

新能源、新经济：全系统视角¹

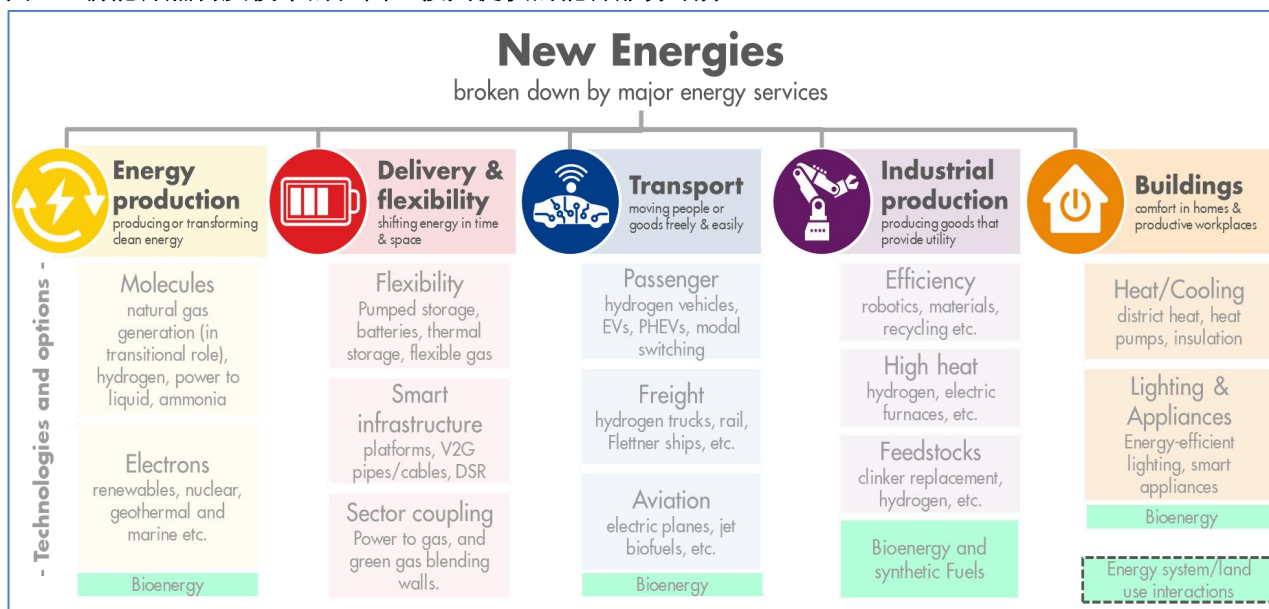
荷兰皇家壳牌公司

I. 简介

目前，能源体系正在经历一次由分散的低碳能源所驱动，并由新一代数字技术所支持的快速去碳化进程。这种迈向“新能源”的转型将产生广泛的影响并创造新的机会。为此，我们需要普及低碳能源载体，并开发相关技术、基础设施和政策，以帮助实现变革，从而在新能源的生产、输送和最终使用领域建立并发展一批高价值产业。

全球有三大趋势正在推动能源转型：去碳化、去中心化和数字化。这些趋势将影响能源的生产、输送与使用方式。去碳化趋势将使大规模能源生产转向低碳技术和燃料（例如，可再生能源和低碳氢能源）。新能源的性质将推动能源生产进一步去中心化的趋势，从而让基础设施在运输和输送能源方面发挥关键作用。例如，与距离需求中心更近的燃煤发电相比，太阳能发电需要在拥有大量潜在太阳能的地区进行。数字化将促进这些新能源的新输送与使用方式的普及，更充分地利用数字技术和行业互联互通来优化效率，并凸显出基础设施的关键作用。

图 1：新能源燃料及技术的范围（按其提供的能源服务细分）



来源: Vivid Economics

新能源

¹ 作者: Mallika Ishwaran (壳牌国际, 受 Vivid Economics 支持)。审校: Zhang Xinsheng、William Wang (壳牌(中国)有限公司)。

本文包含通过荷兰皇家壳牌公司协调开展的内部与外部调研获得的信息、洞见及建议，因而不代表公司的观点或立场。因此，投资者在做出有关荷兰皇家壳牌公司证券的投资决策时，不应依赖于这些信息。

		按主要能源服务细分			
技术和方案	能源生产 生产或转换清洁能源	输送和灵活性 从时间和空间上 转变能源	交通运输 自由地、轻松地 实现人与物的转 移	工业生产 生产具有实用性 的商品	建筑 舒适的住宅和高 效的工作场所
	分子 天然气生产（过 渡角色）、氢 能、电产液烃、 氢能	灵活性 抽水储能、电 池、热能储存、 灵活气体	客运 氢能汽车、电动 汽车、插电式混 合动力汽车、模 态切换	效率 机器人、材料、 循环再利用等	加热/制冷 集中供热、热 泵、隔热保温
	电子 可再生能源、核 能、地热能和海 洋能等	智慧基础设施 平台、V2G 管 线、DSR	货运 氢能卡车、轨 道、Flettner 货船 等	高热 氢能、电炉等	照明及电器 节能照明、智能 电器
			空运 电动飞机、航空 生物燃料等	原料 熟料置换、氢能 等	生物能源
	生物能源		生物能源	生物能源和合成 燃料	能源体系/土地利 用的相互作用

务必要从全系统的角度来认识新能源经济所需的各种新能源技术和燃料（图 1）。这不仅需要着眼于新能源供应，还需要着眼于交通运输、工业和建筑等最终使用领域的能源服务需求，以及新能源的运输和普及所需的基础设施和网络。电气化和低碳电子的推广普及，是建立新能源经济的关键要素。然而，一些行业仍将需要能源密集型燃料和低碳分子（例如，氢能和生物能源）。再加上去中心化和数字化进一步加深的趋势，未来的新能源体系将与目前截然不同。

