



## 可持续发展、脱碳和行业举措调查结果和分析

Aspen Technology, Inc. 行业营销总监 Ron Beck  
Aspen Technology, Inc. 市场调查高级总监 Patricia Ryan  
普林斯顿大学, Robert Socolow, Emeritus 教授



## 行政摘要

过去 12 个月里，全球能源和化工行业的势头日益强劲，制定了宏伟、涉及范围很广的碳减排、塑料再利用和节水目标，以支持可持续发展。是什么推动了这种势头？为实现这些目标，公司制定了哪些举措？从短期和长期来看，行业在多大程度上考虑了这个问题？在方法上存在哪些共识或分歧？当我们着眼于可持续发展和技术的融合时，创新和合作的最大机遇在哪里？

为解决这些问题，我们调查了 340 位行业高管和高级经理，询问了一系列有关可持续发展和具体碳减排方面的问题。我们收到的很多回答都证实了公开可获得的信息。但是我们也发现，在部分领域人们对可持续发展的大体理解不及宣传力度。有几个领域是值得特别关注。

首先，受访者一般都会采用一系列可持续发展战略，而不是单一方法。在决定投资哪些领域前，许多公司通常会追随一小部分的先行者和创新者。最有趣的是，我们发现某举措吸引了最多的关注和投资（有关这些聚焦领域的总结见图 1）。特别值得一提的是，氢能捕集和碳捕集是四个最常被提及的领域中的两个，而且每家受访公司都在执行能源优化和节能减排的计划。向可再生能源转型也是巨大的投资领域。

## 长期可持续发展投资



图 1. 您的公司目前投资/计划在未来 5 年内投资哪些技术来解决温室气体排放问题？

尽管各国政府的可持续发展目标和监管框架存在区域差异，但行业对可持续发展的承诺在全球范围内是一致的。这反映在可持续发展如何影响各地区工业的观点中（见图 2）。

## 全球超 60% 的公司预计会受到可持续发展带来的重大冲击

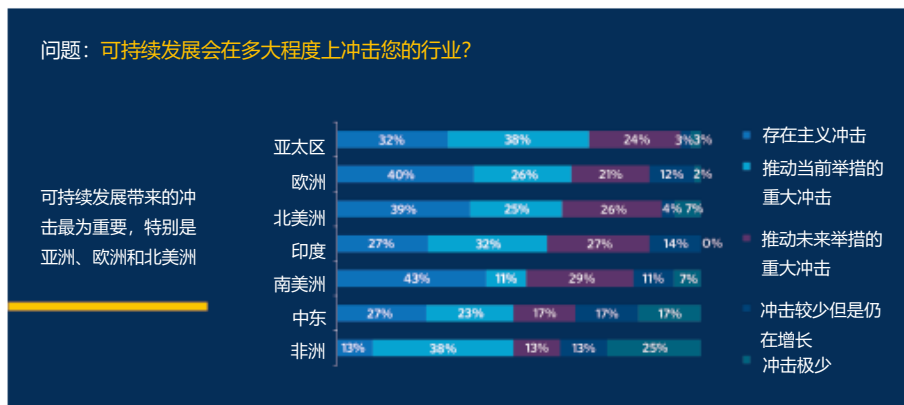


图 2. 可持续发展冲击着各区域的资产密集型行业。

我们从气候变化和碳减排科学的概述开始讨论。随后，我们将研究碳排放的测量方法和指标，审查碳减排的替代方案，涵盖行业和区域差异，并总结技术如何在现在及未来几年发挥作用。

## 为什么要净零排放？全球碳和气候变化图

“气候变化”背后有一个深刻的理念，即普通的人类活动可能在全球范围内为人类福祉带来问题，并延伸至遥远的未来。人类活动不再渺小，足以对全球产生冲击。直到近年来（大约 50 年前），人们才意识到我们会破坏全球环境。对于气候变化，最具相关性的人类活动是燃烧化石燃料，目前每年约有 350 亿吨二氧化碳排放到大气中，约占大气中二氧化碳存量的 1%。目前，大气中二氧化碳含量的增长速度减缓，大约在每年 0.5%，因为海洋表面和植被也会去除大气中的二氧化碳。

大量证据证实，向大气排放二氧化碳会提高地球表面的平均温度。一个实用的近似关系是，每向大气中排放 1.6 万亿吨二氧化碳，地球表面的平均温度就会上升 1 摄氏度。图 3 中三角形的左半部分显示了化石燃料时代到目前为止的二氧化碳排放量的理想模型，在过去的 80 年里以线性增长到现在的速度（四舍五入到每年 400 亿吨），在此期间，地球的表面温度确实上升了约 1 摄氏度。三角形的右半部分显示了如何实现“2 摄氏度”的全球升温，即化石燃料排放速率时代以与增长速率相同的速度下降。40 年后（下降一半）的排放量将是现在的一半。

图 3 的示意图是近似值，但足以说明大气中的二氧化碳动态。由于大气二氧化碳和地表温度之间关系的不确定性尚未确定，因此无法确切地了解它们。因此，我们不知道这种不幸之事会发生的有多快。在不走运的情况下，在实现目前的 2 摄氏度目标的情况下，气温上升 3 摄氏度或以上的概率为 1/6。同样，如果幸运的话，在实现今天看来很不负责任的 3 摄氏度目标的情况下，气温上升 2 摄氏度或更低的概率是 1/6。尽管这种不确定性有时被用作推迟出台减排气候政策的理由，但从另一个角度来看：对于不幸的结果会多快到来，我们的理解越不完善，我们越有动力采取更大胆的行动防患于未然。2014 年《巴黎协定》的目标是，与 1800 年相比，地球平均表面温度上升要“远低于”2 摄氏度，这需要在 21 世纪中期将全球排放量减少一半以上。

