

中欧能源合作平台出品



# 中欧能源杂志

2022年5月刊



## Innovation

# 关于中欧能源合作平台（ECECP）

中欧能源合作平台于 2019 年 5 月 15 日启动，旨在支持和落实《关于落实中欧能源合作的联合声明》中宣布的各项活动。

2019 年 4 月 9 日，在布鲁塞尔举行的第八次中国 - 欧盟能源对话上，中国国家能源局局长章建华先生与欧盟气候行动和能源专员米格尔 - 阿里亚斯·卡尼特（Miguel Arias Cañete）共同出席并签署了《关于落实中欧能源合作的联合声明》。正在出席第 21 次欧盟 - 中国领导人峰会的中国国务院总理李克强、欧盟委员会主席让 - 克劳德·容克（Jean-Claude Juncker）、欧洲议会主席唐纳德·图斯克（Donald Tusk）共同见证了这一历史时刻。

启动实施中欧能源合作平台（ECECP），被明确写入了此次中欧领导人会晤的联合公报。

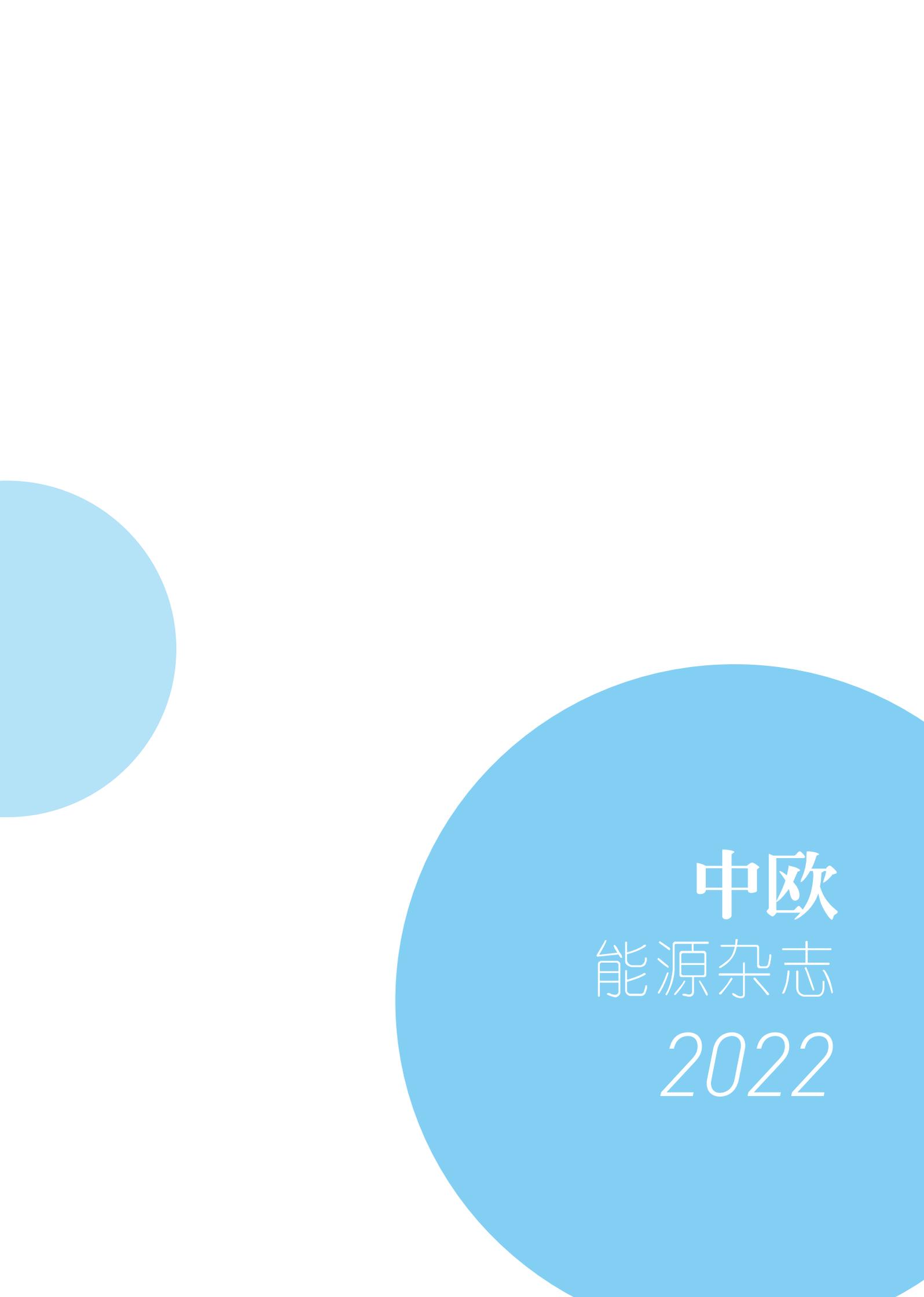
ECECP 平台的总体目标是：

“加强中欧能源合作。与欧盟的能源联盟战略、欧洲人人享有清洁能源倡议、以及应对气候变化的《巴黎协议》、欧盟的全球战略保持一致，通过加强合作，将有助于提高欧盟和中国之间的相互信任和理解，为推动全球能源向清洁方向转型，以及建立可持续、可靠和安全的能源体系的共同愿景做出贡献。”

ECECP 第二阶段项目由 ICF 国际咨询公司和中国国家发展和改革委员会能源研究所共同组成的联合执行机构共同实施。

声明：

本刊所刊文章仅代表作者个人观点，不代表中欧能源合作平台（ECECP）。  
图片来源 Freepik。



中欧  
能源杂志  
2022

# CONTENTS

## 02 / 畅想未来：创新的方法论

气候变化将从根本上改变我们星球上的生活。然而，我们很难准确预测其具体影响。创新可能有助于减缓气候变化、减轻其影响并帮助人类适应变化。

## 09 / 热泵 – 理想的绿色环保解决方案？

即使是在 2021 年天然气价格开始飙升之前，热泵就被吹捧为解决供暖行业二氧化碳排放问题的优选方案。

## 15 / 中欧碳市场能否协调发展？

建立一个全球碳市场似乎是一个好主意，但实施起来风险极大而且非常复杂。现阶段，各市场协调合作才是明智之举。

## 20 / 如何撬动钢铁行业的绿色转型？

包括钢铁行业在内的所谓“难以减排”行业的脱碳正在如火如荼的进行。在这方面人们公认的最有前景的解决方案之一是使用绿氢。

## 26 / 为何可持续建筑对于建设韧性、更健康的社会至关重要？

欧盟及其成员国正在为建筑物翻新改造投入大量资金。政策重点一直放在隔热、节能和减排上。

## 30 / 氨生产的脱碳路径：到 2050 年的三种情境

国际能源署（IEA）发布的《氨技术路线图》概述了化工和石化行业中温室气体密集程度最高的合成氨领域的减排方案。

## 33 / 简讯

## 39 / 报告推荐

尊敬的读者朋友，

《中欧能源杂志》在这里又如期与各位见面了。

5月24-25日，中欧能源合作平台（ECECP）联合中国欧盟商会（EUCCC）以及EnergyPost共同举办了以“创新支持低碳经济”为主题的为期两天的在线会议。与会者共同聆听了行业专家及分析师们对于行业当下最新趋势和目标的研判，以及欧盟领先企业正在开展的相关案例，例如浮式海上风电，以及通过部门耦合来利用数据中心的余热等等。后期我们将会在网上提供此次会议的精彩视频。

除此之外，在本期的刊物中，我们探讨了创新如何能够支持低碳转型：我们先是从未来学的视角来审视如何创新，随后讨论了热泵的绿色环保资质以及钢铁行业的脱碳路径，并且还探讨了欧盟和中国的碳市场能否协调发展。

别忘了浏览我们为您精心挑选的中欧能源领域的最新新闻资讯和行业权威报告。

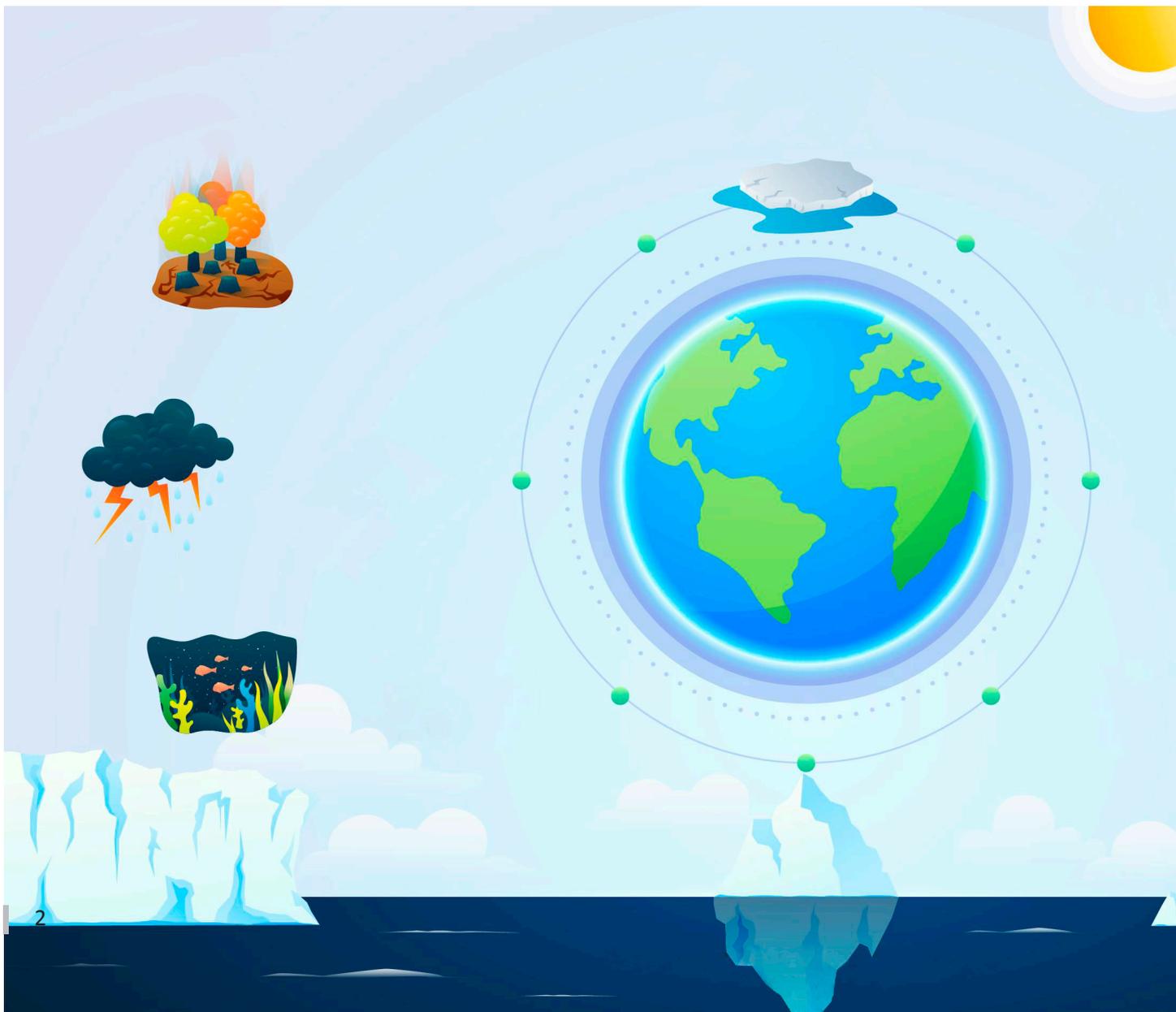
最后，我还要对我们的编辑赤洁乔和Helen Farrell衷心道一声感谢，感谢她们的辛勤付出，再一次为我们奉上了一期内容如此精彩的刊物。

*Flora Kan*

中欧能源合作平台（ECECP）项目主任

# 畅想未来： 创新的方法论

气候变化将从根本上改变我们星球上的生活。然而，我们很难准确预测其具体影响。创新可能有助于减缓气候变化、减轻其影响并帮助人类适应变化。为了“创造”创新，我们必须厘清该如何预测维持一个宜居星球所要做的一切。但是我们怎样才能窥见未来会是什么样子的呢？ECECP 青年研究生学者 Helena Uhde 采访了设计研究员、战略家和教育家 Elliott Montgomery，他的工作重点是围绕社会、技术和环境影响提出问题。



联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第二工作组在其 2022 年的报告中概述了气候变化对生态系统、生物多样性和人类系统的影响, 描绘了一幅毁灭性的未来图景: 生态系统结构和功能普遍退化、粮食短缺、供水减少、出现新的人类和动物疾病, 以及导致人类死亡的极端高温事件……这些也只是报告中提到的有较大或极高概率出现的后果的一部分<sup>1</sup>。该报告基于对近期(2021-2040年)、中期(2041-2080)和长期(2081-2100年)的风险预测, 考虑了全球不同温升水平下的情景, 并没有给我们这颗值得居住的星球带来多少希望。这就引出了一个问题: 阻止气候变化是否值得呢?

