



中德能源与能效合作  
Energiepartnerschaft  
DEUTSCHLAND - CHINA

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

# 德国能源转型时事简报

2019年第11期



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

---

## 简报版本说明

---

### 出版方

中德能源与能效合作伙伴  
受德国联邦经济和能源部（BMWi）委托

该简报内容来自德国联邦经济和能源部（BMWi）定期发行的《德国能源转型直击》简报 ([Energiewende direkt Newsletter](#))，中德能源与能效合作伙伴项目与项目合作伙伴国家节能中心共同选题，并由项目翻译、汇整和编辑。

### 项目负责人

尹玉霞（GIZ）

### 日期

2019年12月

### 图片来源

详见文中注释

### 原文来源

德国联邦经济和能源部《德国能源转型直击简报》  
[2019年11月版](#)

---

# 目录

---

人工智能如何推进能源转型	1
综合建筑节能法	2
德国居民家庭采暖概况	3
绿氢接受实际应用测试	4
什么是电力供应区?	6
【媒体声音】能源转型是可支付的	7
共商国家氢能战略	8

# 人工智能如何推进能源转型

人工智能目前已经可在电网调控和整个能源系统的发展中为我们提供帮助，但专家们认为，人工智能未来还具有更大的潜力。



图片来源：Adobe Stock/jamesteohart

一个人和机器控制的灵活、智能的能源世界——全世界的科研人员都认为人工智能隐藏着巨大的潜力，例如在帮助工业企业提高能源效率、优化电力系统以及可再生能源与电力供应系统的整合等方面。科研人员希望能加快利用人工智能这一新科技。与此同时，安全性仍是有关人工智能在能源系统使用方面讨论的一大焦点。

德国能源署的分析阐述了人工智能在能源转型中的作用。德国能源署（dena）在一份分析报告中形象地描绘了人工智能在能源转型过程中的9个应用领域。这份分析报告认为，人工智能可为能源供应安全作出贡献，帮助及时发现黑客对电网的攻击。这份分析报告是德国联邦经济和能源部委托德国能源署开展的“能源人工智能——利用人工智能优化能源系统项目”的一个组成部分。

## 人工智能在能源经济领域的9个应用领域

专家们认为，人工智能的一个重要作用是对能源生产和消费作出预测。随着可再生能源占比的不断提高，预测能源的生产和消费将越来越困难和复杂，毕竟风力和日照的波动性较大。因此，准确作出什么时候应储存和消费风电和太阳能的预测尤为重要，只有这样才能使电力系统保持稳定运行。

德国智慧能源展示示范项目（SINTEG）框架内的“DE-SIGNETZ”示范项目与德国人工智能研究中心（DFKI）对此进行了联合研究。德国人工智能研究中心的科学家们在机器学习的基础上开发了3个预测程序，并用这些程序来预测光伏设备的电力生产。

## 从自动化改造施工作业计划到二氧化碳排放量计算

人工智能的其它两个应用领域是能源设备的优化和企业投资及商业决策。人工智能可在极短的时间内为企业提供制定运营策略所需的相关决策数据，例如电价发展趋势和其他实时数据，这样企业就可制定出最佳的运营策略。除此之外，人工智能还能比较外部和内部商业数据，帮助企业作出商业决策。德国智慧能源展示示范项目（SINTEG）框架下的“WindNODE”项目对此开展研究。通过原本为IT服务商enersis设计的平台，科研人员为一个城区的老建筑节能改造制定了相应的改造施工作业计划，将居民个人使用数据和可得的通用数据相连接，就可自动生成二氧化碳排放量。

## 智能系统可对黑客攻击电网作出预警

人工智能系统还可对黑客攻击发电厂和电网等能源基础

设施作出预警，可识别可疑的能源生产、能源运输、能源交易或能源消费数字模型，这将尤其对能源供应安全作出贡献。根据联邦安全局（BSI）提供的数据，2018年黑客对能源基础设施的攻击比2017年增加了4倍多，其中约12%是对电网的攻击。