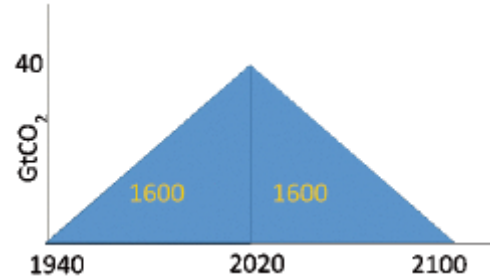


图 3 以工业化前的碳排放为基准，假设地球表面平均温度上升达到上限“2 摄氏度”的碳排放轨迹如上图所示。两个半三角形的面积都表示 1.6 万亿吨二氧化碳(GtCO<sub>2</sub>)，这与温度上升 1 摄氏度有近似相关性。[来源：Robert Socolow, 2021]

一些政府和环境利益集团正在讨论更强有力的目标，比如在 2050 年实现“净零”排放。这可能会在 2021 年格拉斯哥气候变化大会（COP 26，2021 年 11 月初）上进行讨论。

人类特别容易受到行星变化的影响，因为地球的气候在过去 5,000 年里相对稳定。农业可以在合适的

地方进行，城市可以坐落在海边。这一时期是反常的：在过去的 20,000 年里，随着世界走出冰河时代，海平面上升了 100 多米。如果本世纪海平面再上升 2 米，就会造成严重的流离失所。例如，在美国，佛罗里达南部的大部分地区将被淹没。从含水层中提取淡水会造成沉降，从而增加了相对海平面上升速度，增加了洪水风险。到 2100 年海平面上升 2 米比专家们的主要估计要高，但这个结果在保留今天的化石燃料经济的情况下是可信的。（地球表面温度上升融化了冰川和冰原上的冰，融水流入大海。）

将全球每年 350 亿吨的二氧化碳排放量除以世界 70 亿人口，每人每年在全球排放量中所占的“份额”约为 5 吨二氧化碳。图 4 显示了四种个人日常活动，每种活动都以这种速率向大气中排放二氧化碳。

美国人均每年排放 15 吨二氧化碳，欧洲和中国人均每年排放 10 吨。更高的能源使用效率（例如，更高效的车辆和设计更好的房屋）可大幅减少排放，但是，如果我们希望停止化石燃料排放的增长，并逐步淘汰几乎所有的化石燃料，那么显然需要迅速从现有的化石燃料能源系统转向替代能源。

## 日常活动对二氧化碳水平的影响

下表比较了四种不同活动对每年二氧化碳排放的影响。

活动	5 吨二氧化碳/年排放
a) 开车	30,000 km/年 @ 5 升/100km (45 mpg)
b) 乘飞机	30,000 km/年
c) 住宅供暖	天然气、平均住宅和气候
d) 照明	400 kWh/月，全部煤电 800 kWh/月，全部天然气电

图 4. 每年排放 5 吨二氧化碳的四种方式（今天的全球人均排放量）。

除二氧化碳外，今天的能源和化学品生产商还面临着第二种温室气体的排放，即甲烷。

如今，甲烷产生的温室效应约是二氧化碳的一半。甲烷和二氧化碳排放量的百分比增长率相似，约为每年 0.5%。如今，甲烷含量是工业化前的 2.5 倍，二氧化碳是 1.5 倍。每增加一吨甲烷，在排放时对全球变暖的影响要放大 100 倍，但甲烷在大气中的平均停留时间约为 12 年，然后才会与大气中的其他成分发生反应，而相当一部分的二氧化碳会无限期地留在大气中。因此，从一个世纪的角度来看，甲烷排放的影响相对于短期而言更小。结果是，对于二氧化碳和甲烷的相对影响，并没有统一答案，这取决于所考虑的时间范围。如果你关注 100 年以内（适用于预测未来的海平面上升），那么如今的甲烷排放不如 20 年的二氧化碳排放更重要（适合应对极端天气）。

重要的是，化石燃料是人类排放的二氧化碳的最大来源，其次是森林砍伐，而甲烷的相对顺序正好相反。对于化石燃料，根据经验法则（尽管有相当大的不确定性），80% 人类产生的二氧化碳排放来自化石燃料，20% 来自森林砍伐等生物来源，但 80% 的甲烷来自生物来源，而 20% 的排放则源自天然气提取、分配和使用系统。当然，比起排放到大气，被捕获的甲烷可以出售给巨大的商业市场，而可供出售的二氧化碳却很少。

## 调查方法

2020 年秋，AspenTech 对代表资产密集型行业（石油和天然气、炼油、化工、采矿、电力、制药和消费品）的领先公司的行业高管和运营领导者进行了一项调查。我们收到 340 份回复，其中 183 人完成了整个调查。我们在结果中纳入了部分完成的回复。我们收到的回复分布在不同行业和地区（见图 5）。作为后续调查，我们对一小部分受访者进行了个人访谈，以更好地理解这些公司对调查的回应方式背后的一些想法。