### 多元未来图景

这份报告的许多地方读起来似乎有些反乌托邦——看起来人们几乎不可能阻止气候变化的严重后果。确实, 有不少反乌托邦气候叙事类的电影<sup>2</sup>。然而, 在反乌托邦和乌托邦之间摇摆不定地去假想未来, 这种视角是非常狭隘的, 阻碍了我们对全部可能的探索。备受赞誉的未来学家 Leah Zaidi 主张将未来想象为一个多元而非二元的概念, 称其为“一系列的乌托邦”(Polytopia), 并将其解释为“在不同时间描绘不同人、不同地方的故事。它们展示了体制变革所需的渐进步骤, 以及

在此过程中体制如何与人进行互动。Polytopia 旨在捕捉变化本身的复杂性和细微差别。”<sup>3</sup>

在多元而不是二元的空间中思考, 能够开辟出新的可能性、新的视角和灵感, 否则我们有可能根本看不到。这种思考模式能够设想出许多种可能的未来。这一概念也是 Elliott Montgomery 工作的核心, 他是 The New School 旗下帕森斯设计学院战略设计与管理助理教授以及未来推演工厂 (The Extrapolation Factory) 的联合创始人。Montgomery 在工作中探索了如何利用未来学中使用的方法和建议来训练人们的想象力, 使他们发现更有价值和更具启发性的情境。

### 思辨设计: 畅想未来的工具

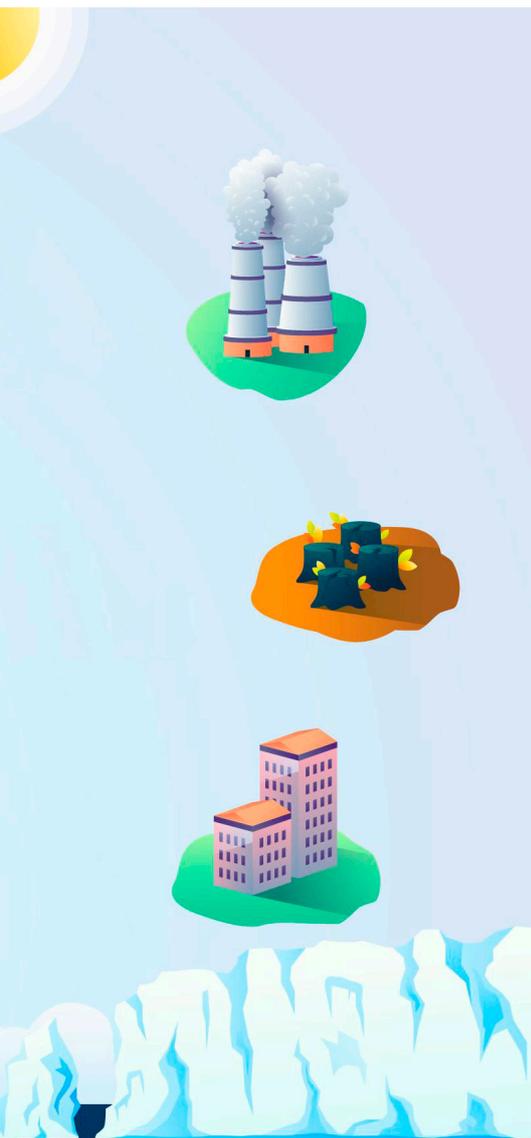
Montgomery 使用的框架被称为思辨设计, 由伦敦皇家艺术学院的 Anthony Dunne 教授和 Fiona Raby 教授共同提出, 作为一种“激发想象力的蓬勃发展, 旨在为思考某些‘刁钻’的问题开辟全新的视角, 为探讨和辩论可替代的思考方式创造空间, 并启发和鼓励人们自由发挥想象力。”<sup>4</sup> Montgomery 创建了一张图谱(见图1)来对思辨设计进行分类。与更为熟知的术语“设计思维”相比, 思辨设计更多地属于艺术领域, 但也会与战略设计有交叉的地方。

1. IPCC. *Climate Change 2022 - Impacts, Adaption and Vulnerability - Summary for policymakers*. 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

2. Ledda T. *Climate Dystopia: fiction or reality?*. The Oxford Student. 2021. <https://www.oxfordstudent.com/2021/09/03/climate-dystopia-fiction-or-reality/>.

3. Zaidi L. *Polytopias: The Missing Speculative Genre*. 2022. <https://www.linkedin.com/pulse/polytopias-missing-speculative-genre-leah-zaidi/>

4. Dunne A, Raby F. *Speculative Everything - Design, Fiction, and Social Dreaming*. 2013.



### AN UNRESOLVED MAPPING OF SPECULATIVE DESIGN V2.0

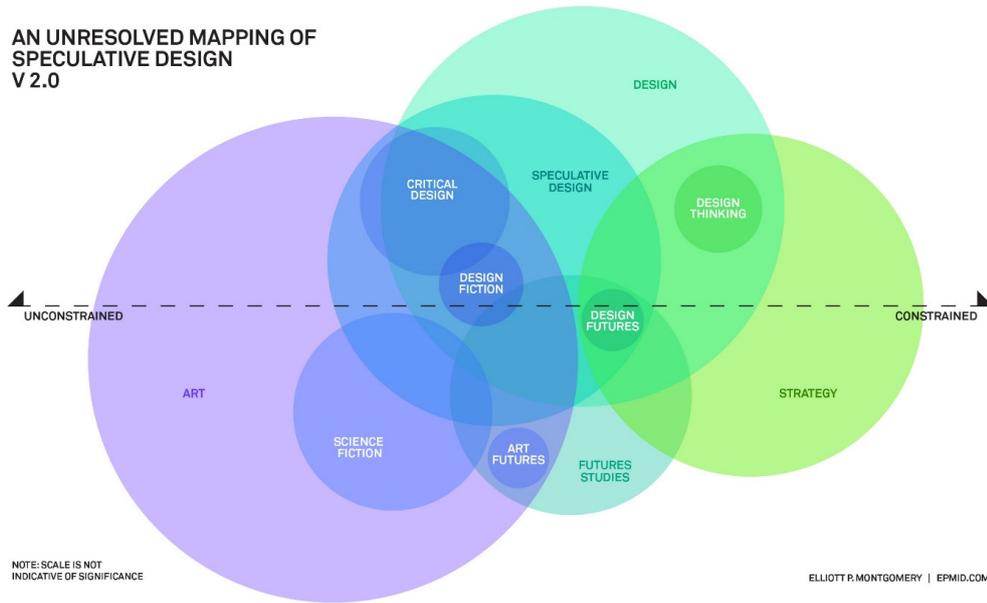


图 1：思辨设计不完整图谱

图源：Elliott Montgomery-EP MID. com

Montgomery 的客户之一是瑞典政府的创新局 (Vinnova)。在“未来原型”项目中，通过创建对象来启动关于可能未来的对话<sup>5</sup>。该项目推演了瑞典在未来几年可能面临的许多变革情景。“我们做了大量的工作来扫描信号，以更好地了解当前变革是如何发生的。根据这些信号，我们总结出了一系列的驱动因素，最后得出了四种情况”，Montgomery 描述道。这些情景基于两个关键的变革驱动因素：i) 破坏程度，或气候变化引起的变革幅度；ii) 变革的来源。“变革是否受到了来自顶层决策者、政府机构、大型科技公司和企业不同层面的影响？还是基层工作所导致的结果？抑或是由于公众舆论和选择的转变，还是由于人们做的事情不同，以不同

的方式生活，以不同的方式消耗能源等等？” Montgomery 问道。基于不同极端情况下的组合，该项目揭示了四种不同的未来情境。“这些故事中的每一个都让人觉得可信。我们可以想象这样一个场景，来自世界各地的像 Greta Thunberg 一样的环保少女们开始汇聚起真正重要的力量，大家齐心协力开始改变我们的日常生活，在街头集结，减少消费，减少飞行等等。事情开始以对世界可能产生巨大影响的方式发生变化。我们还可以想象这样一个以这种参与性作为主要驱动力的世界，但这依然不够。”因此，这四种情景可以用来确定一系列可以想象到的变革图景。其目的不是对这些情景进行挑选，而是划定讨论的范围并思考可以采取哪些措施。

5. Vinnova. Future prototypes - when the future comes to visit the present. 2022. <https://www.vinnova.se/en/m/emerging-innovations/future-prototypes/>.

这个思维游戏的一个目的是思考未来情景中可能出现的问题。“在这项工作中，我们经常试着想象现在不存在的问题，因为造成这些问题的条件尚未达到。但是，如果我们开始想象这些问题，那么我们就可以开始思考我们需要为这些问题做些什么，” Montgomery 说道。因此，以积极主动的方式推测未来的问题可以帮助我们了解在某一种未来情境中可能会面临的关系或紧张局面。

最近有许多例子表明，思考以前未曾想象的问题是多么重要。在新冠疫情之前，谁会想到供应短缺能够到如此程度？随着电动汽车的增多，谁又能预见到锂会出现短缺？谁又能预测电力市场中可再生能源的增加会导致电力市场价格出现负值？事后看来，这些事态的发展似乎合乎逻辑且清晰，但它们并没有被提前识别出来。

### 电力领域的“假如”问题以及社会准则的改变

在能源领域，思辨设计可以创造更广泛的应用，比如从电力在我们生活中正在发挥和应该发挥的作用上就能体

现出来。对于大多数人来说，电是一种从墙上插座里钻出来的抽象事物。然而，如果我们从舒适度的角度来考虑电力的可用性，例如维持我们的电脑和手机充电、空调运行和互联网工作，电力对我们来说则具有更多的情感价值。这也改变了可能的商业模式。在德国，客户可以选择他们的电力供应商，许多人选择能够为他们提供可再生能源的电力供应商。研究表明，虽然成本是人们购买电力时的决定性因素，但绿色能源或本地发电等其他因素也在人们的选择中发挥着作用。这就值得提出“假如”的问题<sup>6</sup>。假如电力有完全不同的价值，或者消费者有不同的偏好会怎样？假如用电不花钱会怎样？假如电力不需要电网来传输会怎样？假如电力充足或根本不存在又会怎样？

种种的“假如”问题可以激发技术上的创新，也可以激发改变社会规则的实验性探索。Montgomery 解释说：“改变社会规则，实际上说的就是如果我们都同意的话就可以轻松地改变社会规则。”就拿我们的睡眠习惯来说。我们通常都在晚上睡觉，同一时间且同一时段。从多相睡眠阶段转变为单相睡眠是一种能使我们工作更加高效的社会规范。通过改变这种社会规则，也许更多的人不会将他们的时间划分为白天和黑夜，而是在他们认为合适的时候睡觉和醒来。“这可以缓解白天每个人都醒着的高峰负荷问题。因此，这种改变社会规则的简单行为，表明了我们坚持的社会规则不一定对某些技术系统来说是最好的，这可以让我们摆脱正在面临的某些困境，而又不必为此发明任何新技术，” Montgomery 说道。

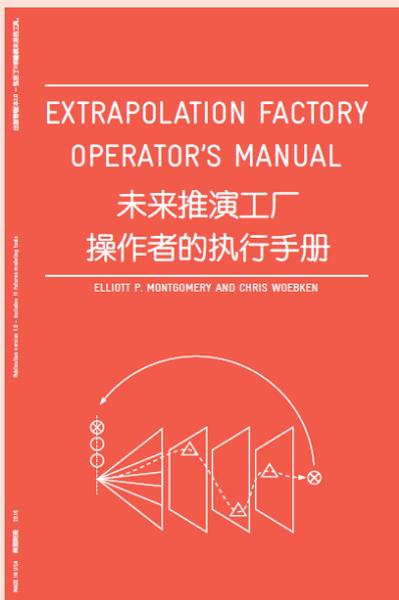
“一个好的科幻故事  
应该预测的不是汽车，  
而是交通拥堵。”

——Frederik Pohl  
(美国科幻大师)

6. Mengelkamp E, Schönland T, Huber J, et al. The value of local electricity - A choice experiment among German residential customers. *Energy Policy, Elsevier Ltd*, 2019, 130 (April): 294-303.

## 未来推演工厂操作手册

Elliott Montgomery 和他的联合创始人 Chris Woebken 在他们的《未来推演工厂操作手册》<sup>8</sup>一书中分享了他们在思辨设计方面的经验。作者感兴趣的是其他个人和社区如何从思辨设计中受益，以及就该主题展开新的讨论。这是一本开源书，有中英文双语版本。



## 能源试点项目

为了使低碳能源技术具有成本竞争力，Montgomery 通过借鉴其他行业的成熟技术开发了假设性的商业模式<sup>7</sup>。“与专家交谈时，我开始发现的一个主要紧张局势是，低碳能源行业的企业可能存在与其他行业不同的道德期望。我们确实对低碳能源领域有相当高的道德期望，而在其他领域，当 CEO 做一些可能不完全为社会所接受的事情时，他们似乎经常被允许以不那么令人钦佩的方式行事，” Montgomery 在描述该项目背后的动机时说道。Montgomery 为低碳能源开发的假设性商业模式包括彩票，在每个计费周期都提供赢得意外现金的机会，以及高端旅游，几乎就像 Richard Branson 的太空旅游模式一样，让大众几乎免费使用电力。在公共场所展示的此类假设性商业模式的代表性物理原型，引发了对这些假定策略的可行性和社会影响的讨论。

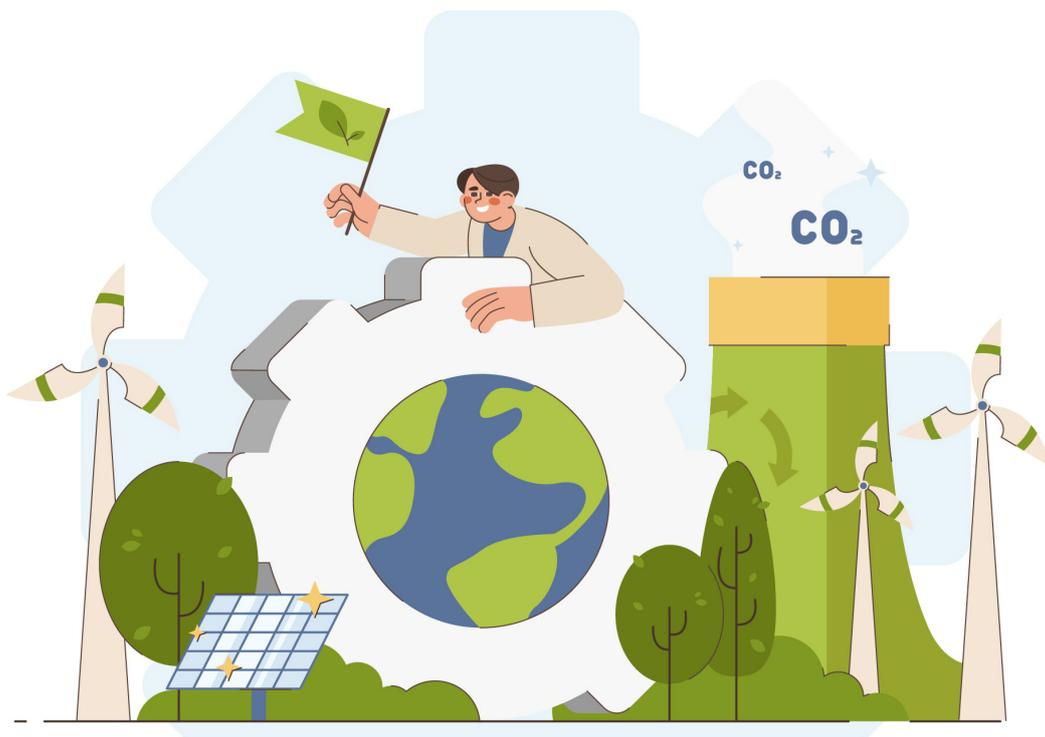
Montgomery 看到了不同领域之间创新性合作的更多可能，例如能源和电子游戏行业之间的合作。“如果电子游戏领域的一家大公司与一家能源企业合作，创建基于点对点能源网络的 Pokemon Go（口袋精灵游戏），会发生什么呢？这可能会引起全球轰动，并且有数百万人去玩这款游戏。对于低碳能源行业来说，拥有了那种无人能停止谈论的热情和空前热度意味着什么呢？如何通过与那些不一定在能源部门工作的人们的合作关系，将这种类型的参与引入能源领域，并利用他们的能力，以某种方式为能源领域本身带来更多的关注。”

## “创造”讨论

思辨设计不一定是特定问题的唯一解决方案。此外，在研究创意想法时，哪种可能性更好并不是要讨论的重点。相反，重点是创造一种关于可能性范围的讨论，并从单一的未来视角转变为一系列的未来视角。“我们可能无法看到所有的可能性，事实上，我们永远无法真正预见所有的可能性，但当我们眼界放宽放远，就可以发现更多可能。一旦我们知道我们想要怎样或不想怎样，就可以制定策略，并提供一系列答案或所谓的解决方案，” Montgomery 总结道。

