



PGIM 保德信

大趋势

赋能未来

全球能源新格局下的投资机遇

2024年春/夏

只供专业投资者使用。
所有投资均涉及风险，包括本金
可能损失。



关于保德信

保德信全球投资管理(PGIM)是美国保德信金融集团(Prudential Financial, Inc.)旗下的全球资产管理业务机构。我们在19个国家及地区设有41个办事处,聘用超过1,450名投资专家,为全球的零售和机构客户提供服务。作为全球领先的资产管理公司,保德信拥有1.34万亿美元的资产管理规模,以实力、稳定性和严谨的风险管理为根基。我们由多家附属资产管理机构组成,各专注于特定的资产类别,并提供有针对性的投资策略。我们为客户提供一系列具备全球深度和规模的多元投资策略和方案,涵盖公共和私募资产类别,包括固定收益、股票、房地产、私募信贷和另类投资。

了解更多信息,请访问www.pgim.com。

所有数据截至2024年3月31日。

* PGIM是保德信金融集团(PFI)旗下投资管理业务机构。《养老金和投资》2023年6月发布的顶级资管机构榜单显示,保德信金融集团在434家调查公司中名列第11位。此排名代表了保德信金融集团截至2022年12月31日管理的机构客户资产。《养老金和投资》排名为自愿参与,对拥有任意种类的美国机构免税资产管理规模的管理公司开放。资管公司自我报告调查数据。《养老金和投资》将调查发送给事前确定的资管公司和任何要求参加调查/排名的新资管公司。排名不涉及利益置换。

前言

国家兴衰、政权更迭、商业起落，皆为寻求能源¹。今时今日，我们正处于能源系统的关键拐点。

几十年来，全球一直在努力克服能源的三重困境，即平衡三个目标：(1)安全、有韧性和可靠的能源供应；(2)普及的、可负担的家用和商用能源；(3)一个可减缓和避免危害环境的能源系统。

然而，在这样一个面临多重连环危机的世界中，平衡这几项互为冲突的关键事项则变得日益复杂。突发事件接连不断，包括新冠疫情及其余波、乌克兰和中东地区的国际冲突、与中国供应链脱钩的压力、愈加频繁的极端天气和自然灾害。

对于长期投资者而言，驾驭这种前所未有且具有不确定性的能源格局至关重要，关键原因如下：

1. **能源对人类的一举一动都至关重要。**能源不仅贡献了全球经济的10%，也是另外90%的重要来源。能源价格还是宏观经济的关键指标，包括通胀、消费者支出、经济增长和外部平衡。政府对能源价格飙升的应对措施也会对财政构成影响。另外，能源的价格冲击会通过贸易、大宗商品市场和货币政策引发市场动荡，对投资构成重大不确定性²。
2. **能源安全就是国家安全。**建立维持可靠的能源供应是引发许多地缘政治风险的核心。这些地缘政治风险对于了解主权风险、评估低流动性投资的潜在资本限制以及监测整个投资组合中特定国家的风险因素至关重要。
3. **能源转型——向电气化和低碳能源结构的转型——创造了一系列具有吸引力的新投资机会。**然而，能源

转型也导致日益衰落的能源行业面临被淘汰的风险，这些能源板块在投资者的投资组合中可能依旧占比过高。与此同时，投资者需要警惕那些被过度炒作的创新，它们往往过于遥远、不实用或在政治层面上不可行。

4. **对于拥有环境、社会和公司治理（ESG）目标或做出脱碳承诺的投资者而言，全球能源供需的不可逆规律意味着，尽管向低碳经济的转型正在展开，但化石燃料在未来几十年仍是主要能源供给来源。**对于相当细微的差异也不能一概而论，因此将投资界划分为“棕色”恶人和“绿色”英雄这种过于单一的策略并非实现环境或信托目标的最有效途径。

为了了解转型中的全球能源系统所带来的新兴投资机会和潜在风险，我们借鉴了30名投资专业人士的观点见解，他们或来自保德信固定收益、股票、房地产和私募另类投资管理机构，或是政策制定者、学者、企业家、私募股权和风险资本投资者。

在第一章中我们列出了重塑能源系统的关键驱动因素。电气化是该系统的关键以及日益重要的组成部分；我们在第二章中总结了长期能源转型的利弊权衡；基于这些基础性的假设和概念，我们得以在第三章中重点提出了整个能源系统中最具吸引力的投资主题，同时我们还列举了避开媒体大肆炒作的投机机会的案例；最后第四章为首席投资官制定了行动方针，以帮助评估日新月异的能源系统对投资组合的影响。

目录

能源新格局

第3页



金无足赤：电力来源的利弊权衡

第13页



投资影响

第19页



投资组合影响

第29页



第一章 能源新格局

“

虽然全新的能源格局每次都需要几十年的时间才能成型，但我们正处在一个关键转折点。”

01

第一章

能源新格局

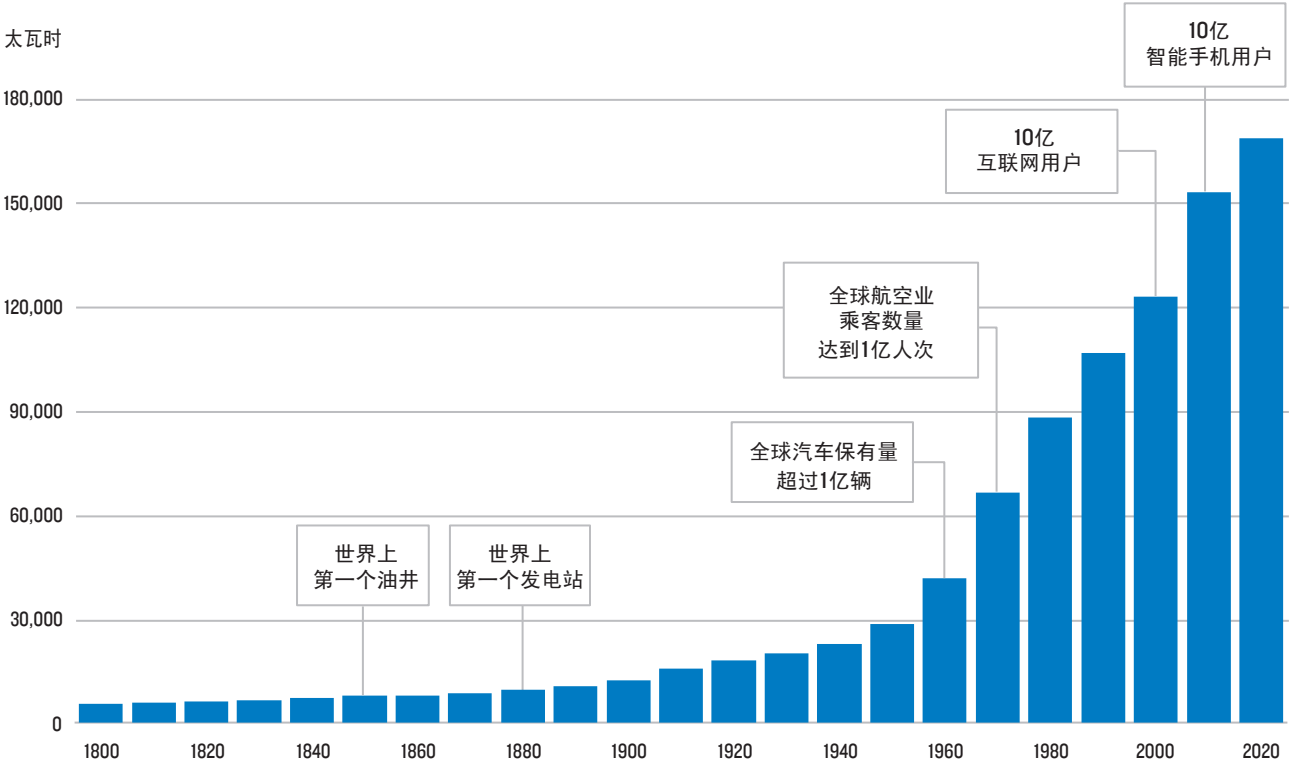
1800年，全球能源生产主要依赖于生物质能燃料—木材、农作物废料、木炭，如果为当今世界提供动力，它们仅能维持12天。随着第二次工业革命和20世纪的到来，随着人口增长、经济增长和新的能源密集型技术——从蒸汽机、汽车到飞机和计算机（图表1），我们对能源的需求开始增加。为了满足我们看似永无止境的需求，能源系统变得愈发复杂，产生了一系列新能源：首先是煤，之后是石油和天然气，以及近期的可再生能源。值得注意的是，通过能源系统的每一次演变，传统的燃料来源均得到了补充，而非被完全取代。