### 受访者人口统计学特征

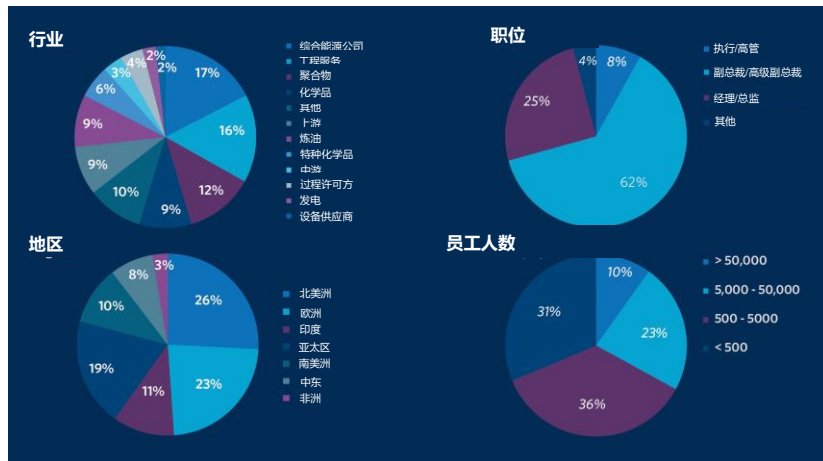


图 5.2020 年 AspenTech 可持续发展调查受访者的人口统计学特征。

## 可持续发展目标的透明度如何？

在我们近期的调查中，92%的受访者表示，他们参与了公司内部的可持续发展计划，或对其有一定了解，而且大多数受访者都是公司的总监级别或更高级别。这些数据表明，可持续发展不再仅仅是 ESG 官员或部门的职责范围，而更多是石油和天然气、炼油和化工等行业的运营人员的责任，同时也深入到组织中。

### 92%的受访者关注企业可持续发展目标

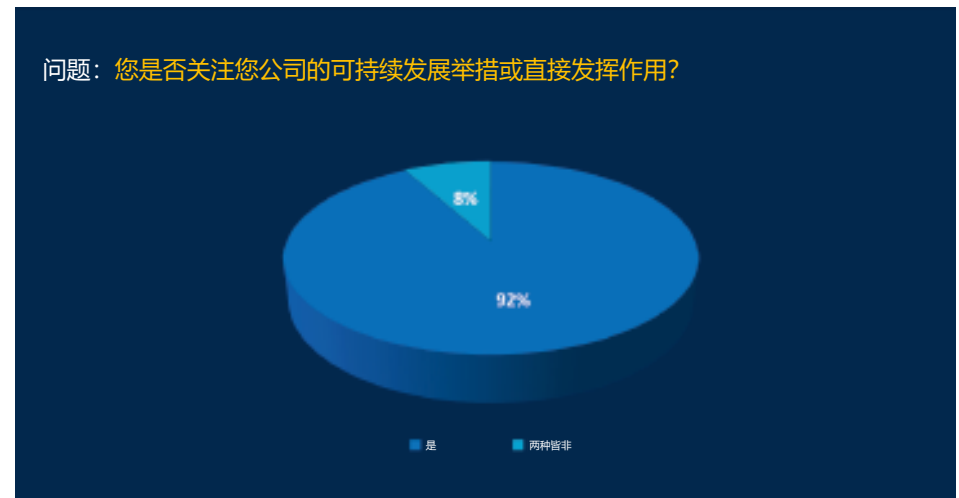


图 6.公司可持续发展目标的透明度。

## 变革的驱动力

如上所述，政府、社区、投资者和行业对碳减排重要性的理解和认识日益加深。我们想知道，企业解决可持续发展问题的唯一原因是政府政策还是投资者的压力。事实上，推动行业行动的主要原因远不止这些（见图 5）。

从广义上看，该图说明了政府政策、社会义务、新市场机遇和客户压力是影响公司在碳减排和可持续发展方面行动的关键因素。就推动可持续发展行动的力量而言，不同行业之间存在一些微妙差异。

### 政府、社会和商业因素推动可持续发展

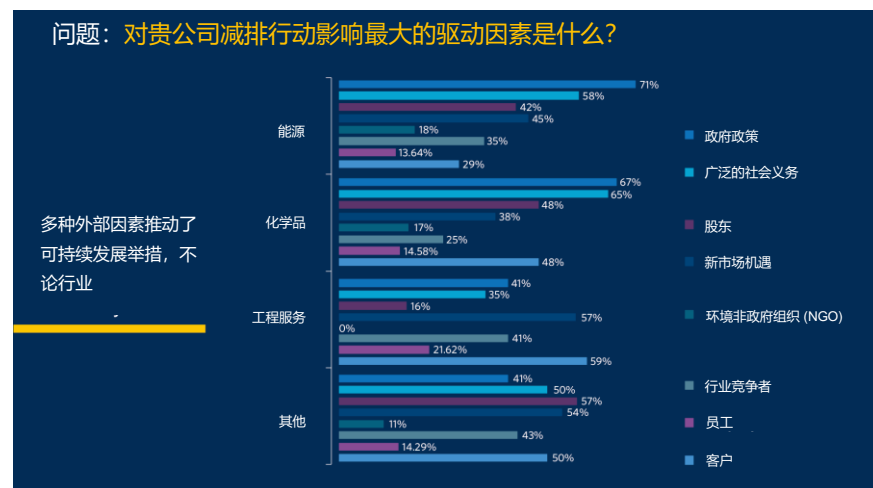


图 7.促使行业注重节能减排的因素

例如，在化工行业，客户和社会义务是重要的驱动因素。在工程和建筑(EPC)领域，客户是主要驱动因素，这表明 EPC 公司正在看到一些征兆，即他们未来的项目业务将与可持续发展有关。一家工程公司的 CEO 告诉我们：“我花了很多时间从自己的角度思考可持续发展。这正在推动客户项目的工作，包括那些他们不再投资、甚至会撤资的资产，以及在环保、蓝氢和氨等领域执行项目的机遇。”

很明显，可持续发展投资的驱动因素已超出了政府政策，并且被许多人视为未来业务蓬勃发展的关键。另一个问题进一步证实了这一观点，这个问题询问人们是否认为碳减排是一种竞争市场优势。多达 78%的受访者认为，二氧化碳减排战略为他们的公司提供了显著或适度的优势。（见图 8）。