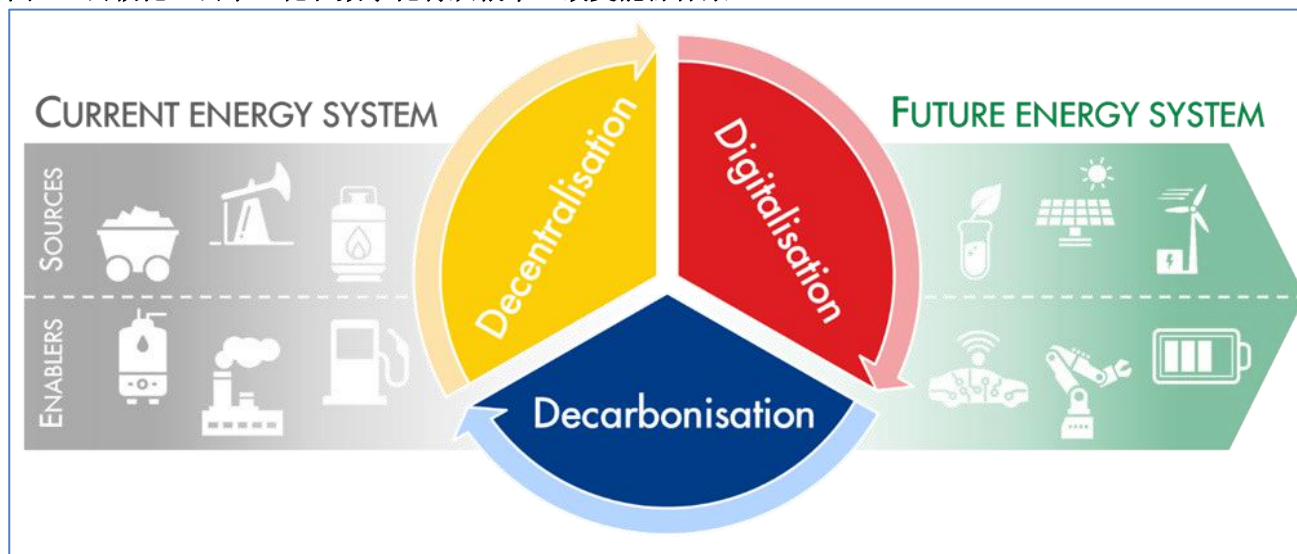
不同新能源技术和燃料的作用将取决于各个国家的背景和实际情况。例如：

- **可再生能源的可得性和类型：**欧洲的新能源发展重点，是以风能和太阳能等零碳技术来推动电气化，同时，让天然气和氢等低碳分子发挥辅助作用。然而，在巴西等国内生物能源可得性较高的国家，其重点是开发生物燃料并控制这些燃料对土地利用模式的潜在影响。
- **化石燃料储备和现有基础设施：**在历来拥有丰富石油和天然气资源以及大型天然气输配网络的国家，其重点是发展一系列可利用现有基础设施的新能源（例如，用氢能取代天然气来供暖）。对于一些将淘汰煤炭作为短期重点目标的国家（例如，因本地空气质量的原因），改用天然气并最终采用碳捕集、利用与封存（CCUS）技术，则是其迈向低碳经济的重要一步。

然而，对于所有国家，要最大程度地发挥低碳与无碳燃料及技术的价值，以新的方式来减少和控制需求是至关重要的——例如，提高工业和建筑行业的能源效率，以及通过提高工业的材料效率来提高能源生产率。

II. 能源体系转型的驱动因素

图 2：去碳化、去中心化和数字化将从根本上改变能源体系



来源：Vivid Economics

目前的能源体系	去碳化	未来的能源体系
来源	去中心化	
赋能因素	数字化	

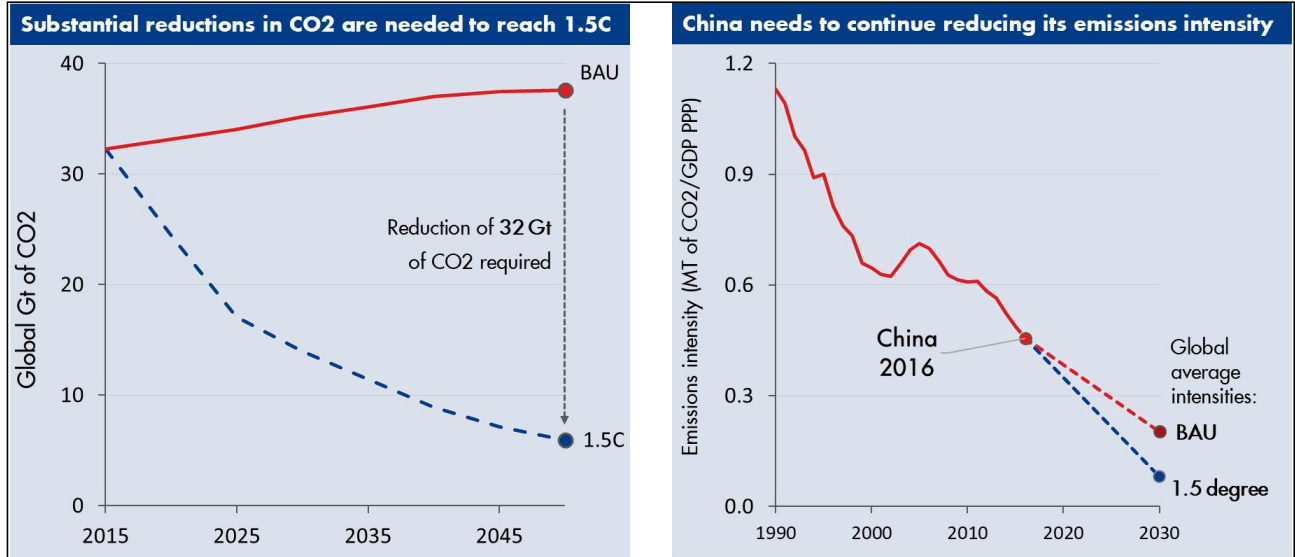
去碳化、去中心化和数字化将从根本上改变能源体系（图 2）。这些趋势将使能源体系从如今主要以化石燃料为基础的能源体系，转变为以新的低碳能源、新的能源运输与配送方式，以及新的能源使用与管理方式为基础的能源体系。

a. 去碳化

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）已确定，为避免出现危险的气候变化，全球升温幅度必须控制在与工业革命前相比不超过 2 摄氏度的水平。该委员会 2018 年专题报告指

出，通过将升温幅度控制在 1.5 摄氏度来避免气候变化，可产生显著的裨益。假设继续保持目前的政策，那么到 2050 年，全球 CO₂ 排放量将达到 32 吉吨，升温幅度将超过 1.5 摄氏度（图 3）。因此，为实现气候目标，全球各国需要采取更多行动。

图 3：去碳化挑战



来源：IEA ETP (2017a)；联合国政府间气候变化专门委员会 (2018)；国际能源署网站 (2018)

<p>为达到 1.5 摄氏度的目标，需要大幅削减 CO₂ 排放量 全球 CO₂ 排放量（吉吨） 需要减少 32 吉吨的 CO₂ 排放量</p>	<p>中国需要继续降低其排放强度 排放强度（百万吨 CO₂/GDP PPP） 中国 全球平均浓度 1.5 摄氏度</p>
--	---

中国在去碳化方面已采取重大举措，CO₂ 排放强度已连续 10 多年持续下降。尽管如此，中国仍须继续努力，以加快进展，达到全球平均 CO₂ 排放强度的下降速度，从而实现将全球升温幅度控制在 1.5 摄氏度以内的目标。

