

加速全球可再生能源转型



21世纪可再生能源政策网络

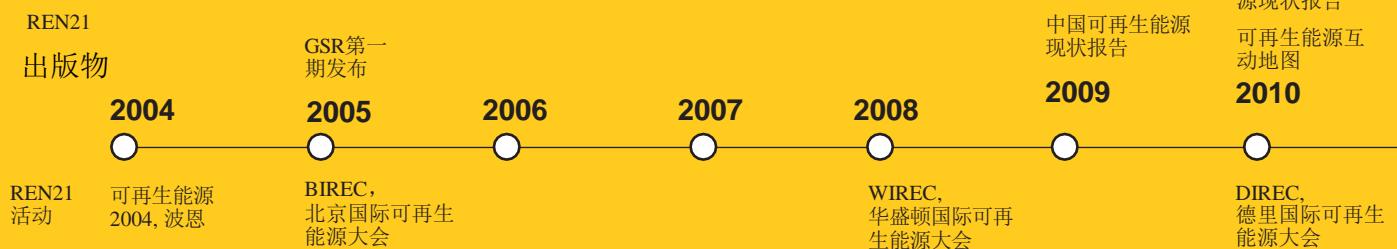
作为全球可再生能源政策领域多方利益相关者网络，REN21连接着众多关键参与者。REN21的目标是促进知识交流，政策进步和全球向可再生能源快速转型的共同行动。

REN21向政府部门、非政府组织、研究和学术机构、国际组织和产业界提供了互相学习及成功促进可再生能源发展的平台。为推动政策制定，REN21提供了高质量的信息，促进了探讨和辩论，并支持了主题网络的发展。

REN21推动着全面、及时的可再生能源领域信息收集。这些信息反映了私营和公共部门的多元化观点，为解除可再生能源领域的迷思提供服务，并推动了政策变革。它通过以下六条产品线实现这一目的：



全球现状报告自2005年以来
每年发布



REN21 PRODUCTS

First released in 2005, REN21's *Renewables Global Status Report* (GSR) has grown to become a truly collaborative effort, drawing on an international network of over 800 authors, contributors and reviewers. Today it is the most frequently referenced report on renewable energy market, industry and policy trends.

REGIONAL

These reports detail the renewable energy developments of a particular region; their production also supports regional data collection processes and informed decision making.

RENEWABLES INTERACTIVE MAP

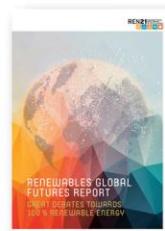
The Renewables Interactive Map is a research tool for tracking the development of renewable energy worldwide. It complements the perspectives and findings of REN21's Global and Regional Status Reports by providing infographics from the reports as well as offering detailed, exportable data packs.



Regional Reports



www.ren21.net/map



Global Futures Reports



REN21 Renewables Academy



International Renewable Energy Conferences

Global Status Report on Local Renewable Energy Policies

20 **20**

Global Futures Report
MENA Renewable Energy Status Report

2013

ADIREC, Abu Dhabi International Renewable Energy Conference

ECOWAS Renewable Energy and Energy Efficiency Status Report

2014

First REN21 Renewables Academy, Bonn

SADC and UNECE Renewable Energy and Energy Efficiency Status Reports

2015

Renewables Interactive Map revamp
SAIREC, South Africa International Renewable Energy Conference

EAC Renewable Energy and Energy Efficiency Status Report

2016

First GSR Microsite

Renewables 100% Global Futures Report
UNECE Renewable Energy Status Report

Renewable Energy Tenders and Community [em]Power[ment]

2017

MEXIREC Mexico International Renewable Energy Conference

REN21 成员

行业协会

Alliance for Rural Electrification (ARE)
American Council on Renewable Energy (ACORE)
Association for Renewable Energy of Lusophone Countries (ALER) Chinese Renewable Energy Industries Association (CREIA)
Clean Energy Council (CEC) European Renewable Energies Federation (EREF)
Global Off-Grid Lighting Association (GOGLA)
Global Solar Council (GSC)
Global Wind Energy Council (GWEC)
Indian Renewable Energy Federation (IREF)
International Geothermal Association (IGA)
International Hydropower Association (IHA)
Portuguese Renewable Energy Association (APREN)
Renewable Energy Solutions for the Mediterranean (RES4MED)
World Bioenergy Association (WBA)
World Wind Energy Association (WWEA)

国际组织

Asian Development Bank (ADB)
Asia Pacific Energy Research Centre (APERC)
ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE)
European Commission (EC)
Global Environment Facility (GEF)
International Energy Agency (IEA)
International Renewable Energy Agency (IRENA)
Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE)
United Nations Development Programme (UNDP)
UN Environment (UNEP)
United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)
World Bank (WB)

非政府组织

Climate Action Network (CAN)
Council on Energy, Environment and Water (CEEW)
Fundación Energías Renovables (FER)
Global Alliance for Clean Cookstoves (GACC)
Global Forum on Sustainable Energy (GFSE)
Greenpeace International
ICLEI – Local Governments for Sustainability, South Asia
Institute for Sustainable Energy Policies (ISEP)
Mali Folkecenter (MFC)
Partnership for Sustainable Low Carbon Transport (SLoCaT)
Renewable Energy Institute (REI)
World Council for Renewable Energy (WCREE)
World Future Council (WFC)
World Resources Institute (WRI)
World Wildlife Fund (WWF)

自由成员

Michael Eckhart
Mohamed El-Ashry
David Hales
Kirsty Hamilton
Peter Rae

国家政府

Afghanistan
Brazil
Denmark
Germany
India
Norway
South Africa
Spain
United Arab Emirates
United Kingdom
United States of America

科学和学术机构

Fundación Bariloche (FB)
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)
International Solar Energy Society (ISES)
National Renewable Energy Laboratory (NREL)
South African National Energy Development Institute (SANEDI)
The Energy and Resources Institute (TERI)

董事

Arthouros Zervos
National Technical University of Athens (NTUA)

执行秘书

Christine Lins
REN21



REN21社群

REN21是一个由来自公、私领域的多利益相关方构成的网络。多名可再生能源、能源获取和能源效率专家汇聚一堂，共同分享观点和知识，协助REN21秘书处撰写全球可再生能源现状年度报告和各个区域性报告。目前，这个网络已有超过800位积极贡献者和评论者。

这些专家参与到GSR的编写进程，付出了时间，贡献了数据，并在同行评审阶段提出意见。这本年度报告是所有共同努力的成果，它已经成为全球可再生能源市场、产业和政策概览方面最被广泛引用的出版物。

R 追踪155个国家



R 囊括96%的全球GDP



R 代表了96%的全球人口





全球能源转型已经在进行

推动全球可再生能源转型：

REN21

《2017全球可再生能源现状报告》

----重点发现

REN21《2017全球可再生能源现状报告》展示了一场正在进行着的全球能源转型：可再生能源新增容量创下新纪录；成本急速下降，尤其是太阳能光伏和风电成本；经济增长和能源相关碳排放连续三年解耦。通过跨部门规划的更优整合，令人振奋的新型商业模式的使用，以及多种使能技术的创造性应用，创新和以更加可持续的方法来满足人类能源需求正在加速依赖化石能源的世界向可再生能源运行模式的转型。

2017重要发现

在2016年，可再生能源新增装机容量创新纪录，共计161吉瓦（GW），使全球总装机较2015年增长约9%。太阳能光伏在2016年表现抢眼，在新增总装机中占比约47%，随后是风电，占比34%，其次是水电，15.5%。这已经是连续第5年可再生能源新增发电装机（包括所有水电）的投资额约是化石能源发电装机的两倍，达到了2498亿美元。目前，世界上每年可再生能源新增发电容量比所有化石能源净新增总容量还要多。

光伏发电和风电成本急剧下降。近期，阿根廷、智利、印度、约旦、沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国的光伏市场都出现了破纪录的投标价，其中，某些国家的投标电价已低于0.03美元/度电（kWh）。同时，很多国家的风电竞标价也现新低，这些国家有智利、印度、墨西哥和摩洛哥。丹麦和荷兰的海上风电招标电价新低使欧洲海上风电产业向其2025年前海上风电电价低于煤炭电价的目标更进了一步。

n 2016年，全球能源相关的化石燃料和工业二氧化碳排放量连续第三年保持稳定，尽管全球经济增长3%和能源需求有所增加。这主要归因于煤炭消费量的下降，但也得益于可再生能源装机的增长和能源效率的提升。经济增长和二氧化碳排放的解耦是为了将全球温升控制在2摄氏度以内而必须将碳排量急速降低的重要一步。

n 当没有太阳也不刮风时，需要由化石能源电力和核电提供“基本负荷”的迷思已被证明是错误的。2016年，丹麦和德国成功管理了可再生能源发电峰值分别达到140%和86.3%的情况，同时，一些国家（如葡萄牙、爱尔兰和塞浦路斯）正在实现每年有20-30%的电力来自波动性可再生能源，而无需额外的储能装置。高比例波动性可再生能源并网的关键就在于确保电力系统灵活性的最大化。

n 多个城市、州、国家和大型公司涌现出了承诺100%可再生能源的热潮，因为这具经济和商业意义，而非仅仅出于对气候、环境和公共健康方面利益的考虑。2016年，又有34家公司加入RE100这个旨在实现100%可再生能源电力应用的全球性倡议。2016年一年间，全球承诺在能源总消费或电力领域向100%可再生能源转型的城市持续增加，其中有些城市和社区已经成功实现了这一目标（例如日本的100多个社区）。在“气候和能源领域市长协定”下，来自7200多个社区的共计2.25亿人口已承诺通过提高能效和可再生能源部署，在2030年前使碳排放减少40%。而且，不仅是公司和次国家行为体在寻求实现100%的可再生能源。在2016年11月摩洛哥的马拉喀什气候大会上，48个发展中国家的领导人承诺要在本国实现100%的可再生能源供给。

n 发展中国家正在经历转型，数十亿的人们仍用不上电（约12亿人口），同时/或者没有清洁的烹饪设施（约27亿人口）。只通过电网延伸供电的冗长模式正在被由新商业模式和技术带动发展的离网市场逐步替代。不论是微网还是独立系统市场都在快速地发展。孟加拉国安装了400万个户用太阳能系统，也因此成为了全球最大的主要使用小额信贷计划的户用太阳能系统市场。由移动技术作为支持的随收随附制（Pay-As-You-Go, PAYG）商业模式（如用手机支付电费）也十分活跃。2012年，对PAYG太阳能公司的投资还只有300万美元，但截至2016年底，这一数字已从短短一年前的1.58亿美元跃升至2.23亿美元。这一趋势始于东非地区，并迅速扩散到西非和南非地区。目前，微网市场每年增长超2000亿美元。2016年，在光伏和风电领域，有超过23MW的微网项目被宣布启动。

n 只有富裕国家才能用得起可再生能源的说法不再适用。可再生能源新增装机最多的还是在发展中国家，并且主要是在中国。在过去的8年间，中国一直都是可再生能源发电和供热领域最大的发展国。印度开展的太阳能革命，以及48个承诺100%可再生能源目标的发展中国家，使得全球可再生能源总装机中发展中国家所占的份额将继续增加。而且，2015年，发展中国家和新兴国家已第一次在可再生能源投资方面取代了发达国家的地位（但发达国家于2016年重新夺回了领导地位，尽管中国仍是投资额最多的国家）。可再生能源太贵的迷思，或是只有少数富裕国家才能继续引领发展的说法已不得人心。在许多情况下，可再生能源电力已是成本最低的选择。

n 即便是在向可再生能源的未来转型过程中面临最大挑战的交通领域，重大变革也在发生。尽管交通领域可再生能源应用相关政策的主要关注点仍在混合生物柴油，鼓励购买电动汽车（EVs）的各项政策也正在涌现，并开始初见成效：全球电动汽车在道路交通，尤其是客运车辆方面的推广在近几年实现快速发展。2016年，全球客运电动汽车销售量约为77.5万量，截至16年底，全球有超过200万电动汽车上路行驶。

然而，可再生能源和电动汽车间的直接连接仍然有限。尽管不是绝大多数，但仍有许多电动汽车是由核能和化石能源所发的电力驱动（除了挪威是由水电驱动）。虽然如此，仍然有希望。例如，在英国和荷兰，汽车共享公司已开始提供使用可再生能源为汽车充电的有关条款。同时，随着电网中可再生能源比例的增加，电气化交通领域可再生能源的比例也会相应提高，这也说明在将电力和交通领域挂钩时，需要系统性的规划和政策设计。

轨道交通约占交通部门总用能的2%，在这一领域，可再生能源也开始发挥作用。2016年，很多铁路系统开始实施新的项目来用可再生能源发电（例如，在铁路用地上建造风机，以及在火车站安装太阳能电池板），特别是在印度和摩洛哥。

n 尽管供暖和制冷领域进展缓慢，但也出现了一些积极的进展。太阳能的使用在食品和饮料行业以及采矿行业都保持着持续的增长，并已扩展到其他行业。光热在很大程度上被纳入区域供热系统，这在几个欧洲国家的一些大型项目中有所体现，而丹麦目前处于此领域的领先地位。一些欧盟（EU）国家也扩大了地热区供热厂的使用，同时，市场对将可再生能源电力转化为热能，从而使区域供热为电力系统提供灵活性的兴趣也在不断增长。

n 最后，使能技术正在促进和推动可再生能源的发展（考虑到这些技术日渐重要的地位，《2017全球可再生能源现状报告》对它们进行了首次探讨）。信息通讯技术（ICT）、储存系统、电动汽车和热泵，还有很多不一一列举，这些技术促进和推动着可再生能源的发展。即便这些技术并没有朝着它最初的目标发展，但仍然在推动系统进一步整合和实现更有效的需求响应方面展示了巨大的能力。

尤其是储能，由于其在向电力系统提供额外的灵活性方面的潜力，正备受关注。目前，储能还只是小规模地被应用于数量有限的市场。在2016年，约有0.8GW的新增非抽水蓄能装机被投入运营，其中大部分是电池（电气化学）储能，但也有一些CSP热存储容量。这使得年终总容量达到约6.4GW。这一数量使全球在运抽水蓄能容量达到约150GW。大多数增长来自电池（电气化学）储能，这一领域的创新主要由电动汽车产业驱动。储能系统越来越多地被运用于大型电力项目，也被用于储存太阳能屋顶发电系统所发电力。



可再生能源发展的驱动力

减缓气候变化已经成为未来100%使用可再生能源其背后的一个主要理由。但减少二氧化碳的收益并不是驱动可再生能源发展的唯一动力。

在许多国家，**减少当地的空气污染** – 以及污染带来的健康问题 – 是关键驱动力。例如，中国在2017年初宣布将投资2.5万亿人民币（约合3600亿美元）支持可再生能源发展，来治理中国许多城市的煤炭火电厂造成的大量空气污染问题。

能源安全是另一个重要的驱动力。例如，美国军方的高级官员呼吁将可再生能源电力和燃料的使用作为国家安全和军队自身运行的保障。能源安全也正在更广泛的背景下被考虑和关注，例如增强能源系统的应变能力以面对气候变化预期的影响。

可再生技术的成本正在迅速下降，特别是在电力部门。太阳能光伏发电的制造和安装领域正在进行创新，包括改善风力涡轮机的材料和设计，以及在集中式太阳能热发电CSP的热能存储技术上的进步-这些例子说明，技术创新有助于整体成本的降低。在许多国家，可再生能源现在与新的化石燃料和核能的成本相比具备竞争力，如果考虑到特殊补贴就更加具成本竞争力（可再生能源只能得到化石燃料的四分之一的补贴额）。

最后，可再生能源的发展创造了**本地价值和就业机会**。随着世界经济面临低增长，可再生能源部门提供了一种能够增加收入、改善贸易平衡、促进工业发展和创造就业机会的方法。分析表明，具有稳定的可再生能源政策框架的国家会从这一领域创造的本地价值中受益最大。

“2016年，投资者可以以更少的钱获得更多的可再生能源容量。”



但是，转型仍步履迟缓

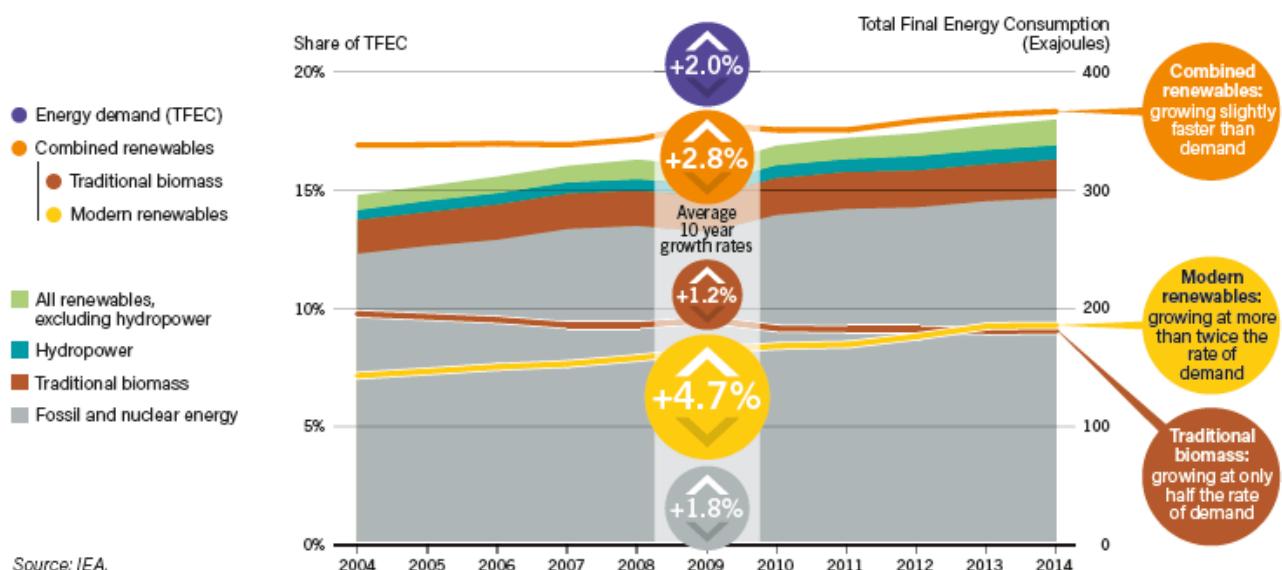
尽管态势积极，但转型的步伐距实现2015年12月确定的开创性的巴黎协定中的目标还很迟缓。巴黎协议要求较工业化前的水平相比保持全球气温上升低于1.5摄氏度到2摄氏度。2016年审核巴黎协定的目标时，117个国家通过了国家自主贡献计划，其中55个国家主要采用可再生能源的目标，107个拥有能源效率目标。然而，各国的承诺综合起来将使气温上升超过2摄氏度，而最乐观的估计约在2.3摄氏度和3.5摄氏度之间。

有了正确的政策，电力部门预计可以在本世纪中叶实现零排放。但是，“电力”和“能源”是有区别的，而这经常被公共话语所混淆：能源市场上实际上包括三个主要部分：电力，运输，供热和制冷。交通运输和供热和制冷行业的进步远远落后于可再生能源在电力部门的巨大增长。

“人人享有可持续能源”（SEforALL）倡议旨在实现可持续能源人人可及，使可再生能源比例翻番（从2010年的18%增长到2030年的36%），并使全球能源效率的增长率在2030年较2010年水平实现翻番。简单地说，可再生能源未来的实现离不开能源效率的巨大进步。幸运的是，过去25年间实施的能效举措节省了相当于目前中国、印度和欧洲的能源需求总和。从1990年到2014年，全球一次能源强度年均减少率为1.5%，到2015年能源强度比1990年降低了30%以上。

在2015年——GSR出版物中数据最新的一年——全球一次能源强度较上一年增长2.6%，这使得2010年-2015年间年平均增长率达到2.1%。这是一个重大成果。但如要实现SEforALL能源效率的目标，自2017年开始，能源强度就需要平均每年增加2.6%。如果有一年低于这个平均水平，我们就需要在下一年用更高的增长率抵消。

可再生能源在终端能源总消耗（TFEC）中的比重，2000–2014



2016年可再生能源指标

2015

2016

投资

可再生能源电力和燃料新投资（年度） ¹	十亿美元	312.2	241.6
--------------------------------	------	-------	-------

电力

可再生能源电力容量（总量，不含水电）	GW	785	921
可再生能源电力容量（总量，含水电）	GW	1,856	2,017
水电容量 ²	GW	1,071	1,096
生物质电力容量	GW	106	112
生物质发电量(年度)	TWh	464	504
地热发电容量	GW	13	13.5
太阳能光伏容量	GW	228	303
太阳能热发电容量	GW	4.7	4.8
风电容量	GW	433	487

供热

太阳能热水容量 ³	GW _{th}	435	456
----------------------	------------------	-----	-----

交通

乙醇产量(年度)	billion litres	98.3	98.6
生物柴油产量(年度)	billion litres	30.1	30.8

政策

有政策目标的国家	#	173	176
采用固定电价政策的州/省/国家	#	110	110
采用可再生能源配额制政策的州/省/国家	#	100	100
采用招投标/公开竞争投标的国家 ⁴	#	16	34
采用热义务/强制政策的国家	#	21	21
采用生物燃料强制政策的州/省/国家 ⁵	#	66	68

¹ Investment data are from Bloomberg New Energy Finance and include all biomass, geothermal and wind power projects of more than 1 MW; all hydro projects of between 1 and 50 MW; all solar power projects, with those less than 1 MW estimated separately; all ocean energy projects; and all biofuel projects with an annual production capacity of 1 million litres or more.