### 78%的受访者认为碳减排战略是优势

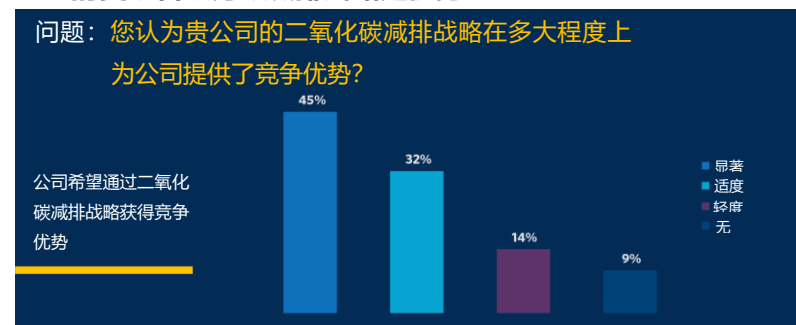


图 8.二氧化碳减排战略将为企业提供商业优势。

## 计量和指标

管理顾问们常说，无法量化计量的东西就无法改进。对于向可持续行业目标前行的公司而言，没有什么比这更正确的了。当组织承诺减少碳排放，减少水的使用，或减少塑料垃圾的目标百分比时，如何计算基线基准来比较未来变化？如何对进度制表以便经理和员工可及时行动？我们对企业如何计量感到好奇。

这是个复杂的问题，因为不同的公司拥有不同年代的资产，计量碳减排进度的方法与手段也各不相同，包括仪器、传感器、实验室测试和数字孪生。举例来说：我们对已发布的企业可持续发展报告和投资者关系报告进行了分析，发现这些报告中计量碳减排进度的起始基准日期从 2007 年一直分布至 2020 年不等。

### 可持续发展首要指标

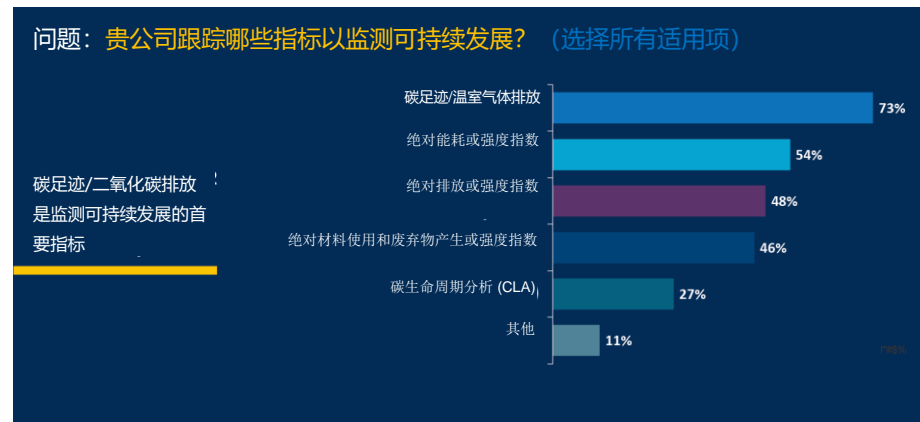


图 9. 可持续发展调查的受访者报告的可持续发展指标。

我们在调查中提出了几个问题，以了解整个行业的情况。

受访者表示，一少部分公司正在对其产品的总体碳生命周期进行分析，并有意以简单（但难以标准化）的“碳足迹”方式计量碳排放进度，如能源、排放、废弃物使用或强度。仅 27% 的公司会评估完整碳生命周期，而 46% 的公司会追踪材料使用和废弃物产生。此外，54% 的受访者表示，他们正在跟踪业务的绝对能耗或能源强度（见图 9）。

通过与 Kline Group 对话（2021 年 8 月），该公司表示，对全球领先的化学品供应商的采访让如今的公司高管感到，由于缺乏统一的、标准化的工具和方法来收集和报告组织的碳排放总量，他们感到受到了阻碍。在以一致的方式跨价值链（包括供应商和客户）观察生命周期分析的能力方面，他们也感到面临更大挑战。



关于一套好的计量方法和指标的需求已经超出了以前预期的范围，因为它们还必须满足透明度和说服力的需要，以使投资者、监管机构、决策机构、员工、公众和可持续发展利益团体更有效地进行监督和检查。

目前用于计量和理解碳排放任务的技术方法由调查受访者确定，如图 10 所示。结果说明了组织采用的一系列方法，以及计量、报告和预测结果等能力的各种成熟度级别。近 50%的受访者表示，他们的公司使用参考值间接计量二氧化碳排放；而只有 30%的受访者表示，他们采用全面系统的方法计量二氧化碳。

## 二氧化碳测量

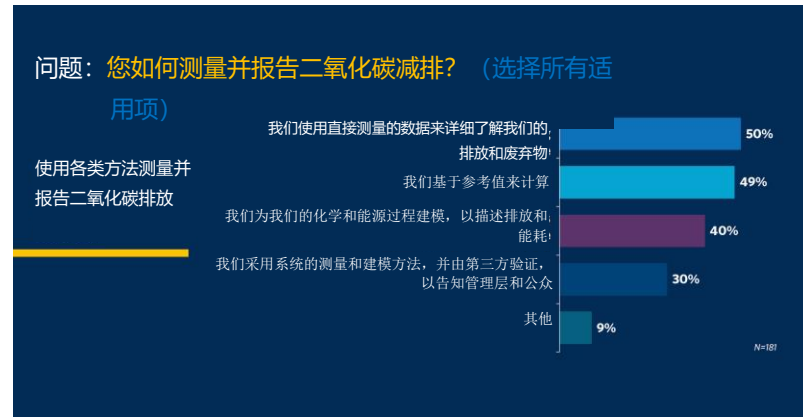


图 10.调查受访者的二氧化碳排放测量和报告方法。

为将碳强度有效纳入采购过程和产品并实现绿色营销方法，企业正在寻找适用于整个行业的一致的计量和报告方法。投资者正在寻求报告的透明度和准确性，以根据向金融市场报告的承诺的碳减排和可持续发展目标来评估公司业绩。

