

# 迈向可再生能源 未来的路线图

执行概要



## 关于 IRENA

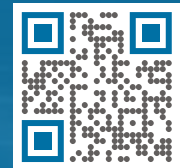
国际可再生能源署（IRENA）作为一个政府间组织，为各国在可再生能源领域内提供重要的国际合作平台，卓越的研究团体以及有关可再生能源政策，技术，资源数据与融资方面的知识信息库，以促进全球向可持续能源社会的转型。IRENA致力所有形式的可再生能源的推广和可持续利用，包括生物能、地热能、水电、海洋能、太阳能及风能，努力实现可持续性发展、能源普及、能源安全以及低碳经济增长和繁荣。

本报告全文可从[www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications) 下载。所有REMap相关的出版物及其他辅助参考资料可参见：[www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap)。

欲提供进一步信息或反馈意见，请联系REMap研究团队：

[remap@irena.org](mailto:remap@irena.org) or [secretariat@irena.org](mailto:secretariat@irena.org)

REMap路线图研究的深度和广度以及IRENA能够参与各国别路线图的编制，均得益于德国和日本自愿提供的巨大贡献。



© IRENA 2016

除非另行说明，本出版物其内容的版权属于国际可再生能源署（IRENA），收到IRENA版权的保护。本文内容可以免费使用、共享、拷贝、复制，或转载，但须声明其所有权属于IRENA（© IRENA 2016）。

本文中内容涉及到第三方的，可能会受到第三方的版权，其任何有关商业化使用均受到单独的条款的规定和限制。

## 免责声明

本概述及其内容基于“忠实原状”的基础上撰写，仅为提供信息。IRENA已经对本出版物设计的资料做了合理的检查，不存在来自IRENA或者任何其官员、代理人、数据或第三方资料提供者或合同单位的任何保证、明示或暗示，包括但不限于对其准确性、完整性或和适合特定目的或用途的保证。

本文包含的信息并不一定代表IRENA会员国的观点，不存在任何项目、产品或服务提供商的授权。本概述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发表任何意见。

## 通过到2030年将可再生能源比例增加一倍，实现国际可持续能源与气候变化的目标

2015年的巴黎联合国气候变化大会成为了可再生能源的分水岭。它再次强调了其一贯的主张：即向可再生能源技术的迅速转型，将为全球实现可持续发展、避免灾难性的气候变化提供一种现实可行的手段。如今，可再生能源已被认为是实现气候和可持续发展目标的核心，各国政府面临的挑战已经发生了转变：从弄清楚要做什么已变成了怎么能做到最好。