² The GSR 2016 reported a global total of 1,064 GW of hydropower capacity at end-2015. The value of 1,071 GW shown here reflects the difference between end-2016 capacity (1,096 GW) and new installations in 2016 (25 GW). Differences are explained in part by uncertainty regarding capacity retirements and plant repowering each year. Note also that the GSR strives to exclude pure pumped storage capacity from hydropower capacity data.

³ Solar hot water capacity data include water collectors only. The number for 2016 is a preliminary estimate.

⁴ Data for tendering/public competitive bidding reflect all countries that have held tenders at any time up through the year of focus.

⁵ Biofuel policies include policies listed both under the biofuels obligation/mandate column in Table 3 (Renewable Energy Support Policies) and in Reference Table R25 (National and State/Provincial Biofuel Blend Mandates).

Note: All values are rounded to whole numbers except for numbers <15, biofuels and investment, which are rounded to one decimal point.

有可能不再那么迅速

投资下降

尽管全球新增可再生能源电力和燃料容量投资大约是化石燃料的两倍，但可再生能源新增装机（不包括50MW以上的水电）的投资较2015年下降了23%。在发展中和新兴国家，可再生能源投资下降30%，达1166亿美元，但在发达国家降低了14%到1250亿美元。2016年可再生能源领域整体投资水平较低的原因主要是中国和日本市场，以及其他新兴市场，尤其是印度和南非（后者主要是由于可再生能源竞标上的滞后）的放缓。

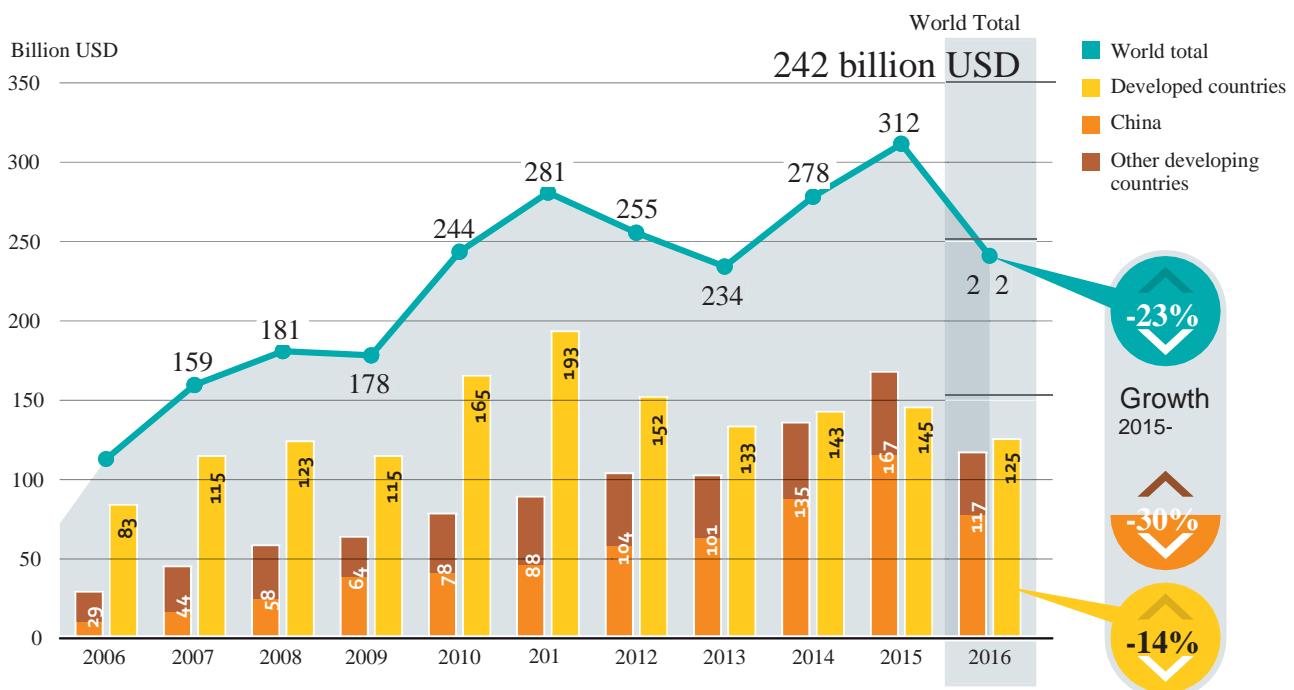
中国仍然是世界上最大的可再生能源投资国（占据了全世界32%的融资额，不包括超过50兆瓦的水电项目）。但相较于2015年的可再生能源投资纪录，2016年投资的方向部分转到电网改善和电力市场的改革，以便更好地利用现有的可再生能源资源。2017年1月，中国政府宣布将在2020年底前投入3600亿美元，巩固其在可再生能源投资领域的世界领先地位。

在日本，2011年的福岛核灾难客观上推动了可再生能源在当地的发展。然而，在现实中，电力公司表现出对向可再生能源转型的阻力。以风电为例，程序上的拖沓阻碍了市场的发展。政策从慷慨的固定电价向招标的变化导致2016年对小型可再生能源装机投资下跌近70%。

供热和制冷进展缓慢

如前所述，在向可再生能源转型的过程中，供热和制冷的步伐远远落后于电力部门。其中用于热的能源（水和空间加热，烹饪和工业过程）占2016年全球终端能源消费总量的一半以上，其中可再生能源约占25%。但超过三分之二的可再生能源份额来自传统生物质（主要用于发展中国家的烹饪和供热），但这往往是不可持续的，在不能充分燃烧时会产生高污染和损害人类健康的物质。超过400万人死于因使用固体燃料烹饪而造成家庭空气污染所导致的疾病。现代可再生能源供应的热能主要用于工业用途（占56%）。

全球发达国家、新兴国家和发展中国家可再生能源电力和燃料新增投资，2006–2016



Note: Figure does not include investment in hydropower projects larger than 50 MW.
Investment totals have been rounded to nearest billion.

Source: BNEF

空间制冷，其中大部分是由电器供应，只占世界总能源消耗的2%左右。以热再生能源为基础的制冷技术，目前大体上还没有跟上不断增长的制冷需求。

可再生技术在供热和制冷部门中的发展仍受制于此市场的独特性和分散性。投资的高成本和来自对化石燃料的补贴构成了对发展可再生能源供热的阻碍。缺少有效的政策和政治意愿将继续减缓可再生能源的应用。

其他相关因素也阻碍了进步，这些阻碍因素是可以通过有效的政策和政治意愿克服的，包括：对技术的有限了解、对化石能源的补贴，这些补贴人为降低了化石能源的价格。尤其在发展中国家，尽管可再生能源供热的潜能很大，但相应安装知识的缺乏仍旧是一个最大障碍，尤其是在工业量级的供热方面。

交通——尤其是航空和货运——在可再生能源转型方面仍旧落后

可再生能源在交通部门的规模化发展缓慢。尽管也有一些进步——特别是电动汽车市场的快速发展——石油产品仍旧在交通领域终端能源消费中占比约93%。在巴黎协定签署后，国际社会对交通领域的脱碳给予了越来越多的关注，但只有22个国家特别提到了交通领域的可再生能源发展，只有2个国家和地区（纽埃岛和新西兰）提出应由可再生能源驱动电动汽车的需求。

在交通领域需要提高效率、优化配置和转变模式-例如从私人汽车向公共交通的转型-这是交通领域碳减排的重要手段之一。然而，目前来看交通运输领域的脱碳还没有受到足够的重视，至少不是优先级的考虑。

道路交通领域的电气化仍存在诸多障碍，如相对高昂的电动汽车成本，驾驶里程和电池寿命的有限，以及缺少充电基础设施。在发展中国家，还存在其他障碍，例如强有力的电力供应的缺乏。更重要的是，发展中国家的交通运输发展步伐还停留在建设基础交通设施上。同时非常明显的迫切需求是，可再生能源为基础的解决方案应该纳入规划过程（当然现阶段情况并非如此）。





在铁路运输领域，可再生能源电力在全球铁路系统整体能源结构中占比从1990年的3.4%增长到2013年的约9%，这一比例在某些国家更高。城市铁路基础设施和服务已经足够电气化的时候，长距离钢轨的电气化则需要重大基础设施的变化和相应的融资。

生物燃料不只在道路交通上被需要，也在货运、航空运输中被广泛使用，在这些领域做到电气化很难。燃料需要适应这些领域应用和适应不同类型的发动机。尽管发展兴趣不断增强，但2016年间航空生物燃料批量生产的规模仍然很小，且大部分是用于示范。同样，海洋生物燃料生产也处于初级阶段。

在全球范围内，国际民用航空组织于2016年达成协议，拟建立一项全球措施，以减少航空领域二氧化碳排放，包括进一步提升可持续航空燃料的生产和使用。但是，航空领域去碳化进程仍进展十分缓慢。货运行业也未解决其碳排放问题。尽管个人船只的碳强度稍低，随着全球贸易和交

然而，一些重大的发展出现在2016年。一些国家政府，以欧洲为首，开始在交通运输部门部署中长期碳减排战略并寻求更好的解决方法，其中还涉及对长期结构性变化的考虑；许多规划都密切考虑到了交通运输行业的电力化。德国2016年的气候行动计划，旨在到2030年前减少交通运输部门40-42%的排放量，并制定有旨在完全脱碳的部门长期目标。

对化石燃料的补贴总体上继续抑制可再生能源的发展

最后，制约可再生能源的快速发展的一个主要的障碍是：对化石燃料（以及核能）的继续补贴，尽管已有许多国家承诺逐步取消这些补贴。截至2016年底，已有超过50个国家承诺逐步取消化石燃料补贴，一些改革已经在进行但仍然不够。2014年，化石燃料补贴与可再生能源补贴比例为4:1。换言之，每1美元用于可再生能源，政府就会花费4美元来维持我们对化石燃料的依赖。这是在用非常无效的方式扭曲能源市场的发展。

排名前五的国家

2016年年度投资/净新增容量/产出

	1	2	3	4	5
可再生能源电力和燃料投资 (不含大于50MW的水电项目)	China	United States	United Kingdom	Japan	Germany
每单位GDP对可再生能源电力和燃料投资 ¹	Bolivia	Senegal	Jordan	Honduras	Iceland
地热发电容量	Indonesia	Turkey	Kenya	Mexico	Japan
水电容量	China	Brazil	Ecuador	Ethiopia	Vietnam
光伏发电容量	China	United States	Japan	India	United Kingdom
光热(CSP)容量 ²	South Africa	China	—	—	—
风电容量	China	United States	Germany	India	Brazil
太阳能热水容量	China	Turkey	Brazil	India	United States
生物柴油产量	United States	Brazil	Argentina/Germany/Indonesia		
生物乙醇产量	United States	Brazil	China	Canada	Thailand

2016年底前总发电容量

	1	2	3	4	5
电力					
可再生能源电力(包含水电)	China	United States	Brazil	Germany	Canada
可再生能源电力(不包含水电)	China	United States	Germany	Japan	India
人均可再生能源电力 (非水) ³	Iceland	Denmark	Sweden/Germany		Spain/Finland
生物质能发电	United States	China	Germany	Brazil	Japan
地热发电容量	United States	Philippines	Indonesia	New Zealand	Mexico
水电容量 ⁴	China	Brazil	United States	Canada	Russian Federat.
水力发电 ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federat.
CSP 容量	Spain	United States	India	South Africa	Morocco
光伏容量	China	Japan	Germany	United States	Italy
人均光伏容量	Germany	Japan	Italy	Belgium	Australia/Greece
风电容量	China	United States	Germany	India	Spain
人均风电容量	Denmark	Sweden	Germany	Ireland	Portugal
供热					
太阳能热水集热容量 ⁵	China	United States	Turkey	Germany	Brazil
人均太阳能热水集热容量 ⁵	Barbados	Austria	Cyprus	Israel	Greece
地热容量 ⁶	China	Turkey	Japan	Iceland	India
人均地热容量 ⁶	Iceland	New Zealand	Hungary	Turkey	Japan

¹Countries considered include only those covered by Bloomberg New Energy Finance (BNEF); GDP (at purchasers' prices) data for 2015 from World Bank. BNEF data include the following: all biomass, geothermal and wind power projects of more than 1 MW; all hydropower projects of between 1 and 50 MW; all solar power projects, with those less than 1 MW (small-scale capacity) estimated separately; all ocean energy projects; and all biofuel projects with an annual production capacity of 1 million litres or more. Small-scale capacity data used to help calculate investment per unit of GDP cover only those countries investing USD 200 million or more.

²Only two countries brought CSP plants online in 2016, which is why no countries are listed in places 3, 4 and 5.

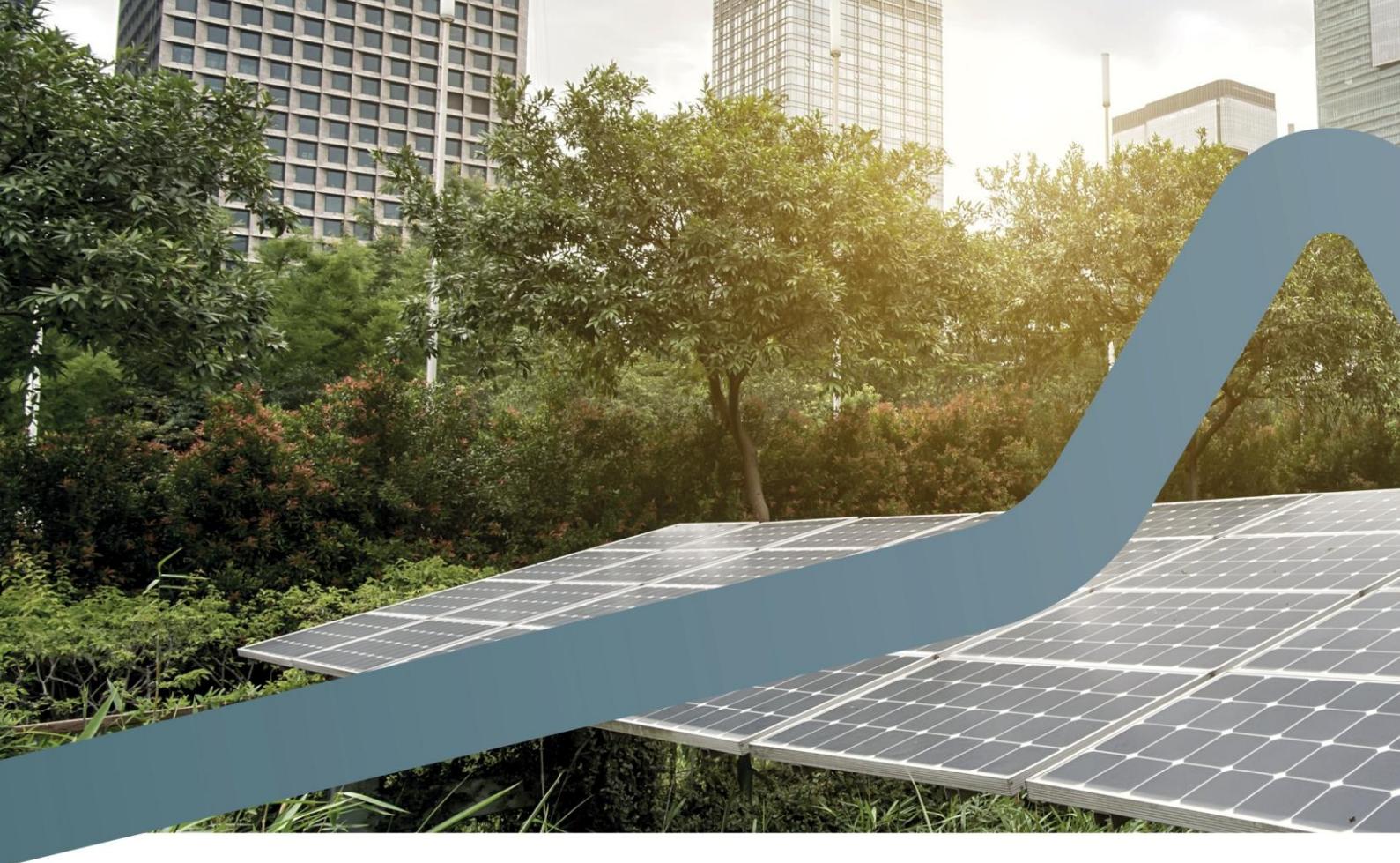
³Per capita renewable power capacity (not including hydropower) ranking based on data gathered from various sources for more than 70 countries and on 2015 population data from World Bank.

⁴Country rankings for hydropower capacity and generation differ because some countries rely on hydropower for baseload supply whereas others use it more to follow the electric load and to match peaks in demand.

⁵Solar water heating collector rankings for total capacity and per capita are for year-end 2015 and are based on capacity of water (glazed and unglazed) collectors only. Data from International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme. Total capacity rankings are estimated to remain unchanged for year-end 2016.

⁶Not including heat pumps.

Note: Most rankings are based on absolute amounts of investment, power generation capacity or output, or biofuels production; if done on a basis of per capita, national GDP or other, the rankings would be different for many categories (as seen with per capita rankings for renewable power not including hydropower, solar PV, wind power, solar water collector and geothermal heat capacity).



