

MARKET REPORT SERIES



International
Energy Agency
Secure
Sustainable
Together

RENEWABLES 2017

Analysis and forecasts to 2022

执行摘要

Chinese translation

RENEWABLES 2017

Analysis and forecasts to 2022

执行摘要

Chinese translation

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The International Energy Agency (IEA), an autonomous agency, was established in November 1974. Its primary mandate was – and is – two-fold: to promote energy security amongst its member countries through collective response to physical disruptions in oil supply, and provide authoritative research and analysis on ways to ensure reliable, affordable and clean energy for its 29 member countries and beyond. The IEA carries out a comprehensive programme of energy co-operation among its member countries, each of which is obliged to hold oil stocks equivalent to 90 days of its net imports. The Agency's aims include the following objectives:

- Secure member countries' access to reliable and ample supplies of all forms of energy; in particular, through maintaining effective emergency response capabilities in case of oil supply disruptions.
- Promote sustainable energy policies that spur economic growth and environmental protection in a global context – particularly in terms of reducing greenhouse-gas emissions that contribute to climate change.
- Improve transparency of international markets through collection and analysis of energy data.
- Support global collaboration on energy technology to secure future energy supplies and mitigate their environmental impact, including through improved energy efficiency and development and deployment of low-carbon technologies.
- Find solutions to global energy challenges through engagement and dialogue with non-member countries, industry, international organisations and other stakeholders.

IEA member countries:

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



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OECD/IEA, 2017

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution.

The terms and conditions are available online at www.iea.org/t&c/

The European Commission also participates in the work of the IEA.

执行摘要

2016 年，光伏增速超出所有其他燃料，开启了太阳能电力的新时代

可再生能源在 2016 年再创新高，主要原因是在成本大幅降低和政策支持的背景下，太阳能光伏在中华人民共和国（以下简称“中国”）和全球范围内取得了蓬勃发展。我们对 2017-2022 期间的电力预测，就是以上述表现数字为基础的。在 2016 年的净新增电力产能中，可再生电力占比达三分之二，投产上线的电力近 165 吉瓦。

去年，全球太阳能光伏产能增长 50%，规模超过了 74 吉瓦，其中几乎一半的增量来自中国。太阳能光伏的增速首次折桂，超过了煤炭的净增长。与此同时，竞拍价格再创新低，低至每兆瓦时（MWh）30 美元。2015 年，中国开发商蜂拥而至，导致风电领域出现火爆增长局面，但 2016 年，风电年产能增长下降了近五分之一。在水电领域，尽管巴西出现强劲增长，但由于中国市场连续第三年下降，水电产能的扩张速度也要慢于 2015 年。生物能、聚光太阳能和地热能等其他可再生技术增长相对缓慢，仅占 2016 年全球可再生电力新增产能的 4%。

中国是无可争议的可再生电力增长引领者，关乎太阳能光伏的未来

我们预期，2017 年至 2022 年期间，全球可再生电力产能将增长 920 吉瓦，增幅达 43%。这一预测比去年更为乐观，主要原因在于上调了中印两国的太阳能光伏产能。中国对全球可再生电力产能增长的贡献超过 40%，背后的驱动力主要来自对空气污染的关注以及该国在十三五规划（截至 2020 年）中勾勒的产能目标。事实上，中国目前已超额完成其 2020 年太阳能光伏目标，且预期将在 2019 年超额完成风电目标。中国还是全球水电、生物电能和生物热能以及电动车市场的领导者。

太阳能光伏正在步入新时代。今年对太阳能光伏增长状况的预测，比去年的报告要高出三分之一强。未来五年，太阳能光伏将成为可再生电力产能增长的主要贡献力量，大幅领先于风电和水电。由于政策调整，中国的太阳能光伏领域的技术成本持续降低，且市场空前活跃，导致我们对预测做出了上述调整。

中国在全球太阳能光伏市场开发和价格方面扮演着关键角色。目前，中国占据全球太阳能光伏需求的半壁江山，而全球太阳能电池年度产能中，也有约 60% 来自中国企业。因此，中国的市场和政策发展变化将对太阳能光伏需求、供给和价格产生全球性影响。在主要情景预测中，全球太阳能光伏总产能将在 2022 年之前达到 740 吉瓦，超过印度和日本目前的合计电力总产能。