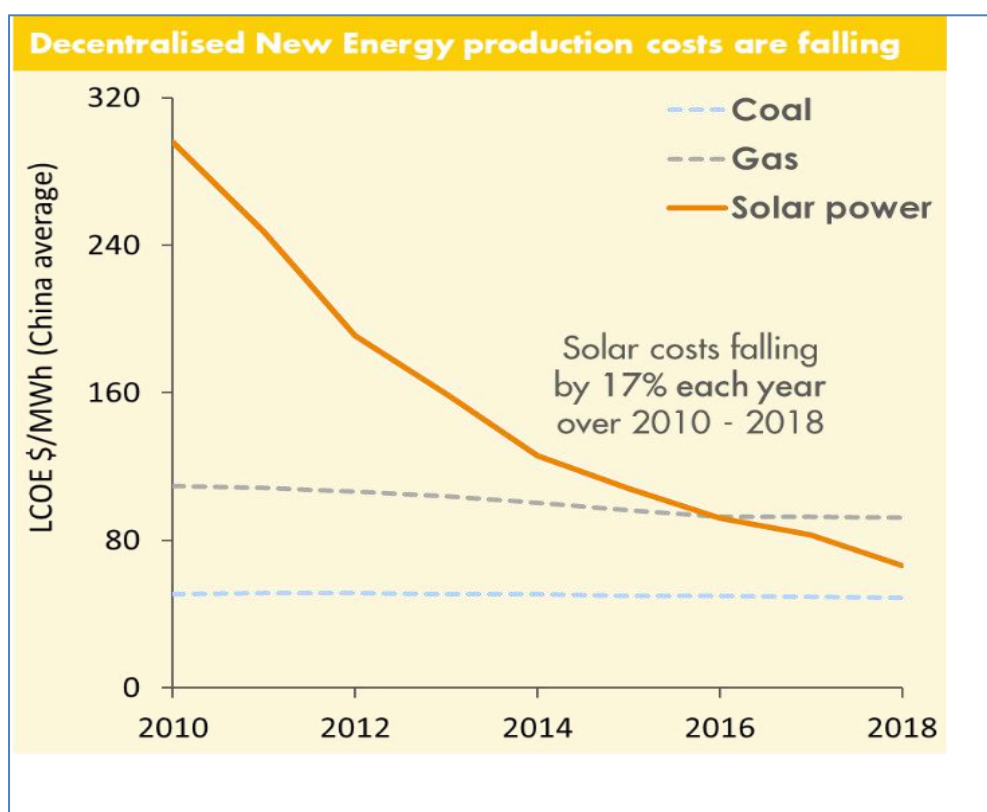
b. 去中心化

可再生能源等新能源的分布往往比现有的燃料来源更加分散。为应对这一变化，能源体系需要以资源为导向，而非反过来；例如，从目前主导能源体系的大规模集中化能源生产方式，转向将分散的低碳能源相拼凑的方式。这种新的能源生产方式继而将创造新的机会和价值领域。

太阳能即是反映新技术如何推动去中心化并创造新价值领域的一个典型范例。2010 年到 2018 年，太阳能的成本每年下降 17%，在一些地区，太阳能发电成本已低于天然气。然而，

太阳能的本质意味着，需要采取灵活的储能和备用发电方案，以满足阴雨天的能源需求。同时，其地点还必须位于拥有大量潜在太阳能的地区。另一方面，火力发电和其他集中式电力来源一般都靠近需求中心，这样可最大限度地降低输配电成本。例如，中国的燃气发电厂紧靠东部人口密集的城市，而拥有大量潜在太阳能的地区往往位于西部人口较少的地区（图4）。通过扩大太阳能部署规模来实现能源体系的去中心化，还可实现价值转移——尤其是在输电、配电和系统平衡等服务变得越来越重要的趋势下。

图4：去中心化形成了新的压力，在能源体系中开辟了新的价值领域



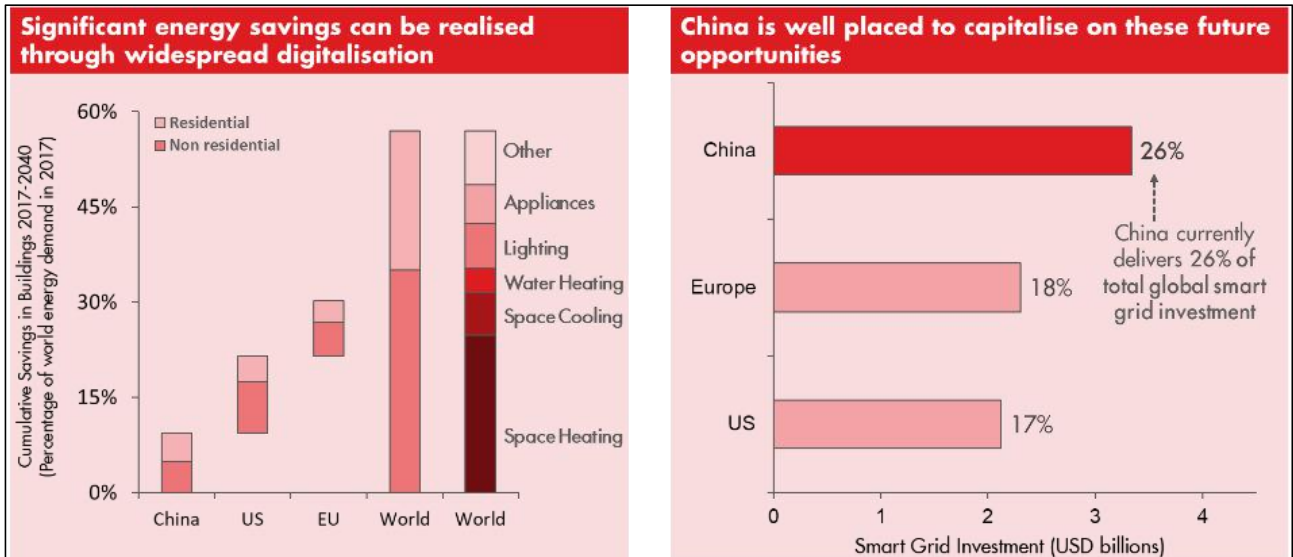
来源：Vivid Economics，基于WRI（2019）；IRENA（2019）

c. 数字化

数字化将促使更多的数据得到更充分的利用，从而催生新的服务和新的效率增益，并让能源体系更加智能、能更好地应对需求和供给的变化。技术性能和价格的提升将继续推动整个经济的广泛数字化，而且，新的数字技术还可能催生新的服务类型。例如，数字化让人们获得了对不断变化的情形做出实时应对的能力，从而促进各个最终使用领域的效率显著提高。对于建筑行业，预计通过更高效地使用电力和更有效地平衡供需，未来20年累计能源节省量将接近于目前全球能源需求量的10%（图5）。

目前，全球智能电网投资规模仅 130 亿美元左右，投资水平需要大幅提高，才能充分利用数字化趋势。目前，中国贡献了全球智能电网总投资的 26%，并已做好利用此领域未来机会的准备。

图 5：数字化将促进实现能源的大幅节省，中国已做好从中获益的准备



来源：国际能源署《数字化与能源报告》（2017b）

<p>数字化的普及可实现能源的大幅节省</p> <p>2017-2040 年建筑行业累计能源节省量（在 2017 年全球能源需求中的百分比）</p> <p>住宅 非住宅</p> <p>其他 电器 照明 水暖 空间制冷 空间供暖</p> <p>中国 美国 欧盟 全球 全球</p>	<p>中国已做好利用未来这些机会的准备</p> <p>中国</p> <p>欧洲</p> <p>美国</p> <p>目前，中国智能电网投资占全球总投资的 26%</p> <p>智能电网投资（十亿美元）</p>
---	---

