

# REmap 2030 A Renewable Energy Roadmap



REmap 2030 可再生能源发展路线图  
报告概要

版权所有 © IRENA 2014

除非另作说明，否则只要声明 IRENA 为资料来源，即可免费使用、共享或转载本出版物中的信息。

本报告于 2014 年 1 月首次发布，是 REmap 2030 调查结果的第一版。在当前版本中，部分内容和数据已进行更新（尤其是第 25–28 页的内容，包括图 7，以及第 38–39 页的内容，包括表 3）。

## IRENA 简介

国际可再生能源署（IRENA）作为一个政府间组织，为各国在可再生能源领域内提供重要的国际合作平台，卓越的研究团体以及有关可再生能源政策，技术，资源数据与融资方面的知识信息库，以促进全球向可持续能源社会的转型。

完整的 REmap 2030 报告、本调查结果概要和其他补充材料可在此下载：[www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)。

如需了解更多信息或提供反馈，请发送邮件至[remap@irena.org](mailto:remap@irena.org) 或 [secretariat@irena.org](mailto:secretariat@irena.org) 与 REmap 团队取得联系。

此外，亦可通过 [www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications) 获取 REmap 报告。


## 报告引用

IRENA (2014), REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap, Summary of Findings, June 2014. IRENA, Abu Dhabi. [www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)

## 免责声明

虽然本出版物旨在促进对可再生能源的采用和使用，但是国际可再生能源署并未就任何特定的项目、产品或服务提供商提供背书。

本文件中采用的名称和材料陈述并不意味着国际可再生能源署对任何国家、地区、城市或区域或其权威的法律地位或者对其边界或界限限定发表任何意见。



REmap 2030  
A Renewable Energy Roadmap



# 前言



2011年，联合国秘书长提出了“人人享有可持续能源”（SE4ALL）倡议，倡议中提出2030年前力争实现的三个相互关联的目标：确保现代能源服务的普及；实现全球能效改善速率翻番；以及使可再生能源在全球能源结构中所占的比例翻番。IRENA加入了这一全球行动，并作为SE4ALL的可再生能源中枢发挥着领导作用。REmap 2030是IRENA为如何共同协作实现可再生能源在全球能源结构中的比例翻番所提出的解决方案，而本报告则是应对这一挑战的首份全球路线图的概要。

REmap 2030在呼吁采取切实行动的同时，也带来了一个不同寻常的好消息。这个好消息是，按照目前的技术水平，完全可能在2030年前实现梦寐以求的目标，甚至超越这一目标。令人惊讶的是，如果将外部成本考虑在内，转型至可再生能源社会并不会增加成本。

行动起来呼吁是说：除非各国当即采取必要措施，否则实现此目标将变得遥不可及。如果我们继续采用之前的做法，按照当前的政策，全球可再生能源的比例只能从现在的18%增长到21%，而不可能达到应有的36%或以上。

REmap 2030代表的是前所未有的国际共同努力的成果，它聚集了来自42个国家的82名国家级专家的心血，这些专家经过长达一年的全球网络研讨会、地区会议和全国性研讨会开展合作研究，参与人员包括技术专家、行业机构和政策制定者。REmap 2030的调研结果清晰明了。与基于矿物燃料的能源系统相比，可再生能源可提供更为广泛的参与度，对我们的健康更为有利，可创造更多工作机会和有效减少二氧化碳的排放——这一目标在当今变得日益迫切。随着科技创新，扩大利用规模进一步降低成本，许多可再生能源技术已经能够提供最具成本效益的能源服务方式。

虽然取得了这些进步，对可再生能源在全球推动可持续和包容性增长的发展中应发挥的积极影响仍存在误解。政策制定部门并未充分认识到可再生能源所面临的挑战和机遇，普通民众无法轻易得到客观透明的信息。REmap 2030旨在努力弥补这些不足。

当然，不可能有放之四海而皆准的解决方案，因为每个国家的国情不同，需要采取不同的行动路线。REmap 2030号召各国结合自身国情，借鉴最全面最透明的数据，塑造本国可再生能源的未来，此外，它也是一份可随时更新改进的研究报告。本概要会随附一份更为全面的报告以为辅助，还提供了一系列针对各国家和特定专题的研究资料。

但在核心层面，REmap 2030提供一个简单的选择。要么立即行动起来，通过可再生能源建立一个健康、繁荣和环境可持续的未来。要么能固守成规，眼睁睁看着以可持续能源系统为基础的未来憧憬日渐离我们远去。对我而言，别无选择。可再生能源不是可有可无，而是势在必行，REmap正是为这一势在必行提供了一条行动路线。

Adnan Z. Amin  
国际可再生能源署  
总干事



# “人人享有可持续能源”倡议所传递的信息



2011年，联合国秘书长提出“人人享有可持续能源”倡议之时，他在向全世界传达这样一个信息：要实现可持续的、公平的发展进步，我们就一定要改变社会的能源利用方式。在确保人人享有现代能源服务、提高能源利用效率的同时，到2030年，我们要让可再生能源在全球能源结构中的比例翻一番。

实现“人人享有可持续能源”需要对我们共同的未来做出一项投入，这项投入必须全面落实到2015年以后的联合国发展议程之中。2014年，政府间气候变化专门委员会为响应秘书长的这一倡议增添了新的紧迫感。正如该委员会报告所清楚表明的那样，全球以能效和可再生能源为重心的向清洁能源的转型，成为了保护地球气候的最佳的选项。

因此，REmap 2030的出台恰逢其时。REmap 2030系首次提出的此类全球路线图，在对26个全球最重要能源市场进行前所未有的深入分析基础上，它不仅表明了我们必须开展的行动，还展示了如何完成这些目标的具体措施。路线图的核心包括一个非凡的发现：到2030年我们不仅能使全球的可再生能源的比例实现翻番，而且还可能以更加经济的方法实现这一目标。换言之，这既是应对本时代最大的挑战—气候变化—的一个重要的解决方案，也是成本效益最佳的一个方案。

此外，REmap 2030还展示了如果通过推动可再生能源来进一步实现“人人享有可持续能源”的其他目标，确保现代能源服务的普及，实现全球能效改善率翻番。路线图为全球亿万无电地区的人口提供了一种途，让他们能够使用到清洁、健康、和当地产生的能源。路线图还展示了可再生能源和能效之间紧密的共生关系，其中某一方的进步可带动另一方向前推进。

我们面临的挑战在于确保让这一信息传播到尽可能广泛的人民大众中去。REmap 2030不仅需要被国际政策制定者和气候科学家所了解，也要让金融家和企业家、行业领导者和风险投资家所熟悉。其传递的信息清晰明了：世界正处于新的工业革命的黎明时分，蓄势待发。这一新的工业革命将由取之不尽用之不竭的清洁、健康的能源来驱动。让我们用满腔热情把握这一机遇，建立一个更加美好的世界。

Kandeh Yumkella  
联合国秘书长特别代表  
兼“人人享有可持续能源”倡议 CEO

# 致谢

本研究报告由国际可再生能源署（IRENA）编制。它由创新与技术部主任 Dolf Gielen 进行设计，Dolf Gielen 同时也是 IRENA REmap 团队的负责人。分析协调由 Deger Saygin 完成。各国情况的研究由以下分析人员完成：Ruud Kempener、Masaomi Koyama、Asami Miketa 和 Nicholas Wagner，并得到 Varun Gaur 和 Emily Kwok 的协助。社会经济分析和政策分析由本机构内部各专家进行：Rabia Ferroukhi、Arslan Khalid、Álvaro López-Peña、Shunichi Nakada 和 Michael Taylor，并得到 Kathleen Daniel 和 Estrella Piechulek 的协助。Zuzana Dobrotkova、Elizabeth Press、Jeff Skeer 和 Frank Wouters 为本分析研究提供了很多宝贵的意见和建议。Craig Morris（咨询顾问）负责技术编辑。

本研究受益于多名 IRENA 国家联络员和 REMAP 专家提供的意见，他们提供了信息、评阅了各国分析方案或路线图草案，并参与了评审会议。他们提供极具价值的意见与建议值，对报告的完善起到了很大的作用。各国联络员和专家名单如下：

**澳大利亚：** Helen Bennett、Shari Lapthorne、Arif Sayed、Tim Sill、Veronica Westacott；**比利时：** Reinhilde Bouckaert、Els van de Velde；**加拿大：** Michael Paunescu、Nadja Schauer；**中国：** Dong Ming Ren、Kaare Sandholt；**丹麦：** Therese Kofoed Jensen、Hans Jørgen Koch、Jakob Stenby Lundsager、Trine Tougaard；**厄瓜多尔：** Jorge Burbano、Daniel Ortega、Alfredo Samaniego、Luis Villafuerte；**欧洲委员会：** Thierry Bertouille、Tom Howes、Oyvind Vessia；**法国：** Cécile Gracy、Remy Lauranson；**德国：** Alexander Haack、Rainer Hinrichs-Rahlwes、David Jacobs、Niklas Martin、Tobias Nagler、Thomas Pregger、Martin Schoepe、Gerhard Stryi-Hipp、Sven Teske、Ellen von Zitzewitz；**印度：** D.K.Khare；**印度尼西亚：** Herman Darnel Ibrahim；**意大利：** Maria Gaeta、Luca Miraglia、Estella Pancaldi、Riccardo Toxiri、Jan Okko Ziegler；**日本：** Junichi Fujino、Mirei Isaka、Yoshihiro Kaga、Kenji Kimura、Yuki Kudoh、Daisuke Kunii、Hiranao Matsubara、Toshiaki Nagata、Mika Ohbayashi、Tetsuro Oi、Yoshiaki Shibata、Manabu Utagawa、Tatsuya Wakeyama、Yoh Yasuda；**马来西亚：** Wei-nee Chen、Gladys Mak、Lim Shean Pin；**墨西哥：** Margott Galvan、Eduardo Iglesias Rodríguez、Ricardo Saldana；**摩洛哥：** Karim Choukri；**荷兰：** Rick Bosman、Marc Londo、Karina Veum；**尼日利亚：** Eli Jidere Bala；**俄罗斯：** Evgeniy Nadezhdin；**沙特阿拉伯：** Thamer AlMahoudi、Ibrahim Babelli、Ahmed Al Sadhan、Otman Al Saleh、Hussain Shibli、Maqbool Moos；**南非：** Andre Otto；**韩国：** Jiwoon Ahn、Yong-Kyung Chung、Sangjun Lee、Yungsoo Shin、Jin Yong Soh、S.K.Gavin Yu；**汤加：** 'Inoke F. Vala；**土耳其：** Selahattin Çimen、Mustafa Erkeç、Sebahattin Öz、Yusuf Yazar；**乌克兰：** Oleksandr Grytsyk、Igor Kovalov、Mykola Pashkevych；**阿拉伯联合酋长国：** Ayu Abdullah、Steve Griffiths、Dane McQueen、Sgouris Sgouridis；**英国：** Nick Clements、Jonathan Radcliffe、Rachel Solomon Williams；**美国：** Doug Arent、Carla Frisch、Michael Mills、Timothy Williamson；**乌拉圭：** Pablo Caldeiro、Magdalena Preve

另外，还有多名专家提供了非常具有价值的信息，进一步加深了分析。还有很多国家指派了国家联络员和专家参与进来，为在未来几年扩展 REmap 的范围奠定了坚实的基础。



此外，REmap 亦受益于以下国际机构提供的反馈和建议：

铜业协会：Nigel Cotton；欧洲可再生能源理事会：Rainer Hinrichs-Rahlwes；欧洲地热能委员会：Luca Angelino；国际能源署（IEA）：Cédric Philibert；国际能源组织光伏发电系统计划/欧洲光伏行业协会：Gaëtan Masson；IEA 可再生能源技术应用委员会：David de Jager；日本能源经济研究所：Yuhji Matsuo 和 Kaoro Yamaguchi；拉丁美洲能源组织（OLADE）：Fabio Garcia；“人人享有可持续能源”（SE4ALL）能效中心：Pedro Filipe Paralta Carqueija；联合国环境规划署：Mark Radka；世界银行：Vivien Foster；世界生物能协会：Heinz Kopetz；世界风能协会：Jami Hossain。

分析见解由以下 IEA 能源技术系统分析项目参与者提供：Edi Assoumou、Alessandro Chiodi、Umberto Ciorba、Kari Espegren、Maria Gaeta、George Giannakidis、Hiroshi Hamasaki、Maryse Labriet、Amit Kanudia、Kenneth Bernard Karlsson、Tom Kober、Nadia Maïzi、Brian O’Gallachoir、Júlia Seixas、Sofia Simoes、GianCarlo Tosato。

我们在此感谢 Morgan Bazilian（国家可再生能源实验室）、Tomas Kåberger（日本可再生能源基金会）、Steve Sawyer（全球风能理事会）和 Giorgio Simbolotti（意大利国家新技术、能源及可持续发展署 - ENEA）对原稿进行同行评审。

参与征求意见研讨会的许多专家和讨论小组为本研究提供了许多有用的全新见解、反馈和资料。这些研讨会议包括：

- IRENA REmap 马尔他研讨会（2012 年 9 月 5 日）
- IRENA REmap 阿布扎比研讨会（2012 年 11 月 14 日）
- 新加坡国际能源周（2013 年 10 月 31 日）
- IRENA REmap 阿布扎比研讨会（2013 年 11 月 12 日/11 月 13 日）
- 联合国气候变化框架公约第 19 次缔约国大会（COP-19）周边会议（于 2013 年 11 月 22 日在华沙举行）

所有分析、调研成果和结论之内容均由 IRENA 全权负责。

# 目录

1. REmap 2030: 概述 .....	11
2. 加速可再生能源部署的措施 .....	14
3. 机构框架和国家对话 .....	15
4. 实现全球可再生能源份额翻倍的路径 .....	20
5. 实现目标的技术选择 .....	33
6. 国家行动和全球合作 .....	40
参考文献 .....	45
专门术语 .....	49
国家/地区研究结果 .....	50

## 表格

表 1 按行业和总量列示的全球可再生能源份额明细 .....	23
表 2 REmap Options 的就业效应 .....	28
表 3 REmap 2030: 概述 .....	38

## 图

图 1	到 2030 年可再生能源比例翻番份.....	15
图 2	REmap Options 特性说明 .....	17
图 3	26 个 REmap 国家/地区 .....	19
图 4	实现可再生能源份额翻倍道路上的进阶石.....	21
图 5	按技术和行业列示的 2010 年和 REmap 2030 的全球可再生能源消费明细 .....	24
图 6	从政府角度计算所得 26 个 REmap 国家/地区 2030 年技术成本曲线.....	25
图 7	从政府角度按行业列示的 2030 年增量净成本和收益 .....	27
图 8	按国家/地区列示的 2010-2030 年最终能源消费总量中可再生能源的当前和预测份额。 ..	29
图 9	国家/地区可再生能源潜力和替代成本之间的关系 .....	30
图 10	REmap 2030 条件下的二氧化碳排放 .....	31
图 11	2030 年可再生能源在最终能源消费总量中所占份额的情景预测 .....	32
图 12	特定可再生电力技术的增长预测.....	33
图 13	可再生能源如何替代矿物燃料.....	34
图 14	2030 年 REmap Options 中按行业列示的全球一次生物能需求.....	35
图 15	2030 年全球一次生物能供给曲线 .....	36
图 16	技术生命周期相关政策引导.....	41



# 1. REmap 2030: 概述

到2030年，全球可再生能源的比例可达到并超过30%。当今的技术已经具备实现此目标的水平。提高能效并改进能源生产方式，可使可再生能源在全球能源构成中的比例提高到36%。要走的更远，则需要跳出固有的思维模式，尽早淘汰传统的能源设施、实现技术突破，实现由消费者驱动的社会变革。本概要报告由国际可再生能源署 (IRENA) 在全球广泛征求意见并在多机构和专家参与的基础上编制而成，提供了使可再生能源在能源结构中实现翻番的全球路线图。

- **REmap 2030** 阐述了使可持续性可再生能源在全球最终能源消费总量 (TFEC) 中的比例实现翻番的途径。<sup>1</sup> 依据当前实施的政策和正在考虑中的政策 - 本研究中将其称为“**参考案例**” - 到 2030 年，全球可再生能源的份额只能从当前的18%增长至21%。本研究也提出了其他 **REmap Option**。将改进能效的速度提高一倍，并通过可再生能源普及现代能源服务，将使可再生能源所占的比例提高到36%。<sup>2</sup>
- 要在可再生能源翻番基础上继续实现转型，还需要加大研究、开发和利用 (RD&D) 政策的力度，以及提高标准、质控、技术合作和项目开发能力。**RE+** 中对这些技术选项进行了陈述。
- 生物质能目前占可再生能源总消耗量的75%，传统生物质能消耗量占所有可再生能源的一半以上。但是，并非所有现今使用的传统生物质能均为可持续能源。随着传统生物质能源的使用量下降，**现代可再生能源的份额将增至三倍以上**。由于能源需求量进一步增长，**现代可再生能源的绝对使用量需要增至四倍**。技术成本已实现显著下降，通过技术创新、竞争和市场扩大以及监管层面上的简化，技术成本还将继续下降。<sup>3</sup>

- 从国家的角度而言，在“参考案例”中，2030 年可再生能源的利用百分比将介于1%至43%之间，26 个REmap成员国/地区的加权平均值为 21%（包括传统生物质能的使用）。若全面落实 REmap 路线图方案，则份额将扩大至 6% 至 66%，加权平均值为27%（不包括传统生物质能的使用）。从整体而言，全球的平均份额可增长至 30%。
- 可再生能源目标的实现与能源价格水平息息相关。各个国家的宏观经济远景和商业经济学存在差异。

如果将社会经济效益考虑在内，比如气候变化减缓、健康影响和就业机会的创造等，**可再生能源转型的经济迫切性会变得更为明显**。提高各种可再生能源的利用比例，可提供灵活性、提高独立性以及提升整体能源供给的可靠性和普及性。

- 依据 IRENA 所作分析，2030 年，使可持续性可再生能源份额翻番所产生的**平均替代成本**为：2.5美元/吉焦(GJ)<sup>4</sup>（可再生能源最终使用量）。<sup>5</sup> 相比之下，若以每桶石油 100 美元的价格计算，每吉焦原油的成本约为 17 美元。各国平均替代成本介乎于每吉焦-12 美元至14美元之间。

<sup>1</sup> TFEC 包括来自用作燃料（运输行业）和用于发热（工业和建筑行业）以及发电、区域热能的所有能源载体的可燃性和非可燃性能源消费总量。其不含非能源消费量，后者指用作化学制品和聚合物生产给料的能源载体的消费量。本报告按照《全球跟踪框架报告》（世界银行等合著，2013a年），采用该指标估量可再生能源份额。

<sup>2</sup> 对于同一数量的可再生能源，如果使用不同的度量标准，例如一次能源，产生的结果可能不只是翻倍。

<sup>3</sup> TFEC 中可再生能源份额估算为通过所有能源来源（例如，生物质能、太阳能等）实现的所有可再生能源消费与源自可再生能源的区域热能及电力消费份额之和同TFEC之比。此估算既可以针对某个国家/地区的所有终端消费行业进行，也可以单独针对各行业进行。

<sup>4</sup> 1 吉焦 (GJ)=0.0238吨油当量 (toe)=0.0341吨煤当量 (tce)=0.238 吉卡 (Gcal)=278 千瓦时 (kWh)=0.175桶油当量 (BoE) = 0.947 百万英热单位 (MBtu)。

<sup>5</sup> 就最终能源而言，替代成本反映了REmap Options年度化成本与用于实现能源对可再生能源总消费量之比相同数值的常规能源技术之间的差额。

- 在2030年前，全球增量能源系统成本的年度平均水平达到1330亿美元，而在2030年前，年度平均增量投资需求约达到2650亿美元。随着REmap Options全面部署，2030年可再生能源的补贴将增长至3150亿美元，但是在某些国家，在2030年以前补贴即会达到最高点。相比之下，2012年矿物燃料的全球补贴达到5440亿美元。随着可再生能源的份额上升，矿物燃料补贴将会下降。
- 通过减缓因矿物燃料使用所引起的空气污染可实现的平均健康效益介于1.9-4.6美元/吉焦之间，二氧化碳(CO<sub>2</sub>)减排可实现的效益3-12美元/吉焦之间。成本和效益总额相抵后可带来的节省净收益至少可达1230亿美元，到2030年可高达7380亿美元。与“参考案例”相比，2030年，可再生能源的使用可使CO<sub>2</sub>的排放量减少8.6吉吨(Gt)，与能效提升可以实现的减排量持同一水平。在可再生能源和提高能效的共同作用下，降低大量CO<sub>2</sub>排放量，实现全球温度上升幅度不超过2摄氏度(最大值)的目标。
- 与“参考案例”相比，在2030年前，Options平均可带来900,000个就业机会，这仅仅来自于核心工作岗位，没有考虑可再生能源设备制造或建造和运营设施所需的中间投入环节的就业需要。
- 如果全面实行REmap Options，煤炭使用将会受到最大的影响，使用量将下降高达26%；与“参考案例”相比，天然气和石油使用量将下降15%。提高可再生能源在能源供给结构中的份额将会改变均衡情况，并对国际能源贸易产生影响。可再生能源总消耗量将超过三大矿物燃料的一次能源消耗量。
- 生物质能在可再生能源组合中处于优势地位。为加快生物质能源的利用，必须要重视确保可持续性利用，尤其是在在终端使用行业中的可持续利用，此外，应深入研究生物质能发电的创新解决方案。<sup>6</sup>

市场和政策制定者均发挥着至关重要的作用。市场可提供经济可负担的解决方案，但是可持续性的未来则需要有政策导向。政策必须能够刺激投资以及市场增长和转型，不仅注重于短期收益，还要重视长期影响。有效的政策必须考虑到系统和基础设施问题，比如生物质能供求情况、发电能力和智能电网的转型价值。市场力量在找到高效解决方案和按比例增加最佳实践中发挥着重要作用。