7. Montgomery E. *The Energy Pilots*. <https://epmid.com/projects/The-Energy-Pilots>.

8. Montgomery E, Woebken C. *Extrapolation Factory Operator's Manual*. 2016: 114. <https://extrapolationfactory.com/Operator-s-Manual>



## 思辨设计——思想实验

设计这些推测性情景可以被看作是某种思想实验，它受到文学和视觉艺术等其他领域的启发，帮助我们思考棘手的问题并预测事物的可能方式。Dunne 和 Raby（2013年）在他们的《思辨一切》（*Speculative Everything*）一书中为这些思想实验提供了几个示例框架：



### 例 1：归谬法

一种逻辑论证，为了论证先假定一个主张，通过将其推向极端并得出结论认为假定的主张一定是错误的，因为它导致了如此荒谬的结果。

ECO

### 例 2：反常识法

为了理解历史进程中关键事件的重要性，这个思想实验假定改变历史事实，以思考如果历史发生改变又会发生什么。

### 例 3：假如法

此场景比例 1 和例 2 更面向未来。叙事和情节被简化为基本要素，例如探索在极端情况下社会会发生什么。

## 未来推演工厂的方法



Elliott Montgomery 和 Chris Woebken 基于已有的未来想象技术,开发了“未来广度”(Future Scope) 思维工具,这是未来推演工厂在与客户的研讨会上使用的四步法,以激发关于未来的讨论:



第 1 步: 参与者们从一个精心准备的实例数据库中选择未来情景。

第 2 步: 使用“未来锥”(futures cone) 图表并通过不同的“分析视角”(lenses) 来衡量该情景相对的可信程度,以评估其技术、环境、社会、政治和经济影响。

第 3 步: 参与者们基于先前挑选出来的未来情景想象一个对应的未来需求,接着设计一款产品来满足这个假想的需求。

第 4 步: 利用现有的和改造后的材料来制造这个产品的实体化模型。

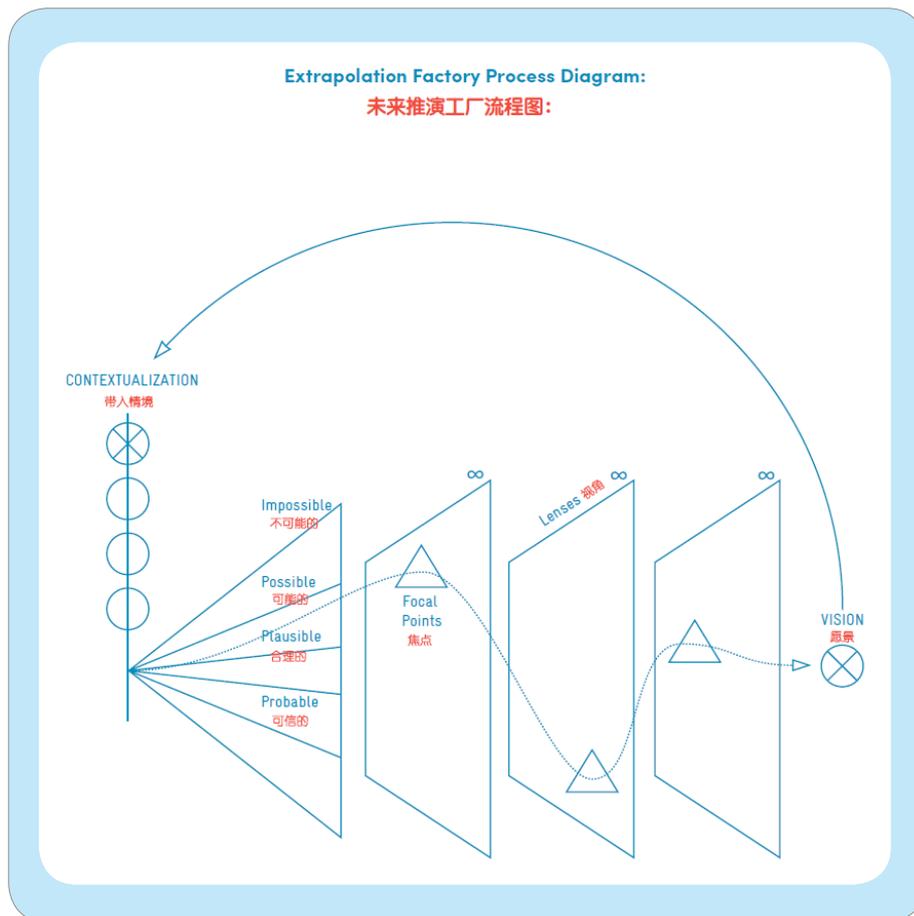


图 2: 未来推演工厂流程图

图源: 未来推演工厂操作手册

【文 / Helena Uhde】

ECECP 青年研究生学者



## 热泵 — 理想的绿色环保解决方案？

即使是在 2021 年天然气价格开始飙升之前，热泵就被吹捧为解决供暖行业二氧化碳排放问题的优选方案。它们不仅是减少对化石燃料依赖的关键——就欧洲而言，也是减少对俄罗斯天然气依赖的关键——而且也是建筑物脱碳的关键。据 IEA 计算，如果整个欧洲采用热泵供暖，那么目前用于天然气进口的支出可以节省 600 亿欧元。预计到 2050 年，热泵将可以满足全球大部分的供暖需求。

热泵销量已经达到创纪录水平，2021 年其在欧洲供暖市场上的销量占比达到了 25%。为了在 2030 年之前将温室气体排放量减少至少 55%，欧洲建筑领域的排放量必须较 2015 年水平下降一半以上。

欧盟已经制定了雄心勃勃的热泵安装目标，到 2030 年计划安装 5000 万台热泵，年平均增长率达 16%。这大约是欧盟 1.5 亿台供热锅炉安装量的三分之一。这一目标的背景是，2017 年，欧洲 83% 的供暖设施仍依赖化石燃料。

各国都分别制定了自己的目标。例如，德国政府于2021年12月宣布，自2025年起，任何家用供暖系统都必须使用可再生能源——这被理解为对热泵的默许。英国也制定了每年安装60万台热泵的目标。而在欧洲以外，中国在热泵式热水器推广方面处于世界领先地位。

对于可逆热泵来说，它还有另一项优势，那就是它不仅可以用于供暖，还可以用于制冷。在RAP最

近发表的一份报告中<sup>1</sup>，行业专家们表示，随着气候变暖，预计到2030年对空调机组的需求将翻一番。作者们还表示，热泵在提供制冷方面的效率远高于传统空调机组。一旦安装了标准的空气源热泵，随后改变建筑中的热泵类型就是一个相对简单的过程了。

然而，热泵的部署还有一些障碍需要克服：

**可负担性：**安装热泵的高额前

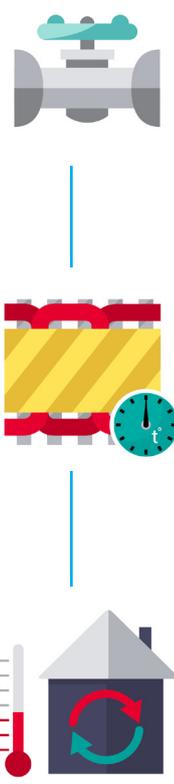
期成本很容易令业主们望而却步，其起步费用就可达9430欧元（约合6.7万元人民币），考虑到现有保温材料 and 散热器的兼容性问题，甚至可能会高达5.3万欧元一套（约合37.6万元人民币）。这与安装燃气锅炉3000欧元（约合21300元人民币）的平均零售价格形成鲜明对比。近来通货膨胀的加剧导致人们的实际收入减少，因此很少会有业主愿意斥资去购买热泵。

尽管如此，居高不下的天然气成本意味着热泵的安装和运行成本现在已经基本与燃气锅炉持平。一些新的热泵生产投资项目有望使热泵的竞争力显著提升，比如Octopus Energy公司在北爱尔兰建造的新工厂，有望制造出与燃气锅炉成本相当的热泵产品。位于德国下萨克森州的热泵制造商Stiebel Eltron的目标是投资1.2亿欧元进行扩建，到2026年将产能提升一倍，并创造400个新的工作岗位。

**用电高峰压力？**一旦这些规划的5000万台热泵接入电网，在用电高峰时会发生什么呢？有人担心可能需要对电力系统进行升级，特别是如果系统依赖可再生能源，也就是波动性能源的话。电网企业试图淡化这些担忧，但毫无疑问，这需要精心规划和对基础设施进行投资，以满足热泵大范围推广而产生的额外用电需求。

**公众意见：**除了成本问题，消费者可能会无法适应热泵提供的不同供热体验。热泵并不能响应不同的温度或状况，而是保持恒温。这与燃气或燃油锅炉有很大不同，这类系统可根据用户的需求进行调节并提供差异很大的热量变化。

## 热泵是如何工作的？



热泵是一种将热能从一个热源传递到另一个热源的装置。一个常见的例子就是冰箱，其通过液体的蒸发和冷却来降低储藏室的温度。这项技术现在也可以用于提取室外空气中甚至是地表下的潜在热能，直接送入用户的家中。热能在热泵中经过压缩，并通过一系列线圈传递热量。

尽管热泵会使用少量电力来运行，但人们通常认为它是高效清洁的，因为它不依赖化石燃料来产生热量。热泵在温和的气候条件下能够很好的调节温度，并且在冬季甚至零下20摄氏度的情况下也能提供热量。热泵主要有两种，即空气源热泵或地源热泵。

热泵的平均能效比（COP值）为3。这意味着每消耗1千瓦的电力会产生3千瓦的热能。而相比之下燃气锅炉的能效比仅为0.9。

1. The\_European\_Heat\_Pump\_Outlook2021\_2M\_heat\_pumps\_within\_reach\_01.pdf

此外，用户可能会因热泵硕大的体积而感到犹豫。热泵系统不但需要在外墙上安装一个类似大型空调一样的室外机，并且还会有噪音问题（专业建议是将其放置在远离主卧的墙上）。热泵系统还需要安装一个水箱，房主们可能很难找到合适的空间去放置它，特别是随着可以按需给水加热的燃气组合锅炉的出现，住户们很容易选择放弃选择热泵。

与此同时，许多房屋建造商根本不知道可以使用热泵来替代化石燃料供热系统。仅仅是由于缺乏相关的知识，新建房屋通常会配备标准的石燃料供暖系统。

**熟练的施工人员？**想要安装热泵，首先需要进行专业的调查，以评估房屋及现有散热器的导热性能。如果散热不充分，会大大影响热泵的效率，甚至会比化石燃料供暖系统还低。小型、老式的散热器还会出现与热泵系统不兼容的情况。

热泵系统的安装本身也较为复杂，很多建筑物内部的电源线路无法满足热泵所需的额外电力，热泵需要像窗式空调那样以220/240伏电压运行。如果燃气锅炉发生故障，对房主来说最简单且经济的做法就是更换一个新的锅炉。安装一种可能会影响建筑布线的完全不同类型的系统是一个棘手问题，如果没有大额补贴的话，显然不太现实<sup>2</sup>。最近英国的一项研究发现，80%的热泵效率都低于化石燃料锅炉，而这仅仅是因为安装不当所致<sup>3</sup>。

在德国，缺乏熟练的施工人员也阻碍了热泵的安装部署。巴伐利亚州一家热泵公司的老板 Hans

Schmidt 对 Politico 网站表示，“在德国几乎找不到供暖技术人员，”他表示，“有一次我打电话给就业服务中心，并说我需要找供暖系统安装人员，他们居然笑了。”<sup>4</sup>

英国热泵协会发起了大规模的安装人员培训活动，计划到2030年将安装技能人才储备从2021年的3200名提高到5万名。计划还包括将培训设施从22个扩大到37个，并引入简化的教学大纲。与此同时，欧洲热泵协会 EHPA 也有意采取措施解决安装人员不足的情况，并表示有可能在短短五天内提高供暖系统安装人员的技能。

**环境影响？**热泵使用被称为氟化气体（F-gases）的制冷剂。氟化气体在20世纪90年代被开发出来，用来取代会对臭氧层造成破坏的氯氟烃（CFC）和氢氯氟烃（HCFC）。然而，与二氧化碳一样，氟化气体也会导致全球变暖，并且化学性能稳定，因此会在大气中滞留很长时间。

2015年，为了促进替代品的使用，欧盟对氟化气体设定了年度生产配额。欧盟委员会负责监管氟化气体的气候行动总司现在正在考虑扩大逐步削减配额的力度，预计从2024年起削减50%。这可能会阻碍热泵的普及。

2022年3月，一个由制造商团体 EPEE、欧洲承包商协会 AREA 以及欧洲热泵协会 EHPA 组成的行业联盟警告称：“修订后的氟化气体法规中出台的任何新措施，都可以预见会限制制冷剂的使用或选择（禁令、更严格的配额），也必然会减慢热泵设备的部署速度。”

该组织在给欧盟委员会的一封信中表示，想要“以安全高效的方式加速热泵的大规模部署”，需要确保有大量的氟化气体可用。

但是，这类导致全球变暖的气体的大量使用，可能很快便会敲响警钟。

## 睿博能源智库试图寻找答案

上述提到的许多问题都是欧盟行业专家们的普遍共识。在近期一份由建筑物和供暖领域脱碳专家主导撰写的报告中，睿博能源智库（The Regulatory Assistance Project，以下简称 RAP）研究了热泵行业面临的障碍，以及如何在欧盟政策范围内扩大热泵的推广范围，该报告主要目的是为改进欧盟的“Fit for 55”一揽子计划以鼓励热泵使用而提供指导<sup>5</sup>。

这份报告呼吁明确的战略和政策稳定性，以驱动长期投资和决策，还提出了多种不同的政策措施组合，以确保热泵的推广简单有效，优化消费者体验，并且带动就业和从业人员技能提升。

相关政策应包括：定价机制，以确保热泵的成本低于化石燃料系统（包括运行成本）；财政支持，为热泵首装相关的额外资本支出和建筑物可能需要进行的保温和供暖系统升级提供补贴；以及设备标准，以推动最终禁止使用化石燃料供暖。

该报告承认欧洲成员国的供暖策略不同。在北欧国家等热泵普及率较高的地区，消费者依赖于电网、热网和天然气管网等供暖相关基础设施，而对于那些较为温暖的地区，则更依赖于用户端的解决方案，消

2. *The perfect fit: Shaping the Fit for 55 package to drive a climate-compatible heat pump market.* <https://www.raonline.org/knowledge-center/the-perfect-fit-shaping-the-fit-for-55-package-to-drive-a-climate-compatible-heat-pump-market/>

3. <https://www.energymonitor.ai/sectors/heating-cooling/can-heat-pumps-free-europe-from-russian-gas-dependency>

4. <https://www.theguardian.com/environment/2010/sep/08/heat-pumps-green-heating>

5. <https://www.politico.eu/article/eu-heat-pumps-stop-russia-gas/>

费者习惯于自行决定其供暖方式，因此这类国家可能会对新技术持谨慎态度，而不被媒体宣传所左右。例如，当政府和媒体大力宣传空气源热泵的好处时，RAP 报告就建议那些相对寒冷的国家应考虑引入更高的制造标准或推广地源热泵，因为地下温度通常比空气温度要高。由于在较冷的地区，很可能会受地势及地表气温较低的影响而导致 COP 值较低。