在供应方面，能源通常分为两类：(1)排放碳的化石燃料，如煤、石油和天然气；(2)零碳能源，包括可再生能源（如太阳能、风能、水电）和核能，这些能源在发电时不会产生碳排放。这里需要指出的是，电力本身并非能源，而是一种关键媒介，用于输送以上两类能源所产

生的能量（图表2A）。这两类能源共同构成了主要的初级能源。

能源消耗通常分为四类：工业、运输、民用和商用（图表2B）。

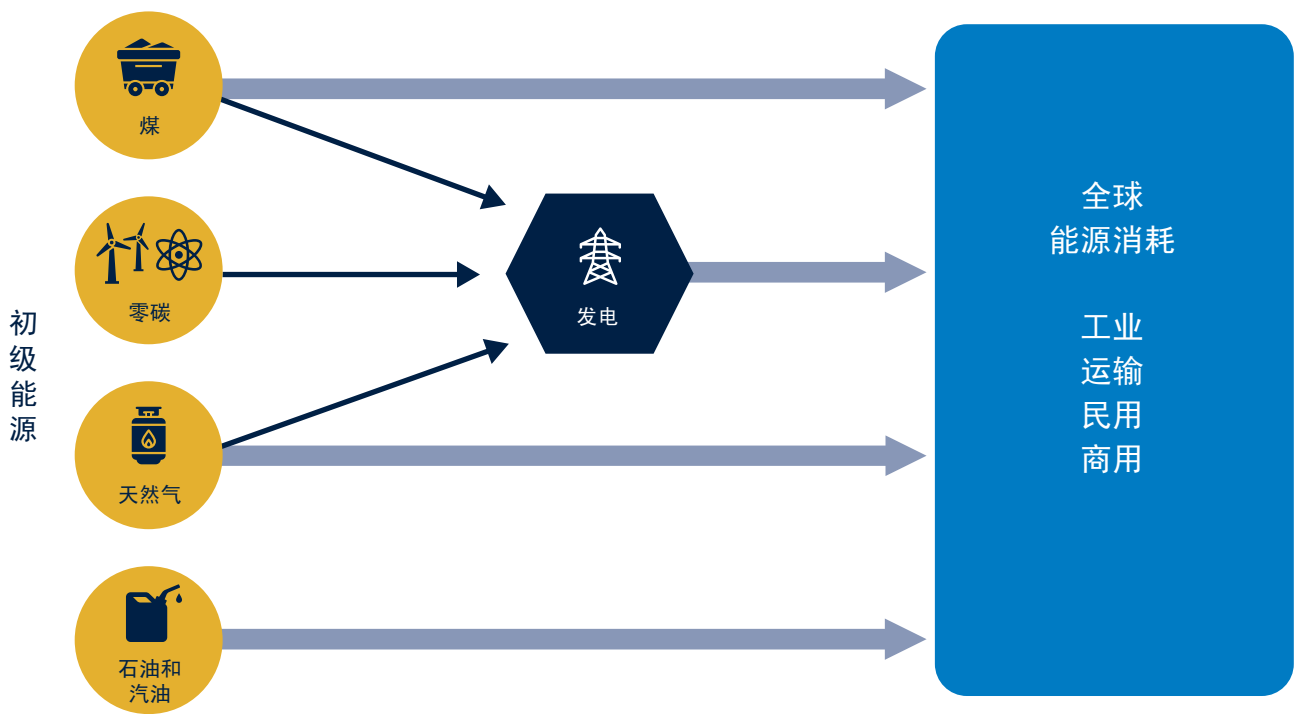
图表1: 能源消耗在20世纪后期大幅增长
全球每年能源消耗, 太瓦时



来源：保德信专题研究、国际电信联盟、美国运输统计局和国际航空运输协会。2024年3月。

当今的能源系统

图表2A: 能源系统: 简图



注：一小部分石油用于发电，一些可再生能源直接在各行业中使用。来源：保德信专题研究。

图表2B: 按行业划分的初级能源使用情况

初级能源使用情况：千万亿英热单位（2022）

	工业	运输	民用	商用	总计	份额
石油	65	110	11	5	190	30%
天然气	89	5	38	20	153	24%
煤	110	2	32	22	166	26%
可再生能源	60	2	23	16	101	16%
核能	13	1	8	6	28	4%
总计	336	120	113	69	638	
份额	53%	19%	18%	11%		

注：数字四舍五入到整数。每个行业的初级能源包括发电用量，但不考虑初级能源的不同效率，导致与图表5中所示的通常耗能计算结果出现偏差。发电的详细分类见附录A.7。

来源：美国能源信息署。2024年4月。

今天，我们的能源系统正处在关键转折点——尽可能地减少化石燃料使用，推进电气化，并在能源结构中增加可再生能源。虽然这一全新的能源格局需要几十年的时间才能完全成型，但三个基本主题将至关重要。

能源安全问题将是影响能源转型速度的关键因素。

1.随着地缘政治紧张局势的加剧，能源安全就是国家安全

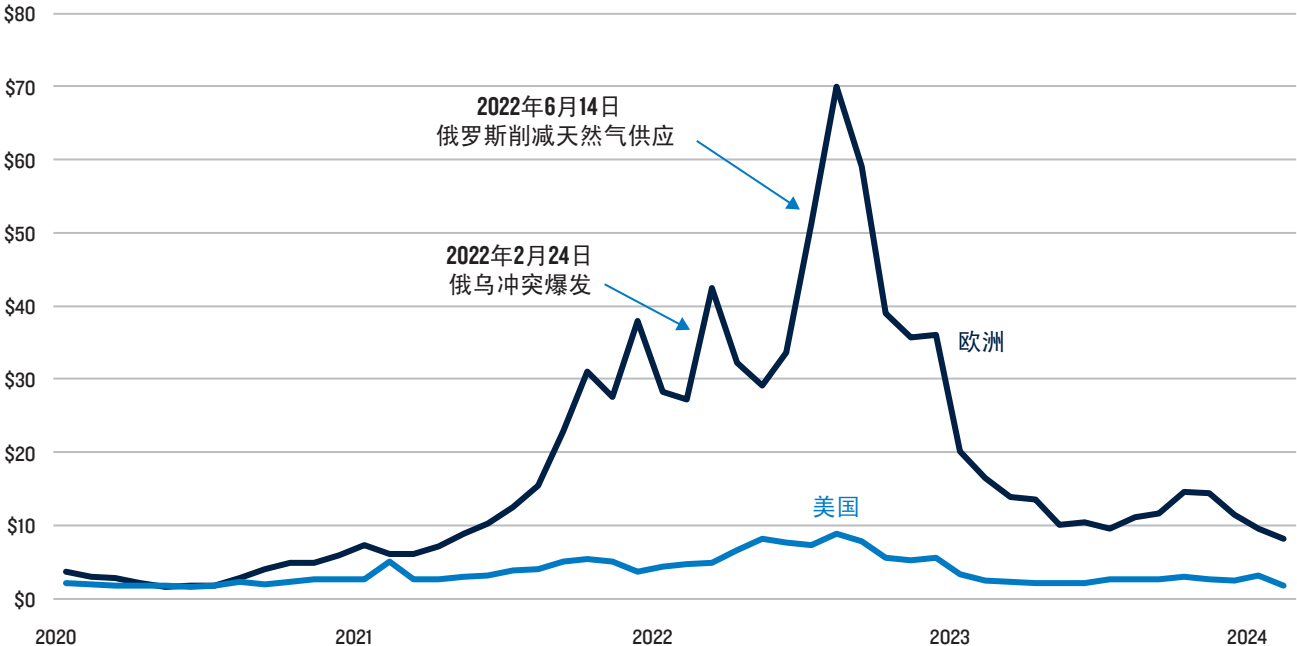
几个世纪以来，能源一直是造成地缘政治紧张局势和战争的根源，确保安全可靠的能源供应至关重要。可靠的能源不仅对经济发展举足轻重，而且被大多数国家视为国家安全的重要方面。该因素也促使各国政府（如