如果排除不确定因素和各种壁垒，太阳能光伏的增速甚至可以进一步提高。中国所面临的两大挑战，即可再生能源补贴成本上升和并网，制约了主要情景预测中的增长。中国

正对其可再生能源政策进行实质性修改以应对上述挑战。中国正从上网固定电价转向绿色电力配额制。伴随雄心勃勃的电力市场改革、新设输电线路以及配电网扩张，上述新政有望加速太阳能（和风电）的推广。但是，该政策的时机和落实仍存在不确定性。

在加速增长情景的预测中，我们假设，政府可以应对政策挑战并消除发展壁垒，从而提高发展速度。在这种情况下，中国太阳能光伏总发电量可在 2022 年之前达到 320 吉瓦，相当于日本的总产能。这同样会产生全球性影响：由于印度、日本和美国等其他主要国家也可能对政策和监管进行改进，全球太阳能光伏总发电量有望在 2022 年之前增长两倍，达到 880 吉瓦。

美国仍是增速第二的市场，但印度的可再生电力增速将超越欧盟

尽管存在政策不确定性，美国仍是增量第二的可再生电力市场。陆上新建风电和太阳能产能的增长驱动力仍然强劲，例如，美国不但制定了可再生资产组合标准，推出了州级太阳能光伏电力配送政策，还授予长年联邦税收优惠。但是，联邦税制改革提案、国际贸易和能源政策目前仍存在不确定性，可能影响可再生电力的比较经济优势，并改变可再生电力在我们预测期间的增长速度。

印度已采取行动解决公用事业的财务稳健性以及并网问题，使得我们做出了更为乐观的预测。印度目前的可再生电力产能有望在 2022 年之前翻一番有余，在预测期间的增长将首次超过欧盟。由于推行竞价制度，印度一些太阳能光伏和风电的价格达到了世界最低水平，使得这两种电力在印度电力产能增量中的占比达到了 90%。在印度的某些邦，近期太阳能光伏和风电的合同价格已接近煤炭价格。在印度的加速增长情景中，我们预测，如果现有的并网和基础设施问题得到解决，政策和监管不确定性降低，而且成本持续下降，则可再生电力产能增速可提高近三分之一。若保持这一增长局面，印度将与美国并驾齐驱，成为仅次于中国的并列第二大增量市场。

欧盟在预测期间的可再生电力增长较上一个五年期间下滑 40%。总体而言，欧盟仍然存在电力需求疲软、产能过剩以及某些市场上即时竞价产能透明度有限等问题，对可再生电力增长构成挑战。2020 年以后的政策不确定性仍非常严重。适用于 2020 年之后期间的欧盟新版《可再生能源指令》如果获得通过，将要求支持政策在三年内保持透明度，从而改善市场的可预测性，解决上述挑战。

太阳能光伏增长有助于缩小亚洲发展中国家与撒哈拉以南非洲的电气化差距。我们在报告中首次对亚洲发展中国家和撒哈拉以南非洲对离网太阳能光伏的应用进行了密切跟踪。在预测期间，上述地区的离网产能的增长将几近两倍，在 2022 年将超过 3000 兆瓦，这些产能来自工业应用、家用太阳能系统（SHS）和政府电气化项目推动的迷你电网以及私营部门投资。尽管在两个地区的光伏装机总量中，上述增长仅占较小份额，其社会效益却举足轻重。我们估计在未来五年中，离网市场中最具活力的家用太阳能系统

将为亚洲和撒哈拉以南非洲的近 7000 万人民提供基本的电力服务。这还会引入新的业务经营者，他们将带来创造性的支付解决方案，使低收入者能够首次获得电力服务。

可再生能源发电更具竞争力，与煤电的差距正在缩小

到 2022 年，全球可再生能源发电量有望增长三分之一强，超过 8000 太瓦时，相当于中国、印度和德国的合计电力消费量。因此，可再生能源发电量占总发电量的比重将从 2016 年的 24% 上升到 2022 年的 30%。未来五年，可再生能源发电量的增长额将达到天然气和煤炭合计增长额的两倍。尽管 2022 年，煤炭仍将是最大的发电来源，但可再生能源与煤炭之间的发电量差距将缩小一半，降至 17%。虽然水电产能增长较为缓慢，但我们预测，水电仍将是规模最大的可再生电力来源，紧随其后的是风电、太阳能光伏和生物能。