## 低碳能源

将我们的视野扩大到 30,000 英尺，全球能源系统仍以化石燃料为主，但能源行业首次出现了骚动，这最终与社会希望减缓气候变化后果的强烈愿望有关。我们的调查显示，如今，这导致了一系列的行业低碳能源倡议。

随着欧盟和加利福尼亚州政府出台具有影响力的政策，预计更多的、更广泛采用的政策将使新过程、新产业、以及实际上用低碳替代能源取代现有的大部分化石燃料能源系统成为可能，并在财政上给予鼓励。毫不夸张地说，各个学会正面临前所未有的抉择：哪些化石燃料应该留在地下，哪些化石燃料需要继续生产，哪些化石燃料需要优先选择，哪些化石燃料需要寻找替代品。

我们的调查揭示了能源、化学和其他行业公司对许多替代品的考虑程度，因为现有的行业参与者寻求在现有商业框架中预测和纳入这些新替代方案（图 11）。如今的能源效率是在未来超越主要能源差异的关键。通过技术创新，以较低的能源需求提供能源服务将产生巨大机遇。从减少温室气体排放的角度来看，LED 灯泡是一项非常有影响力的发明，但在很大程度上没有得到承认。技术一直在贡献并将继续为信息技术取代个人旅行和商务差旅作出贡献。

现在用新词来形容，前方的路有一个岔口。一个岔路口（“蓝色”岔路）保留但重新配置了化石燃料经济。蓝岔路的核心是捕获化石燃料中的碳，使其永远不会进入大气。另一个岔路口（“绿色”岔路）将化石燃料经济放在一边。蓝色鼓励技术中性脱碳；绿色增加了去化石化的目标。蓝电由天然气或煤炭为燃料发的电，并辅以二氧化碳捕集获、使用或存储(CCUS)，即捕获（例如从烟气中）作为燃烧副产物的二氧化碳，或将其储存（例如在深层地质构造中至少储存几个世纪），或将其纳入建筑材料

等寿命很长的产品中（到目前为止，市场还不小）。同样，蓝氢是将甲烷蒸气重整制成的氢，并将制氢过程中产生的二氧化碳捕获、存储或用于生产长生命的周期产品(CCUS)，同时把制氢过程中甲烷的泄漏降到最低。同样，蓝氨（由氮和蓝氢制成）和蓝二氧化碳从空气中捕获（例如，通过天然气与(CCUS)驱动的过程）。从天然气中大规模提取蓝氢还需要捕获和避免甲烷排放逃逸。

如上所述，如今的化石燃料经济每年向大气排放约 350 亿吨二氧化碳，而任何未来能源经济的蓝色能源的规模都可以用相同单位（忽略使用）的进入地下的二氧化碳总质量流量来测量。即使是 10 亿吨二氧化碳回流到深层含水层也是巨大的流量。这种二氧化碳（一种超临界流体）的代表密度是水密度的六分之一，在这种情况下，每年 10 亿吨二氧化碳的流量相当于每天 3,000 万桶的流量，大约是此时美国地下石油流出流量的 1.5 倍。

### 长期可持续发展投资

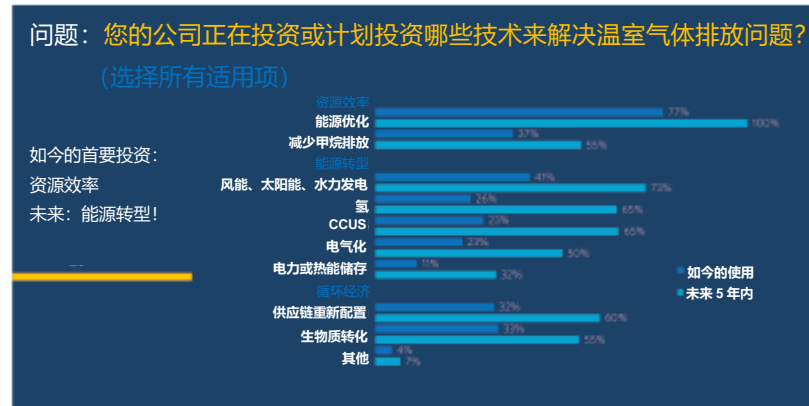


图 11. 未来 5 年内，65% 以上的当前行业参与者将投资可再生能源、氢经济和碳捕获。

## 能源转型的颜色

### 绿色

(应用于氢、氨、和其他能源转型的方法)：绿色氢是指零温室气体负荷生产的氢，通常是用太阳能、风能、地热能等可再生能源转换的水电解制得的氢。(当然，从全生命周期角度对所消耗的资源、环境和能源进行分析时，不仅要考虑生产电池、太阳能板或风力涡轮机叶片时的消耗，还要考虑生产这些产品的原料时的消耗。)

