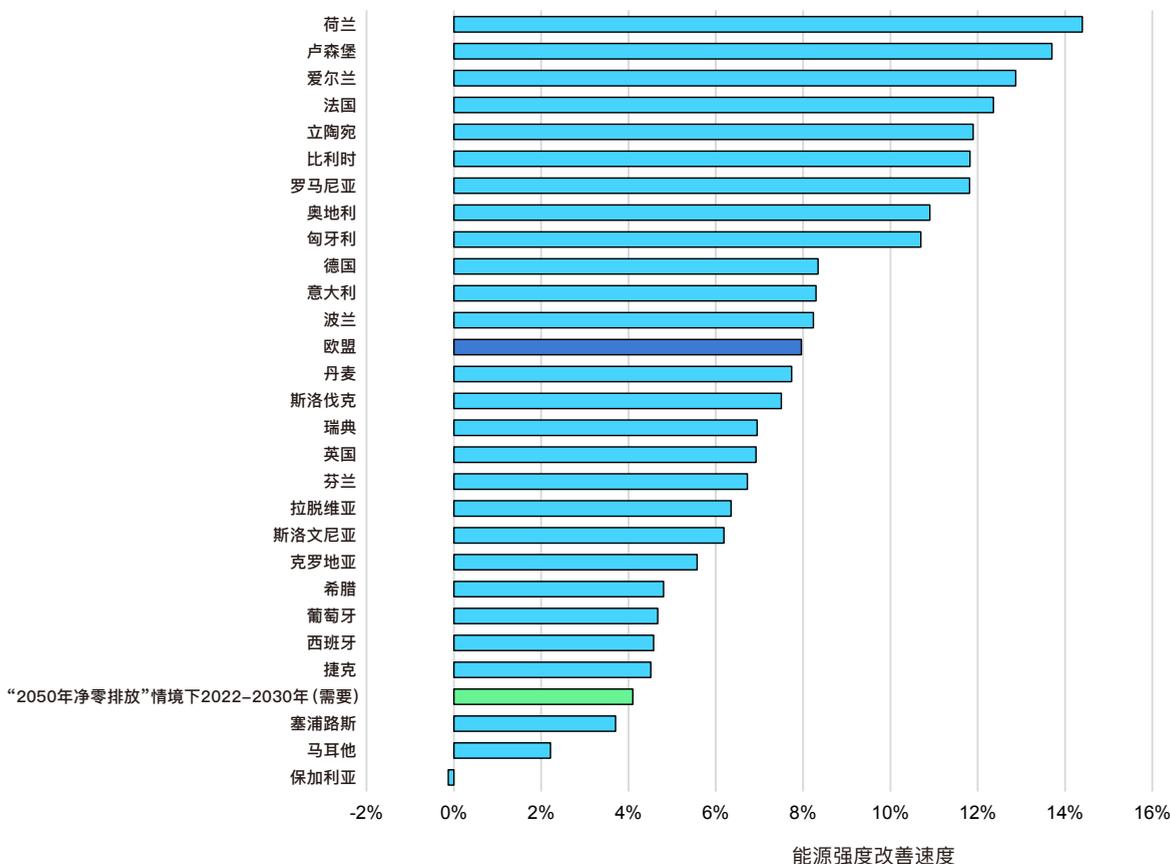
就欧盟总体而言，能源危机促使政府采取响应措施、消费者发生行为变化，从而在 2022 年实现了平均近 8% 的能源强度改善；2023 年，在能源需求预计下降 4% 的前提下，能源强度预计将改善 5%。作为参考，在东日本大地震对日本能源系统产生影响和政府采取能效措施的共同作用下，2011 年日本能源强度的改善幅度也只是略微超过了 7%。

荷兰在 2022 年的能源强度改善幅度达到了惊人的 14%，是有史以来全球主要经济体实现过最快的能效提升速度之一；在这一年的某些时期，该国经历了[欧盟最高](#)的能源价格涨幅。欧盟以外，韩国、土耳其和英国都出现了令人振奋的能源强度改善进展。

虽然欧盟在 2023 年的经济增长速度预计将下滑至 0.7% 左右，但在 2022 年，作为全球范围内受能源危机影响最大的地区之一，其经济增长速度依然达到了 3.6%，高于世界平均水平。新冠疫情后，人们在消费支出上的强烈反弹推动了该地区经济在 2022 年上半年的增长，但这一效应随着时间推移而逐渐消失。同一时期，为了应对不稳定供应下高昂的能源价格，能源消费者努力使能源消费总量锐减了 5.7%；当然，一部分能源需求下降的代价可能是舒适度的下降、能源密集型工业活动的减少，以及在能效提升速度上的妥协。

2022 年下半年，能源危机致使欧元区经济明显放缓，许多成员国被迫陷入萧条。能源密集型行业遭受重创；经合组织（OECD）欧洲国家在 2022/2023 年冬季的工业用气需求[同比下降了近 20%](#)。由于通货膨胀造成家庭预算严重缩水，且能源价格居高不下，2023 年经济增长缺乏动力，预计这一年欧盟经济增长速度将放缓至 1% 以下。

部分欧盟国家和英国2022年能源强度改善速度



IEA. CC BY 4.0.

注：参见关于塞浦路斯<sup>3</sup>的声明。

来源：国际能源署 (IEA) 基于 IEA (2023)，“世界能源平衡”(World Energy Balances) 数据开展的分析，2023年10月获取。

一些地区能效提升强劲，但另一些地区能源密集型增长加剧

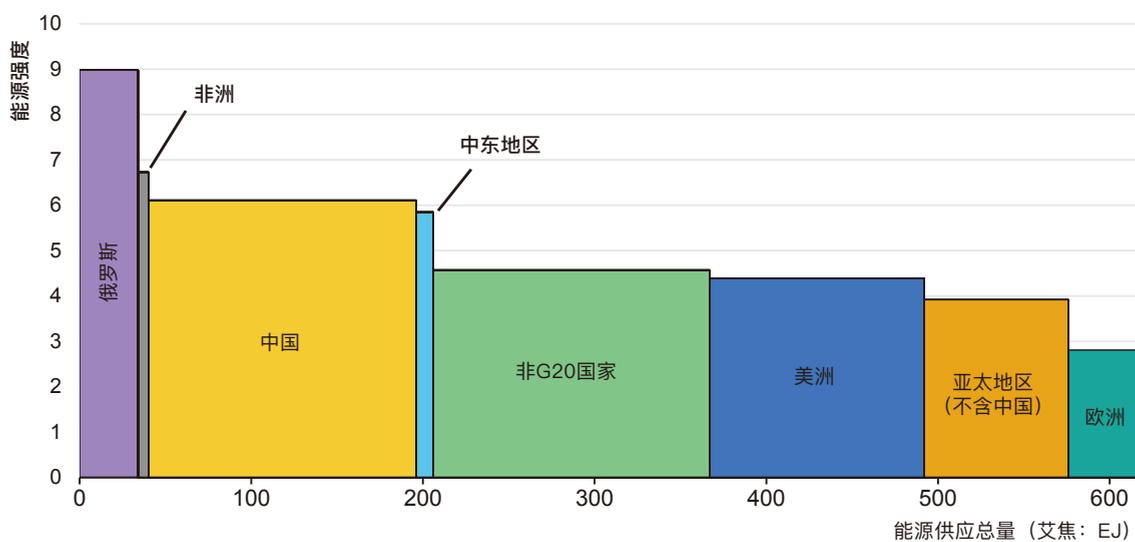
由于各国在经济结构、能效水平和气候条件等方面的不同特点，世界几大主要经济体的总体能源强度存在较大差异。较为寒冷或炎热的国家往往存在更大的供暖或制冷需求，因此能源强度通常更高。同时，高耗能行业也会对能源强度产生显著影响；例如，作为全球制造业的中心，中国用于产出相同 GDP 水平的能耗比美国高出 40%，更是欧盟的近两倍。

上述三个主要国家和地区合占全球能源需求总量近一半，其中中国占比最高，为 25%，其次是美国和欧盟，分别占 14% 和 9%。非二十国集团（非 G20）国家合占全球能源需求总量的 26%。

<sup>3</sup> 来自土耳其共和国的声明：本报告中涉及“塞浦路斯”的信息是指塞浦路斯岛南部。岛上不存在能够同时代表土族塞人和希族塞人的单一政权。土耳其承认北塞浦路斯土耳其共和国 (TRNC)。在找到符合联合国框架且持久、公平的解决方案之前，土耳其将维持其在“塞浦路斯问题”上的立场。

来自经合组织所有欧盟成员国及欧盟的声明：除土耳其以外，联合国所有成员国均承认塞浦路斯共和国。本报告中涉及“塞浦路斯”的信息是指在塞浦路斯共和国政府有效控制下的地区。

## G20成员国和非G20国家2021年一次能源强度和能源供应总量，按地区划分



IEA. CC BY 4.0.

注：一次能源强度是指能源供应总量与GDP之比，单位为兆焦 (MJ) / 千美元 (2015年购买力平价)。

来源：国际能源署 (IEA) 基于IEA (2023)，“世界能源平衡” (World Energy Balances) 数据开展的分析，2023年10月获取。

工业作为占全球能源需求总量约 1/3 的用能部门，对总体能源强度有着举足轻重的影响。其中，中国在全球工业能源消费总量中占比最高，为 37%，美国占 9%，欧盟占 8%。

中国于 2006 年开始同步设立能源强度下降和能源消费总量控制目标，并逐步演变成“能耗双控”政策。在其国民经济五年规划相关目标的配合下，包括“能耗双控”在内的各项措施使该国在过去十年间的年均能源消费增长率仅为同期[经济增长速度的一半](#)。据中国国家发展和改革委员会估算，全国能源强度在 2012–2022 年期间累计下降了 [26%](#) 以上，是 G20 集团中总体能源强度持续改善幅度最大的国家。

上述地区性的因素有助于理解为什么在能源危机带来重大变革的情况下，全球能源强度在 2023 年的改善可能仍然低于历史平均水平。这意味着如果没有强劲的能效提升作为前提，中国经济相比全球其他地区的较快增长，可能会使全球经济向能源密集程度更高的结构进行转变。2021 年，家庭消费占中国 GDP 总量约 [38%](#)，而这一比重在美国超过了 [68%](#)，表明随着经济结构的大规模变化，能源强度仍有很大的下降空间。中国在近期表示要加强[消费在经济发展中的基础性作用](#)，预示着其经济增长模式有望从投资主导型转向[消费主导型](#)；该国在这一过程中，有意加快对电动车和家用电器的使用，推动本土旅游业发展，促进绿色产品下乡等。

## 全球经济及能源需求增长模式转型将对能源强度改善进程产生重要影响

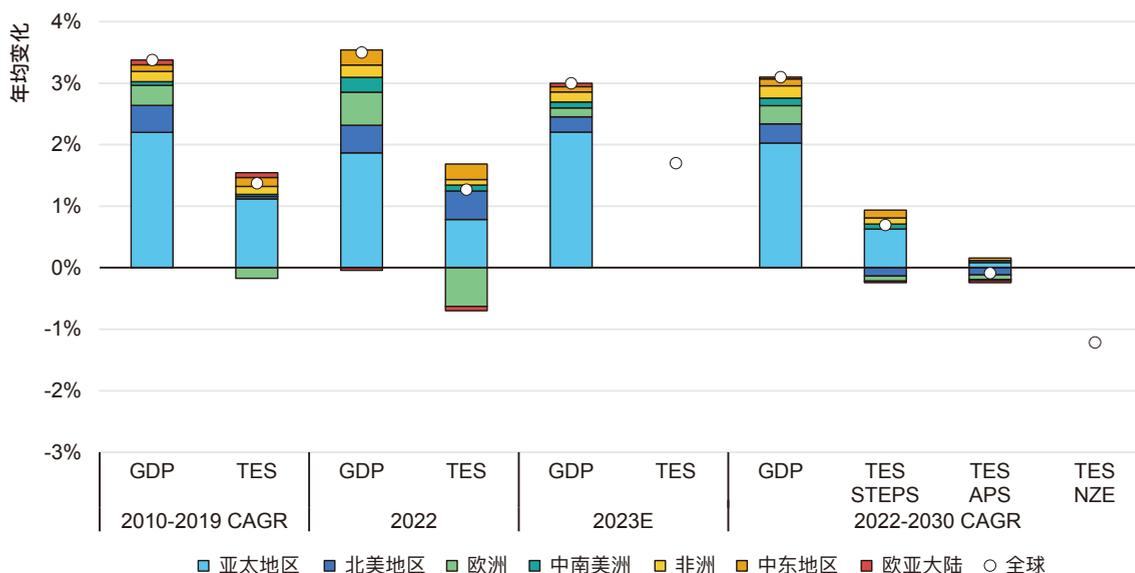
据国际货币基金组织（IMF）估算，2023 年全球总体经济增长速度预计将从 2022 年的 3.5% 降至 3%，[低于长期以来的历史平均水平](#)。与此同时，2023 年全球能源需求增长速度预计将从上年的 1.3% 提高至 1.7%。

具体来看，发达经济体的经济增长速度预计将从 2022 年的 2.6% [减缓至 2023 年的 1.5%](#)，同期新兴和发展中市场的增速则将稳定在 4% 左右。但中国可能是一个值得关注的例外——随着该国从疫情相关限制措施中逐渐复苏，2023 年经济增长速度预计将从上一年的 3% 加速至 5% 左右。

虽然来自新冠疫情的影响暂时性地打破了经济增长和能源消费之间的常规关系，但在 2000–2019 年期间，按照购买力平价（PPP）计算，全球 GDP 每增长一个百分点，能源需求就会增加约 [0.6%](#)。

能源强度的（时空）变化说明，GDP 与能源需求之间的关系在不同国家和地区之间，以及不同时期之间，都存在差异。发达经济体方面，在新冠疫情之前的 2000–2019 年期间，能源强度下降速度约为 [1.8%/年](#)，来自 2%/年的适度 GDP 增长和几乎不变的能源消费总量。对一些全球领先的经济体而言，在 GDP 增长的同时，能源需求甚至出现了下降。例如，欧洲的能源需求在 2006 年已经达峰，到 2019 年累计下降 [10%](#)；同期美国的能源需求几乎保持不变。

2010–2023年以及各情景下2022–2030年各地区对全球GDP和能源供应总量变化的贡献情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上TES指能源供应总量；CAGR指复合年均增长率；2023E指2023年估算值；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：国际能源署（IEA）（2023），“[全球能源和气候模型](#)”（Global Energy and Climate Model）；IEA（2023），“[世界能源平衡](#)”（World Energy Balances），2023年10月获取。

在新兴市场和发展中经济体（EMDEs），能源强度在 2000–2019 年期间的年均改善速度（较发达经济体）略高，为 1.9%，来自平均 6%/ 年的 GDP 增长和 3.6%/ 年的能源需求增长。能源需求增长的背后是生活水平的急起直追——（现阶段）新兴市场和发展中经济体一位普通居民的家庭和交通用能水平分别只有发达经济体居民的 1/3 和 1/4。

本册报告探讨了高、中、低三种能源消费路径。首先是“既定政策”情景（STEPS），描绘了全球在现有政策条件下的发展轨迹——在截至 2030 年的这个十年期间，预计全球能源强度年均改善速度为 2.3%，来自约 3% 的全球 GDP 年均增长速度，以及略低于 1% 的全球能源需求年均增长速度。

“承诺目标”情景（APS）假设各国政府公开设立的所有愿景目标都能按时且彻底地实现，因此该情景下的全球能源强度改善速度较高。该情景下，经济增长将与能源需求进一步脱钩，预计（现在起到 2030 年，）全球能源强度年均改善 3.1%，而同期能源需求几乎将保持不变。

“2050 年净零排放”情景（NZE）提出了一种路径，即到 2030 年，将全球平均温度的升幅稳定在 1.5 摄氏度（°C），同时确保世界各地都能使用现代能源。该情景下，全球能源强度（改善速度）预计会翻一倍，从 2022 年的约 2%/ 年，达到从现在起到 2030 年期间平均略高于 4%/ 年。这意味着经济增长与能源需求将实现绝对脱钩，具体体现为在（该情景下）截至 2030 年的这个十年期间，尽管全球 GDP 年均增长 3%，但全球能源需求却会发生下降——下降速度略高于 1%/ 年。

## 为确保化石能源需求在 2030 年前达峰，能效水平需要进一步提升

为了更加全面地呈现当前能源需求趋势以及推动能源强度变化的地区性因素，本册报告从国际能源署（IEA）关于电力、石油、天然气和煤炭等主要能源的基准市场报告中提取了综合性结论，为估算 2023 年能源供应总量提供了依据。2023 年能源供应总量估算值，加上 GDP 估算值，共同作为用于评估当年能源强度变化的主要输入变量，得到了 1.3% 的预计能源强度改善速度。

2023 年全球能源需求增长主要集中在亚洲经济体，尤其是中国。这部分增长的影响，预计将抵消并超过欧美等其他主要国家和地区的能源消费增速放缓或总量下降，最终在总体上表现为全球能源需求增速加快至 1.7%。

根据 IEA 在 2023 年 11 月发布的《石油市场报告》，2023 年全球石油需求预计将增长 2.4%，其中航空燃料和石化原料使用是主要的驱动因素。随着新冠疫情后中国（能源活动）在 2023 年上半年的复苏，该国预计占当年全球石油需求增量的 77%。

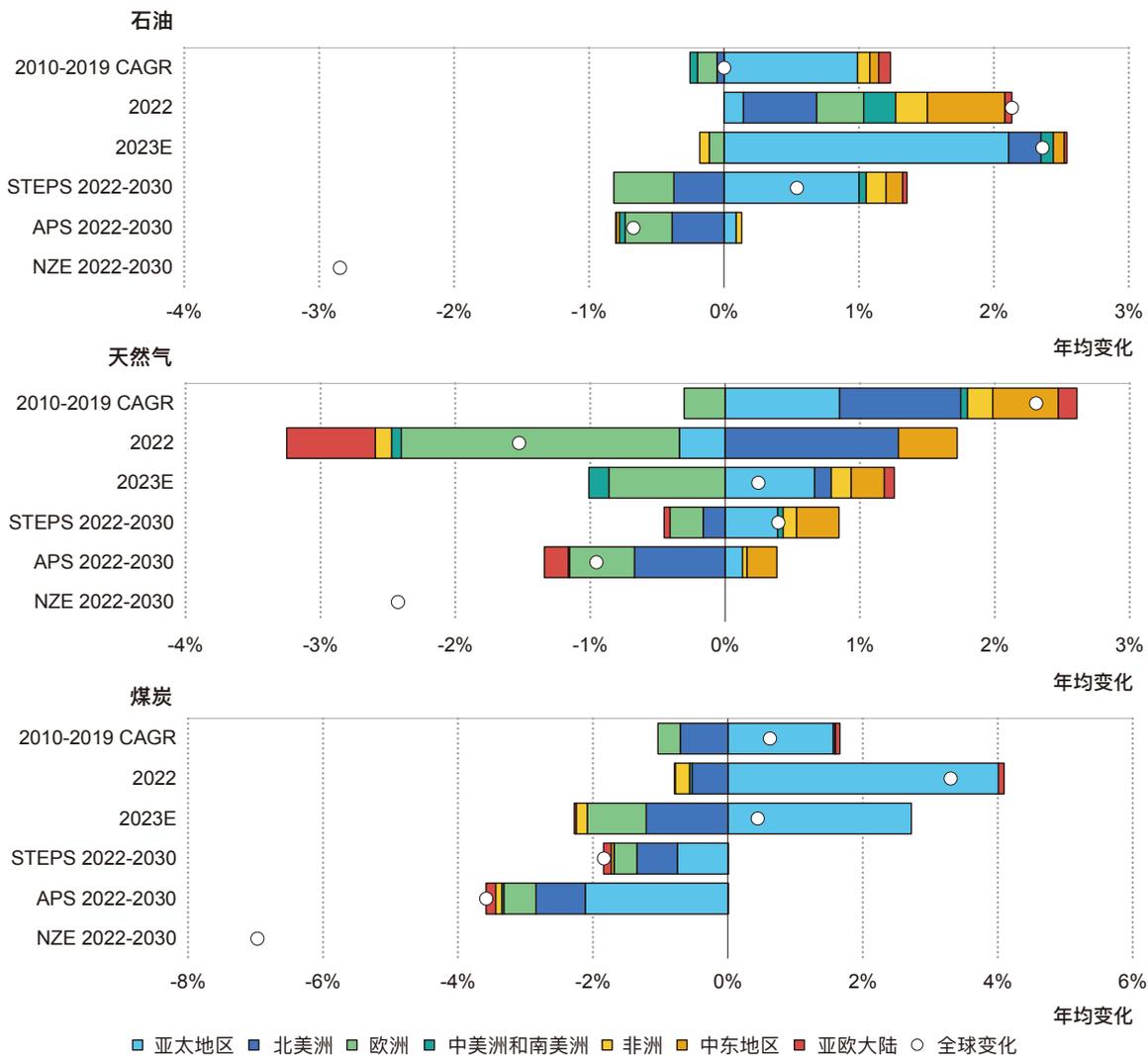
全球石油需求增长继在 2023 年达到 240 万桶 / 天（含生物燃料 20 万桶 / 天）之后，预计将在 2024 年急剧放缓至 90 万桶 / 天。道路交通部门的燃料使用是石油需求增长的主要

驱动因素；该部门当前约占全球石油需求的 45%，其燃料使用预计将从 2025 年开始达峰，随后开始下降。目前，电动车新增销量每年能够抵消约 40 万桶 / 天的石油需求增长；预计到 2030 年，累计的抵消效应将能达到每年 400 万桶 / 天。乘用车石油需求预计将于 2023 年开始达峰，而整个道路交通部门石油需求的总体达峰则预计将会出现在 2025–2030 年期间。

目前，合占全球人口总数 60% 的 50 多个国家已经制定了相关政策来鼓励电动车推广，30 个国家设定了带有明确时限的内燃机汽车新车停售目标。根据 IEA 《世界能源展望 2023》，“既定政策”情景下，到 2030 年全球石油需求总量预计将进入峰值平台期，达到约 1.02 亿桶 / 天，同期新兴和发展中国家（石油需求）将继续增长，而石化和航空行业的进一步增长则将被道路交通部门的下降所抵消。

根据 IEA 在 2023 年 10 月更新的《天然气市场报告》系列报告，全球天然气需求继在 2022 年下降 1.5% 之后，在 2023 年预计将（与上年）大致持平。这一趋势呼应了同一时期由能源危机引发的剧烈市场波动和不确定性增加。正如《2023 年天然气中期报告》中所强调的那样，过去几年发生的事件可能为“天然气黄金十年”（2011–2020 年）画上了句号；在“黄金十年”期间，天然气一度占到全球一次能源供应增量的 40% 左右。

2010–2030年不同地区对各能源品种全球需求量变化的贡献情况，按不同情景



IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均增长率；2023E指2023年估算值；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA (2023)，“全球能源和气候模型” (Global Energy and Climate Model)；IEA (2023) “世界能源平衡” (World Energy Balances)，2023年10月获取；IEA (2023)，《世界能源展望2023》 (World Energy Outlook 2023) 拓展数据表；IEA (2023)，《2023年天然气中期报告》 (Medium-Term Gas Report 2023)，2023年10月发布；IEA (2023)，《石油市场报告》 (Oil Market Report)，2023年11月发布；IEA (2023)，《煤炭市场更新》 (Coal Market Update)，2023年7月发布。

欧洲天然气发电需求在 2022 年仅下降了 4%，一定程度上是由于水力发电量在这一年下降了 19%，因此需要使用更多天然气进行发电；2023 年（该地区）水电回升，促使天然气发电需求下降 15%。

在亚太、欧洲和北美等成熟的（能源）市场，由于可再生能源发电和高效供暖部署到位，天然气消费总量已经达峰，并将在未来几年开始下降。“既定政策”情景下，全球天然气需求总量预计将在未来几年以平均仅 0.5%/ 年的速度缓慢增长，直至 2030 年达峰；而在过去的 2010–2019 年期间，增速远超 2%/ 年。

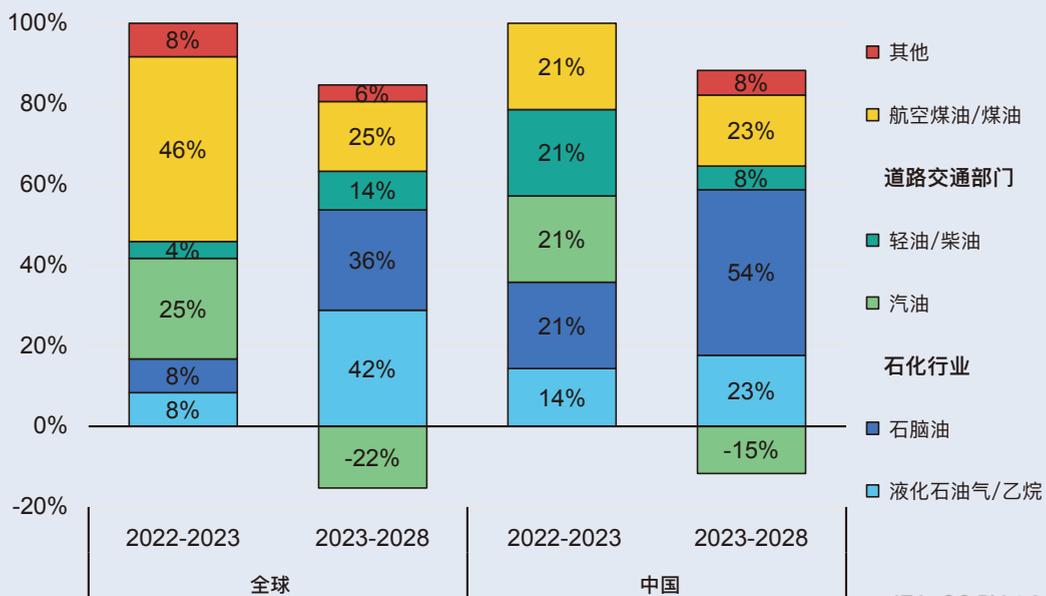
全球煤炭需求总量在 2022 年创下历史新高，较上年增长 3.3%，主要原因是煤炭价格低于天然气，且在许多地区都易于获取。此外，核电和水电的总体疲软也（在客观上）促进了燃煤发电增长。鉴于煤炭是全球最大的二氧化碳排放源，其在 2022 年的强劲增长对实现气候目标尤为不利。2023 年，煤炭消费在增速放缓至 0.4%、接近长期历史增速区间的情况下，总量创下新的历史记录。这一年的总体增长反映出，美国和欧盟（煤炭需求）的结构性下降（降幅分别为 22% 和 17%）被亚洲的持续增长所抵消。根据 IEA 在 2023 年 7 月发布的《煤炭市场更新》报告中的初步估算，2023 年中国和印度的煤炭需求预计将分别增长 3.5% 和 5%——这些数据将在 2023 年 12 月更新；这两个国家合占全球煤炭需求总量的 70%。

### 中国能源需求在 2023 年出现反弹

初步数据显示，中国能源需求预计在 2023 年增长约 5%，这在很大程度上是由于新冠疫情相关限制措施放开后，经济活动水平的提升。该国煤炭需求在 2022 年增长了 4.6%；2023 年预计增长 3.5%，其中电力部门增长 4.5%，其他部门增长 2%。天然气需求继在 2022 年出现四十年来首次下降后，预计将在 2023 年增长 7%。电力需求预计增长 5.3%，高于上一年的 3.7%。中国石油需求也在 2023 年增长了近 10%，从 1470 万桶 / 天增至 1640 万桶 / 天，其中 43% 的增长用于道路交通，36% 用于原料使用，21% 用于航空燃料。

道路交通对汽油的需求在 2023 年预计将增长近 10%，随后在 2024 年开始达峰。汽油消费占 2023 年中国总体石油需求增量的 43%，但到 2028 年，预计将从 370 万桶 / 天降至 350 万桶 / 天。

2022–2023 年以及 2023–2028 年全球和中国石油需求变化，按燃料品种



来源：IEA (2023)，《石油2023：到2028年的分析及预测》。

IEA. CC BY 4.0.

IEA. CC BY 4.0.

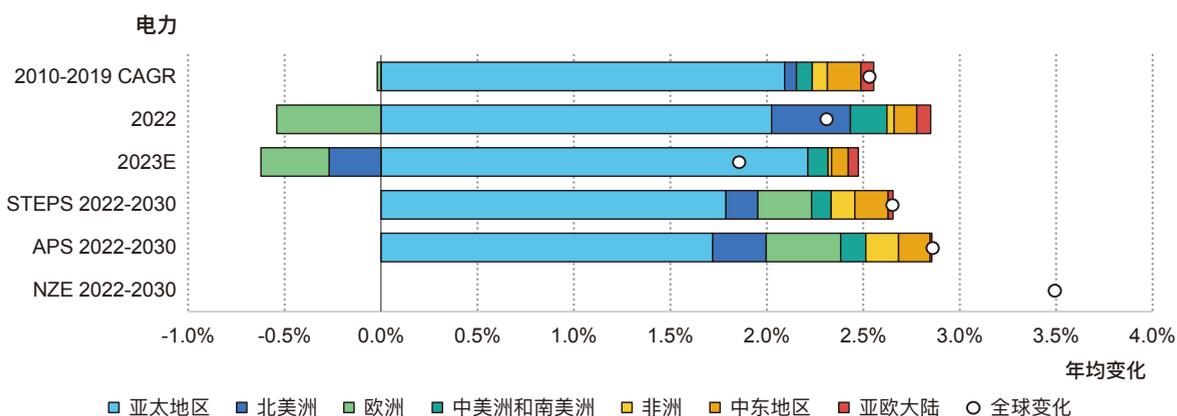
## 电力部门加速脱碳的关键在于节省能源需求

全球总体电力需求继在 2022 年增长略高于 2% 之后，2023 年增速预计将保持相对稳定，依然在 2% 左右。作为参考，2010–2019 年期间的历史趋势为年均增长 2.5%。2023 年的增长主要来自中国和印度，增幅分别为 5% 左右和 6.5%；同期欧洲和美国的电力需求则出现了下降，降幅分别为 2.5% 和略低于 2%。

由于太阳能光伏发电的大规模发展，尤其是分布式系统的发展，可再生能源预计将能在 2023 年和 2024 年满足同期全球的电力需求增长总量，其中中国将占全球新增（可再生能源）发电量的一半左右。过去十年间，能效水平得以提升，可再生能源加速应用，节省了一部分（本应发生的）电力需求，从而促使可再生能源在发电中的占比从 2010 年的约 20% 提高到了 2022 年的 30% 左右。

然而化石能源依然在电力部门处于主导地位，2022 年占全球发电量的 61%。

2010–2030 年各地区对全球发电量变化的贡献情况，按不同情景



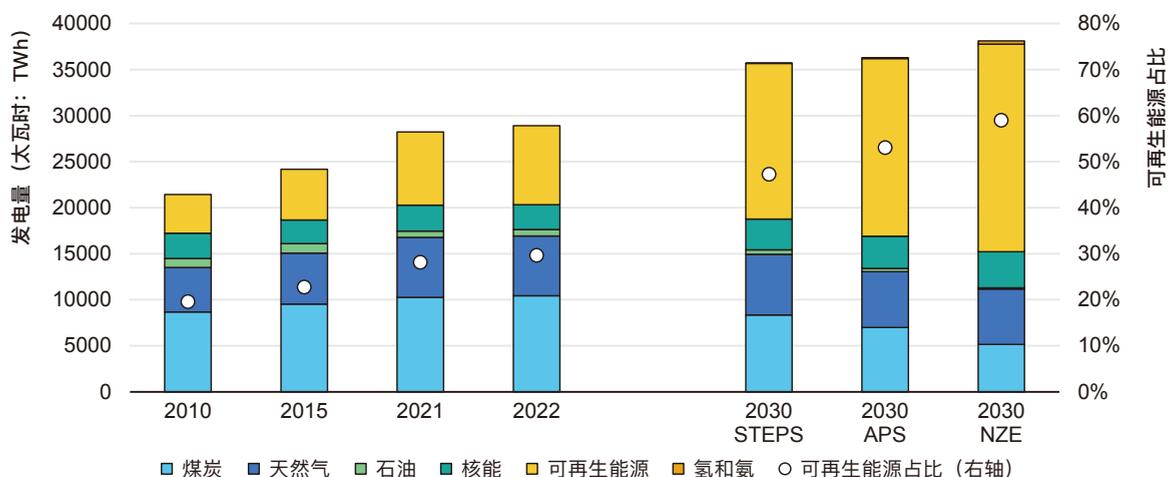
IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均增长率；2023E指2023年估算值；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA基于IEA (2023)，“[全球能源和气候模型](#)” (Global Energy and Climate Model) 以及IEA (2023)，“[世界能源平衡](#)” (World Energy Balances) 数据开展的分析，2023年10月获取；IEA (2023)，《[世界能源展望2023](#)》(World Energy Outlook 2023) 拓展数据表，2022年和2023年数据；IEA (2023)，《[电力市场报告—2023年更新](#)》(Electricity Market Report – Update 2023)。

总体能效水平的提升可以抵消（部分）用能终端电气化所带来的（能源）需求增长，因此加快能效提升行动意味着能够节省更多的能源需求，从而对可再生能源替代化石燃料起到至关重要的推动作用。例如在美国，从传统照明转向发光二极管（LED）[所节省的能源](#)，足以为每年为 300 万辆电动车供电，或通过热泵为 260 万户家庭供暖。

2010–2022年以及各情景下2030年全球发电量及可再生能源占比



IEA. CC BY 4.0.

注：图上STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA (2023), 《[净零排放路线图：保留实现1.5 °C目标可能性的全球路径 \(2023年更新\)](#)》(Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach: 2023 Update)；IEA (2023), 《[世界能源平衡](#)》(World Energy Balances), 2023年10月获取。

“2050年净零排放”情景下，到2030年，全球能效提升速度和可再生能源发电装机容量将在各自的2022年水平基础上分别**提高一倍和两倍**，届时全球可再生能源发电占比将大幅提高至59%。

## 国家和地区层面的能效正在发生重大转变

中国、美国和欧洲合占全球GDP和能源消费总量的一半以上，因此分析这些地区的能效变化有助于快速理解全球能源强度变化趋势背后的原因。

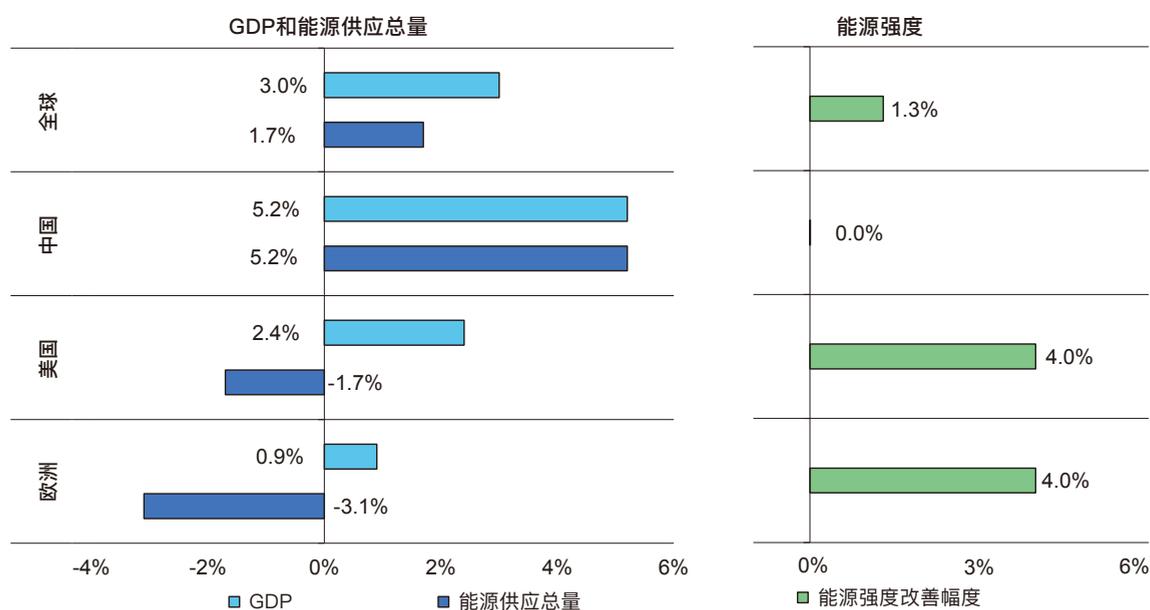
对欧洲而言，能源危机的影响仍在继续，能源需求继2022年下降4.8%后，预计将在2023年下降3%；同一时期，该地区GDP增速从2022年的3.8%放缓至2023年的0.9%。两相作用下，2023年能源强度预计将下降约4%。具体到能源品种：[“欧盟重新赋能”\(REPowerEU\)](#)计划中的政策措施，加之消费者需求的减少，预计将使欧洲天然气消费量在[2022年已经下降13%](#)的情况下，2023年再下降7%；由于可再生能源应用的增加和能效的大幅提高，该地区煤炭消费量预计将[下降15%](#)；而尽管欧盟电动车和热泵销量在2023年创下新高，带来了电气化水平的提升，但该地区电力需求这一年预计仍将延续2022年下降趋势，下降3%，达到二十年来最低水平。

美国方面，2023年经济增长在很大程度上实现了与能源消费脱钩——GDP预计增长2.4%，能源需求预计降低1.7%，造成能源强度预计下降4%。该国能效水平的提升部分归功于2022年开始实施的[《通胀削减法案》\(IRA\)](#)；该法案标志着美国有史以来针对清洁

能源和气候行动的最大投资规模。该国采暖和制冷度日数<sup>4</sup>在 2022 年急剧增加之后，又在 2023 年突然减少，造成电力需求在这一年下降 2%，进而促使燃煤发电发生了 22% 的显著减少。天然气需求预计将保持平稳。

中国近年来在能源强度改善方面一直走在世界前列，2010–2019 年期间能源强度年均下降 3.8%。2023 年，中国经济增长预计将略高于 5%。新冠疫情相关限制措施放开后，该国的复苏仍在继续，其中航空旅行的恢复尤为明显；然而 2023 年石化行业的显著发展推动了石油消费的急剧增加。上述趋势共同作用下，预计中国能源强度水平在 2023 年将不会发生明显变化，未来则可能回到此前的长期下降趋势。

### 2022–2023 年全球和部分国家及地区 GDP、能源供应总量和能源强度的变化



IEA. CC BY 4.0.

