

## 执行概要



可再生能源发展前景:

# 中国

## 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。

国际可再生能源署 (IRENA) 衷心感谢中国政府和德国政府，他们的大力支持使得本报告得以出版。

中国可再生能源发展报告全文、REmap 2030 报告全文、概要报告及其资料文献均可在网站 [www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap) 上阅读和下载。

如需了解进一步信息，或提供意见反馈，可通过 [remap@irena.org](mailto:remap@irena.org) 与 REmap 工作小组联系。

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

## 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。

# 要点

- 中国在可再生能源领域已占据世界领先地位，凭借丰富的可再生能源资源，未来发展潜力仍为可观。2013年，中国新增可再生能源总装机容量超过欧洲和亚太地区其他国家的总和。
- 这种转变的主要驱动力源于可再生能源技术的成本效益不断提升，以及其它诸多效益，如保障国家能源安全、减少空气污染等。
- 2010年可再生能源在中国最终能源结构中所占的比重为13%，其中包括约6%的传统生物质能源，以及7%的现代可再生能源。水力发电(3.4%)和太阳能热利用(1.5%)为中国最主要的现代可再生能源利用方式。
- 按照现行政策和投资模式，到2030年，现代可再生能源在中国能源结构中的比重将上升到16%。Remap 2030路线图预计，将现代可再生能源的比重提高到26%比例在技术与经济上均是可行的。
- 要实现26%的目标，2014-2030年期间每年所需投资规模为1450亿美元，但由此在提高健康水平，降低二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量方面为中国经济减少支出分别为550亿美元和2280亿美元。
- 本报告指出，如果能够加速发展风电和太阳能光伏发电，并全面推动水电建设，预计到2030年，电力行业的可再生能源比重将会从20%提高到40%左右，但同时也需要大力开展电网建设，提高输电能力，并实行电力市场改革。
- 值得一提的是，可再生能源在终端用能行业有着巨大的潜力。工业终端用能单位可以实现10%的可再生能源的利用比例，突破目前几乎是零利用率的现状。与目前的零比重相比，建筑行业所需能源的四分之三可以由可再生能源来提供，包括太阳能热利用和太阳能发电，加上现代生物质能，可以广泛应用于工业供热、采暖和热水供应。

## 中国的可再生能源

中国的能源政策在世界上举足轻重，因为中国是世界上最大的能源消费国，占全球能源消费总量的五分之一。到 2030 年，预计中国的能源消费量将在目前的水平上再提高 40%，中国能源利用方式的选择将对世界遏制气候变化的能力产生不可忽视的影响。

中国对能源安全的担忧在不断加剧。截至 2014 年，中国天然气的进口量约为 30%，但这一比例可能会大幅增加。中国的原油一半来自进口，而且进口比例在逐年增加。页岩气曾被认为是作为一种能够替代煤炭的能源，但勘探难度很大。目前，中国仍主要利用煤炭来满足大部分能源需求。但燃煤对环境所带来的日益增长的负面影响（2010 年，由于空气污染，大约有 120 万人过早死亡；另外，由于煤炭工业的高水耗也加剧了水资源日益匮乏），这些已经引起了政策的调整。

调整之一就是中国正在转向可再生能源。中国在风电和水电装机总量上为世界第一，太阳能热水器和沼气设施的使用数量也居世界首位。2013 年，中国年太阳能光伏发电装机容量超过整个欧洲当年装机容量的总和。

这一战略的调整正在带来可观的经济回报。中国已成为可再生能源技术的主要出口国，占全球太阳能光伏组件产量的三分之二。中国的可再生能源产业提供 260 万个就业岗位。并且，中国仍有经济实力进一步扩大投资。

如按照目前的发展模式，中国将远远不能开发其全部可再生能源的潜力。但如果采取更合理的政策措施，中国拥有的资源和活力将能引领全球能源体系的转型。

## REmap 2030: 中国的可再生能源发展潜力

Remap 2030 是国际可再生能源署 (IRENA) 为实现可再生能源到 2030 年占全球能源结构的比重翻一番这一目标所作出的规划。这一目标能否实现，中国将起到举足轻重的作用。