如何加速转型

1) 如要实现气候承诺，世界必须放弃化石能源

中国政府于2017年1月宣布已关停超过100家在运火电厂，并在5月宣布在全国32个省中的29个暂缓新火电站的建设。这些举措显示，当政治意愿足够强烈时，改革的脚步就会快速迈进。逐步减少煤炭，使用可再生能源发展（同时结合提高能源效率）将是减少二氧化碳排放最为有效的方法，同时还可获得健康这一附加值。

随着政府部门对解决气候变化这一议题愈加重视，对煤炭和其他化石能源的投资成为搁浅资产的风险也在增加。

2) 相较投资化石能源或是核能“基础负荷”，更应关注可调度的可再生能源发展，以及各种调动灵活性的选项，以管理更高比例波动性可再生能源

如何实现这点还需根据各地区自身环境来考虑：电力需求是否稳定，电网是否发达（和互联）；需求是否一直增长，供给是否由于风电和太阳能电力比例的提升不断扩大；是否已有供应盈余从而使电力系统在多云或无风的日子也能正常运转；是否需求持续快速增长（如在很多发展中国家一样）的同时，基础系统却仍不发达；等等。

在发展中国家，通过有效率的规划，从一开始就可以设计出一系列互补的举措从而最大限度地发挥灵活性。对于现有的系统，灵活性举措包括了：管理缩短的交易时间；更仔细地匹配需求和供给；建立电网互联；投资储能方案；自动化技术应用；以及跨部门整合规划（例如，通过在白天给电动汽车充电，从而高效利用来自太阳能光伏发电和风力发电的超过电力需求的多余部分）。

通常来说，政策需支持并体现电力、交通、供热和制冷多部门的耦合。这就需要在规划制定过程中实现跨领域、跨多政府部门和部委间的合作。政策设计应体现同公、私部门进行密切对话的成果，不同级别政府的政策应该是互补且互相加强的。



向可再生能源转型的关键参与者

当美国和欧洲各国等多个可再生能源领域的先驱继续在可再生能源转型中发挥重要作用的同时，也在涌现新的关键参与者：

新兴经济体：中国可谓是世界上可再生能源的重量级发展冠军，在过去的八年中正在成为可再生能源电力和热能最大的开发者。2016年，越来越多的发展中国家继续扩大其可再生能源的产能，其中一些国家正在迅速成为重要的市场。受益于低成本和更加高效的可再生能源技术以及更可靠的资源预测，新兴经济体如阿根廷、智利、中国、印度和墨西哥的市场足以吸引投资，并快速实现能源产业转型。

公司：越来越多的公司承诺使用100%的可再生能源电力。像谷歌和脸谱网这样的公司，利用大量电力为他们的数据中心供电，其重要性不可低估。通过对预购电协议和直接投资的谈判协商，他们的可再生能源承诺激发了对新清洁电力项目的数十亿美元的投资。

城市：城市在推动可再生能源转型中，正在发挥着越来越重要的作用，无论他们这样做的目的是为了满足气候变化减缓目标，减少当地的空气污染源，还是增加就业机会。2014年，城市占全球能源需求的65%，每个城市都面临着自己独特的挑战和机遇。一些城市在建筑和交通部门消耗着大量的能源，而在另一些，大型工业部门占能源使用的大部分。城市的政策制定者可以使用采购和规范职能来解决这一问题，例如，将公共交通队伍转型为可再生能源燃料或替换为由可再生能源供电的电动汽车，在城市建筑物上安装太阳能电池板，建立本地建筑指标，强制使用太阳能热水器，并制定能源效率标准。

- 3) 世界上仍有数十亿人缺少电力，为他们提供现代能源服务的努力也在不断加强，因此，将致力于最大程度发挥系统灵活性的可再生能源和使能技术的应用置于优先发展地位，并且提高高能效技术的应用是至关重要的

应该加大对分布式可再生能源技术的支持力度，并更加重视发展中国家促进本地能力建设的政策，特别是供热和制冷领域，因为它们对本地资源有极强的依赖性。2015年，能源获取和分布式可再生能源项目的融资占所有能源投资的不到16%（总投资额174亿美元中的31亿美元）。鉴于使人人都享有能源目标的紧迫性，在这些领域的投资应大幅增加。

此外，政府应创造有利环境，支持企业抓住机遇，特别是为有可能无法获得能源的人们提供服务方面。对于政府而言，消除一系列阻碍发展的障碍是至关重要的，这些障碍主要包括了政策和能源规划的不确定性、企业和消费者缺少融资渠道、对煤油和柴油的补贴不利于可再生能源替代、财政和进口壁垒提高了价格（如进口关税和增值税）、投资者信息和保险的缺失、还缺乏产品标准来确保产品质量和可靠性。

市场和产业发展

生物质能

全球生物柴油产量在2015年经历了减产，但在欧盟和亚洲，尤其是韩国，生物发电产量一直持续增长。2016年，水质精制植物油（HVO）和沼气在交通领域被更多使用，全球生物电力容量和发电量均有6%左右的增长，但现代生物能供热的应用在近年来开始放缓，年增长率约为1%。

地热

全球地热发电在2016年发电量约78个太瓦时。然而，该行业仍然负担着潜在的高风险，这表现在勘探和项目开发过程中，存在一些漏洞以及缺乏相关的风险应对措施。在2016年底，印度尼西亚和土耳其新增了大量的地热能电力容量，许多欧洲国家完成新的或扩展了原有的地热区域供热系统。

水电

美洲和亚洲水文情况的提升提高了水电产量。这些地区的很多国家有新增装机，如中国、巴西、厄瓜多尔、埃塞俄比亚和越南。尽管中国本地市场继续被压缩，它在2016年仍比其他任何一国的安装量都多。气候风险仍然是一个紧迫的问题。



海洋能

虽然有更多的公司在世界各地推进着海洋能源技术，部署着新的战略，以及改进着相关的设备，但是该行业仍面临着持续的挑战。其中最主要的是融资风险，因为这涉及相对较高的前期成本、需要适时完善规划、调整相关内容和完善许可审批程序。

太阳能光伏 (PV)

光伏在2016年全球净新增电力装机中的主要力量，相当于每小时安装超过3.1万个太阳能电池板。至少17个国家在16年底前拥有足够的可满足2%或以上电力需求的光伏发电容量，很多国家这一比例更高。同时，这一年光伏发电的价格也创下新低，尤其是组件价格。

太阳能热发电 (CSP)

所有在2016年上线的三个新光热（CSP）设施均设置了热能存储装置（TES），这使得它们能够提供可被调度的电力，也就意味着它们能在电力需求高峰时段供电。虽然CSP在过去10年内全球总装机的增长率仍然是可再生能源中最低的，该行业仍然在一个强劲增长的轨道上前行，预计在2017年将有900兆瓦的集中太阳能热发电投入运营。CSP也在石油和天然气储量有限的国家获得更多的政策支持，以应对电网限制，满足更多储能需要，使工业化发展更加完善和创造更多就业机会。

太阳能热供热和制冷

太阳能热供热和制冷技术在2016年继续全球扩张，在一些新兴市场的销售额又有所回升，包括阿根廷，中东，以及部分东、中非国家。但对于规模更大更为成熟的市场来说，2016年是具有挑战性的一年，原因有以下几个，其中最重要的则是低油价和低天然气价格的冲击。中国保持了领先地位，约占全球增长量的75%。

风电

2016年是全球领先的风机制造商表现优异的一年，技术创新继续面临着来自天然气成本降低和来自太阳能光伏领域的竞争挑战。新的市场继续在世界各地开放。截至年底，90多个国家积极开展风能项目。海上风电历经了的第一个商业项目在韩国和美国的上线，以及在德国，荷兰和中国新增了大量的容量。至少有24个国家的风电产量达到了其年需求量的5%或以上，其中至少有13个达到了10%以上。



4) 政策是关键：所有领域均需系统性方法

同前几年一样，2016年可再生能源支持政策大部分关注在电力领域，而供热和制冷以及交通领域的政策则进展缓慢。这种情况必须改变：如果我们希望达成巴黎协定中的目标，就必须在可再生能源转型这三大支柱领域输入强有力的支持政策。政策可在国家和次国家的层面，并可有多种形式，包括发展目标、固定电价政策、竞标（也被称为竞争性招投标）、规范性强制措施、法规标准的变化、燃料效率标准、政府拨款、贷款和补贴等。不管选择何种政策框架，透明度和稳定性都是必不可少的。

应强调以下几项政策建议：

n 一个系统性的方法：第一且最重要的，随着一国或一个地区可再生能源的份额显著提升，则需要一个系统性的方法。得益于现在已经有很多的，从局限的单一电网、单一国家、城市或一个领域扩展开来的远见，关于如何实现高比例波动性可再生能源的并网的对话正在进行。在一个系统方法中，构成可再生能源为基础的能源体系的，不再是传统的狭隘的可再生能源概念（风、光、水电等等），而是一个包含了如输配电网这类支持行基础设施、囊括了能效举措和部门耦合（如电力和交通网络的整合）的供需平衡举措、以及多种多样的使能技术。这个系统性的方法应成为能源和基础设施规划、融资和政策完善的准则。

n 电力：在许多国家，固定电价政策正在被招投标所逐步取代，后者的主要目标是发展大型可再生能源电站项目。这项变化很大程度上降低了可再生能源电价。但是在某些情况下，由于计划的延迟，这也降低了市场持续性，增加了市场不安全感，带来负面效应。例如，在南非，能源项目招标进程不断延迟，从而给国家可再生能源产业带来了很严重的问题。因此，如果想避免类似情况，将能源规划、政策设计或制定以及产业发展结合起来是非常重要的。通过制定更有战略性的能源规划，从而确保招标进程的长期可预测性，市场机遇就会不断被创造出来。这将有利于发展一个强大的可再生能源电力产业，并且有利于培育相关技术和创造本地价值。同时，支持分布式、本土化的可再生能源项目也是很重要的。

n 交通：交通领域可持续发展政策长期以来的关注领域在于增加能源效率，并扩大生物燃料（包括适用于航空和海洋运输领域的先进的生物燃料）的使用。各国政府应制定相关政策，并树立清晰的目标：增强研究、发掘市场机遇以拉动可持续的生物燃料的发展；确保快速发展的电动汽车是由可再生能源电力驱动（也包括将电动汽车纳入各种使更高比例的波动性可再生能源并网的灵活性选项）；扩大可持续生物燃料强制性要求和提高融资支持；将先进生物燃料的使用与航空、铁路和航运进行更广泛的战略接入，以扩大交通领域生物能源的应用。

供热和制冷: 2016年，政策制定者们继续关注融资激励，代表形式有基金，贷款或税收激励，以及强制性规定和法規条款，用于扩大可再生能源供热和制冷技术的部署。在某些国家，政府颁布了旨在提高技术发展的政策。除此之外，一些国家主要在建筑领域实行了固定上网电价和招标机制进行鼓励，并与能源效率产生关联。虽然可再生能源供热和制冷行业在某些国家取得了积极进展，但仍面临很多政策的不确定性。政府在这一领域需要做的最重要的一件事就是建立长期、稳定的政策，从而拉动投资。

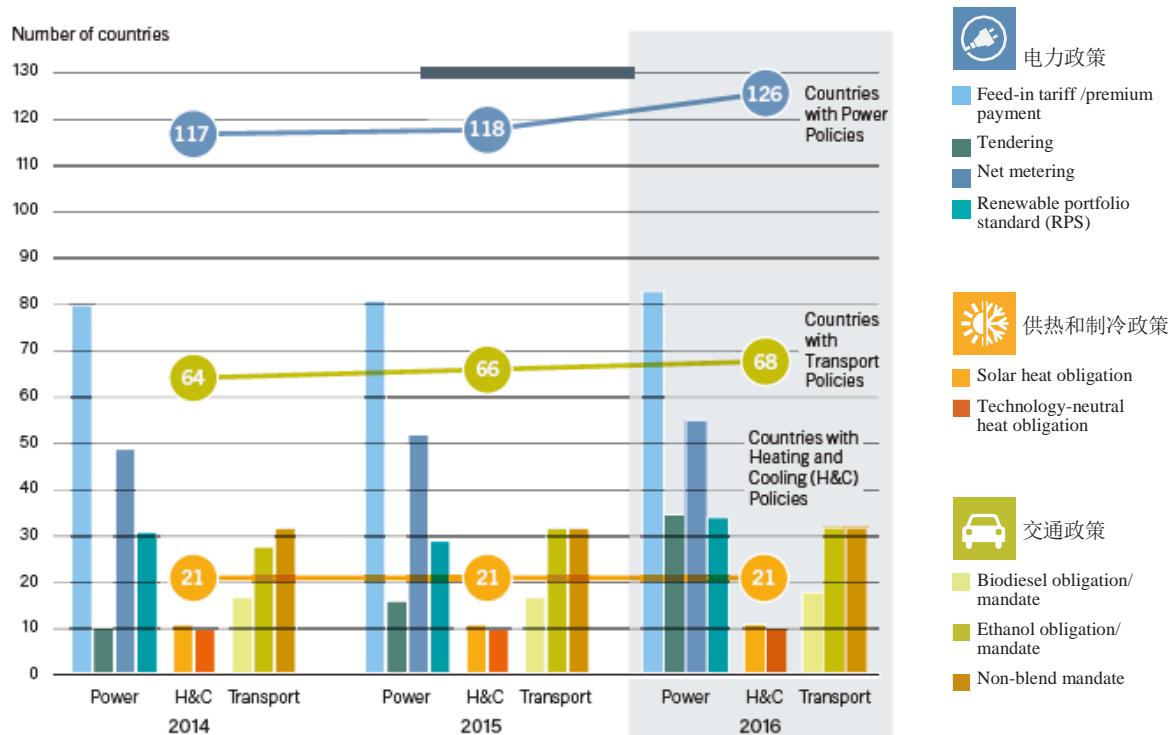
能源获取：

在电力领域，格外需要一个将能源规划、政策制定、产业发展进行整合的过程，以保证一系列需求可通过最高效和可持续的方式被满足。分布式可再生能源的发展表明，通过单一电网发展获取能源的范式已经过时。为了促进能源获取，政策制定者们必须面向未来，构建一个稳定的、离网的、分散式的市场，发展相关产业。

可通过一系列政策的使用来加速这一变革：

建立专门的分布式可再生能源发展目标，并配套规划将在一定时间框架内实施的电气化和可再生能源目标；将独立方案，尤其是微网，纳入国家电气化计划；基于这个新的过程，为拓展融资渠道建立清晰的政策框架；同时提出维护质量标准的措施。

各类可再生能源激励和强制性政策，2014–2016



Note: Figure does not show all policy types in use. In many cases countries have enacted additional fiscal incentives or public finance mechanisms to support renewable energy. Heating and cooling policies do not include renewable heat FITs (i.e., in the United Kingdom). Countries are considered to have policies when at least one national or state/provincial-level policy is in place. A country is counted a single time if it has one or more national and/or state/provincial-level policies. Some transport policies include both biodiesel and ethanol; in this case, the policy is counted once in each category (biodiesel and ethanol). Tendering policies are presented in a given year if a jurisdiction has held at least one tender during that year.

Source: REN21 Policy Database



2016年的政策发展

几乎所有的国家在2016年都出台了政策支持可再生能源科技的发展和规划。这包括了能源效率和新能源发展目标，在财政上的直接支持和政策上将各种可再生能源整合到国家能源系统中。



电力: 2016年可再生能源招投标在全球34个国家进行-这个数量是去年的两倍，马拉维和赞比亚实现了首次招标。招投标以最快速的形式扩大，以支持可再生能源项目发展，并正在成为大型项目首选的政策工具。



交通: 截止到2016年末，全球68个国家在国家层面和次国家层面制订了混合生物燃料的强制规定，阿根廷、印度、马来西亚、巴拿马和津巴布韦增加或修改了强制规定，丹麦正在采用一种先进的生物燃料强制政策。



供热和制冷: 许多国家颁布了新的财政政策或修改现有的机制，来保障新能源供热和制冷领域的发展。其中包括保加利亚，智利，匈牙利，意大利，荷兰，葡萄牙，罗马尼亚，斯洛伐克共和国和美国。

能源效率: 截至2016年底，至少有137个国家制定了能源效率政策，其中有48个国家是当年采用了新的政策或对原有政策进行完善。新的或修订的能源效率目标已在全球范围内被应用：149个国家有一个或多个能源效率目标被确立，其中56个国家从2015年起采用了新的目标。

就业: 在一些主要的国家，失业带来了政策变动，投资减少和自动化的增加。尽管如此，可再生能源创纪录的发展也在2016年为全球带来了更多的就业（尤其是在光伏领域）。全球可再生能源就业岗位总数（包括大型水电项目）已达980万个。可再生能源（大型水电项目除外）领域就业岗位在去年增加了2.8%。

不断的挑战

政策关注点仍主要集中在电力领域。在国家/次国家层面，拥有电力政策的国家数量几乎是在交通部门政策的国家的两倍，在供热和制冷领域政策的国家的几乎六倍。

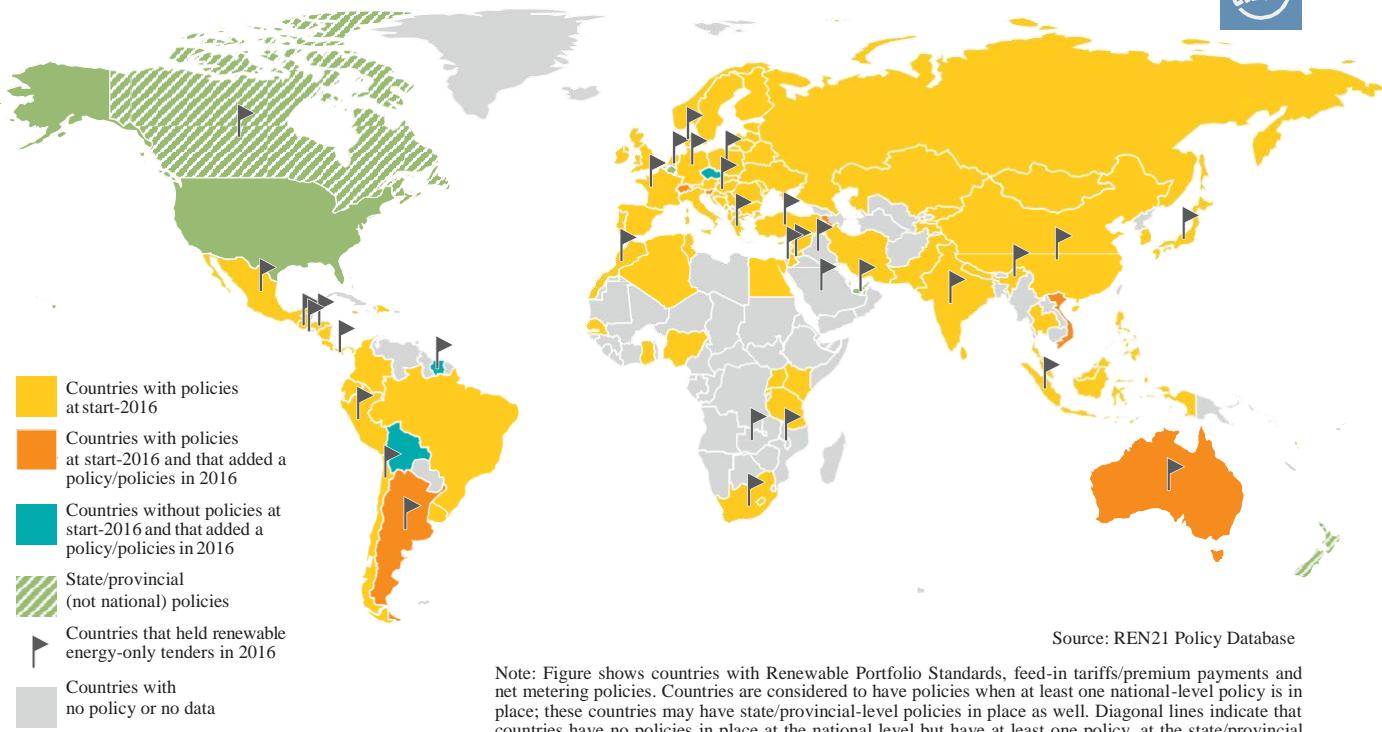
交通: 实施生物燃料混合强制规定的国家数量基本保持不变，实施这项政策的国家总数自2015年以来仅增加了两个。此外，与可再生能源和电动汽车相关的综合交通政策并没有迅速进展。