针对人们对含氟气体导致全球变暖的担忧，报告指出，新型号的热泵能够使用对全球变暖影响较小的制冷剂，这意味着它们可以在更高的温度下运行，从而有望减少更换现有散热器的需要。

为降低运行成本，RAP 提倡采用“智能”电价或“分时”电价，这有利于最大限度地利用低成本电力。报告还建议使用地暖而不是暖气片，以实现更高的供热效率。

就安装而言，该报告的作者们坚决支持在新建建筑中安装热泵，因为与在旧建筑改造安装热泵相比，在新建筑中的安装成本更低且施工过程更直接。报告中建议，在新建筑中禁止化石燃料供暖系统的政策举措将有助于加速热泵的普及。作者们还表示，热泵特别适用于工业用途，因为它们既可以大规模部署，也可以小规模使用。

政策和监管改革是 RAP 建议的主要内容。报告提倡通过资金支持来消除前期的安装成本，通过定价政策来为降低热泵持续运行成本提供支持，通过制定相关法规以推动购买行为，以及通过技能开发和消费者保护框架以鼓励该技术的推广采用。作者们还提议对取暖燃料征收额外的碳税，以推动消费者选择

对碳中和更有意义的替代品。另一个举措是调整欧盟排放交易系统修订指令，该指令提出了一个排放上限，这将为社会气候基金创造收入并减少燃料贫困。报告建议用这笔钱来资助低收入家庭安装热泵并提高燃料转换的经济性，并警告说，ETS 的调整建议需要政策和监管方面的支持。

作者们还特别探讨了欧洲税收指令，认为其税率的设计与能源或碳含量无关。他们希望看到税率能够反映化石燃料和不可持续生物质的较高能量含量以及对环境的影响。这样的举措将有助于推动供暖行业的电气化，从而推动热泵的发展。

能源效率指令也被指存在缺陷，因为它允许保持甚至扩大用天然气供热，并且不限制生物质在供暖中的使用。RAP 报告呼吁提高对集中供暖的定义要求，以限制天然气和生物质的使用。

该报告建议，修订后的可再生能源指令应限制使用不可持续的生物质供热。可再生能源产生的电力应计入强制性的可再生供热目标；如果没有引入上限，则应为包括热泵在内的非生物质可再生供热技术引入倍率系数。

报告建议，监管层面也同样需要调整。报告支持对建筑能效指令（EPBD）进行改革的提议，呼吁对建筑进行脱碳，而不仅仅是关注建筑物能效，并呼吁制定更严格的最低能效标准。

目前正在讨论的修订后的 EPBD 将要求所有新建建筑到 2030 年实现零排放，公共建筑必须在 2027 年之前达到这些标准。RAP 报告呼吁将这一最后期限提前到 2025 年。



总体而言，RAP 的报告针对“Fit for 55”一揽子计划修订提案做了很有用的概述，并且还提出了关于如何改进这些修订草案的建议。随着减排的压力日益增大，这份报告为欧盟提出了一些可供考虑的建议。然而，在引入热泵或低碳替代品时很容易出现“一刀切”的危险，通过惩罚和慷慨补贴相结合的方式促使房主和建筑商采用这些技术。这些建议没有充分考虑到由于普遍压力和最近能源成本的大幅飙升对家庭收入造成的冲击，而仅是指望 ETS 计划提供资金来补贴低收入家



庭的成本。作者们可能忽略了这样一个事实，政府刚从最近的新冠疫情封锁和相关社会支持的巨大支出中得以喘息，资金并不像2019年那样充裕。报告中对相关建议措施可能带来的成本也没有提及。

## 结论

人们习惯于在危机中寻求简单的“现成”解决方案。热泵就是一个明显的例子，政府和贸易机构把它当成单一解决方案来解决复杂问题。几乎没有考虑到人们为引进清洁技术所做出过的牺牲。例如，自2005年以来，英国所有新的燃气锅炉都被要求换成供热效率90%的冷凝式锅炉。房主们是否准备好再次

投资新技术了呢？

还有其它方法可以在不使用有害气体或前期成本不可预测的情况下为建筑供暖。例如，建筑物相对于太阳的方向将最大限度地提高其自然的冷暖调节潜力。安装太阳能电池板或风力发电可以产生清洁电力为独立加热器供电，还可以利用地下含水层的恒定温度来存储热能<sup>6</sup>。将支持目标定位在具有更好的隔热和散热器系统的新建建筑上，可以避免旧建筑中改装热泵而产生的过高成本。

苏格兰北部奥克尼群岛就采用了另一种方法。多风的气候使当地社区的风力发电产生了过剩的电力。现在，再也没有发生弃电的情况，这些多余的电力被用于为岛民家中的智能量子存储加热器供电。每个加热器的成本仅为约820欧元（约合5820元人民币）<sup>7</sup>。

随着对热泵部署的持续推动，政府现在面临着需要引入昂贵的补贴和激励措施才能实现其安装目标。研究表明，由于安装不当和前面提到的其它问题，热泵在实践中并不像纸面上描述的那么完美。在当前的通货膨胀时期，许多人面对高额的前期成本会选择回避。由于每个欧洲成员国的气候和平均温度各不相同，因此其解决方案——无论是热泵类型的选择，还是供暖技术类型的选择——也会有所不同。也许能源规划者需要开放思维来考虑不同的替代方案。

【文 / Helen Farrell】

6. *The perfect fit: Shaping the Fit for 55 package to drive a climate-compatible heat pump market.* <https://www.raponline.org/knowledge-center/the-perfect-fit-shaping-the-fit-for-55-package-to-drive-a-climate-compatible-heat-pump-market/>

7. *EU-China Energy Magazine, April 2022.* <http://www.ececp.eu/en/eu-china-energy-magazine-2022-apr-issue-en/>

8. <https://localenergy.scot/casestudy/heat-smart-orkney/>



# 中欧碳市场能否协调发展？

建立一个全球碳市场似乎是一个好主意，但实施起来风险极大而且非常复杂。现阶段，各市场协调合作才是明智之举，詹姆斯·诺里斯写道。

Illustration: Daniel Stolle / China Dialogue



欧盟 2005 年推出碳排放交易系统（emissions trading system，简称 ETS），目前已经覆盖 1.1 万家排放企业和近半的欧盟境内排放。该系统利用基于市场的限额与交易（cap-and-trade）系统来降低大型电厂、工业企业和欧盟境内航班的温室气体排放。

此后，也有一些国家全面或部分启动了全国或者准全国性的碳市场——主要包括加拿大、日本、新西兰、韩国、瑞士以及美国。但欧盟却下了很大力气与中国建立起合作关系——帮助中国建立碳市场的概念——这是因为中国市场巨大的体量使其理所当然地成为亚洲地区碳市场的领导者。

中国的全国碳市场于去年启动交易，目前仅覆盖发电行业。但正如能源监测（Energy Monitor）的雷纳托·罗尔道（Renato Roldao）所说，“该碳市场涵盖的 2162 家企业每年产生大约 45 亿吨二氧化碳排放。相比之下，2021 年欧盟 ETS 的二氧化碳排放限额只有 16 亿吨。”

2014 年，欧盟与中国合作完成了中国碳市场的设计和 implement，并支持其在全国七省市开展了区域性碳排放交易试点。三年后，在德国波恩召开的第 23 届联合国气候大会（COP23）上，中欧双方的合作更进一步。欧盟气候行动与能源专员阿里亚斯·卡涅特（Arias Cañete）在 COP23 上表示，中国的全国碳市场“无疑将向世界传递有利于碳市场发展的信号。因此，欧盟愿与我们的中国同事们发展更紧密的双边合作关系。”

欧盟之所以与中国开展合作，根本原因在于通过与中国这个全球减排潜力最大的市场分享经验，拥有全球最成熟碳交易系统的欧盟可以加速应对全球变暖的进程。

墨卡托中国研究所（Mercator Institute for China Studies，简称 Merics）助理分析师芭芭拉·庞格拉茨（Barbara Pongratz）告诉中外对话：“中欧关于碳市场的对话，其目的在于分享知识，增进双方围绕 ETS 的共识。”作为全球 ETS 市场的领导者，欧盟可以与中国分享其从实践中获得的知识。但正如庞格拉茨所说，“中欧定期展开双边政策对话是一个相互学习的过程，考虑到中国碳市场巨大的体量和复杂性，欧盟的利益相关方也从中国的经验中学到了很多。ETS 发展是一个不断探索、长进的过程。”

### 市场设计上的差异

中国的碳市场仍处于发展的早期阶段，与欧盟 ETS 存在若干不同。罗尔道表示，到目前为止，二者主要的差异在于中国的系统没有设置绝对的排放总量上限，而是以碳强度为基础，将单个企业的排放与相关行业的平均碳强度相对比，为每个排放者分配免费排放额度，如果他们可

以降低运营的碳强度，就可以销售多余出来的额度。

这个市场的设计与其说是为了逐步淘汰煤炭并发展可再生能源，不如说是要逐步淘汰低能效的燃煤电厂，从而提高煤炭行业的整体效率。正如罗尔道在他的文章中所解释的：“碳市场的存在与否对于燃煤发电量多少没有影响，但效率的提高将带来总体排放的降低。”通过这种方式，中国政府便可以在不损害能源安全的情况下向实现自己的气候变化目标迈进。

与欧盟一样，中国也将稀缺性作为减排的政策工具。罗尔道写道：“一旦能源成本充分反映了碳成本，就将改变电厂的成本结构，便有可能加速中国电力市场的改革、推动绿色融资、并激励减排技术的应用。”

## 建立碳市场连接

对于决策者来说，在世界各地纷纷建立碳市场的背景下，接下来显然要做的便是通过与其他市场建立连接来取得协同效益。比如，欧盟就与瑞士的碳市场建立了连接。中国同样在利用多年来与东盟国家建立的经贸联系，寻求与邻国共同发展区域性碳市场。尽管区域内的ETS之间相互协调有其意义，但绿色金融与发展中心（Green Finance & Development Center）的分析师表示，由于越南、印度尼西亚、泰国和菲律宾的碳市场发展仍处于早期阶段，要在短期内实现区域协调很难。该分析师认为，目前“主要的焦点应该是协助东南亚国家完成[区域]碳市场的基础设施建设，完善碳市场建设立法，构建有效的MRV（监测、报告、核查）体系，并探索建立碳市场试点。”

多伦多大学副教授杰西卡·格林（Jessica Green）在《自然》（Nature）杂志撰文指出，“建立市场连接应该有利于活跃交易、便利资金流动并降低减排的总体成本。碳排放的全球定价将不再需要经过漫长、针锋相对的外交磋商。”尽管如此，她也指出，现实更加复杂：“在存在多个监管机构竞争的情况下，相互连接的碳市场更加难以管理。与其他国家气候政策之间的相互影响也会引发意想不到的结果。决策者发现难以将价格保持在‘正确’的水平上——碳价既不能高到政治上不可接受，也不能低到无法改变排放者的行为。”

如果建立区域性碳市场都存在挑战，那么更不用说全球碳市场了。庞格拉茨表示：“建立全球性碳市场是一个理想的情境，不过目前似乎还不现实。必须首先克服多重障碍，因为不同的ETS系统，尤其是中国和欧盟的ETS系统，处于不同的发展阶段，所采用的方式和机制也不尽相同，目前难以协调。”



## 碳市场协调之外的选择

庞格拉茨认为，中国要达到欧盟 ETS 的覆盖面和成熟度尚需时日。欧盟作为雄心勃勃的气候政策领导者，积极致力于加速这一过程，并通过提出碳边境调节机制（Carbon Border Adjustment Mechanism，简称“CBAM”）来施加政治压力。CBAM 本质上是对特定进口产品征收的碳税，意在保护欧盟境内的气候行动，避免欧洲企业将生产外包给排放目标较低的国家所造成的“碳泄漏”（carbon leakage）。她补充说：“欧盟将 CBAM 作为最后的手段，希望其他主要排放国和贸易伙伴加大碳定价工作的力度。一个国家的碳定价系统发展程度越高，受 CBAM 的影响就越低。CBAM 还将推动全球对于碳定价的讨论，而

碳定价的其中一种方式便是排放交易。”

格林则认为，在一个全球化的体系中，各国的碳市场应该限制与其他市场之间的连接。她说，中国“决定保持其碳市场的独立性是明智的，这为解决后续难以避免的问题留出了空间。它应该推迟正在考虑的与其他市场的连接。类似地，决策者也不应该认可来自其他行政辖区的碳抵消。”

政府往往倾向于回避困难的政治决定。对于解决方案，格林更倾向于建立一个集中的碳银行，来管理配额及价格。她谈到了欧盟 ETS 的市场稳定储备（Market Stability Reserve），它就发挥了类似的职能：“这一机制有详细的管理规则，成员国几乎没有机会对其施加影响。”理论上，一个中央碳银行应该可以

发挥类似的独立中间人作用。格林说，实践中，在全球范围内做到这一点的可能性微乎其微。

## 管理欧盟 ETS 的价格波动

虽然碳市场仍处于早期发展阶段，但建立全球碳市场也并非毫无可能。2017 年欧盟准备帮助中国建设碳市场的时候，其 ETS 正面临着自己的问题，由于配额过剩导致碳价过低，致使企业没有动机参与这个市场。这个问题如今已经得到了解决。目前在布鲁塞尔，谈论的焦点在于如何解决碳价的波动——预测碳价在每吨 30 欧元左右，但目前实际价格大约是每吨 100 欧元。导致碳价波动的因素有几个，包括：连续政策变动引发的不确定性（比如欧盟去年将各经济部门 2040 年的



减排目标从40%调高至55%)；新冠疫情引发的封锁对于全球经济的影响；以及目前因俄乌战争对俄罗斯施加经济制裁产生的影响。

但有一个决策者不愿意看到的——或许也可以是他们能够采取行动的——因素便是很多市场参与者是对欧盟碳价波动进行投机的金融机构。2018年以来，活跃参与ETS的投资基金数量翻了三倍，达到300家，其中非欧盟金融机构的市场份额占到了约三分之一。一方面，这种投机有助于发现真实的市场碳价，从而推动碳市场的发展。另一方面，对于需要配额的企业来说，它推高了碳价，而在理论上这与ETS鼓励参与的主要目标是相悖的。不过，决策者要考虑的另一个因素是，更高的碳价有助于为绿氢的发展提供资金，而绿氢被有些人

视为能够帮助我们走向脱碳未来的一项技术。

有人提议，应该限制非欧盟金融机构参与欧盟碳市场。也有人建议对特定交易征税，设置最低持有期限以减少短期投机，以及限制金融机构开仓，主要目的在于提高碳价的稳定性。但决策者还要考虑，如何才能在实现2030气候目标、找到可以促进碳市场发展的合适的价格水平以及避免高成本的监管行为扼杀行业发展这三个相互竞争的目标之间求得平衡。

【文 / James Norris】

本文根据[知识共享协议](#)最初发表于“[中外对话](#)”