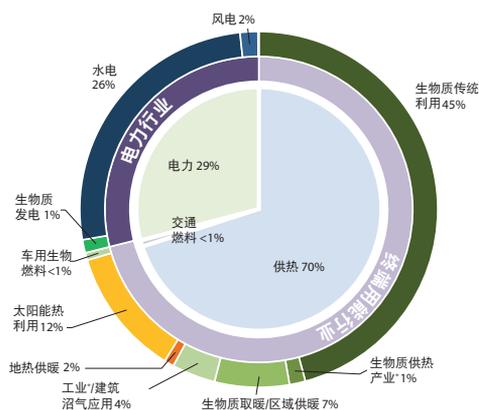
IRENA 利用中国可再生能源中心 (CNREC) 的各项预测计算出，按照常规发展速度（本研究中的参考情景），现代可再生能源（不包括生物质能的传统用途）在中国的能源结构中的比重将从目前的约 7% 提高到 2030 年的 16%。

按照 Remap 2030 年路线图，在合理政策的扶持下，利用已有的技术，这一比重将会达到 26%。这将使中国成为世界上最大的可再生能源利用国，占全球可再生能源使用量的 20%。水电、风电、太阳能光伏发电、太阳能热利用和现代生物质能将成为中国最主要的可再生能源。

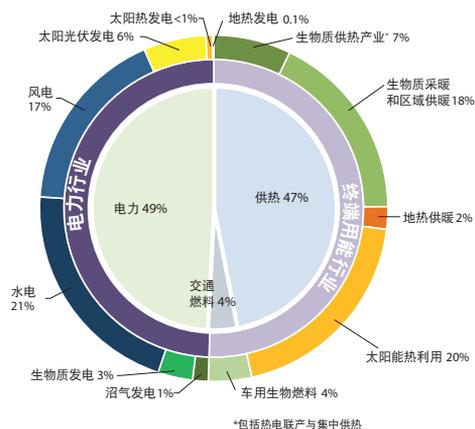
## 电力行业可再生能源的多元化战略

中国利用可再生能源发电拥有巨大的潜力。目前，全国 20% 的电力来自可再生能源。根据常规发展情景，到 2030 年，这一比例将上升到 30%，按照 Remap 2030 提出的各种发展方案，这一比例将接近 40%。和目前的情况一样，水电将是最大的可再生能源种类，但风电和太阳能光伏发电将实现最大的增长，并发挥至关重要的作用。

2010 - 7.5 EJ



REmap 2030 - 23 EJ



## 2010 至 2030 年期间现代可再生能源比重可提高四倍

**水电：**到 2030 年，中国的水电开发潜力为 4 亿千瓦电力 (GW<sub>e</sub>)。按照已经提出的常规发展情景，这需要有利的跨区域协调，以及需要加强河流和水资源管理。对能源存储至关重要的抽水蓄能电站总装机容量，应能达到 100GW<sub>e</sub>。

**风电：**2013 年，风电已成为中国第二大可再生能源电力，并有可能进一步增长。西北和东北是风资源最丰富的地区。REmap 2030 提出陆上风电装机规模将提高 5 倍，从目前的 9100 万千瓦增加到 2030 年的 5 亿千瓦（是目前全球风电装机容量的一倍），另外还有 6000 万千瓦的海上风电。要实现这一目标，2030 年前中国北方地区所有可开发的风电资源需要全部开发利用，还必须要提前淘汰一些煤电产能（主要在中国西部）。中国需要新建电网和扩大输电能力（包括 100 个新建直流输电线路），将风电基地与华南和华东用电地区连接起来。

**太阳能光伏发电：**2013 年一年，中国太阳能光伏发电新增装机容量为 13GW<sub>e</sub>，这一增幅巨大，使得中国的光伏发电总装机容量达到了 20GW<sub>e</sub>，其中有 1GW<sub>e</sub> 来自分布式发电项目，如住宅或商业建筑屋顶太阳能光伏发电。中国的目标是 2017 年将光伏发电总能力提高到 70GW<sub>e</sub>，一半为集中式大规模光伏电站，另一半为分布式光伏发电系统。REmap 2030 提出到 2030 年实现 308GW<sub>e</sub> 的总装机容量，是目前全世界光伏装机容量的一倍，其中近 40% 为分布式发电。