供热和制冷: 实施可再生能源供热义务的国家数量仍保持在21个，这使得2016年成为连续第三年没有一个新的国家采用这一政策的年份。

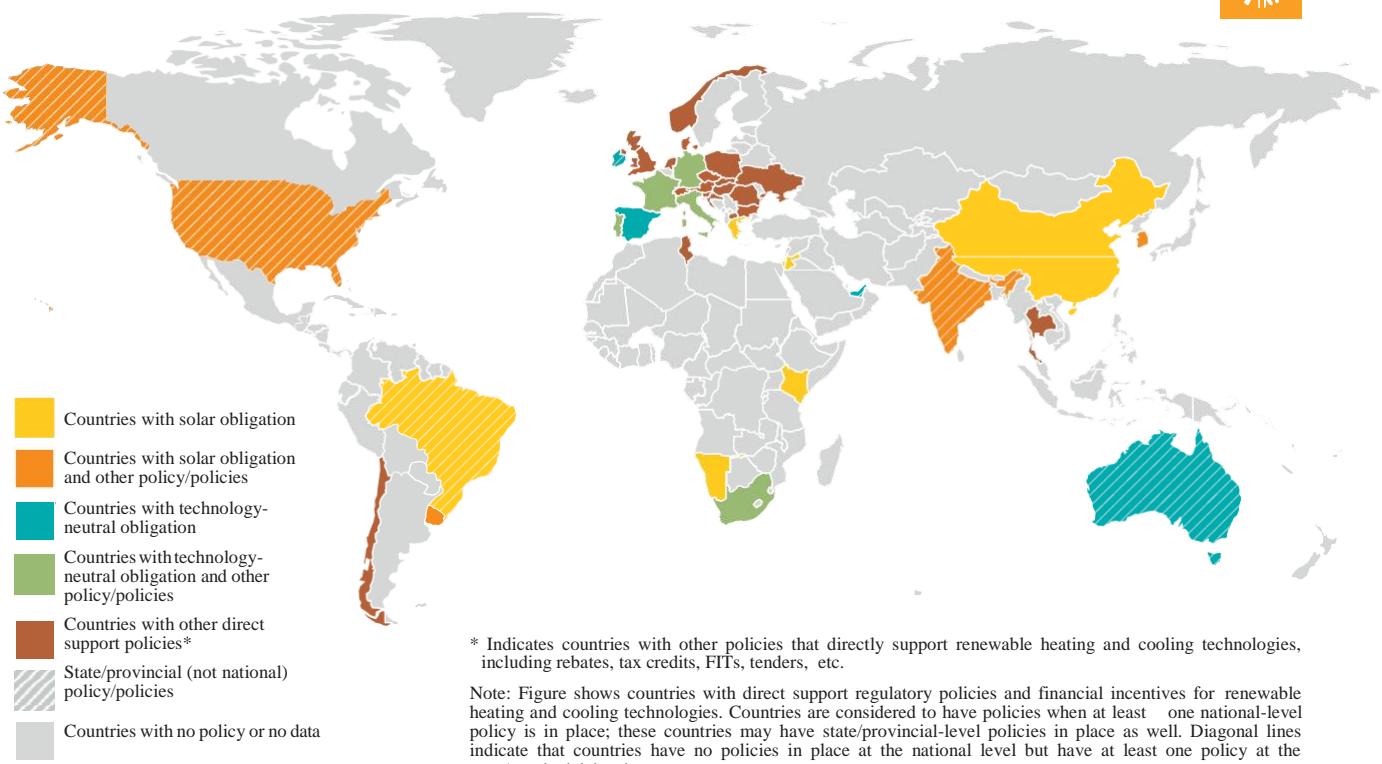
能源效率: 虽然许多国家制定了能效目标，但仍有一些国家缺乏相应的政策来实现这些目标，特别是在发展中国家。此外，支持可再生能源和能源效率的政策并没有在全球范围内得到充分整合。

2016年政策概览

拥有不同可再生能源电力政策的国家，2016

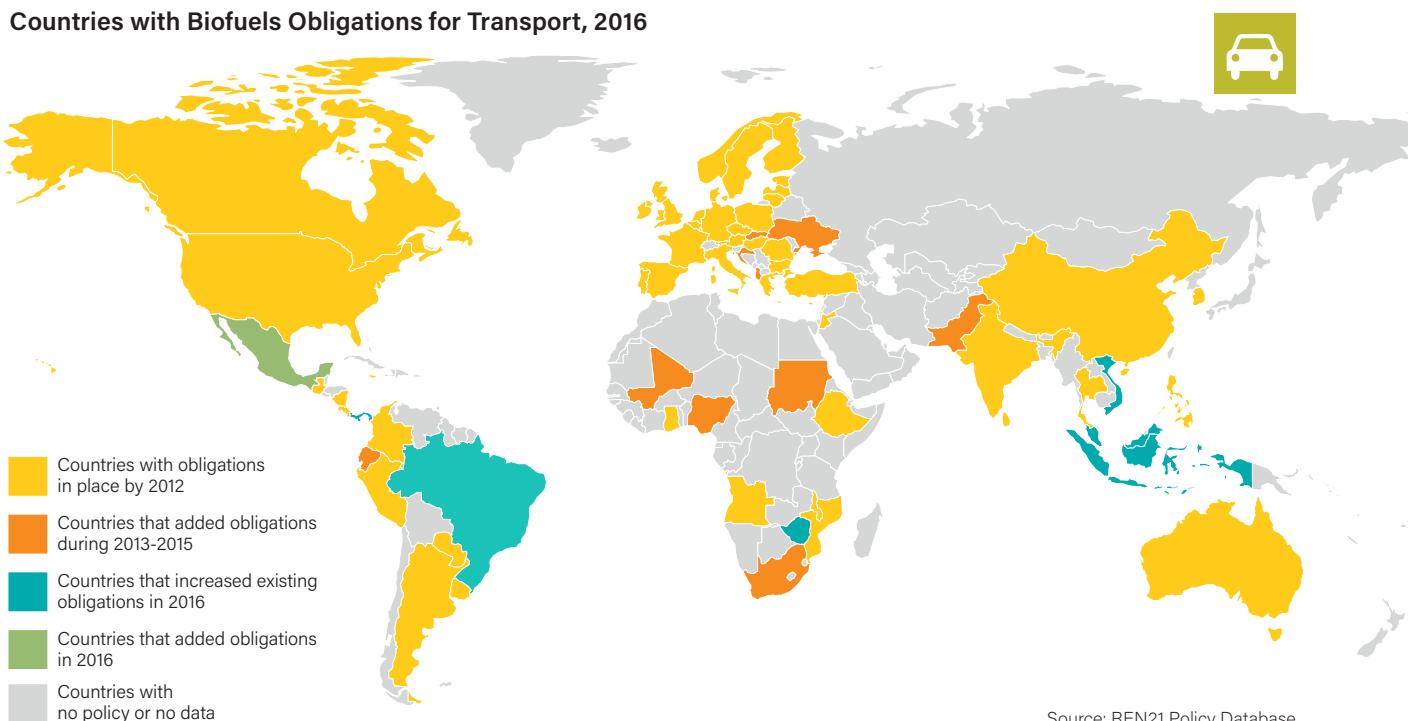


拥有可再生能源供热和制冷政策的国家，2016



Source: REN21 Policy Database

Countries with Biofuels Obligations for Transport, 2016



Source: REN21 Policy Database

Note: Figure shows countries with biofuels obligations in the transport sector. Countries are considered to have policies when at least one national-level policy is in place; these countries may have state/provincial-level policies as well. Bolivia, the Dominican Republic, the State of Palestine and Zambia added obligations during 2010-2012 but removed them during 2013-2015.

JOBS 2016



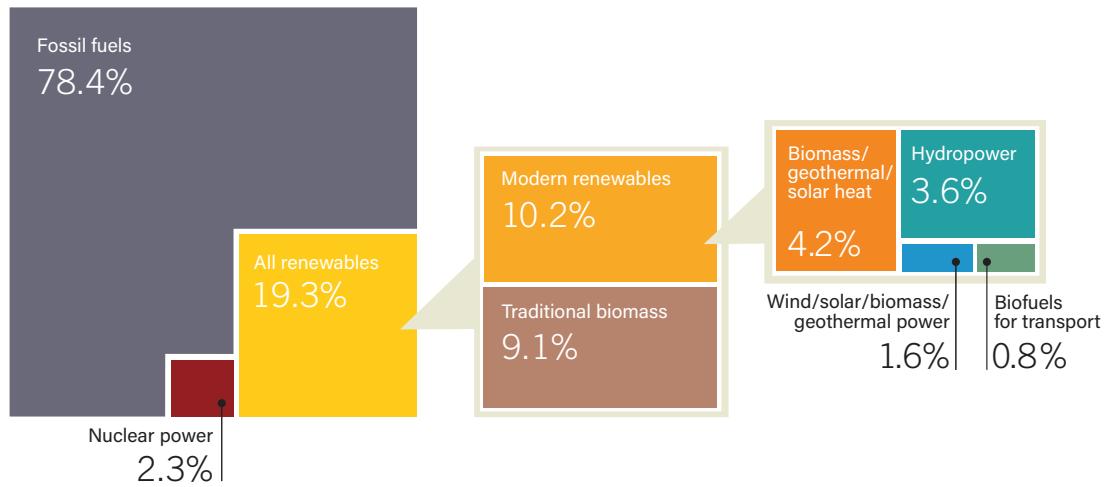
Jobs in Renewable Energy



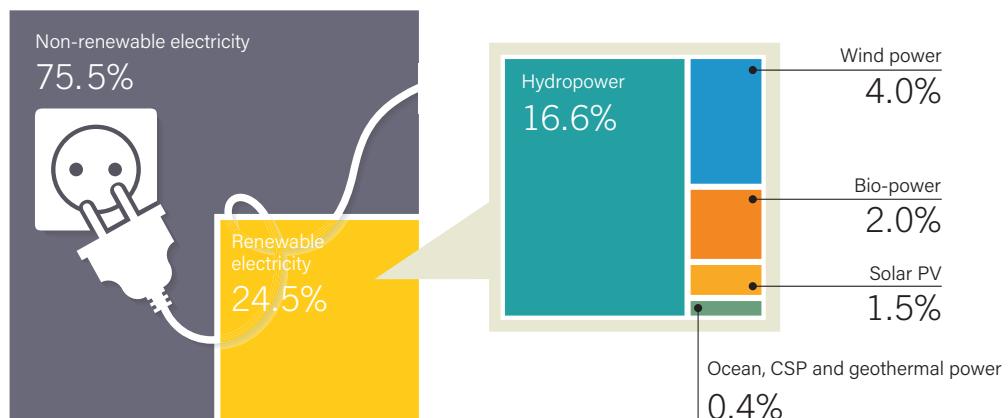
Source: IRENA

GSR 2017 KEY FIGURES

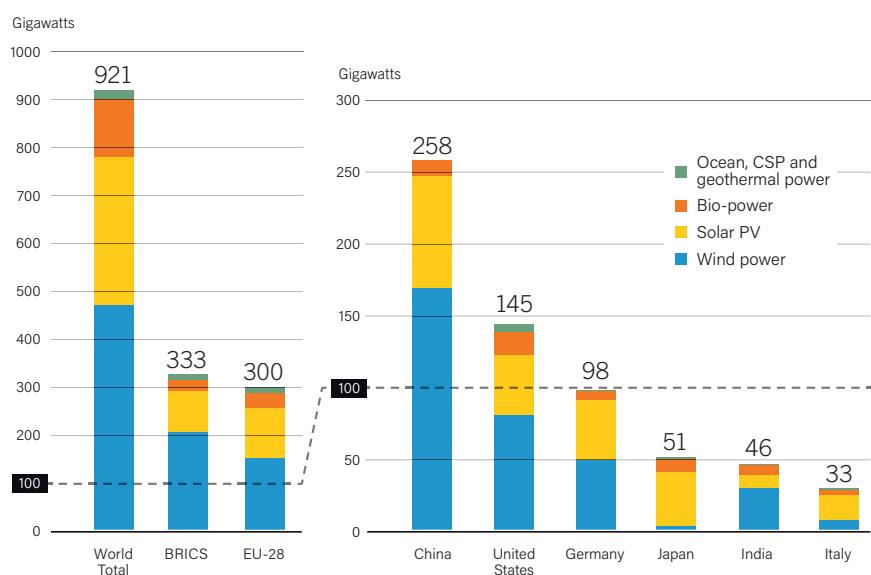
Estimated Renewable Energy Share of Total Final Energy Consumption, 2015



Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2016



Renewable Power Capacities* in World, BRICS, EU-28 and Top 6 Countries, 2016

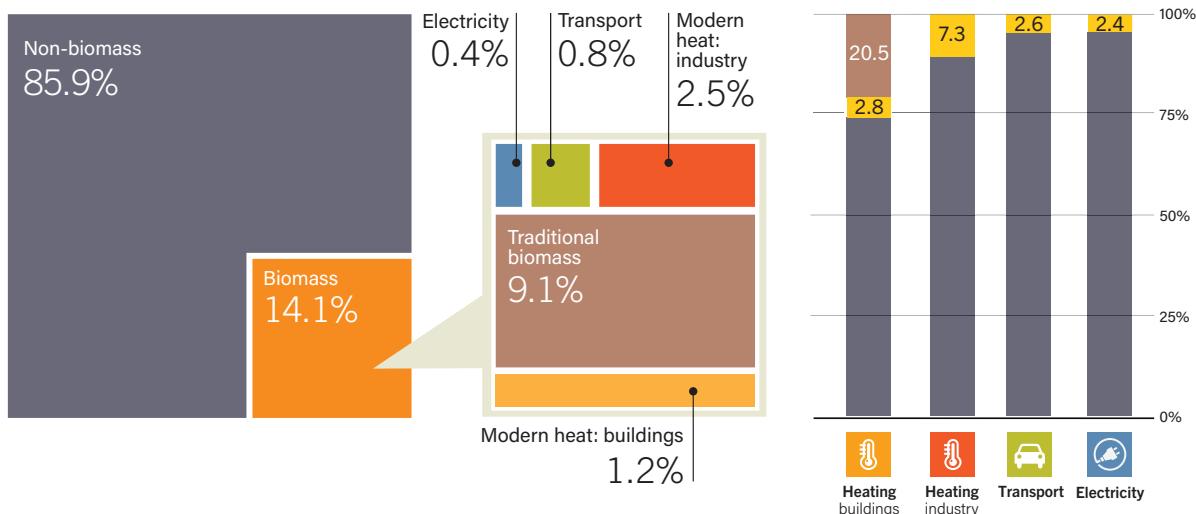


* Not including hydropower. Distinction is made because hydropower remains the largest single component by far of renewable power capacity, and thus can mask developments in other renewable energy technologies if included.

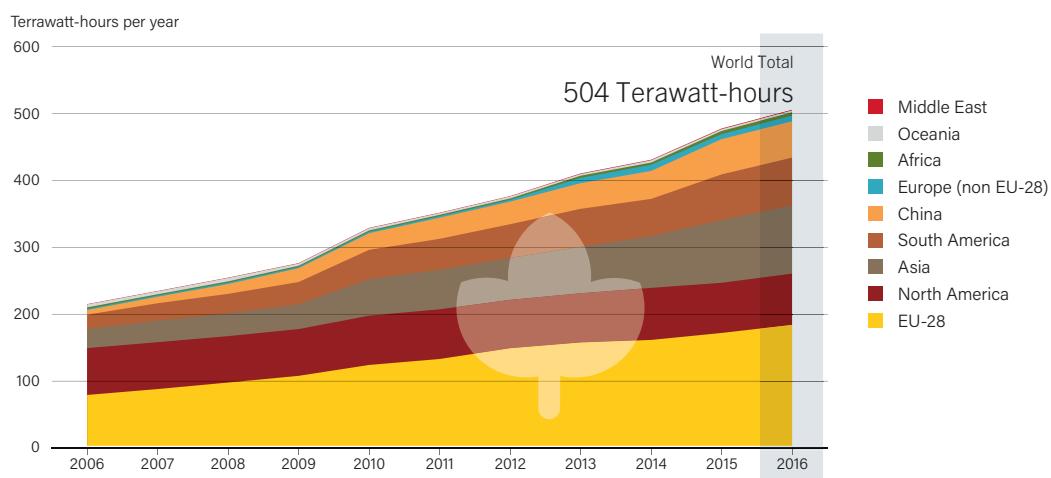
The five BRICS countries are Brazil, the Russian Federation, India, China and South Africa.

BIOMASS ENERGY

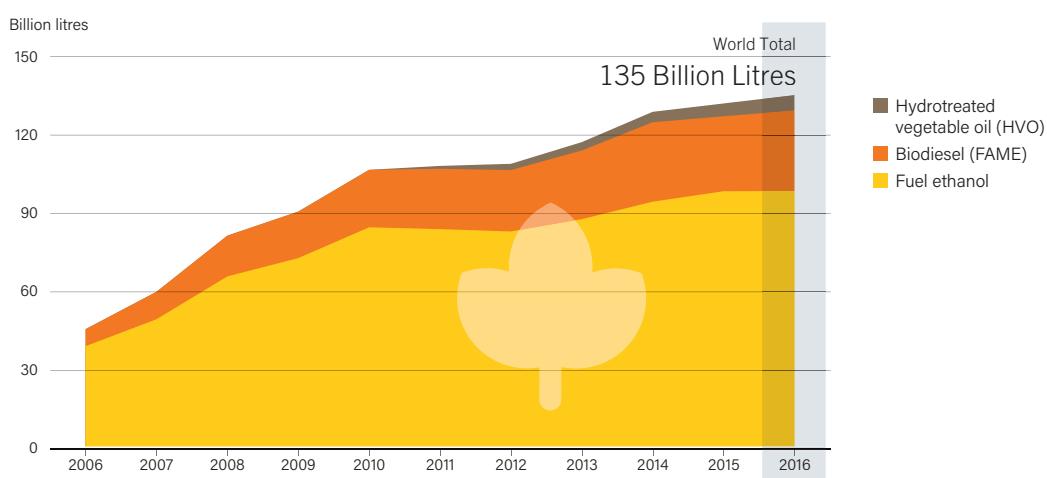
Shares of Biomass in Total Final Energy Consumption and in Final Energy Consumption, by End-use Sector, 2015



Global Bio-Power Generation, by Region, 2006-2016



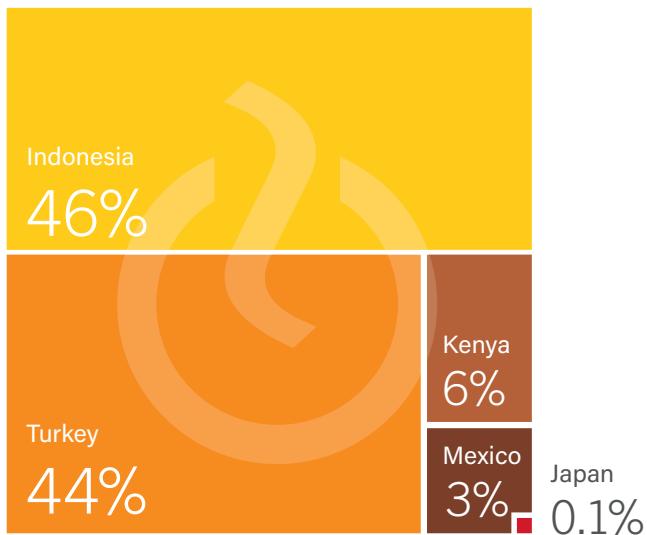
Global Trends in Ethanol, Biodiesel and HVO Production, 2006-2016



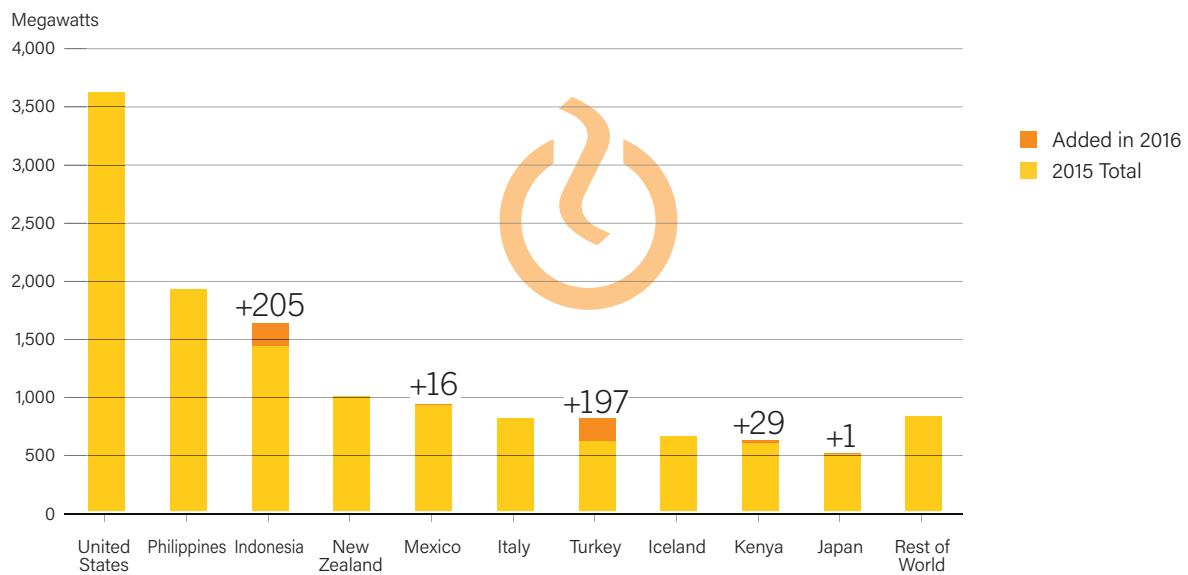


GEOTHERMAL POWER

Geothermal Power Capacity Additions, Share by Country, 2016



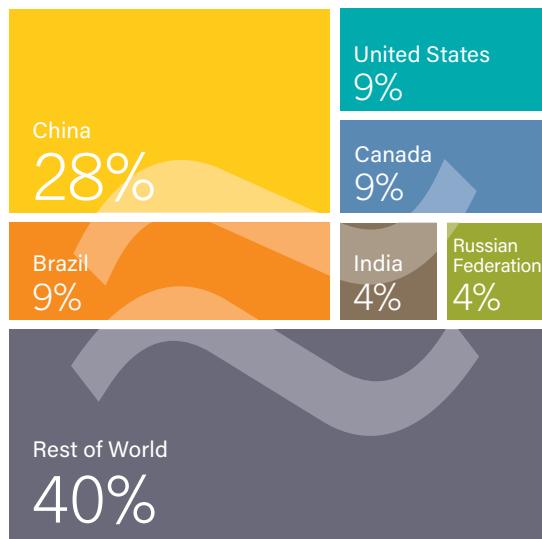
Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



INDONESIA and **TURKEY** led the way for **NEW GEOTHERMAL POWER** installations, and **EUROPE** remained an active market for **GEOTHERMAL HEAT**.