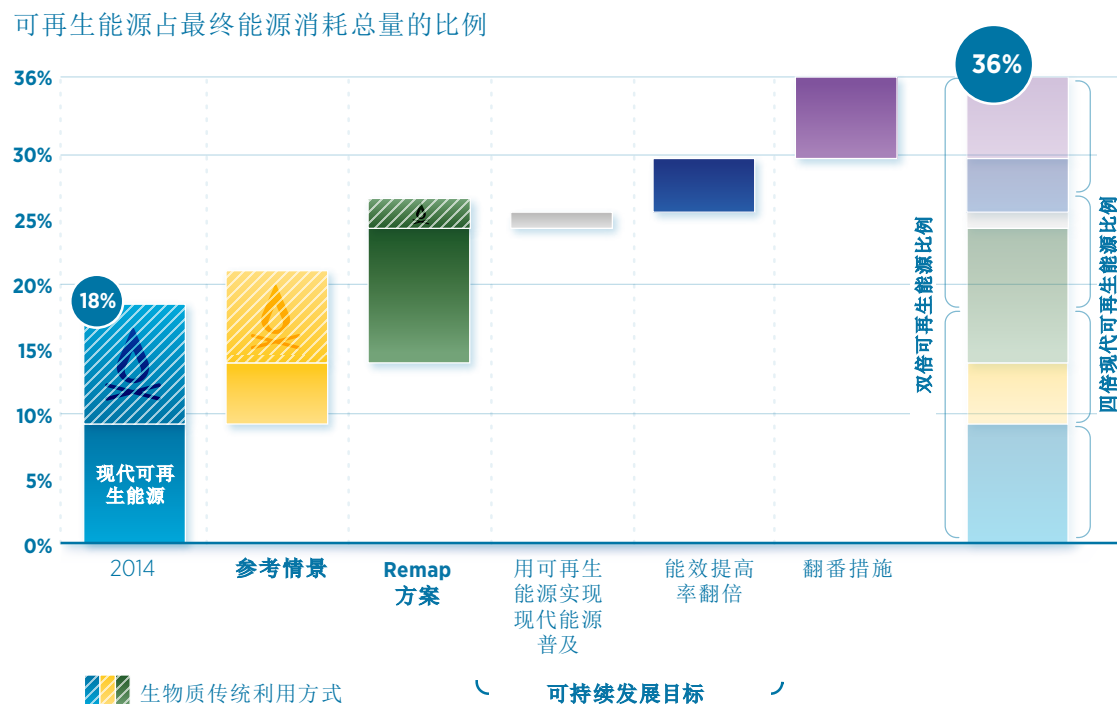
为实现可再生能源在2030年世界能源结构中的比例翻一番，REmap提出了一份全球性的规划。与2014年的前一版相比，新的可再生能源发展路线图(REmap)给出了一些新的重要分析结果，但核心信息保持不变：即便全球能源需求持续增长，可再生能源的份额提高一倍的目标是完全可以实现的，这符合成本效益和经济效益。只有按照这一方向走下去，各国才能够履行国际气候变化的目标，实现可持续发展的构想。

过去18个月油价的大幅下跌并没有对可再生能源的前景产生影响。2015年，我们经历了创纪录的可再生能源投资高峰，太阳能光伏发电(PV)和风力发电新增装机容量达到了历史高点。今天的可再生能源发电技术已经成为最具有成本竞争力的技术选项。

成本的持续下降推动了可再生能源的持续增长。设备、安装及项目融资的价格继续下降。银行业已认识到

可再生能源的可靠性和低运营成本，为可再生能源项目贷款提供的利率达到历史最低。投资商们认为，投资风能和太阳能可以平衡他们的能源组合，缓解对化石燃料的紧缩政策所带来的压力。

图 ES1: 实现全球可再生能源比例的翻番，需要协调一致的行动，通过提高能效和全民能源普及，推动可再生能源的增长。





**参考情景：**

按各国目前的规划和政策发展可再生能源

**REMAP方案：**

在现有政策基础上，到2030年前充分发挥新的可再生能源技术潜力

**翻番方案：**

结合更深入的结构改变，大力开发新增可再生能源

如果能源需求的增长放缓，到2030年实现可再生能源比例翻番将会更容易些。提高能源效率有利于遏制需求的增长。

与此同时，可再生能源对普及能源利用必不可少。发展离网型可再生能源解决方案成为推广电气化的最具有成本效益的方式。对于欠发达国家的人民，这种转型也意味着可以将现代可再生能源用来做饭和取暖，从而取代生物能源的传统的、往往不可持续的利用方式。

可再生能源的比例翻番意味着要加快现有技术的应用，并对创新型新技术进行投资。全世界约有60%的可再生能源潜力可以通过实施现有的政府计划，包括路线图中所称的“Remap方案”来实现。要实现余下的40%潜力，可以通过加快提高能效，加大投资，利用可再生能源实现全面的能源普及。在这里我们称之为“倍增方案”，这些方案结合具有更深层次结构性变化的新技术。