来源：能源供应总量来自IEA各能源品种的市场报告综述，GDP数据来自牛津经济研究院（Oxford Economics）。

中国通过快速提高可再生能源发电占比，持续推动清洁能源转型加速，但其天然气和煤炭需求预计将在 2023 年分别增长约 7% 和 4%。其中，电力部门煤炭需求预计增长 4.5%，而非电力用途煤炭消费预计增加 2%。另一方面，尽管中国是全球最大的电动车市场，但其石油需求预计在 2023 年仍将增长约 10%，主要用于航空燃料和石化原料使用；在这一年的全球石油需求增长总量中，中国预计占 77%。

## 强有力政府支持下的能源强度改善速度倍增有先例可循

2011–2020 年期间，全球能源强度年均改善约 1.7%，较上一个十年 0.8% 的年均改善速

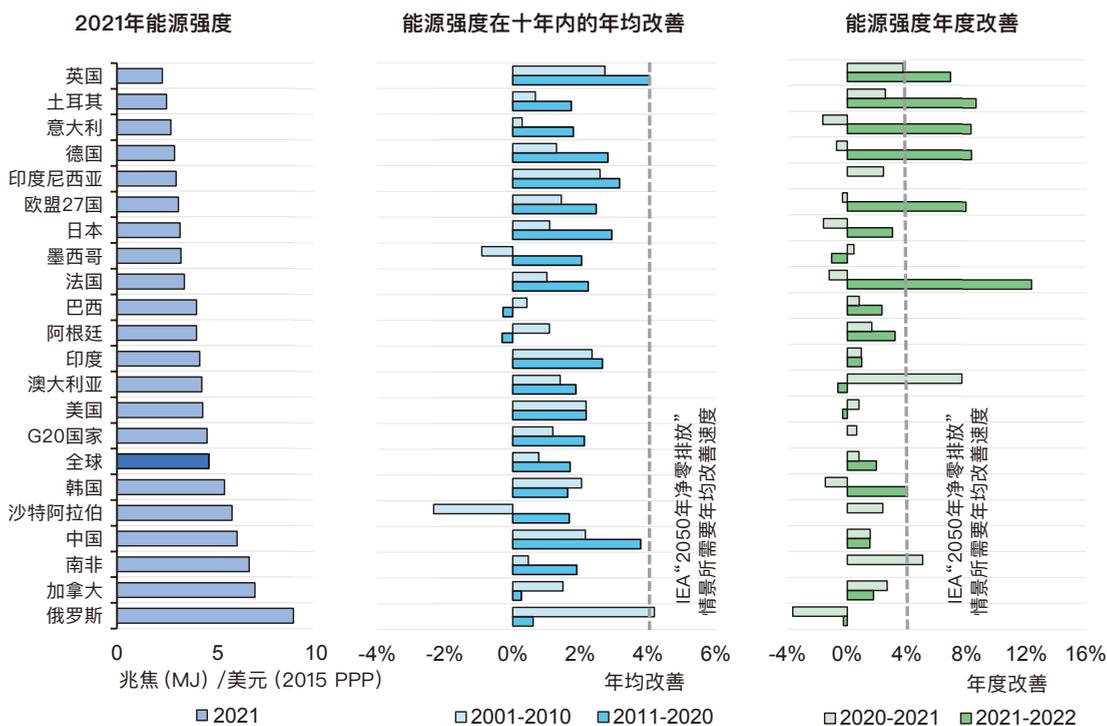
<sup>4</sup> 译者注：采暖度日数（HDD）和制冷度日数（CDD）是常用的采暖和制冷需求指标。

度实现了倍增。“2050 年净零排放”情景下，（现在起）到 2030 年，全球能源强度年均改善速度将略高于 4%。这一改善速度的实现需要各国政府共同付出巨大努力，实施新的能效相关政策，同时对已有措施进行强化。

G20 所有经济体合占全球能源消费总量约 80%，其中 14 个成员国在 2011–2020 年期间较上一个十年加快了能源强度改善速度。在这 14 个国家中，又有半数国家的十年年均能源强度改善速度较上一个十年翻了一番，证明了能效大幅提升的可行性。

阿根廷和巴西是仅有的两个在过去十年出现能源强度升高（即变差）的 G20 国家，这一趋势可能与一些结构性变化有关；但在 2021 年和 2022 年，这两个国家的能源强度开始下降，标志着其能效提升进程可能出现了（好的）拐点。本报告第 5 章将更加详细地探讨在截至 2030 年的这个十年实现能效提升速度倍增的内涵。

### 2001–2022年G20成员国一次能源强度变化趋势



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2015 PPP指2015年购买力平价；南非、沙特阿拉伯和印度尼西亚的2022年数据尚不可获取。

来源：IEA基于IEA (2023)，“世界能源平衡”(World Energy Balances) 数据开展的分析，2023年10月获取；IEA (2023)，《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress 2023)。

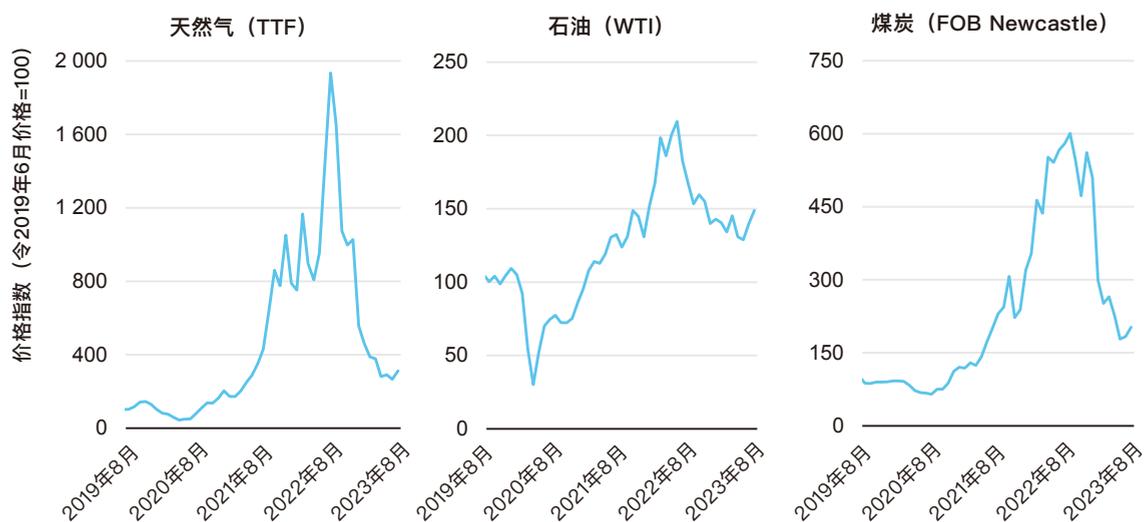
## 能源价格和可负担性

### 虽然能源价格开始出现新的风险因素，但 2023 年批发价格已在上年大幅上涨后开始降温

中东地区的动荡局势给能源价格带来了新的风险，使各地能源市场陷入紧张不安之中。在此之前的一年，能源价格水平刚刚创下历史记录，这在很大程度上源于俄罗斯联邦（以下简称“俄罗斯”）和乌克兰之间的战争。不过可喜的是，能源批发价格在 2023 年出现了降温，尽管仍高于能源危机前的水平。与此同时，能源批发价格的下降在大多数情况下并未完全传导给消费者，因此人们依然需要面临高昂的家庭能源支出和商业投入成本。

欧洲天然气批发价格在 2022 年一度出现所有能源品种中的最大涨幅，但其在 2023 年的下降也最为明显——荷兰产权转让设施天然气价格指数（TTF）下的现货价格从 2022 年的 [37 美元 / 百万英国热量单位](#)（USD/MBtu）降至 2023 年 7 月的约 [10 USD/MBtu](#)。随着 2023/2024 年冬季的到来，欧洲计划继续[降低天然气需求](#)，因此天然气价格[预计不会](#)出现像上年一样的大幅上涨。经历 2022 年的低提取量之后，天然气储气量仍然很高；新建的进口液化天然气接收站以及美国天然气产量的[增加](#)共同扩充了天然气供应源。近中期内，天然气价格预期仍会高于历史平均水平，而这将对未来几年的需求增长构成压力。

#### 2019–2023 年能源商品价格指数



IEA. CC BY 4.0.

注：图上TTF指（荷兰）产权转让设施天然气价格指数；WTI指（美国）西得克萨斯中间基原油价格指数；FOB Newcastle指（澳大利亚）纽卡斯尔港煤炭离岸价格指数。

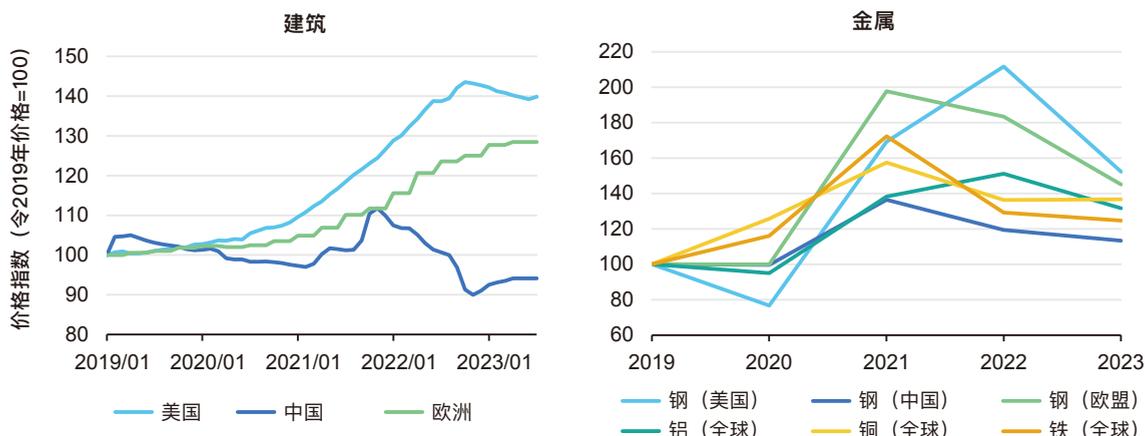
来源：IEA基于[阿格斯传媒集团 \(Argus Media Group\)](#) 提供的煤炭、石油数据以及[安迅思 \(ICIS\)](#) 提供的天然气数据开展的分析。版权所有。

原油价格在 2023 年有所下降；在美国西得克萨斯中间基原油价格指数（WTI）下，原油价格从 2022 年春季高达 [120 美元 / 桶](#)（USD/bbl）的水平开始回落，但仍高于 2019 年的 [60 USD/bbl](#) 左右。鉴于中东地区近期发生的冲突，石油供应风险再次[增加](#)。煤炭价格在经历一年多的高价和波动后，已从 [2022 年的 400 美元 / 吨](#) 降至 [2023 年年中的 140 美元 / 吨左右](#)，[预计将在未来几年趋于平稳](#)，并保持高于能源危机前的水平。受天然气和煤炭等发电能源（价格）影响，电力批发价格在 [2022 年有所上涨](#)，但在 2023 年出现回落。

能源价格的下降也对建筑行业 and 工业部门的关键材料供应链产生了影响，进而影响能效投资进程。美国、中国和欧盟的钢材价格都较各自的 2022 年高点有所回落，但都尚未降至能源危机前的水平。全球铁、铝价格在 2023 年也略有下降，而铜则仍在较高的价格水平上保持相对稳定。

建筑行业的价格并未出现（和上述关键材料）同等程度的下降，但 2022 年似乎已经成为（近期）高价的顶点。中国建筑行业持续面临[投资低迷和新房需求下降](#)的问题，而欧洲和北美利率的提高则导致这两个地区[建筑行业](#)活动停滞。

### 2019–2023 年非能源商品价格指数



注：图上 2019/01 指 2019 年 1 月，以此类推。

来源：IEA (2023)，《世界能源投资 2023》(World Energy Investment 2023)；[中国国家统计局](#)，工业品出厂价格指数；[欧盟统计局](#) (Eurostat)，建筑价格和新建居住建筑季度数据；[美国人口普查局](#) (United States Census Bureau)，建筑价格指数。

IEA. CC BY 4.0.

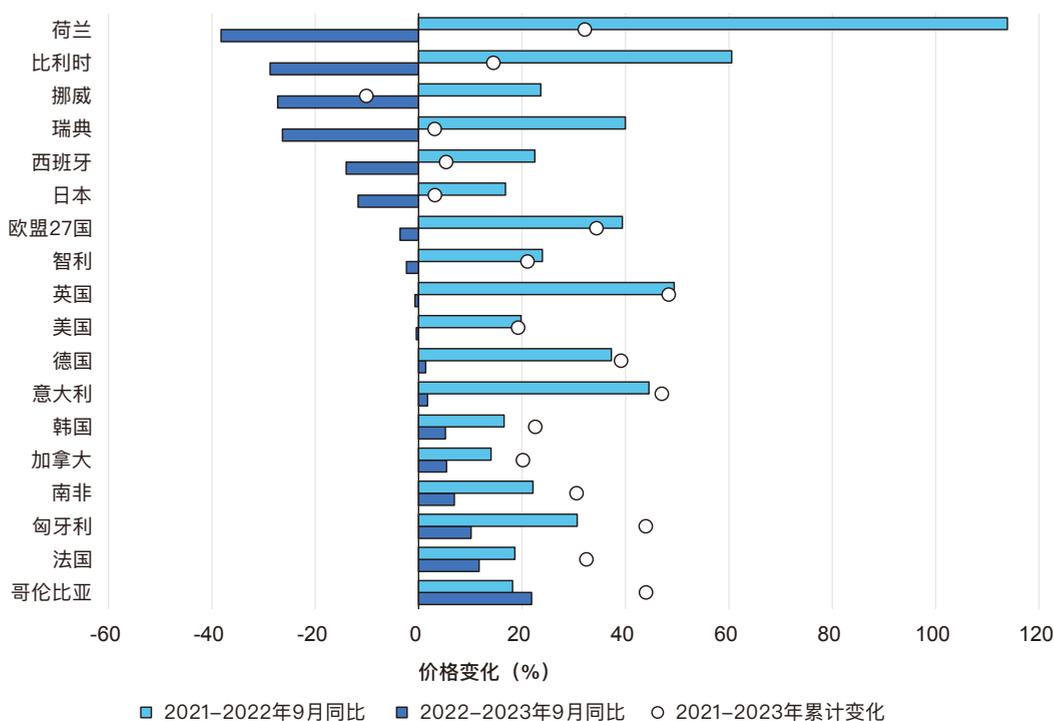
## 零售价格调整滞后，消费者仍面临能源支出压力

虽然能源批发价格在 2023 年第一至第三季度有所下降，但消费者所面临的能源价格仍然居高不下。此前的 2022 年，世界各国的能源通胀率纷纷出现了各自历史上数一数二的增长。随着 2023 年大多数国家的能源价格通胀水平较 2022 年有所下降，能源价格上行压力已经放缓，甚至在某些情况下出现了逆转。然而，由于通胀率为正时能源价格仍会上涨，许多国

家尚未迎来能源价格本身的下降。即使在能源价格已经开始下降的地区，大多数情况下当前价格仍高于能源危机前的水平。不仅如此，许多国家的消费者在 2023 年所支付的能源价格甚至高于 2022 年。

消费者能源价格高昂的另一个表现是，2023 年家庭能源支出持续高于（历史）平均水平。家庭天然气和电费账单并不总能立刻反映出能源批发价格的变化，原因可能不止一个，包括：能源零售商通常会提前很长时间购买批发能源，从而使得成本下降向消费者的传导发生延迟；或者在某些情况下，能源账单中的固定费用相比能源单价有所增加。此外，政府在能源危机期间可能采取了一些保护消费者免受高价影响的措施，这些措施的终止或逐步退出也会对消费者能源价格产生影响。

2021年9月至2023年9月，部分国家消费者能源价格9月同比变化及累计变化



IEA. CC BY 4.0.

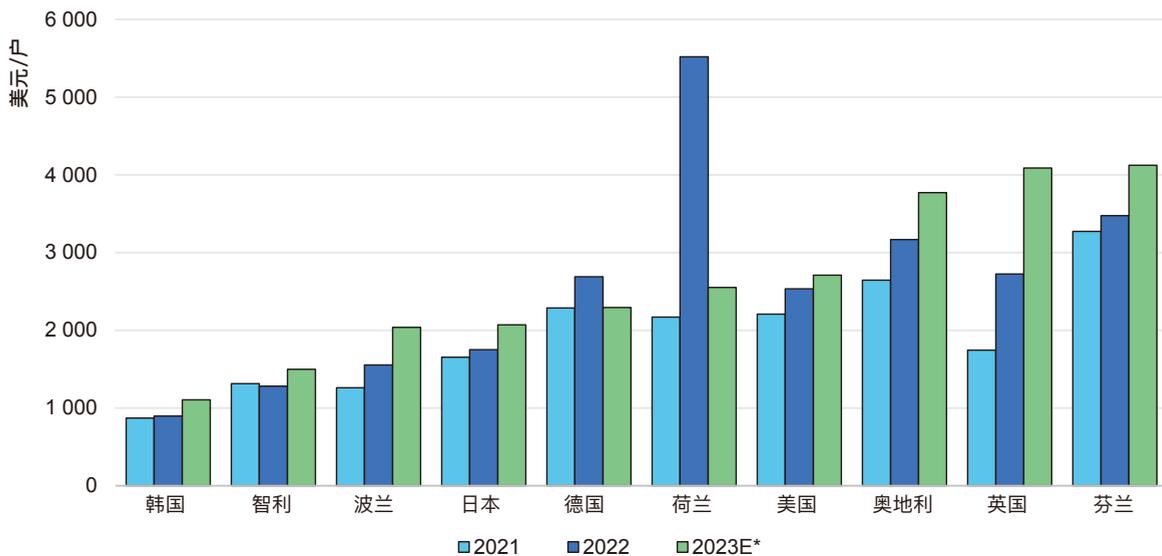
来源：OECD (2023), [OECD居民消费能源价格指数数据库 \(OECD Energy Consumer Price Index Database\)](#), 2023年10月获取。

与 2022 年相比，一些欧洲国家的户均能源支出在 2023 年发生了进一步的增加。也有少数几个例外，例如荷兰由于民用供暖高度依赖天然气，2022 年[消费者能源价格涨幅位居 \(欧洲\) 前列](#)，但在之后的 2023 年有所下降。

由此可见，（消费者能源价格上涨导致）生活在能源贫困中的家庭数量正在增加。例如在[欧洲](#)，（冬季时）住宅无法保持一定温度的人口占比从 2021 年的 6.9% 增加到了 2022 年的 9.3%。一些欧洲国家的购买力目前正处于[四十年以来的最低水平](#)，而这主要是由（高昂的）能源成本造成的。

加油站的消费者油价通常能够较快地根据原油价格变化作出调整，这是因为（车辆燃油的）消费者并不受固定价格和长期合同等因素的限制，尽管政府可以通过税率调整来削弱消费者价格对批发价格的快速响应。在消费者油价对原油价格变化趋势的响应下，大多数欧洲消费者 2023 年的交通燃油成本较 2022 年略有下降。

2021–2023年部分国家户均能源支出



IEA. CC BY 4.0.

\* 2023E是基于2023年第一到第二季度数据的估算值。

注：图上数据包括家庭供暖和其他非交通用途的能源支出，且为基于全年价格的估算值。

来源：IEA基于IEA (2023), “能源价格” (Energy Prices) 开展的分析, 2023年10月获取；IEA (2023), “终端用能和能效指标” (Energy End-uses and Efficiency Indicators), 2023年10月获取；IEA (2023), “世界能源平衡” (World Energy Balances), 2023年10月获取。

## 针对性的能效投资能够降低高昂的能源支出，并缓解不断增加的公共预算赤字

截至 2023 年 6 月，各国政府为避免家庭消费者承担能源支出上涨可能带来的最坏后果，已花费超过 [9000 亿美元](#)用于提供财政支持。然而，能源价格的居高不下和购买力的下降将使家庭消费者继续面临挑战，并可能进一步加剧能源贫困。

为支持新冠疫情后的经济复苏和应对能源危机，各国政府支出水平已创历史新高，公共预算承受着巨大压力。在这样的情况下，缺乏针对性的干预措施在各个层面上都会因其不可持续性而遇到问题；基于这一考虑，欧盟委员会[敦促成员国](#)在 2024 年之前停止非针对性的能源援助措施。

提供针对性的支持和提高能效投资水平[能够缓解能源贫困](#)，同时减少公共预算赤字的增加。能效措施可以从结构上减少能源开支，而非只是进行临时性的补救，并且还能带来一系列额

外的[多重效益](#)。例如，[英国颁布相关方案](#)，拟进一步下调能源价格上限，但同时也扩大了面向低收入家庭的[“温暖住宅折扣计划” \(Warm Home Discount Scheme\)](#) 的适用范围，以确保一些最弱勢的消费者在 2023/2024 年冬天仍能获得能源供应。为应对生活成本增加，该国进一步宣布，其[“大英保温计划” \(Great British Insulation Scheme\)](#) 将特别针对市政税等级最低的家庭和住宅节能表现较差的家庭，加大支持力度。

# 第 2 章 各部门能效趋势

## 概述

### 能效提升进展将决定全球能源需求发展轨迹

将能源强度年均改善速度提高至 4% 需要节省相当规模的能源需求；IEA 在其《2023 年清洁能源进展追踪》报告中，对有助于实现这部分节能量的所有关键因素进行了详细分析。其中，能效在各个部门的数百种技术中都将起到重要作用，同时还能和其他节能措施叠加或协同发挥作用，包括电气化、行为转变、数字化和材料效率提升等。

2022 年，全球终端能源消费总量约为 440 艾焦（EJ），其中工业部门占比最大，为 38%，其次是建筑和交通，分别占 30% 和 26%，剩余 6% 用于其他终端。能源强度在截至 2030 年的这个十年内的改善幅度，将决定世界未来的能源需求会沿着高、中、低三者之间的哪一条路径继续发展，进而对其他二氧化碳减排措施产生深远影响。在 IEA“既定政策”情景下，根据现行政策，终端能源消费总量将在截至 2030 年的这个十年内年均增长约 1%，在“承诺目标”情景下将趋于稳定，而在“2050 年净零排放”情景下平均每年将下降约 1%。

#### IEA对能源强度改善相关关键因素的追踪情况



● 符合规划进程    ● 还需开展更多工作    ● 进程滞后

IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023), 《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress 2023)。

在与加快能源强度改善速度相关的所有部门 / 领域和技术中，只有电动车和照明这两个因素“符合规划进程”，能够实现“2050 年净零排放”情景所需要的节能量。其他因素则大

多“还需开展更多工作”才能实现 2030 年的阶段性目标，同时还有许多因素“进程滞后”，工业部门尤其如此。

电气化和可再生能源应用是能效提升进程中不可或缺的一部分，其高速发展意味着当前节能技术也要转型，致力数字化系统的优化、能源支出的降低、电网稳定性的提升，以及最大限度的减排。本章将深入探讨上述各部门和交叉领域，以便更加细致地理解能源强度变化趋势。

### IEA 引入新的“能效政策水平指数”

本册报告引入了一项新的“能效政策水平指数”，以便清晰地比较不同国家、不同类型和适用于不同用能终端的能效政策。“2050 年净零排放”情景提出了在 2050 年实现净零排放的一种可能路径，但各国依据自身政策优先级的不同，可能会采取不同的路径。该指数以“2050 年净零排放”情景下各用能终端的能效政策水平为基准（令为 100），从而帮助各国追踪自身对净零排放目标的推进情况。（某国在某一领域的）能效政策水平指数值为 100，表示（该国在这一领域的能效政策水平）相当于“2050 年净零排放”情景下，2030 年应该实现的水平。在本册报告中，该指数被用来评估能效标准和部门电气化相关的政策水平。

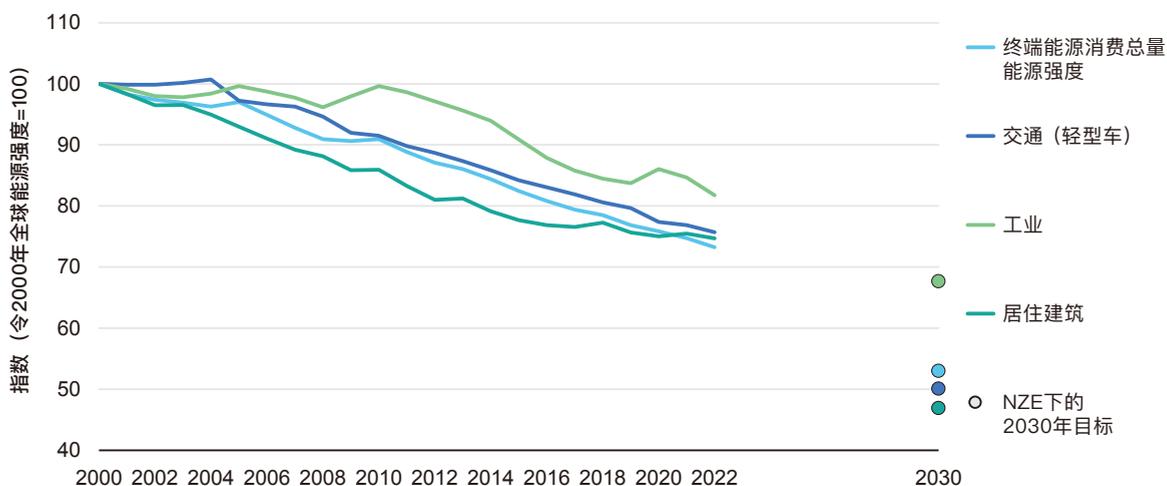
## 为实现净零排放，全球能效提升已从“进程滞后”升级至“还需开展更多工作”

能源危机促使 2022 年成为能源强度改善创纪录的一年——几乎所有国家的改善率都远超各自的历史平均水平。在《[2023 年清洁能源进展追踪](#)》报告的评估中，全球能效指标已从“进程滞后”变为“还需开展更多工作”。

2000–2022 年期间，建筑和交通部门的能源强度改善最为显著，单位建筑面积能耗和客公里能耗均下降了约 25%。工业部门能效提升进展稍慢，单位增加值能耗下降了近 20%，年均下降约 1%。

在 2022 年能源危机爆发的前几年，几乎所有部门的能效提升进展都出现了明显的放缓，但交通部门除外——[电动车销量](#)的持续增长促进了该部门能效提升。在居住建筑部门，由于（能源服务）需求和住房总量的增长，能效提升进程停滞不前。工业部门的能源强度下降较慢，在疫情期间甚至不降反升，主要是由于中国钢铁产量的强劲增长。

“2050年净零排放”情景下2000–2030年全球能源强度（指数），按部门划分



IEA. CC BY 4.0.

注：图上NZE指“2050年净零排放”情景；用于衡量交通、工业和居住建筑部门的终端能源强度指标分别为道路交通客公里能耗（兆焦/客公里；MJ/pkm）、单位工业增加值能耗（MJ/美元）和居住建筑单位建筑面积能耗（MJ/平方米）。

来源：IEA (2023), 《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress 2023)。

## 交通

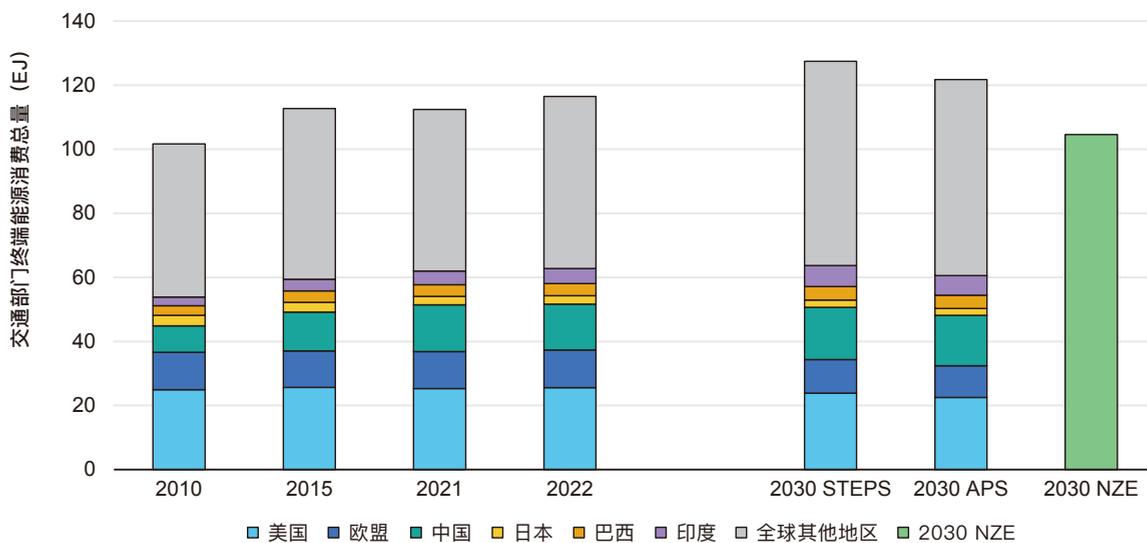
### 交通能耗逐渐重回疫情前水平，并加快转型进程

2022年，交通部门能源消费约为120 EJ，占全球终端能源消费总量的26%，排放二氧化碳近8吉吨(Gt)。2010–2022年期间，尽管行驶里程（总数）大幅增加，但该部门能源消费总量的年均增速尚不足1.2%。作为对比，在2010–2022年期间，小轿车的客公里总数平均每年增长约3%。

全球交通能耗总量中，约44%来自美国、欧盟和中国这三个最大的能源消费主体。2010–2022年期间，中国的交通能耗年增长率为5%，美国以0.2%/年的速度缓慢增长，而欧盟交通能耗基本保持不变。日本在能效提升方面表现突出——即使在客公里总数略有上升的情况下，交通能源需求依然实现了年均约2%的下降。

交通部门是受新冠疫情影响最为严重的终端用能部门，其能源需求在2020年下降了14%，直至今才恢复到疫情前水平。2022年，交通能源需求仍在反弹，增长了4%，其中大部分来自航空领域；但航空能源需求仍比2019年水平低1/4。

2010–2022年以及各情景下2030年全球交通部门终端能源消费总量



IEA. CC BY 4.0.

注：图上STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。国际船用燃料终端消费包括在“世界其他地区”中。

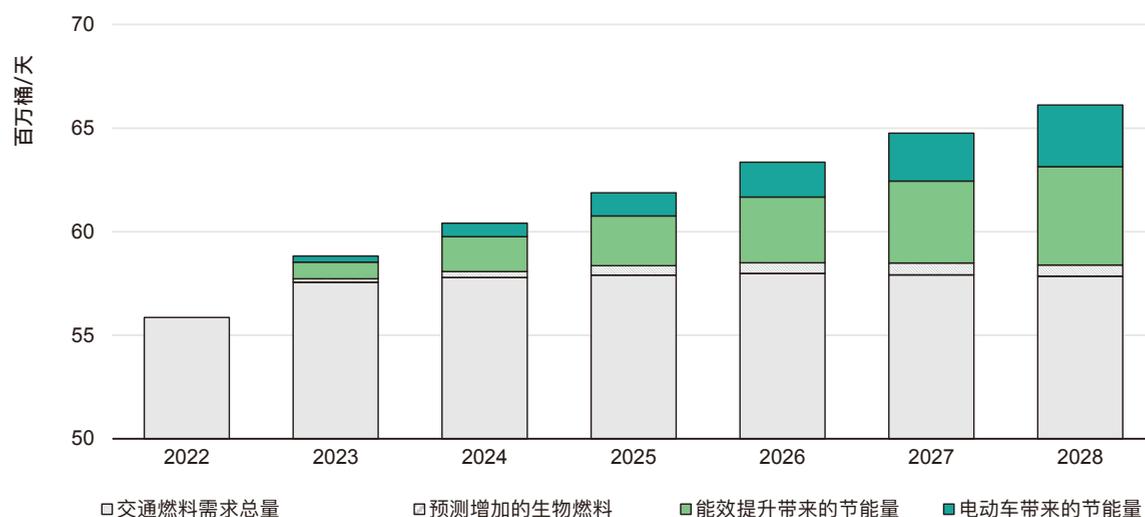
来源：IEA (2023)，《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

交通部门是对石油依赖程度最高的部门；石油占该部门终端能耗近 91%，较 20 世纪 70 年代初的水平仅下降了 3.5%。目前，电力仅占交通能耗约 1%，不过这种情况正在迅速改变——2022 年道路交通电力需求较 2019 年增长了 60%。电动车的能效水平通常远高于传统汽车；随着电动车市场份额的迅速扩大，交通部门或许会成为在清洁能源转型中最具活力的用能终端。

## 受乘用车能效及电气化水平提升影响，全球汽油需求在 2023 年进入平台期

2023 年，预计全球石油消费总量将达到 1.02 亿桶 / 天，其中交通部门需求预计为 5800 万桶 / 天，约占 60%。汽油需求预计将在这一年达峰，并稳定在 2700 万桶 / 天左右，主要用于乘用车。随后，道路交通部门的总体石油需求预计将在 2025 年达峰，峰值为 4500 万桶 / 天。值得特别关注的是，根据 IEA 的中期展望报告《石油 2023》，受低碳交通转型这一重要形势驱动，作为化石燃料用途的石油需求（不包括生物燃料、石化原料和其他非能源用途）预计将在 2028 年达峰，峰值为 8160 万桶 / 天。

### 2022–2028年交通燃料需求，以及能效提升和电动车带来的节能量



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023)，《石油2023：到2028年的分析及预测》。

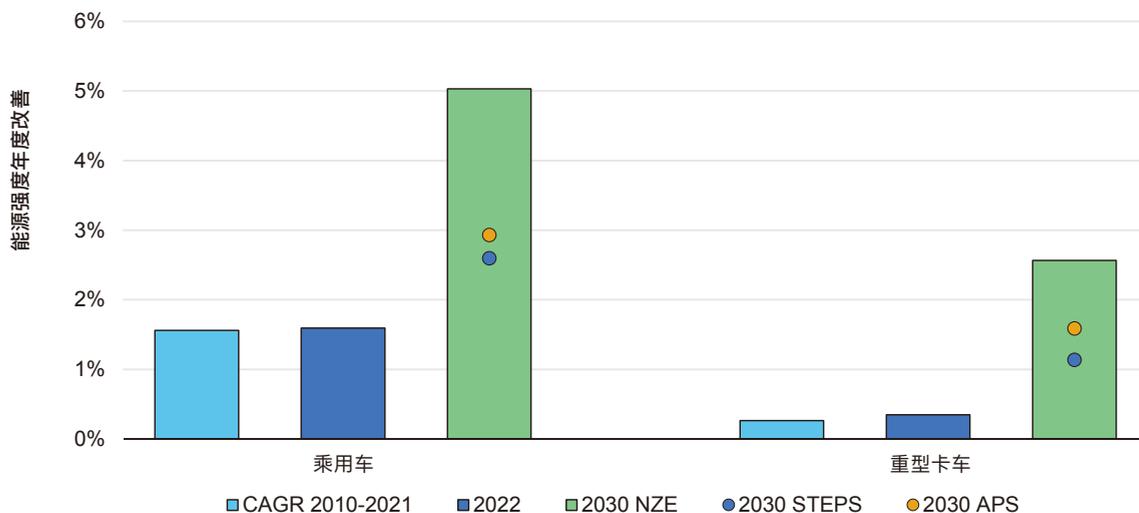
地区层面，中国和印度的交通石油需求预计都将继续增长，而 OECD 作为一个整体则可能在 2023 年迎来交通石油需求总量的达峰。如果没有 2022 年以来新增电动车和能效提升带来的节能量，那么 2028 年的预计交通石油需求还要额外增加 780 万桶 / 天。

## 电气化或使乘用车能效大幅提升，但货车进展缓慢

汽油和柴油驱动的小轿车、两轮及三轮车，以及货车销量分别在 2017 年、2018 年和 2019 年[达到顶峰](#)。在 2020 年，电动车还仅占车辆销售总量约 4%；到两年后的 2022 年，这一数字就达到了 [15%](#) 左右；而在 2023 年，全球售出的所有车辆中预计将有约 18% 是电动车。“既定政策”情景下，预计到 2030 年，汽车总销量中的电动车占比将达到 [40%](#)；而在“2050 年净零排放”情景下，电动车销量占比预计将在 2030 年增至 [65%](#) 以上，到 2035 年达到 100%。

“2050 年净零排放”情景下，乘用车能效年均提升速度预计将从当前的约 1.6%/ 年，加快至 2030 年的 5%/ 年，提高两倍以上；而重型卡车方面，由于电气化水平较低，能效提升相对较慢——年均提升速度预计将从 2010–2021 年期间的 0.3%/ 年，加快至 2030 年的超过 2.6%/ 年。

2010–2022年以及各情景下2030年全球乘用车和重型卡车的能源强度改善情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均改善率；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。乘用车的能源强度以“拍焦（PJ）/客公里”计，重型卡车的能源强度以“PJ/吨公里”计。

来源：IEA (2023), 《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress)；IEA (2023), 《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

货车和公共汽车主要使用柴油而非汽油；虽然这两种车辆类型仅占汽车总量（不含两轮和三轮车）的不到 8%，但其排放却占道路交通直接二氧化碳排放总量的 35% 以上。货车碳排在 2022 年反弹至 2019 年水平左右，并且按照目前的趋势，预计将在 2023 年创历史新高。

2022 年，全球共售出近 6.6 万辆电动公交车，以及 6 万辆中型和重型卡车，分别占全球公交车和货车总销量约 4.5% 和 1.2%。2023 年，欧洲和美国都提出要加严各自的重型车（排放）标准。欧盟提议修订重型车二氧化碳排放标准，使其变得更加严格，包括设立 2030 年城市公交车 100% 零排放目标和 2040 年货车减排 90% 目标。修订后的新标准对（重型车）排放的覆盖率将从原有的 70% 提升至 95%。

### 墨西哥城加强针对公共交通的电气化措施

墨西哥城第一条完全电气化的城市公交线路于 2023 年开始运营，由共计 60 辆公交车组成，全程长达 330 公里，可实现 18 小时轮班制。这些公交车可以在夜间通过专用充电站内的 32 个大功率充电器将电量充满，（单次充电）耗时不到 4 小时。另一条日均客运量高达 12 万乘次的重要公交线路正在进行电气化改造——目前部署了 55 辆新型电动公交车，而随着（线路上）柴油公交车的使用寿命结束，还将增加更多的电动车。有轨电车车队也得到了更新和扩充——过去五年内新增了 425 辆有轨电车，在 2023 年开通了一条新的线路，并且预计 2024 年还会再开通一条。

出租车车队的电气化也在不断推进——目前已有数百辆电动车投入运营。此外，根据 2023 年最新发布的“个人可持续公共交通资助”（Financiamiento al Transporte Público Individual Sostenible）计划，该市加大措施力度，对超过 2.5 万辆几近报废的出租车进行了部分替换，并分别为购置电动车和混合动力车（的出租车公司）提供了 18 万比索（约合 1 万美元）和 13.5 万比索（约合 7500 美元）的补助金。

美国提出了（较原来）更高的标准，包括针对 2028–2032 年上市的重型公路用车增设新目标，以及对早前已经敲定的 2027 年货车标准进行更新。2023 年 3 月，印度尼西亚宣布将在 IEA 的支持下制定货车燃油经济性标准。同年 4 月，印度实施了重型车燃料消耗量第一阶段标准，引入了最低能效要求。韩国出台了首个覆盖 3.5 吨以上货车的温室气体排放标准，以 2021–2022 年本土销售的所有（适用）车辆平均碳排放为基准，计划在 2023 年、2024 年和 2025 年分别实现 2%、4.5% 和 7.5% 的减排。

## 随着各国开始向净零排放看齐，汽车燃油经济性标准逐步加严

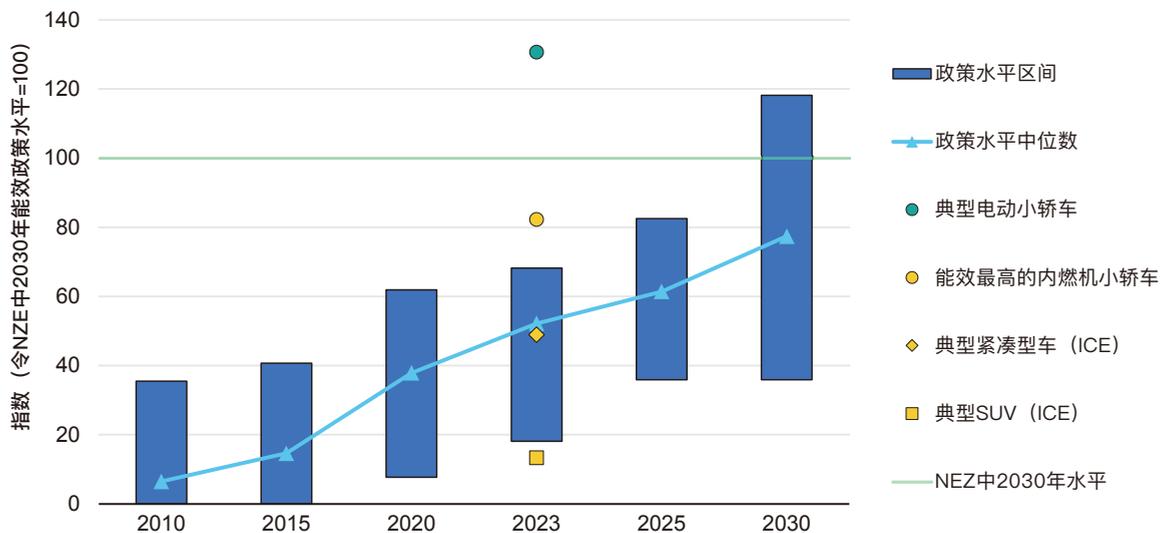
过去十年，许多的燃油经济性标准都进行了大幅加严，还有越来越多国家对相关的激励项目进行了加强。包括欧盟、英国和美国在内的国家和地区针对乘用车新车，已经采用或正在审议符合“2050 年净零排放”情景的在售车队平均（燃油经济性）标准；这类政策的 IEA 能效政策水平指数达到了 100 甚至更高。燃油经济性标准领域的总体政策水平也在 2010–2023 年期间取得了长足进步——政策水平指数的中位数从 5 提高到了 50 以上。按照现有的预期发展路径，到 2030 年，该领域政策水平指数值将达到近 80，接近实现“2050 年净零排放”情景所需水平（100）。

许多国家和地区的燃油经济性标准关注的是“油箱到车轮”（tank-to-wheel）的能效，并未考虑燃料的生产。然而随着电动车的兴起，汽车燃料的生产能效可能存在很大差异，（对电动车而言）尤其取决于化石燃料在发电中所占比例，造成汽车燃料生产能效的重要性与日俱增。基于这一原因，日本在其面向 2030 年的燃油经济性标准中，采用了“油井到车轮”（well-to-wheel）的计算方法，从而能够将包括电力和氢能在内的不同车辆燃料（统一）转化为一次能源进行比较。

新的标准也在不断出台：新西兰有史以来第一部轻型车排放标准于 2023 年开始实施；澳大利亚政府目前正在制定针对轻型车新车的燃油效率标准。

2023 年 3 月，欧盟加严了 2030 年新车尾气减排目标，以 1990 年排放水平为基准，要求减排率从 37.5% 提高到 55%，并规定 2035 年减排 100%。美国关于更新燃油经济性标准的提案涉及乘用车燃油效率每年提高 2%，以及轻型卡车燃油效率每年提高 4% 等目标。

乘用车新车燃油经济性标准在2010–2030年的IEA能效政策水平指数，全球取值区间



IEA. CC BY 4.0.