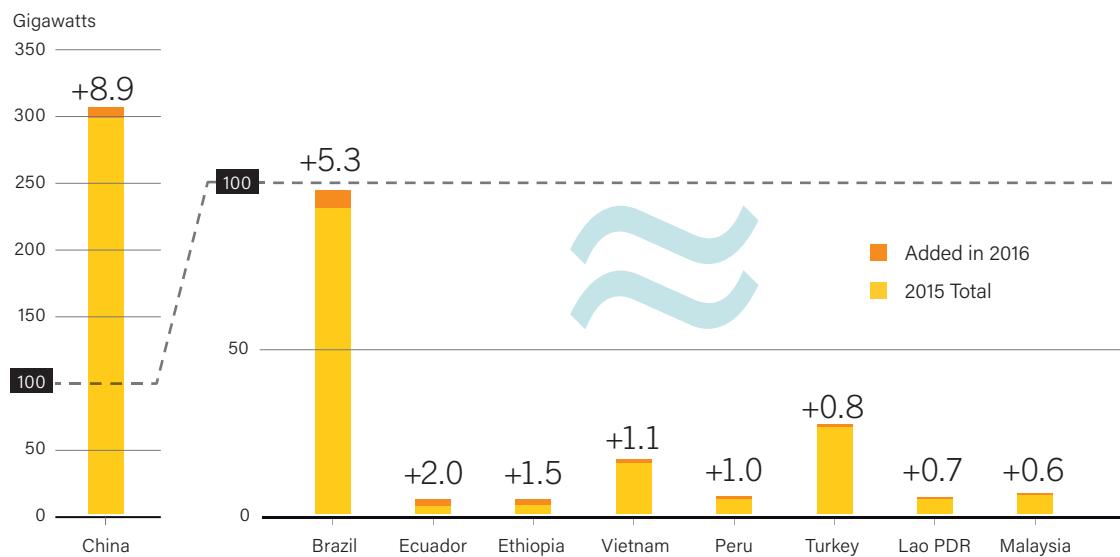
≈ HYDROPOWER

Hydropower Global Capacity,
Shares of Top 6 Countries and Rest of World, 2016



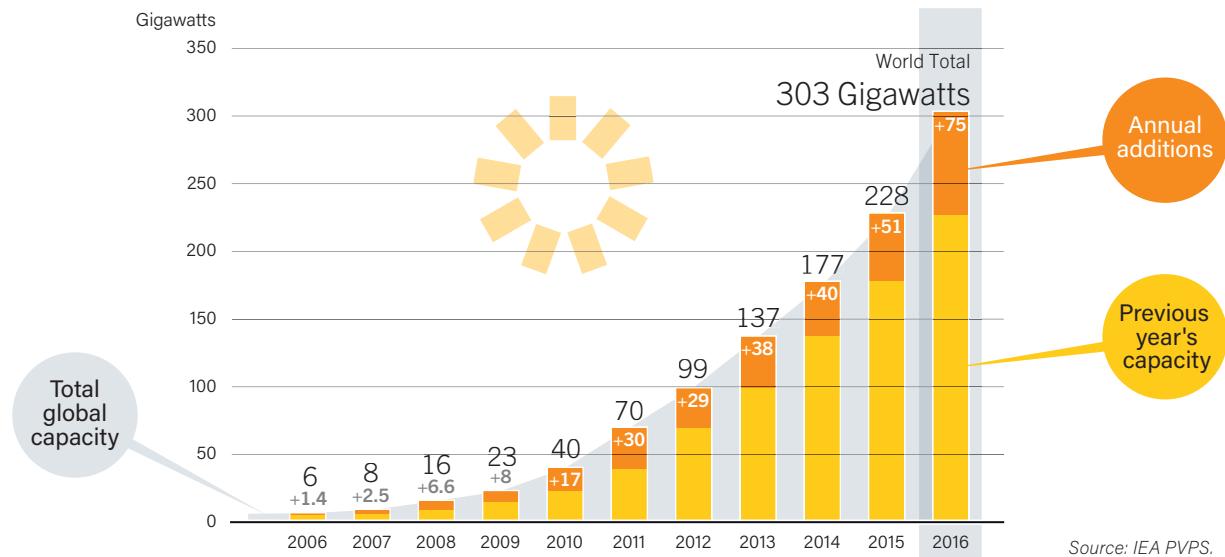
At least **25 GW** of HYDROPOWER CAPACITY was commissioned, and **PUMPED STORAGE** grew by more than **6 GW**.

Hydropower Capacity and Additions, Top 9 Countries for Capacity Added, 2016



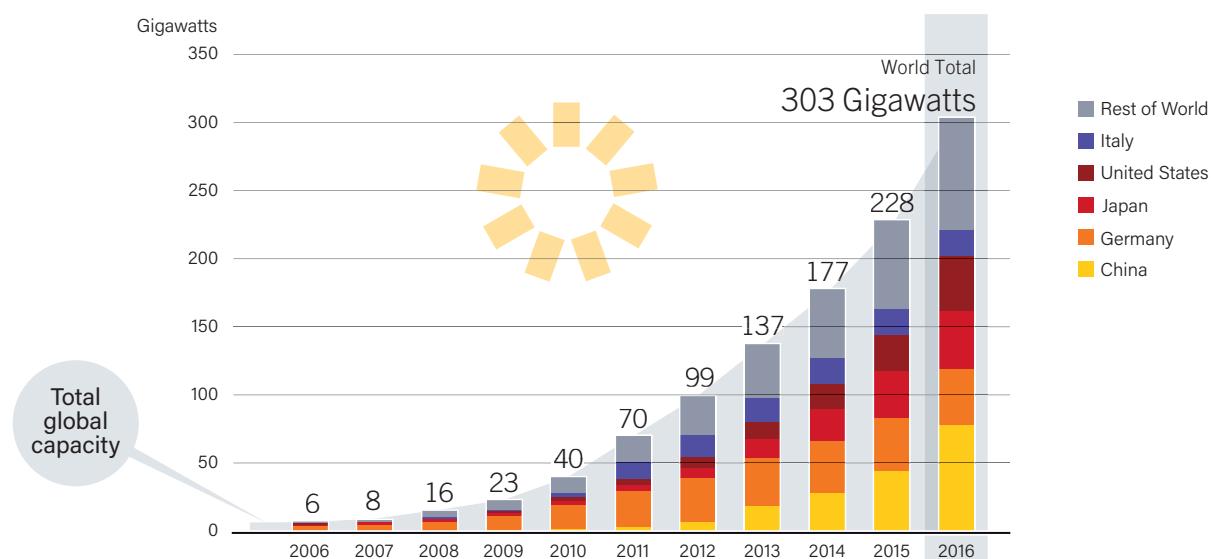
SOLAR PV

Solar PV Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016

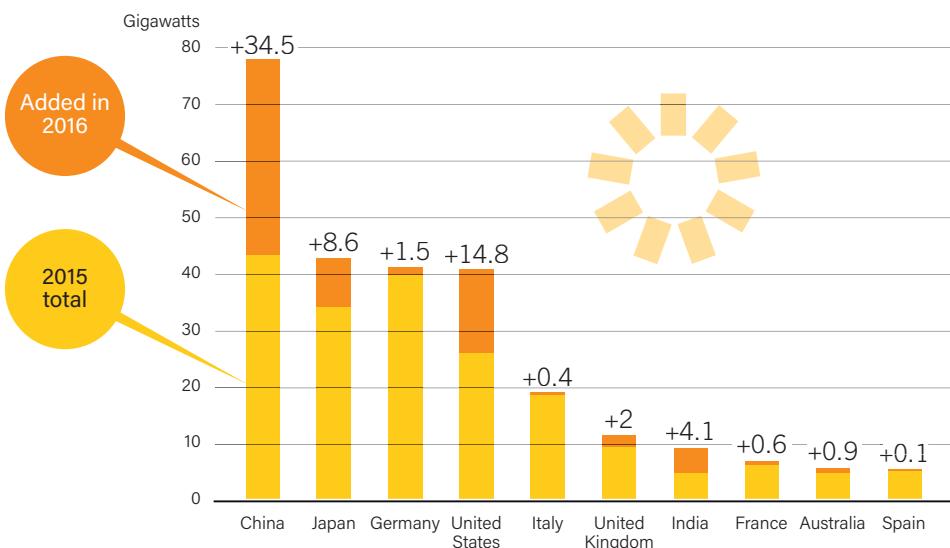


During 2016, at least **75 GW** of solar PV capacity was added worldwide – equivalent to the installation of more than **31,000 SOLAR PANELS EVERY HOUR.**

Solar PV Global Capacity, by Country and Region, 2006-2016



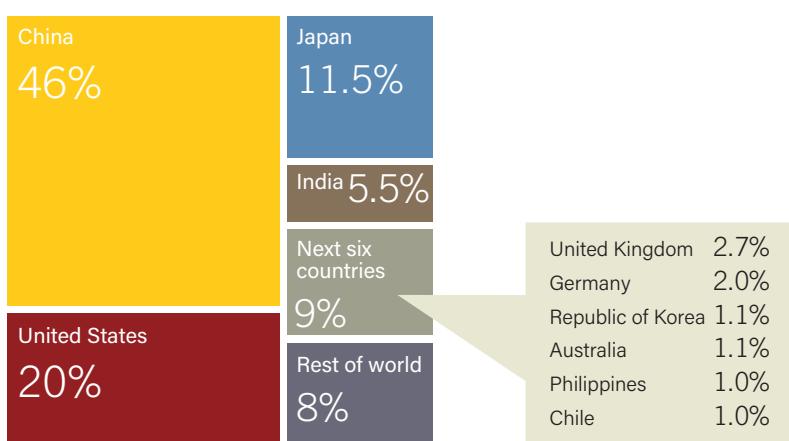
Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



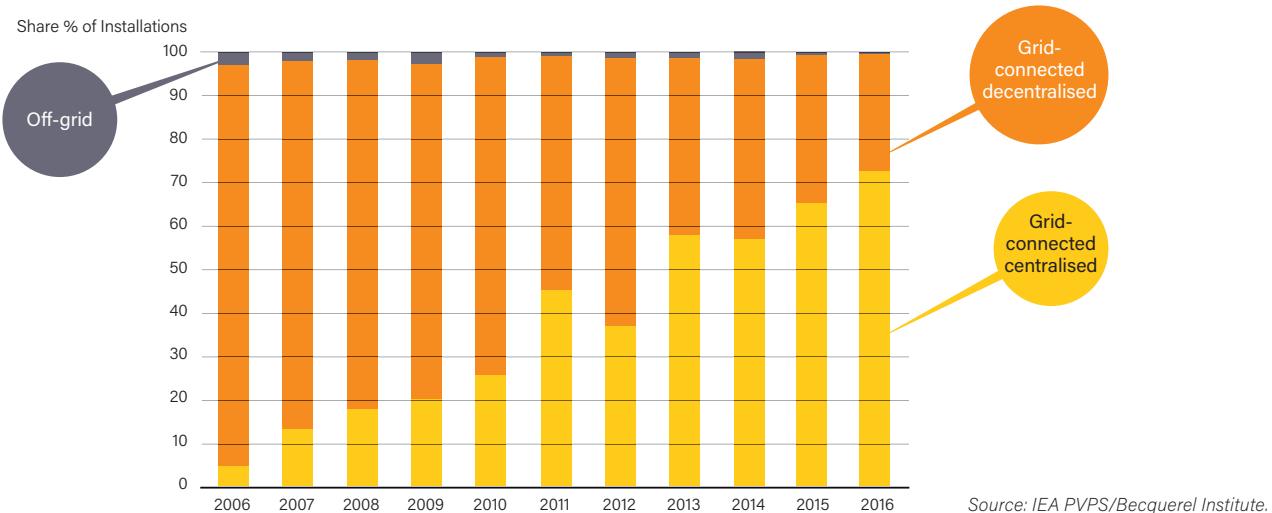
China accounted for
46%
of new capacity.



Solar PV Global Capacity Additions, Shares of Top 10 Countries and Rest of World, 2016

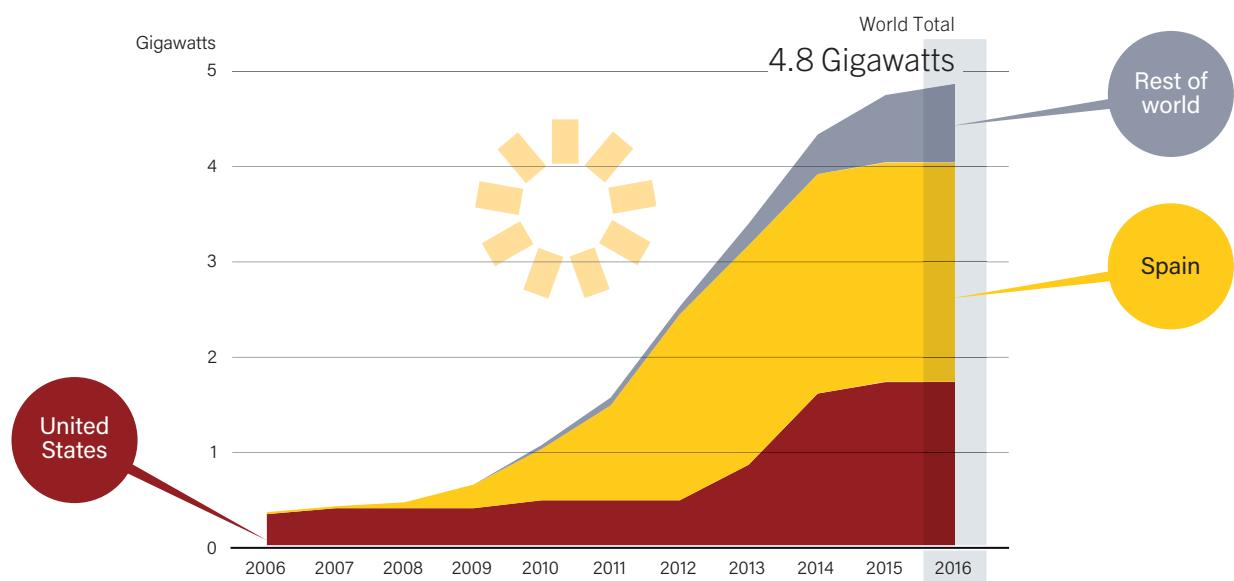


Solar PV Global Additions, Shares of Grid-Connected and Off-Grid Installations, 2006-2016



CONCENTRATING SOLAR POWER (CSP)

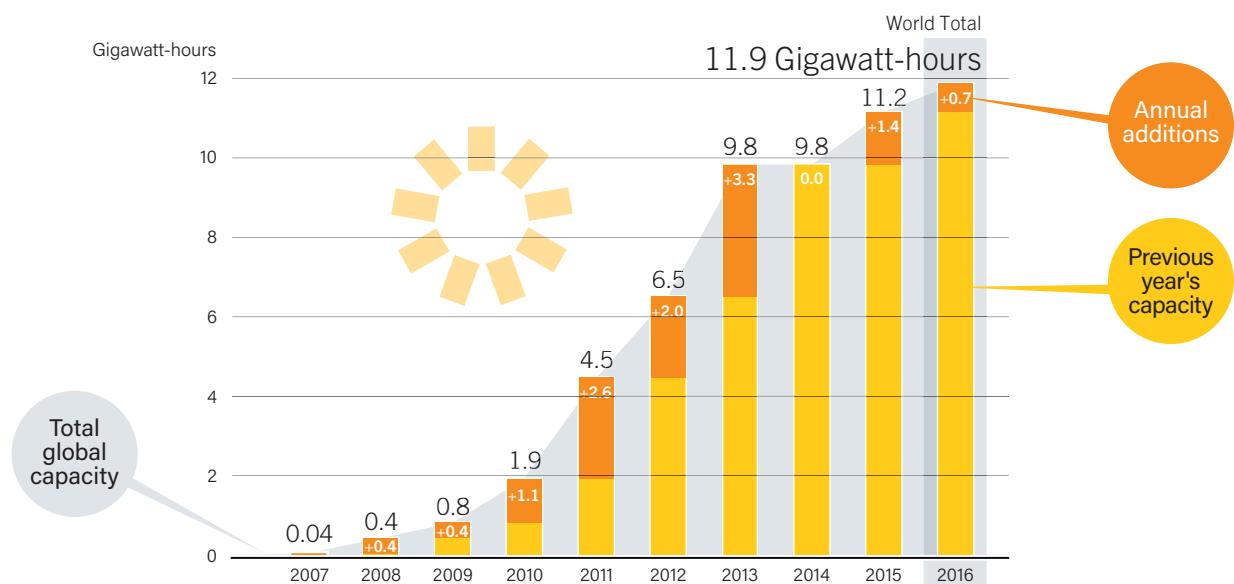
Concentrating Solar Thermal Power Global Capacity, by Country and Region, 2006-2016



All new facilities that came online incorporated thermal ENERGY STORAGE.