日本、中国、德国、美国和印度）维持石油或天然气的战略储备³。

事实上，在面临供应短缺和能源配给的严峻形势时，即便是在零碳能源转型方面已相对成熟的国家，也会把满足其当前的能源需求置于实现长期脱碳目标之上。例如，由于俄乌冲突令天然气供应受到了威胁，德国已重新开始利用起碳排放强度较大的能源（如启用燃煤发电厂发电），以确保获得可靠的能源供应⁴。

在考虑能源安全问题时，很最重要的一点是需注意每个国家的地理环境都是独特的。一方面，拥有大量石油或天然气（某种程度上也拥有煤）储量的国家具有可靠的能源来源，他们通常会将国内能源作为国家能源战略的基础。由于能源安全问题至关重要，它将成为影响能源从化石燃料过渡转型中的关键因素。这通常意味着化石燃料相对丰富的国家—例如中国、美国、印度和中东—可能会用较长的时间向可再生能源转型(见附录 A.1)⁵。

图表3: 天然气进口商面临较大的价格波动
每百万英热单位的天然气价格



注：天然气供应的削减指从俄罗斯到德国的北溪管道的首次关闭。
来源：世界银行。2024年4月。

另一方面，那些不具备大量石油或天然气储备的国家有两种选择。第一种是依赖进口获得化石燃料。这些国家在过去数十年中已经建立了大范围储存和运输化石燃料的全球基础设施网络（例如运输管道、货运码头及储存设施），让其成为可行的选择。然而，高度依赖进口化石燃料的国家也承担了较大的地缘政治和价格风险。早在2021年夏天，随着俄罗斯向欧洲供应天然气的不确定性上升，这些风险就暴露出来了。在2022年初俄乌冲突爆发的六个月前，欧洲天然气价格飙升，德国、意大利和其他国家都陷入了困境（图表3）。

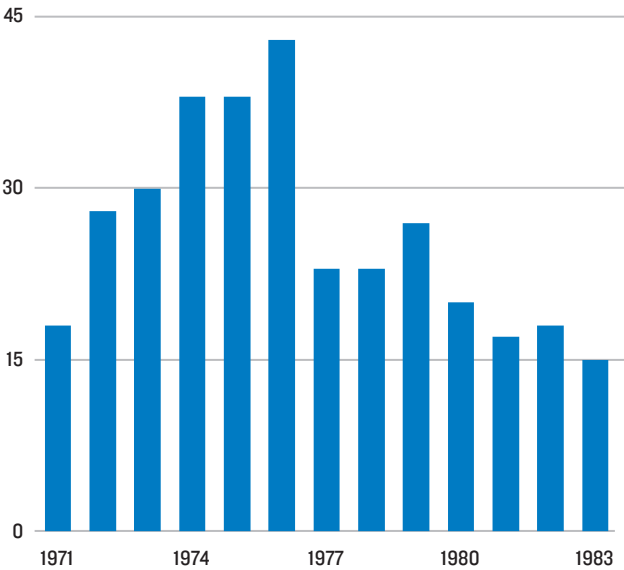
第二种选择则是寻求国内的替代性能源。这是对核能生产进行投资的一个重要驱动因素：20世纪70年代的石油危机与定量配给，促使法国、瑞典和韩国政府进行核电站建设，以增强其能源独立性（图表4）⁶。直到今天，核能仍然在为很多这样的国家提供着大量能源（见附录A.2）。

缺乏丰富石油或天然气储备的国家有两种选择：进口化石燃料或寻求替代性能源。

虽然可再生能源发电避免了进口化石燃料带来的缺陷，但也引发了与关键部件供应链有关的新安全问题。例如，中国主导的锂电池供应链，控制了全球超过三分之二的锂电池加工能力⁷。此外，中国的太阳能电池板产量占全球的80%，与其他国家的竞争对手相比，中国在技术、效率及成本方面已经建立起了相当大的优势⁸。

图表4：核能生产在20世纪70年代石油危机后见顶

1971年至1983年间的核反应堆建设量



注：1984年到2022年间，核反应堆建设量超过10个的情况仅发生过五次。
来源：世界核协会。2024年3月。

为应对上述可再生能源供应链中的脆弱性问题，各国正在采取措施，确保关键金属和制成品得到多样化供应。例如，为全球供应约半数锂原料的澳大利亚，正在提高其加工和出口电池可用矿物的能力⁹。其他国家（如印度和美国）正在利用补贴或关税来支持国内供应链和太阳能电池板的生产能力，以减少对进口的依赖^{10、11}。

2.即使能源转型已经开始，我们对化石燃料的依赖仍将持续数十年

几十年来，全球经济一直以化石燃料为主要的能源来源。化石燃料目前占全球能源供应的80%，未来几十年，其可能仍将是全球能源供应的重要组成部分（图表5）。

由于多方面经济和政治原因，化石燃料长期以来始终是非常重要的能源，然而在有关能源转型进程的

讨论中，有三个因素往往缺乏充分认识。首先，在许多特定的工业用途中，可再生能源可能无法完全替代化石燃料。其次，精细而成熟的全球化石燃料基础设施网络与可再生能源相比有着巨大的在位优势。第三，许可问题和邻避主义导致对关键可再生基础设施进行投资建设的资金短缺。