I. 采用全系统的视角

目前，能源体系的每个部分都在向新能源转型，但到目前为止，各部分处于不同的进展阶段。去碳化、去中心化和数字化的趋势已在塑造能源体系的各个组成部分。然而，并非所有能源服务都将以同样的速度转型，因为它们分别面临不同的障碍并受到不同因素的推动。本节将从能源生产、输送和能源体系的灵活性，以及能源最终使用领域及各领域最新进展的角度，探讨“新能源”的未来发展。

a. 新能源的生产

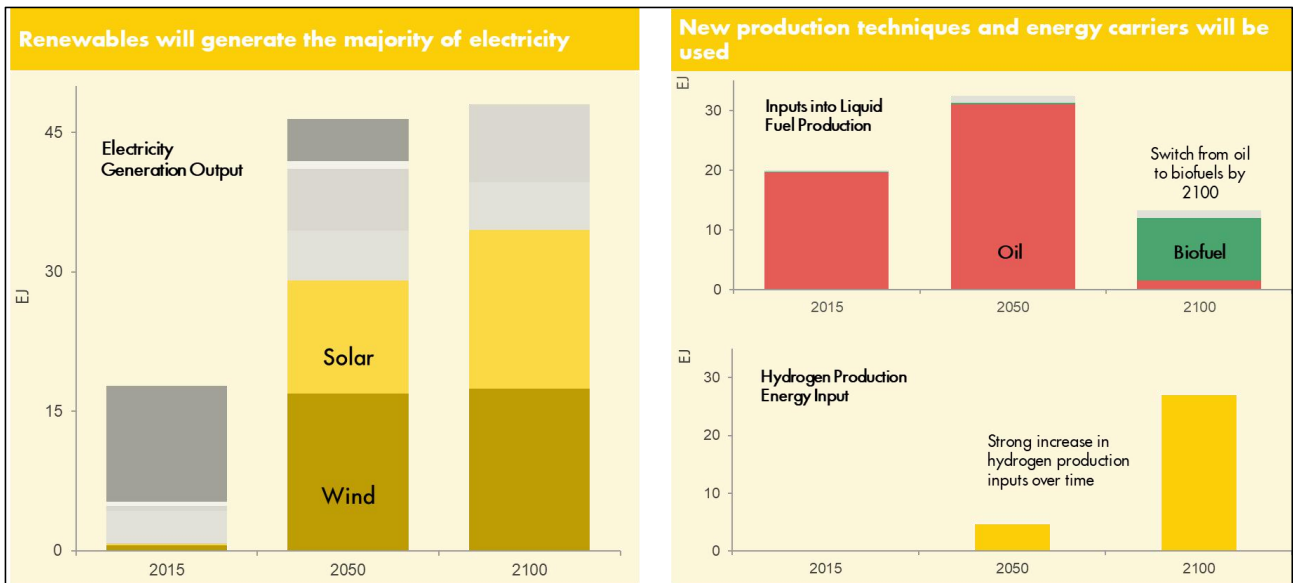
新能源以电子或分子的形式存在（图 6）。电子形式的能源优势在于，可通过使用风能和太阳能，实现低碳、低成本的生产，但缺点在于，需要远距离运输并且难以储存。相比之下，氢、氨和生物燃料等分子形式的能源的能量密度更高、更易于储存，但其生产成本较高。为实现经济的去碳化，我们需要采用电子和分子形式的能源。

中国的大部分发电能源（或电子能源）将来自风能和太阳能。中国以化石燃料为基础的发电方式将在规模和结构上发生重大变化。根据壳牌的“**天空**”远景²，预计到 2050 年，全球发电量将增长两倍左右，其中约一半来自太阳能和风能。本世纪下半叶，可再生能源在发电能源中的占比将继续扩大。在此期间，燃煤发电量将急剧下降。

最终使用领域消耗的物理燃料（或分子能源）也将以新的方式获得。传统上来源于石油的液体碳氢燃料将转而以生物燃料为主要供应来源。天然气等气体碳氢燃料则将越来越多地被氢能（通过电解、天然气和 CCUS(碳捕获、利用与封存)生成）所取代。预期氢能将从目前微不足道的数量，发展成为重要的能源载体——尤其是在工业和交通运输等难以削减能源需求的最终使用领域。预计未来几十年，天然气仍将是一种重要能源（尤其是与 CCUS 相结合）。通过与生物质结合（例如，在发电行业），CCUS 还可成为负排放的来源，以平衡难以削减能源需求的行业不可避免产生的排放。

图 6：新能源的生产包括低碳电子能源和低碳分子能源的生产

² 一种符合《巴黎协定》的情形，即将全球升温幅度控制在与工业革命前相比不超过 2 摄氏度的水平。



来源: 壳牌 (2018); 国际能源署网站 (2018)

<p>可再生能源将生成大部分电力</p> <p>EJ (10¹⁸ 焦耳)</p> <p>发电量</p> <p>太阳能 风能</p>	<p>新生产技术和能源载体将得到使用</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="810 891 1018 1093">液体燃料生产投入</td> <td data-bbox="1018 891 1230 1093">石油</td> <td data-bbox="1230 891 1442 1093">到 2100 年，从石油转向生物燃料</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1093 1018 1227">氢能生产能源投入</td> <td data-bbox="1018 1093 1230 1227">氢能生产投入随时间显著增长</td> <td data-bbox="1230 1093 1442 1227">生物燃料</td> </tr> </table>	液体燃料生产投入	石油	到 2100 年，从石油转向生物燃料	氢能生产能源投入	氢能生产投入随时间显著增长	生物燃料
液体燃料生产投入	石油	到 2100 年，从石油转向生物燃料					
氢能生产能源投入	氢能生产投入随时间显著增长	生物燃料					

实现这一目标的关键在于，扩大可再生能源发电产能，并寻找生成分子能源的新方法。到 2050 年，可再生能源的供给量需要在目前的基础上提高 700% 以上。然而，此过程中的主要挑战在于，如何利用太阳能和风能的大规模发电产能，因为它们往往远离主要的需求中心，需要使用额外的输电、蓄电和配电基础设施。此外，还需要采用其他相关技术来应对可再生能源的间歇性。除了这种大规模的变化之外，分子能源的发展也需要实施相应的变革，例如，开发必要的技术、基础设施和政策，以支持氢能和高级生物燃料等新燃料的商业化和大规模采用。要实现新能源的效益，我们将需要采用一系列新技术和新燃料（表 1）。