注：图上NZE指“2050年净零排放”情景；ICE指内燃机；SUV指运动型多用途车。按照国际清洁交通委员会 (ICCT) 的方法论，所有耗油量均基于全球统一轻型车测试程序 (WLTP) 的测试循环和“油箱到车轮”能效进行了均化处理。2023年燃油经济性标准正在实施；图上2030年数据包括已生效标准和拟议标准的设定值。所有样本车辆均为2023年上市车型，包括：能效最高的内燃机小轿车马自达2 (1.5 L混动版)；典型紧凑型内燃机汽车福特嘉年华；典型内燃机SUV日产逍客；典型电动小轿车特斯拉Model 3。指数值为100时表示相当于“2050年净零排放”情景下2030年需要达到的燃油经济性政策水平 (3升汽油当量/百公里)。该指数仅覆盖使用阶段的能效，无法进行生命周期评估。图上所有样本国家合占全球道路交通能源需求总量的69%。

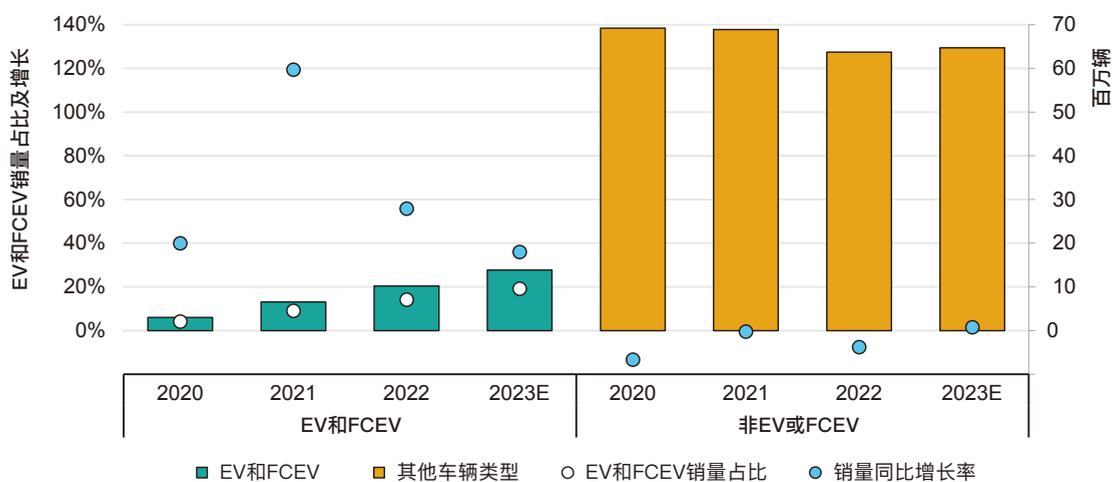
## 电动车销量在宏伟目标支撑下实现强劲增长

电动车市场**增长强劲**，2022年全球销量逾1000万辆；到2023年底，销量预计将达到1400万辆，同比增长35%，占同年全球汽车总销量的18%。目前，两轮和三轮车在所有道路交通方式中的**电气化程度最高**，尤其是在新兴市场和发展中经济体。

中国占全球在用电动车总量的一半以上；该国电动车销量占比在2022年达到了29%，已经超过其为2025年所设的国家目标——20%。在世界第二大电动车市场欧洲，电动车销量在2022年增长了15%以上，至此，欧洲售出的每五辆汽车中就有一辆以上是电动车。第三大市场美国的电动车销量在2022年增长了55%，(在汽车销售总量中)占比8%。

2022年，印度、泰国和印度尼西亚的电动车销量也有显著增长。整体而言，这些国家在2022年的电动车销量之和较2021年增加了超过两倍，并且达到了2019年的七倍。印度2022年(新)注册登记的三轮车中有一半以上是电动车，这一增长主要得益于政府激励措施的支持、(电动车)与传统车型相比的生命周期成本优势，以及传统燃油价格的上涨。

2020–2023年电动车销量占比，以及不同车辆类型的新车全球年销量和销量同比增长率



IEA. CC BY 4.0.

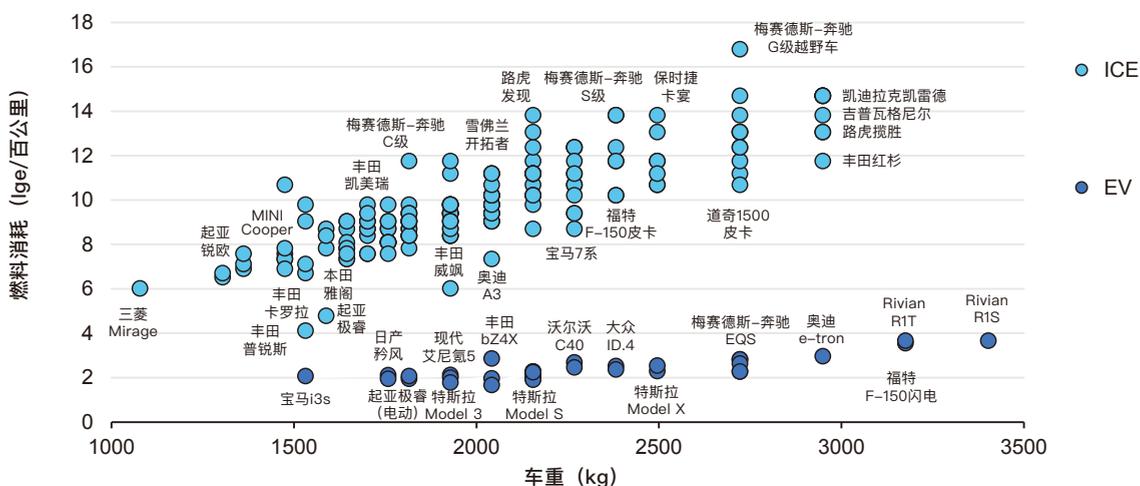
注：图上EV指电动车，包括纯电动车和插电式混合动力车。FCEV指燃料电池电动车。  
来源：IEA (2023)，《全球电动车展望2023》(Global EV Outlook 2023)。

许多国家日益进取的零排放车辆推广战略支撑了全球电动车增长。澳大利亚政府正在制定一项**全国层面的电动车战略**，用于激发电动车需求并提升其可负担性。**加拿大**将对零排放车辆在新车中的占比提出要求；规定到 2026 年、2030 年和 2035 年，零排放车辆占比必须分别达到至少 20%、60% 和 100%。哥斯达黎加于 2022 年批准通过了《**绿色交通激励法**》；该法有望促进电动车购买。加纳也在近期发布**电动车战略**目标，提出到 2025 年、2030 年和 2050 年，电动车占新车销量比例要分别达到 4%、16% 和 32%。印度尼西亚自 2022 年起要求政府车辆必须为电动车，并在 2023 年开始对电动车购置进行**补贴**。

## 较大车型受到空前欢迎，而电动车能在此基础上实现重大能效突破

2022 年，运动型多用途车 (SUV) 在全球汽车销量中的占比从 2010 年的仅 16% 增至 **46%** 左右，其中美国、印度和欧洲等地增长尤为明显。传统汽车车型增大、油耗升高的趋势对石油需求构成了上行压力。例如在美国，一辆标准的普通 SUV 要比普通中型轿车重 800 千克 (kg)，行驶同样距离需要额外消耗约 45% 的燃油。对电动车而言，在重量差值相同的前提下，一辆标准 SUV 相比紧凑型轿车的能耗增幅为 33%。

### 2023年美国新车（使用阶段）能效和车重



注：图上lge指升汽油当量。除宝马i3s、大众高尔夫（2021年款）和现代艾尼氪5（2022年款）外，所有车辆均为2023年上市车型。SUV和皮卡车型均采用全轮驱动版本。能效数据采用美国国家环境保护局的方法论，计算油箱到车轮能效。ICE指内燃机汽车，EV指电动车。

来源：[美国国家环境保护局 \(U.S. EPA\)](https://www.epa.gov/)。

电动 SUV 的数量也在快速增长，约占 SUV 总销量的 [16%](#)，并在 2022 年首次超过全球电动车销量的一半。与传统汽车相比，即使是一些最大型、最重的电动 SUV，行驶相同距离所需能耗也低于能效最高的传统小型汽车。然而，电动车最重和最大的部件是电池；电动 SUV（比小型电动车）需要更大的电池，从而给电池供应链带来了额外的压力。这将使汽车生产中的能耗增加，并进一步增加对关键矿物的需求。与此同时，由于 SUV 车型较大，对道路和[停车空间](#)的需求增加，并且可能给行人[安全](#)带来更大的风险。此外 SUV 价格较高，因此还会导致一些与公平和汽车可获取性相关的问题。

（政府）可以通过一系列行动提前规避上述风险，包括激励市场降低传统 SUV 和电动 SUV 的平均车重。例如，法国的“奖励 - 惩罚计划”（Bonus Malus Scheme）[从 2022 年开始](#)将车重因素纳入考量，而[巴黎](#)和[里昂](#)两个城市将从 2024 年起采用基于车重的停车费规则。

挪威首次对电动车进行征税。从 2023 年 1 月起，该国对 500 kg 以上的车辆（包括电动车）征收 12.5 挪威克朗（约合 1.24 美元）/kg 的[车重税](#)，同时还另外针对车辆价格征税。韩国引入了面向电动车的[能效等级标识](#)，将从 2024 年 4 月起投入应用，以便消费者选择最高效的车辆。

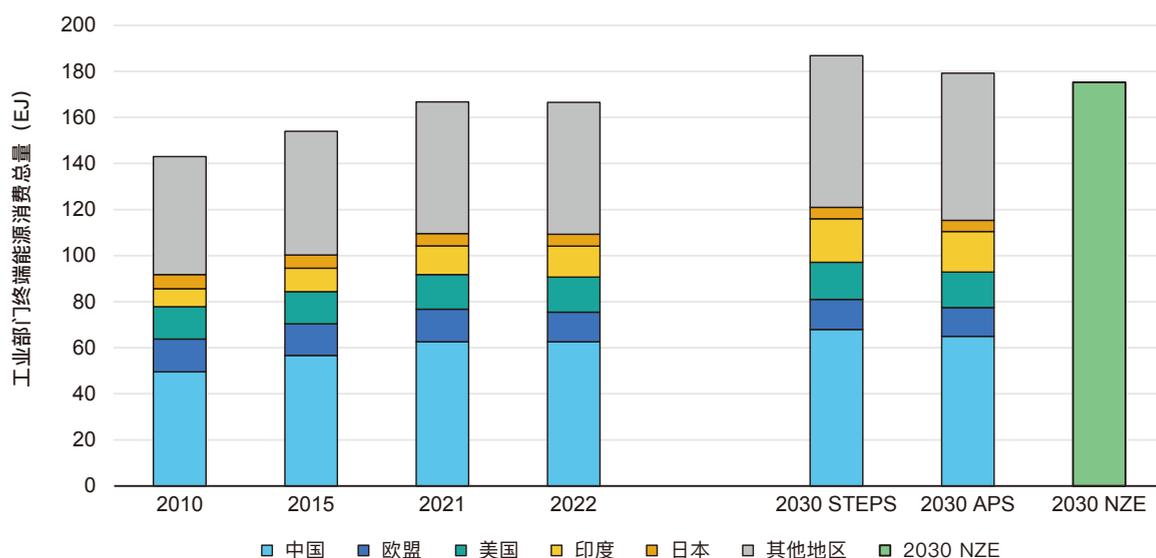
## 工业

### 工业能源消费预计将在 2030 年之前继续增长

工业部门终端能源消费量接近 170 EJ，约占目前全球总量的 1/3。近年来，工业能源消费稳步增长，2010–2022 年期间年增长约 1.3%。2000 年以来，全球工业能源消费累计增长了近 70%。

中国约占全球工业能源消费总量的 38%，高于欧盟、美国、印度和日本的总和（28%）。2010–2022 年期间，中国、印度和美国工业能源消费的年均增长率分别为 2%、4.5% 和 0.7%，同期欧盟和日本则分别出现了（年均）0.8% 和 1.4% 的下降。

2010–2022 年以及各情景下 2030 年全球工业部门终端能源消费总量



IEA. CC BY 4.0.

注：图上 STEPS 指“既定政策”情景；APS 指“承诺目标”情景；NZE 指“2050 年净零排放”情景。  
来源：IEA (2023)，《世界能源展望 2023》(World Energy Outlook 2023)。

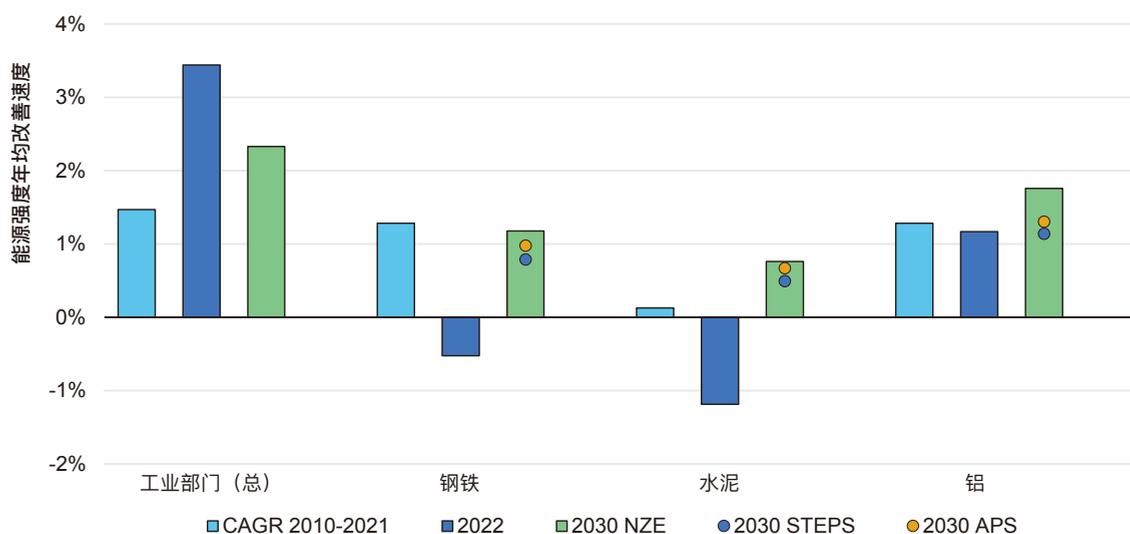
在 IEA 的各种情景下，工业能源消费都将在 2030 年之前继续增长；到 2030 年，在“既定政策”情景下的年增长率将达到 1.4%。在“2050 年净零排放”情景下，该增长率将被控制在 0.6%，主要得益于高效、数字化工艺技术的大规模应用，以及回收利用和电气化水平的提高。尽管中国的（工业能源）需求增长在近期有所放缓，但未来预计将继续与印度一起对全球工业能源需求造成上行压力，而后者在“既定政策”情景下将成为未来三十年（工业）能源需求增长最大的国家，年增速预计为 3.3%。

2022 年，工业碳排放实现约 2% 的轻微下降，排放量约为 9 Gt 二氧化碳，约占全球

总量的 1/4。这些二氧化碳来自工业能源使用和过程排放，但不包括与电力消费相关的间接排放。

工业能源消费以化石燃料为主，其中煤炭占 28%，天然气和石油分别占 18% 和 19%；电力占比为 23%，并且正在稳步上升；剩余部分为生物质能和余热。钢铁、水泥和铝（行业）合占工业能源消费总量近 60%。工业部门能效提升方式主要包括燃料转换、循环利用和材料替代，高效的电机系统和设备，以及先进的能源管理体系。

### 2010–2022年以及各情景下2030年全球工业和主要细分行业的能源强度改善情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均改善率；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。工业部门（总）的能源强度以拍焦（PJ）/十亿美元（2022年购买力平价）计，钢铁、水泥和铝行业的能源强度以PJ/百万吨计。

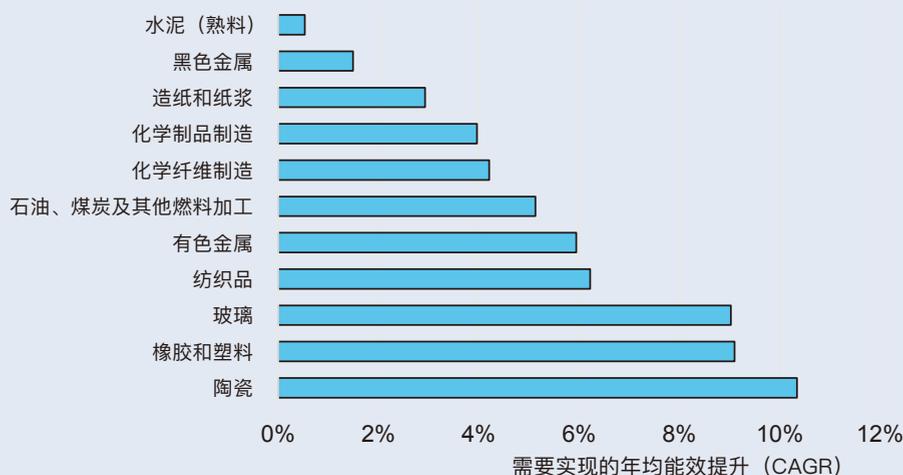
来源：IEA (2023), 《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress 2023)；IEA (2023), 《全球能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

### 中国对工业能效基准水平适用的重点领域范围进行拓展

工业部门约占中国能源消费总量的  $\frac{2}{3}$ ；过去十年，该国一直在采取行动降低工业能源强度。中国政府通过《工业能效提升行动计划》，面向 2021–2025 年（为工业能效）设定了全面而广泛的目标，包括规上工业单位增加值能耗降低 13.5%，新增高效节能电机占比达到 70% 以上，以及电能占工业终端能源消费比重达到 30%。

《行动计划》还将通过调整（行业）能效基准水平等措施，遏制高耗能、高排放、低水平项目发展或对其进行淘汰。2023 年 7 月，工业能效基准水平所适用的重点领域扩展到了 80% 的工业行业。对此前明确的水泥熟料、炼钢、炼铁和铜冶炼等领域，（存量项目）应在 2025 年底前达到基准水平。对本次新增的尿素、工业硅和机织物等领域，达到基准水平的最后期限为 2026 年底。

## 中国重点行业2020–2025年需要实现的（年均）能效提升



IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均改善率。需要实现的年均能效提升是以2020年能效水平为基准，按照2025年政策目标能效水平计算得出的复合年均改善率，并对同一行业下各个子行业取平均值来计算得到行业内的平均情况。例如，有色金属行业2020–2025年期间需要每年实现5.9%的能效提升，这一数值是综合了铜、铝、锌、铅和硅的各种冶炼工艺，并对其能效水平所需要发生的复合年均改善率取平均值之后得到的数值。取平均值的做法假定所有纳入考量的子行业都能在各自的衡量指标（例如棉纺织品以千克标煤/十米计，磷肥以千克标煤/吨计，炼铝以千瓦时/吨计）上完成2020–2025年能效提升目标。

来源：根据中国国家发展和改革委员会（2023），《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023年版）》计算得出。

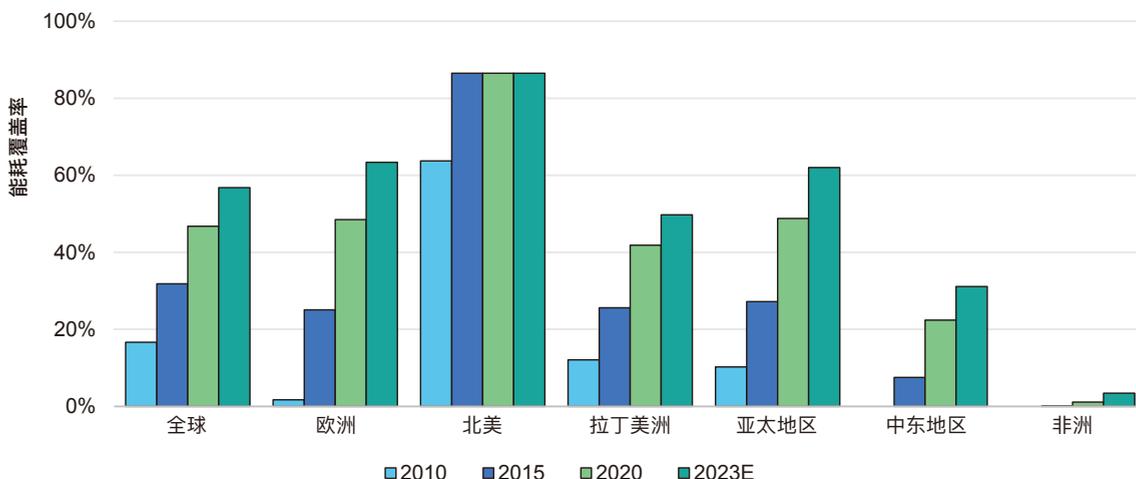
## 推广高效电机系统对轻工业脱碳至关重要

轻工业包括食品、机械和建筑业等行业。2022年，轻工业用电比例达到近37%，而钢铁、水泥等重工业则不足20%，意味着轻工业拥有远超重工业的能效提升空间。

来自工业论坛“能效运动”（Energy Efficiency Movement）的一项[最新研究](#)发现，物联网、智能楼宇管理和工业热集成等系统性措施往往具有最大的节能减排潜力，但电机是在轻工业工艺过程中节能潜力最大的单项技术，并和压缩机、风机和泵等电机驱动系统组件共同作业。虽然电机本身的节能表现对实现最佳能效水平至关重要，但系统中的其他组件也需要[选取适当的规格](#)并进行合理优化，以便与高效电机配合作业。

最低能效标准（MEPS）是提高电机能效的一项重要政策工具，又称（电机）国际能效等级（IE）。2010年，全球仅13个国家实施了电机最低能效标准，覆盖全球电机能耗总量约17%。随后该领域取得了显著进展，到2023年，已有62个国家针对工业电机实施了最低能效标准，覆盖全球57%的电机能耗。

2010–2023年各地区电机最低能效标准对存量工业电机能耗的覆盖率



IEA. CC BY 4.0.

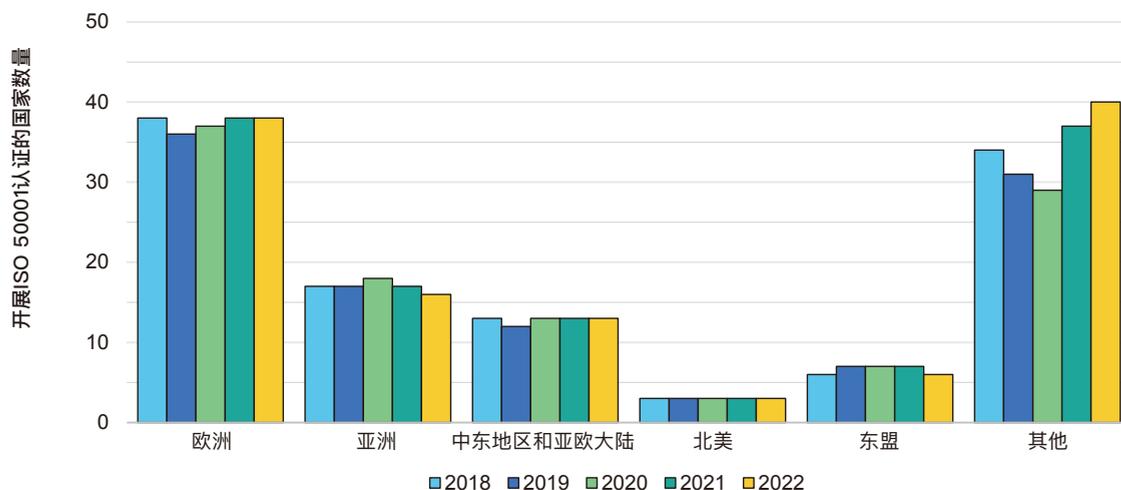
注：图上2023E指2023年估算值。

除了覆盖范围扩大外，电机最低能效标准的严格程度也发生了显著提升，例如欧盟和土耳其率先要求新增电机达到 IE4 标准。作为参考，市面上电机的现有最高能效水平被确定为 IE5 等级；这类电机采用变速驱动器（VSD）。然而，由于新增投资的周转期较长，新电机的投用速度较慢，意味着符合新规的电机需要一定时间才能在电机总体存量中得到普及。

## 能源管理活动参与度提高，助力工业能效进一步提升

能源管理体系能够提高能源使用和能源支出的能见度，是促进工业过程高效运行的重要手段。ISO 50001 国际标准为目前全球广泛应用的能源管理体系提供了重要的框架：[ISO 50001 能源管理体系](#)将在运行周期内，基于对节能措施的监测、目标设定和实施，进行（措施的）不断改进。国际标准化组织（ISO）总部设在日内瓦，每年都会收集关于当年全球范围内颁发 ISO 50001 认证的数据。清洁能源部长级会议（CEM）也会通过其年度“[全球能源管理领导奖](#)”来对相关的最佳实践进行表彰。

## 2018–2022年各地区开展 ISO 50001 认证的国家数量



来源：ISO (2023)，[“ISO 2022年调查” \(ISO Survey 2022\) 认证数据](#)。

IEA. CC BY 4.0.

[全球范围内颁发的 ISO 50001 认证](#)数量在 2022 年增长了近 30%，达到 2.8 万份认证证书。西班牙颁发了约 3300 份认证，百分比增幅最大；主要是由于企业在能源价格上涨期间纷纷降低能源成本，同时许多政府招标也开始将能源管理体系认证作为评估标准或要求之一。这使西班牙成为 2023 年颁发认证数量第三多的国家；第一是中国，认证数量增长超过 40%。

德国仍是欧洲（在能源管理体系领域）的领跑者，其能源认证计划是欧盟《能效指令》中企业强制性能源审计相关要求的唯一（指定）替代方案。2023 年修订后的[《指令》要求](#)年能耗超过 85 太焦（TJ）的企业必须采用经独立认证的能源管理体系，并新增了许多其他有助于加快能效提升的[措施](#)。

北美方面，ISO 50001 认证证书的颁发数量相对较少，这是因为美国采用自愿性的[“卓越能源绩效” \(SEP\)](#) 项目来开展能源管理体系相关工作。

公共机构在提高节能技术和在建系统性项目的[能见度](#)方面发挥着重要作用，同时还有助于在大型工商企业和其他地方及地方政府扩大（能源管理体系这类）[管理标准](#)的效益。阿拉伯联合酋长国（阿联酋或 UAE）[哈伊马角政府](#)就是一个典型案例；该政府于 2023 年成为全球首个在其所有（公共机构）实体中都获得 ISO 50001 认证的政府。当地政府报告称，三年以来的节能措施使其节电率达到了 [25%](#)。

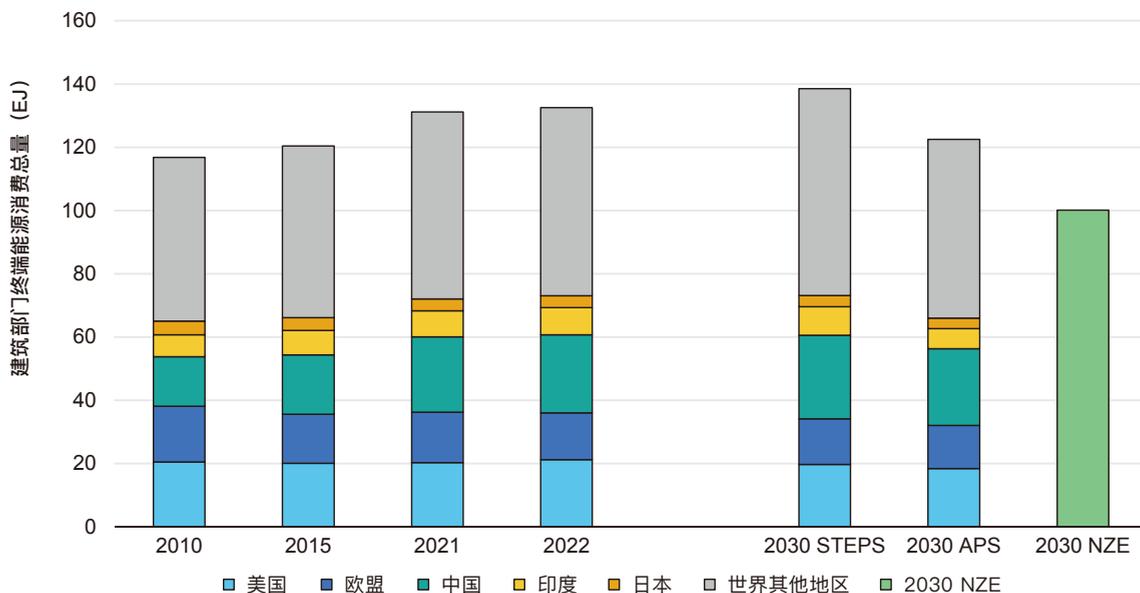
# 建筑

## 全球建筑能源消费持续增长，其中新兴经济体和室内制冷增长最为强劲

2022 年，[建筑能源消费](#) 占全球终端能源需求总量的 30%；碳排放占全球总量的 26%，其中 8 个百分点为燃气供暖和烹饪等直接排放，18 个百分点为电力消费相关的间接排放。

2010–2022 年，全球建筑部门能源消费平均每年增长 1.1%，总量在 2022 年预计达到了 133 EJ。中国的增长最为强劲，年均增速为 4.8%；其次是印度，平均每年增长 1.9%。同期，美国建筑能源消费相对稳定；而欧盟和日本则因能效提升而发生了需求下降，即使在活动水平上升的情况下——例如房屋面积和数量增加——建筑能源消费依然分别实现了年均 1.3% 和 1.1% 的下降。

2010–2022年以及各情景下2030年全球建筑部门终端能源消费总量



注：图上STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。  
来源：IEA (2023)，《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

IEA. CC BY 4.0.

## “2050 年净零排放”情景下，到 2030 年，建筑能效提升速度将是现有水平的四倍

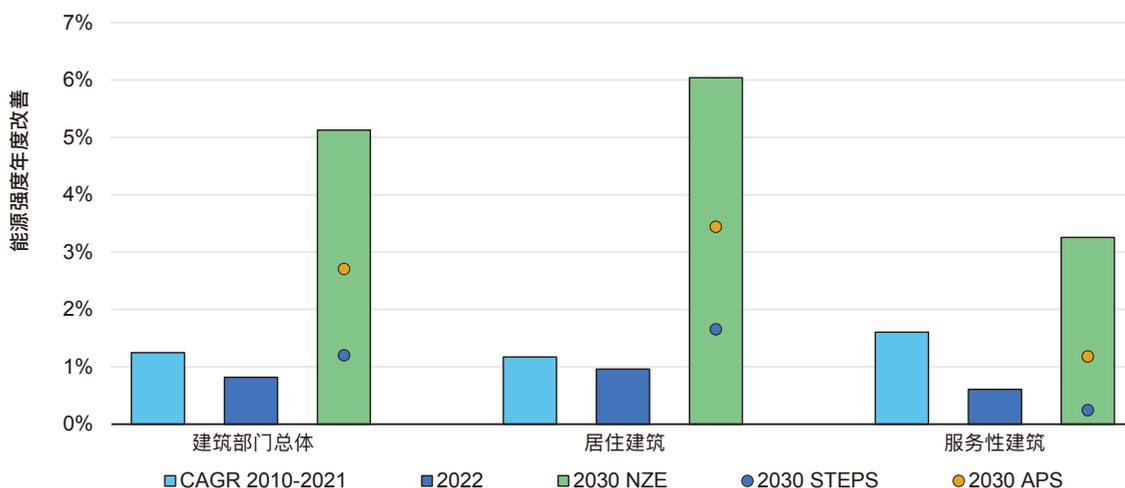
2010–2022 年期间，居住建筑能源强度以年均 1.2% 的速度稳步下降，累计下降 13%。2021 年新冠疫情封锁期间，居家人数变多，造成居住建筑能源强度有所恶化（即改

善速度为负——译者注），但其改善速度在 2022 年实现了一定程度的恢复，达到 1%。商业建筑能源强度在过去十年的改善幅度较居住建筑更大。

“2050 年净零排放”情景下，从现在起到 2030 年，建筑部门的能源强度年均改善速度将达到 5.1%，较过去十年年均 1.2% 的速度翻了两番以上。如果在现实中能够达到并保持这一改善速度，建筑部门所能实现的节能量将几乎相当于中国和印度在 2022 年的[建筑能源消费总量之和](#)。

“2050 年净零排放”情景下，到 2030 年，所有新建建筑和 [20%](#) 的既有建筑都将具备实现零碳排放的条件（zero-carbon-ready），这意味着到 2030 年，[全球每年的建筑改造速度要比现有水平增加一倍以上](#)，达到 [2.5%](#)。

2010–2022年以及各情景下2030年全球建筑部门能源强度改善情况



IEA. CC BY 4.0.

注：图上CAGR指复合年均改善率；STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。能源强度以拍焦（PJ）/百万平方米计。

来源：IEA (2023)，《2023年清洁能源进展追踪》(Tracking Clean Energy Progress 2023)；IEA (2023)，《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

## 建筑部门能效提升在室内供暖及制冷领域存在巨大潜力

建筑中最大的用能终端是室内供暖；到 2030 年，全球供暖面积预计将从 2022 年的 [1570 亿平方米](#) 扩大到 1700 亿平方米。室内供暖目前主要依靠化石燃料，但电气化潜力很大，其中高效电热泵的推广应用尤为重要，无论对单体住宅还是以废水或数据中心为余热热源的（集中式）区域热网而言，都是如此。热泵能耗仅为普通燃气锅炉的 [1/5 ~ 1/3](#)。2022 年，热泵市场出现了现象级的增长；在一些欧洲国家，这样的增长延续到了 2023 年上半年。然而在 2023 年下半年，意大利、芬兰和波兰等国的热泵销量预计将会 [下降](#)，[造成这一趋势的因素](#)包括电 - 气价格比偏高、政府政策变化等，同时消费者还在高利率和生活成本增加的压力下苦苦挣扎。欧盟委员会正在制定 [《欧盟热泵行动计划》](#)，旨在为热泵推广消除障碍，加

速其普及。2022 年，全球热泵装机容量占室内供热需求总量的 12%，而“2050 年净零排放”情景下的目标是到 2030 年将这一占比提高一倍以上，达到 [25%](#)。

在建筑部门的所有用能终端中，能源消费增长最快的是室内制冷，尤其是空调的使用。热浪在全球范围内的发生频率和严重程度都在增加，造成了制冷季延长、一天中需要制冷的时段变长、有制冷需求的地区增加等趋势。人们收入的增加，尤其是新兴市场和发展中经济体居民收入的增加，也使更多人能够接入空调服务，从而对制冷能源需求构成了强烈的上行压力。例如，全球[约有 50 亿户家庭](#)对室内制冷存在巨大需求，但其中只有 1/3 的家庭目前拥有空调。

## 强制性建筑节能法规覆盖范围扩大，但许多法规需要更新

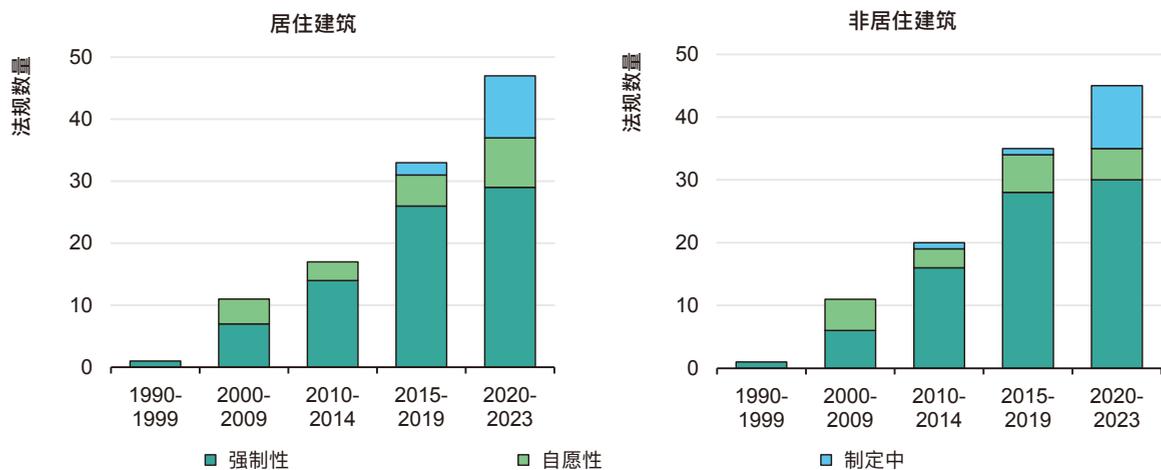
建筑节能法规在建筑能效及可持续性的提升中发挥着举足轻重的作用，其全球覆盖范围在近年来不断扩大。2021 年以来，已有 39 个国家采用了全国层面的强制性建筑节能法规。2023 年，在国家层面对居住建筑和非居住建筑采用强制性建筑节能法规的国家总数分别为 81 和 77。此外，截至 2023 年，全球共有 17 项正在制定中的国家级建筑节能法规。

全球约 80% 的建筑节能法规是强制性的，但其中 1/3 自 2015 年以来就没有再进行过更新。只有少数法规面向建筑的净零排放表现进行了更新，对新建建筑和既有建筑改造提出了相关要求；而这样的做法有望在能源和气候方面产生巨大的潜在效益。如果在 2040 年之前对全球大约半数的既有建筑进行改造，使其[具备实现零碳排放的条件](#)，将能在从现在起到 2050 年期间、建筑部门总体建筑面积增加 55% 的情况下，使室内供暖和制冷能源需求减少一半以上。

过去 18 个月，许多国家的建筑节能法规在与《巴黎协定》保持一致方面取得了进展。如果欧盟《建筑能效指令》的[修订案](#)能够顺利通过，所有成员国都将需要调整各自的法规，使其支持（修订案中）关于 2030 年实现新建建筑零排放的要求。[丹麦](#)、[瑞典](#)、[法国](#)等国已经实施或正准备在其建筑法规中[纳入关于隐含碳排放的要求](#)。[日本](#)为其建筑设立了关于达到零能耗标准的目标：新建建筑和[既有建筑](#)分别需要在 2030 年和 2050 年之前实现零能耗。[加拿大](#)更新后的建筑节能法规将目标设定为，到 2030 年，所有新建建筑都要达到[具备净零能耗条件](#)的标准。

2022 年，[印度](#)出台了针对商业和居住建筑的节能法规，提倡使用可再生能源。同年 4 月起，中国国家层面的建筑法规也开始强制要求所有新建建筑安装屋顶太阳能光伏发电系统。

## 1990–2023 年全球建筑节能法规，按最近更新年份划分



IEA. CC BY 4.0.