### 成为自有住宅的能源经理

居民如果在自己家里安装和使用能源生产和储存设备的话也可通过人工智能系统受益。人工智能系统可帮助人

们高效和成本合理地使用能源。通过对能源生产和消费的分析，可使居民住宅的光伏发电设备和不同家电电力消费设备形成最佳的协调匹配。

### 无人机检修飞行

人工智能系统也可用于能源设备的维修保养，这需要与无人机配合进行。

[点此查看德语原文链接。](#)

---

## 综合建筑节能法

---

德国联邦政府将通过建筑能源法来贯彻落实联合执政协议、2030气候保护计划和2018住宅峰会的各项决议。主要目的是：实现气候友好和可支付的建筑和居住方式。



图片来源： [iStock.com/zstockphotos](https://www.iStock.com/zstockphotos)

2019年10月末，德国联邦政府通过了“综合建筑节能法”（简称建筑能源法GEG），这一法律为新建建筑、既有建筑和通过再生能源为建筑供热和制冷等节能要求提供了新的、统一一致的法律规则。无论是新建建筑还是既有建筑改造都应尽量实现高能效。

德国联邦经济和能源部部长皮特·阿尔特迈尔（Peter Altmaier）就这一法律草案表示：“在德国联邦政府内部我们一致认为，建筑和居住必须是经济和可支付的，这一点不会变。”

建筑能源法将确保建筑领域能效提高和气候保护措施经济、环保且社会可接受地一一落实。目前已经很高的新建建筑和既有建筑改造能效要求将不会进一步提高。2030年将重新审视现有节能要求，但也必须保持经济性和技术开放性。原因是：因现有节能标准而增加的成本应通过节能措施所带来的费用节省来抵消。

#### 简化手续，便捷设计

今后，建筑商和建筑设计师将能更加便捷地满足新建建筑或既有建筑改造的法定节能要求，目前分散在不同法律法规中的建筑节能和可再生能源制热规定将合并在一个法律文件中。

新建住宅建筑的节能证明也将得到简化，建筑商和设计者通过所谓的“模型建筑法”就可证明已达到了节能标准，无需进行复杂的计算。建筑能源法为此列出了一系列不同建筑形式的建筑模型，这些建筑模型均能满足建筑节能标准和可再生能源利用要求。建筑商和设计者未