### 蓝色：

(应用于氢等)：蓝色氢或氨指的是天然气合成，通常通过重整过程，在此过程中，合成过程中排放的二氧化碳被碳捕获技术捕获。

### 灰色：

灰氢适用于天然气重整合成的氢，但二氧化碳会被排放而不会被捕获。

### 棕色：

棕氢适用于煤转化过程中合成的氢。

从化石燃料收集、输送和注入一小部分二氧化碳所需的基础设施与目前开采和分配化石燃料所需的基础设施相当。尽管如此，可以说，蓝色经济是低碳经济的重要组成部分。

低碳经济的绿色途径不依赖化石燃料。它利用可再生能源发电，将水分解成氢，用于工业和交通运输，并在某一天，为去除空气中的二氧化碳提供动力。太阳能和风能被认为是绿色经济的主要动力，此外还有水电、生物质、地热和海洋资源(波浪、海洋热能和潮汐)。在近期一项研究中，由太阳能和风能主导的美国经济拥有 300 万兆瓦的风能和公用事业规模的太阳能，大约各占一半。要在 2050 年达到这样的装机容量，平均装机率需要大约 100,000MW/年。相比之下，中国 2020 年风电装机容量为 72,000 Mw，太阳能发电装机容量 48,000 MW。

太阳能和风能因其可变性而产生的复杂性得到了广泛共识。

可变性时间越长，能源系统面临的挑战就越大。仅次于季节性可变性的是长间歇期和多云天气的可变性。图 12 显示了 2016 年德克萨斯州 ERCOT 服务区的累计每小时风力发电量，装机容量为 17,000 兆瓦，年平均发电量为 6,000 兆瓦。间隔 A (4 天)，B、C、D (各 2 天) 标志着风力发电输出持续低于 3,000 兆瓦的 4 个最长时期：(年平均量的一半)。在供需方面提供长达一周的存储和补充电力是个挑战。

风力发电正在向近海转移，并向深水域转移。如图 13 所示，海上油气行业在 30 年前也经历了类似的技术转型，这是很明确的机遇。

人们还在考虑的战略是，通过增加入射阳光的反射来补偿温室气体的暖化效应。如今，31%的入射阳光被反射，尤其是从云层顶部和冰表面被反射；将这一比例提高到 32% (例如，在平流层放置反射器) 将抵消大约 1 摄氏度的升温。但是，在这种“太阳能地球工程”安全落地之前，我们还需要更好地了解地球的工作原理。

## 长间歇期和多云天气的挑战

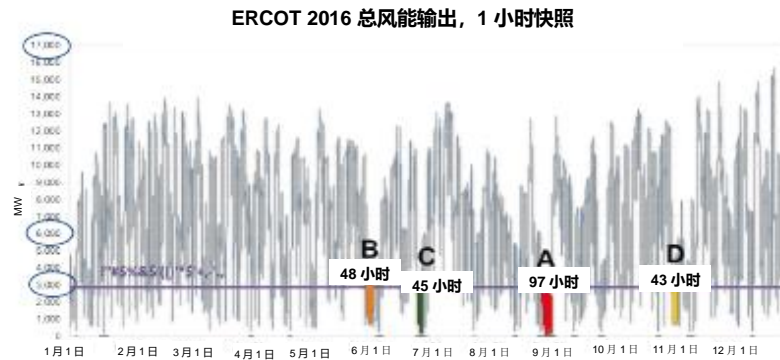


图 12.A、B、C 和 D 代表了 2016 年风能输出持续低于 3,000 兆瓦的四个最长时期 (6,000 兆瓦年平均水平的一半)。总装机容量为 17,000 兆瓦。(数字和分析来自 Pedro Haro。)

从全球的角度来看, 推动目前正在工业化的国家实现低碳工业化迫在眉睫, 因为这些投资将为特定基础设施带来十年到百年规模的发展(套牢)。世界正在寻找机制, 以分担技术解决方案的成本, 这种技术解决方案“跨越”了早期工业化使用的经过印证的解决方案。比如, 中国以高于世界其他地方的电压输送电力。城市公寓楼家电也迫切需要类似的跨越式发展。在如今的美国, 发电厂 70%

电力供应给了建筑物, 供暖、制冷和家电能源需求减少意味着发电厂减少。图 14 说明了这一信息。

范围 3 的排放包括使用产品时的排放, 以及与上游制造源有关的排放(如用于种植生物饲料的化肥)和产品分销相关的下游排放。范围 1 的排放发生在产品生产现场, 范围 2 的排放发生在生产过程的能源(尤其是电力)生产场所。三者的总

## 深水技术的发展

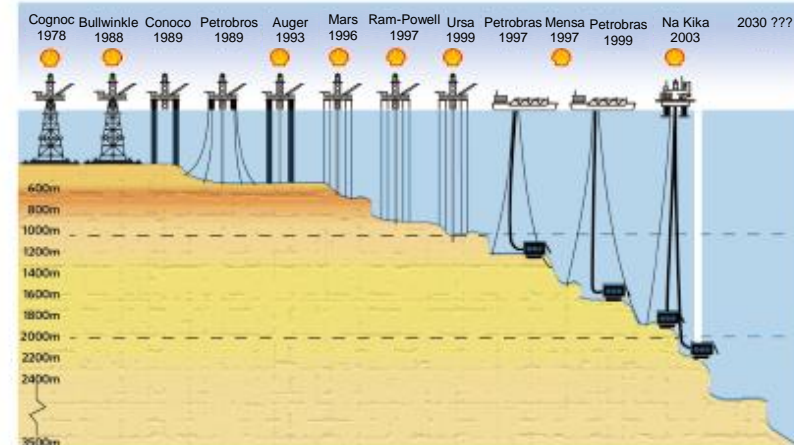


图 13.从 1978 年到 2003 年的 25 年里, 石油和天然气钻井平台进入了越来越深的水域, 在未来 25 年里, 风力涡轮机平台可能会重演这种情况。(来源: Antonio Pflueger, 普林斯顿演讲, 2005 年秋季。)