可再生能源增长需要贯穿于能源使用的所有四个行业：建筑、运输、工业和电力供应。全球电力消耗将继续以赶超最终能耗总量的速度增长；2030年将增至约TFEC的25%。

要使可再生能源份额实现翻番，需在三个终端使用行业（建筑、运输和工业）中利用可再生电力直接替换矿物燃料的使用。通过实现REmap Options，2030年现代可再生能源所占比例将分别达到44%（电力行业）、38%（建筑行业）、26%（工业行业）、17%（运输行业）。2030年约40%的可再生能源将会用于发电，60%用于其它三个终端使用行业。

- 各国政府对即将到来的变革估计不足。太阳能光伏(PV)就是一个很好的例子：政府预测2030年太阳能光伏能的总产量低于500吉瓦(GW)，而REmap 2030表明，当前的市场趋势再加上扶持政策，2030年的总产量可达1250吉瓦。

- 本研究提出了国家行动的5大领域：可再生能源的转型途径；刺激企业和提供知识；可再生能源整合；技术创新；政府支持。加快这些领域的发展，需要制定针对性的扶持政策。
- 要重视整体系统设计，而非仅强调可再生能源产品的价格最低。政府部门必须要重视系统总体设计，而非仅强调可再生能源产品的价格最低。政府要确保基础设施建设，包括电网建设和储能设施开发，以整合更多的可再生能源。
- 需要在新兴技术领域开展商业化开发的预研究，尤其需要为终端使用行业提供新型可再生能源解决方案。

<sup>6</sup> 电气化意味着由终端使用行业所提供，目前依托于燃料基础技术（例如，汽油驱动型乘用车、基于煤炭的工业生产流程等）的各种服务正在被对应的以电力为基础的服务（例如，电动车辆、化学制品生产流程电解）所取代。由于使用的燃料越来越少，而消费的电力越来越多，因此这种状况提升了终端使用行业TFEC中电力消费所占的份额。

开展国际合作，大幅促进全球可再生能源的接受和利用。要使可再生能源的份额超越36%，实现规模经济，提高可再生能源电力和生物质能商品的交易量，加快技术学习以及经验共享均必不可少，而且只有在各国共同协作的情况下方可实现。

由于各国可再生能源的潜力有所差异，因此需要考虑国际合作的特定领域与合作方式。重点领域包括：

- 完善知识库，包括更可靠的生物质利用数据、可再生能源资源潜力和比较技术成本。
- 更加详尽的有关可再生能源使用、效率和可再生能源份额以及能源、水源和土地使用之间的关系的关系的评估
- 提升可持续生物质能产品和可持续电力作为国际交易能源载体的角色。
- 加强可再生能源的经验推广、最佳政策和规划实践的共享力度。
- 扩大国际市场，实现规模经济，加快技术学习。



## 2. 加速可再生能源利用的措施

要在2030年前实现使可再生能源比例翻一番的目标，需要公共部门和私有部门采取措施。如今面对诸多障碍，需要采取措施克服这些障碍。REmap 分析已经提出了采取措施的重点领域，大多数这些措施由各国实施，但是在许多地区，加大国际合作力度有利于加速能源转型。需要对各种措施和政策进行调整，以适应区域、行业和技术的具体需求，并让各个利益相关团体（世界银行等2013b）都参与进来。采取措施的优先领域包括：

### 1. 切合实际的规划结合能源转型的宏伟目标

- 评估实现2030年可再生能源目标的基准年情形和“参考案例”趋势。
- 制定实现可再生能源目标的国家路线图。定期监控进度，定期滚动评估目标和框架有效性以及效率。
- 简化规划流程，确保不同级别规划，如市级、国家和区域规划的一致性和包容性。
- 确保可开发和维持转型的人力和机构能力。

### 2. 创造扶持性业务环境

- 针对电力行业和三个终端使用行业（建筑、运输和工业），制定一套合理和可预测的的可长期维持的政策框架。
- 降低投资者的风险以减少资金成本。
- 确保商业化可再生能源和其它能源选项的公平竞争环境，对成本和收益进行恰当定位。
- 通过标准和认证等措施促进国际技术市场开发。

### 3. 技术方案的知识管理及推广

- 创建强有力、可公共获取的有关可再生能源成本、潜力和选项的知识库。
- 开展和加强以提高公众意识和加强制造商、安装企业和用户能力的项目。

### 4. 确保与现有基础设施顺利整合

- 建设能源基础设施，如输电网和互连线路。
- 促进可持续生物质能源供给，实现生物质能增长。
- 考虑可再生能源战略发展中的协调问题，尤其是可再生能源的能效获取、能源-水-土地使用以及能源和工业发展等问题。

### 5. 释放创新力

- 依据发展现状和目标远景，确保对新兴可再生能源提供适当的支持机制。
- 审核高耗能应用，开发项目以填补技术空白



### 3. 机构框架和国家对话

#### “人人享有可持续能源” (SE4ALL)

2012 年，联合国大会宣布，2014到2024年将成为“人人享有可持续能源”的十年，强调了能源问题对于可持续发展以及实现2015年后发展议程的重要性 (UN GA, 2012)。

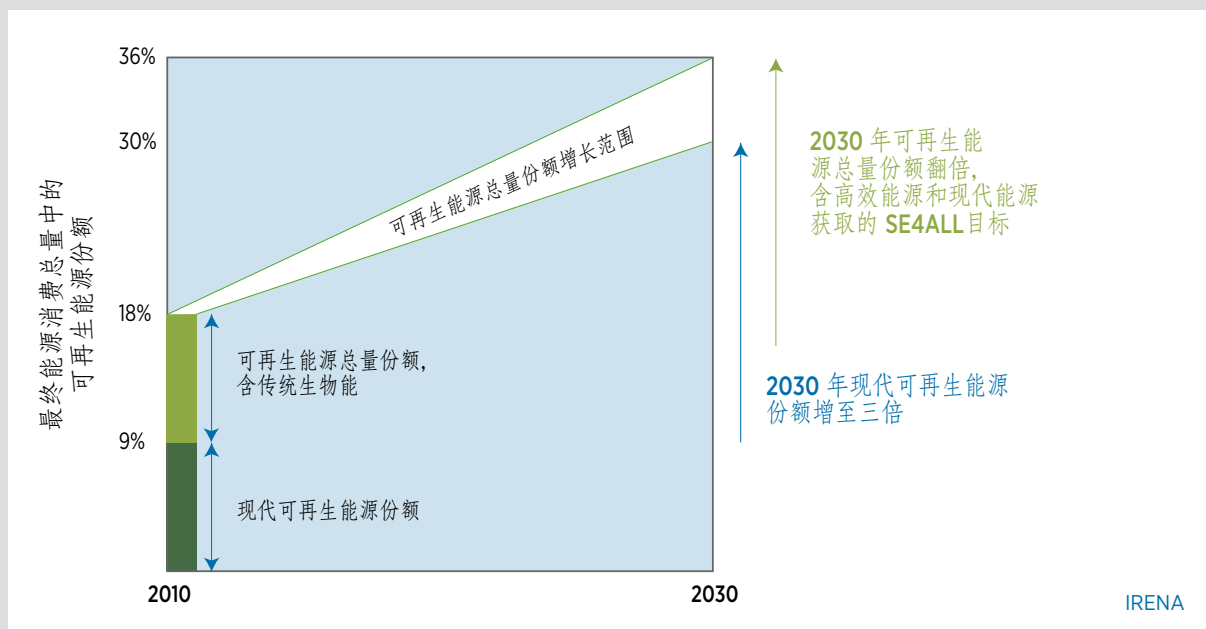
同年，联合国秘书长成立了针对“人人享有可持续能源”(SE4ALL)的高层次工作组，制定以三个相互关联目标为基础的全球行动议程：1) 确保普遍获得现代能源服务，2) 使能效改善速率增长一倍，3) 让可再生能源在全球能源结构中的比例翻一番 (SE4ALL, 2012)。IRENA成为SE4ALL的可再生能源中枢。

IRENA 于2011年4月创建，作为可再生能源利用的政府间机构。截至2013年底，该机构已有

122个成员，并有45个国家正在申请加入过程中。各成员要请该机构深入研究如何能够实现使全球可再生能源份额翻番这一梦寐以求的目标 (IRENA, 2012a)。IRENA编制了REmap 2030路线图，以更详细探究第三个目标的可行性 - 包括可再生能源和能效战略间的相互关联性。

2013 年1 月，IRENA 发布了工作文件“使全球可再生能源比例翻一番：至2030年的路线图 (IRENA, 2013a)”。本出版物以2030年的全球能源场景分析为基础，表明了使可再生能源份额实现翻番的可实现性，以及需要在所有区域采取的措施。此外，它还揭示了以现有国家可再生能源计划为基础的2030年全球可再生能源份额与SE4ALL倡议所提出的翻番目标之间的巨大差距。弥补这个空白将需要在改善能效和实现普遍能源利用方面取得重大进展。

图1. 到2030年可再生能源比例翻番份



可再生能源份额翻番意味着现代可再生能源份额扩至三倍。

注意：目前，全球能源中有18%来自可再生能源，但现代可再生能源仅占其中9%，其余9%为传统可再生能源，而传统可再生能源中只有一部分是可持续再生能源。因此，在实现可持续再生能源份额翻番的道路上，现代可再生能源几乎需要完全取代传统生物能。由此带来的结果是，到2030年时，现代可再生能源的份额将在2010年9%的基础上扩大两倍以上，达到30%

RE = 可再生能源；TFEC = 最终能源消费总量

图1显示了2010年的可再生能源在TFEC中的份额。百分之九的TFEC为现代可再生能源，传统的生物质能同样高达9%，2010年可再生能源的总份额为18%。国际能源署将传统生物质能定义为：“…在住宅应用中使用木材、木炭、农业废物和禽畜粪便以进行烹饪和加热。它的换能效率往往非常低（10%到20%），通常取决于不可持续生物能的供给”（IEA, 2012a）。2010年传统生物质能使用量的预算值符合IEA的定义，除非REmap 国家提供一份更为详尽的细目，可以形成更为全面的报告（IRENA, 2014a），否则均假定世界经济合作与发展组织（OECD）国家以外地区中的建筑行业中所使用的生物质能均为传统生物质能。

虽然IEA搜集有关建筑行业的生物质能使用的数据，并提出了以现代和传统形式细分报告数据的方法，但是所报告的总量存在极大的不确定性。这种不确定性来自多个原因：部分非OECD国家所使用的实际用量通常未进行测量，而是使用简单方法法进行的估算，比如以GDP增长为基础对历史数据进行的推断。此外，由于传统生物质能使用的定义较为广泛，总量依据定义和估算方法而有所差异，从而导致不同年份间的不一致性。因此，存在各种不确定性。

REmap 2030 并非只是另一份路线图。准确地说，它促使政策制定者们去改善基础数据并利用改进的数据进行这些测算。

在使可再生能源份额实现翻番的过程中，现代可再生能源几乎需要完全替换传统生物质能。因此，现代可再生能源的份额从2010年的9% 增至2030年的30%，增长幅度将超过三倍。

IRENA 在2012年7月举办的IRENA理事会第三次会议中为其成员国制定的一份更为详尽的IRENA路线图进行了讨论（IRENA, 2012b），并于2012年9月和11月与IRENA 成员国组织了两次征求意见会。来自18个国家的代表参加了会议。主要反馈内容为：IRENA路线图将有助于理顺IRENA的内部和外部活动，且应以透明的国家参与和同行评

审流程为基础，以便各国家专家可从彼此了解其他国家的经验（IRENA, 2012c, d）。REmap 2030是一份不断完善的文件（IRENA, 2012e）。

2014 年第一季度将发表一份完整的路线图报告，提供详细的分析结果以及与使现代可再生能源份额实现翻一番目标有关的其它信息（IRENA, 2014a）。本路线图概要和完整报告均以26个REmap国家的分析为基础，由与各国家专家进行对话的IRENA秘书处负责编制。接下来几个月将会完成这些国家的分析结果，这些分析作为“动态文件”，将定期进行更新。

联合国大会第三次会议和2013年的REmap工作文件中对REmap 2030的流程基础 - 以及全球分析结果 - 进行了阐述。所提出的方法为反复性三步流程，在所有成员的参与下编制而成，并以三个元素为基础：

- 使全球可再生能源份额实现翻番的途径；
- 实现这一目标的各个技术方案；以及
- 为实现这一远景目标而进行国际合作的机会。

## 方法论和假设

分析方法的选择依据包括对各国可再生能源计划差异的评估、2030年的发展预测值，可再生能源比例目标，以及大量行业-区域分析评估为基础，以识别、评估各地区特定的和跨区域间各部门行动计划，并确定这些行动的的优先顺序。IRENA 与世界银行、IEA 和其它机构开展了密切合作，共同设定SE4ALL的可再生能源基数。2013年第二季度出版了《全球追踪报告》（World Bank et al., 2013a）。

作为起始点，2013年所作分析以转型的经济层面和前提条件为重点。为确保流程透明、具有包容性和开放性，IRENA 邀请所有成员来确定和推荐国家REmap联络员和专家，以支持REmap 2030的编制。这些专家提供了到2030年整体能源供求情况的预测值，包括正在实施或考虑当中的可再生能源政策和目标。此外，这些专家就这一期间在电力和终端使用行业中可再生能源利用方式应采用的各种技术、经济和政治可行性以及这些不同行业和可再生能源技术如何相互影响等提出了不同见解和专业意见。提交的这些方案并不是参与政府的官方意见，而是各国家提名的著名研究机构所作的贡献。

报告对占2030年全球最终能耗总量预测值的75%的以下26个国家进行了详细分析，这些国家包括：

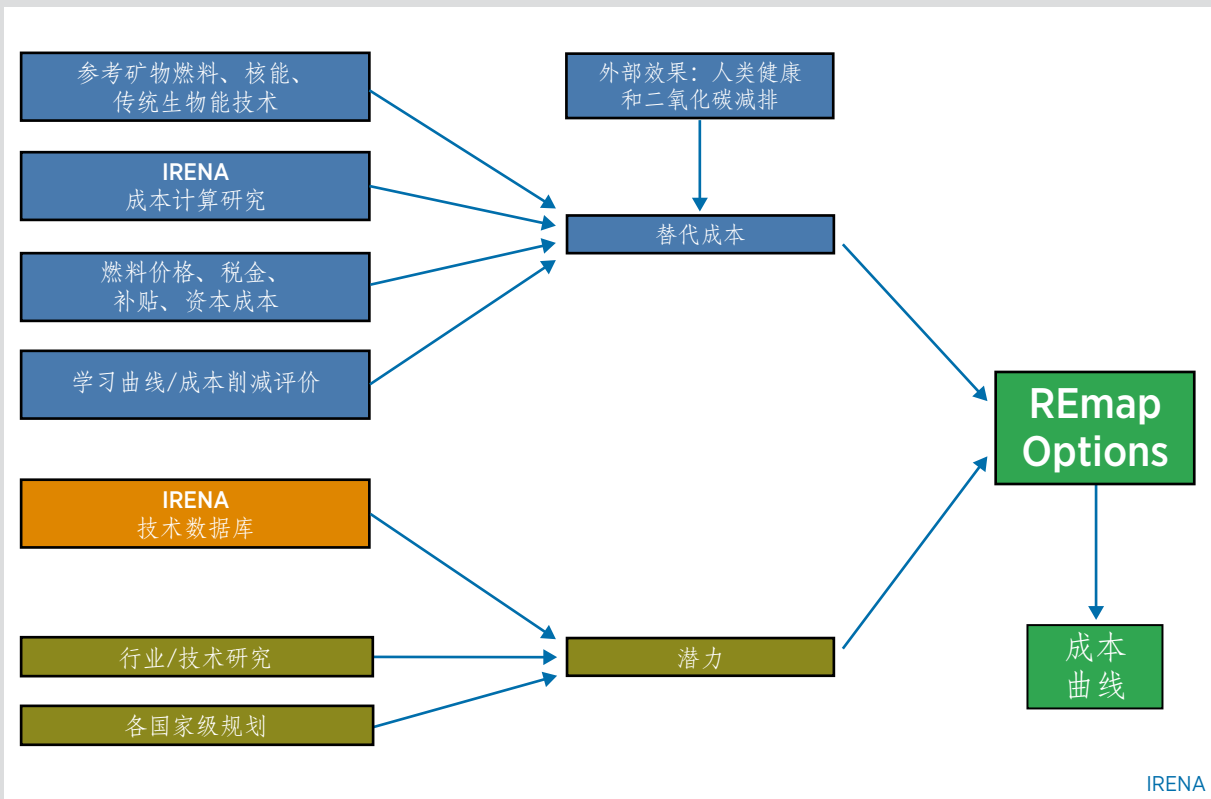
澳大利亚、巴西、加拿大、中国、丹麦、厄瓜多尔、法国、德国、印度、印度尼西亚、意大利、日本、马来西亚、墨西哥、摩洛哥、尼日利亚、俄国、沙特阿拉伯、南非、韩国、汤加、土耳其、乌克兰、阿拉伯联合酋长国、英国和美国。

图2显示了REmap分析的方法步骤。这些国家首先提供当前的国内计划，将这些计划搜集起来作为常规情景的**参考案例**，包括各国的可再生能源的目标。之后，再对其它技术选项进行了调查。这些技术定义为**REmap Options** - 基本上代表可再生能源比例翻一番后的技术方案。这种选择Options而不是选择各种情景的方法是经过深思熟虑的：REmap 2030是一项探索性研究，而不是用于设定可再生能源的目标。而且各国可以就如何采用所提出的技术方案作出自己明智的选择。

REmap Options 是这一分析的核心部分，因为这些方案确定了其它可能利用的可再生能源技术。它们不代表理论或技术潜能，而是每个国家的“实际”潜力估算，这些估算考虑了该国的资源状况、现存装机容量和周转率（平均年限）、规划程序（如实施项目所需时间）以及环境因素等。此外，每个技术方案还考虑了成本特性。

依据 REmap Options 绘制出了国家成本曲线，这些曲线随后结合**全球成本曲线**，以提供两种视角：政府视角和企业视角。从政府角度，国际成本不包括能源税收和补贴，采用了10%的标准贴现率。用这种方法可进行各国之间的对比分析，也可以进行各国的成本-收益分析。对于企业角度而言，可以重复这一分析过程，不断加入国内价格因素（包括能源税、补贴和资金成本等），以形成包含各国税收、补贴和资金成本的本国成本曲线。

图 2 REmap Options 特性说明



## 到 2030 年时，26 个 REmap 国家将占据全球规划 TFEC 中 74% 的份额。

在搜集26个国家的数据的过程中，IRENA必须协调“参考案例”预测值，以确保不同国家间的可比性（比如，最终能源用户产业的系统边界、国家计划的时间尺度）；因为这项研究是首次尝试搜集这类数据。因此，为了编制REmap 2030，IRENA专家首先交叉检查各国分析的零级草案，以改善兼容性，因为不同的国家规划采用不同的假设及系统边界的界定。

在找出REmap Options时，也发现了其它不一致的因素。部分国家提供了预测值或数据，但对大多数国家，由IRENA与国内专家共同合作来搜集数据。这项评估所需的变量包括一些特殊国情的参数，如股本年限概况、资源状况、各项技术以及本国资金成本等。最后，还有从各国以及来自第三方来源获得的能源价格数据。

虽然这项分析以26个REmap国家为基础，但分析结果和结论适用于全球总体情况。依据26个REmap国家/地区的分析所制定的“参考案例”和各REmap Options被定义为REmap 2030；其中分析结论适用于全球总其情况，这一点非常清楚。

IRENA 开发出了一套REmap工具，以涵盖能源均衡表和关键技术列表中的数据，包括这些技术方案到2030所期望的贡献。在工具中使用IRENA成本出版物和IRENA/IEA-ETSAP技术摘要中的成本数据，供各国专家必要时进行验证和更新（IRENA, 2013d, e, f）。工具涵盖所分析的各行业（即工业、建筑、运输、电力和区域热能）用可再生能源和常规（矿物燃料、核能和传统生物能）技术的成本（资金、运营和维护）和技术性能（安装的参考能力、能力系数和换能效率）。此外，工具还提供了国际和国内能源价格以及贴现率。

所搜集的信息对于验证和改善现有文献中的预计值至关重要，而且可作为宝贵的资源，供各国用于编制、审查或更新本国的可再生能源规划。对于方法论（IRENA, 2013g）和成本计算（IRENA, 2013h）还编制了单独的使用指南，并制定了详细的工具手册（IRENA, 2013i）。通过REmap工具，专家可选择其它的可再生能源技术方案，评估其对本国可再生能源比例的影响，并且评价其这些技术方案在本国成本供给曲线中所处的位置。此外，这种工具还可用于进行一致

性分析，对各国的计算结果进行对比。最后，能源系统工程模型分析可用来与REmap工具配合使用。

除REmap Options外，以IRENA研究、技术数据库和其它文献为基础，还提出了RE+ Options。RE+方案研究了哪些辅助措施（特别是提高效率和模型转换）能够进一步提高可再生能源的比例。分析表明，REmap Options并不是一种技术极限，也可能有更多的实可再生能源。对于政策制定者而言，重要的是从长远上为取得进一步进展和新技术铺平道路。

## 与各国的对话及 REmap 分析的后续步骤

REmap 2030 的工作得到了来自42个国家的82位国家级专家的支持。REmap分析工作也得益于IRENA与各国专家之间所开展的广泛透明的合作，这些合作导致了本分析报告的形成。2013年6月13日、9月6日及9月24日分别召开的全球网络研讨会，向所有各国的REmap专家通告了有关REmap工具及初步结果，并收集了对报告内容及后续步骤的反馈意见（IRENA, 2013j, k）。

此外，还组织了电话会议和各国实地访问来探讨分析结果。面向各国REmap和行业专家召开的大型评审会于11月12-13日在阿布扎比以及11月29日在布鲁塞尔召开（IRENA, 2013l；IRENA及IEA-RETD, 2013）。在马尼拉和新加坡分别组织了区域性研讨会（IRENA, 2013m, n）。报告终稿于2013年12月10-11日在阿布扎比召开的理事会第六次会议上介绍并与IRENA成员国进行了讨论。