可再生能源比例的翻倍对于未来50年实现零碳排放的能源系统意义重大。这同时也将减少对全球能源安全的挑战，减轻给环境和人类健康带来的风险。

到2030年实现可再生能源的比例翻一番是完全可能的，但必须要立即采取协调一致的行动，全面启动可再生能源在交通、建筑和工业部门的应用。

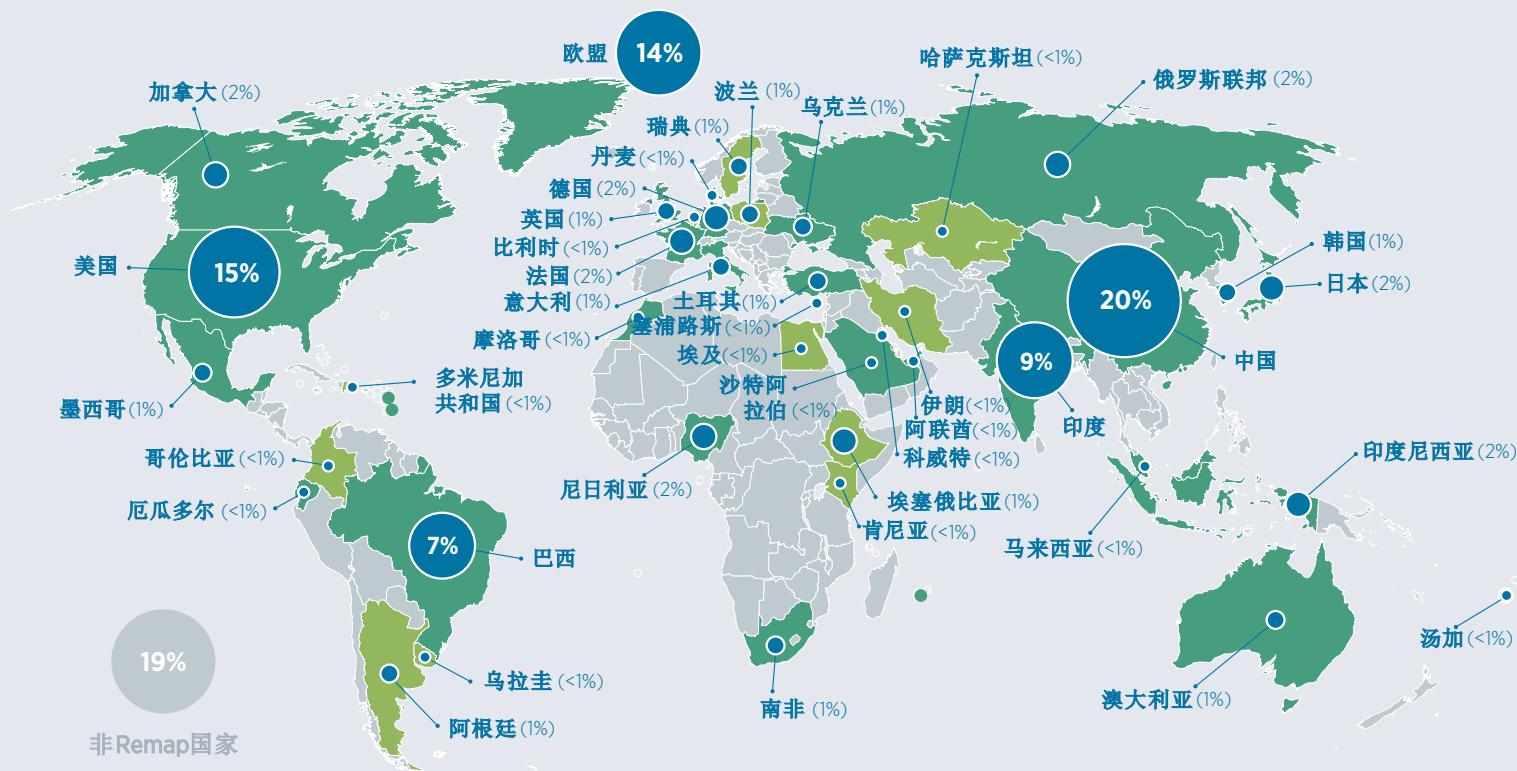
目前实行的政策到2030年只能保证可再生能源在全球能源结构中比例提高到21%。可再生能源所占份额从2014年的18.4%开始，平均每年增长0.17个百分点，远远低于年增长1%的要求。全球能源需求持续增长，和目前的水平相比，到2030年将上升30%，而可再生能源的增长速度仅略高一点。因此，要实现必须翻一倍的目标，迫切需要采取协调一致的行动，需要各国共同努力，更需加强国际合作。Remap的目的正是为政策制定者、商业领袖和民间组织提供信息，助力实现这一目标。