注：一些（全国层面的）自愿性法规可能会在地方层面强制执行。

## 在新兴和发展中国家引入建筑节能法规大有可为

尽管全球范围内投入实施的建筑节能法规数量越来越多、强度越来越大，但仍有一些地区可以先着眼于相关法规的制定，以此推动重大进步。例如，非洲、南美洲和亚洲的许多国家尚未制定任何建筑节能法规，或者虽有相关法规但仍是自愿性的，抑或法规的覆盖范围和严格程度有限。

南美洲很少有国家采用强制性建筑节能法规；大多数国家（的强制性法规）不是正在制定中，就是普遍缺乏强制性的建筑节能标准（支撑）。在东南亚，[马来西亚和新加坡](#)等国的建筑法规和标准已经实施多年，而许多其他国家正在着手制定这类政策。

在人口增长和居民收入增加的推动作用下，非洲或将成为全球建筑面积扩张最大的地区之一；预计到 2050 年，该地区[居住建筑](#)的建筑面积将翻一番，达到近 500 亿平方米。然而，非洲大多数国家都没有建筑节能法规，只有少数几个国家正在制定中，而强制性法规更是屈指可数。肯尼亚一直致力于根据欧洲的建筑准则（通常称为“欧洲建筑规范”或 Eurocodes）对其建筑法规进行更新。（近期）一项更新后的建筑节能法规预计将纳入[基于建筑节能表现的要求](#)，并将鼓励环境友好型的建筑施工实践。

## 现代化的建筑节能法规将促进建筑做好电力交互准备

通过安装和连接各种设备和[分布式能源资源](#)，建筑可以为提高电网灵活性创造独特的机遇。这类建筑不仅高效、智能，自动化程度越来越高，还可以[与电网进行交互](#)（即电网交互式建筑——译者注）。

安装智能传感器和智能电表的建筑可以与电网进行通信, 通过离网 (behind-the-meter) 发电、储能和参与[需求响应](#), 调节自身能源使用和电力负荷, 从而满足电网需求, 为电网提供[灵活性](#)。如此一来, 建筑将能更加积极地参与到能源系统中, 尤其是在电网电力需求激增的时候。为了避免错失或浪费建筑的潜在灵活性, 该部门必须为电网交互做好准备。

在建筑节能法规中对建筑的智能和交互功能做出强制性规定, 并采取措**施**加强网络和电网安全, 对于在全国及地方层面实现建筑[和电网的交互](#)至关重要。IEA 在近期关于东盟的[《电网交互式节能建筑》](#)报告中, 强调了电网交互式建筑在提高电力系统整体灵活性和创造其他效益方面的作用, 例如有助于扩大电力系统服务地区的覆盖范围。

## 电气化和系统能效

### 随着电气化和可再生能源应用加快进程, 节能技术的作用正在发生变化

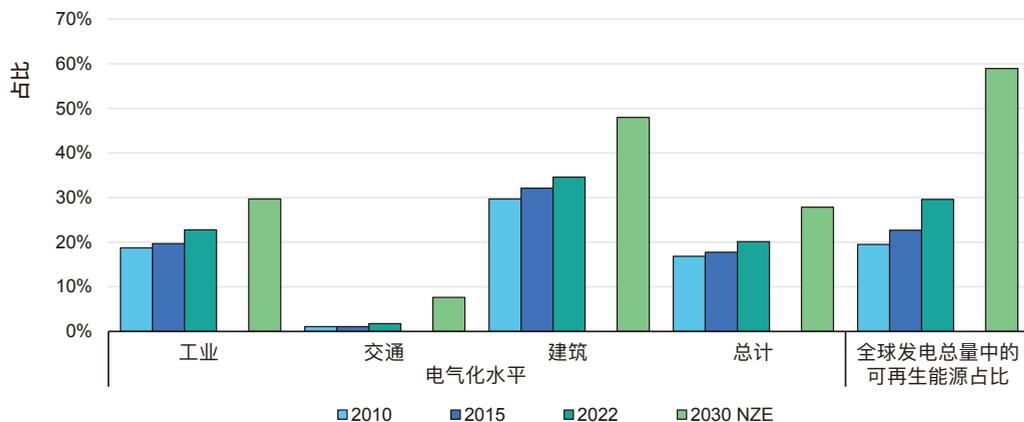
2010–2022 年, 全球电力消费增长了近 40%; 作为参考, 同期终端能源需求总量仅增长了 15%。电力在全球能源需求总量中的占比因此从 2010 年的不到 17%, 提高到了 2022 年的 20% 以上。[与此同时](#), 可再生能源发电占比也从 19% 提高到了 30%, 增加了 1.5 倍以上。

随着波动性可再生能源发电占比的增加和用能终端电气化程度的提高, 电力系统将面临巨大压力。适用于用能终端的新型数字化节能技术不仅有望通过降低能源需求直接减轻电网负担, 还可以通过加强 (消费者对用能的) 控制和需求灵活性, 将电网压力转化为消费者的优势。

2020 年, 全球 (电力) 系统运营商共拥有 45 吉瓦 (GW) 的需求响应资源, 其中建筑和工业用户各占一半。“2050 年净零排放”情景下, 2030 年需求侧响应 (能力) 将达到 500 GW。

IEA 在 2023 年发布了一份关于释放电网潜力的[报告](#), 预测到 2030 年, 建筑、工业和交通部门的数字化需求响应将能使波动性可再生能源系统的弃电减少 25% 以上, 从而提高系统能效和基础设施利用率, 进而帮助消费者降低 (能源) 成本。本报告第 5 章将用专门的篇幅来进一步探讨在较高的可再生能源发电占比下, 系统能效如何为消费者创造效益。

2010–2022年和“2050年净零排放”情景下2030年电力占各部门终端能源消费的比重，以及可再生能源发电占比



IEA. CC BY 4.0.

注：图上电气化水平指电力在终端能源消费中所占比重。NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA（2023），《净零排放路线图：保留实现1.5 °C目标可能性的全球路径（2023年更新）》（Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach: 2023 Update）。

## 各地区和部门的电气化水平存在显著差异

不同国家和地区的电气化水平存在很大差异。例如，室内供暖及制冷在建筑部门能源消费中占主导地位；在阿联酋等制冷需求大而供热需求小的国家，由于使用的空调数量（较其他国家和地区）明显更多，因此建筑能源消费中电力占比较大。

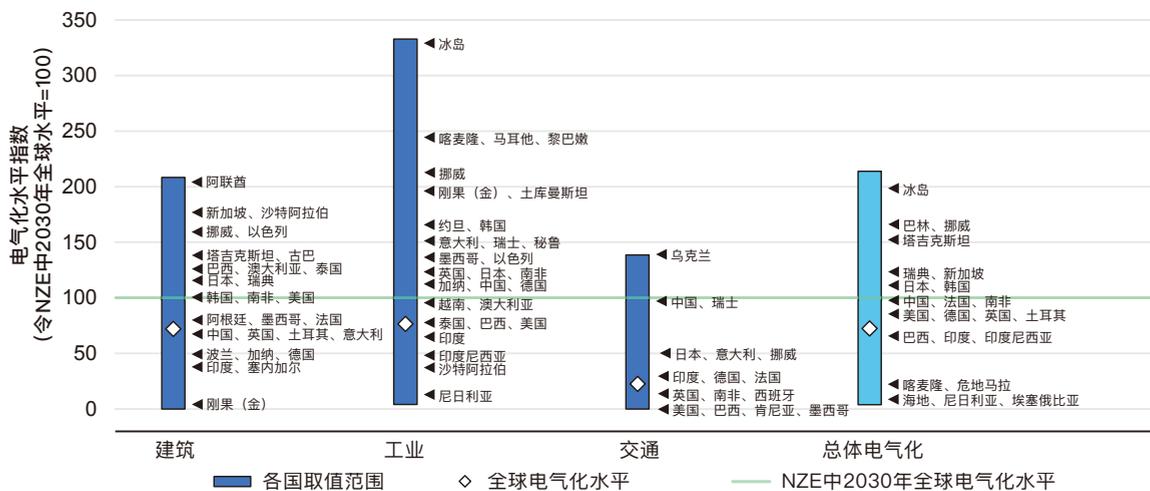
相比之下，欧洲国家使用天然气供暖，而制冷需求较少，因此其建筑部门能源需求总量中电力占比较低。然而其中也有例外，例如大规模采用电力供暖的挪威和瑞典；这反映出它们在利用高效热泵进行室内供暖方面处于世界领先地位。

因此，对气温较高的国家而言，当务之急并不一定是提高建筑的电气化水平，而是要提高制冷能效，例如采用被动式制冷、节能建筑设计和高效制冷设备。[区域（集中）供冷](#)也可以成为一种高效的解决方案，且不易受用电高峰影响。

依靠电力的用能终端通常比直接燃烧化石燃料（的终端）要[节能许多](#)。例如，电动车的能效水平通常是当前传统汽车的 2 ~ 4 倍，热泵能效则是化石燃料锅炉的 3 ~ 5 倍。

然而为了更好地了解不同用能终端的系统能效和对温室气体排放的影响，还应将用能活动运行能效以外的因素纳入考量。例如，电动车的运行能效可能（较传统汽车）更高，但仍依赖于以化石能源为主的（电力）系统所产生的电力。因此可以开展“油井到车轮”尺度的分析来获得更加全面的视角，以便评估燃料供应和车辆运行过程中所产生的（总体）二氧化碳排放。

### 2021年电力在各部门终端能源消费中的占比指数，以“2050年净零排放”情景下2030年全球平均电气化水平为标准



IEA. CC BY 4.0.

注：图上NZE指“2050年净零排放”情景。电气化水平是指电力在各部门和全球终端能源消费总量中的占比。图上数据是以“2050年净零排放”情景下2030年全球平均电气化水平为标准（指数值100）的（2021年）电气化水平指数，不代表单个国家在该情景下应该达到的电气化水平。

来源：IEA (2023), “世界能源平衡” (World Energy Balances), 2023年10月获取；IEA (2023), 《净零排放路线图：保留实现1.5°C目标可能性的全球路径 (2023年更新)》 (Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach: 2023 Update)。

就工业部门而言，以轻工业和低温工艺为主的国家具有较大的电气化潜力。冰岛和挪威长期以来一直拥有既充足又经济实惠的水电，从而推动了其工业电气化蓬勃发展。相反，以钢铁、水泥、石化行业等重工业为主的国家，（工业）电气化途径有限且往往极具挑战性。

交通部门方面，拥有大规模电气化铁路网的国家电气化水平历来较高，例如许多前苏联国家。随着道路运输车辆电气化进程的加快，该部门的电气化情况有望得到进一步改善。

## 需求响应技术及数字化赋能工具持续推广，但仍存在短板

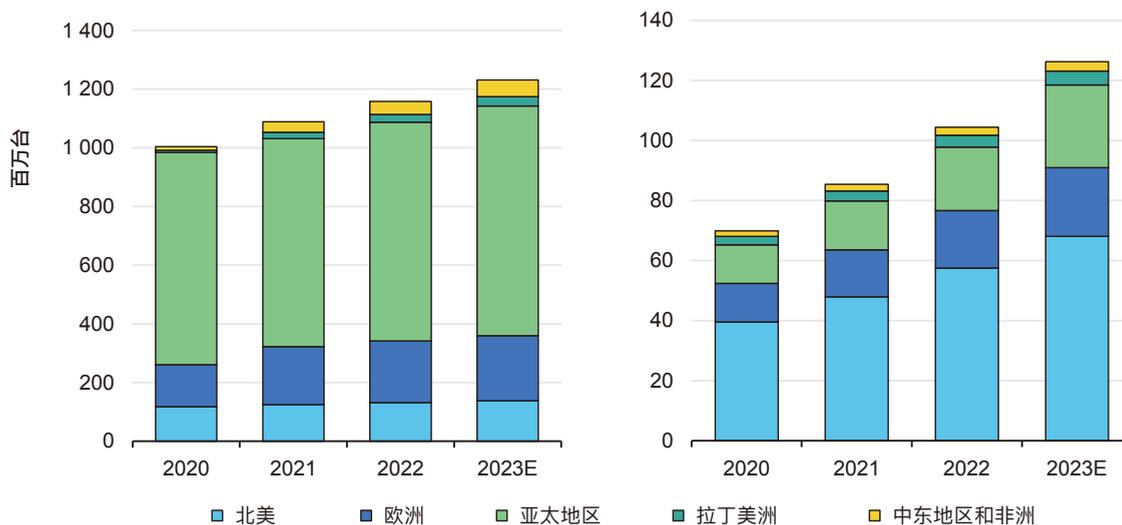
全球智能电表现有安装率为 46%，按照当前速度，到 2030 年这一数字将增加到 58% 左右，其中亚洲由于建筑活动最多、城市化最快，以及 [电网基础设施投资](#) 最多，预计将出现强劲增长。

自 2020 年起，印度尼西亚国家电力公司 PLN 开始在其用户中推广 [智能电表](#)，计划十年内使项目扩大到（安装）7900 万台智能电表。2022 年初，马来西亚国家电力公司实现了在巴生谷（包括大吉隆坡地区和马六甲）安装 180 万台智能电表的目标。该公司计划在 2026 年之前将智能电表的安装数量增至 [910 万台](#)。

智能恒温器等可控设备的普及率（比智能电表）要低得多，但也在不断增长，并且随着政府和消费者采取措施应对能源危机，增速正在逐步加快。在荷兰，2022 年智能恒温器的

销量增长了 [32%](#)。全球范围内，目前共有 1 亿户家庭拥有智能恒温器设备，预计到 2030 年全球安装的智能恒温器数量将超过 4 亿台。

2020–2023年全球智能电表（左）及连网智能恒温器（右）保有量



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2023E指2023年估算值。

来源：IEA基于美国Guidehouse咨询公司和彭博新能源财经（BloombergNEF）的数据开展的分析。

然而对一系列本应能够提供需求灵活性的重要设备而言，其数字化进程却相对滞后。例如，虽然大多数热泵都能发送和接收数据，但目前很少有设备能与电网进行交互（即能够以通用协议面向电网发送和接收信息），从而无法在用电高峰前预热供暖系统，也无法在高峰时段暂停用能。如果（电器设备的）电网交互率继续保持现有的低水平，可能会引发（电力）系统不平衡和电网阻塞等[问题](#)。

智能充电是未来（需求）灵活性的另一个重要来源。据估计，建筑集成式电动车智能充电技术能够为消费者[节省大量费用](#)，尤其是在配合分时电价制度和光伏建筑一体化的情况下。

电动车可以在非高峰时段充电，以减少消费者能源支出，同时减轻（电力）系统压力。如果电动车支持双向充电，停放期间还可以在高电价或需求高峰时段作为储能设备反过来为建筑供电，从而形成[动态能源负荷](#)。例如，东南亚的一项研究表明，在[不支持智能充电技术](#)的情况下，1000 万辆电动车会使峰值（电力）需求增加 3 GW；而在同等情况下采用智能充电却仅会带来 0.5 GW 的负荷增加。然而另一项研究发现，车重每增加一倍，其能耗将[至少增加 40%](#)，最高可增加 100%，这意味着较大的车型可能会对电网造成更大的压力。

## 采取更多政策和激励措施支持需求侧灵活性增加

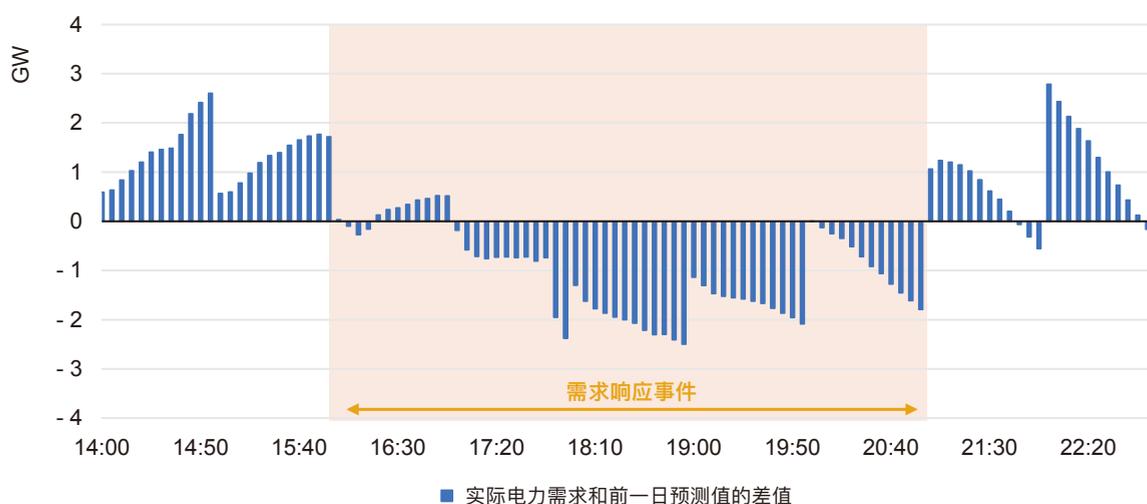
2022 年 9 月 6 日，美国加利福尼亚州（也称“加州”）的极端热浪导致当地峰值用电量达到创纪录水平，远远超过了前一日的预测值并可能引发停电，为此当地进行了一次大规模的需求响应。

当地（电力）系统运营商首先采用了正式的需求响应协议，随后通过短信（向用户）发送了通用的应急警报，要求他们减少家庭用电量，最终实现了近 2 GW 的用电量下降，缓解了系统压力并避免了停电。

2022 年底，欧盟设定了高峰时段用电量下降 5% 的强制目标，并允许成员国选取适当措施降低用电量。

日本政府在 2023 年 4 月颁布的《节能法》中引入了需求响应相关条款，将通过奖惩措施激励大型用户减少高峰时段用电量，包括对实现非高峰期用电目标的用户进行表彰并发放奖金，以及对高峰期不降低用电量的用户进行罚款等。

需求响应事件：美国加州2022年9月6日实际电力需求和前一日预测值的差值



IEA. CC BY 4.0.

来源：美国加利福尼亚州独立系统运营商（California ISO）公司。

2021 年 12 月，美国加州将其“紧急负荷削减计划”（ELRP）的适用范围扩展至家庭用户，对在电网紧急情况下减少用电需求的用户进行奖励（2000 美元 / 兆瓦）。据估计，当地家庭用户（总体）在 2022 年的电网紧急事件中，平均每次帮助减少的用电量接近 700 兆瓦（MW），相当于一个联合循环燃气轮机机组满负荷运行（状态的发电功率）。

实施能效责任（energy efficiency obligation）制度也能帮助减少峰值（用电）需求。例如，2022 年，澳大利亚新南威尔士州推出了一项新的可交易（节能量）证书，并命名

为“[峰值需求削减计划](#)”。该计划致力于（通过削减峰值用电量）尽可能降低夏季用电高峰时段（下午 2:30 至晚上 8:30）的电价；其法律效力将一直持续到 2050 年。这一计划最初设定的目标为 2022 年（峰值）需求减少 0.5%；到 2030 年，削减目标将提高到 10%。

为鼓励减少高峰日用电量，英国（国家）电力系统运营商公司推出了“需求灵活性服务”。据估计，在 2022/2023 年冬季，约有 [160 万](#) 家庭和企业（用户）参与了这项活动，在 22 次需求高峰事件中共计节省了超过 370 兆瓦时（MWh）的用电。

由于[电网阻塞问题](#)日益严重，荷兰政府宣布了一系列[新措施](#)来缓解电网压力，例如（未来可能会）要求大型能源用户签订电网阻塞管理合同，并允许电网运营商在高峰时段临时对其减少供电，从而减少对电网的占用。[澳大利亚](#)目前也在考虑采取类似的举措。

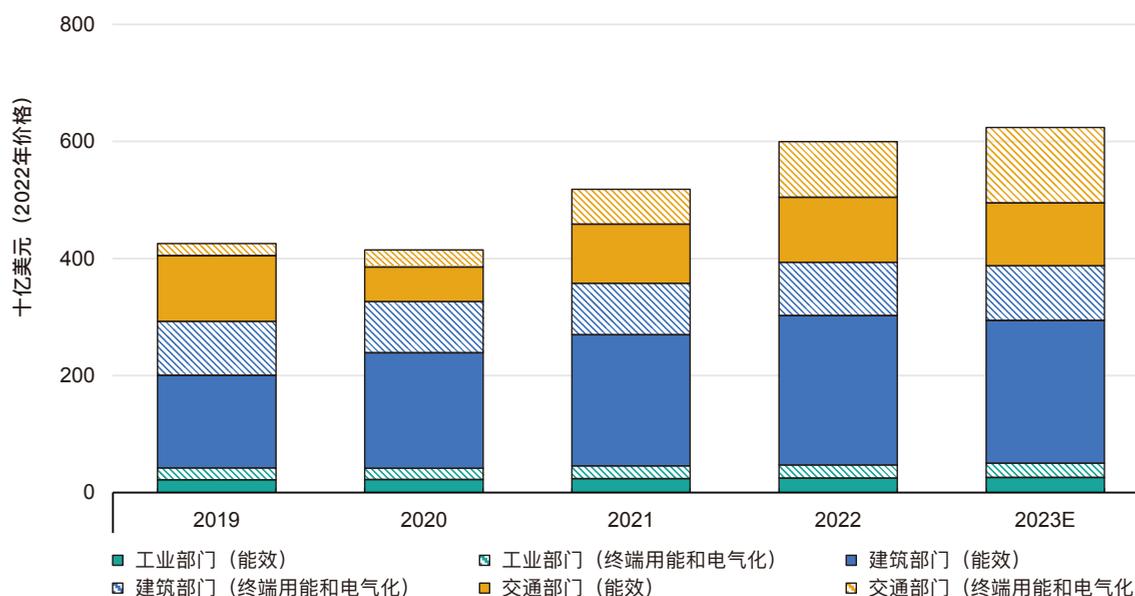
## 第 3 章 金融和就业

### 能效相关投资趋势

#### 利率增加及成本上涨削弱了 2023 年能效相关投资增长

2020–2022 年，各国政府为加速新冠疫情和能源危机后的经济复苏，采取了大规模的经济刺激措施，推动能效相关投资<sup>5</sup>增幅达到了惊人的 45%。然而初步数据显示，与前两年年均 20% 的增长率相比，利率上升和（相关）项目成本增加预计将使 2023 年投资增长率降至 4%。尽管如此，但 2023 年能效相关投资额预计还是会达到历史最高水平，略高于 [6200 亿美元](#)，比疫情前水平高出约 2000 亿美元。

2019–2023 年全球针对能效、电气化和可再生能源终端使用的投资



IEA. CC BY 4.0.

注：图上 2023E 指 2023 年估算值。IEA 将能效相关投资定义为与相同服务水平下的同类非节能设备相比，用于获取节能设备的增量投资。可再生能源终端使用投资包括与离网用能相关的投资，例如建筑和工业部门的高效太阳能热系统、生物能系统和地热系统等。  
来源：IEA (2023)，《世界能源投资 2023》(World Energy Investment 2023)。

<sup>5</sup> 译者注：IEA 在本报告中提及的“能效相关投资”在定义上是指与相同服务水平下的同类非节能设备相比，用于获取节能设备的增量投资，在范围上包括针对各部门能效、电气化以及可再生能源终端使用的投资。

电动车销量增加是 2023 年能效相关投资总体增长的主要动力；与 2022 年相比，针对交通电气化的投资实现了 35% 的大幅增长。与此同时，用于建筑部门电气化的投资略微增加了 3%，主要来自大规模的电热泵转型。

为了实现“2050 年净零排放”情景规划，使能源强度年均改善速度较 2022 年提高一倍，从现在起到 2030 年，全球每年的能效相关投资需要在现有水平基础上增加两倍，达到超过 1.8 万亿美元 / 年。

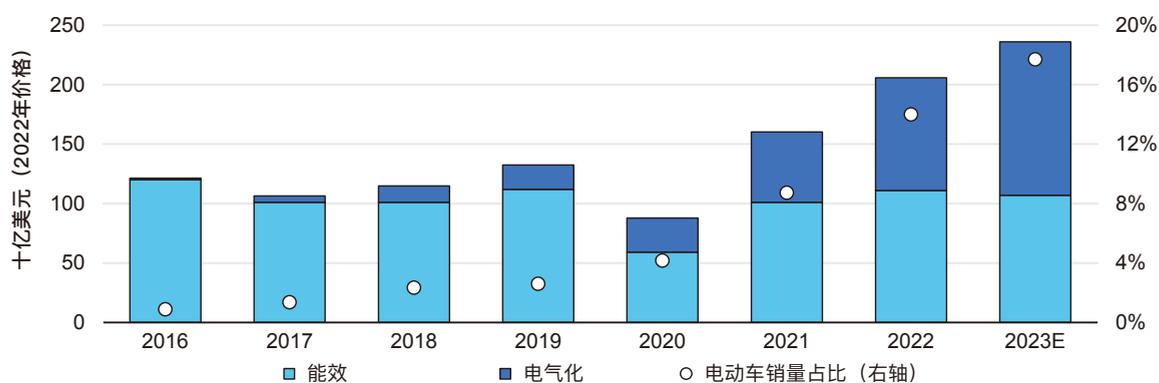
近年来，财政能力较强的国家努力将其疫情后的经济刺激和就业保障措施聚焦在清洁能源投资上，并将能效提升作为主要投资方向之一。（政府）推动这类投资还可以保护消费者（尽可能地）免受能源价格上涨对生活成本构成的压力。总体而言，全球每花费 1 美元用于化石能源相关的资本投资，就会有 [1.7 美元用于清洁能源](#)，并且其中有 0.6 美元用于能效提升。

然而自 2021 年以来，在每 10 美元的清洁能源投资中，就有约 9 美元用于发达经济体和中国；新兴市场和发展中经济体由于国家公共财政缺乏灵活性，无法增加相关支出，因而与前者之间的差距越来越大。

## 电动车推动交通能效相关投资增长，但仍存在进一步提升空间

全球车辆电气化水平的持续提高，预计将使 2023 年道路交通能效相关的投资额达到逾 2350 亿美元的历史新高。这一年用于交通电气化的投资首次超过该部门针对能效的投资，达到近 1300 亿美元。尽管多重因素持续对交通电气化投资构成阻力，包括供应链中断、宏观经济受到冲击、大宗商品和能源价格高企，以及全球汽车市场萎缩等，但该领域投资增长预期依然强劲，尤其是在石油和汽油价格居高不下的情况下。

2016–2023 年交通部门针对能效和电气化的投资



IEA. CC BY 4.0.

注：图上 2023E 指 2023 年估算值。

来源：IEA (2023)，《世界能源投资 2023》(World Energy Investment 2023)。

图上交通部门的电气化（投资）包含公共交通领域在内；该领域在中国（交通电气化相关投资中）占比较大。轻型乘用车电动车销量预计将保持强劲增长，达到 1400 万辆，占全球轻型乘用车销售总量的 18% 左右。中国、欧盟和美国合占全球电动车新车总销量的 95%。相对较高的保费是阻碍电动车进一步普及的因素之一——电动车的保费通常比传统汽车高出近一倍。不仅如此，在从 2022 年 10 月到 2023 年 9 月的一年当中，电动车的平均保费上涨了 72%，而传统汽车仅上涨了 29%。

2022 年，中国占全球新注册登记电动车数量近 60%，以及全球电动车保有量的一半以上。尽管该国为期十余年的（新能源车）购置补贴已经退场，但仍在 2023 年上半年售出了 310 万辆电动车新车——包括纯电动车（BEV）和插电式混合动力车（PHEV）——同比增长 37%。一些新兴市场和发展中经济体的电动车销量也在上升，尤其是电动两轮和三轮车。2022 年，印度、泰国和印度尼西亚的电动车销量增长了两倍多，总销量接近 8 万辆。印度 2022 年售出的所有三轮车上，55% 是电动车；而印度尼西亚政府的目标是在 2023 年为 20 万辆电动两轮车提供销售补贴。

一些政府和商业金融机构推出了（面向电动车购置的）无息贷款，以刺激电动车投资。2023 年起，法国开始为低收入家庭提供电动车无息贷款，并提供（新车）购买和（旧车）报废津贴，而加拿大基础设施银行则开始支持零排放公交车的购买。肯尼亚的三家商业贷款机构自 2022 年起为个人及公共车辆提供绿色贷款。

## 新的工业能效方案将致力增加投资、提高竞争力和保障就业

2020 年以来，在欧洲、美国和一些亚洲国家新政的推动下，工业能效相关投资增长了 20%，从略高于 400 亿美元增加到了 2023 年的 500 亿美元。中国和印度在 2023 年的工业能效相关投资预计将分别达到约 160 亿美元和 60 亿美元。

各国家和地区为推动工业能效相关投资，纷纷制定了富有雄心的新政策，包括欧盟 2023 年推出的《绿色新政产业计划》，旨在减少官僚主义、加强（人才）技能培养、拓宽融资渠道，并开放贸易以加强供应链韧性。该地区《净零工业法案》（NZIA）则重点关注在 2030 年之前，将净零技术的整体战略产能提升到至少能满足该地区年度部署需求的 40%（即净零技术自给自足率达到 40%——译者注）。

美国通过《通胀削减法案》为工业低碳化提供了直接的激励措施，帮助钢铁、水泥和化工等难以减排的行业获得清洁技术投资。政府采取了一系列激励措施，来促进绿色产品优先采购和水泥生产过程减排等，从而向业界发出了强烈的（转型）信号。

### 中国投资 270 亿美元用于推动钢铁行业超低排放

2023 年，中国 1-8 月钢铁产量超过了 [9 亿吨](#)，已接近基于 [上年](#) 总产量制定的年度上限——10.18 亿吨。根据中国国家发展和改革委员会数据，该国粗钢产量在 2021 年和 2022 年分别减少了 [3000 万吨](#) 和 1800 万吨，完成了当年的产量压减目标。中国钢铁工业协会表示，其会员企业的吨钢能耗在 2023 年上半年同比下降了 1.33%；已有 87 家钢企完成了超低排放改造。针对整个钢铁行业而言，从 2022 年 7 月到 2023 年 7 月共有近 70 亿美元投资用于超低排放改造；该行业超低排放改造累计投资超过 270 亿美元（约合 [2000 亿元人民币](#)）。

2023 年 1-8 月，中国钢铁产量同比增长 [6.3%](#)。[中国钢铁工业协会](#) 将这一增长归因于本土汽车和家电的用钢需求增加，以及风电和光伏等基础设施建设。

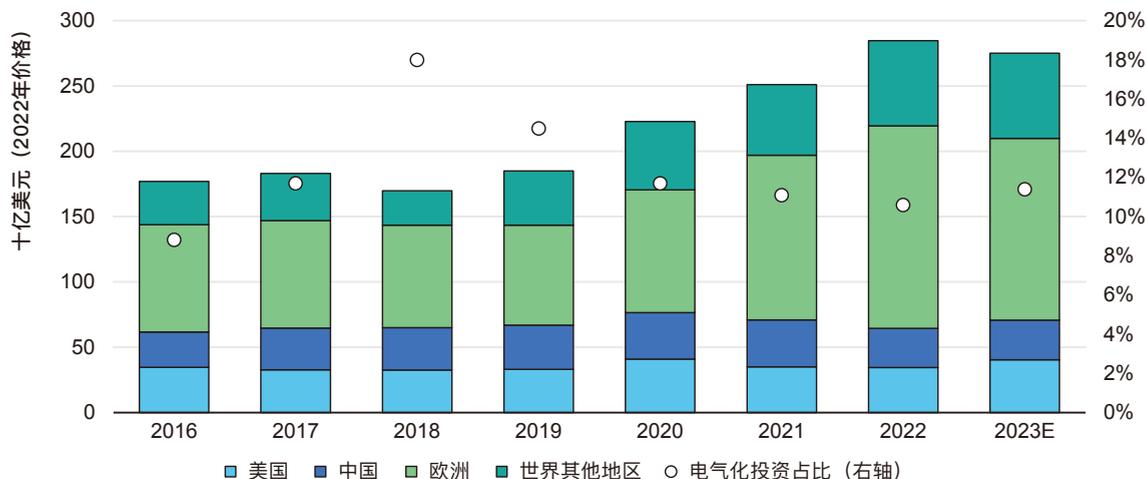
## 热泵投资增长不足以弥补改造和建造活动放缓对建筑能效相关投资的负面影响

2023 年，热泵相关投资增加，推动建筑部门能效相关投资中的电气化部分增长了约 3%。然而，这一增长并不足以逆转同年建筑部门能效相关总体投资 2% 的下降趋势；下降后的投资额为 3380 亿美元。投资下降的主要原因是投入成本和借贷成本上升，以及一些财政刺激措施逐步退出，从而导致欧洲、亚洲和南美洲建筑市场的活动水平和市场信心下降。

贷款市场仍在持续促进建筑能效相关投资；在全球规模最大的各家银行中，有 [19%](#) 为购房者提供绿色抵押贷款，以促进其所购房屋能效提升。英国的绿色抵押贷款市场从 2019 年的四种产品开始，发展至今已拥有 [60 种产品](#)，主要面向新开发项目，同时正在准备开展与房产挂钩的融资试点，希望借此撬动更多投资。

尽管相关支持有所收紧，但 [意大利“超级津贴” \(Superbonus\) 计划](#) 框架下的 2023 年投资预计仍会增加。该计划自实施以来，截至 2023 年 10 月，已使超过 1000 亿美元的投资流向建筑能效领域。经历重大调整后，德国（新的）[“节能建筑联邦资助” \(BEG\)](#) 计划于 2022 年开始实施，并延续到了 2023 年。美国针对节能建筑的投资正在逆势上涨，2023 年有望达到约 400 亿美元；中国的相关投资则正在放缓。韩国在其所有的建筑和政府保障性住房中，扩大了 [强制性零能耗建筑 \(ZEB\) 认证](#) 的适用范围，预计将对推动能效相关投资起到积极作用。

### 2016–2023年各地区建筑部门能效、电气化和可再生能源终端使用投资



注：图上2023E指2023年估算值。

IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023), 《世界能源投资2023》(World Energy Investment 2023)。

#### 随着非洲市场发展，节能服务公司活动水平呈上升趋势

在中国、美国和许多欧洲市场，合同能源管理依然是公共机构项目，尤其是建筑类项目的主要合同模式。IEA 开展了 2023 年全球节能服务公司 (ESCO) 市场调查，初步结果显示，从现在起直到 2024 年，至少将有 19 个欧盟成员国的合同能源管理市场将出现增长。完整调查结果预计将于 2024 年发布。

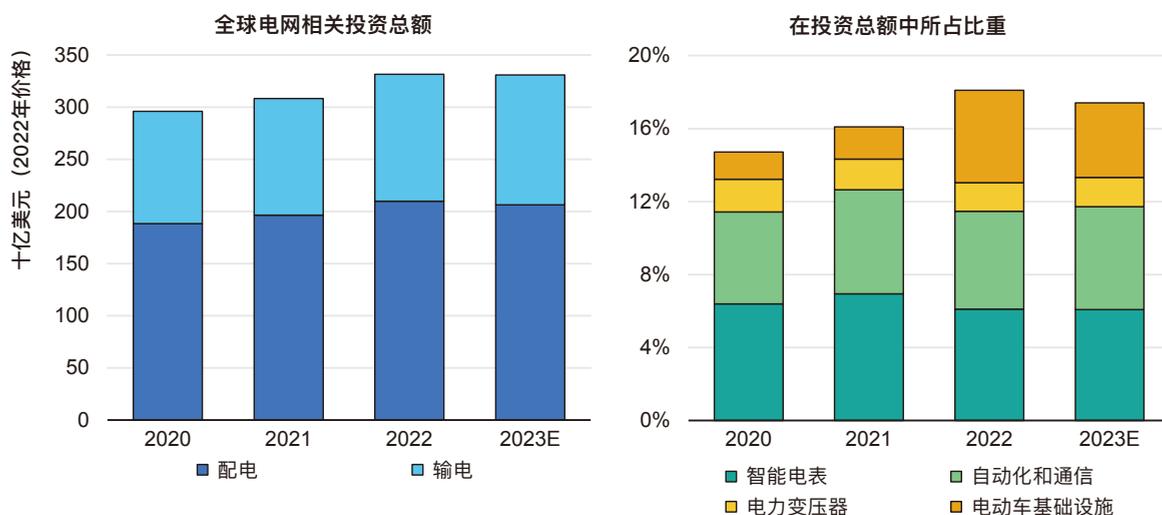
一些国家为了启动能效市场，成立了国有的超级 ESCO。非洲开发银行 (AfDB) 于 2023 年 2 月推出价值 500 万美元的“非洲超级 ESCO 加速项目”，为在卢旺达、塞内加尔和南非等初创市场建立国有的超级 ESCO 提供支持。该项目还将致力于为私营 ESCO 提供支持服务，并制定统一的区域性认证方案。