化石燃料直接为工业和运输提供动力

资本货物目前的存量高度依赖化石燃料。例如，两个耗能最大的行业——运输业与工业——占有所有能源使用量的72%。值得注意的是，这种消耗主要是对化石燃料的直接使用。

运输业

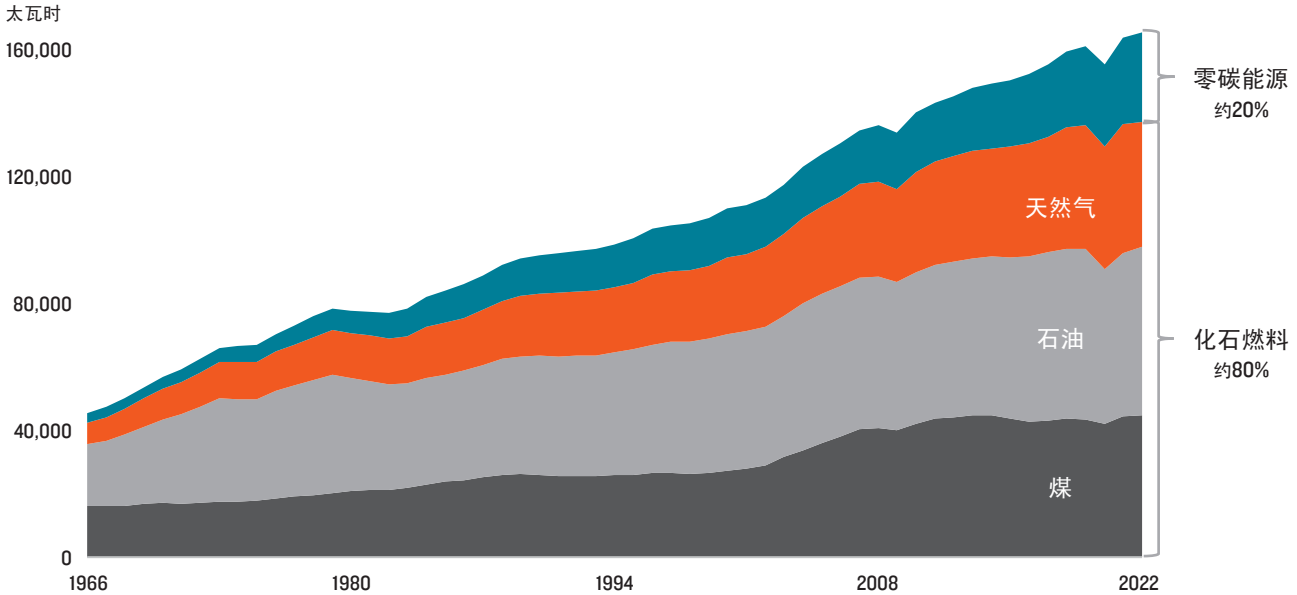
在运输行业中，汽油、柴油或其他以石油为基础的燃料直接加到全球各地汽车、卡车、飞机、轮船和摩托

车的油箱中。事实上化石燃料占全球运输能源使用量的98%。

资本货物目前的存量高度依赖化石燃料。例如，两个耗能最大的行业——运输业与工业——占有所有能源使用量的72%。

即使是在已经启动电气化进程的运输细分行业（如汽车行业），电气化进程也十分缓慢。如今，在使用中的内燃机汽车已达到了13亿辆。即使对电动汽车渗透率进行乐观预测，到2050年，投入行驶的内燃机汽车仍将超过10亿辆——数量大约为电动汽车的两倍（图表6）¹²。

图表5: 化石燃料为当今世界提供动力
按照主要能源划分的能源消耗，太瓦时



注：零碳能源包括太阳能、风能、生物燃料、水能及核能。
来源：美国能源信息署、《2023年全球能源展望》。2024年3月。

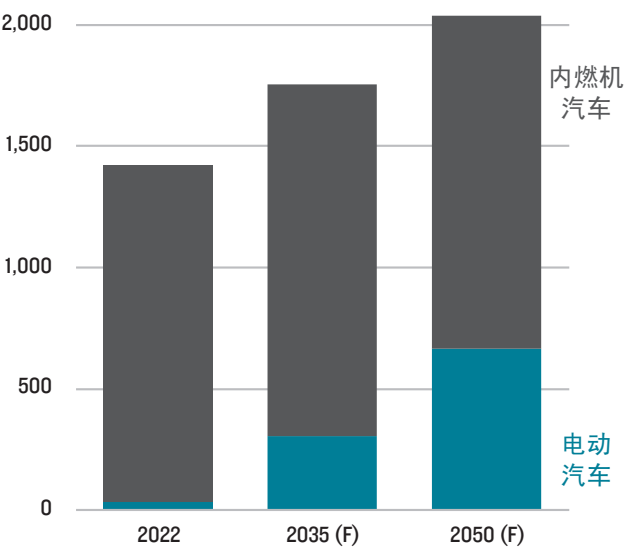
此外，随着丰田、福特和大众等主要汽车制造商纷纷下调对电动汽车需求的长期预测，上述乐观预测可能会越来越不切实际^{13、14、15}。

事实上，化石燃料因具有几大特性而令其在运输行业难以被取代。一个尤其难以复制的特性是它的能量密度，这对交通运输而言至关重要。也就是说，以每千克来衡量，天然气、煤、汽油，甚至木材能够提供的能量均比锂离子电池储存的电要大得多（图表7）。能量密度的不足限制了电池在运输业中的使用，因为在规模体积上，电池本身的重量也是一个影响因素。例如，今天的电池技术通常足以为摩托车、汽车和公共汽车这类交通工具提供动力，但对于商用飞机、货船、卡车或货运列车这类大型交通工具的长途旅行而言，则会过于笨重。

工业

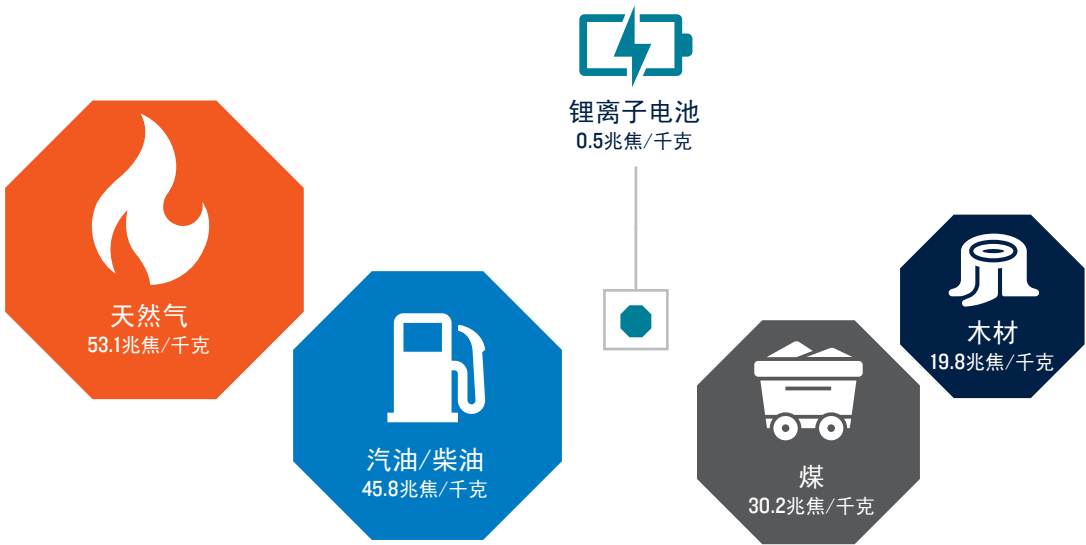
化石燃料的直接使用无处不在，在工业当中往往也没有

图表6: 全球电动汽车的普及进展缓慢
电动汽车和内燃机汽车总数，百万辆



注：(F) 表示预测。
来源：美国能源信息署，《2023年国际能源展望》。

图表7: 目前的电池在能量密度上无法与化石燃料竞争
能量密度（兆焦/千克）



来源：根据布鲁金斯（Brookings）《为何化石燃料如此难以戒除？》整理，2024年3月。

任何可行的替代品。冶金煤在炼钢中的作用有力证明了替代化石燃料某些特性的困难性。焦煤的燃烧不仅能够提供熔化铁矿石所需的高温，同时焦炭中释放的碳还能够通过氧化反应，从氧化铁矿石中有效分离出纯铁¹⁶。这种提纯铁矿石的化学反应对新钢材的制造至关重要。电弧炉为钢铁回收的诸多方面提供了另一个选择，其成本也往往更高。然而，这一方式很少用于新铁的制造。