## 如何撬动钢铁行业的绿色转型？

包括钢铁行业在内的所谓“难以减排”行业的脱碳正在如火如荼的进行。在这方面人们公认的最有前景的解决方案之一是使用绿氢。氢能如何更好地融入钢铁行业的未来？ECECP 近期参与了落基山研究所（RMI）举办的一场线上研讨会，概述了钢铁行业在采用和推广脱碳新技术时所面临的一些主要障碍，以及实现钢铁行业绿色转型所需的努力。

近几十年来，温室气体（GHG）减排一直是世界各国政府竞相实现雄心勃勃的气候目标的首要任务。虽然电力行业的脱碳已经取得了显著成效，但其他主要的能源密集型行业，比如化工和钢铁行业等，却往往依然贴着“难以减排”的标签。这主要是因为这些行业核心过程的热力学效率已经接近达到极限，而完全电气化在技术上并不现实<sup>1</sup>。

## 钢铁行业的减排压力

钢铁是人类现代文明不可或缺的组成部分，为建筑和汽车制造等许多其他关键行业提供了重要的原材料。然而，近年来，钢铁行业总是会因其糟糕的环保表现而遭人诟病。全球范围内，钢铁行业的碳排放近乎占碳排放总量的7%，占工业领域碳排放的近三分之一，2020年的碳排放量已经接近2.6亿吨<sup>2</sup>。据世界钢铁协会计算，每从铁矿石中生产一吨铁，平均会排放2.21吨二氧化碳<sup>3</sup>。传统生产过程，尤其是目前占主导地位的高炉炼钢严重依赖化石燃料，这使得钢铁行业成为所有重工业中最大的碳排放源。要实现我们的气候目标，需要大幅减少和替代化石燃料的使用，因此需要进行大规模的转型，以确保钢铁行业走上达成净零目标的正确轨道。

事实上，钢铁制造商正面临着

越来越大的脱碳压力。这些压力不仅来自于监管机构制定的更具雄心的环境目标以及更为严格的立法，还来自于投资者对环境、社会和治理（ESG）的愈发关注。此外，钢铁行业的下游买家，比如汽车制造商们，也越来越热衷于寻求供应链的绿色化，以便在其他的竞争对手中脱颖而出，这也反过来给钢铁供应商带来了更多的压力。正如Agora Energiewende执行副主任Frank Peter在RMI近期举办的一个在线研讨会上所指出的那样，正是这些来自行业下游的压力很大程度上推动了钢铁行业的清洁转型。

除了这些外部因素，钢铁行业自身也正处在转型十字路口的关键十年。Agora全球钢铁行业转型追踪平台显示，目前占行业主导地位的依赖燃煤的高炉炼钢70%以上的设施将在2030年前退役，因此这将需要大规模的再投资<sup>4</sup>。与此同时，新兴经济体的钢铁需求还在不断上升，至少还需要1.7亿吨的新钢铁产能。若是依然使用以煤炭为基础的生产方式来满足这些需求，那么将对全球碳排放带来长期的锁定效应，从而危及全球气候目标。由于钢铁资产使用寿命通常较长，今天做出的投资决策将在很大程度上决定未来这一领域的碳排放轨迹。因此，迅速采纳这些低碳技术是至关重要的。

## 钢铁生产的绿色选择

钢铁行业近年来一直在采取创新举措来改善其环境绩效表现。自1960年代以来，随着钢铁生产能效持续提升，加之越来越多使用废钢来进行二级生产，全球吨钢的平均综合能耗已经下降了60%<sup>5</sup>。

然而尽管如此，这些方式都存在各自的局限性。现代化的高炉正在几乎达到热力学定律理论极限的状况下运行，而使用回收钢材也不能完全满足需求，因为废钢中的杂质，如铜，会随着时间的推移不断积累，从而影响钢材质量，这意味着那些需要高品质钢材的行业，如汽车制造业，总是会需要源源不断的高质量钢材。尽管相关技术有望持续进步，但钢铁行业要实现净零排放还有很长的路要走。

在这样的背景下，就亟需采用变革性和突破性的方法来实现钢铁行业的绿色转型。据世界钢铁协会介绍，实现钢铁行业净零排放的突破性技术途径大致可分为三大方向，包括使用氢气、CCUS（碳捕集、利用和封存）和直接电气化<sup>6</sup>。虽然没有绝对的灵丹妙药来实现必要的改变，但在全球范围内，钢铁行业正在积极尝试采用各类新技术和技术的组合来达成减排使命<sup>7</sup>。

1. IRENA (2022), *Green hydrogen for industry: A guide to policy making*, International Renewable Energy Agency. <https://irena.org/publications/2022/Mar/Green-Hydrogen-for-Industry>

2. *Net-Zero Steel Sector Transition Strategy*, Mission Possible Partnership (MPP), 2021, <https://missionpossiblepartnership.org/wp-content/uploads/2021/10/MPP-Steel-Transition-Strategy-Oct-2021.pdf>

3. <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-Hydrogen-H2-based-ironmaking.pdf>

4. <https://www.agora-energiewende.de/en/service/global-steel-transformation-tracker>

5. <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-Energy-use-in-the-steel-industry.pdf>

6. <https://worldsteel.org/steel-by-topic/environment-and-climate-change/climate-action/breakthrough-technology/>

7. *More low-carbon steelmaking technology options as well as their impacts and tradeoffs can be found in IEA Iron and Steel Technology Roadmap.*

## 对氢能兴趣日渐浓厚

尽管煤炭仍是目前钢铁行业的主要燃料，但很明显，转而采用其他碳强度较低的能源载体将有助于大幅减少排放。近年来，随着氢能日益成为能源行业的新宠儿，钢铁行业对氢能解决方案的兴趣也在增长。这体现在氢能相关研发专利数据的不断增长、各项政策中对氢能部署的愈发重视，以及宣布建设的相关试点示范项目数量持续激增。

以中国为例，中国是全球最大的钢铁生产国，粗钢产量约占全球的 52.9%<sup>8</sup>。据世界钢铁协会北京首席代表钟绍良介绍，从 2002 年到 2021 年 7 月，中国授予的氢冶金相关专利共计 258 项，特别是自 2017 年以来呈现出明显快速增长。预计

到 2025 年还将有更多氢冶金专利获得批准。

中国的“双碳”承诺无疑给绿氢的发展注入了前所未有的巨大动力。政府于 2022 年初发布了《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，将“制定氢冶金行动方案，加快推进低碳冶炼技术研发应用”列为一项重要任务，这也进一步表明了中国发展以清洁氢为基础的钢铁制造的坚定决心。随后，在同年 3 月，中国发布了首个氢能中长期规划，要求扩大工业领域的氢能替代，开展以氢作为还原剂的氢冶金技术研发应用。

虽然氢基钢铁制造仍处于起步阶段，但可以看到世界各地正在规划和建设的相关试点项目越来越多。根据全球能源监测（Global Energy

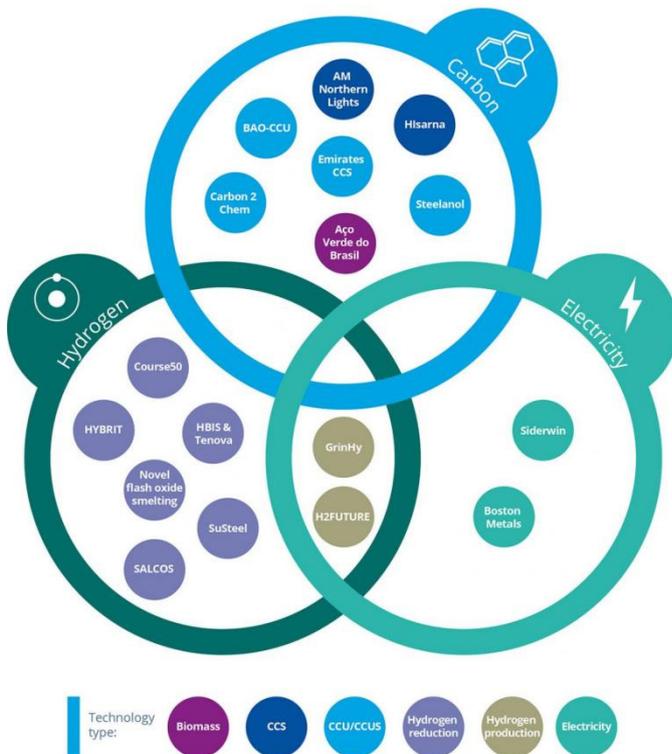
Monitor）的绿色钢铁跟踪数据显示<sup>9</sup>，截至 2021 年 11 月，在追踪到的 59 个绿色钢铁项目中，31 个与氢能应用有关，且大多数位于欧洲，这主要在于欧洲的支持框架结构相对完善。预计这些早期的试点项目将在氢冶金技术的推广以及验证绿色钢铁的商业价值方面发挥重要作用。

根据 RMI 的研究，氢在钢铁冶炼中的应用方式一般有三种，即高炉富氢冶炼（H<sub>2</sub>-BF）、氢直接还原铁（H<sub>2</sub>-DRI）和氢熔融还原铁（H<sub>2</sub>-SRI）。在生产过程中用氢气替代焦煤和天然气，可以显著减少二氧化碳的排放。

对于钢铁行业来说，使用清洁氢（可再生能源电解制氢）用于钢铁生产可以为整个行业提供一个十分关键且颇具前景的完全脱碳解决方案。若是采用 100% 的绿氢搭配氢气直接还原的方法，或将有望使钢铁冶炼的碳排放降至近零水平。国际能源署在其《钢铁技术路线图》<sup>10</sup>中也强调称，基于绿氢的直接还原冶炼对于钢铁行业的脱碳至关重要。

## 成本和竞争力： 绿色钢铁制造的最大障碍

在研讨会的小组讨论期间，钢铁行业的主要利益相关方都普遍表示，要实现氢基炼钢技术的脱碳潜力，仍需解决一些有关成本和经济的关键挑战。



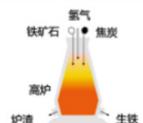
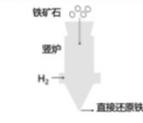
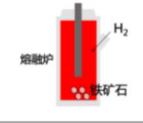
## 钢铁行业绿色转型的突破性技术及相关项目

来源：世界钢铁协会

8. [https://worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/annual-production-steel-data/P1\\_crude\\_steel\\_total\\_pub/CHN/IND](https://worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/annual-production-steel-data/P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND)

9. <https://www.industrytransition.org/content/uploads/2022/05/green-steel-tracker-211108.xlsx>

10. <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

分类	示意图	技术说明	试点项目	优点	局限性
高炉富氢冶炼 H2-BF		在高炉顶部喷吹含氢量较高的还原性气体	八一钢铁富氢碳循环高炉; Thyssenkrupp “以氢代煤”高炉炼铁项目	改造成本低, 具备经济性, 具有增产效果	理论减排潜力有限, 技术上难以实现全氢冶炼
氢直接还原铁 H2-DRI		在气基竖炉直接还原炼铁中提升氢气的比例	河钢富氢气体直接还原铁项目; ArcelorMittal德国直接还原铁项目	理论减排潜力较高, 可达到90%以上	改造难度较高, 基础技术薄弱
氢熔融还原铁 H2-SRI		在熔融还原炼铁工艺中注入含氢气体	内蒙古建龙塞斯普氢基熔融还原冶炼		

## 氢冶金方式

来源：培育清洁氢冶金价值链，打造完整生态圈，RMI

要想让氢能更好地融入钢铁行业的脱碳进程，首先需要有足够且可持续的清洁氢能供应，并且确保价格可以接受。钢铁行业是一个利润率较低的行业，对燃料和能源价格高度敏感。正如宝武清洁能源公司的首席科学家、氢能技术总监饶文涛所指出的那样：“将来的氢一定要是钢厂能用得起的氢！”但现在，由于可再生能源电力和电解槽的成本居高不下，绿氢的价格依旧昂贵。氢基绿色钢铁的生产成本可能会比传统的生产方式高出20%到30%，甚至是之前的两倍。据其测算，目前绿氢在中国的价格超过了每公斤40元，这样的价格对于钢铁制造商来说显然难以承受，至少需要减半才能使氢基炼钢有经济性可言。然而即便如此，随着未来10年氢能成本有望大幅下降，可以预见绿氢在钢铁制造中的竞争力将会显著提升，特别是如果引入碳价的话。

除了在清洁氢的成本上仍存在较大差距，氢基炼钢在氢能储运基础设施方面所需的巨大前期投资也是目前阻碍绿色钢铁生产的一大障碍。氢基炼钢对氢气的的需求规模极大，并且需要确保供应完全稳定可靠。因此，绿钢的生产除了需要有一个荷的绿氢供应来源之外，还需要配备氢能存储设施，以应对可再生能源发电制氢的波动性，这也会加重钢铁制造商的财务负担。此外，如果要采用绿氢冶金，那么当前普遍使用的高炉-转炉将不得不被氢基竖炉直接还原系统所取代，这就必将会需要大规模新建直接还原厂。这样的厂子往往需要几年的时间才能建成，也将大大增加整体的部署成本<sup>11</sup>。

### 更大的挑战：产能搬迁

此外，绿氢的采用还将为钢铁

行业的发展增添新的变数，对钢铁行业的整体布局产生影响，从而带来更广泛层面上的挑战。

使用纯氢直接还原铁来代替传统的高炉-转炉冶炼工艺生产绿色钢材，对于原材料也提出了更高的要求，需要使用品位更高的球团矿。这可能会撼动采矿企业的生产布局，从而也影响到钢铁产能的空间部署<sup>12</sup>。如RMI报告中所述<sup>13</sup>，当前的钢铁产能与绿氢有效供应之间存在空间错配问题。由于钢铁厂原本选址的初衷是靠近煤炭资源丰富的地区，而绿氢供应的最佳方式则是使用更便宜的可再生能源通过电解槽现场生产，以最大限度地减少运输需求。这种空间上的错配是钢铁行业在绿色生产实践中面临的又一重大挑战。

因此，氢基直接还原的广泛部署很可能会涉及钢铁工业的大规模搬迁。考虑到钢铁生产通常是地方经济的关键支柱性行业，其搬迁问

11. See footnote 1.

12. <https://about.bnef.com/blog/steel-industry-set-to-pivot-to-hydrogen-in-278-billion-green-push/>

13. Closing the Loop: Value Chain Cultivation for Clean Hydrogen-Based Steel, RMI. <https://rmi.org/insight/closing-the-loop/>

题可能需要从自上而下的角度进行全盘筹划，以应对可能出现的来自那些依赖传统钢铁行业提供就业机会的当地社区的阻力。

### 打造绿色钢铁生态系统

然而，绿色钢铁技术的发展要想从试点走向商业化部署还需要强有力的商业理由来驱动投资。为此，要打造以氢为基础的钢铁生态系统，不但需要有包括支持性政策工具在内的有效扶持框架，还需要整个钢铁价值链的密切合作。