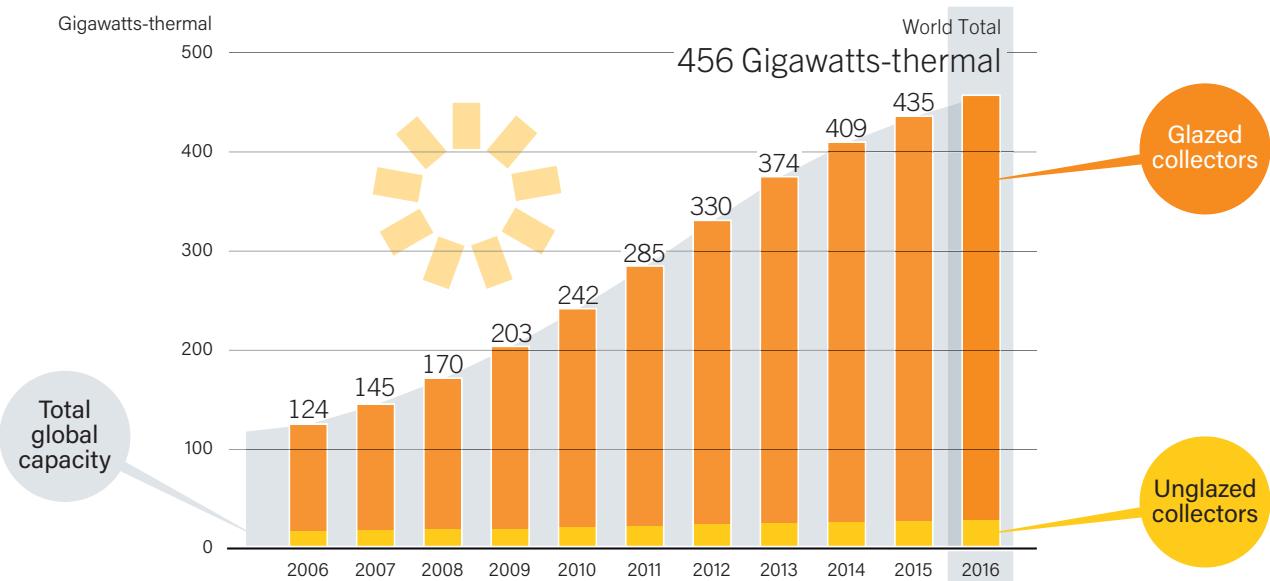


CSP Thermal Energy Storage Global Capacity and Annual Additions, 2007-2016



SOLAR THERMAL HEATING AND COOLING

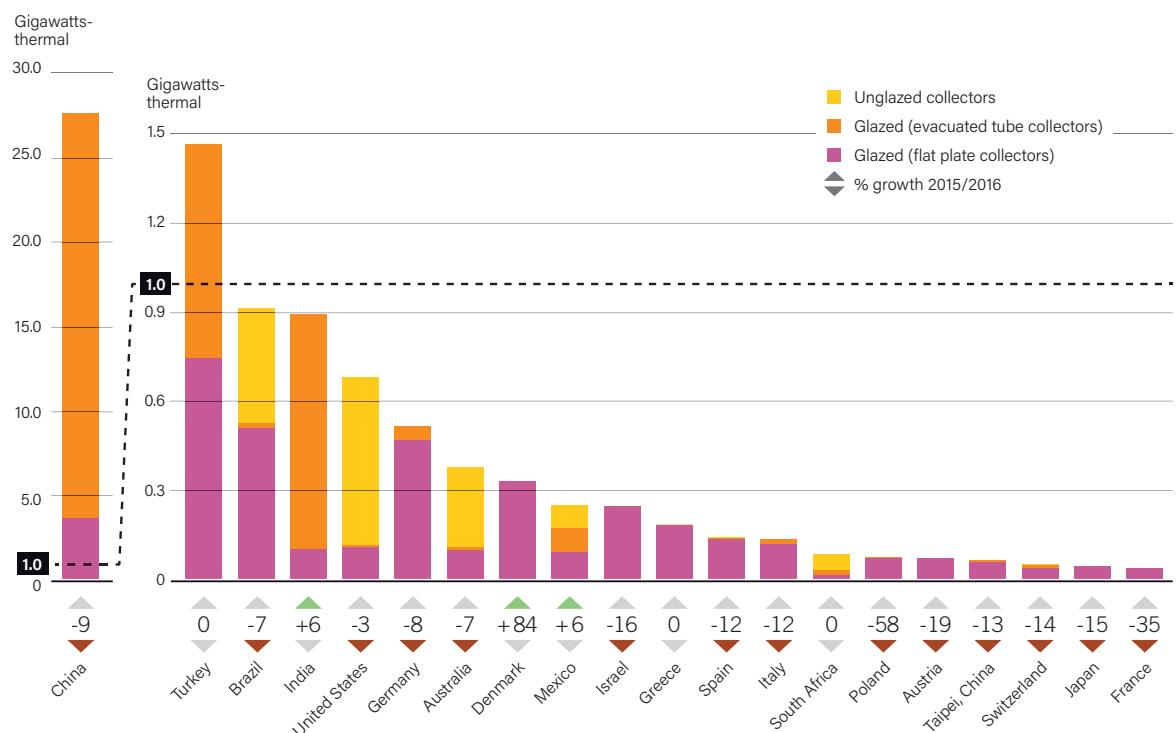
Solar Water Heating Collectors Global Capacity, 2006-2016



Source: IEA SHC.

Solar district heating capacity DOUBLED in Denmark (in 2016).

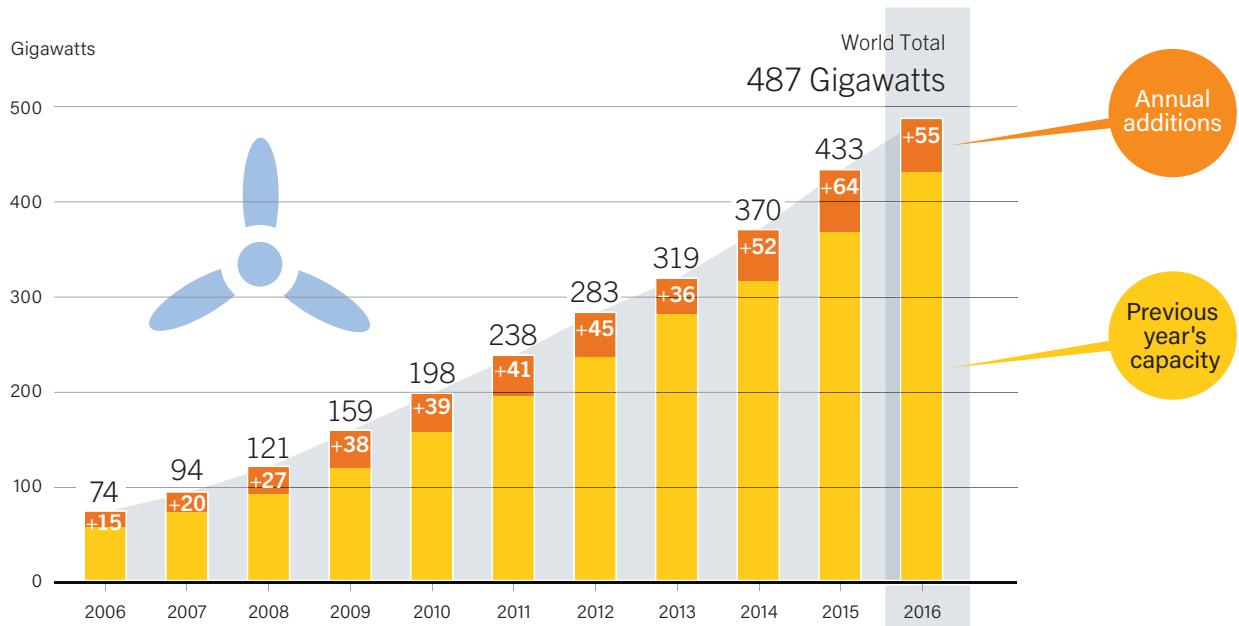
Solar Water Heating Collector Additions, Top 20 Countries for Capacity Added, 2016



Note: Additions represent gross capacity added.

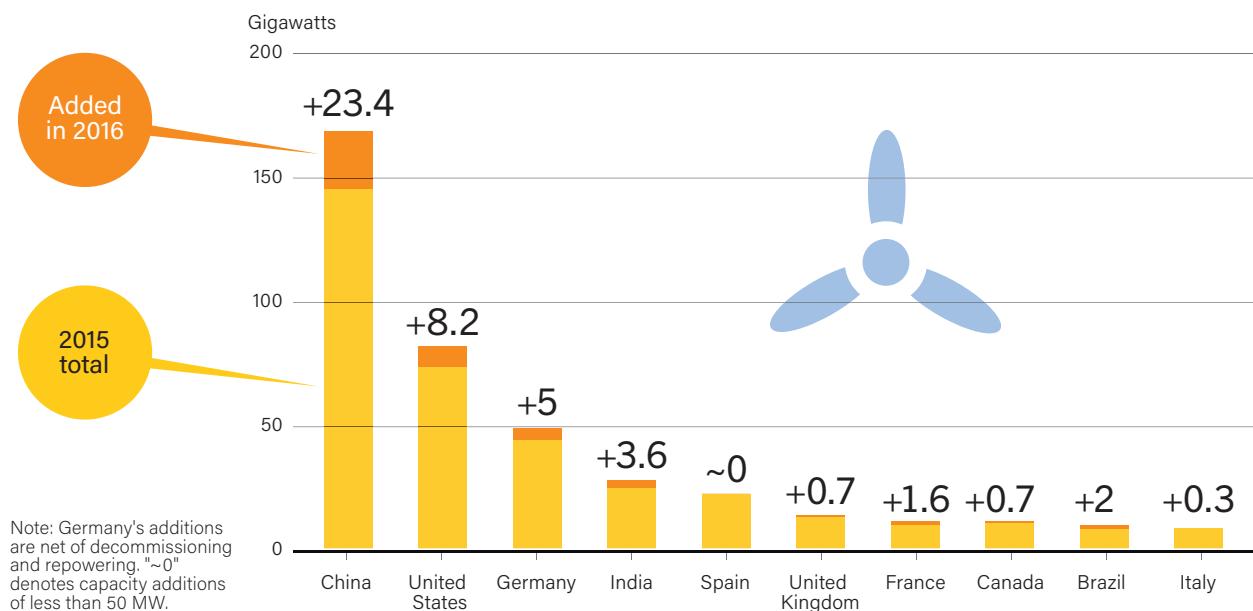
WIND POWER

Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016

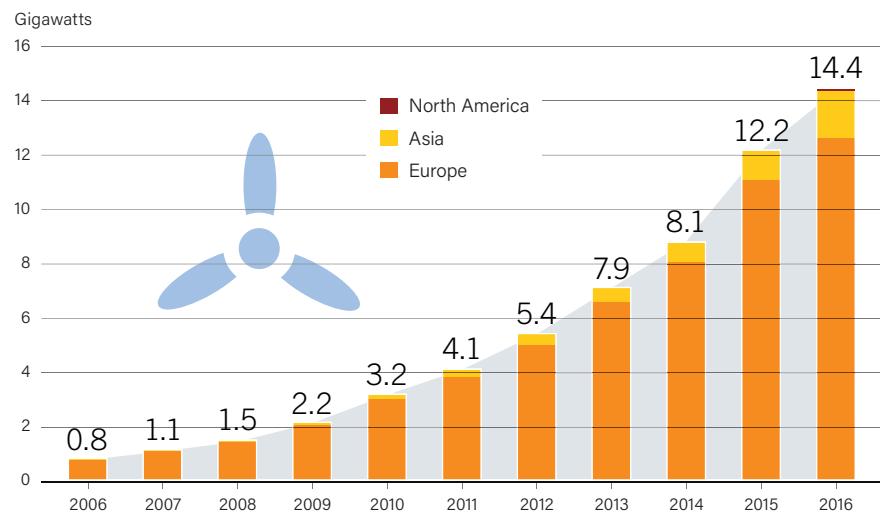


By the end of 2016, **OVER 90 COUNTRIES** had seen commercial wind activity, and **29 COUNTRIES** had more than 1 GW in operation.

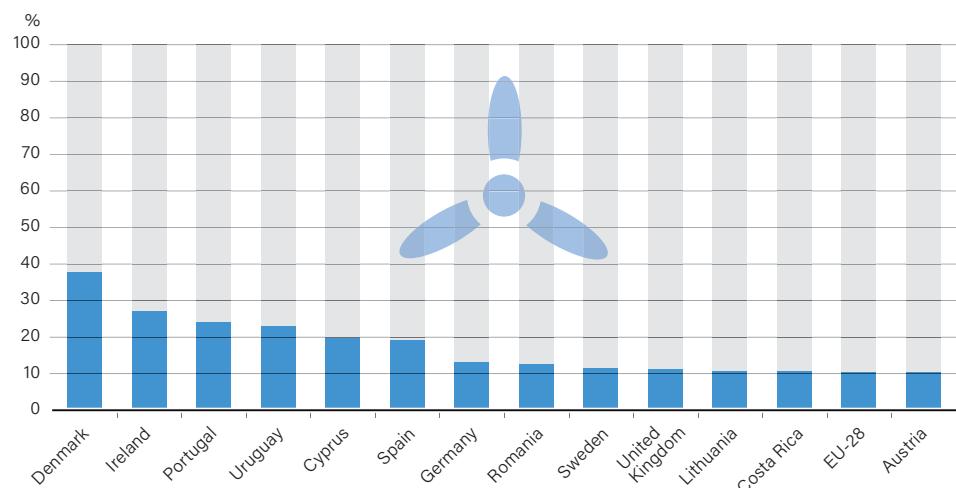
Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



Wind Power Offshore Global Capacity, by Region, 2006-2016



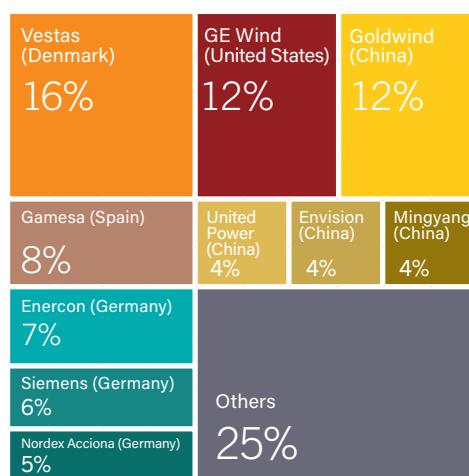
Share of Electricity Demand Met by Wind Power, Selected Countries Over 10% and EU28, 2016



WIND
has become the
LEAST-COST
option for new power
generating capacity
in an increasing
number of markets.

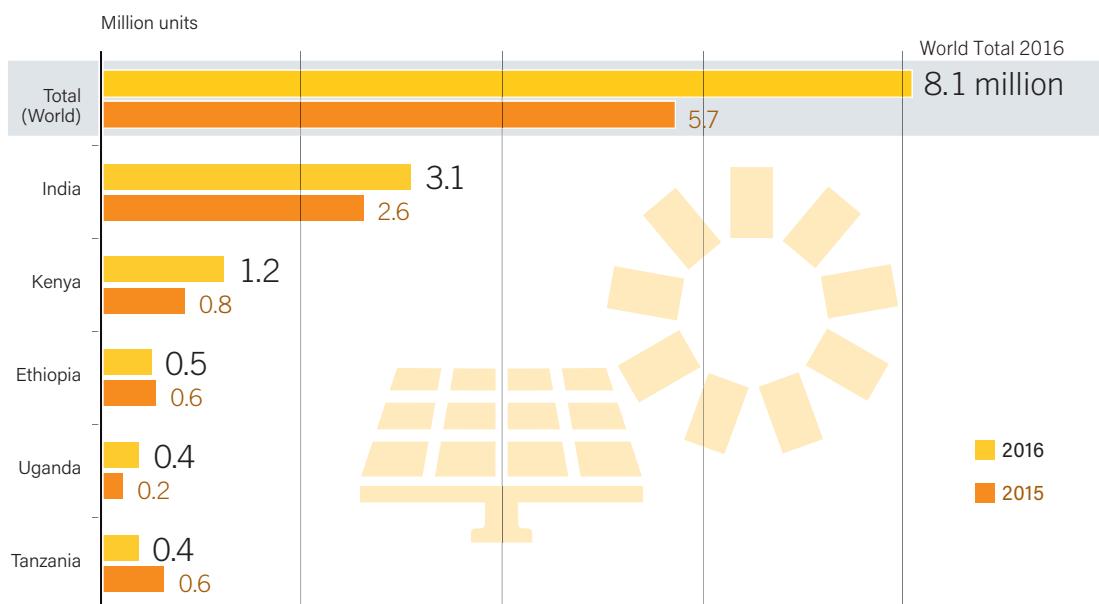


Market Shares of Top 10 Wind Turbine Manufacturers, 2016



DISTRIBUTED RENEWABLE ENERGY

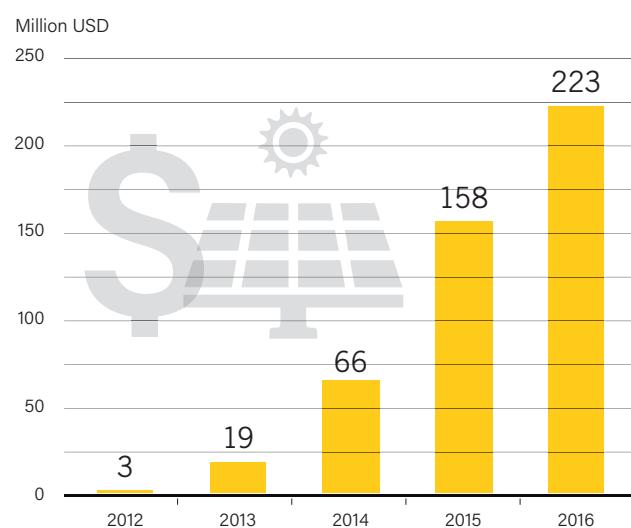
Sales of Off-Grid Solar Systems in Top 5 Countries, 2015-2016



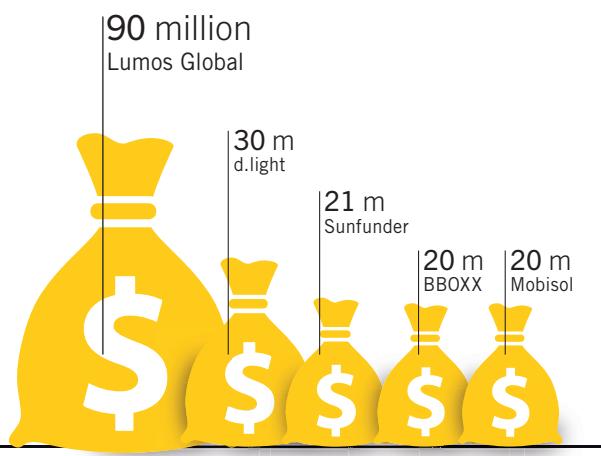
The renewable energy **MINI-GRIDS** market accelerated in 2016 and exceeded **USD 200 BILLION** annually by year's end.