## 2023 年电网数字化投资稳步增长，将促进系统能效提升

2022 年，全球电网基础设施投资增长了 8%，投资额逾 3300 亿美元，用于智能电表、电动车基础设施，以及能够围绕用能时间、地点和方式实现通信和自动化的各种控制设备和系统。预计到 2030 年，这些系统能效相关投资将帮助波动性可再生能源（电力）系统减少 25% 以上的弃电，从而提高能效并降低用户支出。

发达经济体和中国合占全球电网投资总额的 80%，并且预计将在未来几年继续增加相关支出。在全球电力系统基础设施投资总额中，针对电网数字化的投资占比稳步增长，从 2016 年的略高于 10% 提高到了 2023 年的 20% 左右；针对这类技术的投资甚至超过了某些实体性基础设施元器件，例如变压器。

## 2020–2023年全球分环节电网投资（左），以及部分元器件在总投资中的占比（右）



注：图上2023E指2023年估算值。

IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA基于各输配电公司金融报告和美国Guidehouse咨询公司（2022年）数据所开展的分析。

欧盟委员会于 2022 年公布了价值逾 6200 亿美元的《[欧盟能源系统数字化转型行动方案](#)》；2023 年 9 月，[智慧能源专家组](#)正式成立，旨在协助欧盟委员会实施该方案。此外，欧洲还计划为其电网打造一个精密的[数字孪生](#)模型，并同步制定一系列[智能电网指标](#)，以刺激针对电网智能化的投资。欧盟也为（电网领域的）“[共同利益项目](#)”提供资金，例如位于匈牙利和斯洛伐克、价值 3.1 亿美元的“[多瑙河 InGrid](#)”项目，以及位于捷克和斯洛伐克、价值 1.93 亿美元的另一个[项目](#)。

美国在 2022 年和 2023 年通过“[电网韧性创新性伙伴关系](#)”（GRIP）项目为电网升级和扩建提供资金，其中 25 亿美元用于电网韧性建设，30 亿美元用于智能电网，50 亿美元用于电网创新。2018–2023 年期间，美国（电力公司等）主要的公共事业运营商用于电网现代化建设的投资超过 [360 亿美元](#)。加拿大政府也在 2019–2023 年期间通过“[绿色基础设施智能电网项目](#)”投资了 7300 万美元用于智能电网技术，并宣布将在 2035 年之前为其“[智能可再生能源和电气化路径项目](#)”投资 32 亿美元。

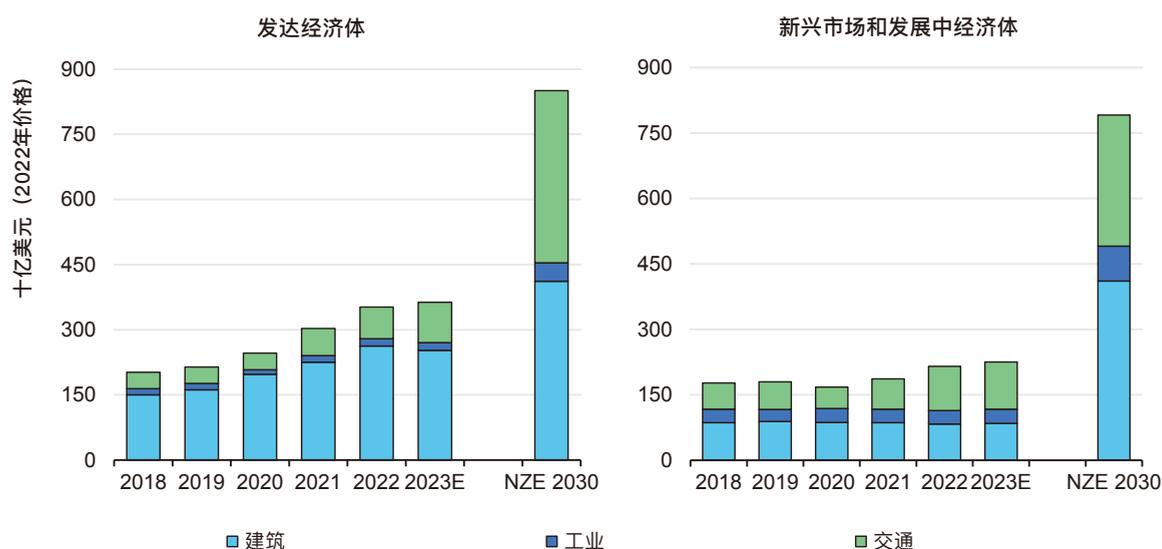
中国国家电网有限公司宣布将在“十四五”期间总计[投资](#) 3290 亿美元用于电网现代化建设，其中 2023 年投资为 770 亿美元。中国南方电网也将（在“十四五”期间）投资 990 亿美元，届时全国电网投资总额将达到 4420 亿美元。

## 加强针对新兴和发展中经济体的社会投资促进机制

目前，全球能效相关投资高度集中在发达经济体和中国，造成其他新兴市场和发展中经济体的清洁能源转型之路上存在投资缺口。到 2030 年，发达经济体的能效相关投资需要增加一倍以上，而新兴经济体却需要增加 2.5 倍。

受快速增长的住房需求驱动，建筑部门蕴藏着最大的投资机遇。而鉴于[新兴市场和发展中经济体](#)的老旧既有建筑数量相对较少，在“2050 年净零排放”情景下，预计（这些国家）仅 3% 的（建筑能效相关）投资将专门用于既有建筑改造。

2018–2023年以及“2050年净零排放”情景下2030年，发达经济体（左）以及新兴市场和发展中经济体（右）针对能效和终端用能（含电气化）的投资



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2023E指2023年估算值；NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA (2023)，《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

新兴市场和发展中经济体通常（比发达经济体）更加依赖来自政府和国有企业的公共投资，此外还面临着其他的挑战，包括财政资源有限，公共事业运营商无力开展能效项目并为其出资等。如此一来，这些国家的借贷成本往往更高；根据 IEA 的《资本成本观测》报告，在（除中国外的）新兴市场和发展中经济体，清洁能源项目的资本成本约为发达经济体和中国的 [2 ~ 3 倍](#)。

因此，要满足这些地区的投资所需，就必须扩大来自本土和境外的社会投资，而公共财政仍将起到重要的催化作用。本土政策和监管框架改革，金融机构的参与，以及国际合作等，也都将有助于刺激投资。

新兴市场和发展中经济体与其国际伙伴建立了“能源公正转型伙伴关系”（JETPs），旨在为促进此类社会投资提供可负担的融资来源。[塞内加尔](#)和[印度尼西亚](#)的 JETP 框架均将能效提升作为一部分，纳入其广泛的低碳化措施；而在南非总价值 85 亿美元的 JETP 框架下，气候投资基金的[《煤炭加速转型投资方案》](#)则将能效项目作为一个专门的投资方向。

在 2023 年 6 月召开的[新全球融资契约峰会](#)期间，来自约 100 个国家的公共部门和私营

行业代表共同表达了关于加强全球合作、应对气候和社会经济挑战的决心。为此，[IEA 承诺](#)将在 2024 年初，围绕“如何降低发展中国家能源转型的资本成本”提出建议。

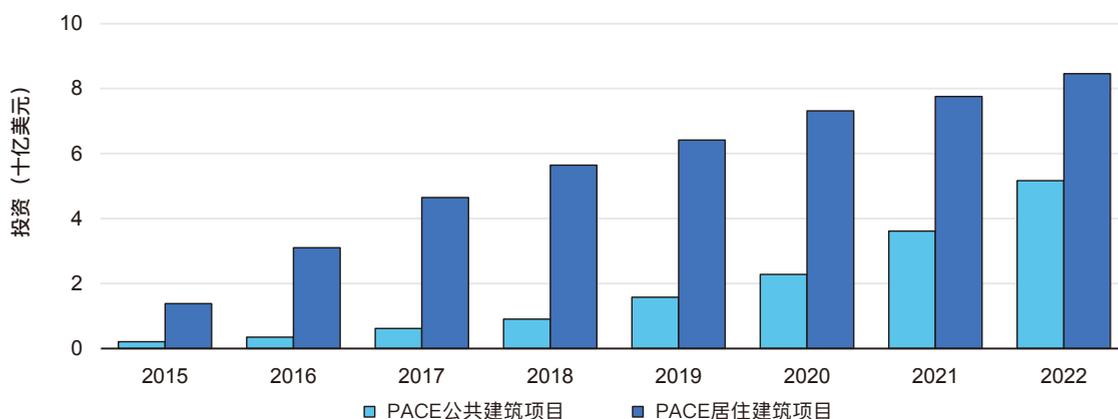
2023 年 7 月，G20 国家就《降低能源转型融资成本[自愿行动计划](#)》达成一致，将推动混合型融资解决方案的发展，鼓励国际金融机构撬动社会资金并开发当地货币贷款等新的（融资）机制，加强支持性框架，以及促进各个国家和主要利益相关方之间的经验交流。

## 基于房产评估的清洁能源融资

### 与产权挂钩的融资模式成为增长最快的能效投资渠道之一

美国“基于房产评估的清洁能源”（[PACE](#)）融资项目能够帮助公共<sup>6</sup>和居住建筑业主获得开展清洁能源改造的前期和长期融资。该模式将贷款与房产本身而非借款个人挂钩，并通过房产税费进行偿付。美国各州必须经相关立法授权后，才能合法利用税收制度来收取还款。

2015–2022 年美国 PACE 融资项目累计公共和居住建筑投资



IEA. CC BY 4.0.

来源：“[PACE 融资项目市场数据](#)”（[PACE Market Data](#)），2023 年。

迄今为止，[华盛顿特区和 38 个州](#)已经通过了 PACE 授权立法，其中 30 个州和华盛顿特区的 PACE 融资项目正在活跃运行中，为当地房屋和企业房产的业主提供清洁能源改造融资。PACE 融资项目自 2009 年开始追踪相关数据，至今已为居住和公共建筑改造项目提供了价值[超过 136 亿美元](#)的融资。在公共和居住建筑的 PACE 融资中，能效项目所占份额最大，分别为 55% 和 37%。目前，PACE 融资市场仍表现出强劲的增长势头，其中公共建筑增长较快，并已接近居住建筑的融资规模。

<sup>6</sup> 译者注：公共建筑，英文称 commercial buildings，包括办公建筑、零售建筑（如商场）、酒店建筑、医疗建筑等非居住建筑。

这一增长趋势得益于纽约、波士顿和芝加哥等大城市实施的 PACE 公共建筑融资项目。州级立法者正在设法扩大适用于 PACE 融资的建筑改造内容，将建筑防护、屋顶加固和抗震改造等抗灾相关投资纳入其中，并拟向新建建筑开放 PACE 融资。

一系列因素共同造就了 PACE 融资的增长，包括来自最新建筑标准的监管压力、市场对于 PACE 融资的认可，以及能效投资（项目）越来越需要针对高昂的资本成本进行前期融资等。然而，由于各州和地方政府对适用的建筑改造内容以及贷款偿付期限等的要求各不相同，该项目的监管在全美层面依然比较分散。

过去几年，PACE 公共建筑市场得以巩固，其中具有跨州经营能力的全国性企业占据了主导地位；随着市场逐渐成熟，目前近一半改造项目的 PACE 融资额都超过了 500 万美元，甚至有少数项目超过了 1 亿美元。人寿保险公司依然是主要的出资方，其中一些公司通过向合格机构买家私募的方式进行证券化。最近，具有减排效果的 PACE 公共建筑改造项目开始通过“[减碳债券](#)”（Cut Carbon Note）进行募资；这为改造项目提供了另一种融资方式，即通过发行这种有担保、公开交易、投资级评级和固定收益的金融产品进行融资。

## 美国以外地区为撬动社会资本，正在推广类 PACE 的融资项目

尽管具体的项目结构和融资 - 房产挂钩机制可能有所不同，但 PACE 已经（在世界各地）成为了一项公共政策，用于引导社会资金流向建筑节能改造。

各国的类 PACE 融资项目因其所在市场而异，并取决于当地法律框架。例如澳大利亚的“[环保改造融资](#)”（EUF）与房产挂钩，并可在长达 20 年的期限内通过市政税按季度进行偿付。2011 年以来，[澳大利亚可持续发展基金](#)一直在为公共建筑业主提供 EUF 融资，并已在 27 个地方政府辖区内开展了（建筑改造）项目，融资金额总计超过 7500 万澳元。

加拿大的阿尔伯塔省通过“[清洁能源改造项目](#)”（CEIP）为居住和公共建筑业主提供前期融资；贷款通过物业税进行偿付。在该国东海岸，“[PACE 大西洋地区](#)”融资项目与当地市政开展了合作，为企业和屋主制定因地制宜的融资方案。

荷兰基于《[市政可持续发展条例](#)》（GVR）制定了一项融资方案；在参与该方案的各个城市，屋主无需为其房屋改造支付前期费用，而可以在接下来的 30 年内通过纳税来偿还这笔投资。英国[绿色金融研究所](#)（GFI）考虑引入“房产挂钩融资”（PLF），并正在寻求银行业合作伙伴共同开发面向居住和公共建筑的 PLF 产品。

## 能效相关就业

### 能效相关活动推动就业增长，电气化促进交通部门重新洗牌

近年来，各国政府采取了历史性的危机响应措施，并将能效提升作为其重要目标之一；在这些措施的推动下，2022 年全球[能效相关就业](#)大幅增加，就业机会总数增加了约 100 万个。新冠疫情以来，全球能源就业发生了重大转变；2019–2022 年的就业增长几乎全部来自清洁能源行业。面向 2030 年，在针对节能技术及服务的投资水平不断提高的情况下，对相关技术服务的需求也会不断增长；换言之，从现在起到 2030 年，随着清洁能源转型的加速，能效相关就业市场将持续增长。

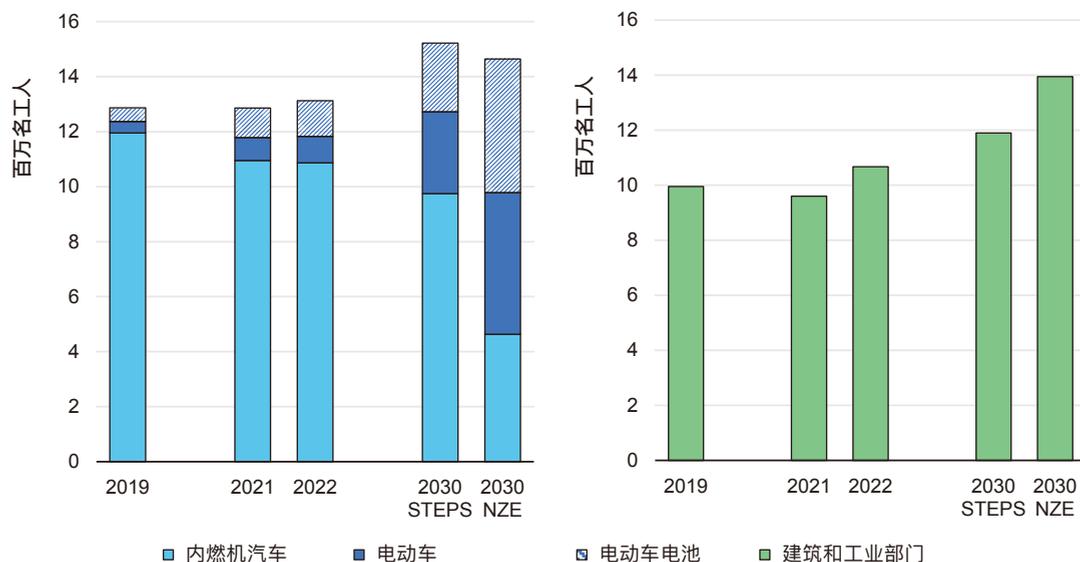
除建筑设计、施工、项目承包和设备制造等领域的就业外，以下一些活动也能提供相关的就业机会：

- 建筑和房屋节能改造；
- 热泵和其他清洁供暖及制冷设备的生产和安装；
- 能源管理体系的开发和安装；
- 节能电器和高效建材的设计和制造；
- 社区、公共事业和区域能效项目的运营；
- 节能服务公司（相关活动），以及建筑和工业领域的其他能源管理活动；
- 工业节能改造的实施等。

在交通部门，尽管车辆制造业的就业仍在继续增长，但电气化正在对该部门的就业和劳动力格局进行重新洗牌，从传统汽车（相关产业）转向电池制造和电动车。

如果在截至 2030 年的这个十年内，实现能源强度年均改善速度的倍增，达到约 4%/年，将能额外创造一批能效相关就业——2030 年的就业机会总数将比 2022 年增加约 450 万个，涉及建筑、工业和交通部门，包括机动车制造业的约 150 万个就业机会，以及建筑和工业部门的 300 多万个就业机会。总体而言，与“既定政策”情景（假定同期能源强度年均改善速度略高于 2%）相比，实现能源强度年均改善速度倍增将额外增加约 150 万个就业机会。

2019–2022年以及各情景下2030年，车辆制造、电动车电池生产，以及建筑和工业部门能效相关活动在全球范围内提供的就业机会



IEA. CC BY 4.0.

注：图上STEPS指“既定政策”情景；NZE指“2050年净零排放”情景。建筑和工业部门就业机会来自建筑和房屋节能改造；热泵和其他清洁供暖（如太阳能供暖和其他地热能）及制冷设备的生产和安装；能源管理体系的开发和安装；节能电器和高效建材的设计和制造；社区、公共事业和区域能效项目的运营；节能服务公司（相关活动），以及建筑和工业领域的其他能源管理活动；工业节能改造的实施等。

来源：IEA (2023)，《全球能源就业2023》(World Energy Employment 2023)。

## 各国政府为鼓励电动车生产并确保供应链安全，正在对相关政策进行精细化调整

在许多国家和地区，政府对电动车的支持性政策正在从面向消费者的购车补贴，转向对电动车充电基础设施和电池制造的激励。2022年，全球对新增**电池产能**的投资创下历史纪录，至此，全球可用产能增至 1.5 太瓦时 (TWh)，同比大幅增长 50%，足以满足约 3000 万辆电动车（假定电池容量为市面上电动车的**平均值**）的电池需求。

欧盟在 2023 年发布的《**净零工业法案**》旨在使该地区每年电池需求中的 **90%** 实现自给自足。美国通过《**通胀削减法案**》为本土电池产业提供“先进制造业生产信贷”，其中电池生产补贴高达 35 美元 / 千瓦时 (kWh)，模块组装还有额外的 10 美元 / kWh 补贴。印度也在 2021 年推出了“产量挂钩激励” (PLI) 机制，通过价值 22 亿美元的“**先进化学电池**” (ACC) 生产计划，以及**电动车及零部件生产用途**的 32 亿美元资金，支持本土电池产业发展。

# 第 4 章 能效政策进展更新

## 国际进展

### 2023 年国际能效合作聚焦能效提升速度倍增目标

能源危机使各国政府对能源安全的担忧急剧升级，同时能源价格的上涨还可能导致家庭 and 世界经济发生通胀；为此，各国在 2022 年出台了一系列政策来应对这些关键问题。能效提升作为这些政策的核心，因其能够兼顾能源安全、能源可负担性和气候目标，被广泛认为是首要和最佳的（能源危机）对策。

一系列国际论坛都提出了到 2030 年将能效提升速度提高一倍的目标。作为回应，全球领导人均表示将加强相关政策实施以示支持，并在联合国第 28 届气候变化大会（COP28）上强调了实现这一雄心的必要性，成为大会重要议题之一。

2023 年 4 月，[欧盟委员会提议](#)在 COP28 召开之前，制定一个可以调动各国积极性的全球能效和可再生能源目标。这一提议来自 IEA 相关研究分析的结果——在截至 2030 年的这个十年内，实现 4% 以上的（年均）能源强度改善速度，是[保障 1.5 °C 目标路径可靠性的必要条件](#)。在凡尔赛举行的 [IEA 第八届全球能效年度大会](#)上，能效提升速度倍增目标也一度成为讨论焦点。IEA 执行主任法提赫·比罗尔（Fatih Birol）博士向来自政府、企业和国际社会其他领域的 600 多名高级领导人和专家致辞时，概述了 IEA 关于[到 2030 年实现“两倍和三倍”目标的愿景](#)，即能效提升速度翻一倍（成为原有水平的两倍），以及可再生能源发电容量增加两倍（成为原有水平的三倍）。

IEA 能效大会期间，参加部长级讨论的 46 个（国家和地区）政府签署了[《凡尔赛声明：能效的关键十年》](#)，借此表达对能效提升速度倍增这一主张的支持，即“采取更有力的政策和行动，实现截至 2030 年的这个十年内全球能效年均提升速度倍增目标，使其符合 IEA‘2050 年净零排放’情景”。此外，[欧盟委员会还和 COP28 主席国](#)就推动达成关于能效提升速度倍增的全球性承诺取得了共识。

在印度和日本分别担任 G20 和七国集团（G7）主席国期间，两大集团的会议上也都提出了能效提升速度倍增目标。2023 年 4 月，G7 气候、能源和环境部长札幌会议公报指出，“IEA 预测，为实现其‘2050 年净零排放’情景，全球需要从现在起到 2030 年，将一次能源强度的年均改善速度提高到 4%”。

与此同时，[G20 各国领导人](#)及能源部长在 [G20 第四次能源转型工作组会议](#)上正式关注到了[《到 2030 年全球能效提升速度倍增自愿行动计划》](#)。[《行动计划》](#)由 IEA 支持印度能

效局制定，囊括了针对五大支柱性领域的各种措施，这些领域包括建筑、工业、交通部门，以及能效融资和可持续消费。

在 COP28 主席国和欧盟委员会的引领下，各国致力于在 COP28 大会上正式确立能效提升速度倍增目标及可再生能源目标。期间，IEA 一直通过多种方式为其提供支持，包括一系列由 IEA 执行主任和 COP28 大会主席共同主持的高级别对话，以及一些分析研究类的支持。本报告第 5 章将用专门的篇幅来对能效提升速度倍增目标进行深入细致的探讨。

## 国家和地区进展

### 各国政府自 2020 年以来支出近 7000 亿美元用于支持能效相关投资

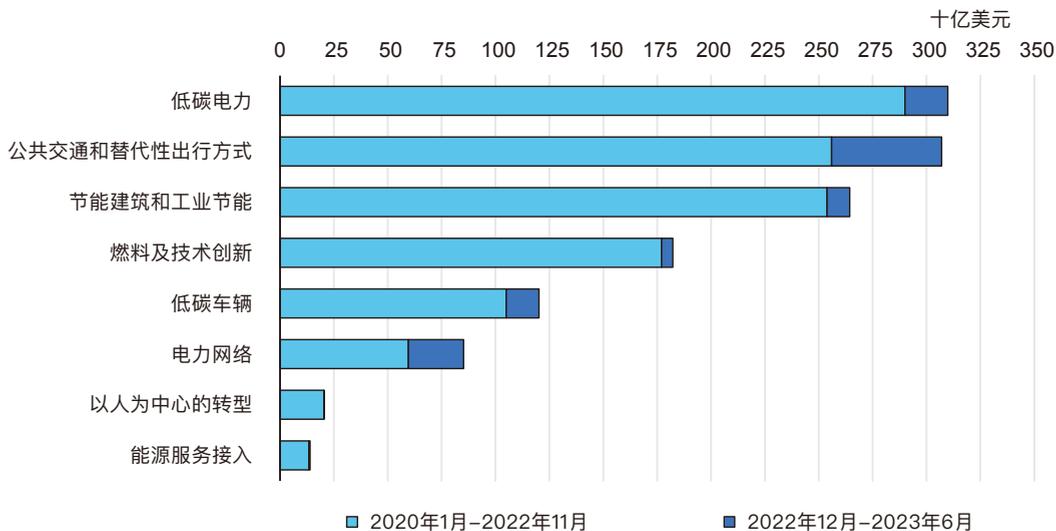
根据 IEA [《政府能源支出追踪报告》](#) 中监测到的情况，自新冠疫情危机爆发以来，各国政府能效相关支出总额大幅增加；自 2020 年以来，截至 2023 年 6 月，这一数字已达到近 7000 亿美元，用途包括公共交通和替代性出行方式、建筑和工业节能，以及低碳车辆等。

在政府针对所有清洁能源的投资支持总额中，专门用于能效提升的份额依然稳定，约占 2020 年以来政府清洁能源支出总额的一半。

### 少数国家在全球能效相关政府支出中占主导地位

根据 IEA [“政府能源支出追踪数据库”](#)，在 2020 年以来全球能效相关投资的政府支持总额中，有 70%（约 4700 亿美元）来自美国、意大利、德国、挪威和法国这五个国家。这一支出规模，大致相当于上述五国政府为保护其消费者和产业尽量免受俄乌战争以来能源价格飙升的不利影响，针对能源可负担性采取短期措施所投入的资金。交通部门占（这些国家）能效相关政府支出的绝大部分，达到 3000 亿美元；其余 1700 亿美元用于建筑和工业部门。

### 截至2023年6月全球用于支持清洁能源投资的政府支出



IEA. CC BY 4.0.

注：此次统计也包括政府为帮助消费者限制能源价格上涨的所有支出，包括直接拨款、支付优惠、减税，以及政府为弥补强制性价格法规对能源企业造成损失而批准的直接补偿。详情请参阅IEA《政府能源支出追踪报告》。

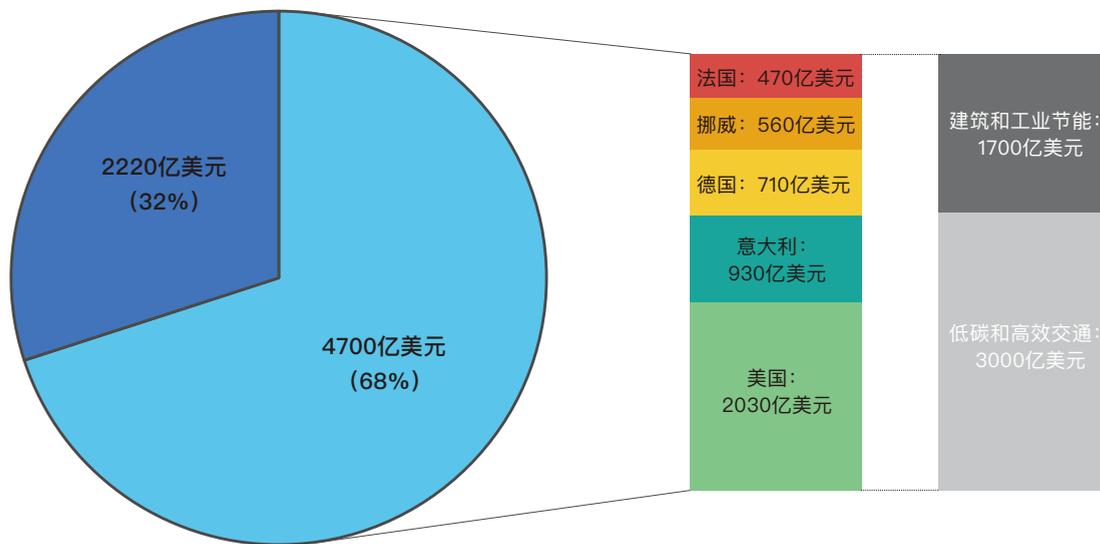
来源：IEA (2023)，“政府能源支出追踪：政策数据库” (Government Energy Spending Tracker: Policy Database)，2023年10月获取。

## 合占全球能源需求 70% 以上的国家均已颁布主要的能效政策

2020 年以来，美国用于支持能效相关投资的公共支出超过 2000 亿美元，其中很大一部分（1400 亿美元）用于交通部门。其《通胀削减法案》的能效相关条款共计（拨款）860 亿美元，特别是为低碳车辆提供了拨款、贷款和退税。该法案还针对居住建筑部门的能效提升，采取了包括税收抵免、退税在内的措施，并为低收入家庭和弱势社区提供补助。

欧盟 2023 年新修订的《能效指令》(EED) 为 2030 年设定了新的约束性能效目标，即与 2020 年按照参考情景模拟出的（2030 年）预测值相比，将终端一次能源消费减少 11.7%。新修订的《指令》还明确了“能效优先”原则，包括为欧盟国家设立了 2024–2030 年期间总体年均节能 1.49% 的约束性目标。此外，新规还特别针对公共机构设置了相关目标，要求其每年减少 1.9% 的能源消费，包括每年至少对公共机构建筑总面积的 3% 进行改造，使其符合近零能耗建筑 (NZEB) 标准等。

各国政府在2020年4月至2023年6月期间为（本国）能效相关投资提供的支持



IEA. CC BY 4.0.

注：图上列出的五个国家是为（本国）能效相关投资提供政府支持性支出最多的五个国家。  
 来源：IEA (2023), “政府能源支出追踪：政策数据库” (Government Energy Spending Tracker: Policy Database), 2023年10月获取。

德国新出台的《能源效率法案》规定，到 2030 年，终端能源消费要较 2008 年减少 26.5%。而在“法国 2030”（投资）计划中，该国政府为推动重工业低碳化，加大了对相关绿色投资的重视程度，并为此拨款约 60 亿美元作为该计划的一部分。西班牙政府批准实施“节能证书”制度；这是一种新的市场工具，能够促进企业通过采取节能措施来履行节能责任。

荷兰提高了其节能责任的强度，从法律上要求企业实施投资回报期在五年以内（含）的所有（适用）节能措施。新法规将该项目的适用范围扩大到了能源密集型行业，包括欧盟排放交易体系覆盖设施和园艺行业，并强制要求（企业）采取更加广泛的节能措施，包括燃料转换和小规模可再生能源等。为帮助企业履行责任、每四年向有关部门报告一次所采取的措施，政府为其提供了项目认可措施的清单。负责监督的有关部门可以从总计 5600 万美元的（专项）资金中申请财政补贴，用来开展节能责任监督和执行方面的能力建设。

## 部分国家及地区能效政策进展（2022年至今）

国家或地区	政策进展
澳大利亚	<a href="#">2023/2024 年预算</a> 为新推出的“ <a href="#">一揽子节能政策</a> ”提供了 16 亿美元资金，用于支持家庭和企业节能改造。
阿根廷	国会正在审议新修订的 <a href="#">《国家能效法案》</a> ，其中一项修订内容拟为各经济部门能效政策行动理清基本问题。
加拿大	提出了一项新措施，用于促进中低收入家庭 <a href="#">从燃料油转向热泵</a> （取暖）；此外还采取了其他举措来降低消费者能源支出。
中国	扩大了（工业） <a href="#">能效标杆水平和基准水平</a> 适用的重点领域范围，同时提高了相关要求，从而推动工业能效提升。
欧盟	对 <a href="#">《能效指令》</a> 进行了修订，为欧盟实现 2030 年终端能源消费较 2020 年开展情景模拟的（2030 年）预测值减少 11.7%，确定了具有法律约束力的目标和具体行动。
法国	“法国 2030”（投资）计划目前包括一项推动重工业低碳化的重点投资（ <a href="#">60 亿美元</a> ）。
德国	新出台的 <a href="#">《能源效率法案》</a> 规定各部门都必须强制实施节能，并设立了 2030 年节能 26.5% 的全国性目标。
印度	为推动实现 2030 年全国能源强度降低 45% 的目标，新推出了四项针对 <a href="#">家用电器</a> 的能效政策。
印度尼西亚	<a href="#">强制要求</a> 年能耗超过 500 吨标油的公共建筑和公共机构建筑开展能源管理项目。
意大利	“超级津贴”计划在 2020 年 7 月至 2023 年 10 月期间引导了逾 <a href="#">1000 亿美元</a> 能效相关投资流向建筑部门。
日本	经济产业省 <a href="#">能效处</a> 在 <a href="#">《能源使用合理化法案》</a> 中增加了需求侧措施相关要求，从而增强了法案效力。
韩国	对电动车实施新的燃料经济性标准和标识。
西班牙	批准实施 <a href="#">“节能证书”制度</a> 。
南非	修订了 <a href="#">建筑节能证书</a> 相关要求，规定了到 2025 年必须进行强制登记的建筑类型及规模。
美国	2022 年颁布的《通胀削减法案》延长了针对住宅节能改造和清洁能源解决方案的税收抵免。

日本推出了一套节能增效一揽子政策，总额超过 71 亿美元（9620 亿日元），将重点为工厂和建筑低效设施更新、居住建筑改造，以及水源热泵安装提供补贴。

韩国于 2023 年引入了该国首个国家层面的[电动车](#)燃料经济性标准体系；同时该国为推进其总体节能目标，实现了显著的[能源强度](#)改善。

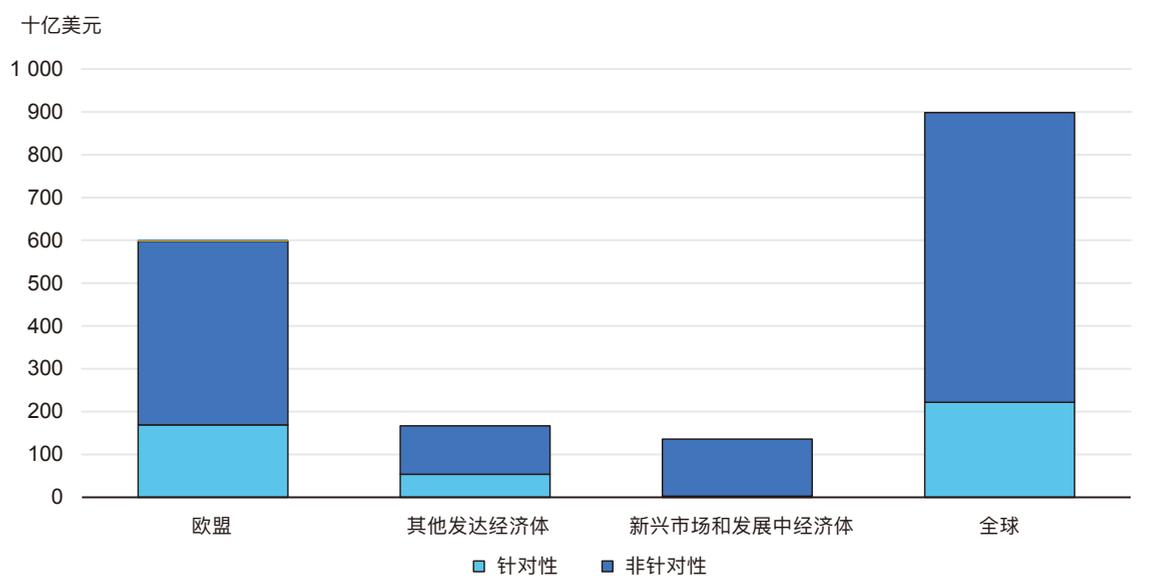
中国将其工业能效[标杆水平和基准水平](#)适用的重点领域从 25 个扩大到了 36 个，旨在长期提高石化等行业的生产过程能效，以支持该国实现其 2030 年前碳达峰的目标。印度针对台扇及壁扇、落地扇、多门冰箱，以及电磁炉，出台了[新的能效政策](#)；预计到 2030 年，这些政策将为印度减少约 900 万吨二氧化碳排放，助力该国实现能源强度改善 45% 的总体目标。

澳大利亚发布了价值 10.1 亿美元的[《节能方案》](#)，包括大力支持住宅和社会保障性住房的能效提升，同时鼓励[中小企业](#)（SME）和[公共建筑](#)提高能效。阿根廷已将新修订的《国家能效法案》提交国会审议，拟为包括弱势群体在内的所有经济部门引入能效政策行动框架。

## 用于短期提高能源可负担性的 9000 亿美元政府支出帮助消费者缓解了能源费用上涨的压力

截至 2023 年 6 月，各国政府（以发达经济体为主）共计已投入超过 [9000 亿美元](#)用于补贴消费者的能源支出，其中 2022 年 11 月至 2023 年 4 月期间拨付了 2700 亿美元。这些资金中仅 25% 是专门用于特定群体的针对性投资，例如低收入家庭、社会保障性住房租户和能源密集型行业。由于能源可负担性相关的政府支出中 75% 都不具有针对性，因此，是要转向结构性更强的能效支持，还是要采取短期措施来保障能源的可负担性，这依然是一个值得考虑的重要问题。以欧盟为例：全球能源可负担性政府支持总额的 2/3 来自该地区，但其一直[在考虑](#)是否要从直接补贴消费者支出，转向针对性、结构化的能效相关投资。

### 2023年二季度指定用于能源可负担性的政府支出，按地区划分



来源: IEA (2023), “政府能源支出追踪: 政策数据库” (Government Energy Spending Tracker: Policy Database), 2023年10月获取。

### 挖掘拉丁美洲和加勒比地区的能效提升潜力

在[拉丁美洲和加勒比地区](#)开展能效提升工作将能带来许多效益，包括减少能源消费和相关碳排放、加强能源安全，以及创造新的就业机会等。

推动能效提升并不一定需要额外增加大量的投入。节能电器可以帮助消费者降低能源开支，对低收入家庭尤其如此，因此（对政府而言）促进节能电器推广往往是比增加能源供应更加经济实惠的选择。例如，[墨西哥](#)一项关于促进空调和冰箱更新换代的行动显示，这两类节能电器的投资回收期为四年。[巴西](#)通过“能效提升项目”（PEE）实现了 63 TWh 的节电量，并使峰值用电需求下降了 2.8 GW。

除了减少能源消费和碳排放，能效提升还有助于减少对进口石油产品的依赖，从而加强能源安全；鉴于拉丁美洲和加勒比地区炼油产能不足，能效提升对该地区的石油进口国和生产国而言都有重要意义。此外，该地区还可以通过实施能效标准来缓解峰值用电需求，特别是空调的用电需求。

各类政策法规间的协同对于实现能效提升而言至关重要。就电器而言，做好相关技术规范、检测方法和标识项目之间的协同和衔接，将能以较低的成本确保电器性能表现的稳定性，促进更大范围的跨境贸易和市场开拓，并且便于制造商顺利进入市场。

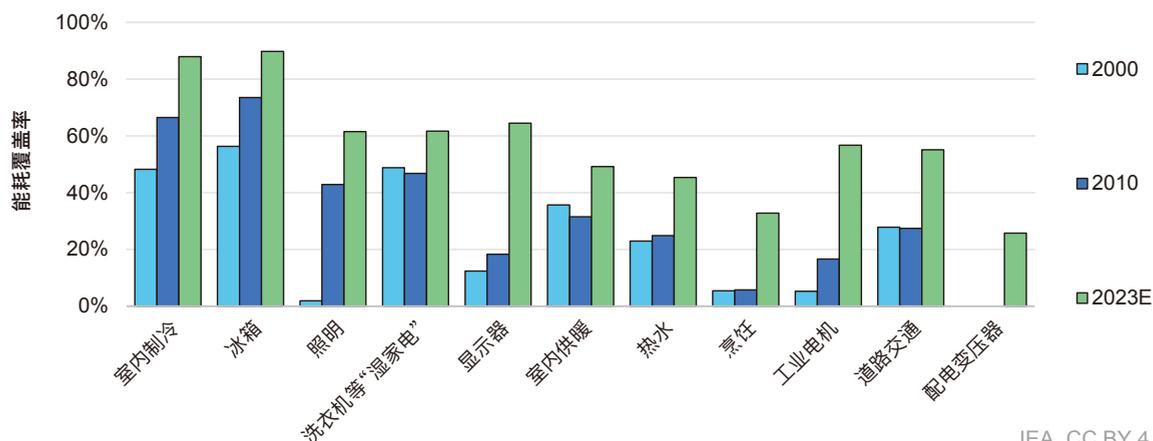
## 规范和标准

### 最低能效标准对全球能耗的覆盖率不断提高

2023 年，全球已有超过 110 个国家实施了最低能效标准，包括所有最主要的能源消费国家和地区。为了鼓励消费者选择能效水平优于最低标准的产品，这些标准常常与比较性标识项目共同发挥作用；采用了这类项目的国家也已超过 100 个。例如，南非发布了新的照明能效要求，规定所有新出售的灯具必须采用节能的 LED 技术。

在西非国家经济共同体（ECOWAS）、南部非洲发展共同体（SADC）、澳大利亚和新西兰，以及欧盟等各个地区内部，最低能效标准和标识项目均实现了地区内不同国家之间的跨境统一。这一做法带来的效益是巨大的，包括所需检测方法数量减少，行业合规成本降低，政府用于合规检测的支出减少等。

2000–2023年最低能效标准对主要用能终端全球能耗的覆盖率



IEA. CC BY 4.0.