来可参照这些模型建筑，无需通过其它计算来证明新建建筑已达到了法定要求。

#### 安装在建筑物上的发电设备电力生产计算得到优化

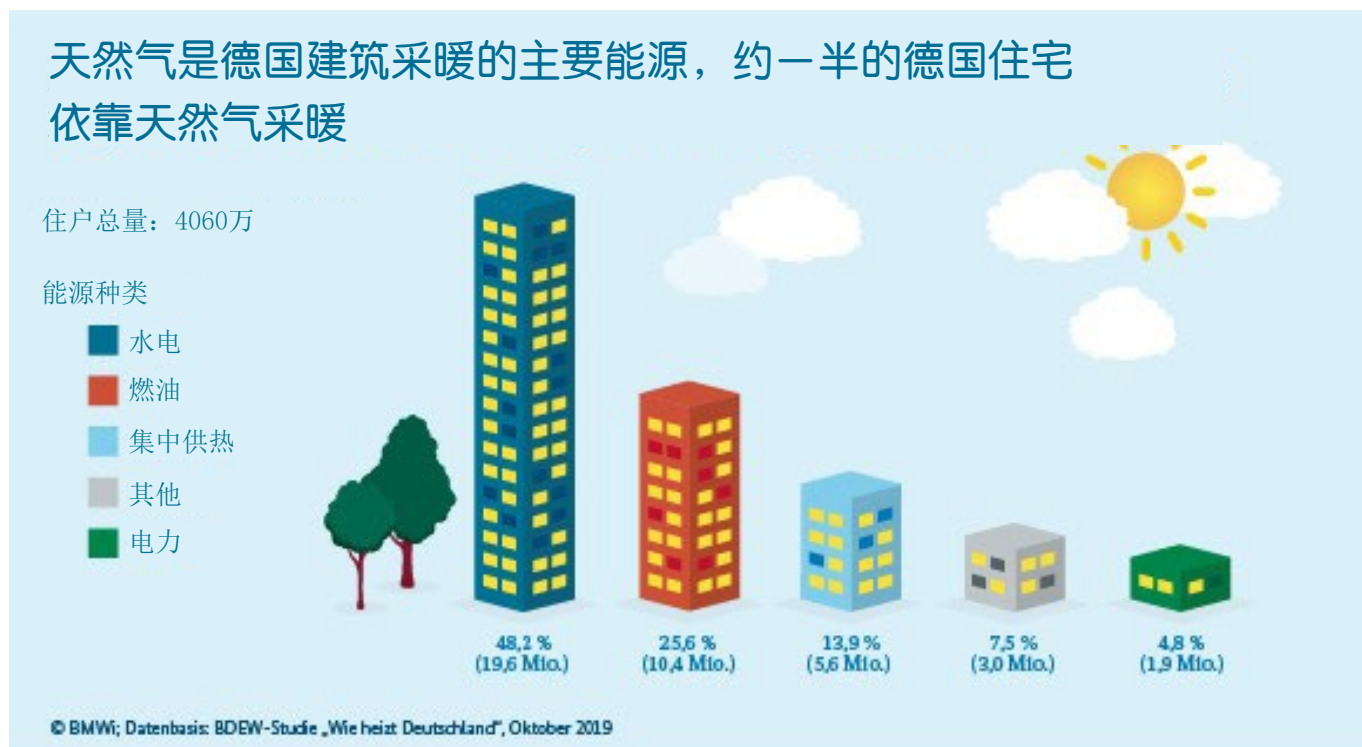
安装在建筑物上的发电设备生产的电力今后也将更容易计算，建筑商未来可使用更多不同的可再生能源来源，以便达到可再生能源利用的要求。新增加的比如安装在屋顶或建筑立面的光伏发电设备也可计算在可再生能源里，这样，建筑商可通过特别经济和可持续的解决方案来实现新建建筑的节能要求。

建筑能源法是贯彻落实2030气候保护计划各项指标的重要步骤，该法对2026年以后使用燃油采暖也作出了相应的规定。今后，居民计划购房或进行大型的建筑改造，最好应该先就建筑能效进行咨询。

[点此查看德语原文链接。](#)

## 德国居民家庭采暖概况

德国联邦能源和水力经济协会(BDEW)的一份报告反映了德国居民家庭的采暖情况。德国居民家庭用什么能源来采暖呢？不同的联邦州之间又有什么区别呢？



图片来源：德国联邦经济和能源部 (BMWi)

随着气温的下降，采暖季的到来，谁都希望有个温暖的住所。德国不同地区的采暖方式各不相同。德国联邦能源和水力经济协会 (BDEW) 最近的一份报告对德国居民的采暖行为进行了调查，并得出了主要结论：各联邦州的采暖方式不尽相同。

### 天然气是13个联邦州最常用的采暖能源

在13个联邦州中，天然气是最常用的采暖能源。天然气用在集中供暖、楼层供暖、燃气-热泵或燃气锅炉几个领域。德国4060万个住宅建筑中有1960万个使用天然气采暖，占48.2%。燃油是第二位，主要用在集中供热和燃油锅炉。燃油采暖的住宅为1040万个，占25.6%。

集中供暖排在第三位，占13.9%，共为560万个住宅供暖，约为300万个住宅采暖采用“其他能源”供暖，占7.5%，其它能源主要指液态气、木材或颗粒和煤炭。电采暖约占住宅建筑总量的4.8%，主要是电热泵（2.2%）和夜间蓄能锅炉（2.6%）。

### 采暖设备的选择取决于各地的自然条件

采暖能源种类的选择各州不尽相同，主要取决于各州的实际情况。另外，居住密度和管网基础设施也会影响人们的选择。例如在下萨克森州有60%以上的住宅用天然气采暖，因为那里天然气储量丰富，北威州、莱茵兰法耳次州、萨克森安哈尔特州和图林根州的天然气也占到了约50%的市场份额。