IRENA 还吸收了来自外部专家群体的意见和建议。IRENA与IEA Energy Technology Systems Analysis Programme（IEA能源技术系统分析项目）（IRENA和IEA-ETSAP, 2013）以及International Energy Workshop（国际能源研讨会）联合召开了建模研讨会（IRENA, 2013o），前者促成了双方合作开展对各国方案结果的分析比较。此外，IRENA和IEA-RETD发起了一个新的协作项目，称为“Factor 2”，旨在分析到2030年实现可再生能源份额翻番的能源系统演变。在International Research Network for Low Carbon Societies（国际低碳社会研究网络，简称LCS-RNet）召开了REmap 2030的一次专题研讨会。针对企业编制了一份单独的REmap 2030工作报告，并在World Business Council for Sustainable Development（世界可持续发展工商理事会）召开的一次REmap研习会上就此进行了探讨（IRENA, 2013p）。此



外，REmap在2013年4月召开的“德班增强行动平台”联合国气候变化框架公约(UNFCCC)特别小组会议以及同年10月召开的国际电工委员会第77届大会上均被作为议题提出。就可再生能源比例翻番对缓和温室气体效的益处，在波兰华沙召开的联合国气候变化框架公约第19次缔约方大会组织了一次特别会议 (IRENA, 2013q)。

正如IRENA成员在磋商研讨会上所概括的，REmap 2030之中的一个重大组成部分就是终端能源产业中促进可再生能源的利用。正因为如此，IRENA将其与制造业和城市有关的两个技术路线图活动整合到REmap 2030中。对于制造业，IRENA 推出了其首个技术路线图，即到2030年时实现可再生能源所占比例翻一番：见全球制造业的关键作用 (IRENA, 2014b)。

该路线图按技术、地区和细分行业对可再生能源的技术经济潜力给出了整体分析，同时提出了政策制定者们能够携手合作以加速可再生能源利用的七大行动领域。对于城市，IRENA目前正处于编制类似路线图的最后阶段。城市研讨会会议记录现在可以在线访问 (IRENA, 2013r)。

为了对其电力存储和可再生能源的整合技术路线图构成背景支撑，IRENA出版了一本决策者指南，即《智能电网和可再生能源：有效利用指南》(IRENA, 2013s)。它对支持将可再生资源整合至电网中的所有可用智能电网技术给出了简单易懂的概述，由此将IRENA定位为电网解决方案相关信息的权威来源。

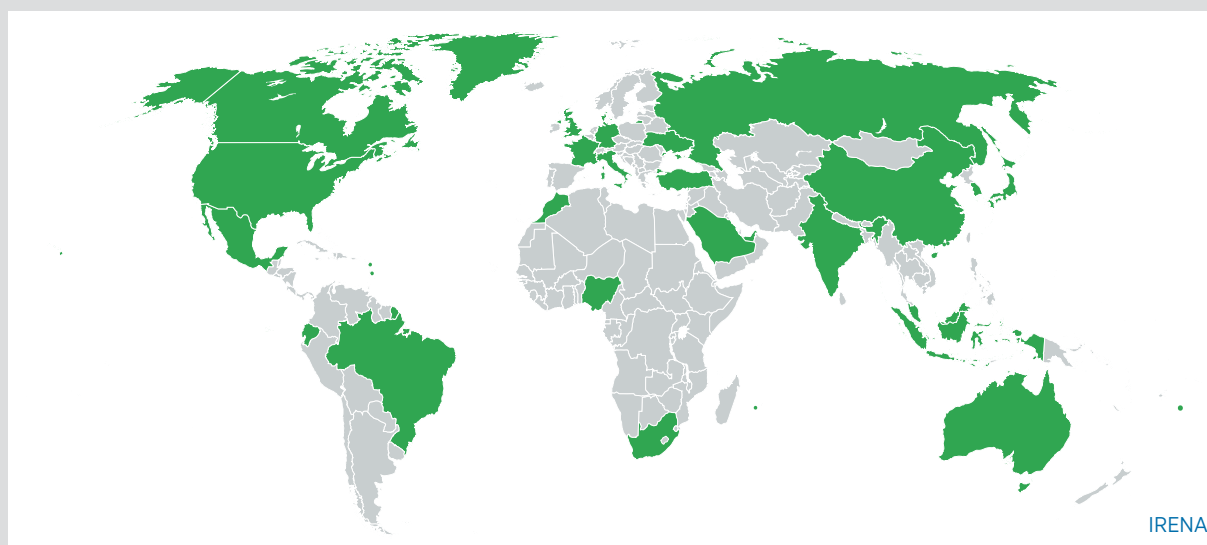
REmap 2030 是一份可随时更新改进的研究报告。在2014至2015年期间，IRENA将扩展分析的范围，细化分析结果。IRENA将继续保持各国以及其他利益相关者的参与，以确保REmap 2030体现全球面对未来机遇和挑战的前景。各国的参与仍然是路线图中一个至关重要的元素。完整报告(IRENA, 2014a)在REmap 分析中探讨了后续步骤以及国际合作的机会。IRENA 正在邀请其成员国及其他感兴趣的组织加入REmap行动小组，以参与后续行动。

在 REmap 2030 随后各轮行动中，IRENA 将与在REmap 2030随后各轮行动中，IRENA将与当前参与各国/地区开展合作，并开启新的研究领域，以改善基础数据。随着每一轮基础数据的完善，研究结果会更加准确，更重要的是，为政策制定者们提出的建议也会更有针对性。这正是为什么IRENA坚信这不仅是对本研究中重要的针对特定技术的具体预测，也是与成员国之间不可替代的互动交流。

由此可见，REmap 2030不仅仅是一份新的路线图，相反，它的主要目的是促使政策制定者们改善，并最终实现自己本国的能源计划。

REmap 的水平和范围以及IRENA吸纳各国参与的能力，在很大程度上得益于德国和日本自愿作出的贡献。这些贡献提供了任何其他方式无法实现的深度分析。生物质能方面的分析得到了Japan International Research Center for Agricultural Sciences (日本国际农业科学研究中心) 借调的优秀人才的帮助。各国政府派出了各自的专家参与国别分析以及REmap评审工作。

图 3 26 个 REmap 国家/地区



## 4. 实现全球可再生能源份额翻倍的路径

图4展示了实现全球能源结构中可再生能源比例翻番的路径，同时显示了REmap Options 目前的结果，以及SE4ALL与RE+的目标。目前，可再生能源占全球最终能源消费总量 (TFEC) 比例为18%，其中9%为现代可再生能源，另外9%则是难以计量全球使用量的传统生物质能源。

图4最左边的灰色柱代表2010年消费状况，浅灰色柱状区表示传统生物质能份额。从参考案例（浅绿色柱状）可以看出，可再生能源份额增幅缓慢，仅从2010年占TFEC的18%上升至2030年的21%。然而，国际可再生能源署 (IRENA) 分析发现市场增长速度超出政府预期水平，更大一部分市场还能以低于政府预算成本实现增长。

政策扶持确保了REmap Options（深绿色柱）的施行，促使可再生能源份额进一步大幅增加，其中26个REmap 国家/地区都达到了近27%，此外REmap Options也意味着危害健康、污染环境传统生物质能必需转变为现代生物质能。这表示，现代可再生能源份额将呈3倍左右的速度上升，由2010年的9%激增至REmap 2030预测的近27%。到2030年，这种呈三倍增长实现后的成本是每吉焦2.5美元。此外，这一转变可以节省矿物燃料的外部成本，尽管目前并未定价，这些外部成本也列入计算范围。

REmap Options 并非完全摒除所有传统生物质能的使用。要想实现SE4ALL的现代能源获取目标（见图4第一个蓝色柱），需要政府的额外扶持。目前世界上仍有三分之一以上人口依靠木材和动物粪便作为烹饪等燃料来源。由此产生的室内空气污染（烟）极大威胁着人类健康。将传统

炉灶加以改造，变身为以现代生物质能为燃料的洁净烹饪灶具可以提供更优质的烹饪体验，减少能源消耗，并大幅降低对健康的危害。同样，直至2030年仍将有10亿无电人口；采取小型可再生能源分布式发电系统（如小电网和太阳能家用系统）等特别供电方式可以将可再生能源占TFEC的比例提升到30%<sup>7</sup>。

能源获取、提高效率与可再生能源之间存在着重要的协同作用。

第二个蓝色柱状代表 SE4ALL 的能效目标对2030年可再生能源份额的影响。能源效率的提高表示同等可再生能源能满足更多需求，随之可再生能源份额也相应提高。能源效率的提高以及RE+ 的第一条柱可以使可再生能源份额提升到36%。

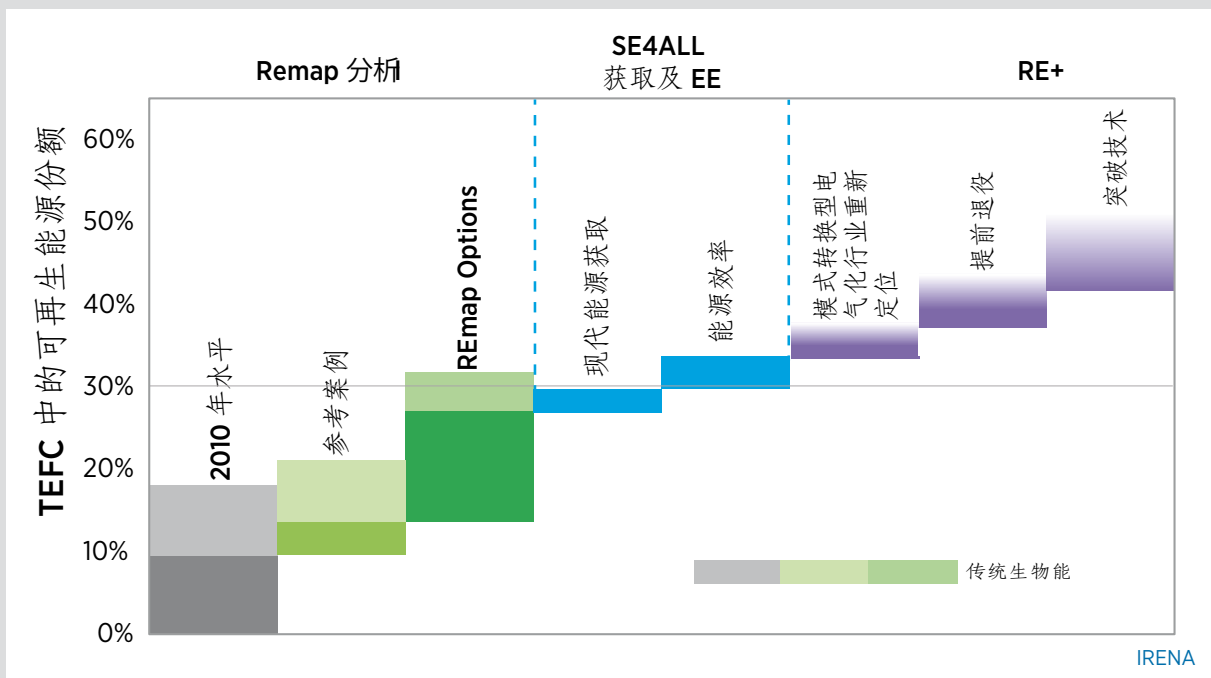
RE+（三条紫色柱）表示依靠技术和方法的实施能进一步提升可再生能源份额；REmap Options加之 SE4ALL 的另外两个目标结合，不会构成上限。RE+还包括交通模式的转变、电气化、以及采用目前尚未市场化的技术（“突破”），还包括其他目前难以盈利的措施。

“模式转变”指方式的变化，比方说，人们从开车到乘坐公共汽车、火车和（电动）自行车等交通工具的转变。“电气化”一般涵盖各行业中电力技术的应用转变，典型例子包括使用电热炉和使用热泵产生的电热。请注意，这些转变的发生往往是由于便利性和不计成本：例如，北美早已探讨使用电动车辆（EV）帮助解决当地环境污染问题，中国是目前全球电动自行车第一大市场，欧洲不断优化其以臻完善的公共交通网络。最

2010年，最终能源消费总量中有9%为传统生物质能，另有9%为现代可再生能源。可再生能源电力份额仅占3.6%，其中又以水电为主。

<sup>7</sup> 对于同一能源服务，以现代生物能取代传统生物能使生物能消费量降幅系数达到将近2，因此这样便减少了能源消费中可再生能源的份额，但同时也提升了其在所提供能源服务中的所占份额。

图 4 实现可再生能源份额翻倍道路上的进阶石



到 2030 年，全世界可实现可再生能源在最终能源消费总量中所占份额翻倍。

注意：阴影区域表示传统生物能。“参考案例”代表截止到 2030 年时依托于 26 个 REmap 国家/地区到位政策的可再生能源所占份额。REmap Options 显示了到 2030 年时几乎完全依靠现代可再生能源的补充增长，而同时传统生物能份额将减少到不足 TEFC 的 2%。蓝色柱代表现代能源获取和能源效率 (EE) 的 SE4ALL 目标，它们将使可再生能源份额到 2030 年时上升至 34% 左右。紫色柱，即 RE+，代表可在执行后使得可再生能源份额进一步扩大的行动的其他领域。

RE = 可再生能源；TEFC = 最终能源消费总量

后，“产业转移”意指新工业设施将依可再生能源充足价廉地点兴建，正如旧工业选址在常规能源充足便捷地区。随着工业对可再生能源的依赖度提高，可再生能源集成为整体供应体系将会变得更加容易。

迄今为止，工业已迁移至水力发电充足价廉的主要国家，近期典型例子为冰岛兴建的铝生产设施。随后，许多企业可能逐渐倾向于转向价廉的风能和太阳能的国家和地区。

第二个紫色柱表示“提前退役”对可再生能源份额的潜在影响。可再生能源增长通常受能源需求增长和资本存量替代率限制。常规能源设备在工业、建筑和电力行业的提前淘汰可以为可再生能源增长提供更多机会。欧洲一些国家（如德国、意大利）早已实施这一举措，其中近期快速增长的风能和光伏发电造成了一定程度的产能过剩，从而降低燃气和燃煤电厂的年运营时间。缩短运营时间或提前关闭对公司对现有工厂管理会产生一定影响，且企业需要支付额外费用。传统设备的设计使用寿命通常为40年以上，如果不进行现代化改造，其使用时间越长，产生的利润越

现有发电设备的提前退役能够加速最终能源消费中可再生能源的发展。

高。鼓励传统设备提前退役是政策制定者面临的难题，因为传统工厂偿还其融资后，即使在低效和产生污染的情况下仍然可以盈利。

最后，第三个紫色柱状代表大量新兴技术的影响力，但对于这些技术在2030年是否仍具有强劲竞争力还难以确定。就海洋能来说，目前正在寻求从波浪能量收集器到水下涡轮机等一系列技术方案。在此，政策制定者需要谨记，尽管2030年是探讨这些问题的时间界限，但并不是可再生能源的终点。2030年以后，如果我们继续推行可再生能源，届时我们需要的不仅是加强风能、太阳能、生物能和地热的利用，还需要为使其他可再生能源技术在未来具有竞争力铺平道路。



## 按行业划分的 REmap Options

能源消费一般来提供能源服务；在某些情况下，能源会转化为不同的能源载体后加以消费（如，通过叶片获取风能，从而提供用于产生电能的机械能）。能源服务在各行业的区划不尽相同，但热能如今主要用于工业和运输（用于为内燃机提供动力）和工业化国家的建筑业。为了给政策制定者提供具体行业指导，REmap 2030 调查了工业、建筑和运输三大终端使用行业和其能源服务需求，以及哪些可再生能源技术或燃料可以满足这些行业能源需求。同时也调查了横跨这三大行业作为高价值的能源载体的电力行业（见表 1）。

表1中终端使用行业（工业、建筑和运输）中可再生能源份额的估算基于两个指标。第一个指标是：将来自所有能源载体（生物质能、太阳能）的可再生能源相加求出总量，再除以行业TFEC（不包括总区域供热和电力消耗量）。因此，也不包括可再生能源在终端使用行业的区域供热和电能使用份额。第二个指标包括该份额。电力和区域供热中的可再生能源份额另行计算。

表1显示2010年到2030年间（行业TFEC包括电力和区域热能）参考案例在终端使用行业增加的可再生能源份额居于最小值 - 运输行业上升3个百分点，建筑业上升6个百分点。所有终端使用行业涨幅只有5个百分点（从9% 到14%）。这样的增长不足以使全球可再生能源份额翻番。唯一一个例外是，运输行业可再生能源份额（包括电能使用）由2010年的3%翻倍至2030年的6%。如果成功实行REmap Options，全球可再生能源份额到2030年可增加至27% - 是现代可再生能源份额的三倍。建筑行业可再生能源所占比例也呈类似增长趋势，运输行业增加值甚至更高（至少5倍）。工业和电力行业增加幅度约为2.4倍。

表1显示，工业中仅有一个主要不同点，即包括电力和区域供热的可再生能源份额为26% - 或者说相对于可再生电力和区域供热除外(19%)的可再生能源，比REmap 2030中的份额高出7个百分点。相比之下，除开所有运输行业电气化，REmap 2030中运输行业可再生能源的份额

建筑行业为可再生能源应用提供了巨大潜力。

预计将仅增加2个百分点，而2010年没有增加。电动交通工具的高效性是TFEC（最终能源消费总量）增长温和的一大原因，约有10%的车辆是电动汽车。

通过比较参考案例和 2030 年 REmap Options，通过参考案例和2030年REmap Options的对比，我们有了另一重大发现：可再生能源份额增长幅度最大的行业为建筑业，涨幅近24个百分点。此外，相对而言，2010年和REmap 2030最显著的差别在于交通运输行业，燃料中的可再生能源份额上升近5倍，主要原因在于先进的生物燃料越来越有竞争力。

不同国家测算其可再生能源在总能源构成中所占比例的方法也不一样。例如，欧盟（EU）和乌克兰根据其能源总消耗量计算可再生能源份额。而印度尼西亚则据其一次能源总供给（例如，转化为汽油和电力之前的原油和煤炭 - “最终能源” - 到达消费者）计算这一数值。这一区别揭示了使用燃料能源（化石、核能和生物能）作为能量来源的系统损失，将这些能量来源与风能和太阳能相比存在一定问题 - 风能和太阳能没有燃料，不存在初级能源到最终能源的损失。计算这些有限资源消耗时，焦点是一次能源的消耗：计算从自然中取得的物质。但是如果需要比较燃煤和风力该怎么办？一家煤厂能效为33%，所以说这家工厂的一次能源值（煤块）是其最终转化为电能值的3倍；因而，将焦点放在一次能源大大夸大了煤炭贡献值。

<sup>8</sup> 依据常用会计方法，即实物能源含量法或代入法。



表 1 按行业和总量列示的全球可再生能源份额明细

	可再生能源份额:	所占百分比:	2010 年	2030 年基准	REmap 2030	REmap 2030 的可再生能源消费量 (艾焦/年)
工业	供暖 <sup>1</sup>	供暖消费	8%	9%	19%	25
	供暖、电力和区域供热 <sup>2</sup>	行业 TFEC	11%	15%	26%	51
建筑行业 (不包括传统生物能)	供暖 <sup>1</sup>	供暖消费	12%	16%	35%	25
	供暖、电力和区域供热 <sup>2</sup>	行业 TFEC	14%	20%	38%	50
运输行业	燃料 <sup>1</sup>	燃料 TFEC	3%	5%	15%	16
	燃料及电力 <sup>2</sup>	行业 TFEC	3%	6%	17%	18
电力行业 <sup>3</sup>		发电	18%	26%	44%	62
区域热能 (DH) <sup>3</sup>		发热	4%	14%	27%	5
合计 (TFEC 中所占百分比)	现代可再生能源 (不包括传统生物质能) (成本-供给曲线见图 6, 该曲线反映了现代可再生能源的发展情况)		9%	14%	27%	119
	现代 + 获取		18%	21%	30%	132
	现代 + 获取 + EE (假定实现全部 3 个 SE4ALL 目标)				34%	
	现代 + 获取 + EE + “RE+”				>36%	

### 最大的进展将来自工业、建筑行业和运输行业，而非来自电力行业。

- 1 表示通过所有能源载体以产生热能 (用于工业和建筑行业) 的可燃性和非可燃性能源消费总量与行业 TFEC 之比, 不包括电力和区域热能。对于运输行业, 它表示可再生能源燃料消费总量与行业 TFEC 之比, 不包括电力。
- 2 表示通过所有能源载体以产生热能 (用于工业和建筑行业) 的可燃性和非可燃性能源消费总量与由可再生能源产生的电力和区域热能消费总量之和同行业 TFEC 之比。对于运输行业, 它表示可再生能源燃料消费总量与由可再生能源产生的电力和区域热能消费总量之和同行业 TFEC 之比。
- 3 表示通过可再生能源来源产生的电力总量同电力生产总量之比, 或者通过可再生能源来源产生的区域热能总量与区域热能生产总量之比。电力和区域热能行业的绝对值 (按艾焦计) 涉及总生产量, 而不涉及消费量。因此, 在估算 TEFC 中可再生能源所占总份额时, 不应将它们添加到终端使用行业中的可再生能源供暖和燃料消费总量上。

EE = 能源效率; DH = 区域热能; RE = 可再生能源; TFEC = 最终能源消费总量

26 个 REmap 国家/地区的可再生能源份额 (包括传统生物能) 预计增长翻一倍 (根据TFEC数据计算份额)。如果以一次能源<sup>8</sup>计量方法 (如, 物理能源含量和替代方法) 计算, 增幅可以达到20%-30% 以上。