实现全球可再生能源比例翻番，并不一定要求每个国家都增长一倍。过去两年里，虽然有些国家已经调高了可再生能源的发展前景，同时也有些国家延误了投资。根据多国家的预测显示，能源需求的增长速度高于可再生能源的应用。增长率和可再生能源的利用潜力始终存在差异，反映了各国国情的不同。2010年，参与REmap的40个国家中，现代可再生能源占能源消耗的比例从较低的1%到较高的50%左右，假如将传统使用生物能源的利用都算在内，有的甚至高达90%。虽然发展速度各不相同，每个国家都能实现一定程度的增长。

若能实施所有的Remap方案，到2030年大多数国家的可再生能源份额可提高到20%-70%。在一些发达国家，借力于成功的扶持政策，可再生能源而得到了很快的发展，大多数还有显著增长的潜力。而发展中国家的能源需求增长较快，从而为可再生能源的利用提供了很多机会。

到2030年REmap国家的可再生能源占能源消费量的比例差别很大，从只有10% 到 60%以上。为提高全球可再生能源比例，Remap采取了具体国别的分析方法，针对每个市场或地区的具体问题。然而，要实现全球性的能源转型，需要所有国家采取有针对性的行动。

图 ES2: 虽然各国机会不同，但每个国家都能在提高可再生能源规模方面发挥作用。



注：百分比表示实现可再生能源比例翻番后，2030年各国可再生能源消费量在全球所占的比例。



虽然电力行业可再生能源的前景非常乐观，但在交通、供暖和工业领域的发展一直滞后。一场电动交通的革命可能即将发生，但液体生物燃料的发展却受到了低油价影响。可再生能源建筑也有所放缓，尤其是可再生能源在工业行业的应用没有受到很多国家计划的重视。要加快所需的整体性发展，可再生能源发电规模还要进一步提高，供热和交通领域的电气化将进一步拉动电力需求。



各国必须刻不容缓地加快可再生能源在建筑、工业及交通运输领域的应用。到2030年，可再生能源电力的消费量将占可再生能源利用总量的一半左右，而另一半将来自可再生能源的直接利用，如利用生物燃料取暖、做饭、制冷和交通运输，以及区域供热等。



规划工作必须即刻启动，保证各种可再生能源发电顺利并网。风力发电和太阳能光伏发电受天气和日光模式的影响，导致机组出力的波动。要消纳更大比例的风电和太阳能发电，电力系统就需要有更大的灵活性。利用多余的可再生能源发电来满足供热和交通运输的需求，是提供这种的灵活性的方法之一。

有些国家的可再生能源发展规模不大，根源在于缺乏建筑和工业领域中可再生能源利用的激励政策。可再生能源供热的政策没有像可再生能源发电那样受到重视，部分原因是可再生能源在新建的房屋上更容易推广。长期占用资金存量是需要改变的一个障碍。通过翻新和改造应用可再生能源比新建筑更难。其他障碍也会影响到