### 直辖市和德国东部广泛使用集中供热

集中供热在汉堡（31.2%）和柏林（37.1%）被广泛应用，德国东部，特别是梅克伦堡弗波门州、萨克森州和勃兰登堡州，集中供热约占30%的市场份额。南部较为平坦的巴符州、巴伐利亚州和黑森州则基本上采用燃油集中供暖，其市场份额约为35%，主要原因是这些州的部分地区缺少燃气管网。木颗粒锅炉或夜间蓄能装置在巴符州和巴伐利亚各占10%。联邦能源和水力经济协会的报告结果源自于2019年第一季度对5653个租房户和产权房主的调查结果。

[点此查看德语原文链接。](#)

---

## 绿氢接受实际应用测试

---

绿氢是能源转型的希望，它对应气候保护中的许多挑战意义重大。但氢能的使用并不那么简单，一个名为“甲醇循环”（Metha-Cycle）研究项目的研究团队为此开发了一套新系统。



图片来源：Adobe Stock/Fokussiert

将可再生能源电力以绿氢的形式储存起来，必要时再利用它，这听起来似乎很简单，但实际操作起来却并非易事。目前还缺少长时间大量安全储存、长距离运输和分配液态氢能的基础设施。

因此，甲醇循环研究项目主要研究和开发氢能转换、储存和运输的封闭式循环系统。研究团队利用业已成熟的原理，即通过催化装置将氢气和二氧化碳转换成甲醇。研究团队首次将风电、电解（将水分解为水和氢）和甲醇的人工合成连在一起（领域耦合）。这一系统的特殊之处是，所获得的甲醇无需像氢气那样在特殊条件下加以储存。

### 用甲醇作为氢气载体

用甲醇作为氢气载体后，绿氢就可利用现有的汽油或柴油基础设施来运输或储存更长时间。这样储存起来的能源在需要时可再从甲醇转换成氢气，再转换成电力。该研究团队的研究表明，甲醇循环工艺可使许多能源变得可用，例如纯氢气。把甲醇作为能源载体并不是一个新的主意，酒精类液体每年的年产量为7000万吨，是世界上生产最多的有机化工产品。

### 甲醇来源低碳环保

埃尔朗根-纽伦堡弗里德里希-亚历山大大学的马可·豪曼（Marco Haumann）解释说：“甲醇循环”项目的甲醇原材料来自工业企业或沼气设备的二氧化碳废气，所以在生产甲醇时不产生额外的二氧化碳，相反还可从废气中提取和利用二氧化碳。通常情况下，原材料来自煤炭、石油或天然气。

氢气是通过电解设备（将水分解为氢和氧的设备）制备的，这些设备使用风电。未来，绿氢也可通过沼气设备来生产。通过一个专门为甲醇循环开发的低温催化剂可将甲醇再分解为氢气和二氧化碳，这种催化剂的工作

温度较低，因此所消耗的能源也低于传统的设备。在一个专门为甲醇循环研制的燃料电池系统中，氢气可再转换为电力。甲醇循环项目协调员亨里克·容额（Henrik Junge）解释说：“这样，二氧化碳就成为输送氢气的介质，必要时可随时回收。”

### 目前为止测试进展顺利

研究团队对示范设备的测试非常满意。测试设备的能源效率很高，因为研究人员利用氢气在燃料电池中转换为电力的过程中产生的热能来生产氢气，专门为此安装的催化装置具有决定性的优点。“我们的固体催化剂有良好的选择性，只排放极少量的二氧化碳”，马可·豪曼解释指出，“这样可有效保护燃料电池，延长燃料电池的使用寿命。”

在甲醇循环系统正式投运前，该系统还必须接受为期500小时的持续测试和评估，随后专家们才能知道哪些地方还需改进。专家们还将进行其它研究，例如特别高效的甲醇循环的甲醇闭路低温燃料电池。