## 挑战与解决方案：

- **成本与外部性：**按照今天的市场价格，风电和太阳能光伏发电还无法与低成本的煤炭发电相竞争。但当考虑到煤电的显著环境外部性，如空气污染及其对人体健康的影响时。可再生能源就会变得具有成本竞争力。中国需要每吨二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 约为 50 美元的一个全国价格，以提高煤炭发电的成本，足以使分布式太阳能光伏发电成本具有竞争力。当每吨二氧化碳排放价格接近 25 至 30 美元时，就能确保集中式并网风电和太阳能光伏发电与煤电形成竞争。
- **电网与输电：**由于电网基础设施的薄弱，加上由于燃煤电厂可优先调度，中国的并网太阳能发电和风力发电饱受限制。由于对可再生能源给予了优先政策，这一状况正在改善。因为很大比例的风电和光伏发电将需要建设在人口稀少的偏远地区，电网和输电能力将来会得到越来越多的重视。有些输电设施需要重新规划路线，需要建设省与省之间的互连需要更好的地区协调，也需要与周边国家开展电力交易（如从西伯利亚地区进口水电，或从蒙古国输入风电等）。
- **分布式太阳能光伏发电** 提供了另一种解决方案，但其要成功与否很大程度上取决于商业模式创新，以便使投资者获得高回报率，并解决所有权不清的问题，并加快装机容量的增长速度。

- **电力市场设计和基础设施规划：**现有的电网并不是为高比例可再生能源并网所建。一种解决方案为加快电力市场化改革，包括成立独立实体，开展可再生能源的生产，输电和配电工作。定价和监管过程需要进一步公开透明。

## 生物质能在可再生能源转型中所起的作用

按照 ERmap 2030 路线图构想，现代生物质能占中国全部可再生能源利用量的 1/4，主要用于最终用户，如生物燃料和供热。实现这一目标面临巨大挑战，包括需要解决数据收集，取代传统生物质利用方式，以及解决运输物流等问题。

## 挑战与解决方案：

- **生物能源原料：**中国拥有丰富的生物质能资源，要实现可持续、经济实惠地加以利用，则需要精心设计的政策。生物质能的主要形式是秸秆（主要集中在东北和长江下游地区）和薪材（在东南和东北地区），也有农业废弃物和垃圾，而向需求中心运输这些生物质原料成为一项重大挑战。
- **烹饪/取暖/发电：**Nearly 目前几乎所有的生物质利用都采用传统的形式，即用于烹饪。依靠传统生物质的人口比例在逐渐减少，而利用现代炉灶的人数在不断增加。但这些数字并不准确，数据的收集工作需要加强。到 2030 年，生物质发电和垃圾发电将占可再生能源电力的 10%。

- **工业应用：**生物能源在中国的工业应用目前仅限于纸浆和造纸，用量很少。到 2030 年，生物质和废弃物将占烧结所需能源的五分之一，生物能源也可在工业热电联产 (CHP) 电厂和生产工艺加热器中使用，但仅能满足工业部门的最终总能量需求的不到 5%。要从目前的利用水平实现可利用的资源潜力，工业部门还要做大量的工作。
- **交通运输：**中国政府正在促进利用可持续生物原料生产高级液体生物燃料。Remap 2030 提出将液体生物燃料产量从 25 亿升提高到 370 亿升。中国目前已有 2 亿辆电动自行车或摩托车上路，到 2030 年这一数字将提高到 5 亿辆。生物燃料产量的增幅将是一个巨大的挑战。

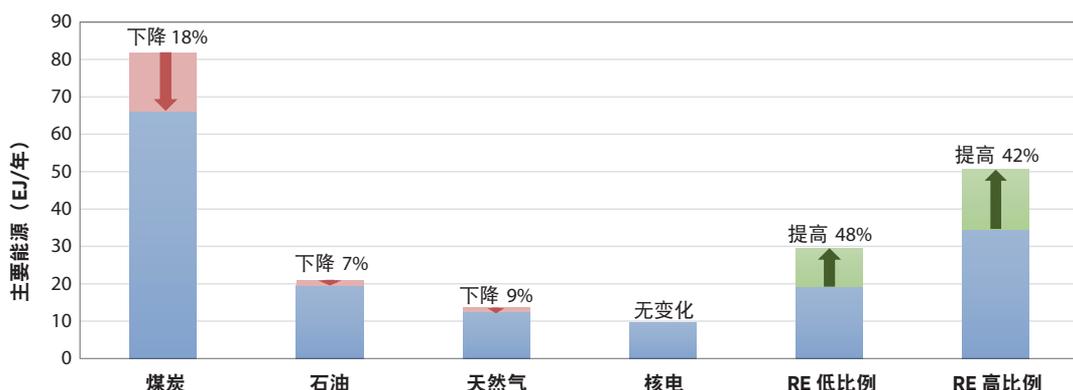
**生物质能以外的其它可再生能源：**实现 REmap 2030 提出的生物质能发展潜力，需要利用至少 2/3 的全国生物质供应潜力。太阳光热用于取暖，以及各种形式的电动交通工具，提供了用可再生的替代生物能源的不同途径。中国是太阳能热水器利用方面已成为全球领先者，按照 REmap 其装机容量将会增加 6 倍：其中制造业占 30%，70% 用于住宅和商业建筑。电动汽车每年运送的乘客数达到了数亿人次，到 2030 年将满足高达预计汽车需求的 20%，随着中国的电力系统变得更加可再生能源化，这些电动汽车也将消耗更多的可再生能源电力。