注：图上2023E指2023年估算值。最低能效标准对室内制冷、室内供暖、热水、冰箱和照明的能耗覆盖率仅限于居住建筑部门。  
来源：IEA (2023)，“政策和措施” (PAMS) 数据库，2023年10月获取；CLASP政策资源中心。

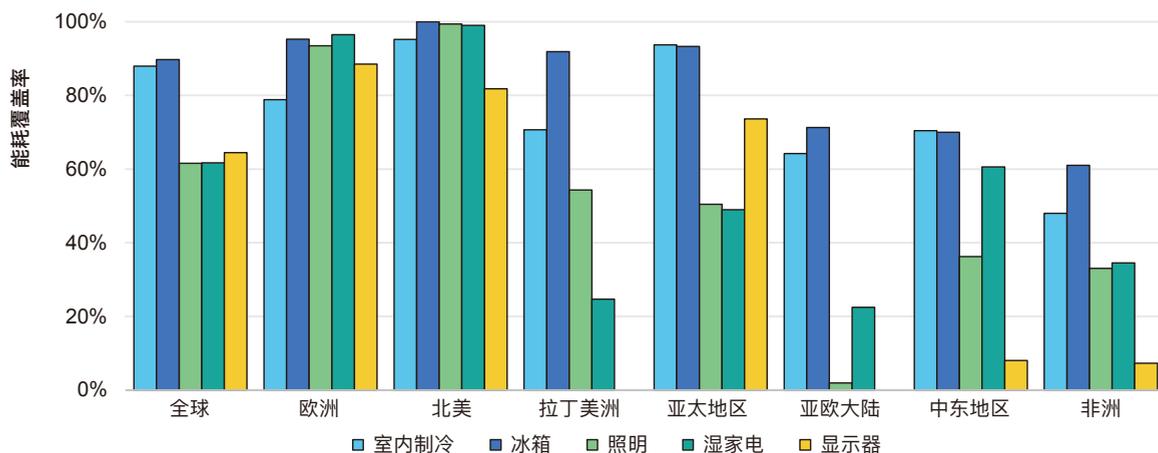
虽然近 100 个国家针对空调、冰箱或照明设备实施了最低能效标准，但全球对其他用能终端的监管还比较少。例如，只有 40 ~ 65 个国家针对炉灶、室内供暖及热水设备，或者道路运输车辆的燃油经济性实施了最低能效标准。

在一些地区，尤其是新兴市场和发展中经济体，近期开始出现对配电变压器能效进行监管的趋势，相关法规开始成为提高系统总体能效和减少配电损耗的重要工具。加纳于 2022 年引入了一项（相关的能效）标准，博茨瓦纳在 2023 年紧随其后，而越南、巴西和秘鲁则在几年前的 2018 年实施了相关法规；至此，实施配电变压器能效标准的国家数量达到 46 个。

## 最低能效标准覆盖率因地而异，突显国际合作潜力

最低能效标准的覆盖率在不同地区之间存在很大差异，突显了这一领域的国际合作机遇。欧洲、北美和亚太地区在主要用能终端的覆盖率上处于全球领先地位，而非洲、欧亚大陆和中东地区则还有更加广阔的政策实施空间。

2023年各地区最低能效标准对主要用能终端能耗的覆盖率



IEA. CC BY 4.0.

注：最低能效标准对室内制冷、室内供暖、热水、冰箱和照明的能耗覆盖率仅限于居住建筑部门。室内制冷包括空调和风扇。冰箱包括家用冰箱和冰柜。湿家电包括家用洗衣机、衣物烘干机、洗烘一体机和洗碗机。显示器包括电视机和电脑显示器。

来源：IEA (2023)，“政策和措施”(PAMS) 数据库，2023年10月获取；CLASP政策资源中心。

最低能效标准是能效政策中最广泛使用和最有效的工具之一，有助于确保新出厂设备符合最低（能效）要求。然而，其效力取决于规定能效水平与市场上现有设备相比的严格程度。例如，如果一项最低能效标准所规定的最低能效水平，在其出台之前就已经处于市场中的较低水平，那么这项标准的效力就会微乎其微；而更加严格、能效要求高于市场平均水平的最低能效标准，则有望发挥更大的作用。

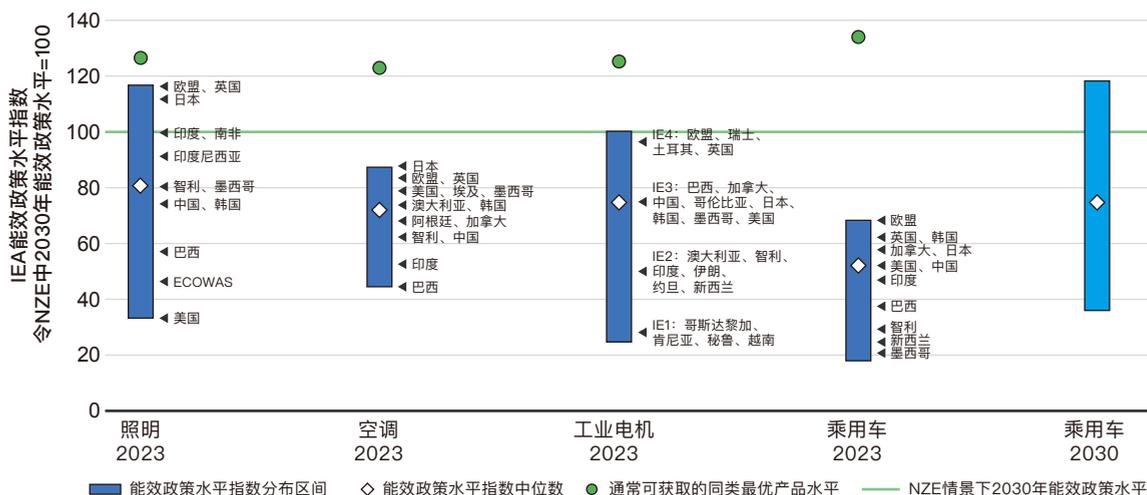
## IEA 引入新的“能效政策水平指数”来比较能效政策强度

为了便于比较不同国家、不同政策类型和不同用能终端的能效政策水平，IEA 在本册报告中开发了一项新的“能效政策水平指数”，目前能够评估四个主要的用能终端：照明、空调、工业电机和乘用车。

指数显示，能效政策力度在各国差异很大。一些领先的国家和地区已经实施了符合“2050 年净零排放”情景下 2030 年政策水平的能效标准。而就所有的终端用能技术而言，

市面上已经有产品（的能效水平）远远超过了“2050 年净零排放”情景中预测的（2030 年）政策（规定）最低水平。这突显了消费者选择的关键作用；而能效标识能够通过告知相关信息，帮助消费者意识到其购买新产品的行为将对能效产生的重要影响。

2023年和2030年主要用能终端最低能效标准的IEA能效政策水平指数：全球各国取值范围



IEA. CC BY 4.0.

注：图上NZE指“2050年净零排放”情景。除汽车燃油经济性标准的政策水平是指车队平均能效水平外，能效政策水平适用于每种终端设备在市场上最常见的产品种类。指数值为100，表示所评估政策相当于“2050年净零排放”情景下2030年最低能效标准的严格程度。IE1~4指国际电工委员会定义的电机能效标准的不同等级，数字越大，能效水平越高；其中IE1一般理解为标准能效，IE2为高能效，IE3为超高能效，IE4为极高能效，IE5为极致能效。所有（车辆）油耗均按照国际清洁交通委员会的方法学，基于全球统一轻型车测试程序（WLTP）的测试循环和“油箱到车轮”能效进行了均化处理。2023年燃油经济性标准正在实施；图上2030年数据包括已生效标准和拟议标准的设定值。由于某些国家的辖区可能会在未来发生变化，图上2030年数据未显示国家名称。ECOWAS指西非国家经济共同体，目前活跃成员国包括贝宁、佛得角、科特迪瓦、冈比亚、加纳、几内亚比绍、利比里亚、尼日利亚、塞内加尔、塞拉利昂、多哥。图上照明、空调、工业电机、乘用车领域所选取的样本国家，分别合占全球建筑能源需求的84%，全球建筑能源需求的61%，全球工业能源需求的81%，以及全球道路交通能源需求的69%。

就乘用车燃油经济性标准而言，现行法规预计将持续促进 2030 年及之后的制造商车队平均能效提升。由于该领域的政策仍在不断发展，上图中 2030 年能效政策水平取值区间未显示涉及的国家名称，但该区间也包括了目前拟议标准的设定值。

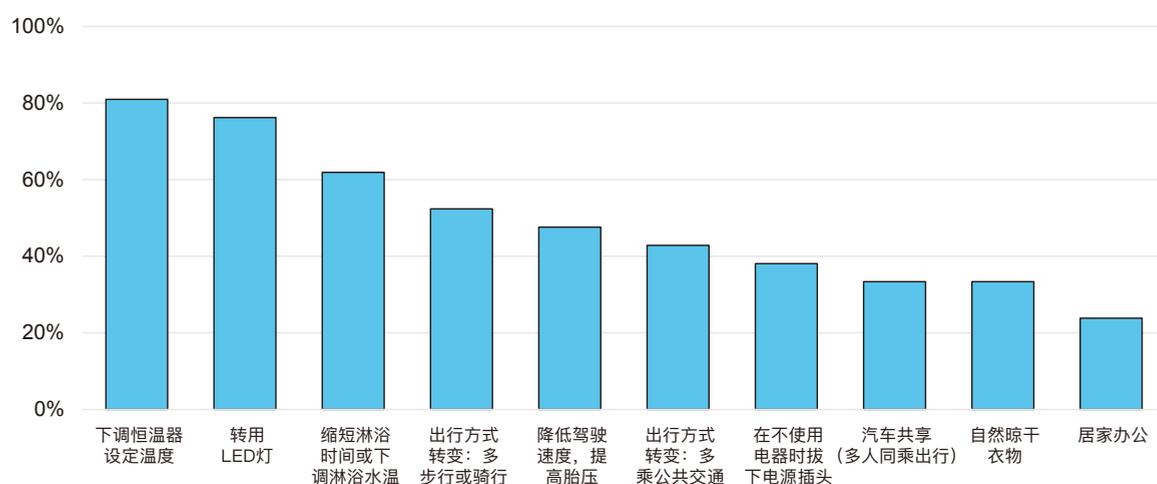
## 行为转变

### 各国政府利用节能宣传活动帮助消费者度过能源危机

各国政府开始越来越多地利用行为分析来提高政策效力。更好地理解人们的行为，将有助于普及建筑保温（技术产品），提高政策执行率，以及说服人们采取行动、实施能效措施等。例如，2022 年能源危机迅速引发了一系列节能宣传活动，这些活动都是为了保护消费者尽量免受能源价格暴涨和能源供应风险的影响。

在本次能源危机早期，各国发起了共计 20 余项关于行为转变的（节能宣传）活动。大多数活动都提供了一整套实用的低成本节能行为小贴士，而有的活动则侧重于能够促进能效相关投资的支持性机制。各个活动上最受关注的信息包括能源可负担性、可持续性和能源安全，而这些活动将关于节能行动的建议与人们的这些根本动机联系起来。在“[2050 年净零排放](#)”情景下，这类活动所推动的行为转变也能发挥既广泛又系统的作用：一些未纳入政策规划的消费者行为转变措施，例如从短途飞行转为搭乘火车，对于将全球升温限制在 1.5 °C 而言不可或缺。

### 2022–2023年节能宣传活动中最常提及的节能行为



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA 基于各国共 21 项节能宣传活动所开展的分析。

在 IEA 总部所在地巴黎，埃菲尔铁塔将其夜间照明减少到最低限度，这种标志性的姿态向居民和游客传达出了节能的迫切性。荷兰、德国、比利时等许多国家也采取了类似行动，例如通过在夜间关闭公共机构建筑和纪念碑的外墙照明，表明公共机构将在节能方面以身作则。

日本为鼓励消费者和企业节能，开展了一项[深入调查](#)，用以确定对各个季节和地区最行之有效的节能行动，并据此为消费者和企业提供了实用的行为建议。印度“环保生活”（LiFE）计划旨在通过持续开展若干年的活动来改变至少 10 亿人的行为；预计 2030 年全球范围内所采取的 LiFE 措施将有望实现二氧化碳年减排 [20 亿吨以上](#)。

## 各种活动的开展为活动设计、实施和成果追踪积累了经验

各种宣传活动在开展过程中展现出了丰富的创造力和技巧，在为政府和消费者提供帮助的同时积累了活动经验。例如，芬兰“[下调一度](#)”活动利用凿冰和劈柴的画面展现了芬兰人民的坚韧，呼吁全社会共同应对能源危机。此次活动的广告预算超过 15 万美元，在社交媒体上给超过 1100 万人留下了深刻印象，并通过纸媒触及到了全国 34% 的人口。

### 关于开展节能宣传活动最佳实践的小贴士

设计	实施	成果追踪
由政府中一个专门的团队负责活动战略和设计，可使活动获益良多。	与行业团体和社区组织合作有助于扩大活动的辐射范围。	对活动效果进行即时追踪有助于对活动进行调整。
尽早确定活动目标和受众可以提高活动的有效性。	展示政府的节能行动可以传递强有力的信息。	评估活动的长期影响。
有创意、清晰、连贯一致的信息传递有助于人们建立对活动的认知。	使用多种渠道对活动进行宣传有助于扩大受众范围。	交流活动结果，以维持内部支持。
强调现有的补贴、补助和支持性机制。	及时更新信息，预防潜在的活动疲劳。	对照控制组基准值，追踪各项措施的推行情况。

来源：“以用户为中心的技术合作项目” (UsersTCP) (2023)，[“宣传活动交流平台” \(CampaignXchange Task\)](#)。

为了扩大受众范围、强化信息传递，政府通常会对私营和非营利部门已有的关系网络加以利用。荷兰利用[“节能联盟”](#)作为平台，将各个贸易协会、市政当局和非政府组织联系在一起，为节能项目提供了近 1100 万美元资金，包括为中小企业开发了一款寻求节能建议的[工具](#)等，从而强化了节能信息的传播，增加了对节能行动的直接支持。

各国政府还根据当地具体环境调整了节能活动的宣传信息，例如加拿大在冬季提倡建筑保温，在夏季则鼓励高效地使用空调；[爱尔兰](#)在能源可负担性形势日益严峻的情况下，调整了节能宣传活动的目标受众，将低收入群体的保暖和健康问题作为活动的核心内容。[比利时](#)和[加拿大](#)等其他国家则继续推进已有活动，引导房主申请房屋翻修补助金。

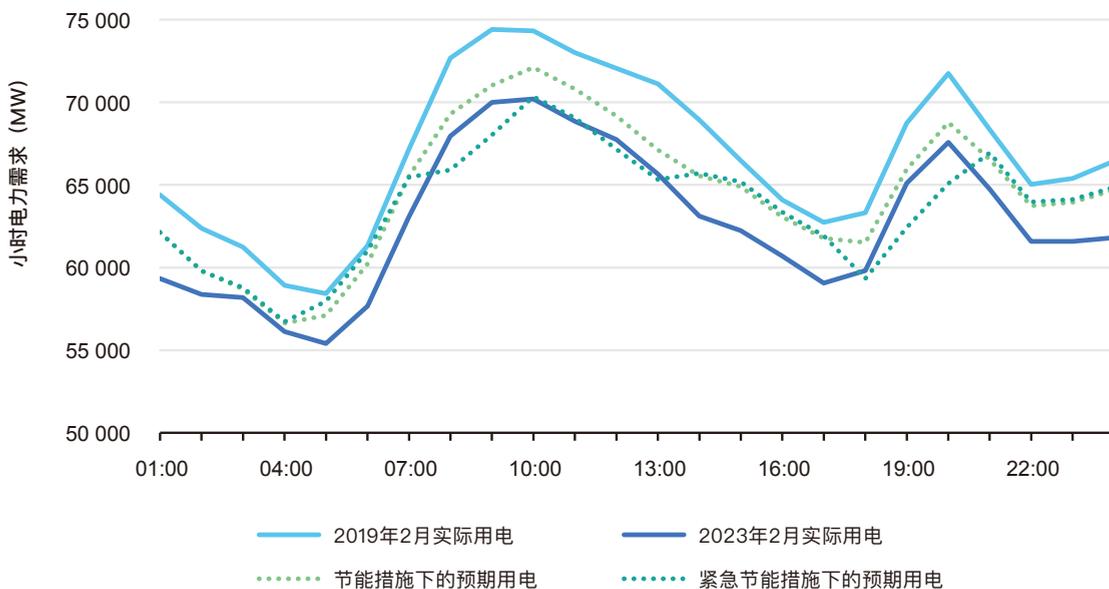
[科特迪瓦](#)的一项宣传活动在电视和电台播放了广告，在购物中心和学校开展了活动，还增加了关于节能行为小贴士的路牌；这次活动的宣传内容不失幽默，并以当地一名商店店主为主角，利用其热情友好的形象引起了受众的共鸣。[塞内加尔](#)经济及能源管理局与一些知名演员和歌手合作，邀请他们担任节能大使，通过法语和沃洛夫语来传递信息。[乌拉圭](#)从学校入手，在高中生之间发起了（节能）竞赛，鼓励他们寻求新的解决方案并了解能效的实际应用。在[沙特阿拉伯](#)，沙特能效中心也面向公众、政府工作人员和学校，开展了一系列（节能）意识提升活动。

## 能源危机期间，节能行为或为降低能源消费做出了重要贡献

一项节能宣传活动的直接影响和实际节能效果通常是难以衡量的，因为这需要对各种各样会对人们行为产生影响的因素加以剥离和区分。IEA 对法国的用电量开展了分析，发现在 2023 年 2 月，同时也是能源危机期间，消费者大幅降低了能源消费；而这一时间段，刚好吻合政府在其“节俭计划”下，通过“能源‘节俭’宣传活动”大力倡导人们采取节能措施的时间。此次活动建议采取的节能行动包括下调室内供暖和热水恒温器的设定温度、要求供暖中的商店随手关门、改用 LED 灯，以及将用能行为尽量转移到非高峰时段等。

这次活动根据人们所在电网条件的不同，推荐了两个级别的节能措施，并且消费者可以通过手机应用程序 (app) 及相关附加信息随时了解情况。据法国输电系统运营商 RTE 估算，在用电高峰期，行为转变类措施可节省高达 9 GW 的电量。IEA [实时电力追踪平台](#) 数据显示，2023 年 2 月寒冷天气一天中的峰值用电量确实要比 2019 年类似天气和时段的用电量低 6% 左右，可能是来自上述节能措施的影响。

2019年2月和2023年2月法国的小时用电量曲线，以及行为转变类节能宣传活动及紧急节能建议的估算效果



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA基于法国输电系统运营商RTE数据开展的分析。

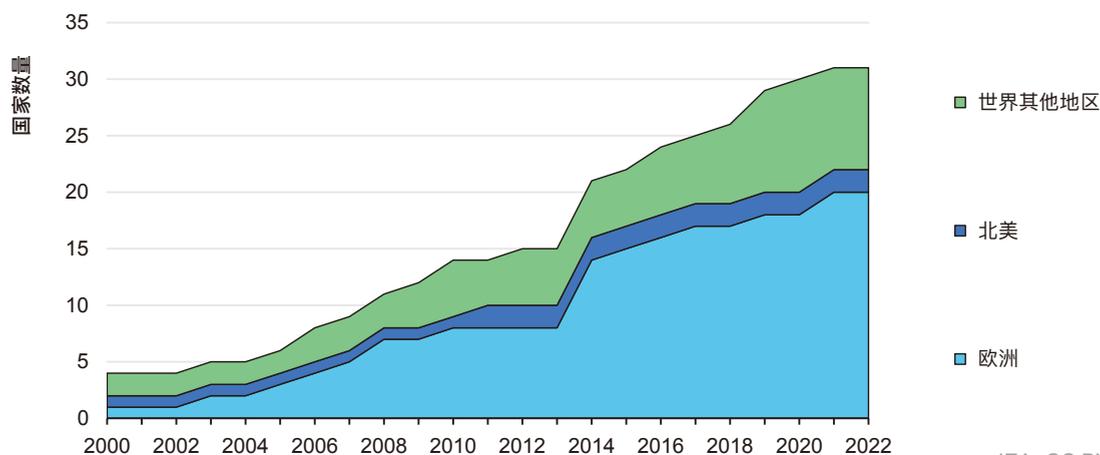
## 能效责任制度

### 市场机制有助于实现节能、需求灵活性及能源可负担性目标

能效责任（EEO）制度是一种适用于国家及地方层面的市场化机制，核心是为能源供应商和公共事业运营商等“责任主体”设定节能目标。除节能目标外，需求灵活性等其他方面的目标也可采用类似机制，作为一种支持弱势消费者的手段。

过去二十年，全球范围内开展的能效责任项目数量稳步增长，目前共有 31 个国家正在实施这一制度。最近几年，[匈牙利](#)和[立陶宛](#)为推动本国满足欧盟《能效指令》相关要求，开展了新的能效责任项目。韩国自 2019 年起开始对能效资源标准（EERS）责任项目进行试点，并宣布将在 2023 年为其提供 7220 万美元资金，预计很快扩大成为强制性项目。加拿大[新不伦瑞克省](#)从 2023 年起立法授权了一项能效责任项目，为新不伦瑞克能源销售公司设定了每年节电 0.5% 的目标，并将在 2027 年提高至每年节电 0.7%。

2000–2022 年全球正在实施能效责任制度的国家数量



IEA. CC BY 4.0.

还有一些国家在原有项目基础上进行了拓展（而非开展新项目）。西班牙能效责任项目自 2014 年起要求能源供应商每年向国家能效基金（[Fondo Nacional de Eficiencia Energética](#) 或 FNEE）捐款。2023 年，该国对这一项目进行了扩展，引入[节能证书制度](#)作为向 FNEE 捐款的替代方案。

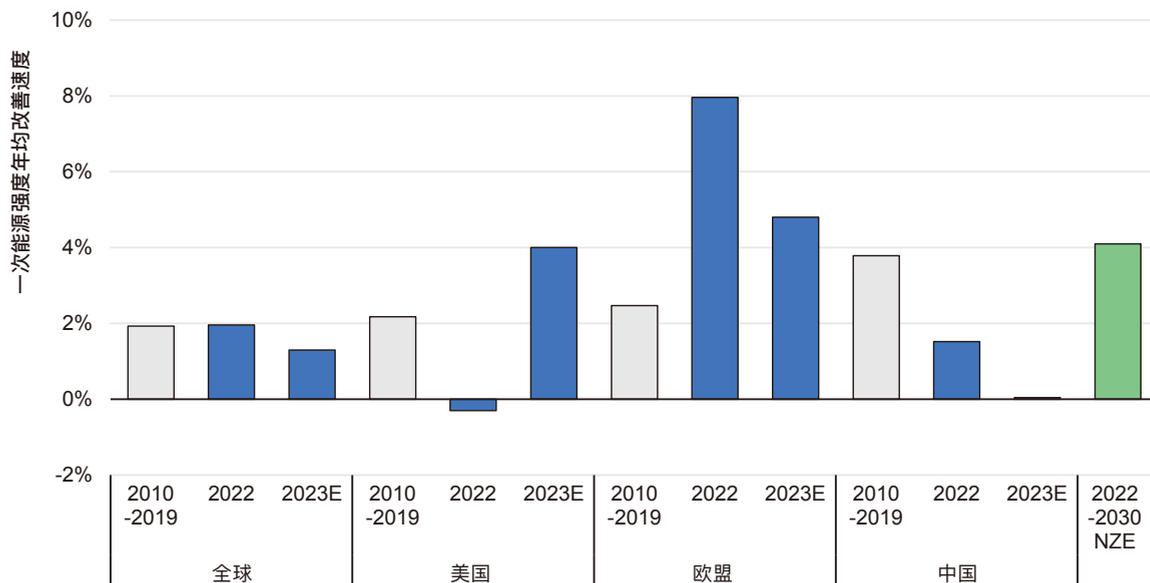
# 第 5 章 供政府参考的关键问题

## 为什么在 2023 年政策进展显著的情况下，能源强度改善速度依然发生了减缓？

### 2023 年全球能源强度改善速度放缓掩盖了部分国家和地区的巨大进步

2023 年，尽管许多国家都在加强能效相关政策行动，并且许多地区仍在持续性受到来自能源危机的影响，但全球能源强度改善速度预计将低于历史平均水平，仅为 1.3%。因此，了解往年能源强度改善的驱动因素，对于分析 2023 年的变化而言尤为重要。以下将对三方面关键动态因素进行深入探讨：地区差异，政策发生变化和产生影响之间的时间差，以及生活方式和技术的变化趋势。

2010–2023 年以及“2050 年净零排放”情景下 2022–2030 年一次能源强度年均改善速度



IEA. CC BY 4.0.

注：图上 2023E 指 2023 年估算值；NZE 指“2050 年净零排放”情景。

全球能源强度的变化是综合各地区不同趋势后，呈现出的一个均衡的总体结果。其中，中国、美国和欧盟合占全球 GDP 和能源消费总量的一半以上，因此分析这些地区的发展情况有助于快速掌握全球趋势背后的动态。

欧洲是最直接和强烈地受到能源危机影响的地区。由于能源危机带来了持续性的节能压力，同时“欧盟重新赋能”计划中激励措施的初步效果开始显现，欧盟能源强度在 2022 年和 2023 年分别改善了近 8% 和 5%。初步数据显示，该地区总体能源需求预计将在 2023 年下降约 4%，同期经济将出现不到 1% 的增长。虽然欧洲在这一年享有存在记录以来第二[温暖的冬季](#)，从而帮助其减少了（冬季）能源需求，但同年异常炎热的夏季和严重的干旱可能在一定程度上抵消了这一效应。

美国的能源强度也取得了重大进展，在 2023 年改善了 4%。促成这一进展的原因主要是高昂的能源价格，尤其是加油站的油价，以及该国在这一年幸运地基本[没有遭受](#)世界其他地区所经历的破纪录高温，拥有了冬暖夏凉的天气——2023 年前 9 个月的供暖度日数和制冷度日数与上年同期相比，分别下降了 8% 和 5%。

相比而言，中国的能源强度进展稍逊，从而在较大程度上影响了全球能源强度的总体进展。该国经济增长继 2022 年放缓至 3% 以后，随着疫情限制措施的放开，在 2023 年重回以往水平，年增速约为 5%；疫情后经济活动水平的反弹也促进了航空旅行的增长。但 2023 年该国石化行业大幅增长，使作为石化原料用途的石油用量急剧增加，加之该国能源价格（在一定程度上）受到限制，初步估计中国总体能源需求将在这一年出现 5% 的较大增长，使该国能源强度（较上年）几乎保持不变。

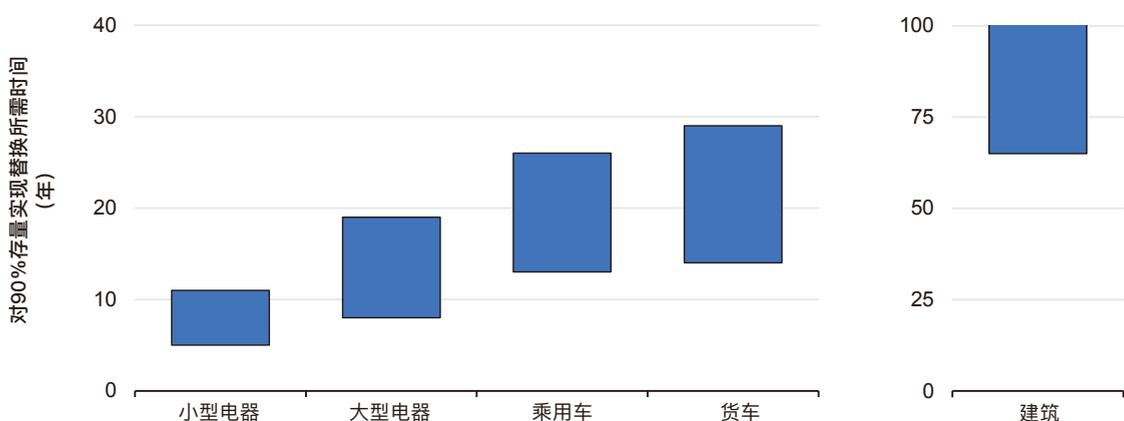
作为世界制造业的中心，中国产出同等水平的 GDP 所需要的能源比美国多出 40%，比欧盟多出几乎一倍。全球经济活动平衡状态的改变，以及中国和其他一些地区能源强度改善速度的放缓，能够在一定程度上解释 2023 年全球能源强度总体改善速度放缓的原因。如果不考虑这些地区的影响，2023 年世界其他地区的能源强度改善速度将能达到 1.8% 左右，比这一年的实际全球平均水平高出近 40%。

## 能效标准法规不断完善，但仍需时间推动能源需求显性变化

利用最低能效标准和燃油经济性标准等政策实施严格的能效监管，将能对市面上产品的能效产生重大影响。然而，由于存量（产品）更新周期长，以及设计和生产上的转变（在产品上）实现起来需要时间，由政策法规促成的变革可能需要几年到几十年的时间才能在国家层面产生显著的节能效果。

IEA 在其[《节能电器设备标准及标识项目的成就》](#)报告中的分析表明，利用高效的新型电器设备对老旧、低效产品进行更新换代需要时间，从而导致存量电器设备每年的（能效）改善速度落后于新产品。

## 按照正常更新速度估算，对既有电器设备及建筑存量中的90%实现更新换代所需要的时间



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA基于欧盟统计局 (Eurostat)、欧洲汽车制造商协会 (ACEA)、美国劳伦斯伯克利国家实验室 (Berkeley National Laboratory) 和IEA (2022), 《世界能源展望2022》 (World Energy Outlook 2022) 数据开展的分析。

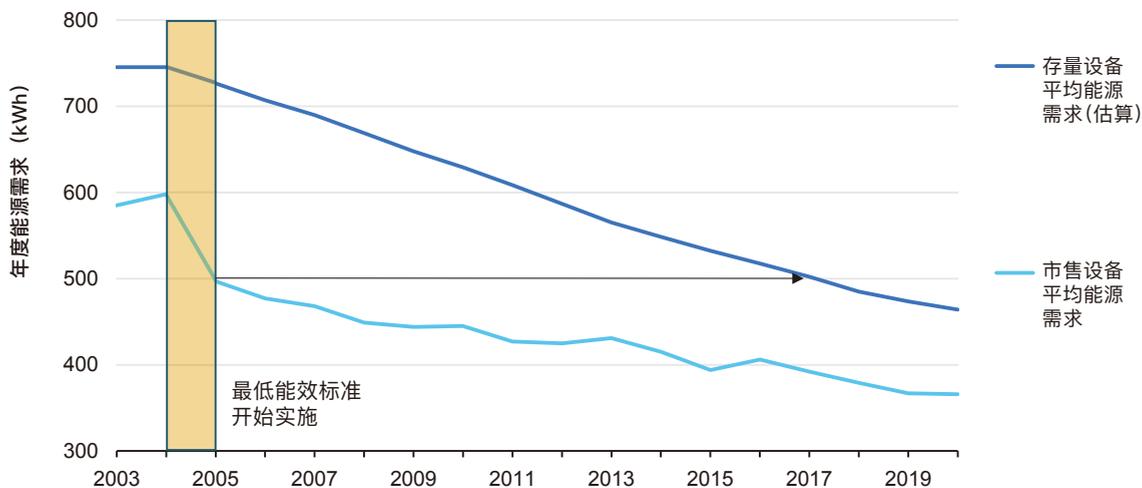
在许多行业和设备类型中都存在存量更新慢的问题，更新周期因产品使用寿命和（成本）可负担性而异。由于目前新采购设备的使用寿命可能长达二十余年，因此，对现有最佳技术进行推广和快速落地应用，对于减少未来能源需求而言具有重要作用。此外，还可以采取更多激励措施来加快存量更新，例如通过实施[设备更新项目](#)和[报废奖励](#)对老旧产品进行淘汰，但应同时将产品的生命周期成本及排放等因素纳入考量。

例如，新西兰在 2005 年引入了针对制冷设备的最低能效标准，从而使新产品平均能耗下降了近 20%，使该国新售出冰箱的平均能耗降至 497 kWh/年。然而 IEA 相关分析显示，如果要对该国存量冰箱进行更新换代并使其达到相同的平均能耗水平，需要花费十余年。

挪威政府为低排放和零排放车辆在 2025 年和 2030 年的市场占有率制定了[进取的目标](#)，并实施了相关政策予以支持。2023 年，该国几乎 90% 的新售出车辆都是电动车，但预计[要到 2039 年](#)，零排放车辆在存量乘用车中的占比才能同样达到 90%。

政策法规往往需要若干步骤才能开始生效，尤其是当政策内容需要多方磋商确定时。相关行政程序往往需要时间，才能将（政府的）公告和决定转化为立法和落地项目，这在政策制定中属于正常现象。例如，欧盟委员会于 2021 年 7 月[提出](#)对欧盟《能效指令》进行修订，但直到 2023 年 9 月才（就修订案）达成[正式协议](#)；而欧盟成员国还需要两年时间才能将其落实到国家层面的立法中。同样，印度在 2008 年发布的《国家气候变化行动方案》(NAPCC) 中，就纳入了[“履行、实现和交易” \(PAT\) 机制](#)，但该机制直到 2011 年才开始生效，并在 2012 年启动了第一期运行。

最低能效标准对冰箱和冰柜能效的影响（从市场到存量）



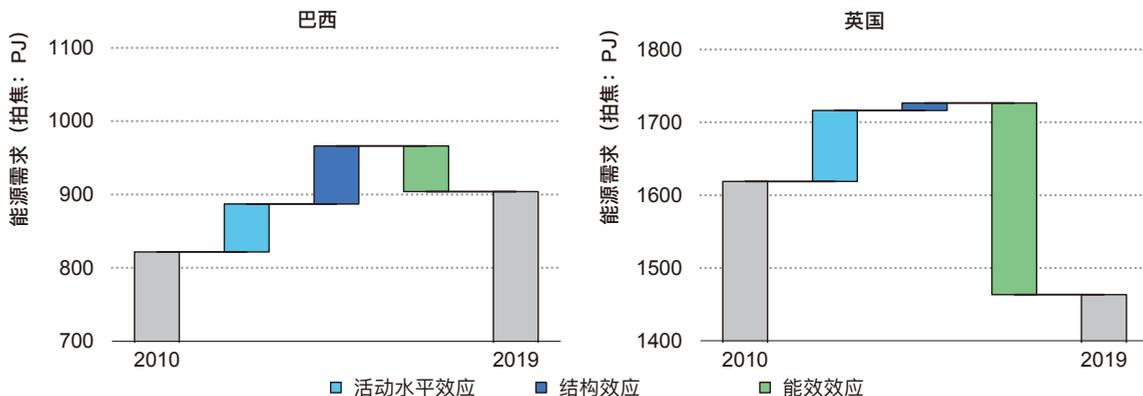
IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA基于新西兰能源效率和节约局（EECA）销量及能效数据开展的分析。

全球能效水平日益提高，但人们的住房面积、车辆行驶里程和使用电器数量也在增加

提高住宅、车辆和电器的能效将能直接推动能源强度下降。然而，消费者的某些选择可能会抵消能效提升带来的效益。本报告将能源需求（的变化）分解为能效、结构和活动水平效应，以便政策制定者观察相关趋势；同时，这样做将有助于理解为什么在某些情况下，即使能效水平取得巨大进展，但能源消费依然会继续上升。例如，尽管在许多国家，建筑的单位面积能耗稳步下降，但每套住宅的平均面积却在增加。巴西和美国就是这样的例子：2010–2019 年期间，其建筑能源强度相对稳定，但住宅能源需求却（因建筑面积增加而）稳步上升。而在另一边的英国，同一时期，居住建筑部门能效提升带来的节能效应，明显高于结构和活动水平（推动能源需求增加）的影响，促使2010–2019年期间居住建筑能源需求下降。

2010–2019年巴西和英国居住建筑能源需求变化趋势分解



IEA. CC BY 4.0.