表 1: 主要的新能源生产技术和燃料种类

电子能源的主要来源

分子能源的主要来源

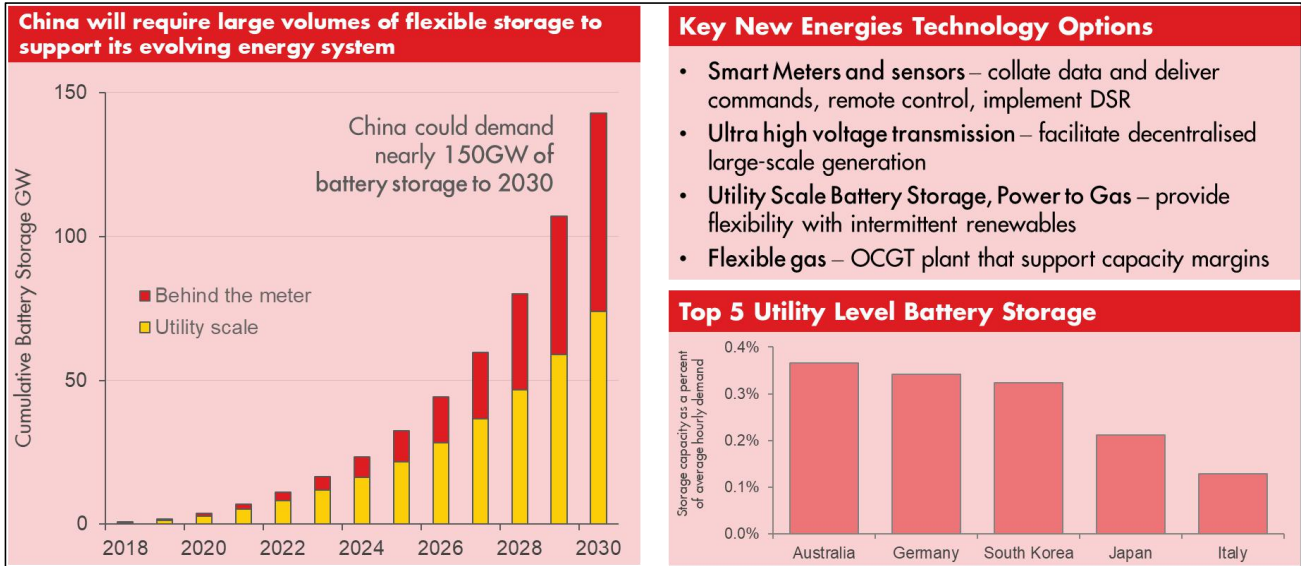
- 可再生能源——向岸和离岸风力、太阳能（包括大规模集中化太阳能）、海洋能（包括潮汐能和波浪能）
- 核能
- 利用 CCUS 实施火力发电（天然气、煤炭、生物质）

- 氢能（电解、天然气、CCUS）
- 液体生物燃料/生物沼气
- 氨能和合成燃料
- 电产液烃

b. 新能源的输送和灵活性

未来的能源体系将更加注重灵活性，并将为能源智能输送和能源需求平衡创造更多机会。随着能源体系越来越多地转向可再生能源和电气化，所带来的不仅有机遇，也有挑战。随着太阳能和风能在中国未来发电能源中占比的增长，我们将面临一项明显的挑战，即如何使需求与间歇性的供给保持平衡。电池储能带来的灵活性可能是解决这一问题的关键，让间歇性可再生能源能够在总电力需求中贡献更大的份额（图 7）。事实上，预计中国将需要大量储能——无论是电站级的电池储能还是季节性氢能储能。

图 7：要实现灵活的可再生能源发电体系，需要实现储能规模的大幅提升



来源：国际能源署（2017c）、世界能源理事会（2016）

中国将需要大量灵活储能来为其不断发展的能源体系提供支持

累计电池储能（吉瓦）

自用储能

电站级储能

主要的新能源技术方案

- 智能电表和传感器——整理数据并传送指令、远程控制、实施 DSR
- 超高压输电——促进去中心化大规模发电
- 电站级电池储能、电产气——通过间歇性可再生能源提供灵活性
- 灵活气体——支持容量裕度的 OCGT 工厂

到 2030 年，中国电池储能需求可能接近于 150 吉瓦	电站级电池储能最高的五个国家 储能容量（占平均每小时需求的百分比） 澳大利亚 德国 韩国 日本 意大利
-------------------------------	---

未来能源体系的灵活性不单单依赖于储能——新的数字技术将给我们带来塑造需求和分散发电的能力。在数字化的支持下，能源体系将实现进一步电气化和互联，让我们有机会优化各行业的能源需求，并让“产消者”有机会提供各自的、分散的发电产能和储能容量。例如，电动汽车智能充电可降低高峰需求和储能容量需求，还有可能用作一种分散式储能来源。

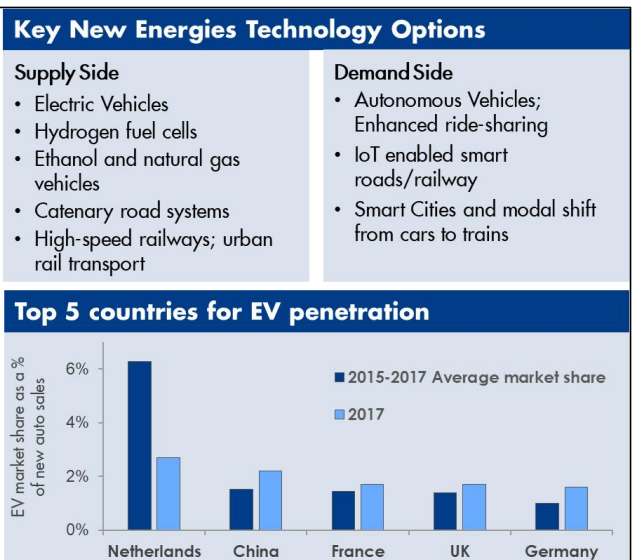
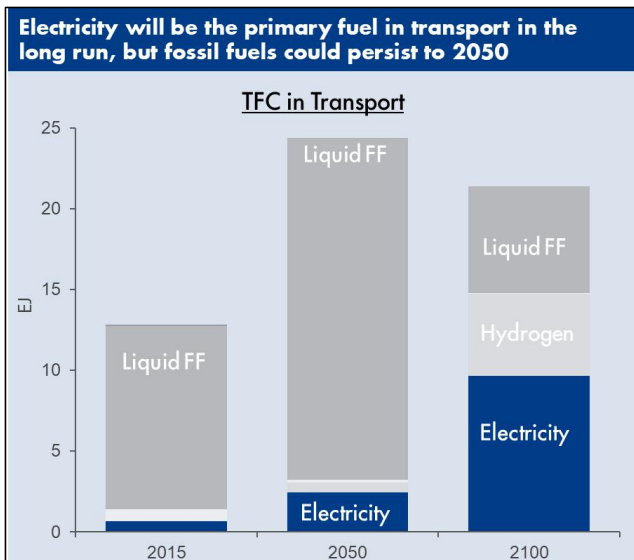
灵活的能源体系包括许多组成部分。智能电表可更好地协调能源供给和最终用户的需求。智能设备可发出需求响应，并由智能电表自动予以协调，从而为能源体系提供新的灵活性来源。为此，我们需要在电网的各个层面全面部署“物联网”技术，以确保这些机会得到有效利用。目前，中国在智能电表部署方面处于领先地位，其智能设备的数量也在不断增加，随着这些设备的不断普及，中国仍需继续保持智能电表的部署规模。

最后，高效的输电线路对于新能源的输送和灵活性至关重要，因为它有助于实现远离需求中心的分散化发电，并让各区域电力市场之间实现平衡，以应对可再生能源的间歇性，从而促进可再生能源采用率的提高。

c. 交通运输行业的新能源燃料和技术

交通运输行业是一个较难实现能源转型的行业，因为其对高能量密度燃料的需求较大——尤其是在长途运输、航运和空运方面。目前，与世界几乎所有其他地区一样，中国的交通运输行业主要使用液体化石燃料。根据壳牌的“**天空**”远景，尤其是在本世纪下半叶，电力和替代燃料（氢能、生物燃料）将在交通运输去碳化进程中发挥越来越大的作用（图 8）。随着中国经济的持续增长和发展，交通运输需求预计会增长，因此，预计到 2050 年，交通运输行业的能源使用量将增加一倍左右。然而，尽管航空运输可能会继续依赖于液体碳氢燃料（高级生物燃料），客运和轻型车辆可能几乎完全实现电气化，但重型车辆和航运仍可能依赖于低碳碳氢分子能源。