钢铁行业未来有望成为最大的氢能消费领域。根据 RMI 的预测，到 2050 年，全球钢铁生产行业的绿色转型将需要 3500-5500 万吨的氢气<sup>14</sup>。然而目前，钢铁行业的绿氢消费依然有限，仍只局限于示范类

项目，而要想证明商业投资的合理性，需要有足够的需求规模。站在氢能生产商的角度，需求不足可能会导致其没有动力扩大生产规模带动制氢成本下降，这就使得绿氢的成本居高不下，使需求方望而却步，从而难以形成消费市场。面对这样一个典型的“先有鸡还是先有蛋”的问题，亟需通过激励性政策框架从供应侧和需求侧两个方面同样予以强有力的政策支持，这对于撬动氢能和钢铁生产的产业链条运转起来就显得极为重要。

欧盟已经出台了多项政策和支持资金，覆盖了绿色钢铁制造的各个不同的项目阶段<sup>15</sup>。然而，在中国，鼓励钢铁行业氢能应用的政策仍然相对有限，且大都是指导性方针，缺乏实质性的激励举措。虽然国家出台了钢铁产能置换管理办法，

旨在逐步淘汰落后的高炉产能，同时通过对新建非高炉项目按照等量置换的原则实行 1:1 替代来鼓励采用更清洁技术，然而，包括宝武、建龙和鞍钢在内的钢铁行业主要企业在小组讨论中都呼吁应进一步放宽这一政策，并指出在企业测试实践新的氢冶金技术方面，国家政策需要给予钢铁企业更多的容错和试错空间。与此同时，专家们还呼吁为钢铁行业建立相应的激励机制，对于积极践行减排的钢铁企业给予适当的奖励。此外，世界钢铁协会北京首席代表钟绍良还指出，还应鼓励下游行业尽可能多的支持绿色钢材的采购。这些需求侧的激励措施，如制定实施约束性的绿氢消费配额及目标，对于创建氢基钢铁市场同样重要。



### 利益相关方的联合行动推动生态系统的形成

来源：培育清洁氢冶金价值链，打造完整生态圈，RMI

14. See footnote 13.

15. Ibid.

更重要的是，钢铁行业自身无法独自承担向氢基钢铁制造工艺转型所带来的所有转型风险以及与此相关的巨额前期投入。高层的干预，以及政府、钢铁制造商、氢气供应商和下游消费领域等所有利益相关方的共同努力，对于扶持和培育新的氢能钢铁生态系统尤为重要。蒂森克虏伯（Thyssenkrupp）中国技术和新业务发展负责人田昊强调，需要精心设计一个适当的风险分担机制，以缓解行业发展前期的各种挑战。“实际上，钢铁生产企业在减排提能效方面能做的很多事情已经基本都做完了，更大的（减排）潜力往往存在于跨行业之间，以及上下游产业的协同发展。”为此，政府将在打通产业壁垒、促进不同产业间的合作方面发挥中心作用。瑞典的 HYBRIT 项目就是这方面的一个典范：瑞典能源署为该项目提供了必要的支持，同时调动了各方的力量确保项目取得进展。

此外，在技术创新方面，与会嘉宾还呼吁加强钢铁企业、科研机构、技术供应商和行业协会之间的合作，促进产学研联合攻关以实现绿氢冶金领域的重大创新突破。这将有利于通过成果共享使关键知识产权的价值最大化，从而避免技术垄断。

## 未来展望

尽管以氢为基础的钢铁生产在降低碳排放方面具有巨大潜力，但它也只是钢铁行业绿色发展的一部分。为了实现向净零目标的过渡，每一个可能的解决方案都需要以最快的速度加以部署。

当前，绿氢冶金等钢铁生产清洁化解决方案的开发和应用仍面临着巨大挑战。要把这些新的解决方案成功推向市场，不但需要大量的前期投资、有利的政策框架，还需要对突破性技术持续进行研究与创新。最后，各国政府、钢铁行业和产业链其他利益相关方仍需要密切合作，以克服在技术成本和经济性方面的挑战，从而创造必要的市场条件，使钢铁行业走上未来绿色发展的光明之路。

【文 / 赤洁乔】

## 充分发挥合力的典范 ——瑞典 HYBRIT 项目

HYBRIT 项目（突破性氢能炼铁技术）是一项由 LKAB（采矿企业）、SSAB（炼钢企业）、Vattenfall（能源供应商）组成的联合财团和瑞典能源署（提供财政、科学和技术支持）共同开发的革命性技术试点项目。该项目的目标是到 2035 年在瑞典和芬兰市场实现无化石燃料钢铁的工业化生产。HYBRIT 项目覆盖了从采矿、铁矿石加工到炼钢的整个价值链，以确保尽可能完全消除化石燃料使用。欧洲最大的铁矿石生产商 LKAB 将使用绿氢取代煤炭来直接还原铁，SSAB 则将使用电弧炉技术取代高炉工艺，而 Vattenfall 将为这两个过程提供所需的无化石燃料电力，并开发大规模的地下储氢技术。2021 年 6 月，HYBRIT 成功完成海绵铁测试生产。2021 年 7 月 SSAB 首次采用 HYBRIT 技术生产出钢材。合作伙伴们的目标是最早于 2026 年实现工业规模生产。

该技术有望将吨钢的碳足迹从 1.8 吨大幅降低到 25 千克。一旦这一技术在瑞典全面实施，预计将使该国二氧化碳排放量减少 10%<sup>16</sup>。

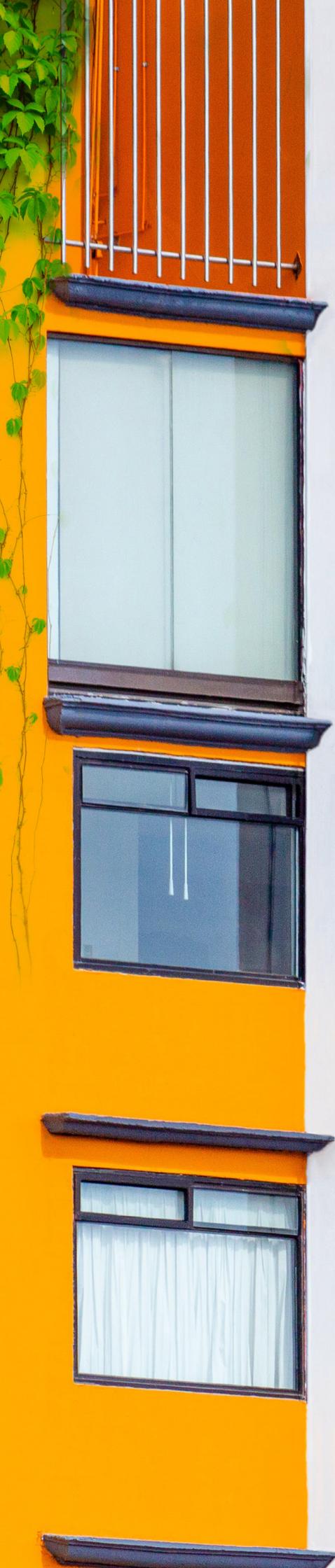
来源：Green Hydrogen Industry, IRENA

16. <https://www.h2-international.com/2020/11/12/hydrogen-breakthrough-in-steelmaking/>

# 为何可持续建筑对于建设韧性、 更健康的社会至关重要？

欧盟及其成员国正在为建筑物翻新改造投入大量资金。政策重点一直放在隔热、节能和减排上。Velux 最新发布的《健康家园晴雨表 2022》(Healthy Homes Barometer 2022)提醒人们注意针对解决潮湿、采光不足、噪音过多或寒冷以及其他室内气候危害所进行的翻新改造可以给人们健康带来的好处。报告称，这些问题已造成 3400 万欧洲人无法让自己的家保持温暖。报告援引了世卫组织的数据，在两到四年的时间里，投资改善住房给健康所带来的影响要比直接投资于医疗保健的影响更大。到 2050 年，通过投资翻新改造，欧盟每年可在减少医疗保健支出、改善民众健康状况和提高生产力方面节省下 6000 亿欧元。





欧盟委员会在最近发布的“能效第一原则”（EEL）实用操作指南中曾表示，人类健康是能源效率可带来的最重要的普遍福祉之一，但同时也承认，目前缺乏高质量的可用数据来更好地量化和评估这些更广泛的利益。

最新的《健康家园晴雨表2022》提供了有关欠佳的室内气候对居民健康和生活满意度的影响，以及投资健康建筑的经济效益的新数据，有望使这一问题得到解决。

随着新冠疫情逐步缓解，欧洲正在对“Fit for 55 一揽子计划”进行修订，尤其是建筑能效指令（EPBD）已经进入了立法阶段，这给建筑物的可持续发展带来了千载难逢的机遇。EPBD 提案确实承认了健康的室内气候的重要性，但在如何采取行动方面缺乏明确的定义和措施。与此同时，人们对体面、负担得起和可持续的住房需求比以往任何时候都更为旺盛。

“我们应该改善欧洲的现有建筑，从而改善所有欧洲公民的健康和福祉。好消息是，在寻求更健康的建筑方面我们仍有摆脱困境的希望。这不仅由于欧盟成员国在其国家复苏计划中拨出巨额资金用于翻新现有建筑，而且欧盟今年也在修订‘Fit for 55 一揽子计划’以及相关的建筑立法，” VELUX 集团首席执行官 David Briggs 如是说。

甚至在新冠疫情爆发之前，就有 9.4% 的欧洲家庭住房总成本占到了可支配收入 40% 以上<sup>1</sup>，这个比

例已经十分令人震惊。近来的俄乌冲突导致能源成本飙升，预计这一数字还将进一步上升。毕竟，建筑领域的能耗占欧洲能源消费总量的 40%。

由于缺乏负担能力，15% 的欧洲人目前生活在贫困的住房环境中<sup>2</sup>，这给人们的健康福祉造成了负面影响。总体而言，三分之一的欧洲人居住在室内气候有害的房屋中，例如潮湿、缺乏日照、噪音过多或是寒冷<sup>3</sup>。对于饱受这些问题困扰的人来说，在疫情封锁期间，人们不得不在家中度过更多的时间，这种恶劣住房条件可能带来的影响就显得更加严重。

与此同时，这场疫情及其多次的封锁也表明了改善室内空间的安全健康和减少病毒空气传播（如 SARS-CoV-2）的重要性。在这一点上，建筑物明显可以发挥重要作用。为了保护我们的室内环境，世卫组织和许多国家的卫生部门都建议应定期对房间和空间进行通风，不管是通过自然通风，例如打开窗户，还是通过人造的机械通风系统。

## 恶劣的室内气候对心理健康的影响

室内气候危害（例如潮湿和缺乏日照）对健康的影响已经众所周知，包括哮喘、呼吸系统疾病和心血管疾病。然而，一些新的研究现在开始关注恶劣的室内气候对人们幸福感和生活满意度所造成的影响。

1. Etzebizitzako Behatokia, Observatorio Vasco de La Vivienda, 2021, “Housing policy in Europe during the pandemic”
2. WHO Europe 2019, “Healthy prosperous lives for all: The European Health Equity Status Report”
3. EU SILC data 2019

例如，研究显示生活在暖气不足或是没有暖气的环境中对人们幸福感和生活满意度的影响与和伴侣分离几乎是一样的<sup>4</sup>。目前 3400 万欧洲人的家庭无法获得充足的暖气<sup>5</sup>，这对他们福祉的潜在影响无疑是巨大的。

这种对福祉和生活满意度的评估为政府和政策制定者衡量建筑翻新价值提供了一种更全面的分析方法。除了分析节能等显而易见的切

实好处外，他们现在还可以衡量建筑翻新对人们心理健康的积极影响。

## 建筑的政治属性

欧洲当前正在掀起建筑物翻新浪潮，这可以通过促进现有建筑脱碳、国家复苏计划的全面铺开以及提高能源效率来应对气候危机，政策制定者需要抓住这个难得的机会来制定正确的立法框架，并推动对

可持续和健康建筑的投资。

投资住房不仅仅只是在于改善生活条件和减少气候影响。健康的建筑可以在减少不平等和疾病方面发挥重要作用。除了提高能效外，减少暴露在潮湿和霉菌环境中的机会并改善住宅建筑中采光不足的问题，预计每年可带来近 1000 亿欧元的心理健康收益<sup>6</sup>。世卫组织的数据还显示，在两到四年的时间里，投资改善住房对健康的影响比直接投



- 光照和采光——**

暴露在充足的日光下可使你的活力加倍，并对你的健康产生积极影响，在改善睡眠的同时降低感染的风险。
- 凉爽、安静且适合睡眠——**

一个凉爽安静的卧室能让你拥有良好睡眠，促进整体健康的改善并使人活力充沛。
- 舒适的温度——**

舒适的室内温度，既不太热也不太冷，可以减少感染鼻子、咽喉等上呼吸道疾病的风险。
- 新鲜空气和通风——**

室内勤通风可令你充满活力并减少病毒飞沫传播。
- 适宜的湿度——**

室内霉菌容易使人患上咽喉和其他上呼吸道疾病。
- 舒适的声音环境——**

噪音过多会影响身心健康，并可导致睡眠等其他问题。
- 自然——**

保持室外的连通情况可改善封闭的室内气候并提升幸福感。

4. RAND report.  
5. EU SILC data 2019  
6. RAND report

资健康的影响更大<sup>7</sup>。保守估计，到2050年，投资住房翻新改造在直接节省医疗保健支出、改善健康状况和提高生产力方面的累计收益可达每年6000亿欧元。

《健康家园晴雨表2022》的相关研究是 Velux 与非营利政策研究组织 RAND Europe 合作进行的。欲了解更多关于室内气候对健康和生活满意度的影响，以及投资健康建筑的益处，请参阅[报告原文](#)。