### 研究团队认为这一技术具有广泛的应用前景

研究团队现在就看到了这一新工艺的广泛应用前景。“我们的系统可作为储存装置为运行大面积光伏设备或风电设备的农庄和小型企业提供服务”，豪曼肯定地表示，“当电力有富余时，可将电力以甲醇的形式存储在大型储存装置中，需要时再将其转换为电力。这样可提高自用电比例，降低电力费用，同时还可减少电网负荷。”

[点此查看德语原文链接。](#)



# 什么是电力供应区？

在一个电力供应区内，每个人都支付相同的电力大宗交易价，这种交易电价甚至可以跨国界。为什么要这样做呢？



图片来源：德国联邦经济和能源部（BMWi）

欧洲划分为多个电力市场区，行业内把这种区域称为“电力价格区”或“电力供应区”，这些电力价格区实行统一的电价。

在地图上，欧洲的电力供应区界限与不同国家的国界极为相似，这并不是偶然发生的。欧洲的电力价格区（或电力供应区）是历史的产物，基本上以国界来划分。当然也有例外，德国就不同于其它欧洲国家，与卢森堡共用一个电力供应区。瑞典也不一样，瑞典国内有四个价格各不相同的电力供应区。

## 电力供应区的电价是如何形成的？

某一电价区的电价是通过整个市场区域中的供给和需求来形成。电力市场上的买家和卖家在区域内可进行自由交易，无需考虑电力的输送，这样做的优点是，无论是在什么地方，成本最低的发电技术都能在全区的电力系统中胜出。成本最低的发电设备可跨区域得以使用，达到降低电力采购成本的目的。

## 电力远行：什么是电力再调度？

在实际工作中并不总是一帆风顺。当同一供应区内的电力生产和消费发生变化或者电网容量不足时，就会出现什么问题，为什么呢？在这方面德国就是一个很好的例子：德国北部的风电虽然在不断增加，但北部的大型电力

消费者比南部要少得多，也就是说，北部的电力需求较小，因此电价要低于南部发电厂的电力。德国南部的工业企业希望能得到北部的风电，所以要扩建电网，但目前的电网还不能向德国南部输送足够的电力。为了不使电网超负荷运行，只能“模拟”电力输送，关停北部的风电设备，由南部的发电厂来弥补空缺的电力。这种被称为电力再调度的措施当然不可能是免费的，由此增加的成本融入电价区的电价，这笔费用从消费者支付的电网使用费来抵偿。如果电力再调度措施不经常发生，这方面的成本就会比再划分出其它电价区要合算。

## 如果电价区内天气不稳定

到2019年秋季，奥地利一直与德国在同一个电价区，但如果遇到狂风天气，当北海的风电对奥地利的消费者和汉堡的工业企业一样便宜时就会成为问题，毕竟那么长的电力输送线路中出现的电力输送瓶颈太大了。现在，奥地利只能从德国购买电网输送所能承受的电力数量，这种所谓的瓶颈管理是一种电力供应区内电力交易的“电量控制”，它可在电网出现超负荷的情况下，对电力交易量进行数小时的限制，以保障电网的稳定运行，使电网使用费控制在合理的区间。

[点此查看德语原文链接。](#)

## 【媒体声音】能源转型是可支付的

尤利希研究中心的研究人员计算出了2050年能源供应最高效路径

德国政府计划到2050年成为基本实现温室气体中性的国家，这毫无疑问是一个艰巨的任务，因为它要求错综复杂的能源体系的方方面面都必须进行大的改进。仅仅把电力生产改为可再生能源是远远不够的，建筑采暖、工业和交通领域也必须要有大的改革。

那么应该在什么时候，在哪些领域以何种方式采取何种措施，以便确保转型过程能尽可能高效和经济合理地顺利实施呢？什么才是最好的呢？

这一复杂的优化问题只能通过超级计算机和相关模型才能找到答案。尤利希研究中心的科学家们在一个名为“2050德国能源系统成本高效、气候友好的转型战略”研究项目中做的正是这方面的工作。该研究项目通过专门开发的计算机模型对此进行了详细的计算，这些计算机模型反映了德国所有消费领域的能源供应状况，同时也考虑到了各领域之间可能存在的过渡和衔接（领域耦合）。研究人员考虑到了从能源源头到各能源分支以及能源最终利用的整个能源路径，计算出了这一路径上所有可能发生的成本，该研究报告是第一个德国能源转型跨领域优化研究报告。