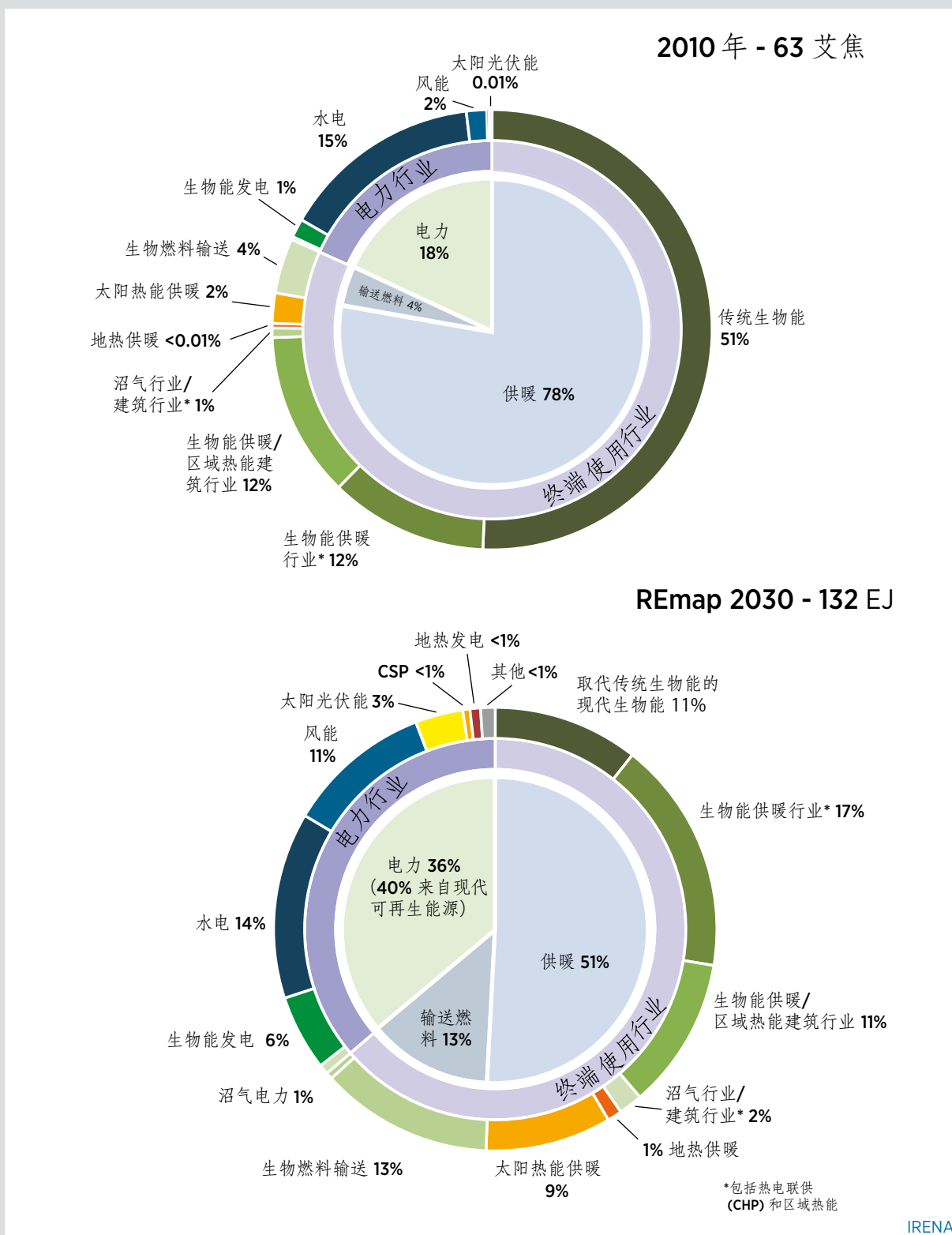
### 按来源划分的 REmap Options

图 5 显示 2010 年不同可再生能源占全球能源消费总量 (不仅包括 26 个 REmap 国家/地区) 份额, 以及 2030 年 REmap Options 的额外增长值。可再生能源的最大来源显然依然是生物质能源, 它不仅产生动力, 也能提供热量和发

动机燃料。REmap 2030 所使用的可再生能源中 61% 由各种形式的固态、液态、气态生物质构成。但是, 正如前面所说, 生物质能内部主要是从传统生物质向现代技术和生物燃料的转变。

目前, 水电占可再生能源的绝大部分。但到2030年, 随着风能电力的发展超过水电, REmap Options不论在绝对量上还是在风电消耗比上都显著增加。太阳能光伏也将占发电量的相当大比重。REmap Options全部实施后, 太阳能所提供的热量将会是目前工业与建筑业消耗量的近10倍。

图 5 按技术和行业列示的 2010 年和 REmap 2030 的全球可再生能源消费明细



按绝对值计算，全球可再生能源消费量将增长 110%。若要实现可再生能源份额翻倍，全世界需要将注意力主要集中在终端使用行业上，而不仅仅是电力；到 2030 年时，生物质能仍将保持为可再生能源的最大来源。

注意：据 REmap 2030（下图）估算，包括传统生物能消费在内，可再生能源消费总量中电力行业所占份额为 36%，终端使用行业所占份额为 64%。如果将传统生物能剔除在外，则电力行业和终端使用行业所占份额将分别为 40% 和 60%。

最后，值得注意的是，电力行业仅占 TFEC 可再生能源的 1/3 多一点，而剩下的近 2/3 都来自三大终端使用行业所使用的热能与燃料。

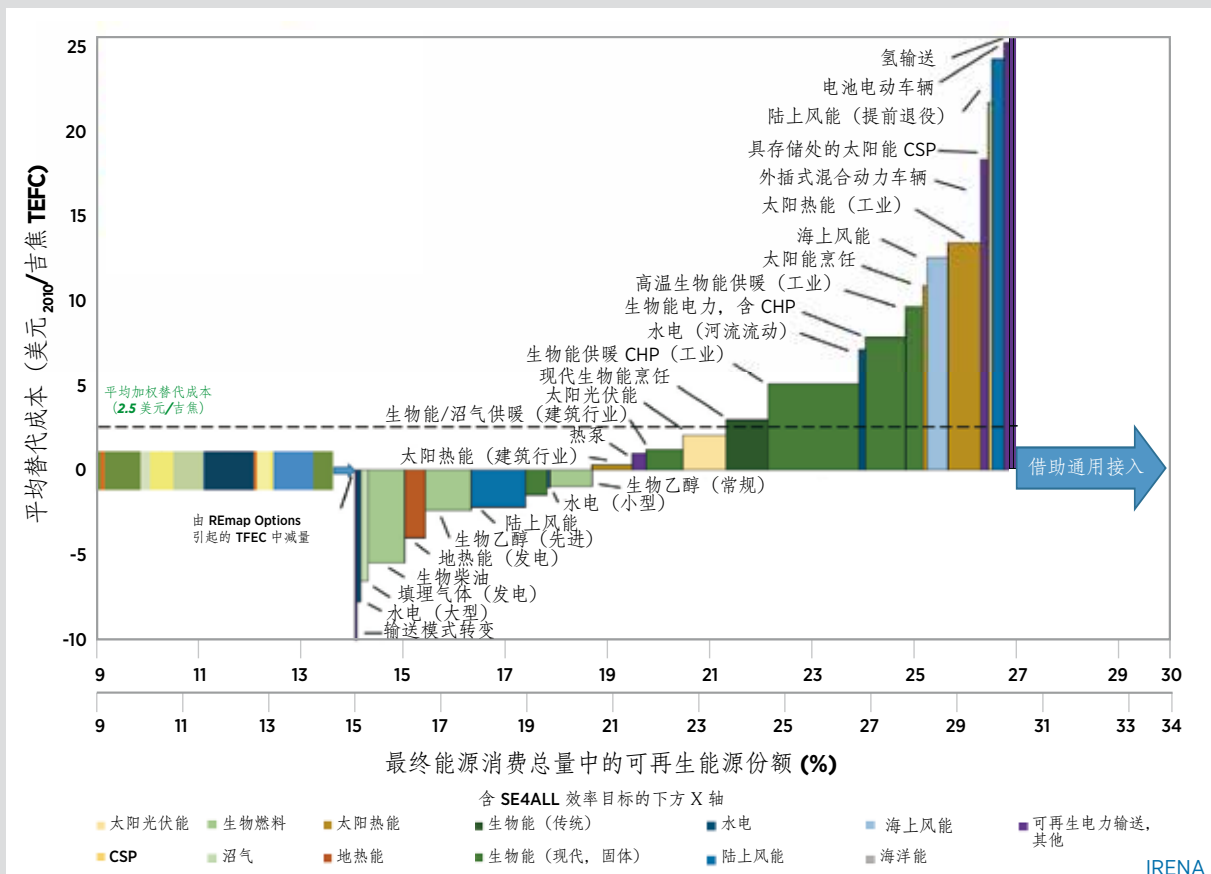
## REmap Options 的替代成本

一旦 REmap Options 确定后，就可以创建成本曲线来计算每项选择方案的替代成本。图 6 描述了全球 26 个 REmap 国家/地区的成本曲线，这一曲线从政府部门的角度按 10% 的贴现率计算分析得来，矿物燃料税和补贴不计算在内。这种成本预算方法相比从商业角度的计算与分析来说要更好，后者将国家税收和补贴包括在内，相当于对全国产出量进行的再分配额。这些选择在平均替代成本的基础上进行了汇总并一项项列出。

在 REmap 2030 设想分析中，该图显示了可能采用这些技术方案的三大主要领域：

1. 向左水平延伸的柱形表示参考案例中现代可再生能源的增长情况，增幅从 2010 年的约 9% 增长到了 2030 年的约 14%，如图 4 所示。由于这种增长可能在任何情形下中发生，因此成本影响并非针对参考案例所设。在参考案例中，对生物质能的一些传统使用方法已被取代，从而导致 TFEC 降低，可再生能源份额则上升。图 6 中，参考案例中的绿色区域代表生物质能，相当于近一半的利用量。另一半则由电力行业的各种技术方案构成：水能、风能，再其次是太阳能。加上太阳能热利用便构成了完整的新能源利用情况。

图 6 从政府角度计算所得 26 个 REmap 国家/地区 2030 年技术成本曲线



实现现代可再生能源份额翻倍的平均成本为每吉焦 2.5 美元，可以忽略不计；实现翻倍将要求所有选项均得以贯彻执行。

注意：始于 9% 并止于 14% 的水平柱代表“参考案例”的发展情况。成本-供给曲线表明，26 个 REmap 国家/地区的 REmap Options 达到 27%，如图 4 中的绿色柱所示（见上方 X 轴）。SE4ALL 的能源效率目标则使可再生能源份额进一步扩大（见下方 X 轴）。

CHP = 热电联供；CSP = 聚光太阳能发电；RE = 可再生能源；TFEC = 最终能源消费总量

2. REmap Options 将现代可再生能源的比例从14%提高到27%（上方X轴），成本从低成本选项（节能）变为更昂贵的方案。图6所示趋势将产生多达每吉焦10美元的节能效益，而最昂贵的选项则可节约每吉焦25美元。这些估测均根据可再生能源技术的替代成本而非能源服务最终成本得出，因为最终成本还受到其他因素影响。因此，当可再生能源替代物比现用的传统能源更便宜时，就产生了节能效益。同样，低成本图表显示了因替代产生的其他成本，不仅仅是某特定可再生能源本身的成本。

## 健康和环境后果必须纳入政策的考虑范围。

3. 图表同时还显示了另两大SE4ALL目标对TFEC中可再生能源份额提高的贡献。随后，随着现代能源获取这一目标的实现，新能源所占份额将达到30%（最右侧蓝色箭头所示）。能效目标的实现将使可再生能源份额达到34%（下方 X 轴所示）。

曲线与 X 轴之间的区域为 2030 年年度总成本。成本节余可抵消大部分增加的成本。年度净成本除以最终可再生能源总使用量，得到 REmap Options 的平均替代成本，约为每吉焦 2.5 美元。这一结果表明，只需很少的额外成本，就可以实现可再生能源比例翻一番。

全球 2010 年至 2030 年之间的系统成本净增量为每年 1330 亿美元，比参考案例仅高出 3%。不过，如果考虑到二氧化碳减排所产生的价值，即使假设这些排量成本很低，REmap Options 也没有花费 3% 的成本，反而还降低了系统总成本。到 2030 年，可再生能源在减少二氧化碳排放方面将至少与能源效率同等重要，而且这种重要性在 2030 年后，只会有增无减。

本报告（IRENA, 2014a）既提供了从政府角度得出的成本曲线，也提供了从商业角度得出的成本曲线（商业角度成本曲线考虑了税收与能源市场的影响）。

本曲线反映了所选 REmap Options 的总潜力。考虑到资源可用性、储量的资金年限、规划流程等等，REmap Options 是可再生能源技术的现实潜力，而不仅是国家计划。对构成 REmap Options 的参数不同理解会产生进一步的技术组合。

决策者会倾向于从曲线的左端选择低成本选项，而排除右侧的高成本选项；但是这个图表是从全球整体情况出发的，这些选项并非放之四海而皆准。因此，不应将成本曲线误解为从左至右的一系列步骤，不可孤立地认为它们是按从可选择到不可选择或从不可选择到可选择的顺序排列的；相反，这些选项是相互作用的，必须同时践行这些选项方可达到所示成本水平和可再生能源份额。例如，有些选项可产生节能或提高效率，从而降低一些较昂贵选项的成本。

受税收、补贴和外部因素影响，它们在成本曲线上的位置也会改变。宏观经济影响也会改变排序。只注重选择最便宜的单个选项也不能使整体转化成本降到最低；要达到这一目标需要一个整体的方法，只有所有这些选项同时实施时，TFEC 中的可再生能源份额才能在 2030 年前以所示成本翻倍。

此外，目前的计划需考虑到技术学习的影响；现在看来，技术学习成本还较高，不过到本世纪中叶可能会下降，尤其当新兴技术得到推广后。考虑代价高的选项的另一原因是，这样可以促进技术学习。政府可能想投资目前花费还较高的技术领域，以期通过技术改进和规模经济来降低单位投资成本。

在成本曲线的右侧，有些技术选项成本相对更高。不过，这并不代表低成本 REmap Options（选项）的潜力已经耗尽了，也不代表只有高技术才有实行的潜力。相反，这一情况反应了关于各国追求层面的两个重要发现：

1. 那些具有很高可再生能源资源潜力的国家，要么缺乏以低成本利用可再生能源资源潜力的政策，或者只由市场来配置资源（如，俄罗斯）；

2. 另一些可再生能源利用比例已经较高缺少进一步发展的积极性（如，巴西）。

根据图 6，我们发现单项技术的宽度表明技术比资源配置潜力更大。这适用于所有技术，且可配置的可再生能源比 REmap Options 所表示的更多。通过进一步发掘技术潜力，全球可再生能源的份额可以扩大，而单项技术对全球可再生能源的使用的作用将会改变。资源的进一步配置取决于国家的政治意图和对现有成熟技术的创新。

这条成本曲线代表全球的平均水平；受当地成本和可再生能源质量影响，某些特定选项的成本及这些选项在成本曲线上的顺序因国家而异。另一重要观点是，只注重选择最便宜的单个选项不能使整体转化成本降到最低；由于能源系统内部及各能源系统之间有着复杂的相互作用关系，要达到这一目标需要一个整体的方法。

根据在 REmap 分析中使用的同一数据组，IEA-ETSAP 小组模拟了可再生能源和能效活动是怎样随着国家将可再生能源份额的提高而演变的。分析结果发现，对输电和配电网络的投资很有限，

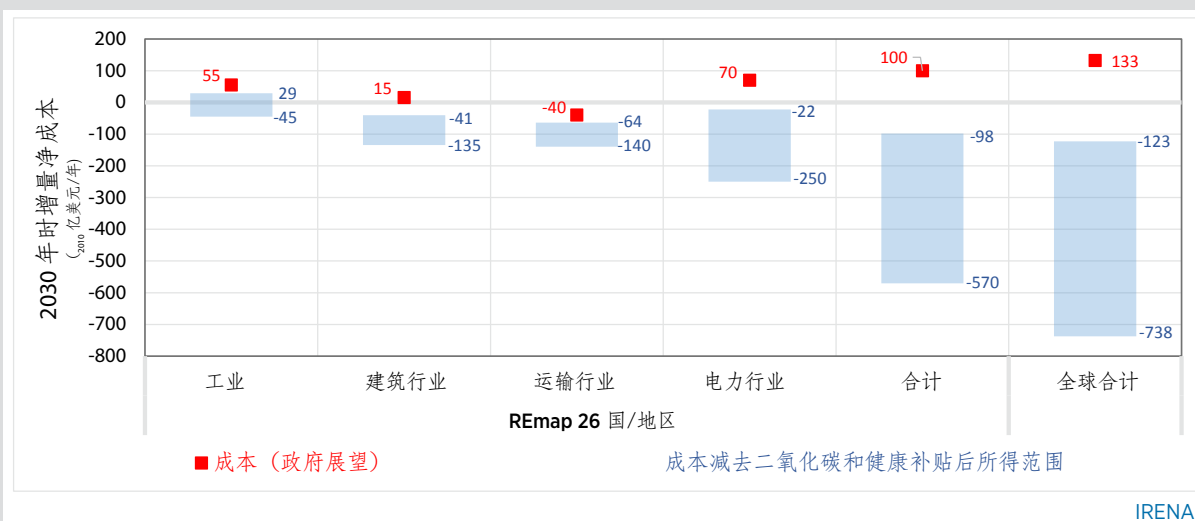
只占能源系统总投资的10%左右。这些结果还确定了当所分析国家的可再生能源份额在 2030 年前达到 TFEC 的 36% 时，混合发电便可实现。至于能效与可再生能源的发展，分析结果显示，能效将成为使可再生能源份额突破 34% 的最主要驱动因素。

其他分析结果显示 2030 年之前通过有限投资就可实现全球电气化以及烹饪工具向现代化的转化。（Pachauri, et al., 2013）

## 考虑外部效应的替代成本

图 7 从政府角度出发，按行业对 2030 年 REmap Options 的增量净成本以及 26 个 REmap 国家/地区和全球的整个能源系统总体的增量净成本进行了比较。同时，该图也表明了在与 REmap Options 所实现的有关人类健康和二氧化碳排放的外部成本减少纳入考虑的情况下增量净成本的减少情况。

图 7 从政府角度按行业列示的 2030 年增量净成本和收益



就可再生能源份额扩大而言，其带来的其他收益积蓄远远大于 1,330 亿美元的平均年成本。如果把这些外部因素也考虑在内，可再生能源的替用每年产生的积蓄至少为 1,230 亿美元，最高可达 7,380 亿美元。

注意：左起前五个柱形分别代表 26 个 REmap 国家/地区的工业、建筑行业、运输行业、电力行业以及所有行业总量。最右侧的柱形代表全球所有行业总量之合计。



对于外部效应，诸如健康和环境因素，其成本远远高于发展全球可再生能源的费用。如图所示，考虑外部效应因素后，将使系统增量净成本从参考案例的每年 1330 亿美元大幅度减少至0以下。此结果表明了执行 REmap Options 后每年可节省 1230 亿美元到 7683 亿美元，各行业的节余量各有不同。

全球可再生能源份额翻番，同时矿物燃料被取代后，届时与矿物燃料排放相关的人类健康问题无需成本就可以得到有效缓解。电力和建筑行业的增量净成本（即指商业楼或居民楼的能源终端使用情况）表明，将外部效应纳入在内时，其增量净成本变化最大。而传统生物质的露天燃烧导致的空气污染则是导致健康问题的最主要来源。如果将现代能源获取所带来的人类健康改善计算在内，在加上二氧化碳减排，以及建筑行业的增量净成本每年可以减少多达1500多亿美元。同样，电力行业替代污染严重的煤炭发电每年也可以节省1500亿美元。本分析着重强调政府制定新政策时需要考虑外部效益，从而充分重视所有REmap Options正确实行中所取得的节余。

小规模可再生能源项目的资金筹措需要各种政策扶持。

## REmap Options 的就业效益

我们还对REmapoptions所产生的就业效益进行了分析，还采用了基于就业系数的分析方法（详见IRENA, 2013t）。与参考案例相比，从现在到2030年，REmap Options实施后将为电力行业直接（累积）创造1600万个额外工作岗位，这意味着在整个方案期间，平均每年增加90万个就业岗位。这些工作机会包括可再生能源行业增加的工作以及常规能源行业失去的岗位。同一时期可再生能源行业增加的工作岗位累计可达6000万，相当于平均每年增加350万个（见表2）。

## 特定国家的 REmap Options

现代可再生能源全球份额翻倍并不意味着所有国家的可再生能源比例均翻一番。图8表明，2010年，从沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国的0%的份额开始，到丹麦、加拿大以及尼日利亚的高于20%，再到巴西已经高于40%，26个REmap国家/地区均不同程度地实施了路线图方案。

从2010年到2030年的参考案例，大部分国家呈现出可再生能源份额的增长趋势，REmap 2030中所占比例达到最大。而欧盟国家在参考案例和REmap 2030中均呈现出了比较强劲的增长趋势。所有欧盟成员国均根据其国内可再生能源行动计划（NREAP）的规定制定了2020年的可再

表 2 REmap Options 的就业效应  
REmap Options 的展开将带来  
900,000 个就业岗位和 1,600 万岗位/年的平均净增长。

	新增直接就业岗位（100 万个） <sup>1</sup>	
	累计（2013–2030 年） <sup>2</sup>	年平均（2013–2030 年）
仅可再生能源行业	60	3.5
仅常规能源行业	-44	-2.6
能源行业 （可再生能源和常规能源）	16	0.9

注意：直接就业岗位指由核心活动直接产生的就业，不考虑制造可再生能源设备或建设和运营设施所必需的中间投入；例如，钢铁或塑料行业的就业岗位不计算在内，而太阳能光伏制造和安装行业的就业岗位则计算在内。

1 “参考案例”与 REmap 2030 就业状况之间的差额。

2 累计就业岗位数采用新增就业岗位数乘以就业年数算得。

生能源目标，并于2013年年底开始了对2030年的可再生能源目标进行讨论。还有一些国家如丹麦和德国，已经制定了2030年的目标，且这些国家各自制定的可再生能源比例目标均高于2030参考案例。

尼日利亚则呈现出了不同的趋势。因为其目前使用了太多的生物质能（包括工业中的固体生物质燃料），该国家希望能够大力缩减可再生能源，而使工业用能向天然气转变，使家庭厨房使用的传统生物质燃料向更高效的现代生物质能转变。