**支持电气化的电网容量的不足
正成为全球能源转型的重大
制约因素。**

全球化石燃料运输和储存基础设施网络难以在短期内得到复制

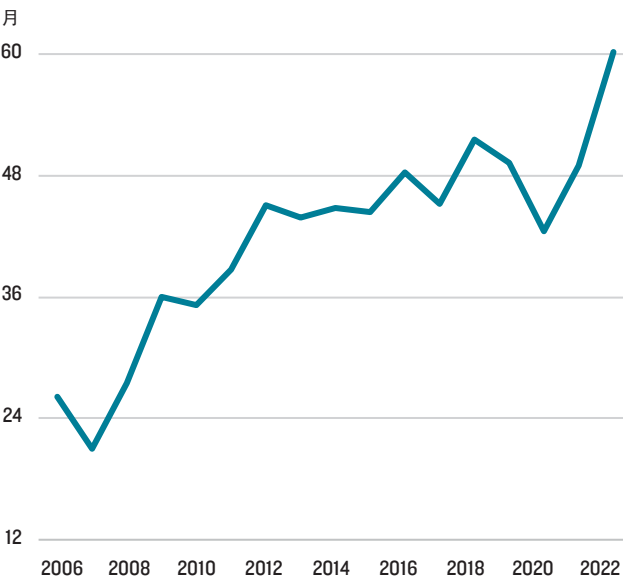
化石燃料的另一个在位优势是，其精细而成熟的基础设施（即储存和运输设施）是随着时间推移逐步建立起来的。全球范围内分布着超过50万个加油站，即使汽油非当地所生产，也几乎在每个地方都能买得到。加油站广泛的地理分布证明了汽油生产、精炼、运输及储存网络的庞大。相比之下，电力比石油或汽油更加难以储存和运输。长期性电力储存在规模、效率和流动性方面尚为缺乏，建设能够储存、分配和运输可再生电力的广泛基础设施网络更加遥不可及¹⁷。

监管与政治方面的挑战导致可再生能源基础设施建设资金短缺

据估计，可再生能源所需的额外基础设施建设费用巨大，通常高达数百万亿美元。2023年，全球可再生能源基础设施投资达1.8万亿美元。若要在2050年之前实现全球净零排放目标，未来25年每年的投资速度需要翻一番以上¹⁸。

例如，支持电气化的电网容量的不足正成为全球能源转型的重大制约因素¹⁹。将新发电项目连通到美国电网的延迟时间越来越长，目前的等待时间平均约为5年，是2007年的两倍多（图表8）。这种现象也不仅仅在美国出现。由于现有电网无法容纳新增容量，亚洲、欧洲和美洲数百亿美元的可再生能源项目正被取消或推迟^{20、21、22}。

图表8：排队—电网连接的延迟时间越来越长
从申请连接电网到开始运行的平均时间，美国



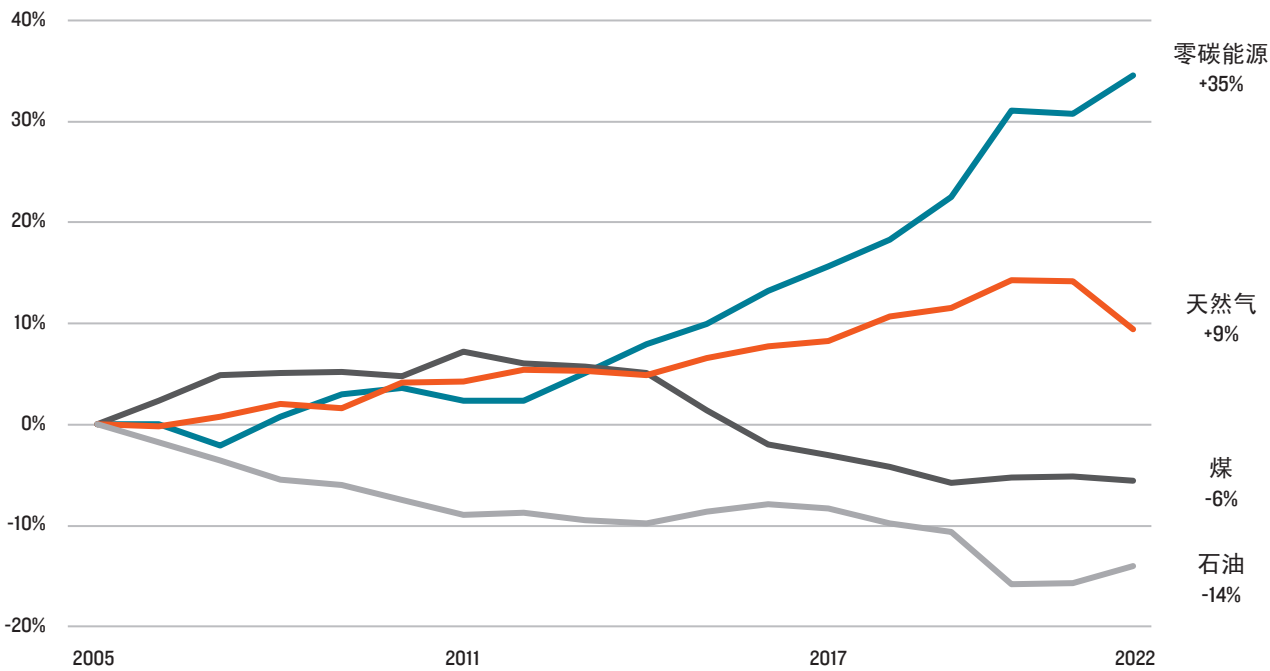
来源：劳伦斯伯克利国家实验室。2024年3月。

事实上，输电对可再生能源发电至关重要，因为最佳的风能和太阳能发电场通常位于远离人口中心的偏远地区。在欧洲和美国，输电线路的规划与许可大概需要花费6年甚至更久的时间，通常是输电线路建设时间的两倍²³。在大多数国家，输电许可区域往往是高度分散和碎片化的，所以这会遭到当地社区的反对，鲜少有人同意在其所在的社区安装风力涡轮机或铺设高压输电线路。这种邻避主义增加了此类项目实施的不确定性，并对该领域的私募资本投资产生了寒蝉效应。

3.一场以电气化为核心的重大能源转型正在进行

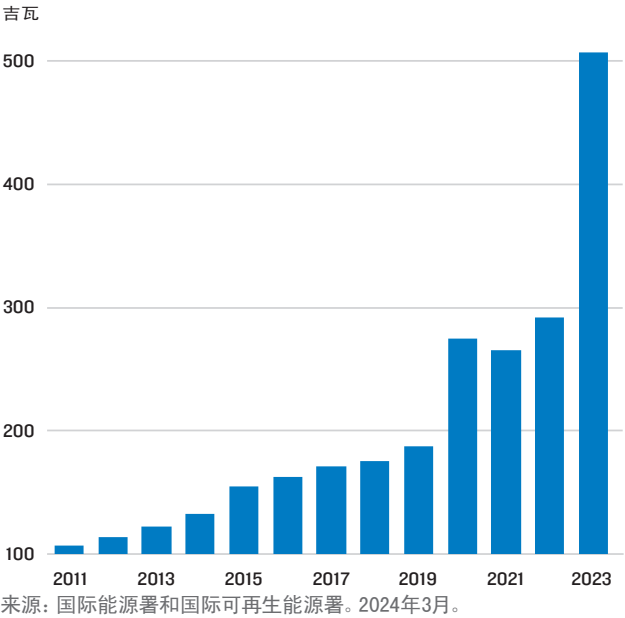
尽管化石燃料具有显著的在位优势，但全球能源系统正处于一个关键转折点。以往的能源转型—18世纪从木材到煤及20世纪初从煤到石油—都是缓慢进行的，通常需要花费一个世纪甚至更长的时间²⁴。而从化石燃料到低碳能源的重大转型，在气候变化问题、政府补贴与监管、技术创新以及可再生能源生产成本降低的推动下，已经进行了二十年（图表9）。