可再生能源的利用。例如，在航空领域，可再生能源燃料用量很少，因为相比对环境因素的考虑，燃料价格在航空公司之间的竞争中起着更大的作用。

**要突破可再生能源的总体比例目标，生物能一定要在2030年可再生能源利用总量中占一半比例。**生物能源必须在其所有形式上注入新的活力，包括将新近液体生物燃料广泛应用于航空，货运和船运等领域。要实现这一目标，需要生产足够的可持续生物能源。与其他许多全球估计相吻合，IRENA发现，从现在到2030年，可持续性一次生物能源的利用可提高近70%。

**对生物能源以外的可再生能源技术，其增长潜力更高。**太阳能光伏发电能力可增长七倍，从2015年230GW装机容量增加到2030年的1600 GW至2000 GW。风电装机容量可翻两番，从2015年的400GW提高到1800 GW。

**若按本路线图的步骤实施，到2030年全球发电量的近一半将来自可再生能源，而相比之下，2015年可再生能源所占比例不足四分之一。**可再生能源在其他领域的比重也在激增，在建筑业增加至高达57%，工业领域增加至35%，交通运输领域占16%。

## 可再生能源翻番所带来的 节能效益将多达投入成本的15倍。

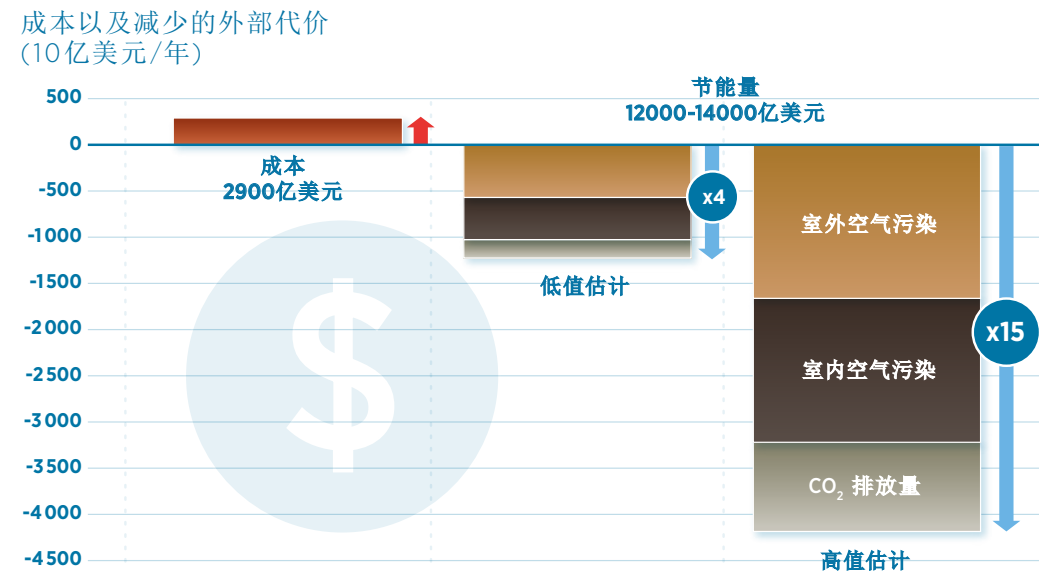
可再生能源比例的翻番需要加大在发电、供热、制冷和生物燃料产能建设方面的年度投资，从2015年的3600亿美元上升到2030年的13000亿美元。可再生能源通常需要比常规能源技术更多的前期投资，但以后不需要持续的燃料成本。考虑这些因素以后，与常规发展模式（本研究中作为参考情景）相比，REmap方案的实施从2015到2030年期间每年需要多投入1000亿美元。从全球经济而言，这相当于每年投资0.1%。

可再生能源比例翻番的投入到2030年每年需要2900亿美元。根据对路线图的分析，这至少比可避免的外部成本要少4倍到15倍。换句话说，减少二氧化碳的排放和减轻空气污染对人类健康和农作物的损害，每年可净节约1.2万亿至4.2万亿美元。本报告中所列的REmap方案中有近三分之二在不考虑外部效益情况下都已经具备了成本竞争力。但是，这些方案选项只能满足30%的可再生能源比例，远远低于达到国际气候目标所需要的36%。要实现36%可再生能源比例就要采用投入更大的实施方案，当考虑这些外部效益的情况下，这些方案也显现出具有竞争力。