除了尼日利亚以外，如柱形图图 8 所示，2030年在 REmap 2030 下的可再生能源份额比参考案例情况要好很多。

巴西、加拿大、中国、丹麦、厄瓜多尔、法国和德国可能会占据可再生能源份额的 30% 或者更多。

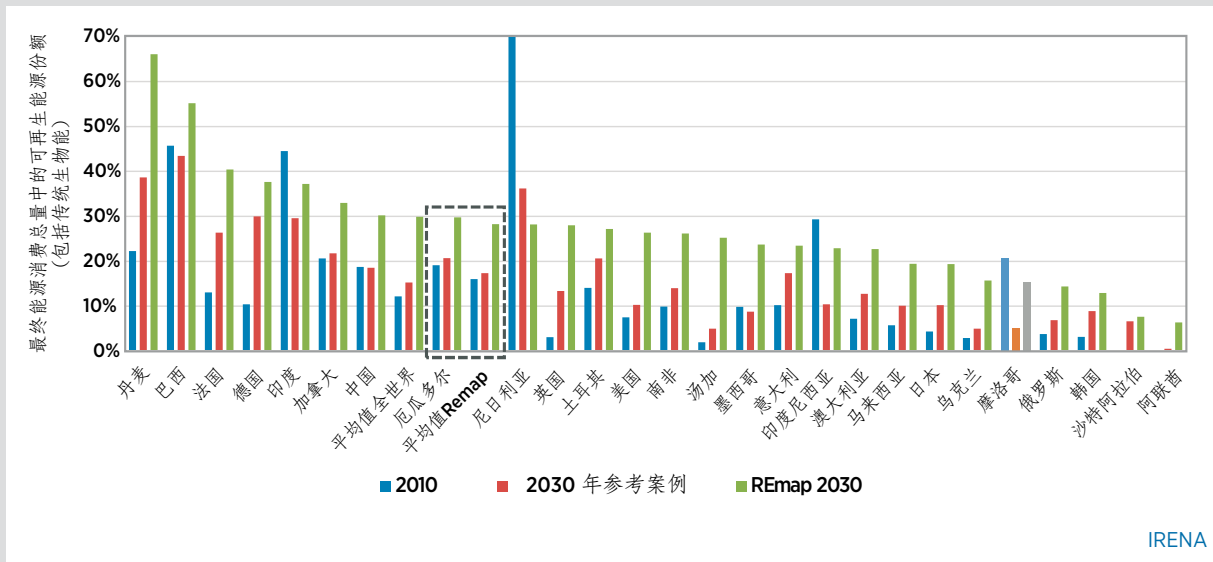
Options下26个REmap国家/地区的平均能源替代成本。从图6中可知不同技术类型的成本曲线，而从本图中我们可看出每个国家的整体成本。从政府角度而言，不包含国家税收和补贴（白点），但在商业角度中必须包含此类费用（黑点）。每个国家的线条均表示了REmap Options在政府和商业角度下不同的替代成本。

## REmap Options国家级平均能源替代成本

图9显示了到2030年从政府角度（不含税收和补贴）和商业角度（包括地方税收和补贴）REmap

请注意X轴从左至右成本越来越高。这与各个国家的地理位置也有一定关联：经济激励政策较弱的国家（正替代成本）其可再生能源份额通常较低，再生能源份额通常比较高。左边的国家可通过负替代成本（如，更高的节余）来提高他们的可再生能源份额。

图 8 按国家/地区列示的 2010–2030 年最终能源消费总量中可再生能源的当前和预测份额。

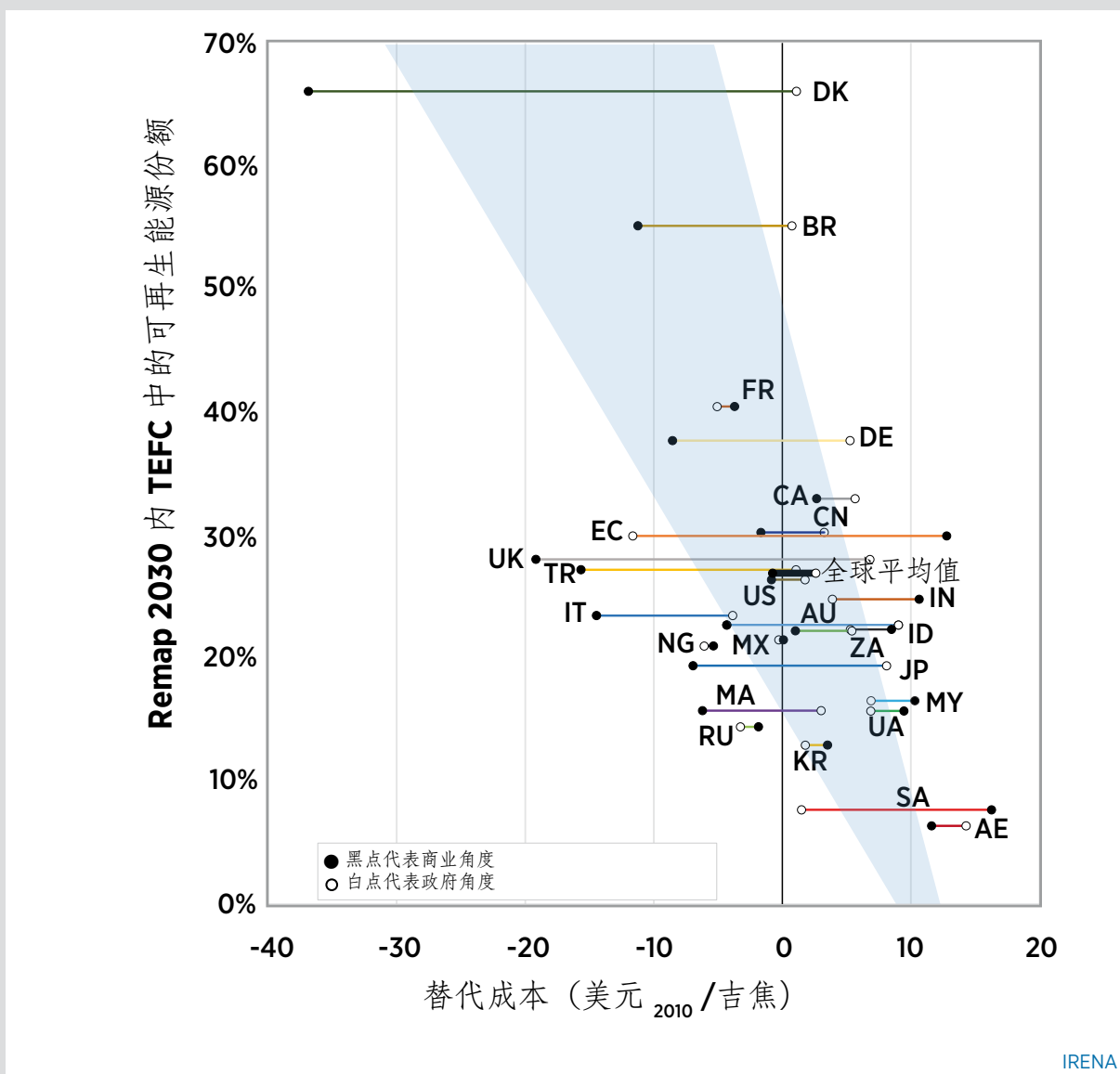


全球可再生能源份额翻倍并不意味着可再生能源份额在每个国家都翻倍。

注意：法国和英国的 2030 年“参考案例”可再生能源份额按照依据两国“国家可再生能源行动计划 (NREAP)”的 2020 年可再生能源承诺进行估算。2020 至 2030 年期间两国参考案例分析中没有包括可再生能源更大范围的配置，但是考虑了能源效率方面的任何改进。

RE = 可再生能源；TFEC = 最终能源消费总量

图 9 国家/地区可再生能源潜力和替代成本之间的关系



随着可再生能源目标份额不断增加，每单位能源的转换化成本不断减少（蓝色阴影区）。

注意：左侧显示经济激励增加，而右侧则显示经济激励减少。全球平均量指的是如图7 图7所示26个REmap 国家的总量，其他柱形代表按国家列示的该总量明细。

国家：澳大利亚 (AU)；巴西 (BR)；加拿大 (CA)；中国 (CN)；丹麦 (DK)；厄瓜多尔 (EC)；法国 (FR)；德国 (DE)；印度 (IN)；印度尼西亚 (ID)；意大利 (IT)；日本 (JP)；马来西亚 (MY)；墨西哥 (MX)；摩洛哥 (MA)；尼日利亚 (NG)；俄罗斯 (RU)；沙特阿拉伯 (SA)；南非 (ZA)；韩国 (KR)；土耳其 (TR)；阿拉伯联合酋长国 (AE)；英国 (UK)；美国 (US)；乌克兰 (UA)

RE = 可再生能源；TFEC = 最终能源消费总量



## 税收和补贴对世界能源市场具有重大影响。

那些需要能源补助的国家（右下角）则只能从较低的水平开始来提高其可再生能源份额，但提高程度有限，通常为正替代成本。许多情况下（如在马来西亚、沙特阿拉伯，印度尼西亚等），相比政府角度而言，这些国家从商业角度的替代成本更高 - 这与丹麦、巴西以及德国的情况相反。从REmap 2030中可再生能源份额来看，丹麦和巴西成绩突出。

由于一些国家国内矿物燃料价格低于国际市场价格，从而具有更高能源补贴的这些国家，它们的商业角度的替代成本高于政府角度。代表性的国家有沙特阿拉伯和印度尼西亚。再看俄罗斯，尽管该国重点补贴天然气，但价格差异甚微，究其原因在于核能与柴油发电机的都正在慢慢被取代，导致这两方面都出现负成本。而韩国因其对电力零售价格进行补贴，情况几近于能源补贴国。丹麦、日本等国内能源价格高的国家，政府补贴力度巨大，这些此类国家的能源价格政策可以为可再生能源的进一步配置创造有利市场。

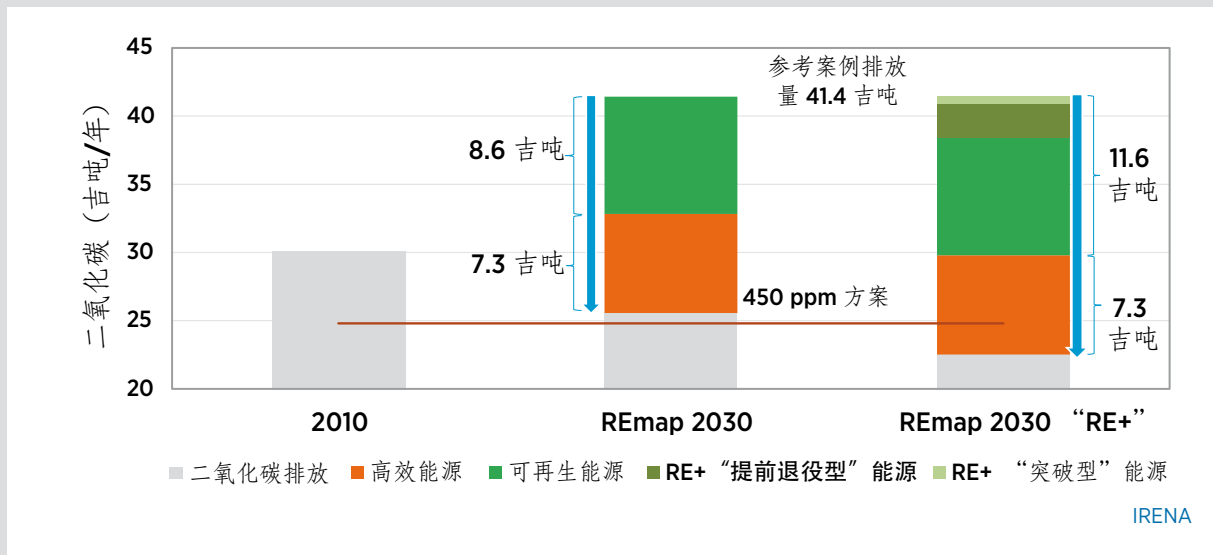
## REmap Options 中的二氧化碳减排

2010 年与能源消耗相关的全球二氧化碳排放总量达 30 吉吨。2013 年，地球大气层中的二氧化碳浓度已超过 400 ppm（百万分之 400），远远高于过去 650000 年间 180 ppm（百万分之 180）到 300 ppm（百万分之 300）的数值。年二氧化碳排放量持续攀升，很有可能在 2030 年前超过 41 吉吨。

气候学家认为能源消耗排导致的排放量必须下降。图10 直线表示到 2030 年，燃烧矿物燃料导致的年二氧化碳排放量到应下降到 25 吉吨，以保证大气层中二氧化碳浓度不超过 450 ppm（百万分之 450），科学家认为在这一数值下，不超过 2°C 升温的大气二氧化碳浓度值可以避免出现灾难性后果。

降低二氧化碳排放量的途径有多种多样，例如提高能源利用效率、使用可再生能源、核能以及使用二氧化碳捕获和封存(CCS)技术。国际可再生能源署 (IRENA) 在对REmap Options和RE+进行评估后，考察了二氧化碳排放量的影响，发现可再生能源发展潜力巨大，可以将参考案例中的排放量降低近21%（8.6吉吨而不是41.4吉吨二氧化碳）。REmap Options和能源利用效率的提高可以将参考案例中二氧化碳排放量降低到气候学

图 10 REmap 2030 条件下的二氧化碳排放



到 2030 年时，二分之一的要求二氧化碳排放削减量可由再生能源通过能源行业实现。

注意： 此处仅显示由矿物燃料燃烧所产生的排放。由能源效率所引起的二氧化碳排放削减基于能源效率在 IEA 所编《世界能源展望 (WEO) 2012》(IEA, 2012b) 内总排放量中占据的份额。IRENA 将该份额应用至 41.4 吉吨二氧化碳的参考案例总排放量上，由此估算得出与 REmap 2030 中能源效率有关的二氧化碳排放削减量为 7.3 吉吨。

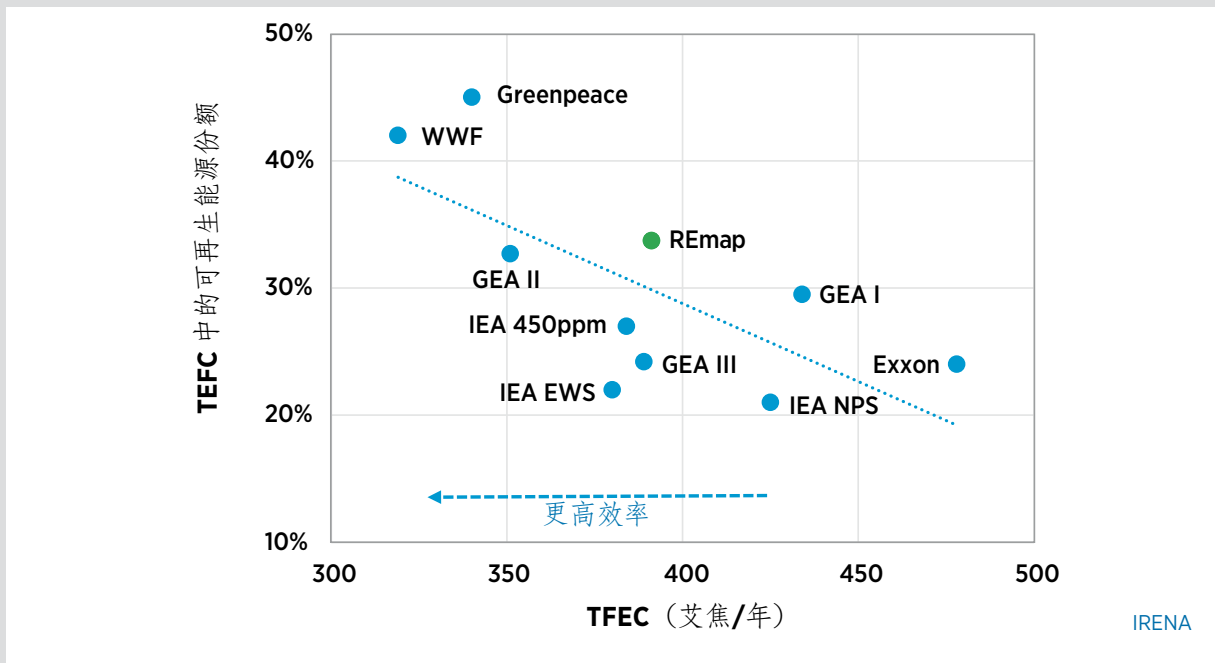
家规定的450ppm（百万分之450）（7.3吉吨二氧化碳当量）。如果将提前退役和技术突破纳入到RE+选项中（可另外减少3吉吨二氧化碳排放量），二氧化碳年排放量将降至22.5吉吨。

的资本积累的国家（如一些欧洲国家和中国）。这两项措施互为助力，并且需要在适当时机推出政策，确保有效缓解气候变化。

图11 显示了几个情景研究中可再生能源比例与2030年TFEC（最终能源消费总量）之间的关系。根据TFEC，等量的可再生能源消费量可能导致不同的可再生能源比例份额。TFEC越低，可再生能源份额则越高，反之亦然。能源利用效率越高，TFEC就越低。因此，可再生能源和能源利用效率战略的结合将推动可再生能源份额的提高。虽然这一结果依托于经济的快速增长，但提高能源利用效率会减少电力行业的产能需求，进而降低引进可再生能源的机会 - 特别是经济停滞或能源需求增长缓慢的国家，而不是但相对年轻

仅仅依靠可再生能源和提高能效就可以将全球大气中二氧化碳的浓度控制在 450 ppm 以下。

图 11 2030 年可再生能源在最终能源消费总量中所占份额的情景预测



我们消费的能源越少，可再生能源份额就能够越多。

注意：2030年TFEC中可再生能源份额规划（IRENA, 2013a）以下列各项为依据：IPCC（2011）；WWF/Ecofys/OMA（2011）；BP（2012）；ExxonMobil（2012）；GEA（2012）；Greenpeace/EREC/GWEC（2012）；IEA（2012b）。EWS即“高效世界方案”，NPS即IEA的“新政策方案”（2012b）。REmap Options的总和将会排在2030年能源消费预期水平（大约每年390艾焦）相关领域的中游，但偏向可再生能源份额相关领域的顶端。

## 5. 实现目标的技术选择

图12显示了到2030年REmap Options整体实现后可再生能源发电装机容量。对于太阳能光伏发电而言，参考案例和附加REmap Options之间的差异尤为显著 - 到2030年增幅将超过两倍。

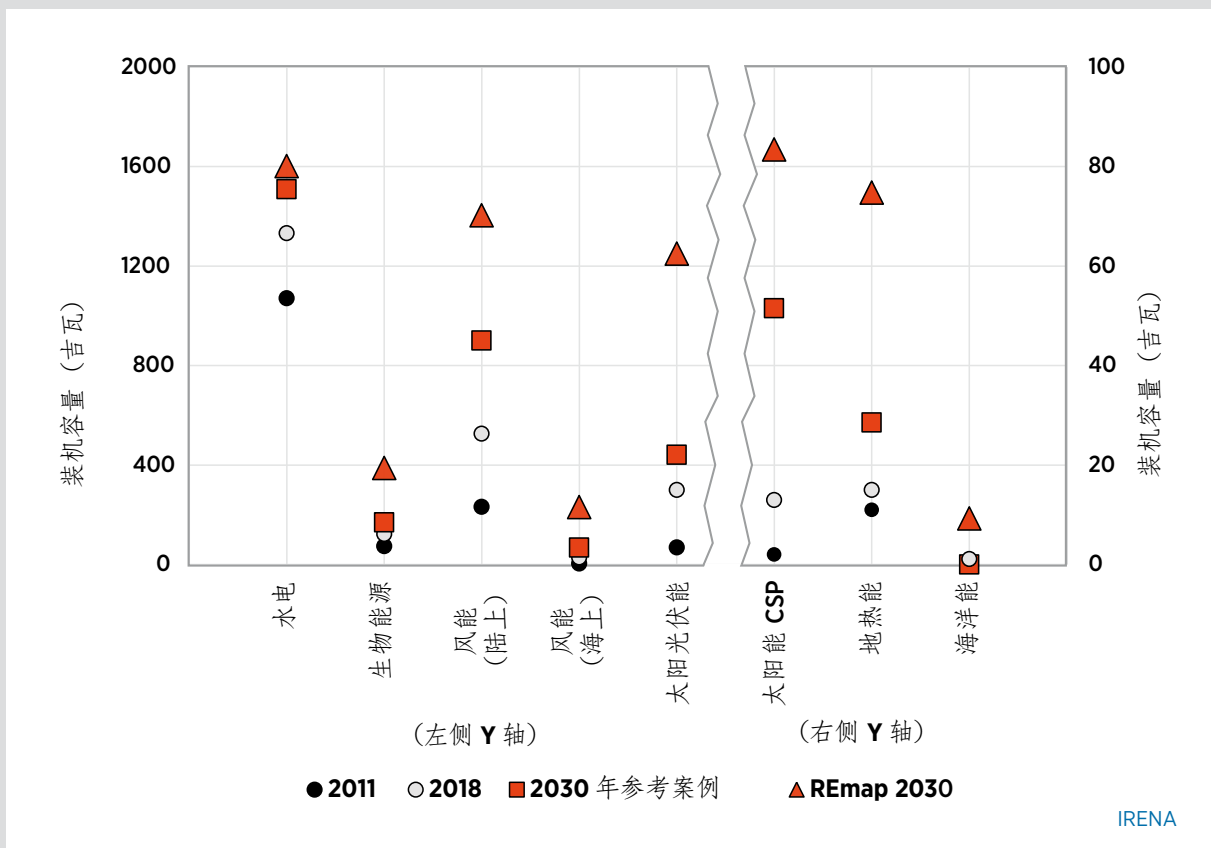
在较小尺度坐标下（见右侧Y轴），聚光太阳能发电（CSP）和地热能使用量将比参考案例所预计的增加两倍，另外还将安装大量海洋能发电装置。

相对而言，水力发电在参考案例和 REmap 2030 中的差别不大。为方便比较，图中列举了2018年国际能源署（IEA）中期可再生能源市场报告（IEA, 2013a）的预计年装机容量数据。