图9: 当前能源转型已持续二十年
主要能源来源在全球能源消耗中所占比例上升



来源：能源研究所、《2023年统计评论》。2024年3月。

图表10: 可再生能源正经历飞速发展
全球新增可再生能源发电量, 吉瓦



电气化是脱碳转型的关键步骤, 原因有两方面。首先, 电气化能够减少化石燃料的直接使用量, 如在汽车和摩托车中的使用量。其次, 电力是一种经济实惠的能源, 在生产过程中不会产生大量的碳排放, 尤其是太阳能、风能、水电或核能发电²⁵。在中国、美国、印度、欧盟和巴西等主要能源市场, 可再生能源日益成为新增发电容量的首选。2023年, 全球可再生能源发电容量增加了50%, 预计未来五年将至少保持同样的增速。按照这一增速, 到2030年, 全球可再生能源的发电容量将增加一倍以上(图表10)²⁶。

虽然能源的利弊权衡虽然经常受到忽视, 却它是能源转型的一个关键特征, 这也是第二章的讨论重点。

第二章

金无足赤： 电力资源的利弊权衡

“

电力目前在所有能源消耗中占20%。在某些电气化情景下，这一比例到2050年可能将达到50%。”

02

第二章

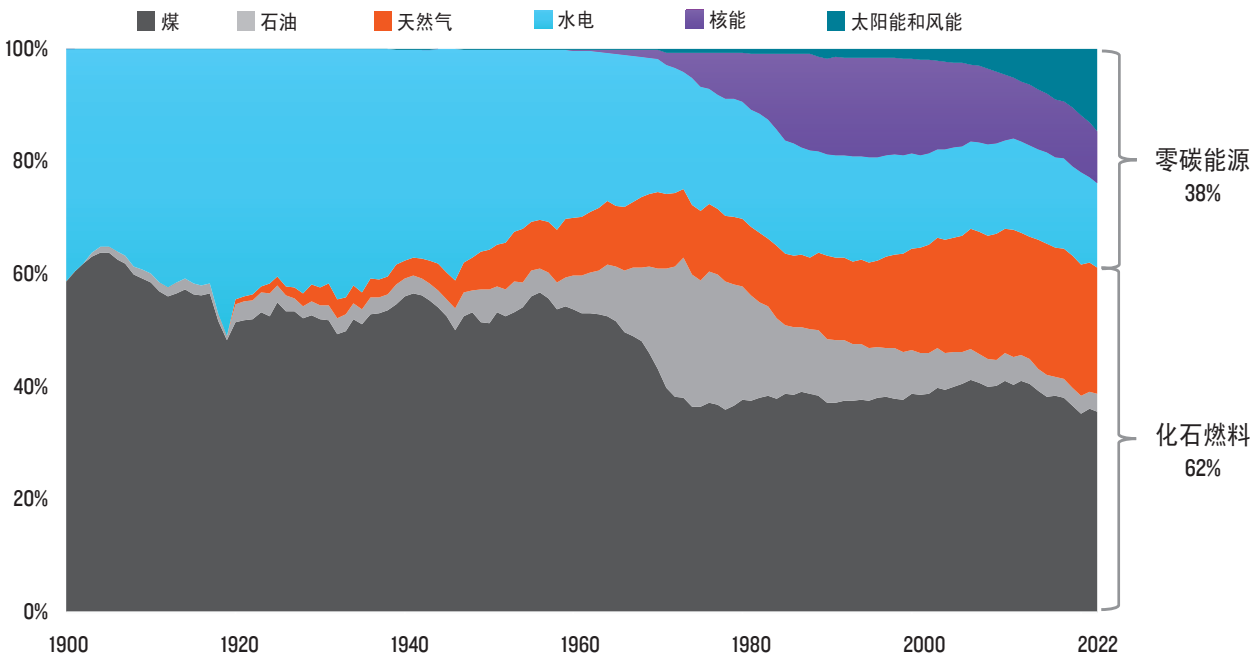
金无足赤：电力资源的利弊权衡

电力目前在所有能源消耗中占20%。在某些电气化情景下，这一比例到2050年可能会达到50%²⁷。数字技术的应用——从手机、云计算，到人工智能和加密货币挖矿，只会加速全球电力需求的大幅增长。本章分析了各种电力资源之间的利弊权衡，并围绕电气化列出了一些基本政策和社会选择——电气化是我们向低碳能源系统转型的一项关键脱碳工具。

尽管全球各国政府和私营企业大举投资可再生能源发电领域，但值得注意的是，仍有超过60%的电力来自化石燃料（图表11）。当然，整体数据掩盖了各国之间的巨大差异，例如在印度，近75%的电力来自于化石燃料，而这一数字在挪威仅有

不到5%（图表12）²⁸。中国在能源转型的两端都非常突出，中国不仅是最大的化石燃料消费国之一，其每年的煤使用量可为整个美国提供电力，而同时中国也是可再生能源转型的领军者，2023年中国新增的太阳能和风能装机容量超过了全球其他国家的总和（见附录A.3-6）。

图表11：发电行业仍然依赖化石燃料
全球不同能源在发电行业中所占比例



来源：保德信专题研究、Ember和Pinto等；2023年。2024年3月。



推动变革：人工智能在能源系统中的作用越发显著

尽管关于人工智能存在铺天盖地的炒作宣传，但其中一项关键因素仍然经常被忽视，即训练大型语言模型的算力需求是呈指数级增长的，这将为数据中心带来深远影响，同时也可能是能源转型中最容易被忽视的一方面。

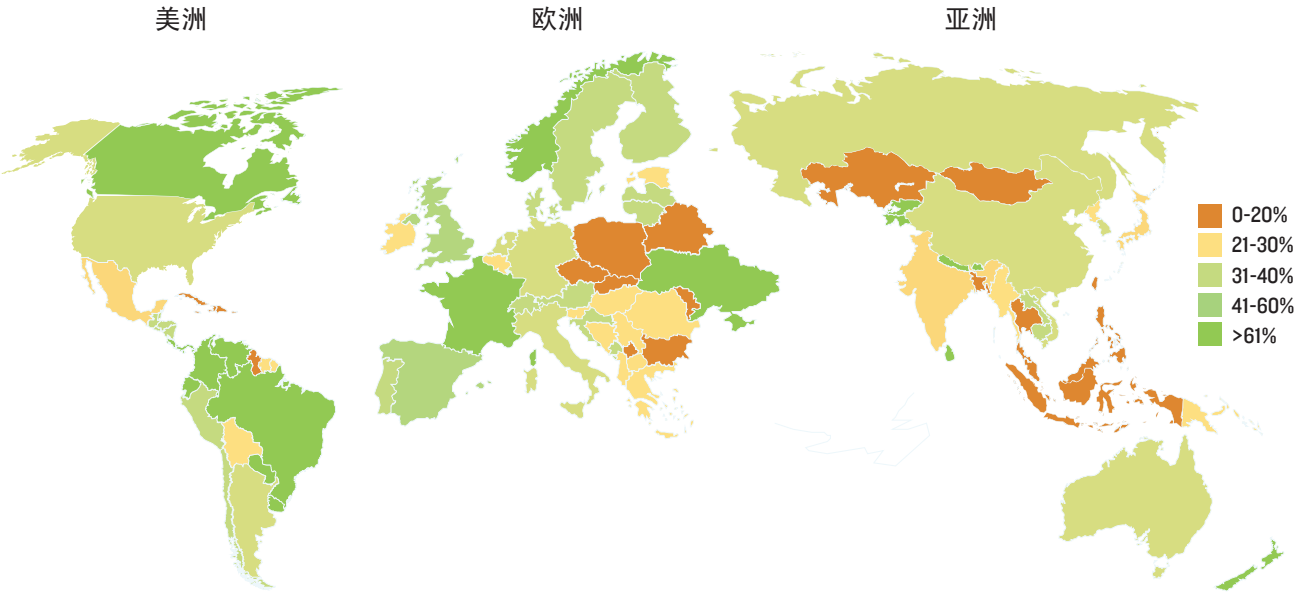
目前，数据中心的耗电量约占全球耗电量的2%，占比超过法国整个国家的耗电量^{29, 30}。预计到2026年，这一数字将增加一倍以上，将相当于日本的耗电量³¹。此外，如果将训练大型语言模型的能源需求与云计算和比特币挖矿相结合，预计到2030年，数据中心的耗电量将占全球电力供应的20%以上^{32, 33}。