图 8：在交通运输行业，电力、氢能和生物燃料等新能源将取代液体化石燃料，同时，数字技术的应用将促进其能源效率的提升



来源: 壳牌 (2018); 国际能源署 (2018b)

<p>长期而言，电力将成为交通运输行业的主要燃料，但在 2050 年之前，化石燃料仍可能被持续使用</p> <p>EJ (10¹⁸ 焦耳)</p> <p>交通运输行业 TFC</p> <p>液体化石燃料</p> <p>液体化石燃料 电力</p> <p>液体化石燃料 氢能 电力</p>	<p>主要的新能源技术方案</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>供给侧</th> <th>需求侧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 电动汽车 • 氢燃料电池 • 乙醇和天然气汽车 • 悬链公路系统 • 高速铁路；城市轨道交通 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 自动驾驶汽车；增强型共享出行 • 物联网支持的智能公路/铁路 • 智慧城市，以及从汽车到列车的交通方式转变 </td> </tr> </tbody> </table> <p>电动汽车普及率最高的五个国家</p> <p>电动汽车市场份额（占新汽车销售量的百分比）</p> <p>2015-2017 年平均市场份额</p> <p>2017 年</p> <p>荷兰 中国 法国 英国 德国</p>	供给侧	需求侧	<ul style="list-style-type: none"> • 电动汽车 • 氢燃料电池 • 乙醇和天然气汽车 • 悬链公路系统 • 高速铁路；城市轨道交通 	<ul style="list-style-type: none"> • 自动驾驶汽车；增强型共享出行 • 物联网支持的智能公路/铁路 • 智慧城市，以及从汽车到列车的交通方式转变
供给侧	需求侧				
<ul style="list-style-type: none"> • 电动汽车 • 氢燃料电池 • 乙醇和天然气汽车 • 悬链公路系统 • 高速铁路；城市轨道交通 	<ul style="list-style-type: none"> • 自动驾驶汽车；增强型共享出行 • 物联网支持的智能公路/铁路 • 智慧城市，以及从汽车到列车的交通方式转变 				

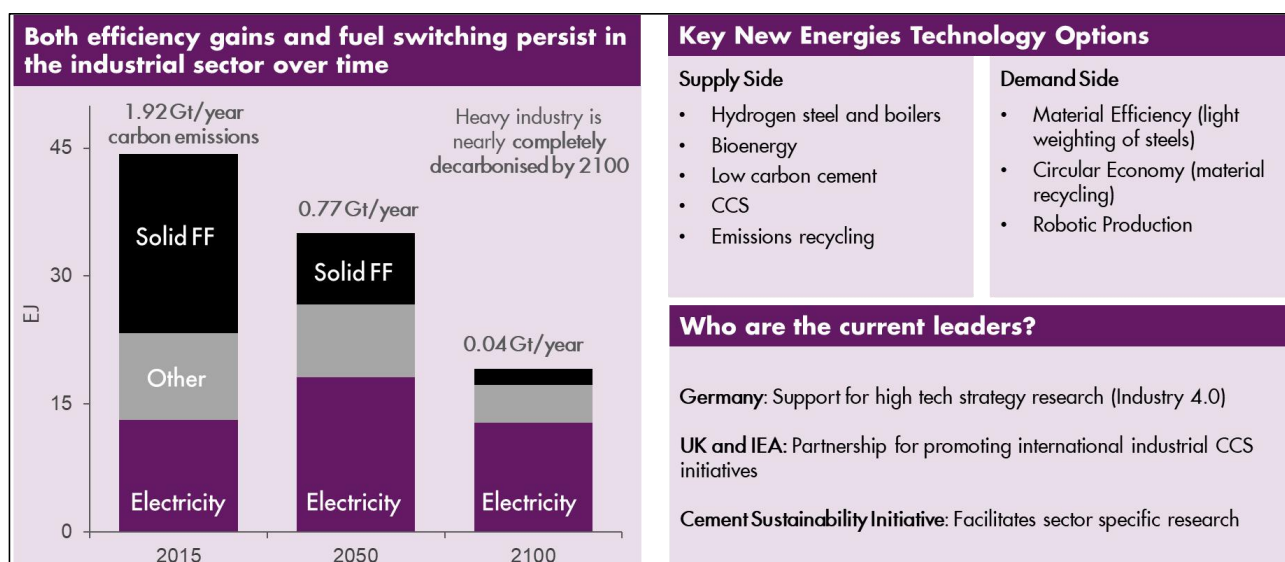
对于大部分公路运输，实际上已出现相应的电气化技术，但这些技术在全球范围的采用率仍然较低，配套基础设施仍不成熟。尽管电池和电动汽车（EV）的相关技术在迅速发展，并且其成本也在降低，但电动汽车的采用率仍然很低。中国采取的举措有可能促使采用率得到大幅提高。无论是绝对或是相对而言，中国在电动汽车的采用和电池生产方面均处于全球领先地位。同样值得注意的是，在需求方面，还有许多未实现的效率增益——例如，随着数字技术日益普及，汽车的采用率可能得到提高，相同的能源投入可能获得更多服务。

相比之下，低碳分子能源生产与使用方面的技术则远远落后。这些技术离商业化仍有一定距离，因此，与可再生能源技术一样，它们也需要通过政策框架和相关支持来激励投资并推动成本下降（例如，对于电解制氢和燃料电池技术）。

d. 工业生产领域的新能源燃料和技术

工业生产领域也是一个较难实现能源转型的领域，尤其是较难实现电气化的重工业，因为钢铁、水泥、化工和轻工制造等行业的去碳化方案各不相同。目前，中国超过一半的工业能源投入来自煤炭，因而导致较高的碳排放量。然而，根据壳牌的“天空”远景，随着替代能源载体和技术进步让改进和改变工业过程成为可能，工业对煤炭的依赖程度可能会迅速降低（图9）。将提高能源效率、电气化（轻工业）和新燃料（重工业）相结合，是工业领域去碳化的前提条件。

图9：工业领域将需要采用低碳电子能源、分子能源和新的工业过程



来源：壳牌（2018）

随时间推移，工业领域的效率增益和燃料转换将继续存在 EJ 到2100年，重工业几乎完全实现去碳化	主要的新能源技术方案														
<table border="1"> <tr> <td>碳排放量 1.92 吉吨/年</td> <td>0.77 吉吨/年</td> <td>0.04 吉吨/年</td> </tr> <tr> <td>固体化石燃料</td> <td>固体化石燃料</td> <td></td> </tr> <tr> <td>其他</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>电力</td> <td>电力</td> <td>电力</td> </tr> </table>	碳排放量 1.92 吉吨/年	0.77 吉吨/年	0.04 吉吨/年	固体化石燃料	固体化石燃料		其他			电力	电力	电力	<table border="1"> <tr> <td> 供给侧 <ul style="list-style-type: none"> 氢能炼钢和锅炉 生物能源 低碳水泥 CCS 排放回收 </td> <td> 需求侧 <ul style="list-style-type: none"> 材料效率（钢材轻量化） 循环经济（材料回收再利用） 机器人生产 </td> </tr> </table> <p>目前有哪些国家处于领先？</p> <p>德国：支持高科技战略研究（工业4.0）</p> <p>英国和国际能源署：通过合作，共同促进实施国际</p>	供给侧 <ul style="list-style-type: none"> 氢能炼钢和锅炉 生物能源 低碳水泥 CCS 排放回收 	需求侧 <ul style="list-style-type: none"> 材料效率（钢材轻量化） 循环经济（材料回收再利用） 机器人生产
碳排放量 1.92 吉吨/年	0.77 吉吨/年	0.04 吉吨/年													
固体化石燃料	固体化石燃料														
其他															
电力	电力	电力													
供给侧 <ul style="list-style-type: none"> 氢能炼钢和锅炉 生物能源 低碳水泥 CCS 排放回收 	需求侧 <ul style="list-style-type: none"> 材料效率（钢材轻量化） 循环经济（材料回收再利用） 机器人生产 														