2030年实现能源结构中可再生能源份额翻番后，减轻室内外空气污染程度有望每年最多可节约1.05万亿至3.2万亿美元。生物质能源的传统利用方式所引起的室内

空气污染，是降低外部成本的最大份额，其次是室外空气污染和气候变化。减少空气污染每年可挽救约400万人的生命。提高可再生能源的比例可通过降低对进口能源的依赖，或增加贸易平衡，也将带来明显的能源安全效益。

图 ES3: 减轻对人体健康危害和降低CO<sub>2</sub>排放所产生的节约至少是可再生能源翻番成本的四倍。





对化石燃料的补贴和征税继续扭曲着能源市场。目前，补贴和市场结构仍然偏向于化石燃料。因此，通过市场结构调整鼓励投资应该是一项重点工作。减少对可再生能源的市场歧视，可以代替投资扶持的需要，否则的话需要在2030年每年投入约4000亿美元，来实现REmap方案和翻番措施。

**如果全球能源结构中可再生能源的比例实现翻一番，到2030年可再生能源可为全球持续提供2440万个就业岗位。**实现REmap方案及翻番措施，将会增加可再生能源产业相关的就业岗位，从2014年的920万增加到2030年的2440万个，这几乎比常规发展模式多出1100万。



**向可再生能源转型，加上提高能效，可保持全球平均气温比工业化前水平上升不超过2°C。**

可再生能源成为实现长期气候目标的必要保障。到2030年实现30%的比例目标（按REmap方案），足以避免全球气温比工业化前的水平上涨超过2°C。确保完成巴黎协议中要求的2°C以下的目标，需要可再生能源比例翻番达到36%。2030年以后对可再生能源和能效的投资还必须进一步加快。

与常规发展方式相比，可再生能源的份额翻番将使到2030年每年少排放二氧化碳120亿吨，而能效措施还将进一步减排80亿吨。以甲烷和炭黑形式排放的温室气体也将会相应减少。

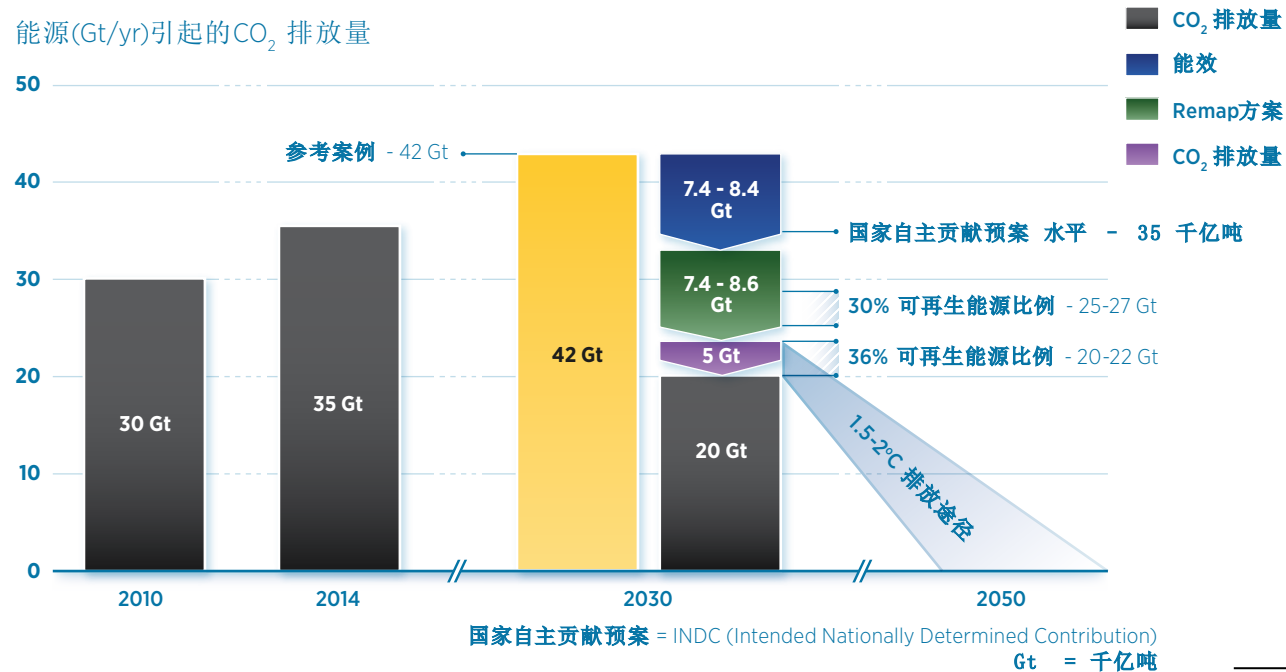
可再生能源政策与气候政策之间需要增加紧密的配合。虽然许多国家政府纷纷加大力度促进可再生能源的发展，然而本路线图所分析的国家自定预期贡献(Nationally Determined Contributions)却将2030年可再生能源的潜力低估了五分之一。要影响国家和地区层面的变化，必须要更重视可再生能源如何减缓温室气体的排放作用。可再生能源和能效可以遏制煤炭、石油和天然气的需求增长。