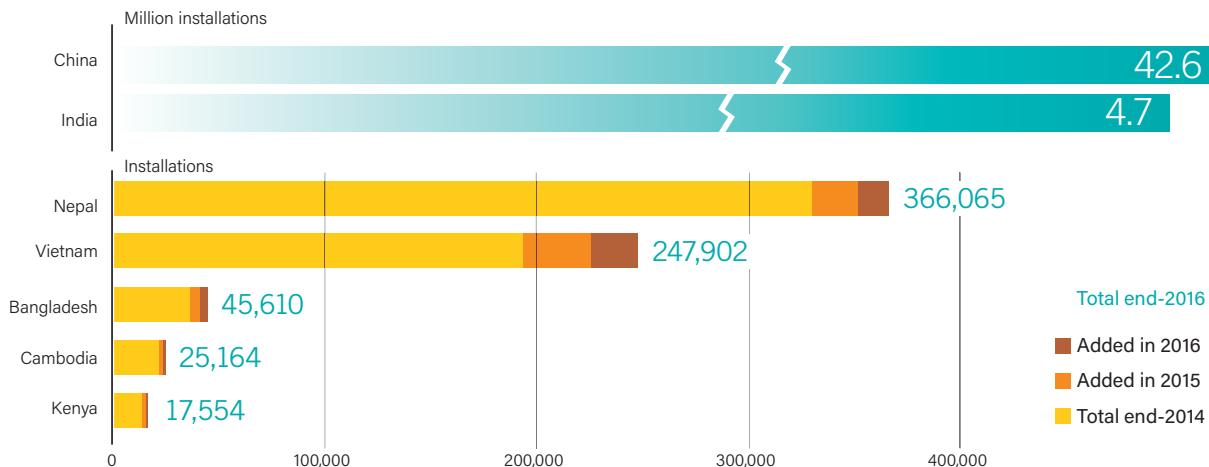
Investment in Pay-As-You-Go Solar Companies, 2012-2016



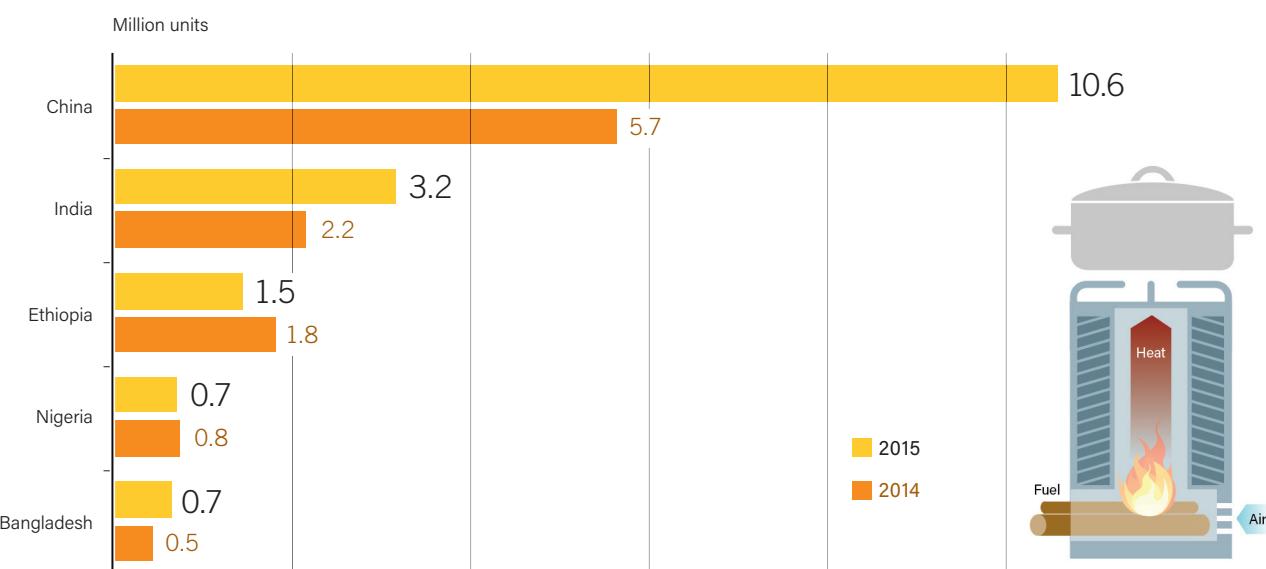
Top 5 PAYG solar companies (for investment) in 2016:



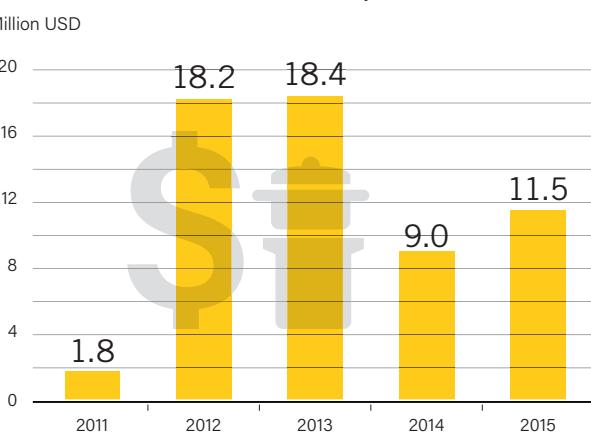
Number of Domestic Biogas Plants Installed in Top 5 Countries, Total and Annual Additions, 2014-2016



Number of Clean Cook Stoves Added in Top 5 Countries, 2014 and 2015

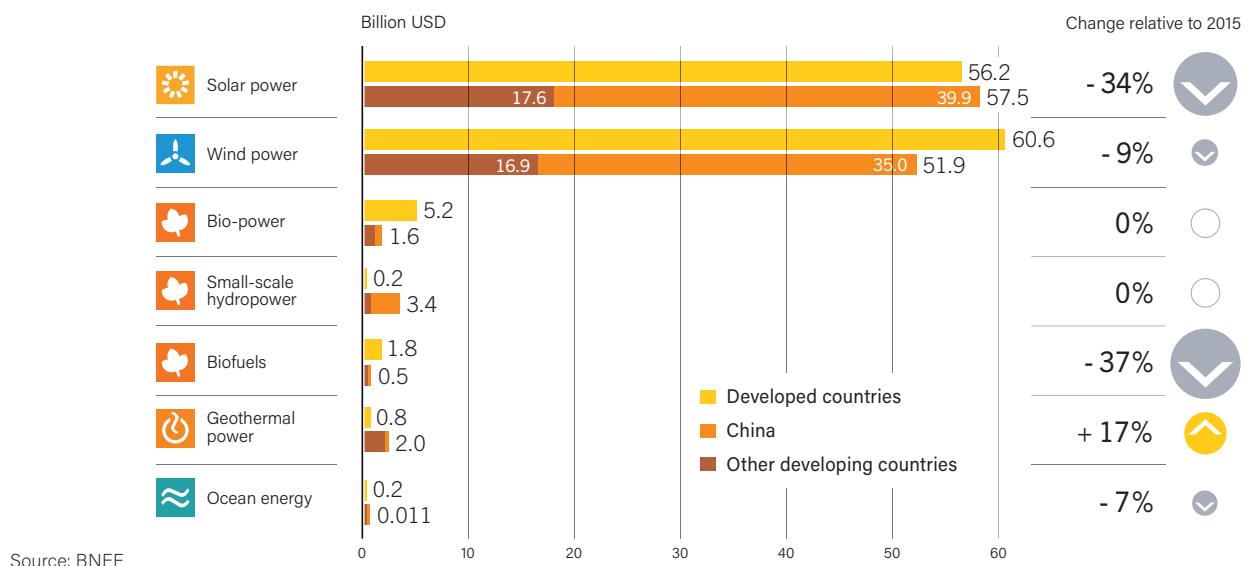


Investment in Clean Cook Stoves, 2011-2015

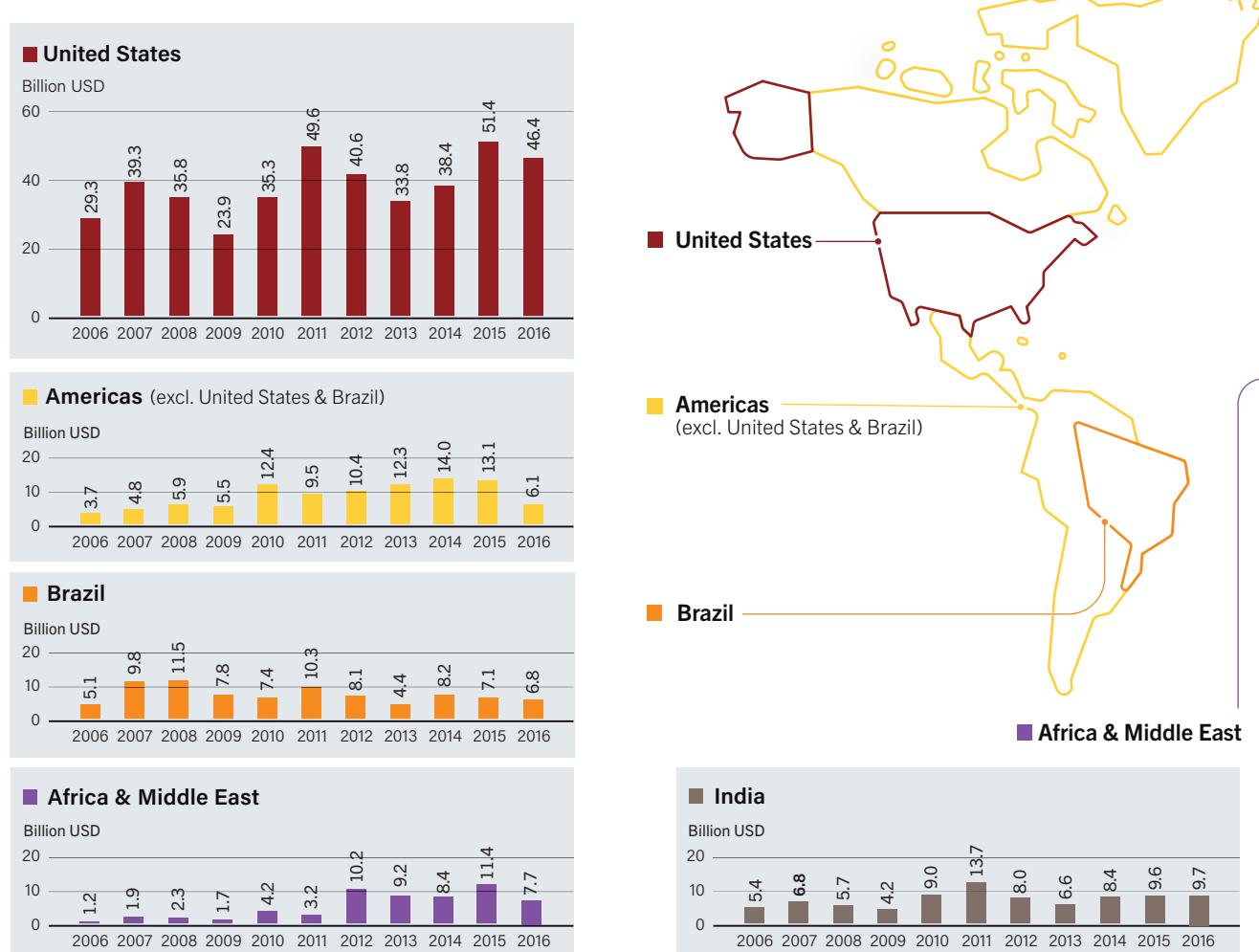


GLOBAL INVESTMENT 2016

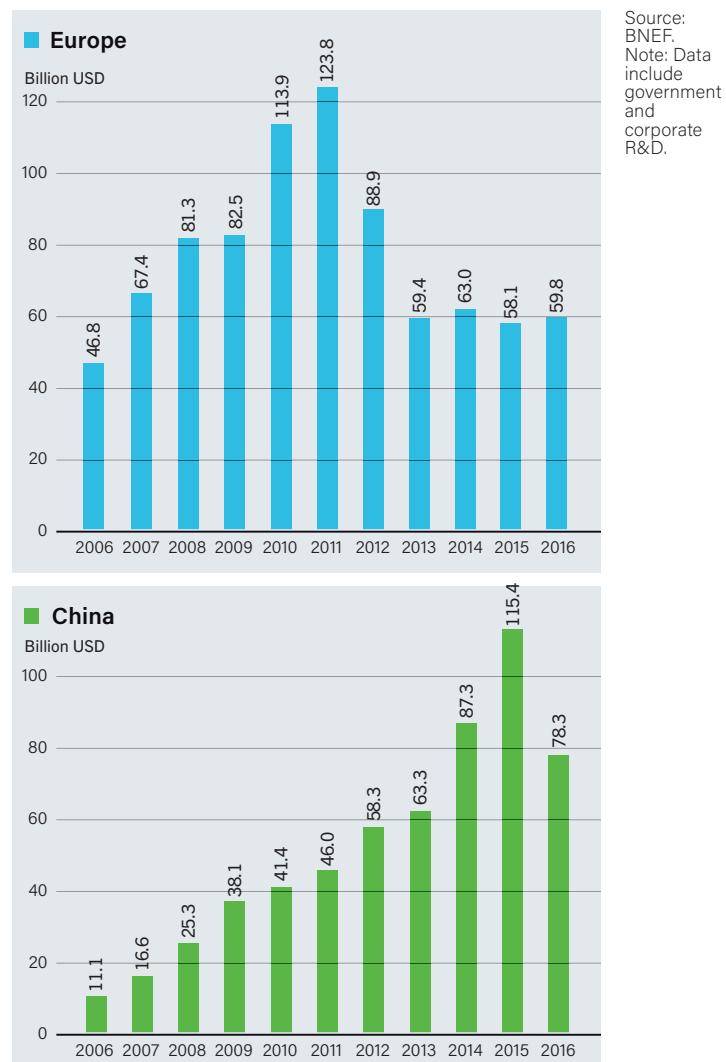
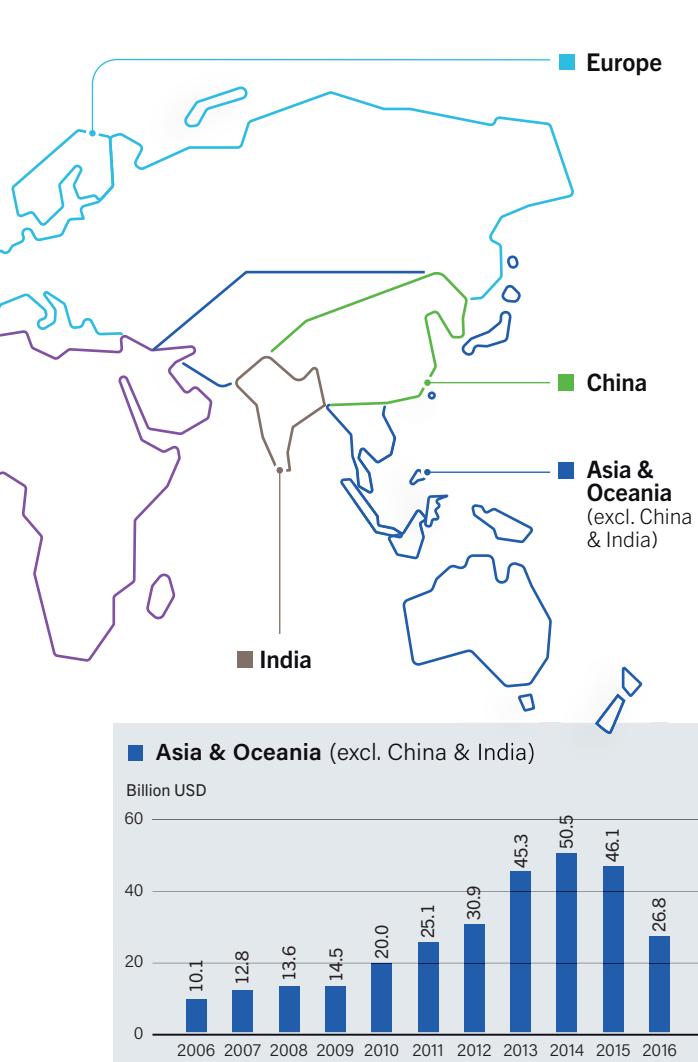
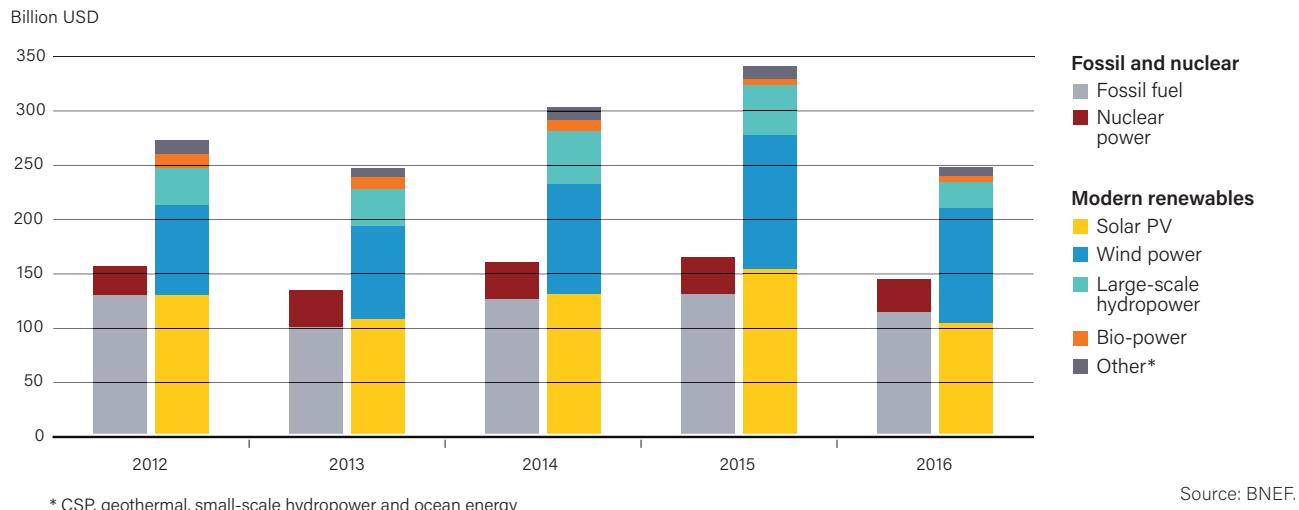
Global New Investment in Renewable Energy by Technology, Developed and Developing Countries, 2016



Global New Investment in Renewable Power and Fuels, by Country and Region, 2006-2016

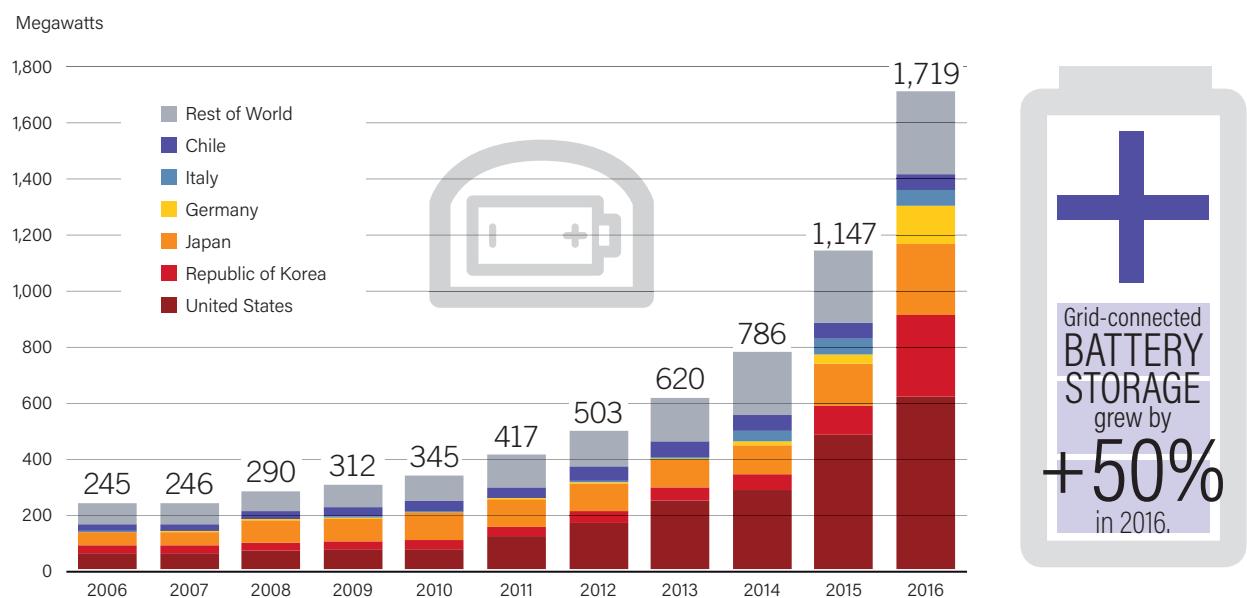


Global Investment in Power Capacity, by Type (Renewable, Fossil Fuel and Nuclear Power), 2012-2016