和以及与处理相关的排放是产品的生命周期排放。对许多行业而言, 多数排放来自产品使用而非产品制造。汽油动力汽车的制造需要消耗能源, 但与汽车制造相关的排放(汽车的范围 1 和范围 2 的排放)远远小于汽车使用寿命期间燃烧汽油的排放(汽车的范围 3 排放)。

如果化石燃料行业能够齐心协力减少范围 3 的排放，那么将有巨大可能性以重塑公众对化石燃料行业在气候变化问题上的作用的想法。以下三个案例可说明蓝色解决方案是如何更受欢迎的：

1.) 加油站可读取里程表，从而为那些习惯用同一品牌汽油加油的客户每加仑行驶里程信息；2.) 新社区的天然气供应商可参与建设质量；3.) 化石燃料生产商可更多直接参与塑料处理。

基于化石燃料的企业现在比以往任何时候都更强烈期望低碳经济中寻找蓝色机遇。然而，已经有迹象表明，低碳政策将偏向绿色，而非蓝色，这是真实存在的未来风险。

为了让蓝色经济得到回报，至少在颜色中立的程度上，现在必须通过行动来赢得公众信任，比如对有意义的工业规模项目进行投资，以及对净碳影响进

行独立审计。前进的道路包括在标准程序之外提供透明度和监督，以树立信心。

收紧整个天然气系统并完善全系统温室气体核算已成为当务之急。这可能需要一些亏本项目，以证明蓝色技术对低碳目标的贡献。此外，必须说服公众，蓝色项目不会被颠覆-与 CCUS 合作设计的化石能源项目不会在某一天恢复到将二氧化碳排放到大气中的项目。



图 14.目前正在工业化的国家（男孩）的工业化必须涉及如今已经工业化的国家在工业化时（女孩）从未尝试过的技术。这种“跨越式发展”在新建多户型住宅这一庞大领域几乎尚未开展。（照片展示中国燕郊。）

## 公司将资本投向何处？

受访者描绘了一幅充满变化的图景：在新能源上投入了大量资金，但也存在不确定性，能源和化工企业采取蓝色和绿色技术的选择比例各约 50%。图 15 表明，各大公司都在下注。很明显，对于蓝色或绿色氢气哪个会胜出，人们没有达成共识。

一家领先的氢燃料公司的高管解释了他们在市场上看到的趋势和追求的方向。他说：“我们还要引入更多创新，这些创新将显著提高绿色和蓝色氢的效率、

对于投资氢的企业而言，蓝色和绿色氢同等重要

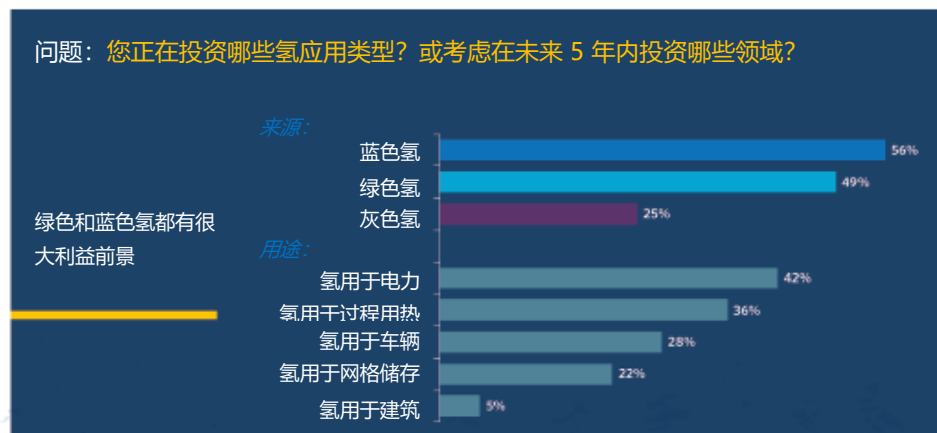


图 15. 氢经济对绿色和蓝色的相对比值，以及氢经济最终用户。

功能性和经济性。”另一位来自亚洲一家领先能源公司的高管告诉我们：“通过降低这些新技术的成本，我们有机会在市场上脱颖而出。氢尚未被大规模认真对待。”

资本支出正在发生根本性转变，企业将大量投资资金投入与可持续发展相关的项目中。图 16 显示了资本转移到可持续发展领域的程度-21%的受访者表示转移幅度大于 20%，48%的受访者表示转移幅度为 5-20%。累积起来，这意味着数千亿美元将被转移到碳减排上。随着全球对资源需求的增加，改进传统工厂的投资占比可能会减少，但总花费不会减少。

可持续发展推动支出的转变



图 16. 资本支出如何向碳减排和能源转型过渡。

企业还报告了在能源和化学品生产中投资整合替代生物基原料的重大举措 (55%)。

## 技术的作用

随着投资和举措的转变，下一个重大挑战是加速创新，推动这些新能源战略的经济成熟，并使其能够在企业和政府设定的期限内实现低碳目标（见图 17）。数字技术被定位为这一重大拐点的最重要推动因素之一，以加速创新并解决可持续发展和全球能源和材料需求增长的双重挑战。此外，随着在优化现有过程的同时探索新的选择，数字化能力使企业能够在当前业务中减少能耗和废弃物产生。