许多国家的可再生能源政策正从政府制定电价，转向通过竞价就公用事业级项目达成长期购电协议。由于竞争加剧，在印度、德国和土耳其等主要国家，仅仅两年时间，太阳能光伏和风电项目的回报率便降低了 30-40%。通过招投标实现的竞争性价格发现机制，已经全面压缩了整个价值链上的成本，使之成为各国政府更具成本效益的政策选项。竞拍也可以更好的掌控装机量、激励总量和系统整合的方方面面。2017-2022 年度期间，可再生电力产能的扩张中，预计几乎半数将来自竞价购电协议的推动，而这一比例在 2016 年仅略高于 20%。

尽管新建项目的平均发电成本仍然高企，但公开发布的风电和太阳能电力竞拍价格持续走低。2017-2022 年度期间，全球平均发电成本预计将进一步下降，其中公用事业级太阳能光伏电力的下降幅度为四分之一，陆上风电的降幅接近 15%，而海上风电降幅为三分之一。由于中国和日本的所得税较高，以及美国的投资成本相对增长，太阳能光伏的平均发电成本仍将维持在相对较高的水平。但是，已公布的竞拍价格显示，成本缩减的幅度甚至可能更大，太阳能光伏为每兆瓦时下降 30-45 美元（印度、墨西哥、阿联酋、阿根廷），而陆上风电为每兆瓦时下降 35-50 美元（印度、摩洛哥、埃及、土耳其、智利）。事实还证明，竞价对于快速降低海上风电和聚光太阳能发电成本同样有效。尽管竞价公示的结果（包括电量和价格）尚需时间核实，但是，可以推断，推广竞争性定价在未来数年甚至可以进一步降低平均成本。

随着风电和太阳能电力加速增长，系统整合正在变得愈发重要

在未来五年，风电和太阳能电力在全球可再生能源电力产能中的占比将达到 80% 以上。在 2022 年之前，丹麦有望在世界上率先实现 70% 的发电量来自波动性可再生能源。在某些欧洲国家（爱尔兰、德国和英国），风电和太阳能电力在总发电量中所占份额将超过 25%。在中国、印度和巴西，波动性可再生能源发电量所占份额有望翻番，在短短五

年内即将超过 10%。上述趋势对未来影响巨大。如果系统适应性（电网强度和互联互通、储能、需求侧反应和其他弹性供给）不能同步提高，波动性可再生能源在市场渗透率提高时，更有可能面临丧失系统价值的风险，因为当风电和太阳能电力供过于求时，批发价格必然下跌。市场和政策框架需要随之调整，以同时满足多重目标，包括提供长期价格信号以吸引投资、确保高效的短期电力调度、为负面外部性定价、开发充分的弹性，以及发展可调度可再生能源技术资产组合，包括水电、生物能、地热和聚光太阳能光伏。

电动车比例上升，但生物燃料仍在交通运输领域可再生能源中位居榜首

公路交通中可再生能源份额的增长预计非常有限，仅将从 2016 年的 4% 增长至 2022 年的 5%。生物燃料和电动车属于互补选项，均可通过可再生能源实现交通运输部门去碳化。尽管销量稳增，电动车的份额仍然有限，而在 2022 年之前，生物燃料在公路运输业可再生能源消费总量中的占比预计将达 90% 以上。生物燃料产量在预测期间的增幅有望超过 16%。由于对运输燃料的需求上升、拥有进料来源并享受政府政策支持，亚洲将引领这一增长过程。巴西由于制定了 2030 年全国目标而着力增加可持续生物燃料消费，因此贡献突出。在美国，乙醇和生物柴油生产也在政策框架的支持下持续扩张。总体而言，预计 2020 年之后的欧盟政策不会鼓励产业投资，因此，欧盟将保持微幅增长。近年来，纤维素乙醇等高级生物燃料取得长足进展，但尚不具备与石油产品竞争的实力。其起点很低，产量有望增长近七倍，但在生物燃料总产量中的占比只略高于 1%。