迄今为止，政府还没有明确表明到2050年到底要实现哪些具体减排目标，只提出了一个二氧化碳减少80-95%的减排区间，如果要想实现“气候中性”，那必须（至少）要实现减排95%的目标。

尤利希的能源系统分析专家们分别对80%减排目标值和95%减排目标值进行了能源路径优化模型计算，这些计算的一个重要结果是，实现80%减排目标所必须采取的措施并不一定非得成为95%减排战略的组成部分，在某些情况下，有些措施甚至不利于95%减排目标的实现。例如，在80%减排目标中采取的将通过可再生能源生产的氢能馈入既有的燃气管网的措施，在95%减排目标战略中就没有了用武之地，因为在减排95%的情境中就不可能使用燃烧时会产生二氧化碳的天然气了。要实现95%减排目标，就必须更多地使用氢能，这就需要研发和使用其它技术工艺。

另一个例子是燃气驱动的机动车，在80%减排目标中，燃气驱动机动车是有意义的，但95%的减排目标不可能通过天然气作为燃料的机动车来实现。“我们必须尽早明确方向，以免日后再更换转型路径，造成不必要的浪费”

来自尤利希工艺经济系统分析研究所的项目主任马丁·罗比纽斯（Martin Robinius）表示，“我们已没有时间使用过渡性技术工艺了。”

总的来说，科研人员展示的两个不同减排目标反映的2050年能源经济状况非常相似，风电和光伏发电届时都要比现在增加约6倍，每年将有1200吨氢能用于发电，氢能可存储在各种储能设备中，以保障即使在出现持续阴天的情况下也可提供足够的电力。尤利西技术经济系统分析研究所所长德特勒夫·索尔滕（Detlef Sollten）教授指出：“作为一种能源载体，氢气对于气候中性的能源经济来说是不可缺忽的。”

在两个演算情景中，未来乘用车和载重车交通都将以电力和氢气作为主要动力能源，80%减排目标情景中这两者将占到95%，但在95%减排情景中只占到74%。由于氢气也是要用电力来生产的，所以电力需求将会更大。尤利西的研究结果的另一个结论是，热泵到本世纪中叶将成为建筑采暖应用最广的技术，但热泵也需要电力来驱动。

科研人员进行的模型计算表明，到2050年，德国实现95%的减排目标后的年电力需求将提高到1008太瓦时，目前的电力需求是520太瓦时。电力在各领域中将起到主要作用。另外生物质和生物天然气也将变得更为重要，它们必须满足德国四分之一的能源需求。

尤利西的研究报告还阐述了如何最经济有效地实现两个减排目标。要实现成本低廉的能源转型首先要增加风电和光伏发电，大力提高所有消费领域的能效。罗比纽斯指出，“如果想要实现95%的减排目标，从现在起，我们每年必须至少增加5.6吉瓦的风电设备。”

从2035年开始必须将现有工业、交通和建筑中依赖化石能源的技术工艺全部转型为电力或生物能源。研究报告也明确指出，德国未来还将需要能源进口。

根据科学家们的计算，到2050年实现80%减排目标的增加成本为届时国内生产总值的1.1%，95%减排目标的增加成本约为届时国内生产总值的2.8%，也就是说要多出一倍以上。用绝对数来表示就是，到2050年，80%减排路径将共需6550亿欧元，95%减排路径将需要18500亿欧元科研人员希望人们把这些数据理解为是一个好消息，即“能源转型是可支付的。”

[点此查看德语原文链接。](#)