需要理顺国家层面上的能源管理体制。目前，只有某些政府部门充分认识到可再生能源的好处。然而只有加快可再生能源的利用步伐，才能解决从健康到扶贫等多重可持续发展目标。为了实现最大的效益，对可再生能源的承诺必须要体现在国家规划各个方面。

过去的两年我们已经看到新的倡议、机构、联盟和中心的出现，在不同的国家和地区推动可再生能源的发展。将这些努力与全球性发展与气候目标相结合，将会加强国际合作的框架。

图 ES4: 从现在到2050年全球能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量



只有立即采取协调一致的行动，到**2030年之前**将全球能源结构中可再生能源的比例翻一番，才有可能实现气候和可持续能源的目标。

要在接下来的14年内使得全球能源结构中的可再生能源比例翻一番，政策制定部门必须加快努力，争取在五年内取得显著进展。实现2015年达成的国际目标已经为时不多。

**改造能源系统的任务不能仅仅交给市场和投资者。**在某些情况下，主要的障碍是政策和监管；也有些情况下需要依靠市场设计、体制框架或本地可再生资源的质量。在一些缺乏商业上可行的可再生能源解决方案的情况下，就需要有技术创新。公共部门必须尽自己的努力克服所有这些障碍。

**立法机构和政策制定部门必须奠定必要的基础。**以下五个领域尤其重要：

- 规划能源转型方式，做好国家级计划和发展目标；
- 创造有利的商业环境，使能源价格能够体现外部成本；
- 确保可再生能源顺利整合到现有基础设施；
- 创建和管理可再生能源知识；
- 推动持续性创新。

REmap提出了五大关键行动领域，必须要把这些领域的工作做好，才能大幅提升可再生能源利用规模：>>

## REMAP 提出了以下行动领域

**1** 纠正市场扭曲，创造一个公平的竞争环境。这可以通过引入碳价，反映化石燃料的外部成本，以及提高对可再生能源市场的监管架构来实现。各国政府还需要在能源定价中考虑人类健康和气候变化相关的外部因素。降低风险的机制对调动投资积极性也十分重要。

**2** 在能源系统中允许更大的灵活性，包容多类重点可再生能源资源的开发。虽然存在每日和季节性的变化，太阳能和风能发电量还是可以预测的。国家或区域电网之间的互联有助于平衡电力的供需关系。需求侧管理，电力储存及智能电网也可以加强波动性可再生能源发电的上网整合，同时实时的市场定价有助于评估不同时段发电的价值。新的监管框架必须允许新兴市场主体进入电力市场，反映电力公司和消费者不断变化的角色定位。