值得注意的是，在电力需求增长缓慢的发达国家，数据中心正在拉动新需求的出现³⁴。例如，爱尔兰的数据中心电力需求预计到2026年将翻一番，届时将占爱尔兰整体电力需求的约三分之一。数据中心电力需求的急速增长也是美国未来五年电力需求增长预测近乎翻倍的主要原因³⁵。

为服务器提供动力并为其降温的能源在数据中心的运营成本中占比最大，这已经成为新数据中心建设和扩张的一项制约因素³⁶。对于数据中心运营商而言，这意味着它们不仅要思考应如何扩展业务模式以适应不断增长的计算强度和训练深度神经网络的需求，还要考虑在何处建设新的设施，以及如何获取充足而廉价的电力。

数据中心运营商正采取不同的方式来应对这一挑战。一些运营商正在积极与零碳能源供应商合作，将专用电力资源整合进数据中心综合体中。多年来，氢能一直是解决方案的一种，而首个完全由氢能提供动力的离网模块化数据中心最近在美国开始运营^{37, 38}。全球最大的数据中心运营商正在与可再生能源供应商建立合作伙伴关系或合资企业³⁹。例如，亚马逊收购了一座位于宾夕法尼亚州毗邻核电站的超大规模数据中心园区⁴⁰。其他数据中心运营商也一直在探索小型模块化反应堆解决方案⁴¹。

图表12: 零碳能源在发电系统中的作用在全球不同地区存在较大差异
核能、可再生能源和水电在总发电量中所占比例



来源：国际能源署和能源研究所。2024年3月。

金无足赤: 不同电力资源的利弊权衡

一个理想的能源系统，不仅可以安全地触达主要能源和关键部分，还可以在最需要的时候提供廉价的电力，同时还不会危害环境。这里经常被忽视的一点是：没有一种单一的电力资源能在这三个方面同时实现最佳效果，这意味着化石燃料和零碳能源各有利弊。

1.可调度性

可调度性作为一个技术术语，是指基于需求的发电能力，即根据需求变化而提高或降低发电量的难易程度。通常情况下，电力是围绕基本负荷进行管理的，基本负荷是指全天中电力需求的最低水平。在需求超过基本负荷期间，可按需启动补充电力资源以满足不断增长的电力需求；在夜间需求下降时，可再关闭补充电力资源^{42,43}。基本负荷电力通常由边际成本较低但几乎没有能力调整发电量的发电厂提供，比如核电厂或燃煤发电厂，而补充发电厂（通常指天然气涡轮机发电厂，有时也指水电发电厂）的边际生产成本虽然较高，但可以调度发电量，它们的发电量较易上调或下调，因此可以应对每日电力

需求波动⁴⁴。

相比之下，大多数可再生能源，尤其是太阳能和风能，都具备间歇性。这意味着它们的发电量不易调整，而且发电量在平日是有相当大的波动。电网中的可再生能源越多，一日中最小发电量与最大发电量之间的波动就越大。电网运营商因而需积极管理每日供需失衡，这就带来一系列新的基础设施需求和挑战⁴⁵。

目前的电网和输电基础设施极大程度上依赖可调度电力资源来应对日常需求波动。正因如此，简单地使用更多的间歇性可再生能源替代基本负荷和补充化石燃料资源进行发电，或将对下游构成重大挑战。

可再生能源发电需要与补充基础设施相配合，才能实现对于具备广泛间歇性电力资源电网的管理。例如，公用事业规模的电力储存容量可以应对日常需求波动，而在没有足够储存容量的情况下，则需要易于调度的电力资源，比如水电、天然气，或是长途输电线，以帮助在数个电网之间平衡电力需求。

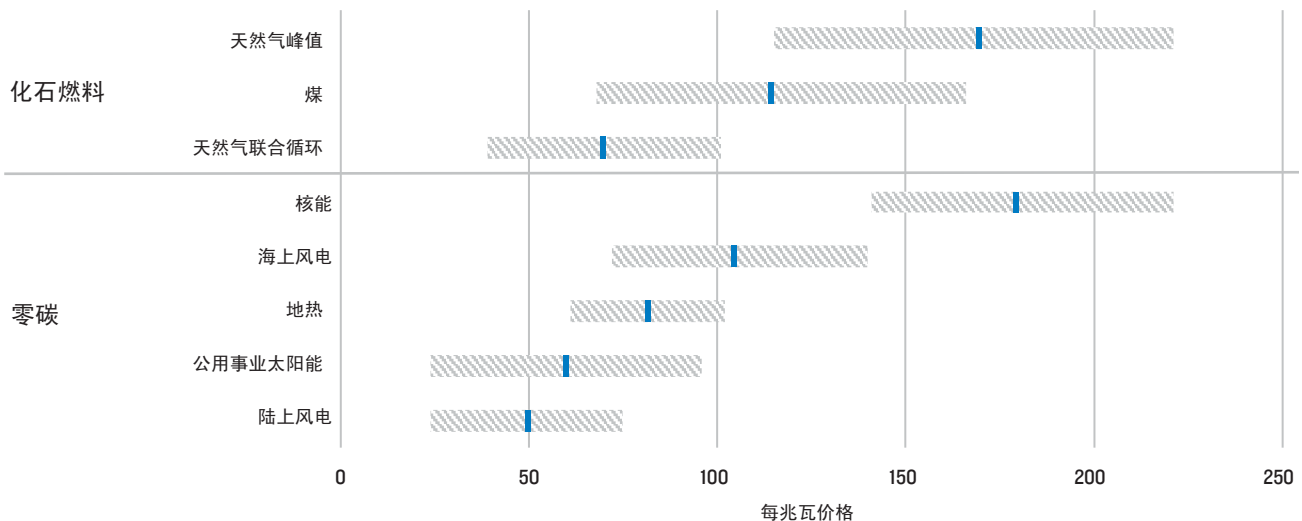
2. 可负担性

全球范围内，有不到三分之一的20多亿人口无法获得可负担的清洁能源，他们仍需使用明火，或燃烧木材、木炭、其他生物质的基本炉灶来烹饪食物⁴⁶。几乎没有什么事件能像能源和电力价格上涨那样引发普遍性的政治反弹。2022年的能源价格飙升在全球范围内引发了生活成本危机和政治抗议，巴基斯坦和厄瓜多尔等新兴市场，以及英国和法国等发达市场都涉及其中^{47,48}。因此，各国政府和政界人士几乎没有多少动力在能源可负担性方面妥协。

太阳能和风能是最具成本效益的电力资源。

过去十年间，政府对风能和太阳能的支持吸引了私募资本涌入，私募资本又反过来推动并加速了技术进步，让太阳能和风能成为最具成本效益的电力资源。事实上，多项研究表明，建造全新的太阳能电池板或风力涡轮机组，并将其连接到美国电网，比继续运营美国现有的燃煤发电厂的成本要低得多⁴⁹。