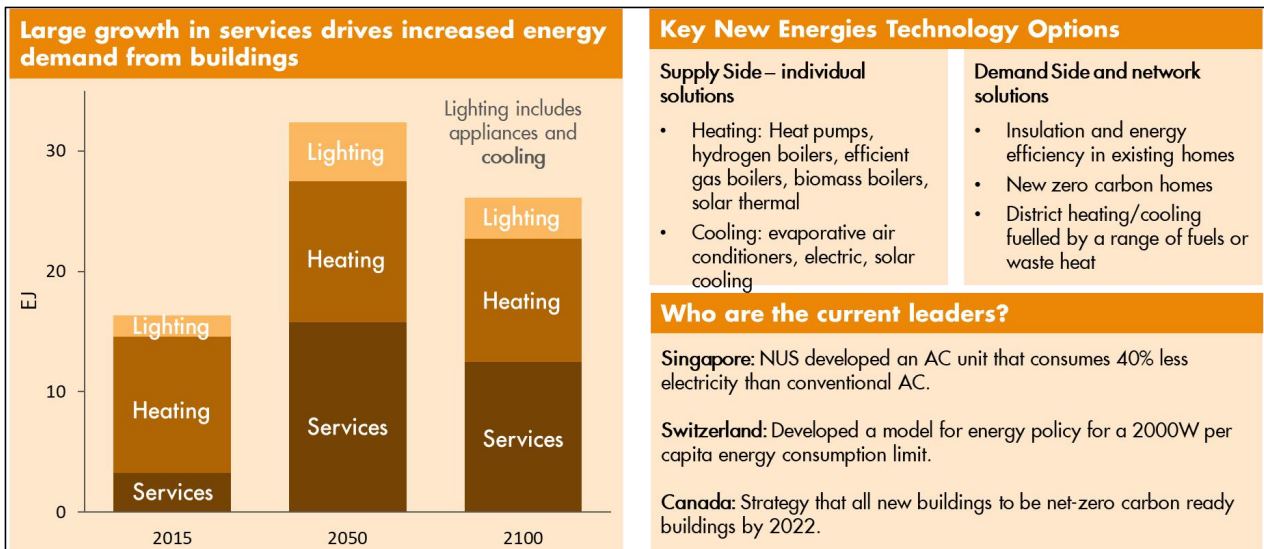
	工业 CCS 倡议 水泥可持续性倡议：促进产业研究
--	------------------------------

要实现向新能源的转型，工业领域将需要进行研发和创新，以改变过时的、基本未改进的生产方法。在工业领域，燃料以多种方式被使用。某个工业过程的改进不一定适用于另一个工业过程，因此有必要通过研究，评估并测试新燃料在不同工业过程中的潜在作用。例如，重工业的工业过程往往依赖于高热量，而且能够替代化石燃料产生其所需的高质量热量的新能源非常有限。在某些情况下，可以使用新的低碳分子能源（例如，氢基钢），但在其他许多情况下，这是不可行的。对于水泥等行业，CCUS（碳捕获、利用与封存）提供了一条去碳化路径。目前，有关碳封存的激励不足，因此，目前的项目依赖于“提高石油采收率”这样的用例来产生收入流，以实现财务可行性。最后，循环经济的思路，即改善能源和材料的循环利用，也可显著减少工业领域的碳排放。

e. 建筑行业的新能源技术

建筑行业的能源需求与经济发展密切相关。预计从目前到 2050 年，中国建筑行业的能源需求将翻一番，这一增长几乎完全由能源服务需求在收入水平和经济繁荣程度提高背景下的增长所驱动。例如，从目前到 2050 年，家用电器和制冷设备的需求预计将增长一倍以上。提高建筑物的热效率将产生重要作用，尤其是对于现有的建筑存量而言。然而，正如“天空”远景所呈现的，建筑物能源消耗的电气化和电力供应的去碳化，是减少建筑行业碳排放的主要途径。

图 10：建筑行业去碳化所需的低碳与效率提升技术



Key New Energies Technology Options

Supply Side – individual solutions <ul style="list-style-type: none"> Heating: Heat pumps, hydrogen boilers, efficient gas boilers, biomass boilers, solar thermal Cooling: evaporative air conditioners, electric, solar cooling 	Demand Side and network solutions <ul style="list-style-type: none"> Insulation and energy efficiency in existing homes New zero carbon homes District heating/cooling fuelled by a range of fuels or waste heat
--	--

Who are the current leaders?

Singapore: NUS developed an AC unit that consumes 40% less electricity than conventional AC.

Switzerland: Developed a model for energy policy for a 2000W per capita energy consumption limit.

Canada: Strategy that all new buildings to be net-zero carbon ready buildings by 2022.

来源: 壳牌 (2018)、GlobalABC (2018)

<p>能源服务的大幅增长驱动建筑行业能源需求的增长</p> <p>EJ (10¹⁸ 焦耳)</p> <p>照明包括电器和制冷</p> <table border="1"> <tr> <td>照明</td> <td>照明</td> <td>照明</td> </tr> <tr> <td>供暖</td> <td>供暖</td> <td>供暖</td> </tr> <tr> <td>服务</td> <td>服务</td> <td>服务</td> </tr> </table>	照明	照明	照明	供暖	供暖	供暖	服务	服务	服务	<p>主要的新能源技术方案</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="798 840 1117 1209"> <p>供给侧——个体解决方案</p> <p>供暖：热泵、氢能锅炉、高效天然气锅炉、生物质锅炉、太阳能热利用</p> <p>制冷：蒸发制冷空调、电动制冷、太阳能制冷</p> </td> <td data-bbox="1117 840 1441 1209"> <p>需求侧和网络解决方案</p> <ul style="list-style-type: none"> 现有住宅中的隔热和能源效率 新型零碳住宅 一系列燃料或废热实现的区域供暖/制冷 </td> </tr> </table> <p>目前有哪些国家处于领先?</p> <p>新加坡：NUS 开发了一款空调机，耗电量比传统空调机低 40%。</p> <p>瑞士：制定了人均能源消耗限额 2000 瓦的能源政策。</p> <p>加拿大：制定了到 2022 年，所有新建筑均为净零碳建筑的战略。</p>	<p>供给侧——个体解决方案</p> <p>供暖：热泵、氢能锅炉、高效天然气锅炉、生物质锅炉、太阳能热利用</p> <p>制冷：蒸发制冷空调、电动制冷、太阳能制冷</p>	<p>需求侧和网络解决方案</p> <ul style="list-style-type: none"> 现有住宅中的隔热和能源效率 新型零碳住宅 一系列燃料或废热实现的区域供暖/制冷
照明	照明	照明										
供暖	供暖	供暖										
服务	服务	服务										
<p>供给侧——个体解决方案</p> <p>供暖：热泵、氢能锅炉、高效天然气锅炉、生物质锅炉、太阳能热利用</p> <p>制冷：蒸发制冷空调、电动制冷、太阳能制冷</p>	<p>需求侧和网络解决方案</p> <ul style="list-style-type: none"> 现有住宅中的隔热和能源效率 新型零碳住宅 一系列燃料或废热实现的区域供暖/制冷 											