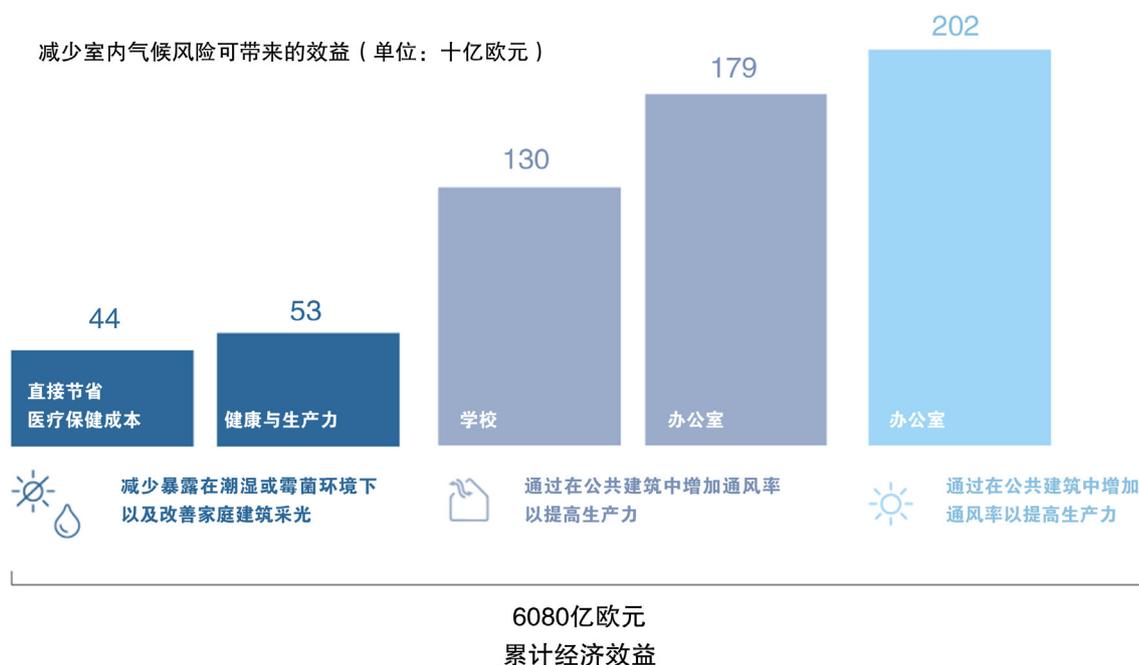
## 健康家园晴雨表的主要结论

- 三分之一的欧洲人饱受室内气候危害<sup>8</sup>；
- 5000万欧洲家庭生活能源匮乏中<sup>9</sup>，其中许多家庭的冬季取暖缺乏保障；
- 通风是保护室内空间免受病毒空气传播侵害的简单且经济有效的方法；
- 室内气候危害会影响我们的心理健康，并可能增加患抑郁症的风险<sup>10</sup>；
- 减少暴露在潮湿和霉菌中并改善住宅建筑光照不足的问题，已被证明可以带来相当于每年约900亿欧元的福祉收益，此外还有助于提高能源效率<sup>11</sup>；
- 改善住房条件给人们健康带来的益处比直接投资于健康保健还要大<sup>12</sup>。

【文 / Velux】

本文由 [Energy Post](#) 和 Velux 授权转载。

减少室内气候风险可带来的效益（单位：十亿欧元）



7. WHO Europe 2019, "Healthy, prosperous lives for all: the European Health Equity Status Report"

8. EU SILC data 2019

9. FEANTSA press release, 16 July 2021

10. EU SILC data

11. RAND report

12. WHO Europe 2019, "Healthy, prosperous lives for all: the European Health Equity Status Report"



## 氨生产的脱碳路径： 到 2050 年的三种情境

国际能源署（IEA）发布的《[氨技术路线图](#)》概述了化工和石化行业中温室气体密集程度最高的合成氨领域的减排方案。



氨是所有矿物氮肥的基本成分，这使得氨成为全球粮食生产链的重要组成部分。大约70%的氨被用于生产肥料，其余用于制作炸药和塑料等其他用途。全球氨生产的很大一部分（30%）发生在中国，欧盟、美国、俄罗斯、印度和中东各占8%到10%不等。氨生产领域在全球能源消费（8.6EJ，占世界总量的2%）和二氧化碳排放（450Mt，占世界总量的1.3%）中占据明显比重。在化工和石化行业的温室气体排放中，氨就占了三分之一。单是氨生产过程中的制氢环节就是整个化工行业中最大的排放来源。

氨生产过程的排放表明，在保持其经济可行性的同时，应共同努力减少其对气候变化的影响。国际能源署的氨技术路线图聚焦于氨生产部门的脱碳途径。

目前，氨的生产基于哈伯法（Haber-Bosch）工艺，通过 在高温高压条件下（通常为 400℃ - 650℃，100-400bar）使用金属催化剂进行氮的固定。制氨过程将大气中的氮和外部提供的氢来合成氨，合成每吨氨气大约需要消耗 45GJ 的能量。虽然过去大多数氨的生产都使用电解来提供固氮化学反应所需的氢气，但电解已经慢慢被基于天

然气的蒸汽重整所取代。导致这一变化的原因在于价格合理的天然气随处可得。

截至 2020 年，全球 72% 的氨产量（185Mt）依赖于天然气，26% 依赖于煤炭气化，其余部分则依赖石油产品和电解。后者现在的占比还不到一个百分点。

### 实现净零排放的技术路径

从广义上说，可以通过一系列的策略组合来减少合成氨所产生的排放，包括（1）充分利用电解制氢，并使用可再生能源电源，（2）提高工艺的运行效率，（3）将制氢能源从煤炭替换为天然气，（4）在生产过程中引入碳捕集和存储技术，（5）通过采用更先进和创新的农业实践来提高化肥的效率。国际能源署的报告描述了合成氨行业演变的三种可能情况。

第一种是“既定政策情境”（STEPS），这是一种基于现状的情境，即假设从现在到 2050 年保持当前的趋势，不追求重大的方向变化。第二种方案是“可持续发展情境”（SDS），要求将氨的总排放量减少约 70%，这与 2015 年《巴黎协定》的目标一致。第三种是“净零排放情境”（NZE），即合成氨中产生的二氧化碳减少 95% 以上，有效消除了制氨工业对气候的破坏。

图 1 和图 2 摘自国际能源署的报告，描述了 STEPS、SDS 和 NZE 情境下如何减少二氧化碳排放，并解析了技术对每种情境的影响。下面，我们将从排放量、农产品中氨的使用效率以及氨生产中涉及的技术等方面来简要描述每种情境下的景象。



## 氨生产的未来情境

**既定政策情境。**在这种情境下，该行业将遵循当前的趋势，提高效率，但最终未能实现气候目标。在该情境中，到2050年氨产量将增长37%，而总排放量仅下降了10%。这一结果部分是通过提高能源效率实现的：以煤为基础的氢气产量从26%下降到15%，天然气的使用从70%上升到80%。这一过程很大程度上是因为预计氨生产将从中国（煤炭使用远高于其他国家）转移到印度、中

东和非洲等主要使用天然气的地区。采用改进的技术以节省额外的能源也被考虑在内，但没有考虑肥料使用效率方面的重大改进。在这种情况下，采用绿氢合成氨的能力极为有限。然而，氨生产中的碳捕集的使用显著提高，即便在氨总产量大幅增长的情况下也能阻止总排放量出现增加的情况。

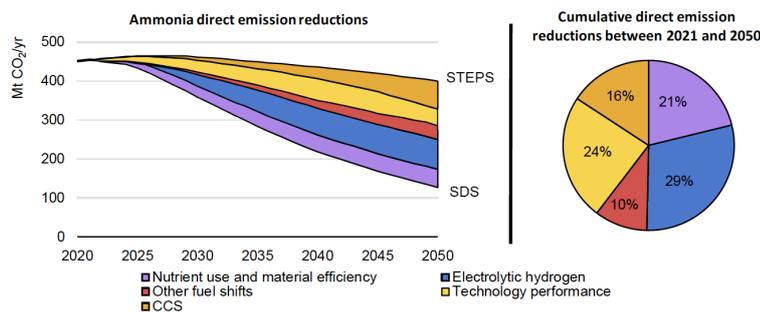
**可持续发展情境。**就合成氨而言，这一情境与2015年《巴黎协定》设定的将全球气温上升幅度控制在2°C以下的目标是一致的。在该情境

中，到2050年与氨有关的排放量下降了70%以上。IEA的报告概述了通过工艺改进、从煤炭转向天然气生产、采用现有最佳技术（BAT）来提高能效，可以实现25%的减排量。图2显示了使用不同技术的氨生产情况。

在这种情境下，大部分的减排（30%）源于电解制氢的普及，这需要110GW的电解槽容量。大约15%的减排是得益于碳捕集封存技术的应用，这需要满足90Mt二氧化碳储存需求。虽然迄今为止还没有启动大规模的碳捕集和封存项目，但人们越来越期望这项技术能在未来十年蓬勃发展，并将在降低大气中二氧化碳净含量的努力中发挥重要作用。可持续发展情境需要大量资本投资。要实现这一雄心勃勃的目标，每年需要投入约140亿美元（约合945亿元人民币）。

**2050年净零排放情境。**该情境下到2050年减排幅度将超过95%。这是通过强有力的干预和变革来实现。到2050年，以煤炭为基础的产量将接近于零，80%以上以天然气为基础的产量涉及碳捕集和封存，以减轻排放的影响。合成氨所用的氢将主要通过电解制得，占氨总产量的近40%。这一设想尤其雄心勃勃，而且可能只有通过重大的国际合作才能实现。这将涉及利用现有和新建的全球基础设施促进氨的贸易，这样氨就可以从电解生产成本较低的地区（可再生资源丰富）运输到可再生能源的平准化成本（LCOE）明显更高的地区。

**Figure 1 Ammonia direct CO<sub>2</sub> emission reductions in the Sustainable Development Scenario by mitigation strategy**

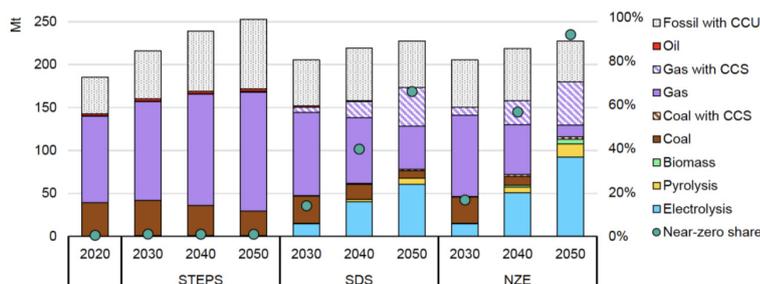


IEA, 2021.

Notes: STEPS = Stated Policies Scenario; SDS = Sustainable Development Scenario; CCS = carbon capture and storage.

**Only an array of mitigation measures can significantly reduce emissions from ammonia production. Nutrient use and material efficiency, electrolytic hydrogen and CCS account for two-thirds of the cumulative emission reductions in the Sustainable Development Scenario.**

**Figure 2 Global ammonia production by technology and scenario**



IEA, 2021.

Notes: STEPS = Stated Policies Scenario; SDS = Sustainable Development Scenario; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario; CCS = carbon capture and storage; CCU = carbon capture and utilisation for urea production. Near-zero share = aggregated share of near-zero-emission routes, excluding CCU.

【文 / Lucio Milanese】

ECECP 青年研究生学者

# 简讯 NEWS IN BRIEF

## 欧盟委员会正式公布 REPowerEU 计划



5 月 18 日，欧盟委员会正式公布了 REPowerEU 计划，以逐步摆脱对俄罗斯的能源依赖，并计划通过节约能源、多样化能源供应和加快发展可再生能源三方面着手来增强能源独立性。



新计划旨在强化长期的能效措施，包括将欧盟 2030 年的强制性能效目标从 9% 提高到 13%，并通过新的能源统一采购平台来实现能源供应的多元化，该平台将代表所有成员国共同协商采购天然气、液化天然气和氢能。



该计划提出将 Fit for 55 一揽子框架下的 2030 年可再生能源占比目标从原来的 40% 提高到了 45%。为了实现这一目标，欧委会还专门提出了一项欧盟太阳能战略，以期到 2025 年将欧盟光伏装机容量较目前增加一倍，到 2030 年达到 600 GW。新的公共、商业和住宅建筑将被强制要求安装屋顶太阳能。此外文件还提出简化大型可再生能源项目的审批流程以加快审批速度。

在氢能方面，欧盟还制定了到 2030 年生产 1000 万吨可再生氢能并额外进口 1000 万吨的目标，以帮助钢铁等难以减排的行业进行脱碳。未来还将出台两项专门法案以进一步明确可再生氢的定义及其生产。欧盟将在地平线框架下为可再生氢的相关研究提供 2 亿欧元的资金支持，并将于今年夏季确定首批欧洲共同利益重要项目（IPCEI）。

要完成这项规模庞大的新计划，欧盟预计需要在 2022 年至 2027 年期间额外投资 2100 亿欧元。为了支持 REPowerEU 计划，欧盟已经通过复苏和弹性基金 RRF 以贷款形式为 REPowerEU 的执行筹集了 2250 亿欧元的资金。此外，欧盟委员会还计划通过拍卖出售欧盟排放交易系统的配额再筹集 200 亿欧元，来增加 RRF 的资金额度。

[+ more](#)



## 欧洲议会就 Fit for 55 一揽子气候计划 部分关键文件表明立场



欧洲议会环境、公众健康和食品安全委员会（ENVI）投票通过了 Fit for 55 一揽子立法提案中的五份重要文件，明确了其对气候变化相关法律提案的立场。

委员会建议对欧盟排放交易体系（ETS）进行改革，包括：纳入商业建筑及交通领域减排，在 2029 年后考虑纳入私人建筑及交通减排；自 2026 年逐步取消免费配额，到 2030 年彻底取消；从 2025 年引入奖惩制度；规定所有相关收入必须专门用于欧盟及其成员国的气候行动。此外，欧洲议员们还呼吁提前实施欧盟碳边境调节机制（CBAM），最早于 2030 年全面迅速推行，以防止碳泄漏，提高欧盟应对全球气候变化的雄心。此外还修订了欧盟减排分担法案，将涵盖那些 ETS 覆盖范围以外行业的温室气体排放，约占欧盟排放量的 60%，并且首次要求所有欧盟成员国将温室气体减排目标设定在 10-50% 之间。最后，议员们同意提高欧盟土地利用、土地利用变化和林业部门的碳汇目标（LULUCF），这实际上将把欧盟 2030 年温室气体减排目标提高到 57%。

[+ more](#)

## 100 个欧洲城市将在 2030 年实现气候中和

欧盟委员会于 4 月 28 日宣布，来自所有 27 个成员国的 100 个欧盟城市以及来自伙伴联系国的 12 个城市已被选中参与欧盟城市使命计划。该计划的目标是到 2030 年打造 100 个气候中和和智慧城市，这些城市将作为创新实验中心，以便到 2050 年所有欧洲城市都能效仿。“欧洲地平线计划”未来两年将为这些城市提供 3.6 亿欧元的资金支持。

入选城市随后将准备并签署一份气候城市合同（Climate City Contract），制定各自包括能源、建筑、废物管理和运输等所有部门的气候中和总体规划以及相关的投资计划。“城市使命”还将为入选城市提供个性化的建议、额外的资金和资助，以及加入大规模创新计划、试点示范项目以及其他交流机会。

鉴于此前共有 377 个城市都对加入“城市使命”项目表现出强烈兴趣，欧盟委员会也表示将通过 Mission Platform 平台和其他资助机制为那些未能入选的城市提供支持。

[+ more](#)

## 欧洲北海风电开发将大大提速

5月18日，德国、比利时、荷兰和丹麦在丹麦埃斯比约（Esbjerg）举行的北海峰会上签署了一份共同声明，承诺到2030年将联合在北海地区建设至少65GW的海上风电容量，并力争到2050年至少达到150GW，这相当于欧盟实现气候中和目标所需海上风电装机容量的一半以上。

为了将雄心付诸行动，四国的能源部长签署了一份促进区域合作的共同宣言，将在北海建立新的能源岛和能源枢纽。意识到私人利益相关者在实现这一目标方面的关键作用，领导人们呼吁整个价值链的利益相关方的积极参与。这些新项目的发电量不仅可以满足2.3亿欧洲家庭的用电需求，还可以用于生产重工业和交通运输业所需的氢能和绿色燃料。