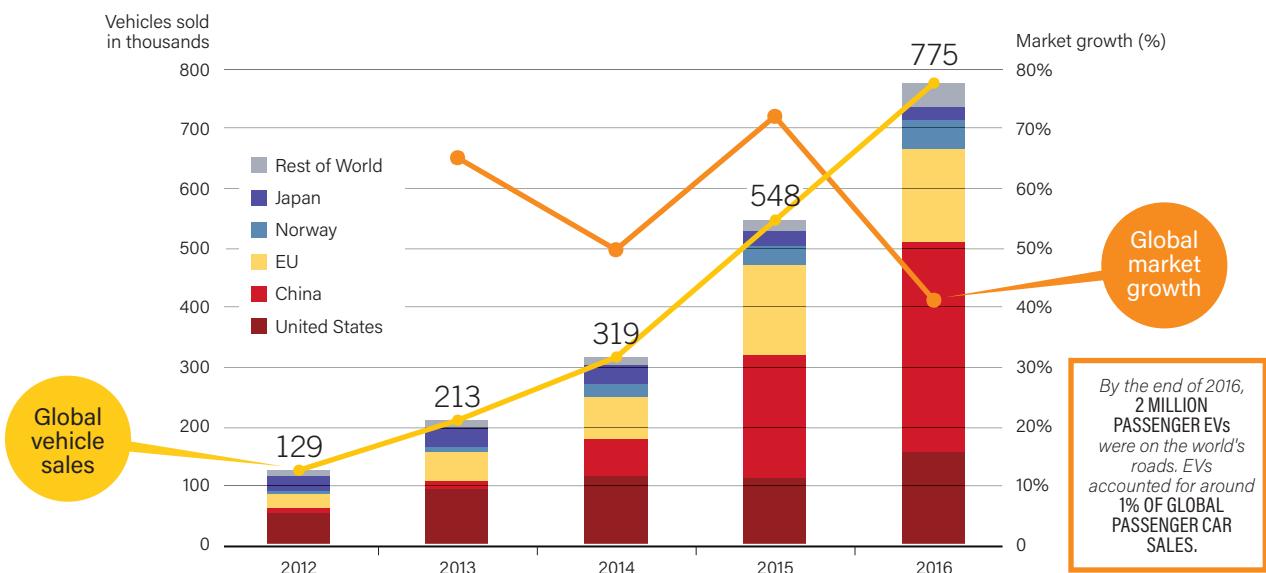
ENABLING TECHNOLOGIES

Global Grid-Connected Stationary Battery Storage Capacity, by Country, 2006-2016



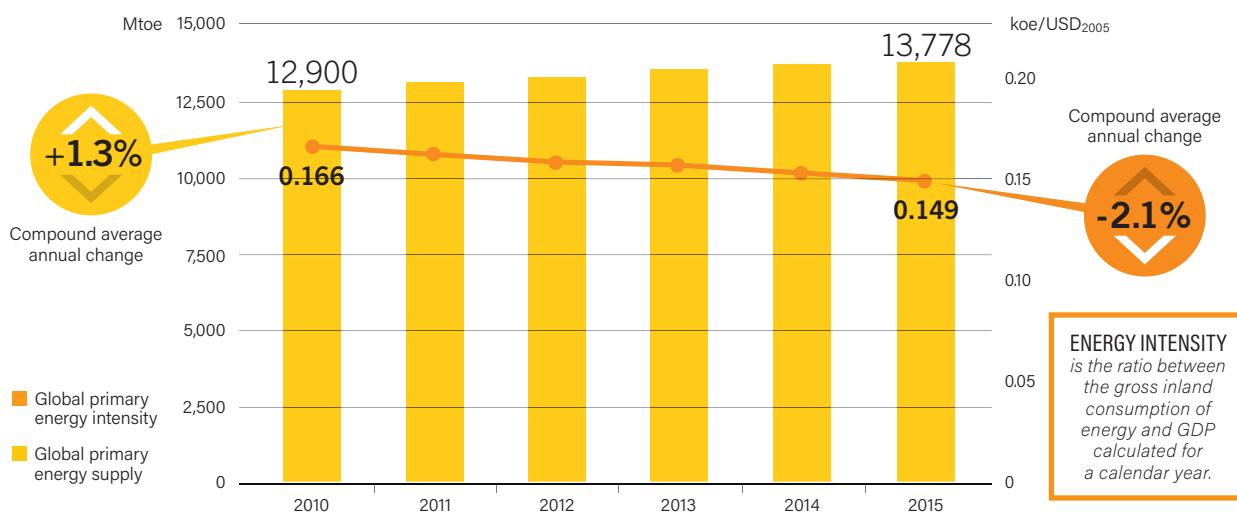
ENABLING TECHNOLOGIES such as information and communication technologies, storage and EVs facilitate **GREATER USE OF RENEWABLES.**

Global Passenger Electric Vehicle Market (Including PHEVs), 2012-2016

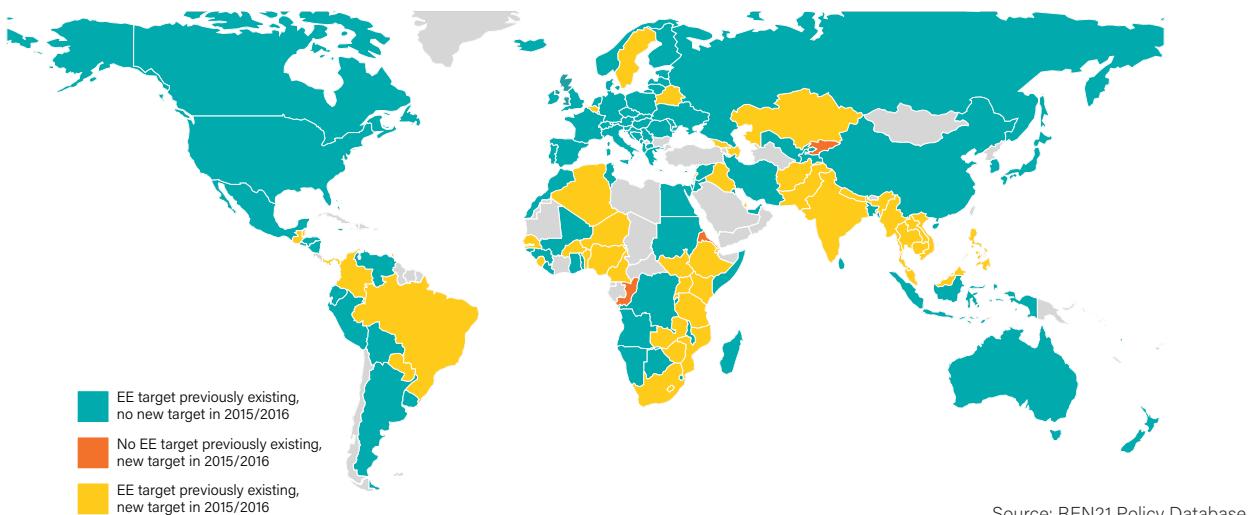


ENERGY EFFICIENCY

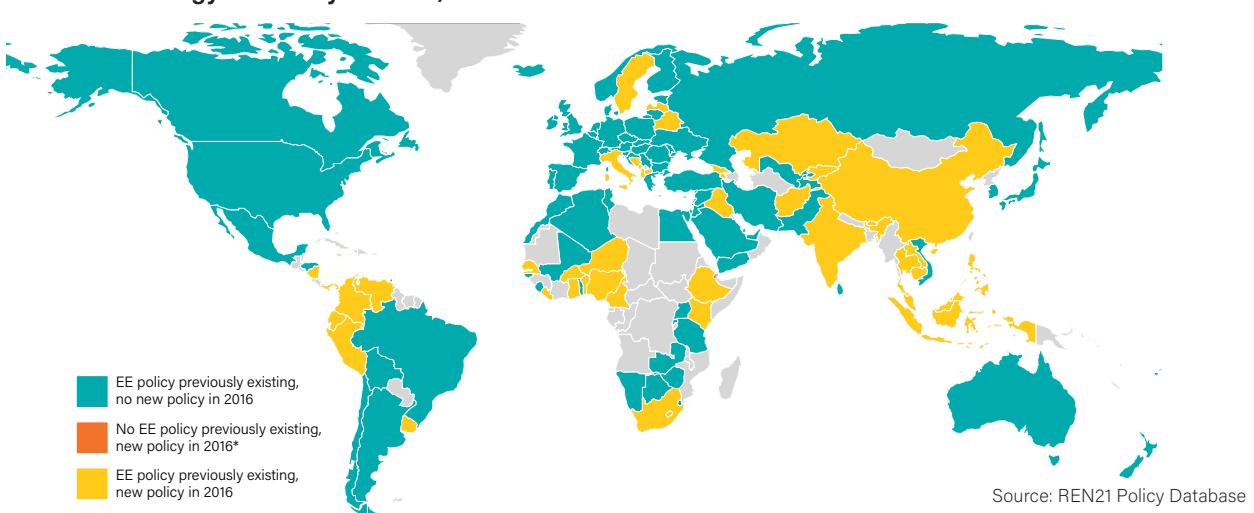
Global Primary Energy Intensity and Total Primary Energy Supply, 2010-2015



Countries with Energy Efficiency Targets, 2016



Countries with Energy Efficiency Policies, 2016

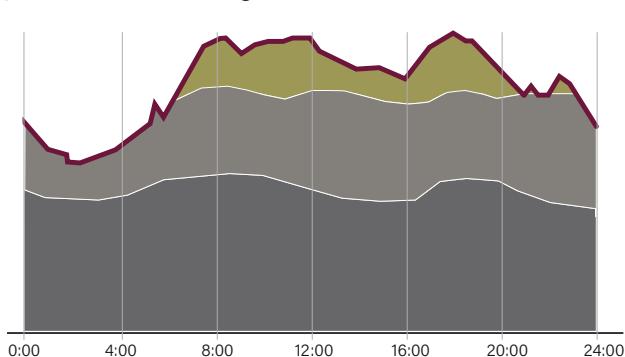


Note: Dollars are at constant purchasing power parities.

FEATURE 2017: DECONSTRUCTING BASELOAD

Conceptual Progression from the Baseload Paradigm to a New Paradigm of 100% Renewable Electricity

A) The Baseload Paradigm

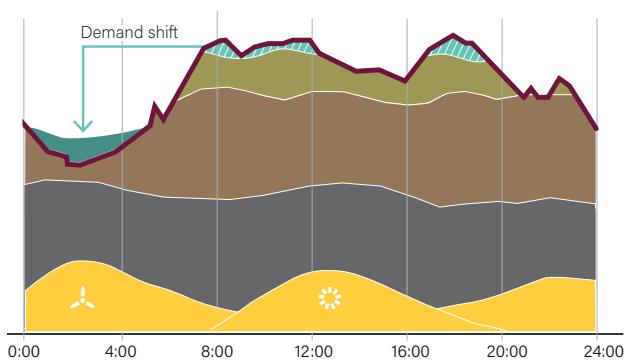


Power generation		
Peak		
Intermediate and dispatchable		
Baseload		



In the early stages of progression to larger shares of variable renewable generation, power systems make some adjustments in their grid operations, develop forecasting systems for renewable energy production, and introduce improved control technology and operating procedures for efficient scheduling and dispatch.

B) The Early Transition

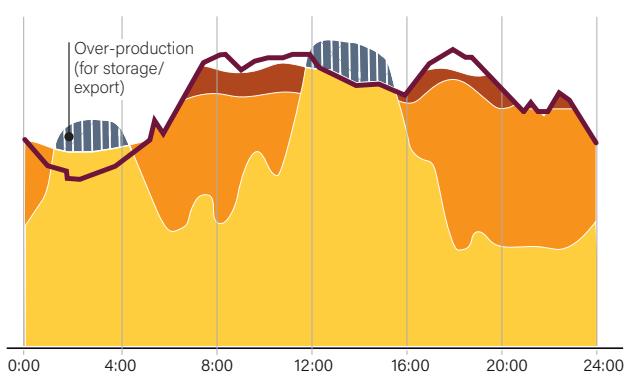


Power generation		
Demand shift	→ to early morning lows	
Peak		
Intermediate and dispatchable		
Baseload		
Variable renewable energy		



In the late stages of progression towards fully renewable power systems, variable renewable power will be integrated through advanced resource forecasting, grid reinforcements and strengthened interconnections, improved information and control technologies for grid operations, widespread deployment of storage technologies, greater efficiency and scope of demand response, and coupling of electricity, heating and cooling, and transport sectors.

C) A New Paradigm



Power generation		
Over-production		→ for storage or trade
Storage or import/trade		from solar and wind peaks
Dispatchable		*
Variable renewable energy		

* CSP with thermal energy storage

- Coal-fired
- Oil-fired
- Diesel generator
- Nuclear
- Natural gas-fired
- Hydro-power
- Bio-power
- Solar PV and CSP
- Geothermal power
- Wind power

不断上升的波动性可再生能源可能会带来的影响和市场对其的反应

		波动性能源发电占比				
		超过50%				
RESPONSES	影响	几乎没有影响	电力供应波动性微微增加，系统运行层面的不稳定性并不明显 对独立电厂的运行产生的影响有限	电力供应的不稳定和不确定性对系统运行产生了 巨大影响 对某些电厂的影响比较明显	供给波动性和不稳定性提高是系统运行的主要 影响因素 对几乎所有电厂的影响都很明显	结构性的波动性可再生能源电力的盈余和季节性能源不平衡
	响应需求	无需额外措施	系统运营和电网基础设施方面的细微调整	给电网运营带来巨大变化 更大供需灵活性 有些电网需增强电压和频率稳定性	系统运行的主要改变因素 巨大的额外供需灵活性 巨大的电网电压和频率稳定性加强需求	需采取额外方式管理供需不平衡
	资源预测	n	nn	nnn	nnn	
	电网运行	n	nn	nnn	nnn	
	存储		n	nn	nnn	
	需求管理		n	nn	nnn	
	加强电网		n	nn	nnn	
	部门耦合			n	nnn	
技术和运营响应示例		为未来波动性可再生能源的增长收集电网情况和规划信息，包括技术标准	建立可再生能源生产预测系统 为高效安排和调度系统资源，接入升级版控制技术和运行程序	通过提高资源预测，改善输电基础设施和对更多可调度系统资源的动态运营管理波动性 通过信息和控制技术的更新，以及电力输送互联的强化，在控制区域内做出协调	信息和控制技术的完善有助于大幅提升需求侧响应的效率和范围 在电网和电表后大量部署额外的先进储能装置，从而为电压和频率支持作为能源平衡	部门耦合——供热和制冷以及交通的电气化每天、每周甚至每季都在为波动性可再生能源发电提供缓冲 将电能转化为可被储存的化学形式（如氢）
接入此类波动性可再生能源的国家		印度尼西亚 墨西哥 南非	澳大利亚、奥地利、比利时、巴西、智利、中国、印度、荷兰、新西兰、瑞典	德国、希腊、意大利、葡萄牙、西班牙、英国、乌拉圭	丹麦、爱尔兰	

Note: This table represents generalisations. Various impacts and priorities for technological and operational responses will vary by system and will not be confined to a single path.



MAKING THE CONNECTIONS

Good decisions require up-to-date information. The ***Renewables Global Status Report*** (GSR) tracks the annual development of renewables, using the most up-to-date information and data available. Its neutral, fact-based approach documents in detail the annual developments in market, industry and policy. The report is a collaborative effort, drawing on an international network of more than 800 authors, contributors, and reviewers from over 155 countries. Now in its twelfth year the GSR is the most frequently referenced report on renewable energy market, industry, and policy trends.

Advancing the Global Renewable Energy Transition: Highlights of the REN21's Renewables 2017 Global Status Report in Perspective is a complementary publication to help decision makers understand the evolution of the renewable energy sector in the context of the overall energy transition. It looks at positive developments that occurred over the past year, notes areas where progress is lagging and offers recommendations for how to speed up the energy transition with renewables.

While the *Renewables Global Status Report* series provides a real-time snapshot of what is happening, REN21's ***Renewables Global Futures Report*** series presents thinking about how a renewable energy future will evolve. This series presents a



range of credible possibilities for the future of renewable energy. It does not present just one vision of the future, but rather a full and objective range of visions, based on the collective and contemporary thinking of many.

Collectively these reports illustrate the distance between where we are now and what needs to happen if an energy transition with renewables is to be achieved.

The ***Renewables Global Futures Report: Great debates towards 100% renewable energy*** was released in April 2017. The report documents global views about the feasibility of achieving a 100% renewable energy future by mid-century. While there may be agreement that we need to decarbonise our energy system, there is no one way to achieve this; what works in one country does not necessarily work in another. The report analyses the views of over 110 renowned energy experts from around the world who were interviewed over the course of 2016. It does not predict the future. The report is meant to spur debate about the opportunities and challenges of a 100% renewable energy future and, in turn, to support good decision making.

Access to the reports:

www.ren21.net/GSR and www.ren21.net/GFR

The REN21 Secretariat has produced this document to highlight the important trends that have occurred in 2016 and put them in perspective of the global energy transition. It draws on elements from its *Renewables 2017 Global Status Report*.

GSR 2017 PRODUCTION & AUTHORING TEAM

RESEARCH DIRECTION AND LEAD AUTHORSHIP

Janet L. Sawin (Sunna Research)

Kristin Seyboth
(KMS Research and Consulting)
Freyr Sverrisson (Sunna Research)

PROJECT MANAGEMENT AND GSR COMMUNITY MANAGEMENT (REN21 SECRETARIAT)

Rana Adib
Hannah E. Murdock

CHAPTER AUTHORS

Fabiani Appavou (Ministry of Environment and Sustainable Development, Mauritius)
Adam Brown
Ilya Chernyakhovskiy (NREL and 21st Century Power Partnership)
Bärbel Epp (solrico)
Lon Huber (Strategen Consulting)
Christine Lins (REN21 Secretariat)
Jeffrey Logan (NREL and 21st Century Power Partnership)
Lorcan Lyons (Lorcan Lyons Consulting)
Michael Milligan (National Renewable Energy Laboratory (NREL) and 21st Century Power Partnership)
Evan Musolino
Thomas Nowak (European Heat Pump Association)
Pia Otte (Centre for Rural Research)
Janet L. Sawin (Sunna Research)
Kristin Seyboth (KMS Research and Consulting)
Jonathan Skeen (SOLA Future Energy)
Benjamin Sovacool (Aarhus University / University of Sussex)
Freyr Sverrisson (Sunna Research)
Bert Witkamp (AVERE, The European Association for Electromobility)
Owen Zinaman (NREL and 21st Century Power Partnership)

SPECIAL ADVISOR

Adam Brown

RESEARCH AND PROJECT SUPPORT (REN21 SECRETARIAT)

Isobel Edwards, Martin Hullin,
Linh H. Nguyen, Satrio S. Prillianto,
Katharina Satzinger

COMMUNICATION SUPPORT

Laura E. Williamson, Lewis Ashworth

EDITING, DESIGN AND LAYOUT

Lisa Mastny, Editor
weeks.de Werbeagentur GmbH, Design

PRODUCTION

REN21 Secretariat, Paris, France



SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL

REN21 is committed to mobilising global action to meet SEforALL objectives.

DISCLAIMER:

REN21 releases issue papers and reports to emphasise the importance of renewable energy and to generate discussion on issues central to the promotion of renewable energy. While REN21 papers and reports have benefited from the considerations and input from the REN21 community, they do not necessarily represent a consensus among network participants on any given point. Although the information given in this report is the best available to the authors at the time, REN21 and its participants cannot be held liable for its accuracy and correctness.

PHOTO CREDITS

page 6-7	jasonblackeye.com/unsplash.com	page 21	Stockr / shutterstock.com	page 30	NREL / © Warren Gretz
page 9	© Alex Wong, killerfvith.com / unsplash.com	page 23	© Dennis Schroeder / NREL	page 32-33	shutterstock.com
page 10-11	Nellis Air Force Base / © Sunpower	page 26	Heizwerk Freiham, Munich, Germany / © Marcus Schlaf		Production line / © Nordex
page 13	www.alvaroarroyo.com / istockphoto		Dieng geothermal wells / © Noor Patria Budhiekusuma	page 34	© Simpa Networks, India
page 14	Staumauer Muttsee, Switzerland / © Fotowerder		Johnson76 / shutterstock.com	page 35	© Global Alliance for Clean Cookstoves
page 16-17	asharkyu / shutterstock.com	page 27	Lake Kwiecko, Zydowo, Poland / © Lukasz Siekierski	page 38	Roenkhausen, Germany © Hans Blossey
page 18	Englebright Dam on the Yuba River / © Gary Saxe		page 28-29 shutterstock.com	page 42-43	Energy Storage / © Peter Braatz
page 19	Khi Solar One, South Africa / © planet.com				

2017 关键发现



可再生能源
2017 全球现状报告

更多细节和报告下载, 请访问:
www.ren21.net/GSR



REN21 Secretariat
c/o UN Environment
1 Rue Miollis
Building VII
75015 Paris
France

REN21 Renewable Energy
Policy Network
for the 21st Century



www.ren21.net

ISBN 978-3-9818107-7-6
9 783981810771

Printed on 100 % recycled paper