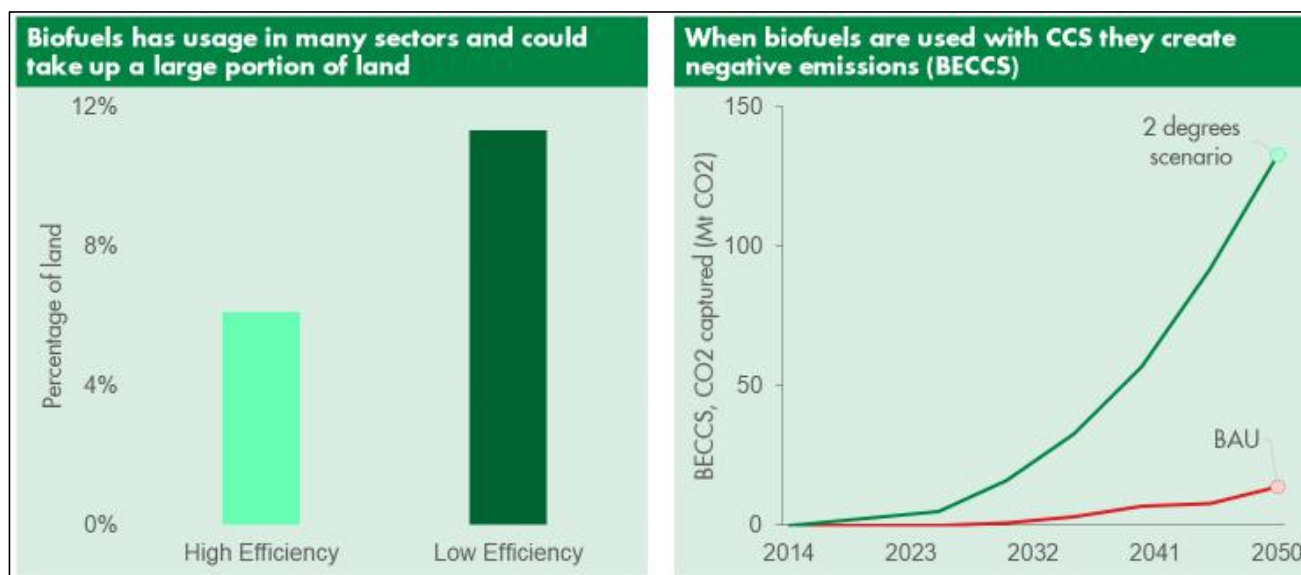
建筑行业去碳化所需的主要技术包括个体解决方案和网络解决方案（图 10）。在个体层面，建筑可采用一系列低碳节能技术。制冷能源需求一直是建筑行业增长最快的最终应用需求（IEA, 2019b），未来，来自可再生能源的被动制冷技术和制冷服务将占据重要份额。在需求方面，建立更节能的网络将有助于实现该行业的能源转型。对现有住宅的绝缘结构进行升级改造，确保新建筑的净零碳排放，将有助于减少能源需求和排放。利用废热和剩余燃料提供区域供暖/制冷，将有助于进一步提高效率并减小住房能源需求对环境的影响。

f. 新能源与土地利用

土地利用部门是新能源燃料和技术（例如，用于交通运输的液体生物燃料，以及用于发电的固体生物质）的重要来源。然而，生物燃料有可能占用大量土地，因而有可能影响粮食供应，并对环境产生较广泛的影响。预计生物燃料在一次能源中的占比将增长，以致中国多达 11% 的土地被专门用于生产生物原料（在可耕地中的占比则可能高得多）。

将生物原料优先用于其他去碳化方案有限的行业（例如，航空和化工）以及负排放技术（例如，生物能源与 CCS 结合发电(BECCS)），可为碳减排发挥至关重要的作用。BECCS 等负排放技术针对能源部门不可避免的碳排放提供了予以抵消的方法，因而预计将迅速发展。例如，国际能源署预测，2050 年，大约需要通过 BECCS 技术封存 1.2 亿吨二氧化碳（图 11）。

图 11：未来的新能源体系将需要生物能源来实现各种能源服务（包括负排放）



来源：壳牌（2018）；国际能源署（2017a）；CCC（2011）

生物燃料在众多行业得到使用，并可能占用大部分土地	将生物燃料与 CCS 相结合（BECCS），可实现负排放
土地百分比	BECCS 捕获的 CO2（百万吨 CO2）
高效率 低效率	2 摄氏度情景

参考文献

- CCC, 2011. 《生物能源综述》。网址: https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2011/12/1463-CCC_Bioenergy-review_bookmarked_1.pdf (访问时间: 2019年9月26日)
- GlobalABC, 2018. 《2018年全球现状报告》。网址: <https://globalabc.org/uploads/media/default/0001/01/f64f6de67d55037cd9984cc29308f3609829797a.pdf> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2019a. 《交通运输生物燃料》。网址: <https://www.iea.org/tcep/transport/biofuels/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2019b. 《能源效率: 制冷》。网址: <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/buildings/cooling/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2018a. 《世界能源平衡》。网址: <https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2018> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2018b. 《2018年全球电动汽车展望》。网址: <https://www.iea.org/gevo2018/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2017a. 《能源技术展望》。网址: <https://www.iea.org/etp2017/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2017b. 《2017年数字化与能源》。网址: <https://www.iea.org/digital/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IEA, 2017c. 《智能电网》。网址: <https://www.iea.org/tcep/energyintegration/smartgrids/> (访问时间: 2019年9月26日)
- IERNA, 2019. 《2018年可再生发电成本》。网址: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018> (访问时间: 2019年9月26日)
- Shell, 2018. 《“天空”远景》。网址: <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenario-sky.html> (访问时间: 2019年9月26日)
- Wood Mackenzie, 2019. 《2019年中国可再生能源竞争力报告》。网址: <https://www.woodmac.com/our-expertise/focus/Power--Renewables/china-renewables-lcoe/> (访问时间: 2019年9月26日)

World Energy Council, 2016. 《电子储能：从成本转向价值：风能和太阳能的应用》。网址：
<https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Resources-E-storage-report-2016.02.04.pdf>（访
问时间：2019年9月26日）

WRI, 2019. 《全球电厂数据库》。网址：[http://](http://datasets.wri.org/dataset/globalpowerplantdatabase)
datasets.wri.org/dataset/globalpowerplantdatabase（访问时间：2019年9月26日）