可再生能源替代了电力行业的绝大部分矿物燃料。图13显示，用于发电的可再生能源以绝对数量超过煤炭消耗量。减少的煤炭消费量（57艾焦）远远高于天然气和石油产品的总和。石油和天然气消费需求变化将影响能源生产国。相对地，REmap 2030中可再生能源利用总量（按照一次能源）将增加90-150%，具体数值取决于使用哪种计算方法来计算一次能源。如果将REmap Options并入参考案例，2030年可再生能源将成为全球最重要的能源载体。

据参考案例，全球矿物燃料消费在 2010 到 2030 年间将增长近 39%。比较而言，由于 REmap Options 完全实施后，REmap 2030 矿物燃料消

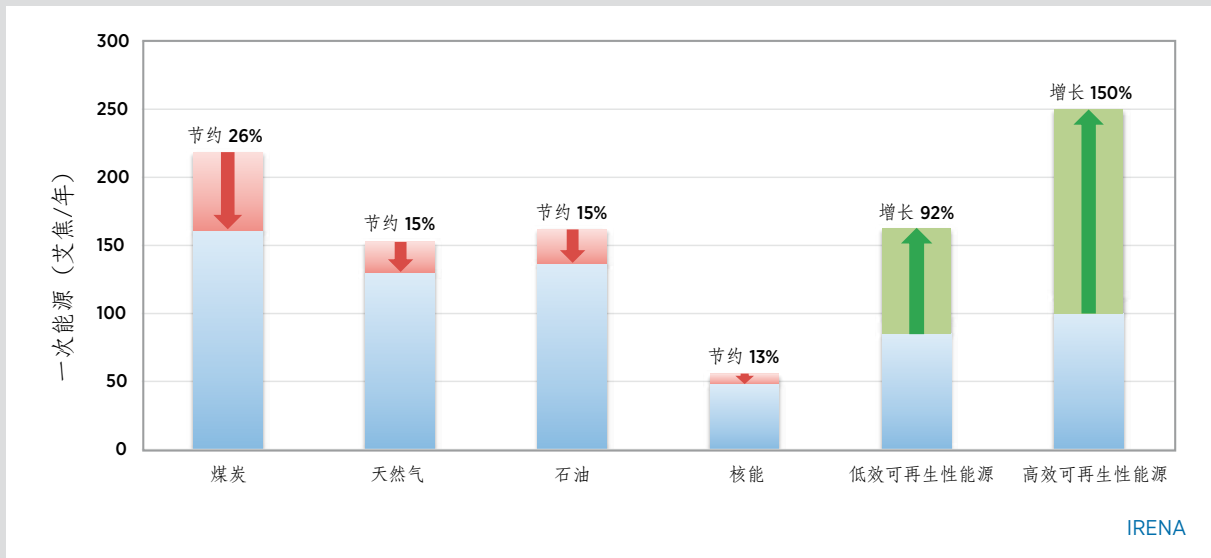
图 12 特定可再生电力技术的增长预测



许多政府规划都严重低估了可再生能源增长的潜力。

注意：泵送水力没有被计算在内，因为它被视为能源储存。2018年各数值均以《IEA 中期能源市场报告》（IEA, 2013a）为依据。

图 13 可再生能源如何替代矿物燃料



到 2030 年时，可再生能源将基本上取代煤炭，从而成为一次能源的最大来源。

注意：本图显示了当 REmap Options 落实时参考案例中矿物燃料消费量的未来水平以及节省量（以红色表示）；能源效率加倍所产生的节省量没有考虑在内。

消费量仅增长12%。煤炭增速持平，石油和天然气将分别增加10%和35%。REmap Options 降低的煤炭消费量高于天然气和石油消费量之和。

在电力和供暖行业，可再生能源取代石油和天然气比较直截了当，挑战巨大的是交通运输行业。生物燃料将显著增长，电气化不会唯一方式（如航运和航空）。此外，正如前面提到的，即便电动汽车占全球总交通工具的10%，电力运输份额并没有大幅上升，这得益于电动交通工具的高效性。从政府角度对REmap Options 进行分析，国际可再生能源署预计先进生物燃料在2030年前

生产生物燃料的转换效率达到50%，因此，1吉焦生物燃料（按最终能源计算）需要2吉焦固体生物质

（按一次能源计算）。国际可再生能源署发现，固体生物质需求将按照1.9%的年增长率到2030，这远远高于参考案例预期，也高于1990年到2010年的1.3%历史增长率这一数据。

固体生物质的增长值远远高于液体生物燃料，就参考案例看，2010年到2030年液体生物燃料增加系数仅为2.7，而REmap 2030中增幅应达到6倍。从2000年到2010年，年液体生物燃料平均增长19%，虽然这一增长速度在十年之末趋于平缓，其中一部分原因也在于欧盟对强制使用液体生物燃料的犹豫不决。然而，IRENA认为先进生物燃料在2030年之前会具备市场竞争力（IRENA, 2013e）。

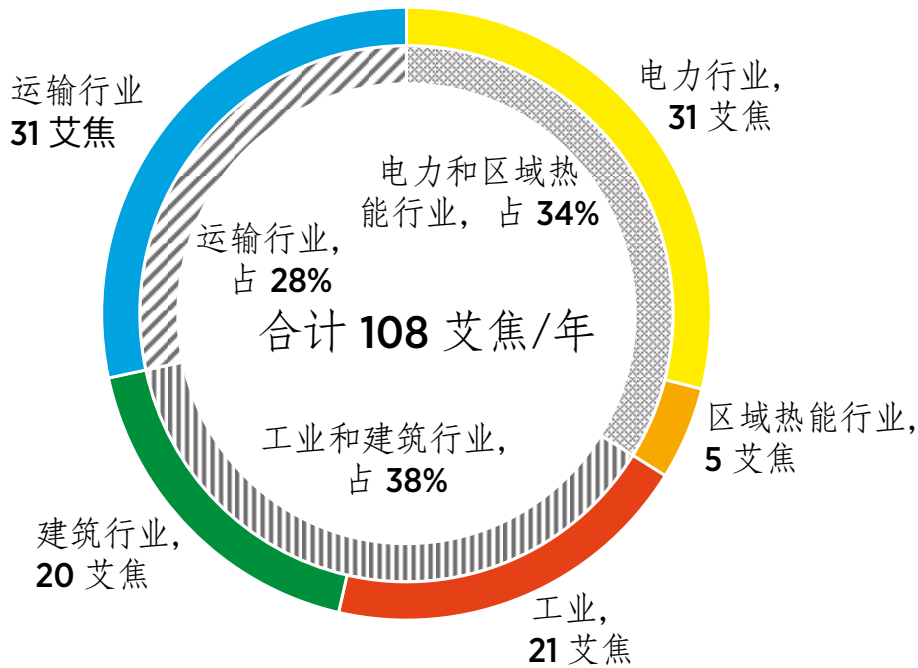
到 2030 年时，REmap Options 将比天然气和石油两者抵销更多的煤炭消费量。

将具有和石油旗鼓相当的竞争力；然而，这一假设建立在2030年每桶石油价格相较于2010年上涨10%的基础上。

图14显示到2030年当额外REmap Options得以实施（按一次能源计算）后，生物质能消费如何扩大到工业、运输和建筑三大终端使用行业和电力、区域供热领域。我们假定，利用固体生物质

图15显示按种类/地区划分每艾焦（EJ）的价格的主要生物质供应潜力。IRENA估计，在105-150艾焦全球生物质供给潜力中，有30%以上为富裕出口量，这意味着生物质能很大程度上在当地消费。市场流通中生物质能产品将来主要是液体生物燃料、固体生物质燃料和木屑。需要注意的是，附加REmap Options实施后，全球生物质能在2030年的需求量预计将增加到108艾焦，接近于总供给潜力的下界。这些促使生物质能发展的潜在力量表明生物质能供应达到上限后，可持续性将进一步得到重视。这一结果还表明，发展和创新新技术至关重要。伴随着更多高效和新兴可再生能源技术的商业化，选择性将会扩大，对生物质能的依赖性也将降低。

图 14 2030 年 REmap Options 中按行业列示的全球一次生物能需求



IRENA

生物能是多用途能源，可用于提供电力、运输和供暖。

农作物秸秆以及以食物垃圾、动物粪便的生物质供应成本最低，而能源作物的供应成本最高。

IRENA对2030年生物质能供应的估计与WBA（世界生物质能协会）的预测十分吻合（Kopetz, 2013）认为2035年将供应超过153艾焦生物质能，其中80%以上源自林业产品（木材燃料、残渣和废弃物）（70艾焦）、农业废弃物以及垃圾等（62艾焦）。其余12%来自能源作物（18艾焦）。国际可再生能源署对农业残余物和餐厨垃圾的估计类似，为39-66艾焦，其中对林业产品的预计稍低，为25-37艾焦。相比之下，国际可再生能源署对能源作物预期值偏高，为31-37艾焦，这主要是由土地使用估计的偏差引起如果实现可持

续的生物质能利用，将大大有助于减少二氧化碳的排放。因为燃烧生物质产生的生物二氧化碳会被下一季生长的生物质吸收，因此它可几乎是碳中和的。当考虑生物能源整个生命周期而非仅仅燃烧阶段时（如，生物质的收割和复垦），而且如果再考虑到与排放量直接或间接相关的土地利用变化时，生物能源的温室气体排放量（GHG）可能会比矿物燃料还要高。确保生物能可持续性利用的战略包括提高农业产量、加强土地管理和其他资源可持续发展，以及在不超出土壤有机质极限情况下提高农业和林业废弃物的利用率。

## 实现全球可再生能源份额翻番的路线图

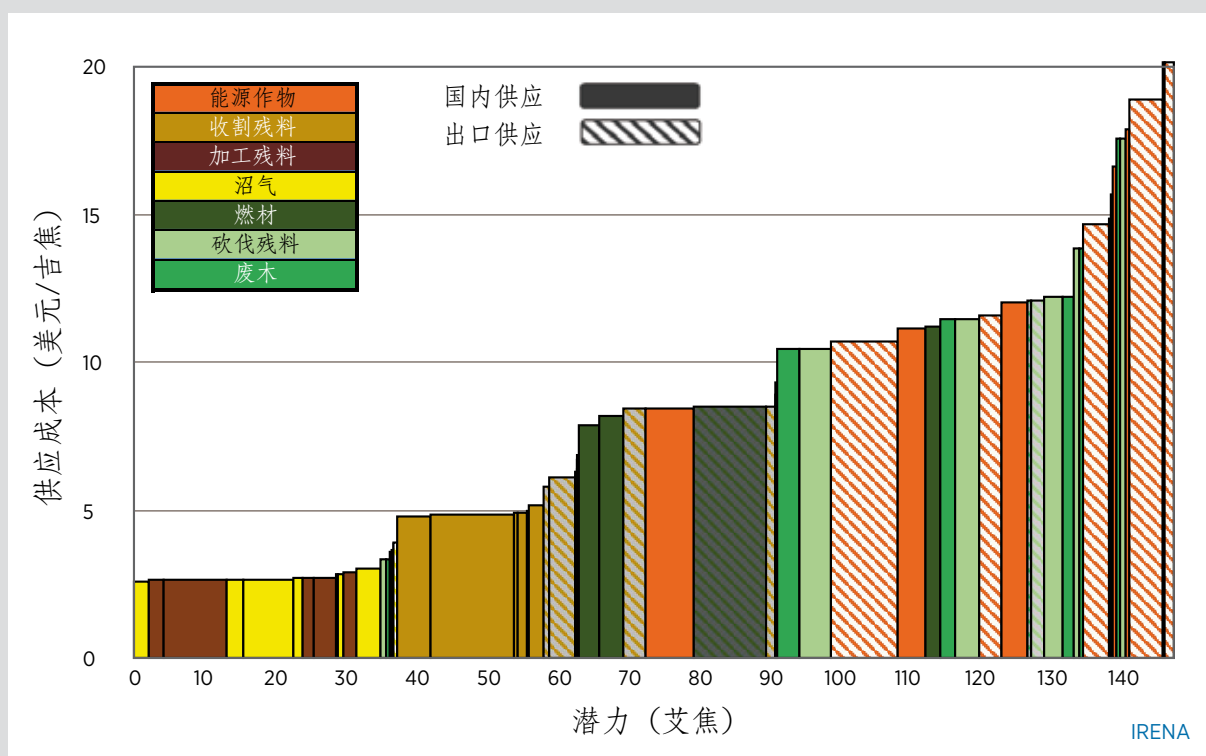
当回答谁需要做什么，什么时候完成任务时，我们需要从物理方面（例如发电能力和燃料用量）以及政策框架方面（例如能源定价、市场结构和规划）作出变革。本节将探讨从现在到2030年人类需要在物理方面实现的变革，并以该领域在过去十年的发展为切入点介绍相关变革。

实现2030年目标的可选方案可分为四个主要战略类型：

全球主要生物质能的平均供应成本估算为每吉焦 8.3 美元，而国内供应成本范围通常在每吉焦 2 至 18 美元。



图 15 2030 年全球一次生物能供给曲线



最便宜的生物能来自残渣和废物，它们大体上也构成了可挖掘潜力的一半。

注意：供应估算值代表供应潜力的较高端。条纹柱形表示出口潜力。

- 用于发电的可再生能源（占REmap 2030的现代可再生能源利用总量的40%左右），包括1/3的水电资源、1/10的太阳能以及的其他可再生能源。
- 供终端使用行业使用的可再生能源（占现代可再生能源利用总量 60% 左右），其中建筑行业占 38%，工业行业占 38%，运输行业占 24%。此类可再生能源包括：
  - 用于供热应用的现代生物质能（占可再生能源利用率的25%），不包括传统生物质能的替代能源。
  - 通过可再生能源获取的现代能源，特别是利用现代炉灶和现代生物质燃料获得传统生物能的替代能源（占可再生能源潜力的 20% 左右）。
  - 用于热水和空间加热以及工业生产加热的太阳能解决方案（占可再生能源利用率的5% 左右）。
- 其他能源政策，包括：
  - 实施电气化战略，从而提高可再生能源发电量（占可再生能源利用的2-3%左右）。
  - 使能源效率提高率翻一番（可将 2013 年的可再生能源份额提高 15%）。
  - 能源效率提高率和结构改变，例如模式变化。
- 配套的基础设施建设和技术，例如电网和储能基础设施、充电站、生物质能供应和物流。

如REmap 2030路线图所示，当全面实施新增REmap Options后，从现在到2020年，全球的现代可再生能源利用量将提高至少50%，并且在2010-2030年这一阶段，该利用率按绝对值计算将提高近四倍，实现全球可再生能源份额翻一番。根据REmap 2030，如参考案例所述，新增的现代可再生能源潜能约1/3来自电力行业，其他2/3来自工业、建筑和运输这三大终端使用行业。

如果到2030年实现所有新增的REmap Options，我们需要从现在开始进行投资，以获得可再生能源生产能力。

表3根据三组指标对REmap 2030进行了简要介绍。第一组是物理指标。生物质能是一种重要资源。总生物质用量从约50 艾焦/年增长至约108艾焦/年，增长幅度超过一倍，增长率为每年4%，增长速度明显高于过去二十年35%左右的增长幅度或每年1.5%的增长率。供2030年之前使用的这批新增的58艾焦生物质相当于重40亿吨，或者一个卡车队环绕地球25 圈所需的能量。高达一半的生物质能供应潜能都来自亚洲和欧洲

如果从现在起采取行动，到2020 年时，现代可再生能源的份额能够增长至少 50%。

（包括俄罗斯）。我们应采取措施（例如减少生命周期温室气体排放）保持生物质能供应的可持续性。

2010 年至2030年间，现代的固体生物质能用量将增加四倍，而液态生物能用量将提高6倍。在液态生物质能的总需求中，预计约63%是满足对传统生物燃料的需求，其他37%则用来做高级生物燃料。甘蔗乙醇也将为传统生物燃料的用量增长做出一定贡献，具体而言，用于生产生物燃料的甘蔗将增加5倍。非洲和拉丁美洲等原料较为便宜的地区适合生产液体生物燃料。亚洲、欧洲和北美则专注于供应各种用途的农林废弃物。

如果新增的 REmap Options 得以实现，巴西、中国、印度、印度尼西亚和美国将成为液体生物燃料用量最大的国家。到 2030 年，这五个国家的生物燃料需求将达到其国家计划的两倍以上，并且将占到 REmap 2030 所述的全球总生物燃料市场至少一半的使用份额。

要达到现代能源获取目标，我们需要找到替代传统生物质用于烹调和空间加热的能源。如果所有 REmap Options 都得以实现，先进烹调技术的装机容量将提升 4 倍以上，这种提升现象从现在到 2020 年间将特别明显，其主要发生区域将是非洲和亚洲部分地区。这一过渡时期的核心任务是提供超过 10 亿台清洁的炉灶。

在未来七年（2014 到 2020 年），各国应继续大力发展所有可再生能源发电技术，确保到 2030 年所有新增的 REmap Options 得以实现。各种技术的发展速度不尽相同，但是，从现在到 2030 年，风能和太阳光伏能装机容量将至少分别增长 5 倍和 12 倍，平均每年分别新增约 70 吉瓦和 60 吉瓦的装机容量。

现在，德国、意大利、中国和美国这四个国家就贡献了全球总太阳光伏能装机容量（约100吉瓦）和风电装机容量（约300吉瓦）60%左右的容量。按照新增的REmap Options，其他所有国家也将根据其国家计划或超出计划进行投资，以获取新的发电装机容量。根据REmap 2030，印度、日本、墨西哥和英国的总风电装机容量将达到至少300吉瓦，约占全球风电潜能的20%。类似地，到2030年，中国、印度、印度尼西亚、日本、南非和美国将共同贡献500吉瓦的新增光伏发电装机容量。

要实现各种可再生能源在REmap 2030中占20%比例得目标，电力行业尽早规划电网和系统的要求就显得至关重要。美国、印度尼西亚和日本将对地热发电技术在全球的推广起到主要作用。CSP技术的推广则将主要依靠沙特阿拉伯、阿联酋和印度这三个国家。

全球目前拥有约20万台电动汽车（EV），并且如果这一数量增加到1.6亿台，电动汽车将占到全球乘用车总量的10%左右。为适应这种车型变化，各国还必须加强基础设施建设。在这方面，美国、中国、日本、英国、德国和加拿大这六个国家的贡献至关重要，它们将占到REmap 2030中电动汽车市场至少60%的份额。

美国、中国、印度尼西亚、印度、巴西和俄罗斯将占到REmap 2030中全球总可再生能源用量的一半以上。这六个国家的所在地区、政策框架、发展水平和目前的可再生能源份额都不同，这说明，在各种资源、政治和经济环境中均存在开发可再生能源的机遇。如本路线图所示，完全发挥技术的潜力需要所有国家共同努力，不论是工业化国家、发展中国家还是新兴国家，其力量都不容忽视。

表3中的第二个组指标是实现所有REmap Options时的投资量。到2030年实现可再生能源份额翻一番的目标所需的全球净增量投资金额（参考案例以上）为2650亿美元/年。在这些投资中，60%用于电力行业，10%用于工业 行业，其余

到 2030 年时，先进生物燃料将占据液体生物质能源需求中 37% 的份额。

表 3 REmap 2030：概述

	单位	2000 年	2012 年	REmap 2020	REmap 2030	2030 年参考案例	REmap 对基准比 (%)	CAGR: 2000-2012 年 (%/年)	CAGR: 2012-2030 年 (%/年)	REmap 2030 指标
技术指标										
水电（不包括抽水蓄能）	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	689	1 004	1 350	1 600	1 508	6	3.2	2.6	
抽水蓄能电站	（吉瓦 <sub>e</sub> ）		150	225	325	306	6	不适用	4.4	
陆上风能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	17	283	600	1 404	900	56	26.4	9.3	30 万台 5 兆瓦 <sub>e</sub> 设备
海上风能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）		6	50	231	68	242	不适用	22.5	
太阳光伏能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	8	100	400	1 250	441	184	23.5	15.1	1250 万台 100 千瓦 <sub>e</sub> 设备
CSP	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	0	3	15	83	52	62	7.6	21.5	830 台 100 兆瓦 <sub>e</sub> 设备
生物质电能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	35	83	139	390	170	129	6.7	8.9	
地热能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	8	11	25	67	26	162	3.1	10.6	
海洋能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	-	1	3	9	2	519	-	17.3	
传统生物能	（艾焦/年）	28	27	20	12	29	-58	-0.0	-4.3	
烹饪用先进生物能	（艾焦/年）		1	4	4	2	88	10.4	8.4	2.7 亿台 5 千瓦 <sub>th</sub> 烹调炉
来自热电联供并用于工业/区域热能的生物质热能	（艾焦/年）	1	3	4	14	6	129	10.2	9.8	
采暖用生物质球团矿	（艾焦/年）	0.1	1	2	3	2	49	48.6	5.8	1600 万台 20 千瓦 <sub>th</sub> 户用锅炉
采暖建筑行业用生物质碎屑木料	（艾焦/年）		5	5	6	4	49	6.4	1.0	3100 万台 20 千瓦 <sub>th</sub> 户用锅炉
生物质锅炉行业（包括沼气）	（艾焦/年）	4	4	5	7	7	0	-1.0	3.4	70 万台 1 兆瓦 <sub>th</sub> 工业锅炉
生物燃料输送	（10 亿升/年）	18	105	214	650	287	127	15.9	10.7	全球输送燃料消费量的 15%
生物能消费量合计	（艾焦/年）	43	51	61	108	79	37	1.4	4.3	一次能源供应总量的 20%
太阳能热面积（2005 年数据）	（百万 m <sup>2</sup> ）	157	446	1,162	4,029	1,532	163	11.3	13.0	
建筑行业所占份额	(%)	100	99	91	67	97	-31	-	10.5	
工业所占份额	(%)	-	1	9	33	3	968	-	41.8	
地热能供暖	（艾焦/年）	0.2	0.5	0.7	1.2	0.6	86	9.6	4.3	
热泵	（吉瓦 <sub>th</sub> ）	不适用	50	177	474	300	58	不适用	13.3	
热泵数量	（百万台）	不适用	4	15	40	25	58	不适用	13.3	
电池蓄能	（吉瓦 <sub>e</sub> ）	不适用	2.0	25	150	73	105	不适用	27.1	可变可再生能源总生产能力的 5%
电动汽车，混合动力汽车	（百万台）	不适用	0.2	25	160	69	133	不适用	45.8	乘用车车队总量的 10%
财务指标										
净增系统成本	（10 亿美元/年）				133	0.9%	2011 年固定资本形成总值（15.5 万亿）			
净增投资需求	（10 亿美元/年）				265	1.7%				
补贴需求	（10 亿美元/年）		101		315	58%	2012 年矿物燃料补贴（5440 亿）			
矿物燃料补贴	（10 亿美元/年）		544							
地区指标（基于 REmap 2030）										
全球 - 现代可再生能源（不包括传统生物能）	(%)		9		27	13				
全球 - 现代 + 获取	(%)				30					
全球 - 现代 + 获取 + EE	(%)				34					
全球 - 现代 + 获取 + EE + “RE+”	(%)				>36					