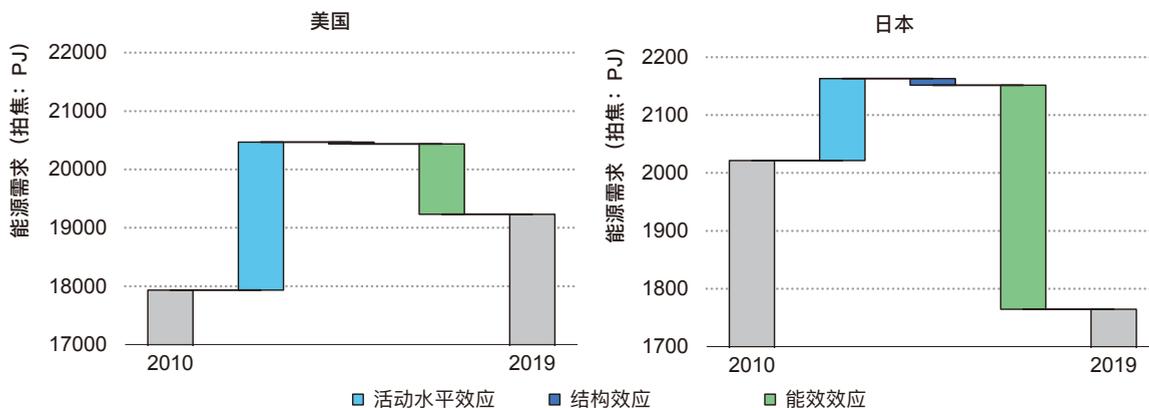
来源：IEA (2023), “用能终端和能效指标” (Energy End-uses and Efficiency Indicators), 2023年10月获取。

在交通部门，车辆燃油经济性标准在过去十年内迅速提高，然而车重却越来越大。在印度，SUV 占汽车总销量的比例在五年内提高了一倍，从 24% 增加到了 47%。全球范围内，2022 年电动车新车销量中一半以上是 SUV。另一方面，人们对汽车的使用也在不断增加。例如在美国，就汽车本身而言，客公里数增加带来的汽车能耗增加，远远超过了汽车能效提升带来的节能效益。尽管能效提升能够实现节能，但更多地开车和开大型车将会对（交通）能源需求构成上行压力，而这突显出消费者行为的重要性。无论是发达经济体还是新兴市场和 发展中经济体 都存在这样的情况，然而新兴市场和发展中经济体一位普通居民的家庭和交通通用能水平分别只有发达经济体居民的 1/3 和 1/4。

虽然消费者的选择和行动可能会受到社会规范和时事动态等各种因素的影响，从而难以预测，但在政策设计的过程中纳入与行为分析相关的考量，将有助于识别、避免和最大限度地减少政策隐患。各国政府需要了解一些与消费者行为相关的现象，例如“道德许可效应”，即如果一个家庭在其生活的某个方面采取了节能行为，他们可能会（因此放松警惕而）反过来在另一个方面增加能源消费。举例来说，购买电动车可能反而会使人们更加没有心理负担地多开车，尤其是在成本较低的情况下。在日本，政府政策鼓励消费者购买小型车，这种结构性变化对于减少能源需求起到了积极作用，交通部门能源消费有所下降；但与此同时，车辆行驶里程数也有所增加。

此外，行为分析也有助于鼓励人们改变出行方式。“选择架构”是一种对人们不同选择进行引导的行为工具，而将其纳入政策中已证实能够提高（政策）参与度和推广率。例如，荷兰一些地方政府为了倡导自行车出行，不仅鼓励市民更多地使用自行车，还为自行车设置了便利的停车库和专用车道，使骑车出行成为一个更具吸引力的选择，进而促成人们的行为转变。挪威“零增长目标”项目则通过实施自行车和步行友好的空间规划，实现了私家车出行的减少。

2010–2019年美国和日本交通能源需求变化趋势分解



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023)，[“用能终端和能效指标” \(Energy End-uses and Efficiency Indicators\)](#)，2023年10月获取。

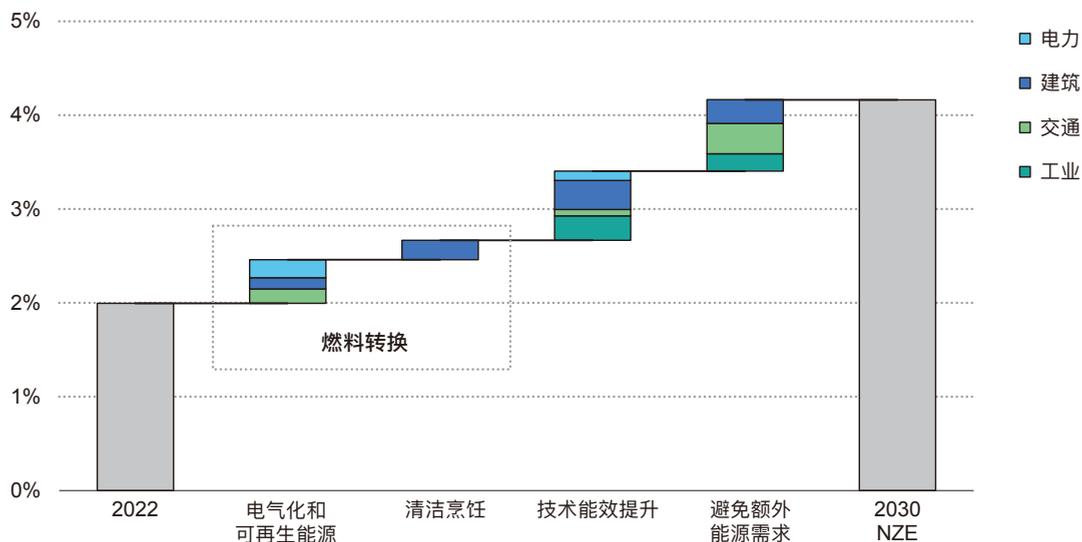
在包括电视机、冰箱和其他电器设备在内的家用电器中，也呈现出了类似的趋势。虽然能效标准在不断提高，但消费者购买**电器数量的增加**，以及在某些情况下选择（功率）**更大的型号**，会在一定程度上抵消能效提升带来的节能量。随着新兴市场和发展中经济体有越来越多的家庭开始接入电力服务，电器市场的体量将进一步扩大。同样，发达经济体的消费者往往也倾向于（在较高的能效标准下）购买更多的电器，从而也会对能源需求构成上行压力。

## 实现全球能效提升速度倍增具体如何做？

### 实施更加严格的政策来促进电气化、提高能源资源效率，以及推动行为转变

IEA 在 2023 年 10 月基于其里程碑式的《[净零排放路线图](#)》发布了一份更新报告，为到本世纪中叶实现全球净零排放提出了一条富有雄心又切实可行的路径。实现这一路径需要在目标中期（2030 年——译者注）以前采取一系列措施，其中一项即是从现在起直到 2030 年，将全球一次能源强度的年均改善速度在 2022 年水平的基础上提高一倍，从略高于 2% 提高到略高于 4%。即使是在假设同期经济增长近 30% 的前提下，这一能效提升速度也能确保 2030 年全球能源需求比 2022 年减少近 10%。

#### “2050年净零排放”情景下，助力实现全球一次能源强度年均改善速度倍增的行动类别及各自贡献



IEA. CC BY 4.0.

注：图中NZE指“2050年净零排放”情景。

来源：IEA (2023)，《[净零排放路线图：保留实现1.5 °C目标可能性的全球路径（2023年更新）](#)》（[Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach: 2023 Update](#)）。

作为《净零排放路线图》的基础，IEA“2050 年净零排放”情景描绘了一条通过各部门关键行动实现能效提升速度倍增的路径。要实现能源强度年均改善速度从 2%/ 年提高到 4%/ 年，需要从以下三个同等重要的方面入手，采取全球行动：

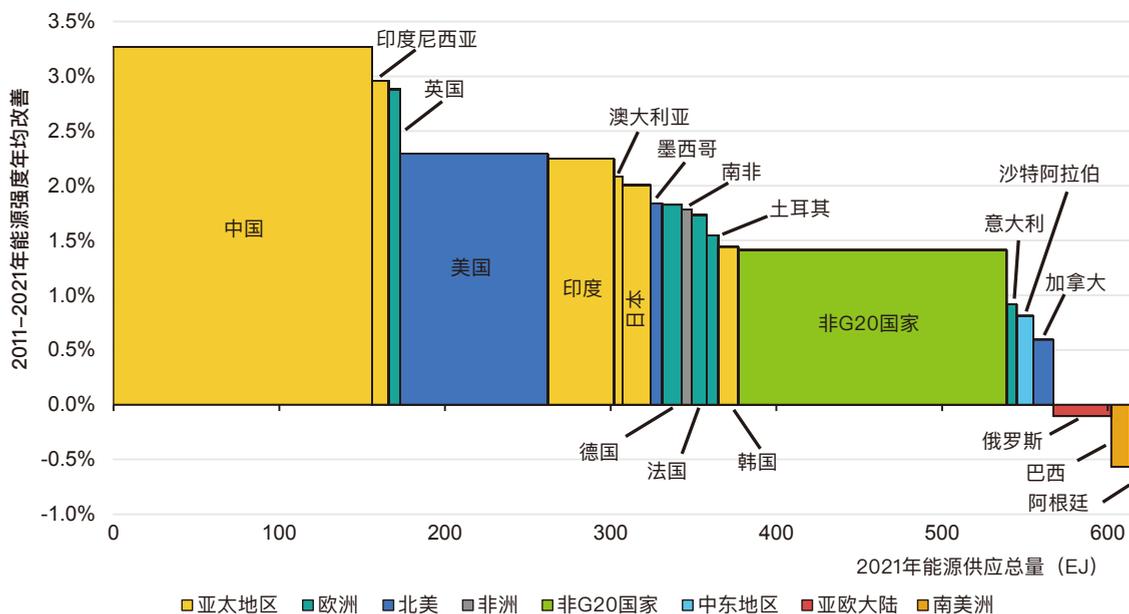
- **改用能效更高的燃料（预计将为能源强度年均改善速度贡献 0.7 个百分点的增长）。**这类行动将主要通过对现有的化石能源驱动系统进行电气化来实现，例如建筑部门的热泵和交通部门的电动车应用。就提供能源服务而言，电力驱动技术的能效水平显然更高，从而能够通过能效提升大幅增加节能效益。“2050 年净零排放”情景所设定的 2030 年里程碑之一，是清洁烹饪在低收入国家得到普及，届时人们将大规模转用清洁炉灶，从而进一步提高能效。
- **提高技术能效水平（预计将为能源强度年均改善速度贡献 0.7 个百分点的增长）。**技术能效水平的提升可以产生可观的节能量，具体措施包括提高新建建筑能效，开展更好的建筑节能改造，加强建筑保温；使用更高效的空调、电机、冰箱及其他电器；驾驶燃料效率更高的车辆；以及开展工业过程节能改造等。
- **更加高效地利用能源和材料，从而避免额外的能源需求（预计将为能源强度年均改善速度贡献 0.8 个百分点的增长）。**这方面的例子包括消费者行为转变，例如下调室内供暖设定温度；选择乘坐公共交通、步行或骑自行车，而非驾驶私家车出行等。对产品材料进行减量化，同时对（废旧）金属和塑料进行回收利用，也可以从根本上减少与产品制造相关的能耗。建设循环经济、提高供应链总体能效、向服务业和非能源密集型活动转型等，也将发挥重要作用。

## 全球能效提升速度倍增目标的内涵因不同国家而异，具体取决于该国现有能效提升速度和 4% 的差距

出于各种各样的原因，各国近年来在能源强度改善速度方面取得的进展各不相同。导致这种差异的原因涉及经济和结构层面的因素，以及电气化水平、现有能效政策和可用技术等。

需要特别关注的是，能源强度改善速度倍增是一个富有雄心的全球性目标。（此前）没有任何一个主要国家能在整整十年中保持年均改善速度超过 4%，因此要实现这一目标，每个国家的政府都必须做出跃升性的改变。但对近年来能效进展较好的国家而言，要达到 4% 以上的年均改善速度需要开展的能效提升工作相对较少。

2012–2021年部分国家一次能源强度年均改善速度和2021年能源供应总量



IEA. CC BY 4.0.

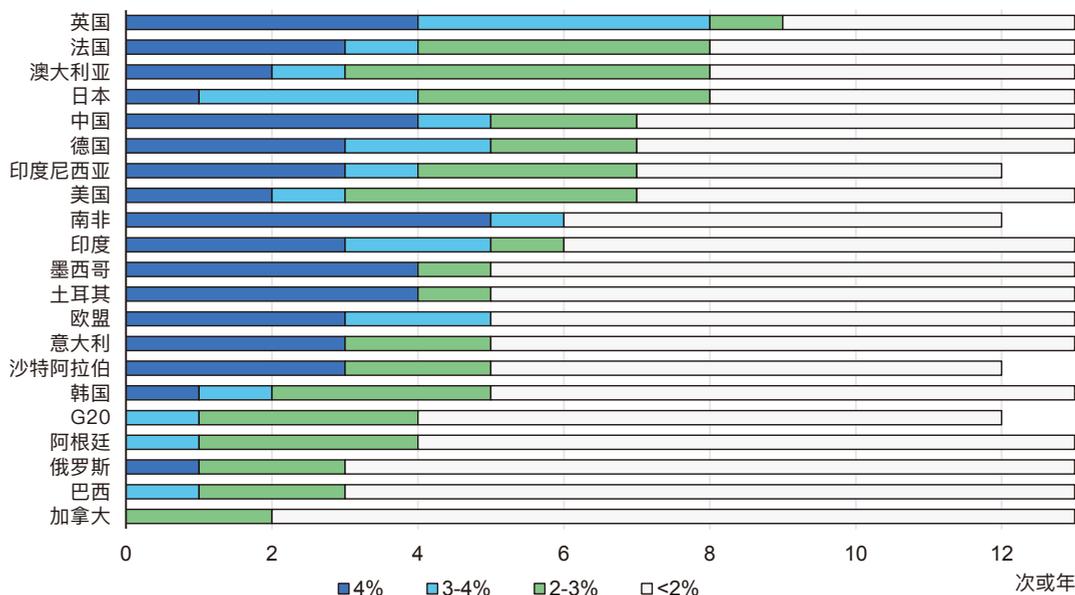
注：一次能源强度是指能源供应总量与GDP的比率。

来源：IEA (2023), “世界能源平衡” (World Energy Balances), 2023年10月获取。

## 在截至 2030 年的这个十年内实现全球能源强度年均改善速度倍增充满挑战，但有先例可循

能效提升速度倍增是一项充满挑战的任务，需要政府和行业制定更高的政策目标，并实现更高的投资水平。但许多国家已经开创了先例，在有限时间内达成过类似目标。在自2012年以来有相关数据可查的150个国家中，几乎所有（91%）国家都至少一次实现了4%或以上的能源强度年度改善，超过一半（53%）的国家更是做到过三次甚至更多。与其他国家相比，G20国家（可能会因其占全球能源消费总量的比重较大而）对实现全球能效提升速度倍增目标产生更大的影响；75%的G20国家在每四年中，就有至少一次实现了超过4%，或者超过3%、接近4%的能源强度年度改善。

2010–2022年G20成员国能源强度年度改善超过2%、3%和4%的次数



注：南非、沙特阿拉伯和印度尼西亚的2022年数据尚无法获取。

IEA. CC BY 4.0.

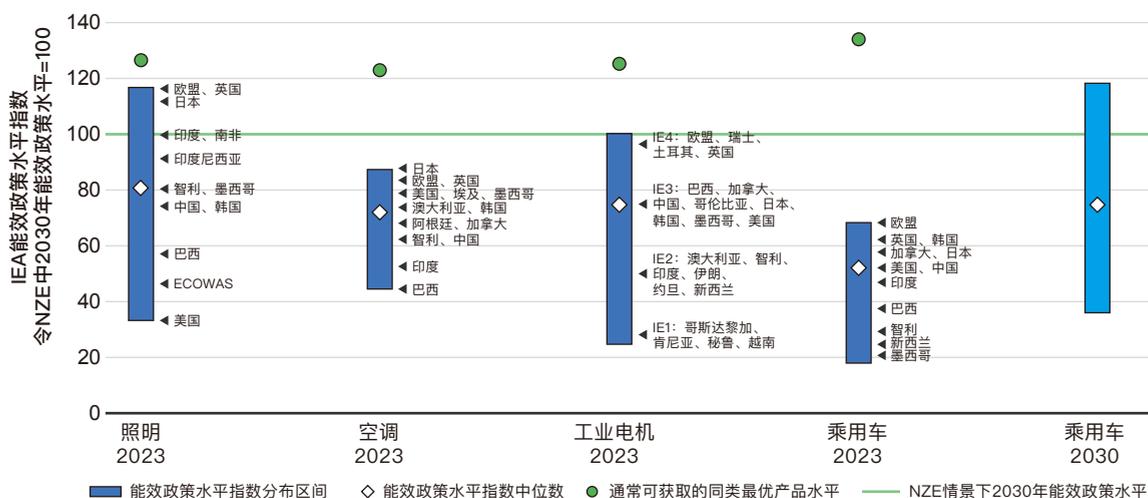
来源：IEA (2023), “世界能源平衡” (World Energy Balances), 2023年10月获取。

然而各国政府面临的艰巨任务是，要在 2030 年之前剩余的几年内持续达到这一水平。中国、法国、印度尼西亚和英国这四个 G20 国家成功在最近五年内保持了年均 4% 或更高的能源强度改善速度，还有其他几个 G20 国家也接近这一水平。

## 几乎所有领域都已拥有能够助力实现这一目标的政策和技术

就大多数部门而言，政府都可以通过对现有政策的利用和对已有技术的加速推广，来快速推进能效提升速度倍增目标。例如，各国政府可以通过对现有的最低能效标准（为市售产品设定最低能效水平）进行研究，并将其与“2050 年净零排放”情景下的产品能效水平进行比较，来提高最低能效标准，从而推动产品能效提升。这些政策法规的强度在各国之间的差异很大，但许多国家已经达到或非常接近“2050 年净零排放”情景中描绘的水平。如果所有国家的政府都能在各个关键部门实施这种强度的能效标准，那么各国政府就能在新上市产品领域共同实现能效提升速度的倍增。

### 2023年和2030年主要用能终端最低能效标准的IEA能效政策水平指数：全球各国取值范围



IEA. CC BY 4.0.

注：图上NZE指“2050年净零排放”情景；IE1~4指国际电工委员会定义的电机能效标准的不同等级，数字越大，能效水平越高；ECOWAS指西非国家经济共同体。其余相关信息参见第4章中的“规范和标准”部分。

例如，欧盟、印度、日本、南非和英国的照明标准已经达到甚至超过了“2050年净零排放”情景中描绘的水平。而在电机方面，欧盟、日本、瑞士、土耳其和英国要求输出功率在一定范围内的所有市售电机都必须达到IE4或更高的能效等级，符合“2050年净零排放情景”中的水平。美国和欧盟等地的建筑法规，以及它们将于2030年开始生效的车辆标准，也都属于符合该情景的范畴。

然而，采用最低能效标准只是实现能效提升速度倍增目标过程中的一部分。政策法规必须通过落地实施来发挥效力，特别是要作为一揽子政策的一部分，结合配套经济激励和面向消费者的信息类措施，加以严格执行。将政策法规和激励、信息类措施相结合，不仅能够确保从市场中淘汰节能表现最差的那部分技术，还能激励消费者选购最高效的那部分产品。与此同时，提高新型高效产品对老旧低效设备的替代速度也同样重要。

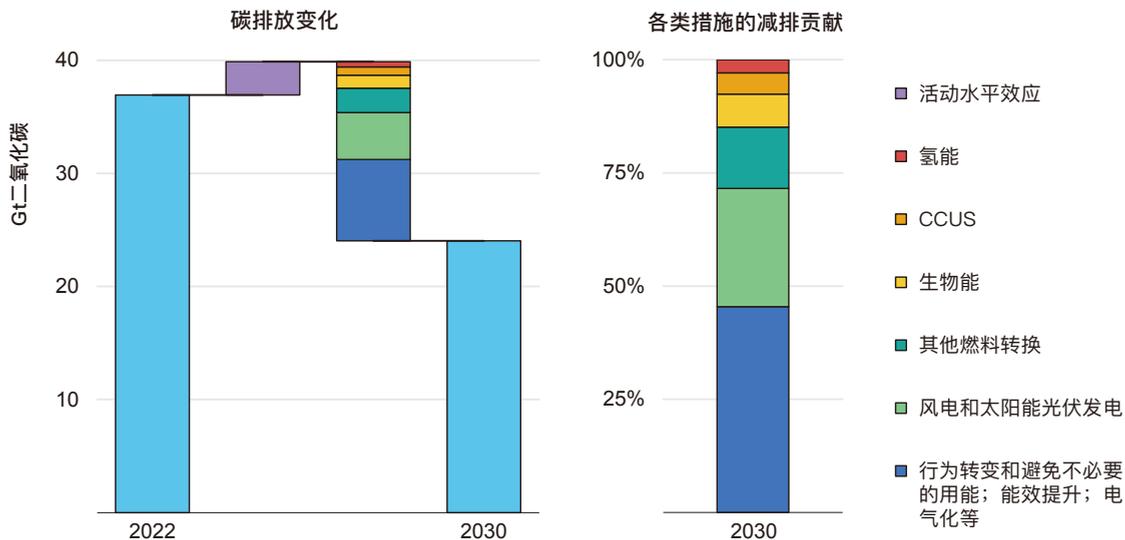
## 到2030年，能效提升速度倍增有望使消费者能源开支降低1/3，并对总体碳减排做出50%的贡献

各国政府如果想要在2050年之前推动实现全球净零排放，那么到2030年实现能效提升速度倍增目标将是至关重要的一步。仅从节能量而言，“2050年净零排放”情景下的2030年全球能源需求将比现有水平减少近100 EJ，这一节能量大致相当于整个中国在2022年的终端能源消费总量。

“2050年净零排放”情景下，在2030年较2022年水平实现的全球碳减排总量中，将

有超过 7 Gt 来自为实现能效提升速度倍增所采取的关键行动，占减排总量近一半；这些关键行动包括建筑和设备的技术能效提升、材料效率提升、行为转变，以及电气化水平提升。

“2050年净零排放”情景下，2030年较2022年实现的二氧化碳减排，按减排措施类型划分



注：图上CCUS指碳捕集、利用与封存。  
来源：IEA (2023)，《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

对消费者而言，能效提升速度倍增所带来的节能量将大大降低能源开支。例如，发达经济体居民有望在现有基础上削减 1/3 的能源开支。减少不必要的用能还有助于精简能源系统规模，从而减少对有形基础设施的需求。因此，能效提升速度倍增也能为业界和政府节省大量成本。

在实现能效提升速度倍增的过程中，能效相关措施将有望使 2030 年全球就业机会总数较 2022 年增加约 450 万个，分布在建筑节能改造、节能技术安装和高效车辆制造等领域。具体而言，这些就业机会将主要出现在建筑和工业部门，约有 300 万个就业机会分布在建筑节能改造、热泵安装、工业能源管理体系安装及能效提升，以及其他高效设备制造等领域；受电动车、高效车辆及电池制造大幅增长的驱动，交通部门预计总体将会有 150 万个新增就业机会。总体而言，这一新增就业规模相当于在“既定政策”情景下 2030 年全球就业情况基础上，额外增加约 150 万个就业机会。

# 有记录以来最热的一年是如何推动能效紧迫性上升的？

## 各地气温屡创新高，制冷需求激增

全球在近期经历了有记录以来最炎热的夏季——美国、中东地区和中国等地出现了超过 50 °C 的炙热高温，欧洲则出现了“地狱犬”这样的热浪，致使数千人死亡，野火肆虐，农业和旅游等行业受到干扰。

气温升高导致制冷需求增加，进而可能引发用电量和碳排放增加（相互促进）的恶性循环。热浪还会加剧人们的健康差距，降低生产力，增加用电支出，干扰基本（社会）服务，并导致一部分人群被迫迁徙。极端高温对电力系统构成了压力；这在一方面意味着需要针对电网基础设施和发电进行大量投资，另一方面还会通过高昂的制冷成本给消费者造成负担，对最弱势群体而言尤其如此。

各国政府目前正在利用不同的政策工具来应对制冷需求不断增长的挑战：从执行更加严格的空调标准，到引入需求响应项目来帮助平衡电网等。

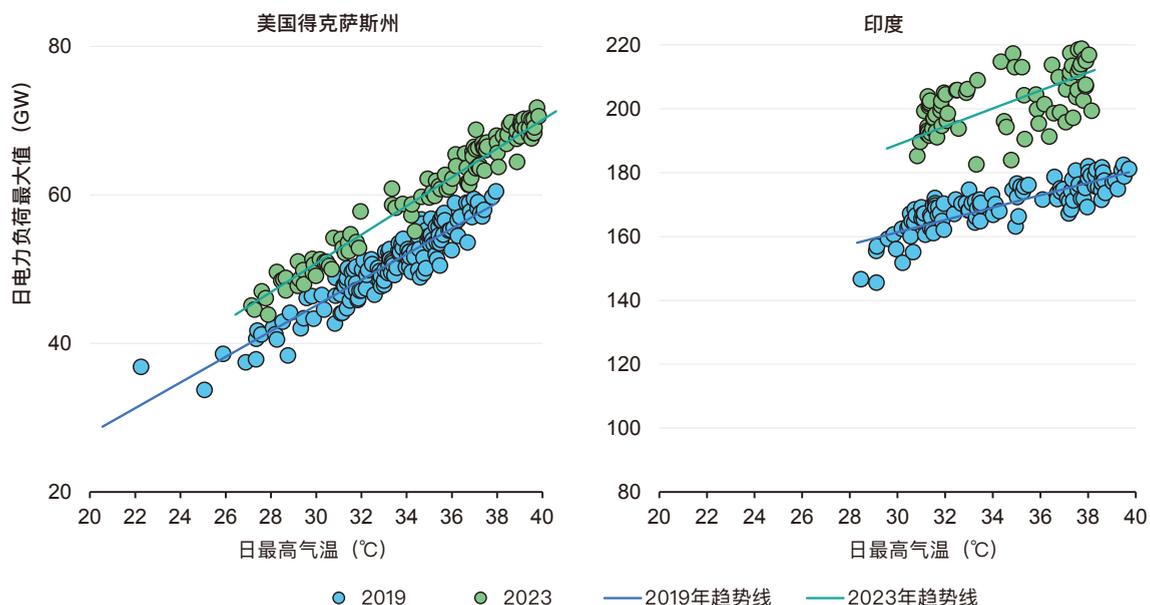
## 极端高温导致空调销量猛增，电力需求创历史新高

数据显示，极端高温推动了人们购买空调数量的增加；例如在中国，当日平均气温持续性达到 30 °C 时，将会使空调周销量增加 16% 左右。在 2023 年 5–9 月的全球性热浪中，人们上网搜索“空调”的次数比以往任何时候都多：该词条在谷歌上的全球相关搜索热度较其历史同期平均水平上升了 30% 以上。中国 2023 年 6 月的在线销售数据显示：空调销量同比增长了 60%，较 1 月销量增加了九倍；当月电风扇销量也增长了近 90%。

气温升高会对电力需求产生重大影响。IEA 相关分析表明，在美国得克萨斯州，日平均气温在 24 °C 的基础上每升高 1 °C，当地电力需求就会增加约 4%；而即使是在空调保有率较低的印度，同样的升温幅度仍会引起 2% 的电力需求增长。

2023 年 5–9 月期间，全球超过 10 个国家的电网出现了创纪录的峰值用电需求，其中包括中国、美国、加拿大、印度、巴西、泰国、马来西亚和哥伦比亚，而这些国家合占全球电力需求总量的 60% 以上。在包括中东和美国部分地区在内的某些地区，室内制冷可能会占到炎热时期居住建筑峰值电力需求的 70% 以上。

## 2019年5–9月及2023年同期，日电力负荷和气温的相关性



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023)，“[能源相关天气追踪](#)” (Weather for Energy Tracker)；IEA (2023)，“[实时电力追踪](#)” (Real-Time Electricity Tracker)。

据估计，制冷目前约占全球电力需求总量的 9%，且占比还将稳步增长。其中，新兴市场和发展中经济体的增长预期最为显著；由于气温升高、人口增长和经济增长，到 2030 年，这些国家的空调保有量预计将翻一番。制冷季的延长和一天中制冷时间的增加将进一步刺激制冷需求增长。

## 制冷需求增长正在导致全球供电不足、限电乃至停电

许多国家都受到了热浪的影响，一个典型的例子是阿根廷在 2023 年 3 月经历的大规模停电，共计对 2000 万人造成了影响，起因是输电线起火事故在热浪中加剧。墨西哥近期的夏季热浪导致了多人死亡，发电容量几乎已达极限。埃及由于空调用电需求激增而面临滚动停电。而印度方面，由于气温升高和各部门工作时长缩短，预计将造成的收入损失相当于该国 GDP 的 5.4%。

2023 年 4–6 月期间，由于气温升高和热浪，越南各大城市的用电需求增加，最终导致企业和家庭停电，影响了生产效率，并引发了各种健康问题。为此，越南政府要求主要城市采取节电措施限制电力需求增长，包括采取能效提升措施、减少路灯照明和鼓励家庭减少用电等。

制冷需求的增加往往意味着电网运营商为应对电力需求激增，不得不将老旧、低效、高污染的电厂（重新）投入运行。例如，中国四川在 2022 年 6 月遭遇了大范围限电；次年 5 月，中国华电集团四川分公司创下了数年以来最高的发电用煤采购纪录。

## 需求响应项目为减轻电网负担提供了新的方式

为了缓解高温时段的电网压力，运营商正在积极采用新的策略，包括促进电器和制冷设备根据实时电力需求灵活调整用能，从而在用电高峰期帮助平衡电网，并为消费者节省开支等。这种“需求响应”可能涉及用户在紧急情况下自愿减少用电量，以及（政府 / 运营商）为减少用电量的消费者提供经济激励等。

例如，随着美国得克萨斯州在 2023 年夏季创下电力需求历史新高，当地电网运营商开始越来越多地利用其[需求响应](#)和[能源灵活性](#)项目来调节电网平衡。这些项目对大型能源用户在电网紧急状态下减少用电需求或将用电转移至非高峰时段的行为进行奖励。2023 年，当地电网运营商的需求响应付款增加了 19 倍，为需求响应项目参与者带去了收益。

中国湖州的空调需求侧管理试点项目是该国首个针对居住建筑部门的需求响应项目。该项目中，空调用户可[通过智能手机 app](#) 对已接入无线网的空调进行设置。中国政府目前已制定了需求侧管理方案，计划 [2025 年](#)至少覆盖全国 5% 的用电量，预计其中大部分将来自工业部门和公共机构建筑制冷领域。

此外，还可以通过区域（集中）供冷系统来减轻电网压力，[减少对单体空调机组的需求](#)，尤其是在炎热的天气。例如，总部位于阿联酋首都阿布扎比的 Tabreed 公司，目前为整个海湾地区的 89 家工厂提供了共计约 [4.5 GW 的制冷量](#)。

## 全球制冷需求增长具有深远的社会和经济影响

日益增长的制冷需求具有深远的社会影响，需要全球更加关注包容性转型。虽然空调的可负担性正在提高，但依然受到收入和贫富差距的制约。例如，在撒哈拉以南的非洲地区，由于经济上的限制，以及某些地区难以接入电力服务，仅 [5% 的家庭](#)拥有空调。相比之下，在日本、韩国和美国等国家，超过 [85% 的家庭](#)都能享受空调服务。

在备受高[电价](#)困扰的地区，制冷能效低下会导致居民承担高额的制冷费用。随着通货膨胀升级，以及夏季制冷需求愈发迫切，消费者还将面临制冷设备零售价格上涨的问题。

气温升高、热浪日益频繁，以及高温引起的劳动力减少，对低技能和户外作业的职业领域影响尤为严重，导致主要从事农业和建筑业的弱势[低收入家庭](#)生产力下降。

建筑内部的不合理高温也会带来严重的健康风险，对老人、儿童和孕妇的[潜在影响](#)最大；这些健康风险包括与高温有关的疾病，脱水，以及睡眠紊乱等。

## 高效空调已触手可及

在 IEA“[2050 年净零排放](#)”情景下，2030 年针对空调的最低能效标准规定水平将达到 5 ~ 6.5 瓦 / 瓦 (W/W)。IEA 最新分析表明，达到这一能效水平的高效空调产品目前在全球几乎所有国家和地区的市场上都可以买到，且并不一定需要 (比其他产品) 更高的先期成本。

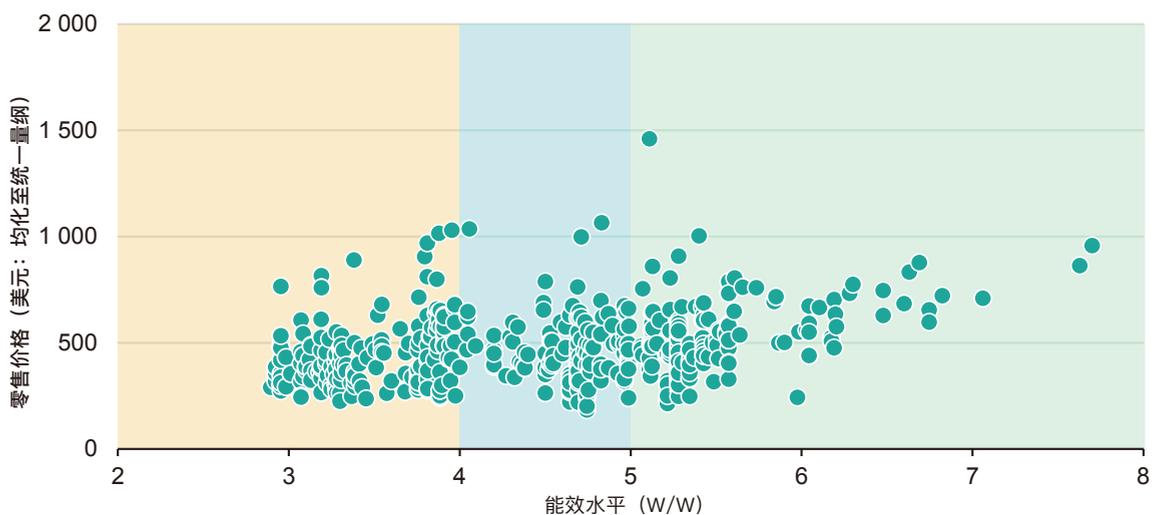
以泰国市场为例，预算为 350 美元的消费者可以在能效为 3 W/W 的低效设备和 6 W/W 的双倍节能设备之间进行选择；两款设备的售价相同。如果消费者选择购买其中的节能设备，将几乎可以使其电费减半，从而在设备的整个使用寿命期间节省高达 2000 美元的费用。这一现象并非泰国独有，反而在全球大部分地区的市场数据中都很明显。

最低能效标准和标识项目相结合的政策解决方案有助于推动高效产品大规模应用。在美国和欧洲等相关政策项目运行时间最长的国家，最低能效标准和标识项目已助力当地空调能耗[降低了一半以上](#)。

中国在 2020 年出台的室内空调新规中提高了能效标准；到 2021 年底，超过最低能效要求的空调产品市场占比已[从 19% 提高到了 56%](#)。

这类政策项目可以迅速将在售空调的平均能效水平提高一倍；配合建筑保温以及更好的社区和城市建设，不仅能降低空调运行成本，还能减少和新增发电及电网扩容有关的投资需求。如此一来，能效政策将发挥双重作用，不仅能够助力实现净零排放目标，同时还可以增强对高温的适应能力、促进包容性转型。

2023年东南亚地区空调能效水平及零售价格（均化至统一量纲）



IEA. CC BY 4.0.

注：图上空调指单体壁挂分体式空调；东南亚地区数据包括印度尼西亚、菲律宾、泰国的（2023年）数据，以及越南的2022年数据；零售价格已均化至12000英国热量单位/小时制冷量的统一量纲；能效水平低于4 W/W的空调为低能效产品，介于4~5 W/W之间的为中等能效，高于5 W/W的为高能效。

## 消费者如何从系统能效提升中获益？

### 随着电气化和可再生能源推动各大能源市场转型，系统能效提升可以带来新的效益

针对供暖和制冷、道路交通以及工业过程的电气化，正在推动峰值电力需求上升，也增加了电力负荷在小时、全天和季节尺度上的波动性。与此同时，可再生能源在电力生产中所占比重也在不断增加，从而增加了供给侧的波动性。

[系统能效提升](#)能够帮助消费者对供需两侧增加的波动性进行管理；其内涵是指通过新型数字化技术实现更好的能源管理和控制，从而产生更大的节能量。随着一些相对直接、显性的能效提升潜力因被充分挖掘而所剩无几，系统能效提升将更加有助于[降低消费者的能源开支](#)和其他成本。

（电力系统中的）灵活性是指根据价格等信号迅速调整供应或需求的能力，目前（在供给侧）主要来自提高和降低火电供应的能力，以及大规模的水电和越来越重要的电池储能。然而，随着波动性可再生能源市场占有率提高并逐渐取代火电机组，需求侧需要通过消费者对用电时间和用电量的调整，实现更大的灵活性。

灵活性能够帮助用户充分利用低价电力，还可以避免（电力）系统运营商（在电网面临压力的情况下）不得不斥巨资对电网进行加固，因而有助于提高[电力安全性](#)和降低相关成本。在全球消费者已经饱受高昂电价和电费折磨的情况下，需求灵活性将有助于提高国家竞争力和能源的可负担性。

分时电价是一项用于释放灵活性的关键工具。随着各国政府想方设法要在消费者行为和波动性日益增强的电力供应之间实现协同，分时电价正在得到越来越广泛的应用。例如，印度[宣布](#)将从 2024 年起强化分时电价制度，鼓励电力用户在太阳能发电高峰时段用电，并将惩罚在傍晚供电低、需求大的高峰时段用电的行为。

### 能效提升正在演变成为兼顾节能、灵活性和分布式可再生能源利用的手段

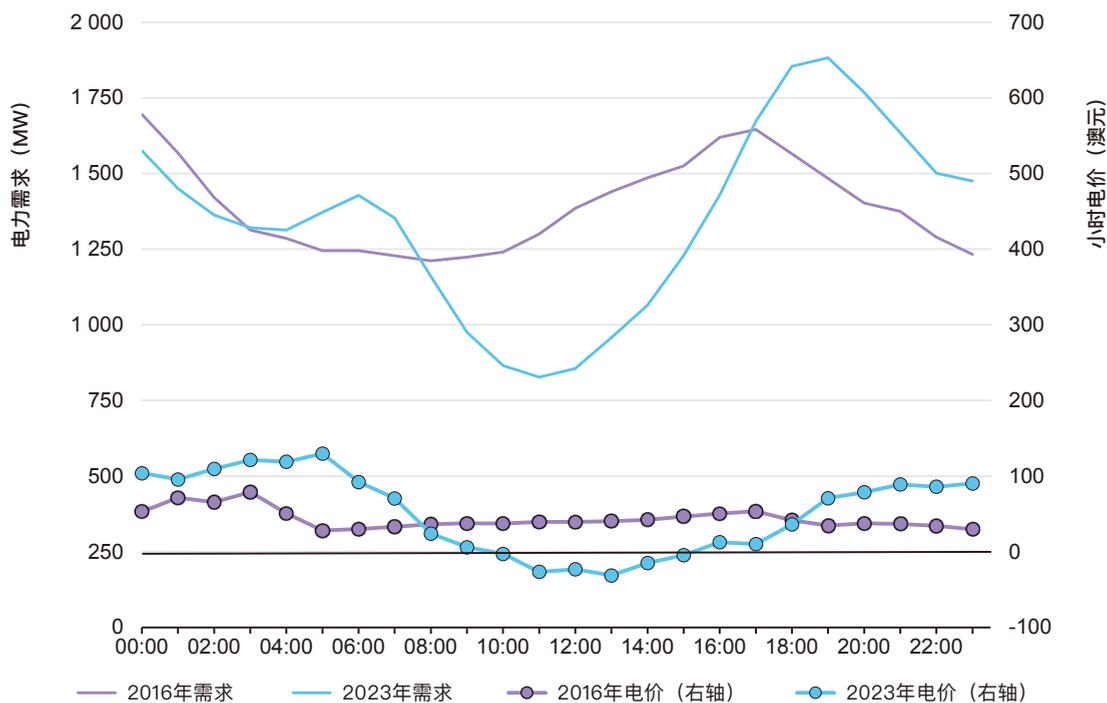
尽管南澳大利亚州在澳大利亚全国电力需求总量中所占比重相对较小，但当地可再生能源发电占比之高，已被[公认为全球领先](#)。例如，2022 年 12 月，风力和太阳能发电量占南澳大利亚州电力需求的 [85%](#) 以上，刷新了上年 12 月创下的纪录——76%。

在可再生能源转型过程中，南澳大利亚州还率先使用了有助于系统能效提升的技术，帮助其管理日益加剧的电价波动性其他的电网压力。例如，继 [2016 年全州大停电](#) 之后，南

澳大利亚州通过虚拟电厂和电池储能等措施提高了电网韧性，同时将太阳能发电容量增加了三倍以上，截至 2023 年 9 月达到了 3.1 GW。

随着越来越多的国家开始推进净零排放目标，[南澳大利亚州的经验](#)为各国提供了一个重要的案例，说明在可再生能源发电占比极高的地区，能效的作用正在不断进化。

2016年1月及2023年同期，南澳大利亚州净电力需求和批发电价的小时曲线



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023)，[“实时电力追踪” \(Real-Time Electricity Tracker\)](#)。