### 3 在城市发展项目和工业产业中开发和利用可再生能源采暖和制冷解决方案。

各城市、地方政府和市政当局要鼓励和应用利用可再生能源的高效集中式区域供热系统。与行业联合利用富余电力为楼宇和工业提供采暖和制冷应用。



### 4 推广基于可再生能源电力和生物燃料的交通运输。随着全球城市化的迅速发展，必须要采用清洁交通，保持城市的宜居。采用可再生能源电力的电车、巴士、货运和客运车辆必须成为城市交通的主要形式。这可以通过智能城市规划、快速充电和供电基础设施的建设来实现。商业化大范围推广先进液体生物燃料需要政府的大力支持，尤其是在航空，货运和航运的运用。

随着全球城市化的迅速发展，必须要采用清洁交通，保持城市的宜居。采用可再生能源电力的电车、巴士、货运和客运车辆必须成为城市交通的主要形式。这可以通过智能城市规划、快速充电和供电基础设施的建设来实现。商业化大范围推广先进液体生物燃料需要政府的大力支持，尤其是在航空，货运和航运的运用。



### 5 确保生物能源原料的可持续、经济可行和可靠的供应。生物能源的生产可利用农林废弃物，垃圾和其他可持续供应的原料。无其它适用可再生能源技术的应用尤其重要，如高温工业余热的应用。根据不同类型的原料，需要采用扩大市场供应，或加强燃料链的垂直整合，以确保可靠的和负担得起的生物能源产品的供应。需要制定新的国际贸易和基础设施政策，以促进生物能源商品在本地、区域和全球性的贸易。

生物能源的生产可利用农林废弃物，垃圾和其他可持续供应的原料。无其它适用可再生能源技术的应用尤其重要，如高温工业余热的应用。根据不同类型的原料，需要采用扩大市场供应，或加强燃料链的垂直整合，以确保可靠的和负担得起的生物能源产品的供应。需要制定新的国际贸易和基础设施政策，以促进生物能源商品在本地、区域和全球性的贸易。



我们鼓励政策制定部门认真考虑在上述这些领域实施综合性的解决方案，以确保能源系统的转型。国际社会如不能抓住可再生能源提供的这次机会，将会给国际能源和气候目标的实现带来严重的风险。

本路线图提供了10个技术和创新解决方案（见本路线图第3章），这对实现上述行动领域将是至关重要的。总之，本路线图的最终目的，是在全球气候框架之下，促进可再生能源实现宏伟的、可持续的、和商业规模的增长壮大。



# 迈向可再生能源 未来的路线图

## 执行概要 2016 版

到2030年实现全球能源结构中可再生能源翻一番不仅是可能的，而且会比不这样做更便宜，经济上的节约将远超成本。这会创造更多的就业机会，促进经济增长，通过减少空气污染也会挽救数百万人的生命。除此之外，与提高能效相结合，还能让全世界温度的上升控制在2°C以内，实现巴黎协定的目标。

但要实现这一目标，可再生能源的利用速度必须比现在提高6倍。这份第二版的IRENA全球可再生能源路线图对40个经济体的能源转型给出了深入的透视，这些国家占全球能源消耗的80%。路线图还提供了具体的技术方案，并概述了加快可再生能源增长的各种解决方案。

可再生能源的时代已经到来。但是，如果没有采取协调一致的行动，就无法尽快发挥其潜力，来实现国际气候和发展目标。对于各国政府和私人部门的决策者们，本路线图发出了一份警报：机不可失，时不再来。

© IRENA 2016

### IRENA 总部

P.O. Box 236, Abu Dhabi  
United Arab Emirates

### IRENA 创新与技术中心

Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Germany

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