注意：技术部署、投资和地区发展的转型指标以及政策指标中提供的可再生能源份额均指 REmap 2030，因此不考虑能源效率提高和现代能源获取加倍这一 SE4ALL 目标的全面实现。



的 30% 用于建筑行业（运输行业无需额外投资）。如果将净燃料成本节约（1300亿美元/年）也纳入考虑范围，全球净增量系统成本预计将达到 1330 亿美元/年。这些增量成本相对合理，因为 REmap Options 中替代能源的平均成本为 2.5 美元/吉焦。

在 26 个国家中，六个国家（即巴西、中国、印度、印度尼西亚、俄罗斯和美国）占据全球潜力的一半以及通过 REmap Options 估算的扩大份额的 75%。

到 2030 年，全球可再生能源补贴将提高二倍，达到 3,150 亿美元。这是针对矿物燃料的二氧化碳排放成本和健康成本尚未定价这一事实采取的市场调整行动。在这期间，由于技术学习和矿物燃料成本上升因素的影响，每单位现代可再生能源的补贴继续减少。<sup>10</sup>在所有行业中，电力行业的补贴需求最大（占总需求的 2/3），其中太伏

和风能补贴占该行业总补贴金额的 65% 以上。运输行业的补贴需求主要来源于电气化和高级生物燃料。与之相比，2012 年全球矿物燃料补贴金额为 5440 亿美元（IEA，2013b）。

最后，表 3 还基于可再生能源份额的增长率列出了各项政策衡量指标。根据参考案例所示，全球的现代可再生能源份额从 9% 上升到 14%，增长了约五个百分点。当所有 REmap Options 都得以实现时，该份额还将增加 13 个百分点，达到 27%。这一路线图表明，各国必须提高政策目标，以确保全球可再生能源份额翻番。

所有国家，无论大小，都必须贡献自己的力量，从而实现到 2030 年时全球可再生能源份额翻倍。

<sup>9</sup> “参考案例”系统成本上加入了增量系统成本。由于需求较低，因此它们没有将矿物燃料价格下跌考虑在内。如果矿物燃料价格因 15-26% 的需求下降而下跌 10%，那么节省金额将达到每年 4500 亿美元，即超过系统成本增量 4 倍以上。

<sup>10</sup> 2030 年补贴需求代表一种上限估算值。例如，如果一吨 CO<sub>2</sub> 在 2030 年时定价为 35 美元左右，那么补贴需求将从每年 315 美元下降到 0。

## 6. 国家行动和全球合作

REmap 分析结果表明，要实现 2030 年可再生能源在全球能源构成中的比例翻一番的目标，各国必须开展国家行动和国际合作。本章将就国家和国际层面的发展机遇展开讨论，范围涵盖各种政策选择，以及开展更广泛深入的国际合作的可能领域。此外，本章还将重点介绍IRENA作为可再生能源领域公认的中枢在进一步加快上述过渡方面所能发挥的作用。

### 国家可再生能源技术开发利用框架

在支持可再生能源技术开发和利用中，各国政府发挥着举足轻重的作用。随着可再生能源的发展，需要有在从基础研究，技术研发，到商业化利用各个阶段的有针对性的激励政策。图16解释了技术开发各个阶段与支持可再生能源开发所需的政策目标之间的关系，重点关注以下三大领域：能力建设、知识创造与传播，以及开发利用。

在图16 简要介绍的三大领域中，需要实施一系列配套的政策行动和工具。要实现2030年可再生能源份额翻番的目标，各国必须根据实际情况采取一系列政策干预措施，其中包括创新、部署以及其他辅助性政策的干预措施，以确保实现已经提出的 REmap Options。

可再生能源利用政策能够对刺激市场发展起到特殊的帮助作用。广义地说，这些政策可以分为以下几类：1) 财政奖励（税收抵免、补助金、退款等）；2) 公共融资（担保、低息贷款等）；以及3) 法规（配额、能源补助、拍卖机制等）。各种促进可再生能源利用的政策已经在地区、国家和州/省层面上得到普遍采用。尽管可再生能源政策的主要应用行业是电力行业，但是采暖/制冷和交通运输行业的政策采用率正在呈上升趋势（Mitchell 等人，2011年）。所有终端使用行业的政策推出不仅对REmap Options的实现至关重要，还能在电力行业以外实现必要的分阶段变革。

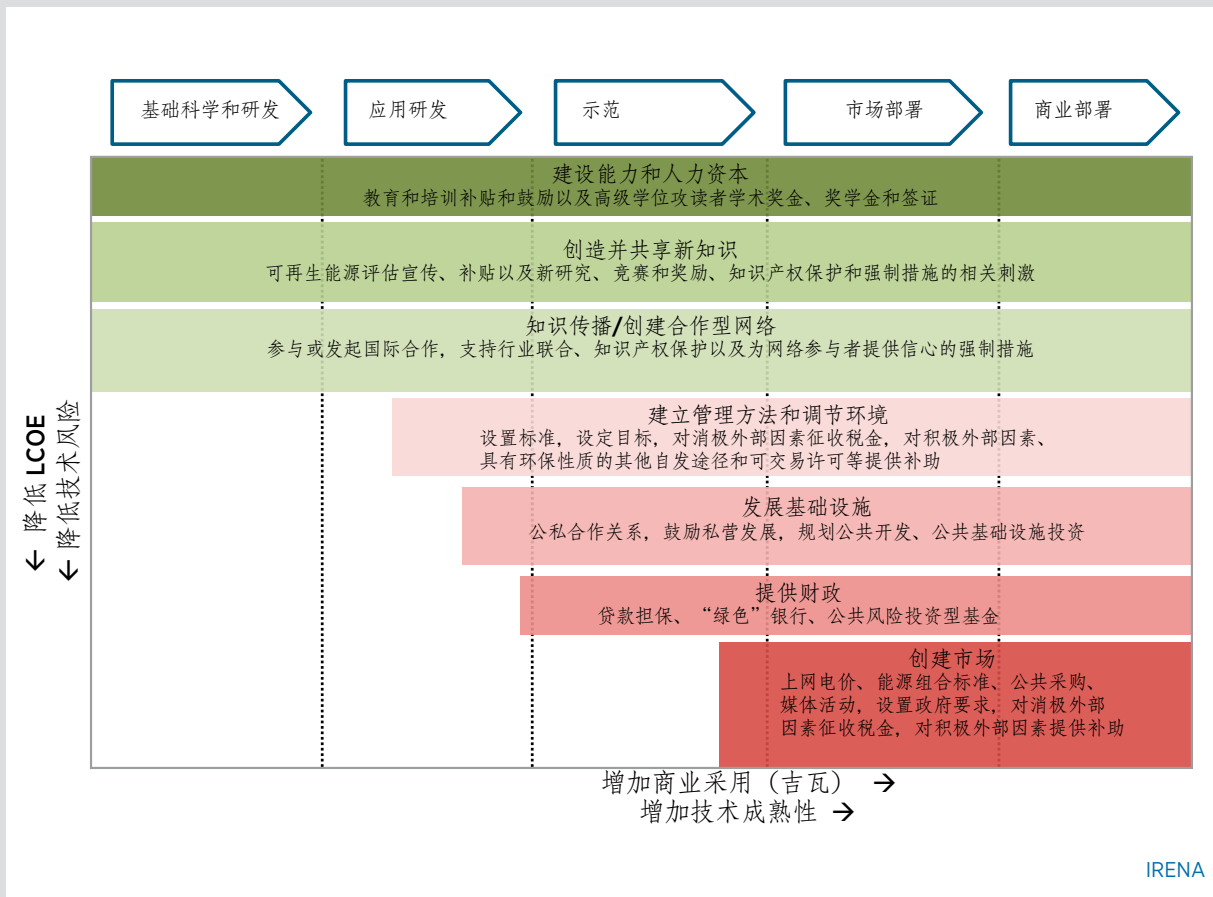
REmap Options 能否成功还取决于一大批辅助性政策，其中包括贸易和投资、研发以及教育政策。因此，各国必须采取适当的措施，并制定合理的计划。举例来说，从 2013 至 2030 年间，REmap Options 的实施平均每年将为可再生能源行业新增 350 万个工作机会（第 4 章）。这些工作需要具备适当技能并经过培训的劳动力才能胜任，因此要求建立一个适当的政策环境，以满足不断发展的可再生能源行业的就业需求（IRENA，2013t）。

建立适当的政策组合也有机会产生新的经济活动并创造最大价值。能否取得这些成果则取决于现有的产业能力、地区性和全球市场开发水平以及各个市场目前的竞争力。各国政府可以通过采取各种措施来支持价值创造，其中包括通过开发客户群、实施地方特点需求以及在研究和创新领域开展公私合作、完成产品开发来促进技术转移（IRENA和CEM，2014年）。IRENA的econValue项目分析了可再生能源部署的价值创造能力，并就优化此类收益所需的政策设计方案提出了一系列建议。

### 切合实际的规划与宏伟的转型途径相结合

实施实现提高可再生能源利用规模的相关政策得益于建立在务实目标基础上得长期战略。本路线图是整个背景报告（IRENA，2014a）将按照年份和行业分别对26个REmap国家/地区的现有目标进行详细介绍。制定一个在适当政策框架之下的长期战略对吸引投资方对可再生能源行业进行投资有重要作用。同时，各国还必须确保根据市场和技术的发展定期审查和调整相关政策，从而在保证投资环境的充分可靠性的同时，确保扶持政策有效性和高效率。

图 16 技术生命周期相关政策引导



注意：数据来源于 IRENA, 2013u。

LCOE = 电力摊平成本；

目前，人们的注意力主要集中在电力行业，但同时，建筑和工业行业也得到了一定关注。尽管如此，如本路线图的结果所示，如果所有REmap Options都得以实现，这些终端使用行业的总可再生能源比例也将十分可观。因此，各国有必要加强对终端使用行业的投入。

最后要强调的是，可再生能源政策并不是在孤军奋战。分析显示，要实现可再生能源目标，在提高能源获取能力的同时提升能源效率非常重要。

可再生能源在市场中的增长速度超出了政府规划中的增长速度。因此需要加大投资，尤其在终端使用行业。

与此同时，扩大可再生能源规模需要采取可持续性方式实现，因此各国的可再生能源利用必须着眼全局，综合考虑总体背景（包括土地和水的的使用）。政府必须有能力和应对这种方式带来的复杂性。

### 创造扶持性业务环境

由于决策者一直在努力创造一个能够促进可再生能源利用的环境，这就使得融资渠道的重要性日益提高。然而，融资渠道常常被证实是妨碍可再生能源利用的一大障碍。尽管公共资助和多边资助是融资的必要手段，通常也是可行手段，但充分提高可再生能源份额所需的大部分资金必须由私营部门提供。

最近的趋势表明，各国开始将更多注意力放在更高效地使用风险担保、夹层资本和周转资金等分散的开发资金方面，同时将工作重心转向项目准备和项目渠道开发。考虑到银行和私营机构重点关注的是项目开发，各国政府需要将重点放在构建全面、可预测的综合性可再生能源政策框架

上，以确保在实际操作中成功地利用可再生能源。创建并强化了这些政策框架就能够按照市场规律发展。

在许多情况下，可再生能源项目的风险因素与传统能源项目有所不同，而更全面、深入地了解（实际和表象）风险则是有效降低风险影响的必要措施。反过来，通过担保计划和保险等手段缓解投资者的风险将加快可再生能源的开发速度。在这些风险缓解措施中，降低交易成本，提高标准和实施质量控制机制已经取得成效。随着这些措施在国际上的统一应用，全球竞争将更加激烈，市场规模将进一步扩大，也将加大各国可再生能源利用的力度。

REMap分析的结果还表明，各国间的规划和审批程序差别很大。简化审批流程往往有助于大大加快可再生能源发展规模，因为在这方面各国的不一致或障碍将造成项目开发风险和潜在的成本超支。

为可再生能源利用创建一个有利环境，另一重要因素是确保与传统能源的公平竞争环境。但是，在许多国家，实际情况并非如此。REMap的分析表明，在当前的市场框架内，可再生能源的成本和收益并未得到充分重视。造成这一现象也有部分原因是因为有关可再生能源技术的信息不准确和误解影响了公众舆论（IRENA，2013v）。

## 确保与现有基础设施的顺利整合

可再生能源能使广泛供应链或系统的组成部分，输电网络、可再生生物能供应链和电动车的充电网络都是典型示例。政府在加快扩建这类基础设施方面发挥着重要作用，其推广能力通常超过任何一个私营企业参与方的能力。

与此同时，各国还需改善现有的主要能源基础设施，使其适应可再生能源的不同特性。另外，资本存量、资本期限和需求预测也必须考虑在内，以确保以合理的价格为消费者提供产品和服务的同时，避免生产能力过剩，并轻松实现过渡。

将大量易变性可再生能源整合到电力行业时需要将大量不同种类的可再生能源整合到电力部门时需要引起特别注意。对于各种成功经验必须要加以广泛推广，对于全套可用战略必须要仔细斟酌，以确保顺利将可再生能源整合到电力系统中。

## 释放创新力

REMap 的分析结果表明，某些能源的应用非常重要，但是目前拥有的可再生能源潜力较低。举例来说，目前大型钢铁制造和装运还缺乏明显的大规模可再生能源解决方案。要确保更完整地向可再生能源转型，各国需要为这些行业寻找特定的、高效的可再生能源解决方案。在许多情况下，这要求相关人员跳出固有思维模式，寻找能够创造协同效益（例如新的生产性使用类型，提高性能，提升舒适性）的替代方案（IRENA，2013u）。本文未考虑的其他领域同样存在可再生能源机会，如生产塑料和纤维的生物物质原料（IRENA，2013f，2014b）。目前，所有矿物燃料中约5%的燃料用于非能源用途。创新不仅仅包括发明和使用新机器，还包括创造新的融资方式或建立政策框架。小额贷款和集资正是上述领域创新的典型示例，此类创新对于加快可再生能源利用必不可少。

## 管理技术方案及其利用的相关知识

尽管现在比以往任何时候都需要投资可再生能源技术，但是有关这些技术的可靠信息仍旧非常稀少。关于可再生能源的辩论无一例外的总是由于误解和信息不准确引起的，因此需要投入更多时间和精力来丰富知识库。IRENA提出的倡议注重取得公众对可再生能源的支持，负责汇编真实项目成本信息可再生能源成本联盟（Renewable Costing Alliance）则旨在加强这一工作。IRENA通过发布全球可再生能源图谱，提供资源评估数据，推广正确收集和分析统计资料的方法，从而帮助各国实现有关现代可再生能源和传统生物能的权威数据和信息的广泛可用性。

对各种可再生能源技术的社会认知度和全球意识将提升对可再生能源综合利用的重视程度和外部压力，从而推动可再生能源的系统化整合。通过国际合作和国际援助方式形成的社会意愿和政治意愿能够创造一个适当的环境，在这个环境中，所有错误和成功都有助于为所有人构建一个更强大、更清洁的未来。就此，IRENA提出了一个方案，联合全球的多方利益相关者，齐心协力，创新工作，以确保明确传递信息，进而提高可再生能源的社会认可度。



## 开展国际合作，扩大可再生能源利用规模

由于各国政府正在努力确保政策和融资到位，确保激励市场机制，确保培育技术创新，各国正在发掘更多新的国际合作形式，以寻求能够满足不断增长的能源需求，同时又不会对生态系统造成负面影响的可持续能源解决方案。这种合作对于实现REMap 2030的目标至关重要。

REMap 2030 分析的结果表明，可再生能源技术的开发和利用不能限制在国界范围内，一国的可再生能源技术的开发可能会通过能源价格、技术学习、外部效应和资金流动等方式影响其他国家的可再生能源利用。同时，可再生能源技术本身也是一种产品，生产这些产品需要使用到各个国家贡献的资源、零部件和制造能力。

因此，国际合作对于促进可再生能源的利用，在确保各国在获得可再生能源的可持续性解决方案带来的诸多好处的同时满足自身的能源需求至关重要。尽管国际合作的方式有很多，但重点应在能够产生最大影响的区域开展合作。

对于可能影响技术成本并刺激私人投资的大规模可再生能源技术利用，需要跨国界合作和区域性合作。虽然目前可再生能源领域吸纳了部分投资，但是跨国计划和区域性计划领域的投资缺口巨大。例如，开发银行于2012年投资总计600亿美元用于可再生能源开发，其中超过一半的投资用于清洁能源，但是这笔投资中大部分资金都来自于投资国家项目的区域性银行或国家银行。另外，其中不到100亿美元是可再生能源领域的南北投资或南南投资项目（BNEF，2013）。

然而，考虑到这些投资的自然资源限制和全球互相依存性，开展旨在尽量扩大区域层次的可再生能源潜力的国际合作不仅是适当的，而且是绝对必需的。IRENA正在为非洲、中美洲、中亚、南亚、东南欧、中欧和北非创建清洁能源走廊的区域性计划提供支持，该计划利用丰富可再生能源的潜力满足不断增加的能源需求，并增加获得现代能源服务的机会。政策计划的区域性协调以及确保资源和经验方面的交易将随可再生能源市场的发展而增加，这两项措施有助于各国达到必要的经济规模。

实现电网互联是国际合作带来好处的典型示例，出口和进口国家都能从提高可再生能源利用规模中获得了诸多好处。IRENA分析（IRENA，2013w, x）重点强调了非洲环境中电网互联设备对扩大非洲各个地区拥有的巨大可再生能源潜力所带来好处的重要性。分析结果显示，可再生能源领域的交易量占到西非和南非能源供应量的15-20%。到2030年，仅刚果民主共和国的大因加水电站项目的电力输出就能使南部非洲电力库的地区平均发电成本降低将近10%。

生物质能贸易同样非常重要。根据REMap分析结果，国际生物质交易量占2030年生物质能总需求量的20-35%。全球生物质贸易往来的经济价值将达到1000至4000亿美元。生物质交易为各国带来了巨大的商机，但是这种交易需要一个广泛应用的统一框架来确保必要物流基础设施的可持续性和发展。

## 推动全球合作，交流成功经验

对处于开发初期阶段，或者利用特殊可再生能源技术得国家，国际合作能够为他们提供一种机会，来学习其他国家获得的经验，了解其他国家已经开展得评价成果。同时，对特定可再生能源选择有跟踪记录的政府能够利用这种经验支持该国在其他国家开发新市场。各国政府可以互相帮助，消除部分阻碍可再生能源利用的国别壁垒。

国际合作还能在加强国内可再生能源规划中起到重要作用，不论是REMap国家，还是其他国家。合作领域可包括分享成功经验，学习有益且可靠的政策框架，包括简化的规划框架、设立目标和制定政策等。在制定国内可再生能源计划的过程中，共享研究机构和其他国际知识中心提供的信息也会有所帮助。

## IRENA作为SE4ALL的可再生能源中心

作为专门致力于发展可再生能源的唯一国际政府间组织，在促进实现可再生能源在全球能源构成中的份额翻一番这一伟大目标方面，IRENA有着独天得厚的优势（Roehrkasten和Westphal，2013年）。2012年初推出的SE4ALL倡议意味着一次影响全球辩论、将可再生能源推向一个新的利益相关群体，并通过SE4ALL网络共享IRENA的发展日程和发展重点。IRENA已经接受委托，担当SE4ALL 的可再生能源中枢角色。

IRENA将与所有致力于发展可再生能源的机构一起，在本项目和各个SE4ALL重大影响机会（HIO）项目之下，解决自身项目的各个问题，例如研究岛屿、城市、离网照明及水-能源-土地关系等可再生能源应用问题。与其他SE4ALL中心以及全球促进团队（Global Facilitation Team）开展密切合作是IRENA的核心任务。IRENA将与区域性银行开展密切合作，以确保这些工作与IRENA在各个地区开展的项目的协同效应和互补性。IRENA还将与世界银行这一SE4ALL知识中心建立正式的合作框架，以充分利用可再生能源领域的各项优势。通过与丹麦的SE4ALL能效中心开展合作，IRENA 将促进可再生能源和能效之间的必要且密不可分的联系。

## 在跨国和地区行动上的投入存在明显不足。

正如路线图中强调的一样，IRENA未来的另一重要工作领域是对可持续生物能的潜力进行更为详细的评估。

在2014–2015年期间，IRENA将成立若干REmap行动小组，将感兴趣的国家和其他利益相关方联合起来，在REmap 2030的框架下共同解决相关问题，比如交通运输、发展可再生能源与能效联合战略、以及可能对可再生能源的利用产生变革影响的其他领域。此外，IRENA还将扩大其技术、地理和专题工作的范围和范畴，为所有为实现人人享有可再生能源而努力的力量提供可靠的知识库。

IRENA 扩大工作范围的另一途径是继续对目前REmap的研究所涵盖的26个国家开展更深入的分析，同时扩大参与全球可再生能源路线图的国家范围。

为了完成这一任务，我们希望按照2009年发起国和到目前为止160多个参与国委托给IRENA 的任务，努力促进各种形式的可再生能源的广泛和可持续的利用，确保我们的子孙后代享有可持续性能源的未来。

# 参考文献

注意：关于本项目大量背景文件的专门网站现已开放，敬请访问 [www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)。

BNEF (Bloomberg New Energy Finance) (2013), Development banks – Breaking the \$100bn-a-year barrier, BNEF, London.