目前，南澳大利亚州约有 [40%](#) 的家庭安装了屋顶太阳能系统，从而使分布式光伏发电对该州的净电力需求日负荷产生了明显的影响，而这也改变了电力批发价格在一天当中的变化。中午时段，当（分布式光伏系统）自发自用达到峰值、电网需求急剧下降时，批发电价曲线的“谷”随之加深。这一变化趋势之显著，造成该地区在 2023 年 1–9 月期间，有超过 [120 天](#) 出现负的批发电价。不过这也会在某些时候导致太阳能弃电，以及（分布式光伏发电）并网时的上网电价降低。

需求和电价的波动固然充满挑战，但同时也为用户提供了机遇，使其能够通过将用电转移到太阳能发电高峰时段的方式，大幅减少每月电费支出。南澳大利亚州政府已采取行动，鼓励采用更加灵活的设备来促成这一目标。例如，该州新的《技术监管指南》规定，2023 年 7 月 1 日之后安装的空调必须[具备需求响应功能](#)。

## 新一代微电网能够提高系统能效，从而为消费者降低成本和加强系统可靠性

在如此多变的市场环境下，一些公司正在调整其商业模式，以便通过提高系统能效来实现获益。例如，南澳大利亚州的一家[农产品供应商](#)为了更好地管理工厂能源开支和提高企业对电网故障的韧性，（在工厂）投资建设了太阳能电池板和储能电池。这类微电网的建立使得该企业能够在能源上实现自给自足，并从能源开支的净节省中获益。

与之类似，澳大利亚昆士兰大学安装了州内最大的离网式储能电池，功率 1.1 MW，储能容量 2.15 MWh。该大学加入了电力运营商 Enel X 公司的虚拟电厂，并在项目开始运营的第一季度就获得了超过 [4.7 万美元](#)的收益，同时还促进了可再生能源并网和电网平衡。

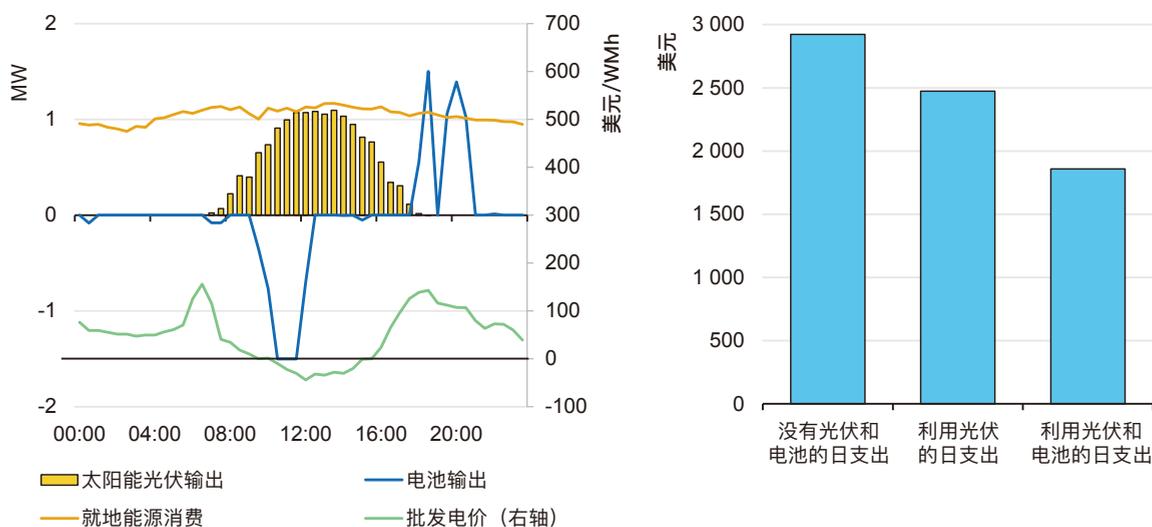
小规模家庭能源用户也首次开始[进入电力批发市场](#)，有助于进一步推广灵活性效益。例如，位于南澳大利亚州的“[特斯拉虚拟电厂](#)”项目在社会保障性住房中安装了太阳能电池板和家用储能电池。

特斯拉公司对这些储能电池和太阳能系统进行集中管理，使其达到批发市场规模。该公司在电力批发市场上通过（为大型电力系统）提供稳频服务来实现利益最大化。作为交换，家庭用户可（从特斯拉虚拟电厂）获得较低的电价。2020–2023 年，在[澳大利亚可再生能源署](#)的部分资金支持下，特斯拉通过该项目为（当地）4000 户家庭提供了设备。2023 年，特斯拉获得了再安装 3000 套设备的授权。该公司的目标是为 5 万户家庭安装共计 250 MW 的屋顶太阳能发电容量。

迄今为止的研究结果表明，在大型非居住建筑中使用数字化工具，在十年内所产生的效益（改善节能表现，减少碳排放和能源开支等）几乎将达到项目初期成本的[三倍](#)。

为进一步探索针对灵活性进行投资的成本效益，IEA 对南澳大利亚州一家大型工业能源用户的案例进行了分析；该用户在匿名的前提下提供了相关数据。作为其能效和建筑节能管理一揽子计划的组成部分，该用户（在企业内）投资建设了一个包含太阳能光伏发电和 1.5 MW 储能电池的微电网。储能电池在电价为负时进行充电，并在电价较高的傍晚进行放电，从而帮助企业更好地从中获益。

2023年典型的一天中，南澳大利亚州某大型商业能源用户能源就地生产、储存和消费情况（左），以及当日能源支出（右）



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA基于施耐德电气 (Schneider Electric) 数据开展的分析。

这类数字化赋能的建筑能源管理系统，结合高效的设备，为用户节省了大量能源开支。例如，在 2023 年典型的一天中，如果该企业没有安装太阳能电池板和储能电池，按批发电价（利用电网电力）供应工厂电力负荷，全天将花费 2920 美元。如果仅加装太阳能光伏发电系统，电费将减少 15%，为 2470 美元。如果再加装储能电池，并配合太阳能发电高峰时段更好地调整用电，电费将降至 1860 美元，较最初削减 36%。储能电池在这一天所节省的费用超过了太阳能光伏发电。

除了节省能源开支，储能电池和太阳能光伏发电还可以增加可再生能源在用户用电量中的占比，从而减少用户的碳足迹。这些措施还有助于保护用户免受电网中断的影响。

## 世界各地正在迅速推行需求响应项目

当前许多国家都在探索利用需求响应项目为消费者提供支持。2022 年 11 月至 2023 年 3 月期间，英国电力系统运营商 (ESO) 公司推出了一项需求灵活性服务试点，一个典型参与家庭在项目实施期间节省的费用高达 120 美元。泰国能源政策和规划办公室以及大都会电力局联合启动了一项面向 2023 年的需求响应试点，旨在通过商业、工业和家庭用户渠道，使峰值负荷降低 19.5 MW。

2022 年，韩国启动了一项新的自动化需求响应试点，项目中的智能电器能够对需求下降请求做出自动响应。结果显示，与用户手动调节用能相比，该项目的节电量提高了 24%，为该国 2023 年 9 月开始的另一项试点铺平了道路。

美国阿拉巴马电力公司运行的“[Reynolds Landing 智慧社区](#)”项目在该社区建造了 62 套节能住宅，并为这些住宅配备了智能墙面插座、智能家居控制面板、智能节能电器、三层低辐射（Low-E）玻璃（窗）、热泵热水器、能量回收通风器和墙体保温。初步分析表明，这些住宅的能效普遍比阿拉巴马州的普通新建住宅高出 35% ~ 45%，并能在不影响室内热舒适度的情况下，减少约四小时的室内制冷负荷。据[估计](#)，仅仅是在美国，2030 年大规模部署的电网交互式高效建筑就能减少 400 TWh 的用电量和 120 GW 的峰值电力需求。

还有一些针对弱势家庭开展的项目。巴西的“[拉古纳智慧城市项目](#)”在该城市的 150 个家庭中安装了光伏板、储能系统和数字化能源管理系统。一系列传感器将对用电系统相关信息进行记录，并通过“星球”app 的界面直接向居民的手机发起用能提示和警报，促使他们调整用能。该项目还提出要采用利益共享机制，旨在帮助终端用户降低费用，并为其提供辅助服务。

## 随着各个新兴领域的出现，国际交流学习和知识建构将发挥宝贵的促进作用

鉴于各地区在这一问题上的经验各不相同，IEA 在意大利环境和能源安全部的支持下，在其“[数字化需求驱动型电力网络](#)”（3DEN）倡议框架内与世界各国合作，促进知识构建和能力建设。3DEN 倡议的工作旨在引导制定新的政策并对已有政策做出改进，从而支持数字化技术的推广应用，促进清洁和包容性的能源转型。2023 年 10 月，IEA 还在总结相关国际趋势和最佳实践的基础上，发布了一份[关于电网交互式高效建筑的报告](#)，为各国改进针对未来建筑的政策框架、促使其提高能效和灵活性指明了前进方向。

## 能源危机是否加速了居住建筑室内供暖转型脱离天然气的进程？

### 全球居住建筑天然气需求的高速增长在 2022 年戛然而止

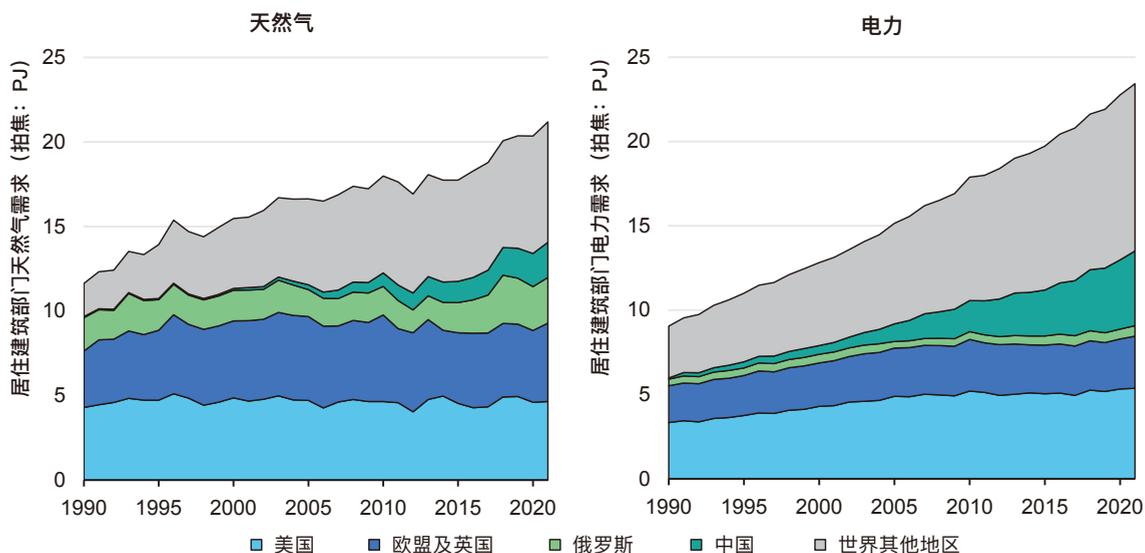
供暖是全球能源需求增长的重要驱动因素，对建筑和工业部门而言都是如此，并且构成了家庭能源支出的重要组成部分，尤其是在气候寒冷的地区。许多家庭利用天然气来采暖、提供热水和做饭。然而，由于天然气价格在能源危机期间居高不下，以及各国政府为此采取的重大政策行动等，供暖电气化开始变得更具商业吸引力——2022 年家用[热泵销量](#)的急剧增长也反映出了这一点。尽管存在[争议](#)，但一些国家已经实施或宣布了逐步淘汰化石燃料锅炉的计划。各国政府还引入了相关的最低能效标准，要求安装热泵（进行供暖）。基于以上发展趋势，能源危机或许确实促进了居住建筑室内供暖转型脱离天然气。

根据最新数据，部分国家的民用天然气需求已经达峰、趋于稳定或开始下降，这些国家合占全球民用天然气消费量总量的 50%；其余国家的需求则仍在增长。据 IEA 《[天然气市场及投资展望](#)》报告估计，由于能效的迅速提升和热泵的大规模应用，发达经济体的建筑天然气需求预计将在 2021–2030 年期间减少 650 亿立方米。

2021 年，美国、欧盟、俄罗斯和中国合占全球民用天然气消费总量近 2/3，具体占比分别为 22%、17%、13% 和 10%。从 2000 年初到 2022 年能源危机之前，美国的民用天然气消费一直在高位保持稳定，欧盟的消费量在增长一段时间后进入了（高位）平台期，而中国和世界其他国家则一度急速上升。值得注意的是，中国由于住房总量的大幅增加，加上减煤和改用天然气作为燃料的影响，民用天然气需求自 2000 年以来增长了 17 倍。

同样是在 2000–2022 年期间，全球居住建筑部门的电力需求同步增长了一倍以上，其中中国增长了七倍。一部分原因是随着新兴市场和发展中经济体有更多家庭接入电力服务，这些国家的用电量增加；另一方面是几乎所有国家——包括发达经济体和新兴及发展中国家——空调等电器数量的增长。但除此以外，还有一部分原因来自供暖设施电气化水平的提高。

#### 1990–2021年各国家及地区居住建筑部门天然气和电力需求的变化情况



来源：IEA (2023)，“[世界能源平衡](#)” (World Energy Balances)，2023年10月获取。

IEA. CC BY 4.0.

## 由于能源危机引发的气价高企、新政出台和电力供暖发展，天然气需求的拐点或已出现

能源危机很可能成为欧洲民用天然气需求的一个拐点。与上年相比，该地区 2022 年民用及商用天然气需求下降了 [15% 以上](#)；虽然需求下降中的 40% 是由于天气相关因素的影响

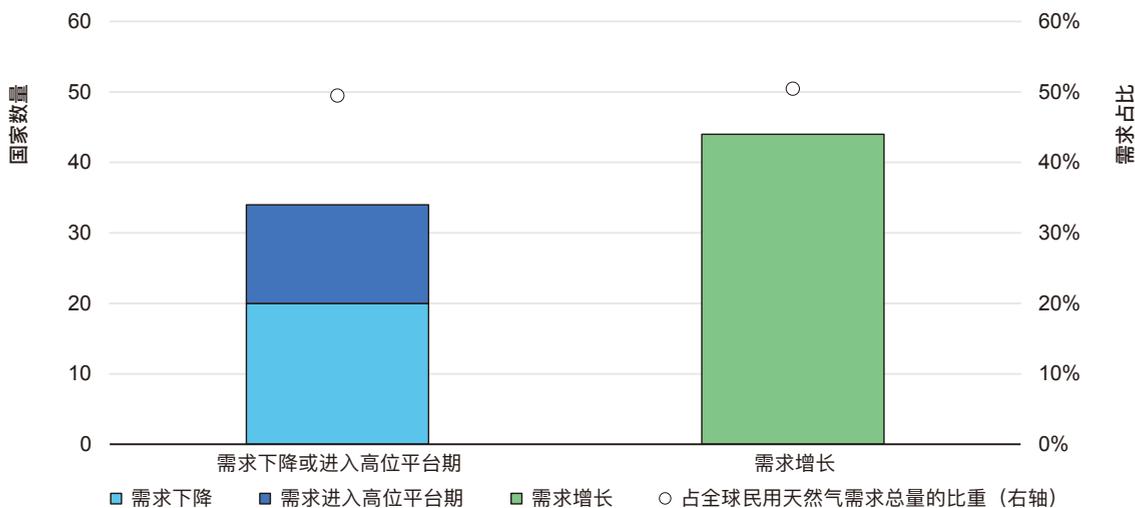
(这年冬季气候温和导致室内供暖需求减少)，但大部分是通过各种节气措施实现的。例如，家庭用户开始改用替代燃料、转变行为，以及提升能效，包括建筑改造和热泵安装等。由于能源价格居高不下，一些家庭和企业用户也不得不减少用能。

2023 年，欧洲地区的这一趋势仍在继续；经合组织框架下的欧洲国家在第一至第三季度的天然气总体需求预计将比上年同期减少 9%。这意味着欧洲未来几年的居住建筑和商业部门天然气需求可能将出现持续性的适度下降。

美国方面，由于《通胀削减法案》为能效措施和热泵提供了财政支持，预计该国天然气供暖需求也将下降。2022–2026 年期间，能效提升和热泵推广预计将使美国民用及商业天然气需求每年下降约 1%。

中国在锅炉煤改气相关政策激励的作用下，民用天然气需求增长强劲，但年均增速预计将在 2022–2026 年期间放缓至 5%。在亚洲（其他）的新兴市场和发展中经济体，民用和商业天然气需求预计将在中期内小幅增长。

2021年不同国家的民用天然气需求状态



来源：IEA (2023)，“世界能源平衡”(World Energy Balances)，2023年10月获取。

IEA. CC BY 4.0.

## 随着支持性政策推动热泵销量实现两位数增长，供暖系统开始向更高能效转型

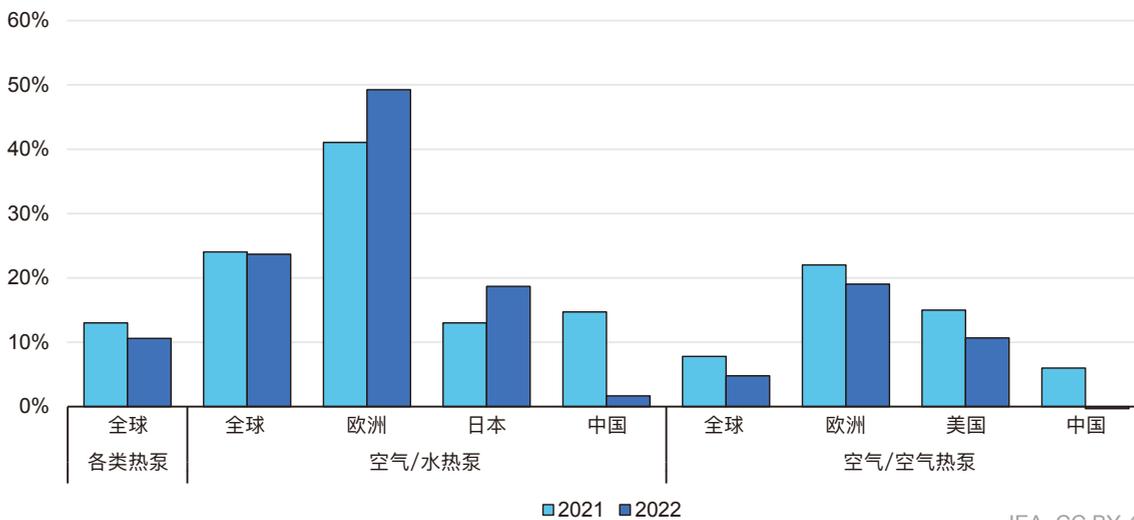
热泵是减少建筑部门室内供暖和热水领域碳排放的核心技术。全球共有超过 1 亿户家庭采用热泵作为主要的供暖来源，相当于每十户存在明确供暖需求的家庭中就有一户使用热泵，即热泵满足了全球约 10% 的建筑供暖需求。在 IEA“2050 年净零排放”情景下，这一占比将在 2030 年和 2050 年分别增至 25% 和 55%。

热泵市场在过去几年中实现了引人瞩目的发展。2022 年，相关的政策支持和激励推动全球热泵销量增长了 11%，期间高昂的天然气价格和各国的减排努力也起到了一定的促进作用。对欧洲热泵市场而言，2022 年是**创纪录的一年**，销量增长近 40%，尤其是空气 / 水热泵机组，销量增长了 50%。美国热泵销量在 2022 年超过了燃气炉；而中国作为最大的热泵市场，同期销量保持稳定，并依然在全球热泵总销量中占据最大份额。

全球目前共有 30 多个国家为促进热泵销售提供财政激励；这些国家合占全球建筑供暖需求总量的 70% 以上。许多国家还将进一步加强现有的热泵激励措施。例如，**加拿大**在 2023 年 10 月发布了一项新方案，将为大西洋四省（新斯科舍省、新不伦瑞克省、爱德华王子岛省和纽芬兰与拉布拉多省——译者注）的中位数及以下收入家庭提供最高近 1.1 万美元的热泵补助金，足以购买一组普通热泵。

一些国家的热泵销量在 2023 年上半年出现了强劲增长，其中德国、荷兰和瑞典的销量之和增长了 75%。但意大利、芬兰和波兰等其他几个国家的热泵销量预计将在 2023 年有所**下滑**。为此，欧洲热泵协会呼吁各国制定有力的持续性政策，为投资者和消费者增加（投资）确定性，并加快住宅能源转型。

2021年和2022年全球和部分国家及地区的建筑用热泵销量年增长



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023)，《全球热泵销量继续保持两位数增长》(Global heat pump sales continue double-digit growth)。

英国通过“**锅炉升级项目**”将供暖系统能效与其性能直接挂钩，通过政府财政激励促进热泵或生物质锅炉对化石燃料供暖系统进行替代。各国还可以通过对既有建筑的能效提升做出相关规定，使这些建筑为安装高效供暖及制冷系统做好准备。例如，**法国**（计划）禁止将能效水平极低（能源强度高于 450 kWh/m<sup>2</sup>）的建筑用于长租。2025 年起，该国将禁止建筑节能证书（EPC）评级为 G 的建筑进行长租；该禁令将在 2028 年和 2034 年分别升级至 F 级和 E 级建筑。

## 由于较多国家拟延迟淘汰天然气，民用天然气需求或将表现出一定韧性

2022 年，英国、挪威和欧盟七国实施或公布了关于在新建或既有建筑中禁止新增燃气锅炉的计划；这些国家合占欧洲地区民用天然气需求总量的 80%。2023 年，一些国家的政府对这些计划做了进一步细化，规定了化石燃料锅炉淘汰的具体时间，或者设置了供暖设备的最低能效标准。然而，其中另一些国家出于民众接受度和具体实施等方面的顾虑，延迟了早前公布的化石燃料锅炉淘汰计划。

自 2018 年起，荷兰禁止在新建建筑中安装燃气锅炉。2022 年，该国政府颁布了一项新的标准，要求自 2026 年起，建筑中既有的燃气锅炉在需要替换时，必须替换为（混合）热泵。荷兰还对其节能责任项目进行了更新，规定从 2023 年 7 月 1 日起，符合特定条件的企业必须采用混合热泵进行室内供暖。

丹麦政府自 2013 年起禁止在新建建筑中安装燃气和燃油锅炉，并计划在 2029 年之前利用区域（集中）供暖和热泵替代所有的化石燃料锅炉。卢森堡也宣布将在替换既有锅炉的过程中逐步淘汰化石燃料供暖，但初期将按照自愿原则执行。在澳大利亚，维多利亚州近期宣布，将从 2024 年 1 月 1 日起禁止为新建住宅安装燃气锅炉，推动了包括悉尼市在内的其他地方政府纷纷宣布类似计划。美国加州先是取消了促进新建建筑使用天然气的激励措施，随后其空气资源委员会批准了《2022 年关于州级实施方案的州级战略》，其中包括了一项针对所有化石燃料锅炉的 2030 年禁令。

德国政府提出，希望从 2024 年起，要求新建建筑和既有建筑中的新增供暖系统必须使用至少 65% 的可再生能源。经过几个月的磋商，德国议会通过了《建筑能源法案》修正案，规定上述要求将仅适用于新开发区域的建筑；而对所有其他新建和既有建筑中的新增供暖系统，这一要求的执行时间在大型城市被延迟到了 2026 年，其他地区则为 2028 年。

英国最初计划从 2026 年开始禁止在新建住宅中安装燃油、液化石油气和燃气锅炉，并从 2035 年起禁止在既有建筑中新增燃气锅炉。但上述计划已（统一）延期到了 2035 年，并且将有 20% 的既有建筑可以在新增燃气锅炉禁令中得到豁免。

法国自 2022 年起禁止在新建建筑中安装燃气锅炉，该国政府还考虑从 2026 年起逐步淘汰既有建筑中的燃气锅炉。然而在 2023 年 9 月，法国总统排除了关于后者的计划。

“欧盟重新赋能”计划也提出要对供暖系统进行更加严格的限制，并由欧盟委员会在 2023 年 4 月的“生态设计和能效标识咨询论坛”上对其进行了具体说明，对 2029 年的室内供暖能效提出了要求，预计（实施后）将有效推动化石燃料单体锅炉淘汰，并将通过强制性政策促进（混合）热泵应用。然而由于（欧盟内部对此）观点不一，目前尚未产生决议，而欧盟委员会正在就相关豁免进行磋商。

能源危机导致了民用燃气供暖价格上涨，并加速了热泵的普及，同时，政府相关支持性政策的实施也助推了这一趋势。然而各国出于对一些风险性因素的顾虑，仍对彻底禁止安装燃气锅炉犹豫不决；这些顾虑包括热泵的[先期投资成本较高](#)，[现有天然气基础设施](#)的（碳）锁定效应，以及家庭用户当前面临的生活成本压力等。一些国家在近期宣布延迟此类锅炉禁令，反映出天然气在居住建筑室内供暖方面的应用可能尚未终结，但该领域转型脱离天然气的进程正在加快。

## 高效制冷能否帮助印度遏制快速增长的电力需求，并保障全民热舒适度？

### 制冷需求增加给印度电网和民众健康带来压力

印度的气温一直在稳步上升，使该国夏季的到来至少提前了一个月，同时还伴有更加频繁和严重的热浪。随着印度日平均气温的上升和空调保有量的增加，该国[峰值电力需求](#)在过去十年中平均每年增长 4%。当日平均气温超过 25 °C 时，制冷需求会急剧增加。

2023 年的全球厄尔尼诺事件中出现了多次热浪，其中印度最早受到的冲击发生在[有记录以来最热的 2 月](#)。厄尔尼诺相关高温天气的大部分影响[预计将到 2024 年](#)才会开始显现。由于降雨量不足以及季风微弱，印度在 2023 年 8 月的平均气温和最高气温都[创下了新的高温纪录](#)。8 月期间，印度峰值电力需求至少有 13 天超过了 220 GW，史无前例地[增长了 23%](#)——包括风扇和空调在内的主动制冷技术推动了这项新纪录的诞生。目前，仅 3% 的印度家庭使用了节能吊扇；这类吊扇的先期成本通常较高，但能耗却比传统吊扇[低 50%](#)。

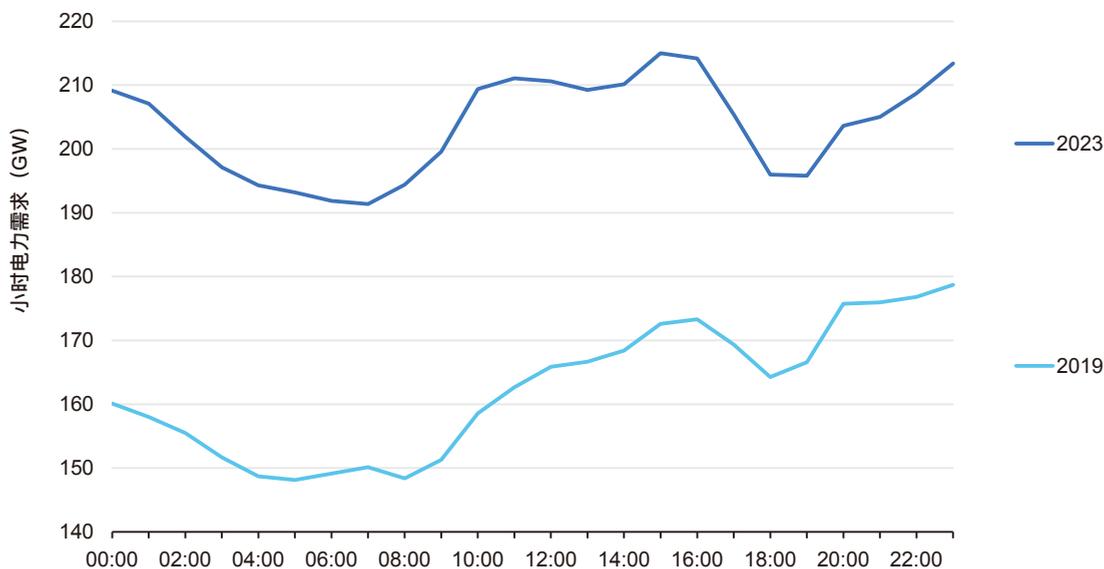
尽管印度目前的空调设备普及率较低，但这一数字却正在不断提高。2019 年之前，印度每十户家庭中只有一户[能够使用空调](#)；而在 2021 年，[24% 的家庭](#)都拥有了[蒸发式空冷器](#)或空调。2019–2022 年，印度用于室内制冷的电量[增加了 21%](#)，目前全国近 10% 的电力需求用于室内制冷。然而，整个印度社会仍存在许多（不得不）暴露在高温下的弱势群体，他们通常无法停留在室内，因此也很少能够享受到制冷服务。该国[一半以上的劳动力](#)都在农业、采矿业和建筑业等经常暴露在高温天气的行业工作。

## 印度正在应对来自破纪录电力需求水平的挑战，同时还要致力保障最脆弱人群的热舒适度

不断增长的制冷需求和制冷设备保有量是印度峰值电力需求增长的主要原因。该国夏季 5 月和 6 月的日用电数据显示，日平均气温在 24 °C 的基础上每升高 1 °C，[电力需求就会增加 2%](#)。

2019–2023 年，印度 6 月高温日（日最高气温超过 36 °C）的每小时电力需求平均增长了约 28%，主要是由于制冷需求增加引起的空调保有量增加，以及一些其他电器数量的增加。早晚用电高峰也呈现出更加明显的特征，并在傍晚时段达到最高负荷。更加频繁、持久的热浪——例如 2023 年 6 月出现在印度北部的热浪——将会推高制冷需求的高峰，从而给电网带来巨大压力。这可能会导致停电，使人们无法（通过制冷）恢复到健康的热舒适度水平，也无法在适当的温度下保存食物和药品。虽然太阳能光伏发电可以满足日间的制冷需求，但印度在傍晚和夜间也会出现制冷需求的高峰期。

印度6月高温日电力需求曲线：2019年和2023年



IEA. CC BY 4.0.

来源：IEA (2023) ，“实时电力追踪” (Real Time Electricity Tracker) 。

在当前的政策条件下，预计到 2030 年，印度的峰值电力需求将较 2022 年水平增加约 60%，其中近一半的增长来自制冷。

通过能效政策和需求侧管理，以可持续的方式满足人们日益增长的制冷需求并削减峰值电力需求，将有助于减轻电网负担，并且可以降低电网相关的投资需求和系统成本——例如针对储能和昂贵的备用发电容量的投资——同时还能为所有人提供一个舒适的热环境。

2023 年，在印度担任 G20 主席国期间，[《G20 自愿行动计划》](#)和[《推进 2030 年各需求部门能效提升的战略计划》](#)已对高效制冷和热舒适度的重要性予以认可。而在迪拜的“制冷 COP28”会议上，各国预计也将通过形成[《全球制冷承诺》](#)来继续保持高效制冷的这一发展势头。

## 印度正在采用一系列前沿的政策工具、商业模式和社区方法组合

印度电力部能效局的旗舰性项目对于该国管理其日益增长的能源需求发挥了重要作用，包括针对电器的“标准和标识”（S&L）项目、《建筑节能法规》（ECBC）和《生态住宅法规》（Eco Niwas Samhita 或 ENS）等。

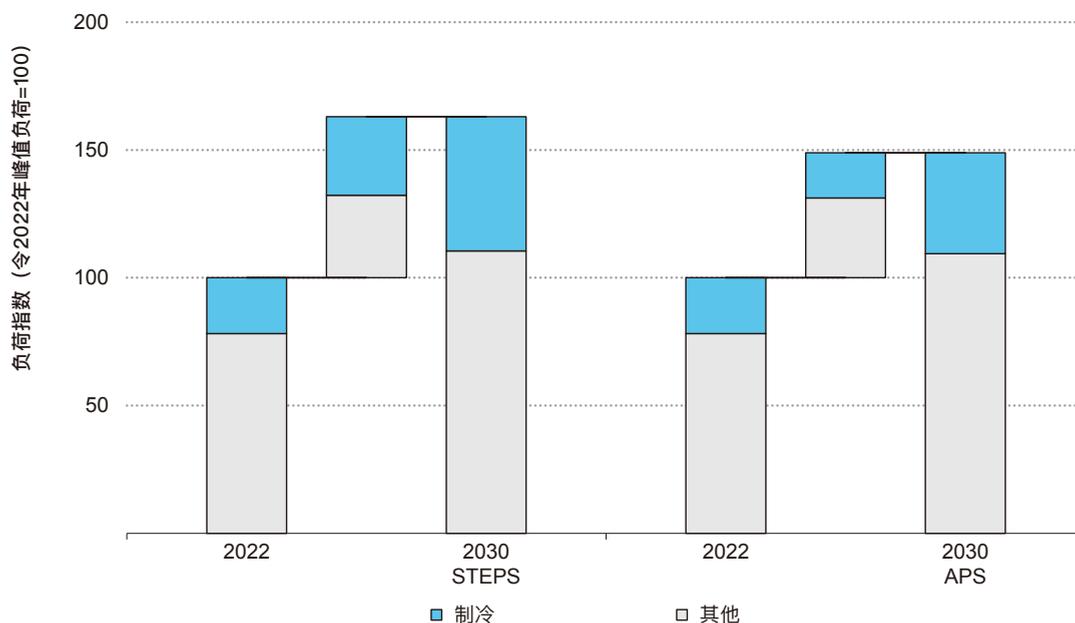
2009 年以来，印度一直在实施针对空调的强制性标准和标识项目，要求从 2020 年开始，所有室内空调的设定温度均默认为 24 °C，作为引导人们行为转变的一项重要措施。目前，针对空调的最低能效标准和标识项目对该国居住建筑室内制冷能耗实现了全覆盖，较 2009 年仅 37% 的覆盖率大幅提升。

考虑到风扇的重要性，印度在 2022 年将强制性的能效“星级评定”项目扩展到了吊扇。在 2021–2022 财年，这些项目共为印度节省了 69.78 TWh 的电量，[避免](#)了 57 兆吨（Mt）的额外二氧化碳排放。

冷屋顶（cool roof）等被动制冷措施能够减少对主动制冷的需求，并提供舒适的热环境，因而有望成为最简单和最具成本效益的干预措施之一。印度的[焦特布尔、博帕尔、苏拉特和艾哈迈达巴德](#)等城市已经启动了由社区主导的冷屋顶项目。

印度目前正在开展几项需求响应试点，用以削减峰值用电需求。塔塔电力德里配电公司和自动电网公司于 2021 年在德里推出了一套[搭载人工智能](#)的开创性智慧能源管理系统，聚焦家庭用户的行为相关需求响应，并于 2023 年扩展到了孟买。该系统的目标是让 5.5 万家庭用户和 6000 个大型工商业用户参与其中，到 2025 年实现峰值电力负荷削减 200 MW。

## 2022年和不同情景下2030年，制冷需求占印度峰值电力负荷的比重情况



注：图上STEPS指“既定政策”情景；APS指“承诺目标”情景。

来源：IEA (2023), 《世界能源展望2023》(World Energy Outlook 2023)。

印度超级节能服务公司（超级 ESCO）——能效服务有限公司（EESL）正在制定一项市场转型方案，将部署 1000 万台[节能风扇](#)，其能耗约比传统产品低 50%。这类市场转型方案可以促使人们利用节能风扇对现有吊扇进行替代，从而有望实现年节能 40 TWh，并减少[14 GW](#) 的峰值电力需求。此外，印度还将建立首个高效电器设备[在线商城](#)，对来自能效项目的需求加以聚合，并开辟新的融资渠道。

古吉拉特邦国际金融科技（GIFT）城拥有印度首个[区域（集中）供冷系统](#)。该系统通过一个集中式（供冷）工厂为 GIFT 城的公共建筑、居住建筑和社会建筑提供空调服务，从而免去了对单体空调机组的需求。在 2023 年 7 月于印度果阿邦举行的第 14 届清洁能源部长级会议和第八届创新使命部长级会议上，各国还共同[发布了针对区域（集中）供冷的指南](#)，以支持其推广实施。

印度的（其他）节能服务公司也开始探索为客户提供创新性的技术及财务解决方案。智慧焦耳公司正在对印度的几家医院采用[“制冷即服务”的商业模式](#)，为客户节约能源、减少二氧化碳排放，并节省开支。[印度太阳能十项全能公司](#)在大学生之间发起挑战项目，要求他们为应对气候变化设计净零能耗水耗、经济实惠且具有韧性的建筑，并与房地产开发商合作实施净零能耗解决方案。

## 缩略语列表

AC	空调
APS	“承诺目标”情景
CAGR	复合年均增长率（或对能源强度而言，改善率）
CCGT	联合循环燃气轮机
CCUS	碳捕集、利用与封存
CEM	清洁能源部长级合作机制
CO <sub>2</sub>	二氧化碳
EEO	能效责任（制度或项目）
EERS	能效资源标准
EMDE	新兴市场和发展中经济体
ESCO	节能服务公司
EU	欧盟
EV	电动车
GDP	国内生产总值
GHG	温室气体
Gt CO <sub>2</sub>	吉吨二氧化碳
ICE	内燃机
IMF	国际货币基金组织
IRA	（美国）《通胀削减法案》
ISO	国际标准化组织
JETP	能源公正转型伙伴关系
LNG	液化天然气
MEPS	最低能效标准
NDRC	中国国家发展和改革委员会
NZE Scenario	“2050 年净零排放”情景
PACE	基于房产评估的清洁能源（融资）项目
PPP	购买力平价
SME	中小企业
Solar PV	太阳能光伏
STEPS	“既定政策”情景
SUV	运动型多用途车
VSD	变速驱动器
VFD	变频驱动器
W/W	制冷量（W）和用电量（W）的比率（即制冷能效）

## 单位

bcm	十亿立方米
Btu	英国热量单位
EJ	艾焦
GJ	吉焦
Gt	吉吨
Gt/yr	吉吨 / 年
Gt CO <sub>2</sub>	吉吨二氧化碳
Gt CO <sub>2</sub> /yr	吉吨二氧化碳 / 年
GW	吉瓦
GWh	吉瓦时
ktoe	千吨标油
kW	千瓦
mb/d	百万桶 / 天
MBtu	百万英国热量单位
Mt	兆吨
Mt CO <sub>2</sub>	兆吨二氧化碳
Mtoe	兆吨标油
MW	兆瓦
MWh	兆瓦时
PJ	拍焦
t/yr	吨 / 年
TWh	太瓦时

## International Energy Agency (IEA)

Chinese translation and adaptation of the *Energy Efficiency Market Report 2023*

《能效2023》市场报告的中文版是从该报告的英文版——International Energy Agency (IEA) Energy Efficiency 2023 编译而成。英文版是国际能源署 (IEA) 发布的官方版本。国际能源署是英文官方原版的原著机构，并不对本次中文编译的准确性和完整性承担任何责任。本次《能效2023》市场报告中文版的中文编译责任由安能翼科（北京）能源咨询发展中心（CCEEE）全部承担。

This work reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of the IEA's individual member countries or of any particular funder or collaborator. The work does not constitute professional advice on any specific issue or situation. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the work's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the work.



Subject to the IEA's [Notice for CC-licensed Content](#), this work is licenced under a [Creative Commons Attribution 4.0 International Licence](#).

This document 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.

Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

IEA Publications  
International Energy Agency  
Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)  
Contact information: [www.iea.org/contact](http://www.iea.org/contact)

Typeset in China by CCEEE - June 2024  
Cover design: IEA  
Photo credits: © Shutterstock