## 共商国家氢能战略



德国联邦经济和能源部部长皮特·阿尔特迈尔 (Peter Altmaier)，联邦交通和数字化基础设施部部长安德烈亚斯·朔伊尔 (Andreas Scheuer)，联邦经济合作和发展部部长格尔特·米勒 (Gerd Müller)，联邦教育和研究部国务秘书米歇尔·马斯特 (Michael Meister) (从左至右)

图片来源：德国联邦经济和能源部 (BMWi) /BILD-KRAFTWERK

应德国联邦经济和能源部部长皮特·阿尔特迈尔、联邦交通和数字化基础设施部部长安德烈亚斯·朔伊尔、联邦教育与研究部部长安娅·卡利切克 (Anja Karliczek) 和联邦经济合作和发展部部长格尔特·米勒的邀请，700多名与会者于2019年11月初就氢能能源转型中的作用和德国以及新兴国家和发展中国家与此相关的产业潜能进行了讨论。大会为所有相关方提供了一个就国家氢能战略发表意见的机会。国家氢能发展战略拟于2019年年底发布。

德国联邦经济和能源部部长皮特·阿尔特迈尔表示：“气态能源，特别是氢气是长期有效的能源转型的关键原材料，生产零碳和碳中性的氢气将为我们提供巨大的产业机会，我们必须抓住这一机遇并创造条件，使德国成为世界氢能大国。”

交通和数字化基础设施部部长安德烈亚斯·朔伊尔指出：“氢气、燃料电池和电力将左右未来的世界。过去几年，我们资助了许多交通领域的氢能和燃料电池的科研项目，现在汽车制造业必须为市场提供可支付的汽车，并向人们证明这些技术是可信的。氢能战略应在这方面为德国企业提供支持。”

联邦经济合作和发展部部长格尔特·米勒表示：“气候变化早已是一个关乎全人类生存的问题，我们需要全球范围的能源转型，只有这样我们才能应对面临的挑战，大踏步向碳中性的合成动力燃料发展，为此所需的大量可再生能源可以从太阳能中获得。在非洲，一年有365天都可获得太阳能。这可以成为欧洲和非洲新能源合作伙伴关系的基石。”

联邦教育和研究部国务秘书米歇尔·马斯特指出：“氢能是未来十分重要的能源，绿氢是我们实现气候保护目标的关键技术。同时，氢能技术还为德国企业提供了巨大的市场机遇。德国将引领氢能应用和相关技术的开发，所以我们必须加快制定国家氢能战略。”

联邦政府拟于2019年年底确定国家氢能战略，并制定出相应的行动计划。

[点此查看德语原文链接。](#)

## 中德能源与能效合作伙伴项目

2007年，中国国家发展和改革委员会（NDRC）与德国联邦经济和能源部（BMWi）在中德经济技术合作论坛框架下建立中德能源工作组，开启中德政府能源领域对话与合作。近几年来，中德两国在共同面对能源转型所带来的挑战和寻求解决方案方面的双边合作在不断加深，如今两国已进入战略合作伙伴发展阶段。中德能源与能效合作伙伴中方负责部门是国家发改委（NDRC）和国家能源局（NEA），德方是德国联邦经济和能源部（BMWi）。中德能源与能效合作伙伴还旨在鼓励和促进中德企业之间的合作以及最佳技术实践、创新服务和商业模式的示范，从而加快推动中德两国的能源转型。

## 德国能源转型时事简报宗旨

该简报内容来自德国联邦经济和能源部（BMWi）定期发行的《德国能源转型直击》简报 ([Energiewende direkt Newsletter](#))，中德能源与能效合作伙伴项目翻译、汇总和编辑，涵盖德国能源转型的最新实施进程、新政策的出台及讨论、能效技术、电网改扩建、新能源发展等多方面内容。简报发行宗旨主要是向中国能源领域的政府、企业、行业协会等各界机构介绍德国能源转型相关的最新资讯、提供信息参考。您可联系[Sino-German-Energy-Partnership@giz.de](mailto:Sino-German-Energy-Partnership@giz.de)订阅该简报。

本期简报内容翻译、整理自德国联邦经济和能源部《德国能源转型直击简报》[2019年11月12日版](#)。