BP (2012), BP Energy Outlook 2030, BP, London.

EIA (US Energy Information Administration) (2011), International Energy Outlook 2011, US EIA, Washington, DC.

ExxonMobil (2012), The Outlook for Energy: A View to 2040, ExxonMobil, Irving.

GEA (Global Energy Assessment) (2012), Towards a Sustainable Future. Global Energy Assessment, Cambridge University Press, Cambridge and New York, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.

Greenpeace International, EREC (European Renewable Energy Council) and GWEC (Global Wind Energy Council) (2012), Energy [R]evolution: A Sustainable World Energy Outlook 2050, Greenpeace International, Brussels.

IEA (International Energy Agency) (2012a), Bioenergy for Heat and Power, Technology Roadmap, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)/IEA, Paris.

IEA (2012b), World Energy Outlook 2012, OECD/IEA, Paris, France.

IEA (2013a), Medium-term Renewable Energy Market Report 2013, OECD/IEA, Paris.

IEA (2013b), World Energy Outlook 2013, OECD/IEA, Paris.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2011), Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, IPCC Special Report, O. Edenhofer, et al. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge and New York.

IRENA (International Renewable Energy Agency) (2012a), Proposed Work Programme and Budget for 2012, Report of the Director-General, A/2/1, 30 January 2012, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2012b), Doubling the Share of Renewables: Roadmap to 2030, Agenda item 4.b., Informal Discussion Note, 3rd meeting of the IRENA Council, 5-6 June 2012, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2012c), Doubling the Share of Renewables: A Roadmap to 2030, IRENA Workshop Proceedings, 5 September 2012, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2012d), IRENA's Global Renewable Energy Roadmap (REMAP 2030), IRENA Workshop Proceedings, 14 November 2012, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2012e), Proposed Work Programme and Budget for 2013, Report of the Director-General, A/3/L.3, 16 December 2012, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2012f), Policy Brief: Evaluating Policies in Support of the Deployment of Renewable Power, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013a), Doubling the Global Share of Renewable Energy: A Roadmap to 2030, Working Paper, January 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013b), Note of the Director-General on IRENA's Role in the Sustainable Energy for All Initiative (SE4ALL), A/3/CRP/3, 14 January 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013c), Programmatic Discussion 1:IRENA as the Global Hub for Renewable Energy, C/5/CRP/1/Rev.1, 19 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013d), Renewable Power Generation Costs in 2012:An Overview, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013e), Road Transport:The Cost of Renewable Solutions, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013f), IRENA/IEA-ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program) Technology Briefs, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013g), IRENA’s Renewable Energy Roadmap 2030 – The REMAP Process, 19 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013h), REMAP 2030 Costing Methodology, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013i), IRENA’s Renewable Energy Roadmap 2030 – A Manual for the REMAP Tool, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013j), “REMAP 2030 National Coordination”, Webinar, 13 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013k), “REMAP 2030 National Coordination”, Webinar, 6 September 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013l), Review Workshop, Proceedings, Abu Dhabi, 12-13 November 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013m), Doubling the Global Share of Renewable Energy:A Roadmap to 2030, Working Session at 8<sup>th</sup> Asia Clean Energy Forum of the Asian Development Bank, Manila, 27 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013n), Renewable Energy Future, Doubling Renewable Energy Share – REMAP 2030, Roundtable Proceedings at Singapore International Energy Week, Singapore, 31 October 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013o), IRENA Special Session on Renewable Energy.Proceedings.32<sup>nd</sup> International Energy Workshop, Paris, 19 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013p), Doubling the Global Share of Renewable Energy by 2030.The Crucial Role of the Global Manufacturing Industry, Special Report for the Liaison Meeting of the World Business Council for Sustainable Development.Montreux, 17 April 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013q), REMAP 2030:Renewables for GHG Mitigation.Proceedings, Side-event at the UNFCCC COP19, Warsaw, 22 November 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013r), Doubling the Global Share of Renewable Energy by 2030:The Role of Cities, Workshop Proceedings Bonn, 3 June 2013, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013s), Smart Grids and Investments:A Guide for Effective Deployment, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013t), Renewable Energy and Jobs, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013u), Renewable Energy Innovation Policy:Success Criteria and Strategies, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013v), International Standardisation in the Field of Renewable Energy, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013w), West African Power Pool:Planning and Prospects for Renewable Energy, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2013x), Southern African Power Pool:Planning and Prospects for Renewable Energy, IRENA, Abu Dhabi.

IRENA (2014a), Renewables Roadmap for 2030, Full report, IRENA, Abu Dhabi, (forthcoming).

IRENA (2014b), Renewables in the Manufacturing Industry:A Technology Roadmap for REmap 2030, IRENA, Abu Dhabi.



IRENA and IEA-ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program) (2013), REMAP 2030, 63<sup>rd</sup> semi-annual ETSAP meeting, 17 June 2013, IEA, Paris.

IRENA and IEA-RETD (Renewable Energy Technology Deployment) (2013), “Global Energy Prospects: Roadmap for Doubling Renewables in the Global Energy Mix”, workshop held on 29 November 2013, <http://iea-retd.org/>

IRENA and CEM (Clean Energy Ministerial) (2014), “econValue”, IRENA, Abu Dhabi, [http://irevalue.irena.org/sub\\_projects.aspx?id=2](http://irevalue.irena.org/sub_projects.aspx?id=2),

Kopetz, H. (2013), “Build a biomass energy market”, *Nature*, Vol. 494, pp. 29-31.

Mitchell, C. et al. (2011), “Policy, Financing and Implementation”, In Edenhofer, O. et al. (Eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge and New York.

Pachauri, S. et al. (2013), Access to Modern Energy. Assessment and Outlook for Developing and Emerging Regions. IIASA/UNIDO. Laxenburg/Vienna.

Roehrkasten, S. and K. Westphal (2013), “IRENA and Germany’s Foreign Renewable Energy Policy: Aiming at Multilevel Governance and an Internationalization of the Energiewende?” Working Paper, [www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/arbeitspapiere/Rks\\_Wep\\_FG08WorkingPaper\\_2013.pdf](http://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/arbeitspapiere/Rks_Wep_FG08WorkingPaper_2013.pdf).

SE4ALL (Sustainable Energy for All) (2012), A Global Action Agenda: Pathways for Concerted Action towards Sustainable Energy for All, The Secretary-General’s High-Level Group on Sustainable Energy for All, April 2012, United Nations, New York.

UN GA (United Nations General Assembly) (2012), Decade of Sustainability for All 2014-2024, GA/11333 EN/274, UN GA, New York.

World Bank et al. (2013a), Global tracking framework, World Bank, Washington, DC.

World Bank et al. (2013b), Toward a Sustainable Energy Future for All: Directions for the World Bank Group’s Energy Sector, World Bank, Washington, DC.

WWF (World Wide Fund for Nature), Ecofys and OMA (Office for Metropolitan Architecture) (2011), The Energy Report: 100 Percent Renewable Energy by 2050, WWF, Gland.

# 缩略词表

CAGR	compound annual growth rate 复合年增长率
CHP	combined heat and power 热电联供
CO <sub>2</sub>	carbon dioxide 二氧化碳
COP	Conference of the Parties 缔约方大会
CSP	concentrated solar power 聚光太阳能发电
DH	district heat 区域供热
EE	energy efficiency 能源效率
EJ	exajoule 艾焦
EU	European Union 欧盟
EV	electric vehicle 电动车辆
GEA	Global Energy Assessment 全球能源评估
GJ	gigajoule 吉焦
Gt	gigatonne 吉吨
GW	gigawatt 吉瓦
HIO	High Impact Opportunities 影响面大的项目
IEA	International Energy Agency 国际能源署
MW	megawatt 兆瓦
NREAP	National Renewable Energy Action Plan 国家可再生能源行动计划
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development 经济合作与发展组织
PHEV	plug-in hybrid electric vehicles 外插充电式混合动力车辆
PJ	petajoule 拍焦
ppm	parts per million 百万分之几
TFEC	total final energy consumption 最终能源消费总量
TWh	terawatt-hour 太瓦时
UN	United Nations 联合国
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change 联合国气候变化框架公约
USD	U.S. dollars 美元
WBA	World Bioenergy Association 世界生物能协会
WEO	The International Energy Agency's World Energy Outlook report 国际能源机构的《世界能源展望》报告
WWF	World Wide Fund for Nature 世界自然基金会

# 专门术语

艾焦	一百亿亿 ( $10^{18}$ ) 焦耳。
最终能源	通过某种形式到达消费者所在处的能源（例如来自壁上插座的电力）。
吉焦	十亿 ( $10^9$ ) 焦耳。
吉吨	十亿 ( $10^9$ ) 公吨。
吉瓦	十亿 ( $10^9$ ) 瓦特。
焦耳	能量测量单位，相当于一秒钟一瓦特的功率。
兆瓦	一百万 ( $10^6$ ) 瓦特。
拍焦	一千万亿 ( $10^{15}$ ) 焦耳。
一次能源	未经任何转换的能源源头，例如原油和块煤。
参考案例	就本研究而言，指当前政策和政府计划下的“一切正常”状况。
REmap 2030	本研究的名称，同时也是参考案例和 REmap Options 的共同成果。
REmap Options	除参考案例之外的可再生能源额外增长。
RE+ Options	除 REmap 2030 之外的额外增长潜力。
SE4ALL	“人人享有可持续能源”，由联合国秘书长提出的全球获取可持续能源倡议。
太瓦时	一万亿 ( $10^{12}$ ) 瓦特小时。

# 国家/地区研究结果

**澳大利亚：**随着太阳能光伏能（屋顶和公用事业设备各占一半）、陆上风能和生物能（生物燃料和供热应用各占一半）的结合使用，到 2030 年时，可再生能源能够在 TEFC 中占据五分之一以上的份额。电力行业中可再生能源的采用目前正以高于规划的速度发展，尤其是屋顶光电。由于政府在 2013 年 9 月发生变动，可再生能源政策目前处于修订之中。此外，重大政策行动有赖于国家层面的支持。

**巴西：**在世界各大经济体之中，巴西目前拥有最高的可再生能源份额。按照国家规划，该国的可再生能源份额将保持当前水平，即 TFEC 的 40%，但如果利用 REmap Options，则该份额能够超过 50%。巴西将会在全球液体生物燃料需求量中占据五分之一的份额，其电力生产几乎将会 100% 地来自可再生能源。凭借成功的竞标方案，该国近年来添加了成本非常低廉的风能。

**加拿大：**加拿大拥有丰富的可再生能源资源，到 2030 年时，可再生能源能够占据加拿大 TFEC 中三分之一的份额。生物质燃用工业热电联供设备能够使行业可再生能源份额翻倍，可再生能源技术的广泛组合将会占据该国电力生产总量的四分之三。重大政策行动有赖于国家层面的支持。

**中国：**如果所有 REMAP Options 在全球得以落实，中国将会占据全球可再生能源消费总量的 20%，并在各种可再生能源技术装机总容量方面取得类似量级的份额。对于实现全球可再生能源份额翻倍这一目标，中国的参与至关重要。太阳能光伏能和风能生产能力目标最近已分别提高至每年 10 吉瓦和 15 吉瓦。空气污染是主要驱动因素之一，此外还包括工业发展政策和日益增加的石油进口依赖性。

**丹麦：**就政策环境和目标设置而言，丹麦代表了可再生能源部署方面的最佳实践。该国的目标是，将可再生电力与区域热能、液体燃料和燃气相结合，并以广泛的能源节约为补充，到 2050 年时实现可再生能源份额达到 100%。在较短的一段时期内，煤炭 CHP 向生物质 CHP 的转变将是丹麦式转型所独有的特点。

**厄瓜多尔：**可再生能源已经占据厄瓜多尔电力生产中 70% 以上的份额。行业可再生能源份额或能接近 85%，其中主要是新增水电和其他可再生能源技术。如果终端使用行业中电力消费份额再高一些，那么该国可再生能源在 TEFC 中所占的份额能被进一步提升。

**法国：**法国已经为 2020 年制定了宏伟目标：可再生能源在本国最终能源消费总量中达到 23% 的份额。这意味着将要在供暖以及电力行业中建立起 840 拍焦的可再生能源生产能力。法国也是欧洲第二大生物乙醇和生物柴油生产国。出于对未来的深层次考虑，在进行能源转型国家辩论之后，法国政府目前正在编制一份新的长期能源议案，该议案有望在 2014 年年底时通过。政府随后将确定清晰的线路和方案，同时还考虑未来 2020 后欧洲的能源和气候框架。

**德国：**德国的“Energiewende（能源转型）”行动设有一个长期目标，即到 2050 年时实现可再生能源在最终能源消费中雄踞 60% 份额。该国计划通过在电力和区域热能行业中积极地进行可再生能源部署来实现这一目标，其中包括在区域采暖生产方面对太阳能和热泵的创新利用。除丹麦之外，德国也将是部署海上风能生产能力的主要国家之一。

**印度：**印度是严重依赖传统生物能的主要国家之一，其向现代能源服务的转型尚有待实现。该国同时也是矿物燃料纯进口大国，所有终端使用行业能够采用可再生能源。在工业领域，部分生物质燃用技术已实现部署（例如，燃气化），并能够连同其他中温和高温工艺用热技术（例如 CSP）一起得到更广泛的利用。太阳能光伏能、CSP 和沼气发电正不断铺开，以满足快速增长的电力需求，同时在部分项目中已实现非常低廉的成本。

**印度尼西亚：**由于印度尼西亚具有广袤的国土和数以千计的岛屿，因此该国很大一部分地区尚未接入现代能源，其中包括电力。根据规划，电力需求在现在与 2030 年之间的这段时期内将增长五倍以上。重大努力的关键在于实现边缘社区电气化和各岛屿利用可再生能源。该国目前正寻求地热发电扩大化，但实现目标需要加倍努力。太阳能光伏能的引进才刚刚起步。印度尼西亚已经是全球最大棕榈油生产国，假如生物能具有可持续的来源，那么生物能将为该国所有行业提供众多机会。削减高额能源补贴是政策优先考虑事项。

**意大利：**早在 2011 年，意大利已经超越了在电力行业内最终能源消费中可再生能源占据 26% 份额这一欧盟约定目标，2012 年可再生能源份额为 27.1%。在 2013 年 6 月，意大利能源市场中能源成本已经实现全国范围内“零”报价达 2 小时。可再生能源完全满足了整个意大利的能源需求，由此降低了能源成本，直到实现“零”报价。该国目前正在开发一系列

创新型智能电网解决方案，以支持可变可再生能源在电力行业中取得更高份额。

**日本：**由于核电站前景不明朗且汽油价格高昂，日本已将其雄心勃勃的可再生能源政策落实到位。该政策目前正在执行中。此外，截止 2013 年 7 月，已有超过 4 吉瓦的可再生能源电力投入应用。为了加速增长，日本将继续坚定地执行该政策，同时为放宽管制和电网改善作出努力。

**马来西亚：**政府一直都在通过各个目标和建立促成计划增长的组织结构来力争实现更多的可再生能源消费。这些目标在很大程度上能够由该国大量的生物能源资源所实现。虽然能源补助方案已经落实，但高额能源补贴对可再生能源的采用造成了障碍。

**墨西哥：**该国的能源政策在 2013 年年末从根本上进行了重新设计，分段政策已落实到位以加速电力行业内可再生能源的增长。

**摩洛哥：**摩洛哥在所属地区内是最依赖能源进口的国家之一。为了降低这种依赖性并从可再生能源的社会经济角度获得受益，该国针对 2020 年制定了多个宏伟计划，旨在利用 CSP，太阳能光伏能和风能技术。未来可再生能源对欧洲出口可能会受到输送能力限制因素的阻碍。

**尼日利亚：**尼日利亚目前已通过传统生物能满足了将近 65 % 的自身能源需求。就实现现代能源获取这一目标而言，它是最具挑战性的国家之一，特别是因为能源需求正在以非常快的速度增长。在现代能源服务和可再生能源采用这两方面，尼日利亚当前所取得的发展和经验将为更大的非洲地区树立重要榜样。

**俄罗斯：**俄罗斯具有种类丰富的可再生能源资源，例如生物能和地热能，但是该国巨大的陆地面积给有效利用这些潜力带来了困难。俄罗斯区域热能行业所消费的煤炭和天然气可能会被生物能取代，更多的行业可能会受益于可用的大量生物能资源，从而使该国的可再生能源份额进一步扩大。该国首次可再生能源电力拍卖已于 2013 年举行，球团矿等生物质商品的出口正处于增长中。多项重大行动正在补充国家努力的地区级层面展开。

**沙特阿拉伯：**该国的强有力的经济和人口增长已刺激了当地对电力的需求。从历史角度看，该国已经通过利用其丰富的但不可再生的碳氢化合物资源满足了当地电力和淡化海水需求。该国已经开始采取一种期望颇高的全方位办法，旨在实现可持续发展的能源组合，该方法强调教育、研究、全球合作、局部整合、商业化和社会效益。这一雄心勃勃的战略给该国的定

位是，不仅要执行世界上最大的可再生能源项目，而且也要向全球输出其由此所得的专门知识和发达技术。

**南非：**虽然南非是主要煤炭生产和消费大国之一，但最近数年以来的电力供应困难局面已经对其敲响警钟，该国现已推出一项雄心勃勃的可再生能源政策。这其中包括风能和太阳能发电投入，此外还有水电进口。结合水暖用太阳热能以及各种形式的生物质和废物（包括填埋气体）能源，这些措施具备使可再生能源份额在 2030 年实现将近增长两倍的潜力。

**韩国：**韩国 96% 的能源来自进口，工业在其国家经济中扮演着关键角色，占据了能源消费总量中 61% 的份额。为了提高能源安全并减少 GHG 排放量，韩国现在不仅正扩大可再生能源的部署，同时也在将可再生能源行业发展为新的经济增长引擎。因此，韩国的制造业正在开发创新型可再生能源技术，并计划成为全球绿色技术最大出口国之一。韩国将在 2014 年发布新的国家可再生能源政策。

**汤加：**“汤加能源路线图（TERM）”是已经过验证的能源转型框架。在其他太平洋岛国，近期的太阳光伏能价格下跌已经促成了一系列新新项目，电网稳定性和电力存储已经作为可再生能源整合问题来到了人们关注的最前沿。

**土耳其：**该国致力于提升其太阳能、风能、生物能和地热能生产能力，同时有效利用其电力行业中的技术水电潜力以确保能源安全。其建筑存量中有相当大一部分将在未来二十年内更新，这就为整合可再生能源创造了巨大的潜力；但是，总体上看，如果要扩大终端使用行业中可再生能源的消费量，必须提供新的可再生能源政策。

**乌克兰：**乌克兰在天然气上依赖进口，其能源强度高于大多数其他经济发达国家。在如何实现能源效率以及可再生能源 SE4ALL 目标这一点上，该国可能成为令人关注的示例，因为这两者都存在巨大潜力。就可再生能源而言，尤其是生物能，太阳热能和风能为终端使用以及和电力和区域热能行业都提供了潜力。

**阿拉伯联合酋长国：**阿联酋对太阳能为主的丰富可再生能源潜力具有先见之明，能够在其能源组合中大幅扩大可再生能源的份额。例如，CSP 可被用于生产工业工艺用热（包括石油炼制）以及发电。通过在全球进行融资、开发和项目运作，借助 MASDAR 和阿布扎比发展基金会（ADFD），阿联酋已成为龙头之一。阿联酋是 IRENA 总部的所在国。



**英国：**英国拥有全世界最佳的一些风能和海洋能资源，目前正在通过一系列创新性政策推进这些技术的部署。生物能很大程度上依靠进口并用于混合燃烧，Drax 现已成为世界上最大的这一类型工厂。英国制定了明确的计划，以支持未来生物能的部署。在满足欧盟可再生能源目标这一方面，英国位居前列，并具有一揽子稳健的财政支持和到位的其他政策措施以帮助确保其目标实现。

**美国：**美国拥有巨大的可再生能源潜力，但由于国土面积广大，地区之间的潜力差异也很明显。该国具有世界上最大的地热能和风能资源之一，目前正在开发环境影响较小的新式水电。美国也是多种运输行业技术（例如氢、电池电力和混合动力系统）的试验台，并为先进生物燃料设立了多个创新性项目。州级层面而非联邦层面的政策正推动可再生能源的部署，其中一部分州在可再生能源部署方面已是世界性翘楚。



IRENA 总部

CI Tower, Khalidiyah  
P.O.Box 236, Abu Dhabi  
United Arab Emirates

IRENA 创新和技术中心

Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Germany

[www.irena.org](http://www.irena.org)

## REmap 2030

到2030年，全世界可再生能源的利用比例将比现在翻一番。REmap作为一个可再生能源发展路线图，在官方政府提供的资料基础上，是对全球可再生能源发展潜力的首次研究。本报告由国际可再生能源署 (IRENA) 负责编制，征求了全球各国政府和有关机构的意见，路线图中涉及到26个成员国，代表目前三分之二的国际能源需求。在决定扩大可再生能源利用规模潜力时，调研报告不仅关注各种可再生能源技术，而且还重点研究了各国的融资难度、政治意愿、开发技能、以及发展规划所起的作用。

研究发现，到2030年实现可再生能源在整个最终能源消费中的比例翻一番的目标几乎不需要额外投资，当考虑替代传统能源从而避免外部成本时，这一宏伟转型目标甚至可以产生费用结余。

提出可再生能源翻一番并不会是一种发展的绝对上限，可再生能源得比重可以进一步大幅提高，但各国政府部门需要为这种长期的能源转型即刻做好充分的准备。这就必须要马上开始为这一领域提供投资商，为向可再生能源为主的未来转型做好明确的指导。

这份REmap 2030概要报告介绍了主要调研分析成果和图表，需要进一步了解的读者可访问REmap 2030网站 ([www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap))，网站还提供大量的背景文献。随着有新的国家加入这项研究，随着所有REmap成员国提供丰富的数据，本研究还将在接下来的几年里不断充实更新。



[www.irena.org](http://www.irena.org)