## REmap 2030 的实现成本

从现在开始到 2030 年，实现 Remap 2030 所需的投资平均为每年 1450 亿美元，这比目前预计每年要增加 540 亿美元。

REmap 从两个角度来量化成本：商业角度和政府角度。

- **从商业角度看，**加上最终用户的纳税和补贴，实现 Remap 各项技术方案的平均增加成本为 20.2 美元每兆瓦时 (MWh)，或每千兆焦耳 (GJ) 5.6 美元。
- **从政府的角度来看，**在不包含能源税和补贴情况下，这些成本将上升到 24.8 美元每兆瓦时（或 6.9 美元每吉焦）。对于整个能源系统来将，这相当于增加每年 580 亿美元的底线成本。
- 在考虑可再生能源所带来的外部效益时，如提高健康水平，减少 CO<sub>2</sub> 排放量，REmap 2030 路线图方案的实施可每年节省 550-2280 亿美元的开支。



**按 REmap 2030 路线图规划，煤炭用量将减低至与目前持平，可再生能源将成为第二大能源产品**

## CO<sub>2</sub> 减排

鉴于煤炭用量巨大，中国是世界上最大的二氧化碳排放国。中国的发电厂以及最终能源使用行业每年产生约 70 亿吨二氧化碳，按照常规发展模式，到 2030 年排放量会增长 50%，Remap 2030 路线图显示，完全可以通过可再生能源替代燃煤发电，将这一排放增长限制在 25% 以下。

然而，即使按照本研究估算的可再生能源发展潜力，到 2030 年，中国的煤炭用量仍将与目前水平相近。中国需要在 2030 年以后继续推动可再生能源利用，并提高终端用能行业的能源效率，以实现向可持续能源系统的转型。

假如 REmap 2030 方案在全球得以实现，加上提高能效，可使得大气中二氧化碳的浓度保持在 450ppm 以下，这将有利于将全球平均温度升幅控制在 2 摄氏度以下。

## 所需的政策

REmap 2030 为未来向可持续能源的转型提供了若干建议，包括：

### 可再生能源政策：

- 制定综合性全国电力、热力和燃气运输与分配规划；
- 引入税收、限额、二氧化碳配方交易等制度，体现二氧化碳的排放成本；

- 评估各种可再生能源技术对社会经济、能源安全、健康、土地和水资源利用方面的影响。
- 制定可再生能源在制造业、建筑和交通行业应用的目标。

### 电力供应系统和市场设计：

- 建立全国电力市场，创造经济激励环境，吸引新的投资商；
- 开展电网建设，接纳更多的可再生能源，加强电力贸易，应对波动性对电网的影响。

### 针对技术的政策：

- 加强政府对创新和研发工作的支持力度，降低可再生能源的成本；
- 扶持下一代可再生能源技术的开发；
- 改进生物能源信息和数据的采集系统，开发有效的生物质原料市场。

近年来，中国的能源使用量迅速增长，如按当前得发展模式发展得话，到 2030 年将再增加 40%。中国不仅是迄今世界上最大的能源消费国，其二氧化碳排放量是第二排放大国美国的一倍。如不提高可再生能源的利用水平，中国的能源体系将继续导致严重的空气污染，对人民健康、经济增长和环境均带来负面影响。如果没有各种可再生能源构成的多样化能源体系，中国将越来越依赖于进口化石燃料，从而削弱了国家的能源安全，影响了经济增长。

中国可以选择不同的路径，以加速向可再生能源的转型。中国的可再生能源发展将面临各种挑战，包括扩大电网和输电基础设施建设，以及加强生物质的收集，运输与存储。这些挑战可以通过有效的规划，建立一套实现可再生能源外部效益内部化的机制来解决。如果中国下定决心行动起来，提高可再生能源在能源系统中的作用，中国能够显著降低其环境污染，提高能源安全，促进经济发展，并在减缓气候变化方面发挥主导作用。





**IRENA Headquarters**  
P.O. Box 236, Abu Dhabi  
United Arab Emirates

**IRENA Innovation and  
Technology Centre**  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Germany

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



**IRENA**

International Renewable Energy Agency

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

版权所有 © IRENA 2014