### 近 60%的企业将重新利用现有基础设施和/或构建新资产

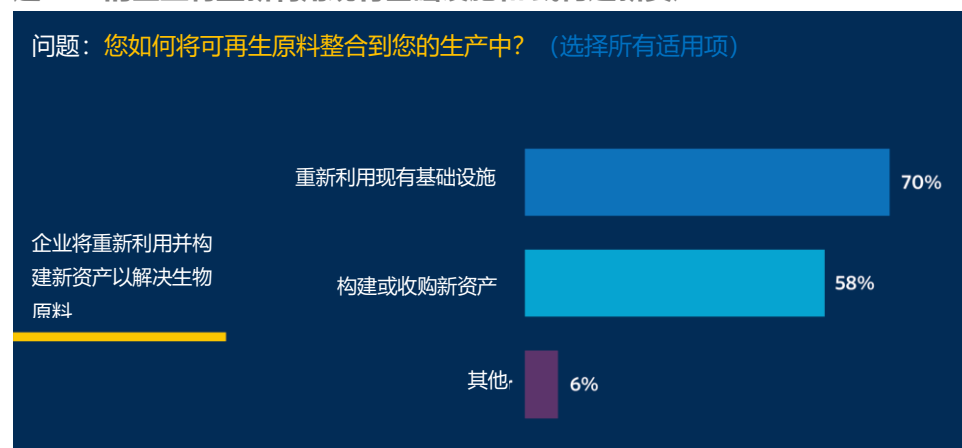


图 17. 资本支出如何向碳减排和能源转型过渡。

最有帮助的数字解决方案是使创新过程的技术经济可选性成为可能的解决方案、用于检查新兴领域（如氢经济）的战略可行性和卓越运营的系统级工具、以及帮助组织同时在经济和可持续发展方面实现成功的由工业人工智能驱动的优化工具。

图 18 展示了这些关键数字解决方案如何映射到公司确定正在投资的脱碳和可持续发展举措领域。

### 映射到技术解决方案的可持续发展举措

		资源效率		能源转型				循环经济				
		排放 (所有 GHG 来源)	能源和水效率	生物燃料	碳捕集和利用	绿色和蓝色氢	原油到化学品	太阳能/风能/可再生能源/储存	塑料和材料回收	二氧化碳到化学品	创新过程/产品	生物基原料
全体	能源和排放监测/优化	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
	建模、资本规划 (CAPEX) 和设计	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
绩效工程	数字孪生	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
	公用工程优化	■	■			■	■	■	■	■	■	
产品优化	规划/建模		■	■	■	■	■		■		■	■
	控制和优化	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
	监控与执行	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
价值链	供应/价值链优化			■	■	■	■		■	■	■	■
	废弃物核算	■	■	■			■		■	■	■	■
APM	预防性维护和资本健康	■			■	■	■		■	■	■	■

■ 战略影响  
■ 支持性影响

图 18. 将数字技术解决方案映射到可持续发展举措的重点领域。

## 践行实例

创新者和先行者正在采用数字解决方案，以增加通过资产和企业的碳减排获得竞争优势的机遇。

几个案例如下：



- Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC) 利用其最大气田（沙阿气田）的在线数字孪生模型，以及为不同管理人员和员工量身定制的控制面板，全面测量、监测并因此减少能源和水的使用、及二氧化碳排放和有害物质的排放。他们已经确定了超过 1%的产能以溢散排放的形式逃逸。



- (TCM)是一家致力于推进碳捕获的财团，正在使用数据历史学家和他们的碳捕集系统的数字孪生模型，全面描述、建模和分析新的碳捕集溶剂、膜技术和柱排列性能，以加速碳捕集项目。



- Carbon Capture Inc.是一家致力于二氧化碳直接空气捕获的创新初创公司，正在利用先进模型和工业人工智能创新、印证并商品化其创新型碳捕获和绿色能源过程。



- CEPSA 是一家西班牙精炼厂，正在利用先进动态化优化解决方案优化其位于 La Rabida 的精炼厂的氢网络、降低燃烧、氢损失和能耗，并极大削减了二氧化碳排放。



- Air Products 是美国墨西哥湾最大的氢网络运营商，正在利用自行分配的蓝色和灰色氢生产工厂的模型改进生产（削减能耗和碳排放），稳定运营从一个技术中心辐射数个州的整个网络。



- Alcoa Australia 已在其发电厂部署线上数字孪生，服务位于西澳大利亚的氧化铝精炼厂，极大改善了蒸汽锅炉的性能，削减总体能耗并极大削减碳排放。

这些只是数字技术加速工业碳减排过程的机遇中的部分案例。



## 结语

实际减少碳排放和宏观上的可持续发展是未来五年主要工业投资的重点。绝大多数资产密集型企业报告称，它们将碳减排方面的进展视为创造竞争优势。他们认为，推动他们提高公司可持续发展的力量很广泛，因此，无论监管背景如何，这种力量都不太可能减弱。

目前，在碳减排和实现可持续发展方面，没有单一有效的方法。在某些领域，创新将继续推动变革；同时，大量的资金也投向提升某些领域和技术的经济可行性，比如：端到端氢价值链、碳捕集、能源效率和生物原料。此外，由于人们高度重视可持续发展，数字技术正在成为碳减排、能源转型和可持续发展的基本推动力量。

更多信息请访问 [www.aspentech.com](http://www.aspentech.com)，了解新颖的软件嵌入数字解决方案如何帮助您的公司在这个可持续发展的时代获得竞争优势。





## 关于 AspenTech

Aspen Technology (AspenTech) 是资产绩效优化领域的领先软件供应商。我们的产品能够在复杂的工业环境中茁壮成长，在此类环境下，优化资产设计、操作和维护生命周期至关重要。AspenTech 将数十年的流程建模专业知识与机器学习相结合。我们专门设计的软件平台通过在整个资产生命周期中提供高回报，可实现知识工作的自动化并建立可持续竞争优势。因此，资本密集型行业的公司可以最大限度地延长正常运行时间，提升性能水平，以更安全、更环保、更长久、更快的方式运行资产。

[aspentech.com](http://aspentech.com)

© 2021 Aspen Technology, Inc. 版权所有。AT-07352