其他欧盟国家也在积极加快海上风电的开发。5月早些时候，挪威政府制定了一份新战略，旨在到2040年开发30GW的海上风电装机容量并划定开发海域。挪威目前只有两个在运的海上风电试点项目，总装机容量仅为5.9兆瓦。据总理Jonas Gahr Store介绍，新战略意味着该国将在海上安装1500台风电机组，几乎可以产生相当于该国目前全部的发电量，届时有望将富余的发电量出口至邻国。挪威政府计划在2025年为新区域颁发新一轮海上风电许可。

鉴于欧盟目前的海上风电装机容量大约仅为16GW，各国这些新计划举措将使欧盟朝着实现其到2050年300GW的海上风电装机目标大幅向前迈进。

[+ more](#)





## 英国启动 1.2 亿英镑核电基金



英国政府近日宣布启动总额为 1.2 亿英镑的“未来核能赋能基金”（FNEF），以支持新核电项目的建设。该基金旨在开发和加速包括小型模块化反应堆在内的新一代核电技术，同时通过提供有针对性的、竞争性拨款来吸引私人投资，鼓励新参与者进入市场。

2022 年 4 月，英国政府公布其能源安全战略时提出一项雄心勃勃的核电计划，拟开发建设 8 座新反应堆和模块化小堆以到 2050 年使核电装机容量达到 24GW，预计有望满足英国 25% 的电力需求。该战略还宣布将成立一个名为大英核能（GBN）的新机构以领导核电项目的建设，并在未来十年中以每年交付一个的速度向前推进。

此次新启动的 FNEF 基金标志着英国核电开发的“重要一步”，将有助于证明不同核电技术在英国市场上的成熟度并加速其商业化进程。

[+ more](#)

## 中国发布“十四五”生物经济发展规划



中国国家发展和改革委员会（NDRC）5 月 10 日发布了《“十四五”生物经济发展规划》。规划文件中明确将大力发展生物质能作为促进生物经济的一个重要抓手，有序发展生物质发电，推动向热电联产转型升级，建设生物能源环保产业示范工程，挖掘生物经济潜力。

文件中提到的相关具体措施包括：在城乡有机废弃物集中地区开展纤维素乙醇、生物柴油、生物天然气产业示范，打通生物质原料收集、有机肥生产使用等重要环节，提高生物燃料生产规模。建设以生物质热电联产、生物质成型燃料及其他可再生能源为主要能源的产业园区。支持有条件的县域开展生物质能清洁供暖替代燃煤，稳步发展城镇生活垃圾焚烧热电联产，推进沼气、生物质成型燃料等其他生物质能清洁取暖。在有条件的地区开展生物柴油推广试点，推进生物航空燃料示范应用等。

中国的生物经济当前仍处于初级阶段，产业规模仍然较小，尤其是在发电领域的市场竞争中，生物质发电明显处于下风。国家能源局统计数据 displays，截至 2021 年底，生物质发电装机容量为 37.98 GW，仅占可再生能源发电装机总量的 3.57%。

[+ more](#)

## 中国出台煤炭清洁高效利用“新标尺”



2022 年 5 月 10 日，中国国家发改委等六部委联合发布了《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》的通知，旨在推动关键行业清洁高效地利用煤炭。文件给燃煤发电厂的能效标准设定了新的标尺，以促进能效升级，加快淘汰落后生产设施。

文件明确，新建燃煤发电湿冷机组的基准供电煤耗必须达到 270 克标准煤 / 千瓦时，空冷机组的基准供电煤耗必须达到 285 克标准煤 / 千瓦时。现有 300/600/1000 MW 燃煤机组的标杆煤耗被设定在 273 至 311 克标准煤 / 千瓦时之间。

通知规定，地方政府有责任明确现有燃煤机组升级和淘汰的时限（一般不超过 3 年）以及年度改造淘汰计划。各地必须在规定的期限内升级到基准水平以上，力争达到标杆水平，对于不能按期改造完成的项目进行淘汰。

[+ more](#)



## 中国拟大力推广能源领域 5G 应用

5月16日，中国国家能源局和工信部于联合发布了《关于征集能源领域5G应用优秀案例的通知》，开展能源领域5G应用优秀案例征集遴选工作，旨在有效提升能源数字化、网络化和智能化发展水平。申报日期截止到6月10日。

本次征集重点关注6类具有一定发展前景的能源领域典型应用场景，包括智能电厂、智能电网、智能煤矿、智能油气、综合能源和智能制造与建造。通过筛选5G与能源工程项目创新融合的优秀案例，树立融合应用解决方案可规模复制、合作模式可参考借鉴的能源工程项目+5G发展标杆，带动技术装备创新和应用场景拓展。

在激励机制方面，通知还提出，将在多平台公开发布《能源领域5G应用典型案例集》，并组织指导相关行业协会召开主题研讨会、经验交流会、产业峰会等形式多样的活动，扩大优秀案例的示范效应。鼓励各地方政府能源主管部门从项目审批、政策、资金等资源配套方面对依托项目提供支持，以促进后续试点项目的部署。

[+ more](#)

## 中国钢铁行业 EPD 平台正式发布

5月19日，中国钢铁行业环境产品声明（EPD）平台在北京正式上线。该平台可以帮助钢铁行业识别基于生命周期生产过程中包括碳排放数据在内的环境影响因素、监测并持续改善产品的环境绩效。

该平台旨在携手钢铁行业及上下游众多优质企业及机构，共同推进钢铁行业的绿色、健康和可持续发展。它将成为钢铁企业获取具有公信力第三方验证产品环境足迹信息的有力工具。

据中国钢铁工业协会介绍，该平台不仅规范了量化产品环境足迹，满足全价值链绿色低碳数据需求，打通国内外标准化语言对话渠道，应对国际各种碳税体系，指导外贸决策和对外贸易活动，还能帮助下游企业获取准确的上游钢铁材料环境信息，实现绿色采购，通过开展产品全生命周期环境绩效评估，帮助企业更科学地制订及实现减碳路线图。

[+ more](#)

## 国务院新批准六台核电机组

经过多年的准备、全面评估和审查，浙江三门二期、山东海阳二期和广东陆丰三个核电新建机组项目最终于4月20日在国务院总理李克强主持的常务会议上获得批准。

新批准的三个项目每个均涉及两台核电机组，总投资将达到1200亿元人民币。全部6台机组都将采用第三代核电技术：三门二期、海阳二期项目均采用国产化CAP1000技术，陆丰核电项目则将采用华龙一号技术。

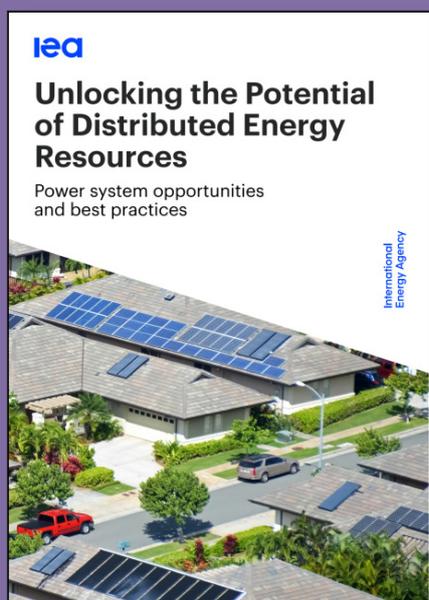
这是自2008年以来，中国首次一次性核准六台核电机组。此举表明了中国政府大力发展核电的决心，并将其作为国家电力供应的一个重要组成部分。

2022年3月，中国发布的《“十四五”现代能源体系规划》中就提出，计划到2025年将核电装机容量将从2020年底的51GW提高到70GW。该计划还呼吁积极有序推进沿海核电项目，以及推动核能在清洁供暖、工业供热、海水淡化等领域的综合利用。此前一年，山东海阳和浙江海盐两市已成功实现了商业化核能供暖。

[+ more](#)

# Reports ▶ Recommendation

## 报告推荐



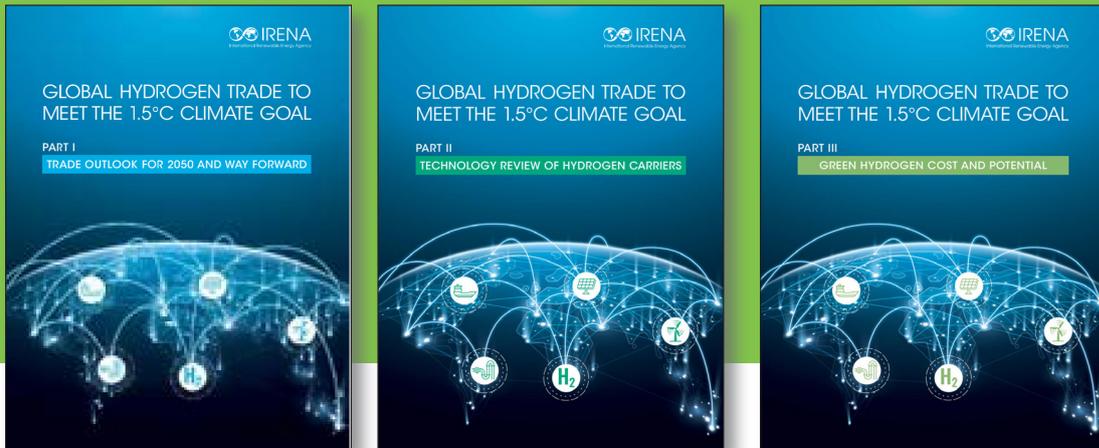
### ▲ 释放分布式能源的潜力

屋顶太阳能电池板和储能电池等分布式能源（DER）的快速扩张正在改变能源行业，为电力的生产、交易、交付和消费方式增添了新的背景。

为了帮助世界各地的决策者、监管机构和系统运营商更好地理解 and 应对分布式能源不断增加所造成的能源格局变化，IEA 特发布了此份新报告。着眼于各种案例研究，报告探讨了实际经验教训和最佳实践，并为加速分布式能源部署和系统整合所需采取的关键行动提出了一些洞见。

该报告列举了五类颇具前景的技术和解决方案，包括电池储能、电动汽车、电热水器和空间加热器、并网智能建筑以及虚拟电厂。随着数字化的日益深入，合理的激励措施和市场设计将有助于激发分布式能源作为宝贵电网资产的潜力。

→ [Read More](#)



### ▲ 实现 1.5°C 气候目标的全球氢能贸易

国际可再生能源署（IRENA）近日陆续发布了《实现 1.5°C 气候目标的全球氢能贸易》报告三部曲的后两部分。报告第一部分（尚未出版）涵盖了从氢能供应到基础设施的所有环节，评估了到 2050 年全球氢能贸易的前景；第二部分对比了通过管道运输氢气以及以压缩氢气的形态通过船舶运输的三种形式：氨、液态氢和液态有机氢载体（LOHC）。第三部分着眼于探讨 2030 年和 2050 年在不同情境和假设下不同地区和时间范围内绿氢成本和技术生产潜力。

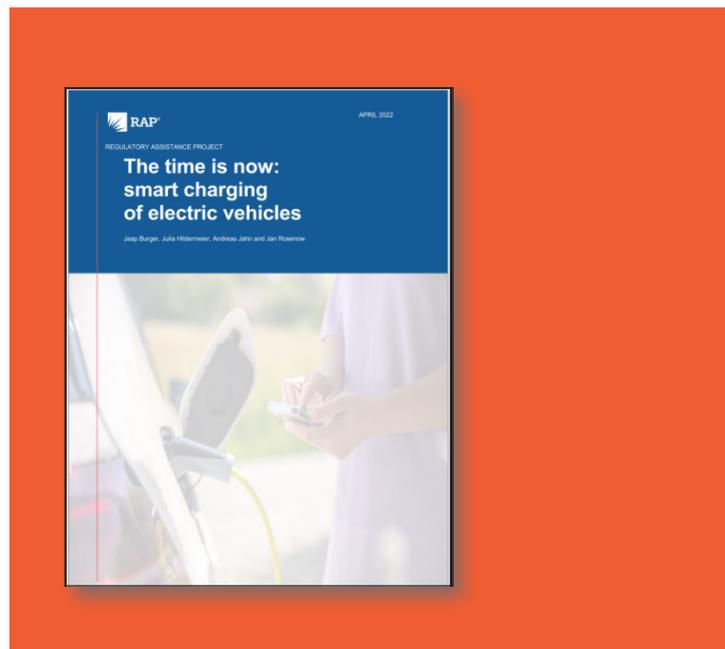
→ [Read More](#)

### ▲ 时机已到：电动汽车的智能充电

电动汽车对消费者和电力行业参与者来说都是一种强大的资源。智能充电可以最大限度地发挥电动汽车在为电力系统提供灵活性方面的潜力，并可在促进可再生能源整合的同时，将电动汽车对电力系统的影响降至最低。

睿博能源智库（RAP）的这份报告为设计制定完善的电动汽车智能充电监管框架奠定了基础。有效的监管框架将有利于培育智能充电收费和服务市场。报告通过分析欧洲 139 种涉及智能充电的现有费率设计和服务，探讨了一些最佳实践和创新模式，为政策制定者提供了有用参考。

→ [Read More](#)





## ▲ 企业绿色电力采购机制中国市场年度报告

越来越多的中国公司正在将可再生能源纳入其发展战略，致力于通过绿色电力采购和可再生能源的利用来实现其可持续性目标。落基山研究所（RMI）发布的这份年度报告着眼于追踪中国绿色电力市场的主要政策、事件和市场进展，旨在让有绿色能源需求的企业了解其绿电采购选项。基于对 2021 年市场的回顾和分析，报告讨论了现行的五种绿电采购模式，并对其现状和挑战进行了评估，还提出了企业在做绿电采购决策时可遵循的四个步骤。

→ [Read More](#)

## ▲ 应对能源短缺的需求侧解决方案

在这份政策文件中，丹麦 ZOE 研究所强调了需求侧政策在确保欧洲交通和住房领域能源安全方面的潜力，并就如何确保政策设计有效且兼顾社会平衡提供了指导性建议。

该文件通过分析各机构针对近期能源危机提出的 68 项需求侧举措，应用系统性的政策工具影响评估方法，对这些措施的一次节能潜力、社会影响和改革潜力进行了评估。

为了应对当前不断飙升的能源价格，该文件呼吁进一步强化新发布的 REPowerEU 政策工具，将有助于减少终端能源消费的需求侧措施纳入其中，并提出了一系列国家和欧盟层面的可行举措，以协调为减少能源需求所做的努力。

→ [Read More](#)





☎ 86-10 6587 6175

✉ info@ececpc.eu

📍 北京市朝阳区建国门外大街2号，  
银泰中心C座31层3123、3125

🌐 www.ececpc.eu

👤 主编：赤洁乔

英文编辑：Helen Farrell

✍ 反馈及投稿：magazine@ececpc.eu

🇪🇺 中欧能源合作平台项目（ECECP）由欧盟提供资助。

© 2021 European Union 版权所有。