在有利的市场和政策环境支持下，生物燃料产量可提高 13%。我们首次预测了生物燃料的加速增长情景，这一情景的假设条件是巴西新增产能投资，美国扩建燃料配送基础设施，且印度将推出混合动力计划。但是，在加速增长情景中，到 2022 年，生物燃料在公路运输燃料需求量中的占比仍仅为 5%。

可再生能源电力占电动车用电量的 30%，高于目前的 26%。在全球范围内，电动车（包括四轮汽车、两轮和三轮车以及公共汽车）消耗的可再生电力在 2022 年前预计将翻一番，但仍只占总发电量的百分之零点五。这一趋势的推动力不但来自中国两轮和三轮电动车的快速增长，而且也得益于欧洲市场上的四轮电动车使用可再生电力比例较高。美国在全球汽车电力消费量中占比达五分之一以上，但由于可再生能源电力在总用电量中的比例较低，可再生能源电力消耗量估计将低于中国和欧洲。

可再生热力增长四分之一，但其比重仅小幅上升

可再生热力在热力消费中所占比例增长缓慢，2015 年为 9%，2022 年预计将仅增长至近 11%。用于热水和建筑物空间供暖以及用于工业流程的热力，几乎占全球能源类二氧化碳排放量的 40%。因此，热力去碳化仍任重而道远。建筑部门有望引领可再生热力消费增长，而该部门中增速最快的地区是中国、欧盟和北美。在工业领域，中国和印度的

可再生热力消费增长迅猛。就热源而言，生物能将在预测期内主导可再生热力消费的增长，其次是用于发热的可再生电力。全球太阳热能消费同样有望增长三分之一以上，但增速预测将低于之前的年度。由于提高了太阳热能、生物能和地热能的目標，同时对城市空气污染的关注与日俱增，中国单独贡献了预测期内三分之一以上的可再生热力总量增长。欧盟是第二大增量市场，由于《可再生能源指令》设定了约束性目标，在可再生热力绝对消费量方面，欧盟仍处于全球领先地位。

此执行摘要原文用英语发表。

虽然国际能源署尽力确保中文译 忠实于英文原文，但仍难免略有差异。此中文译文仅供参考。

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

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/aboutus/contactus

Typeset in France by IEA, October 2017

Cover design: IEA. Photo credits: © Shutterstock

IEA/OECD possible corrigenda on: www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm

Online bookshop

www.iea.org/books



Secure Sustainable Together

PDF versions at 20% discount

E-mail: books@iea.org

Global Gas Security series

Energy Technology Perspectives series

World Energy Outlook series

Energy Policies of IEA Countries series

World Energy Investment series

Energy Statistics series

Oil

Market Report Series

Energy Policies Beyond IEA Countries series

Gas

Coal

Renewable Energy

Energy Efficiency

RENEWABLES 2017

Analysis and Forecasts to 2022

近年来，可再生电力市场出现了史无前例的加速增长，2016年再次刷新了年度装机记录。就去年而言，太阳能光伏的发展是该市场的主要推动力，实现了可再生电力在全球电力产能中的占比增长。随着风能和太阳能的成本不断降低，越来越多的国家开始采用它们，将之作为化石燃料的替代物。中国仍在这一市场中发挥主导作用，但印度也愈发向舞台中央靠拢。各国政府正在通过可再生能源竞价等政策引入竞争机制，从而进一步降低成本。

国际能源署的*Renewables 2017*（《2017年度可再生能源报告》）（原名为*Medium-Term Renewables Market Report*（《中期可再生能源市场报告》）），对市场进行了详细分析，概括性地介绍了可再生电力产能和发电量、生物燃料生产和热力消费情况，并对2017年至2022年期间的发展趋势进行了展望。本年度报告还补充分析了电动车对可再生能源公路运输的贡献，以及非洲和亚洲发展中国家的离网太阳能市场。

最后，该报告首次列举了主要市场的一系列政策改进，这些政策改进或可加速电力行业可再生能源以及交通运输生物燃料的增长。要实现气候变化长期目标，在各行业加速推行去碳化，这些措施是必不可少的。