图表13: 可再生能源已成为具有成本效益的发电方式
无补贴平准化能源成本，每兆瓦价格(2023年)



注：平准化能源成本 (LCOE) 有其局限性。例如，它没有考虑间歇性能源为平滑发电量波动而产生的额外储能成本。但是，即使加上间歇性能源的发电成本，比如储能成本或用可调度燃气发电厂来补充这些可再生能源的成本，可再生能源在大多数情况下仍然具有成本效益，特别是与核能发电和燃煤发电相比。

来源：保德信专题研究、Lazard和国际能源署。2024年3月。

如今，太阳能和风能等可再生能源项目以相对较低的平准化能源成本 (LCOE, 即资产生命周期内的发电总成本) 进行发电，并且具有零边际生产成本的附加特征 (图表13)。

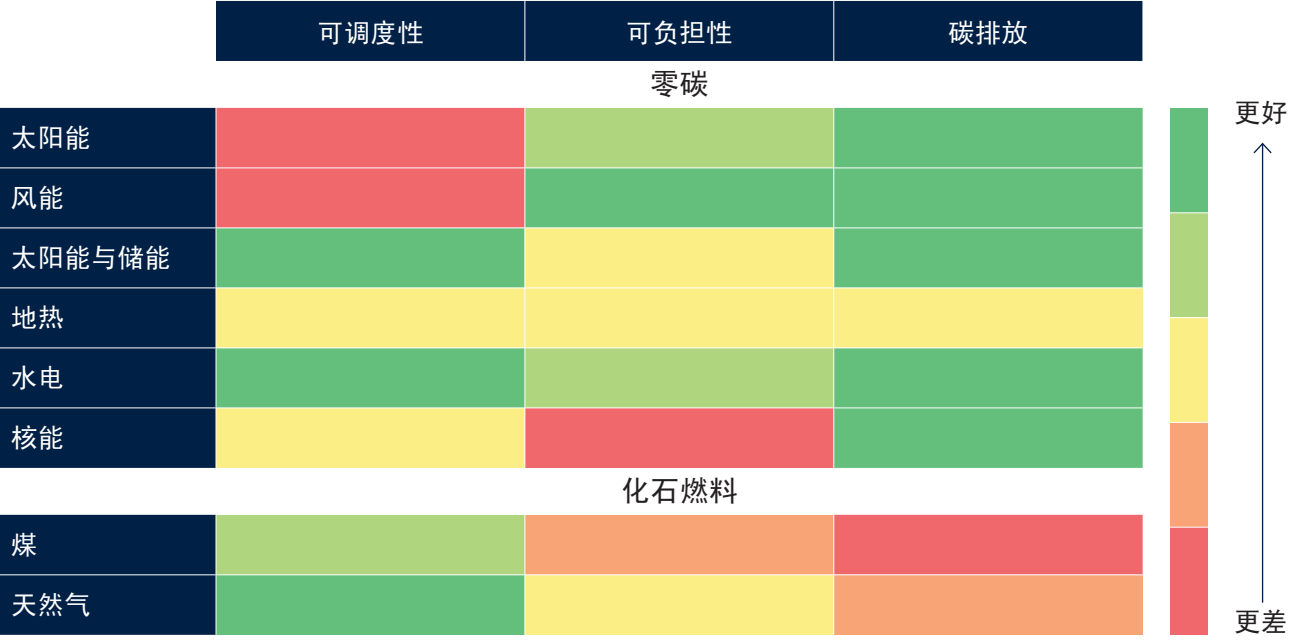
3. 碳排放

2023年是有记录以来陆地和海洋温度最高的一年，也是全球气温持续上升的最新例证^{50, 51}。大气中二氧化碳和甲烷等温室气体 (如是导致全球持续变暖的关键因素⁵²。这种持续的全球变暖正在引发冰盖融化、海平面上升及更频繁的极端天气事件，包括干旱和洪水以及更强烈的风暴和野火⁵³。

能源生产和消费约占全球温室气体排放量的75%⁵⁴。几乎所有这些排放量都源自于化石燃料的燃烧。相比之下，可再生能源一经产出，就可在不产生额外温室气体的情况下发电。

低碳能源系统是一种以可再生能源而非化石燃料为特色的系统，它对减少全球温室气体排放至关重要。无论需要多长时间才会实现脱碳目标，减少碳排放仍将是未来几十年能源格局的一个长期特征。

图表14: 各类电力资源的利弊权衡



注：可负担性是以平准化能源成本来衡量，碳排放量是以每英热单位（BTU）的排放量来衡量。
来源：保德信专题研究、Lazard、国际能源署和美国能源信息署。2024年3月。

包括最大的温室气体排放国在内的超140个国家已做出了减少碳排放的承诺⁵⁵。全球众多国家、公司和投资者致力于减少碳排放，对于能源投资者而言，碳排放已经成为一项至关重要的因素。

随着能源转型的持续推进，化石燃料将越来越多地被可再生能源所取代。然而，要意识到的是，没有任何一种能源转型方式能够普遍地适用于各个处于不同发展阶段的国家。

未来的能源系统需要各类不同的能源资源才能取得最佳效果（图表14）。鉴于化石燃料的可调度性能很好地补充可再生能源的间歇性，在可预见的未来，能源系统可能会继续将两者相结合。此外，在部分可再生能源和化石燃料中实现能源多样化，可以提供急需的韧性

和安全性。更重要的是，天然气等低碳化石燃料可以发挥重要作用，并在长期转型过程中确保能源安全和可负担性。

围绕电气化的利弊权衡是非常真实的，政府和社会做出的选择对决定能源转型的步伐至关重要。寻求驾驭不断变化的能源格局的长期投资者将面临一系列投资机会和挑战，我们将在第三章中讨论这些机会与挑战。



第三章 投资影响

“

重要的是我们需要认识到
不存在一招制胜,而是需要
多种能源资源来满足日益
增长的全球需求。”

03

第三章

投资影响

能源转型是一个长期、缓慢而复杂的过程，期间要不断权衡利弊，同时还要面临多重挑战。虽然转型的速度和广度因国家而异，但它仍然是全球能源系统的关键驱动因素，并提供了大量全球投资机会。重要的是我们需要认识到不存在一招制胜，而是需要多种能源资源来满足日益增长的全球需求。并且投资者需要能识别出不同的转型阶段，从而找到最佳机会，我们认为以下三个相关主题值得关注。

1. 通过支持关键性投入和配套基础设施促进可再生能源发展

可再生能源发电已出现显著增长，并且在全球众多市场达到相当规模。然而，其他可再生能源基础设施的领域并未同步增长，如储能和输电领域。负电价的出现频率提升、由于发电量减少造成的电力损失以及新项目入网的长时间延迟，都反映了基础设施发展的不平衡。

可再生能源发电是能源转型的核心。

事实表明，由于输电和储能作为配套基础设施已经滞后，因此需要对其升级才能应对以间歇性来源为主的能源系统。对于投资者而言，除了发电之外，对扩建和新建可再生基础设施的广泛需求是显而易见的。并且投资者应当考虑可再生能源供应链有哪些关键组成部分，同时抓住新兴市场的巨大机遇，因为这里是可再生能源增速最快的市场。

除太阳能和风能之外，可关注成熟市场中可再生能源的债务融资机会

能源转型需要更多源于可再生能源的电力。政府政策和私募资本已经坦然接受关于能源供应链的这一事实，并且全球可再生能源发电量在2012年到2023年期间已经实现了四倍的增长⁵⁶。

然而，对于投资者而言，随着市场逐渐成熟，发电行业的前景也变得更具挑战性。推动可再生能源发电量增长的政府补贴和快速的技术创新也同时推动了电力生产商之间的激烈竞争，导致电价及利润率下降。

此外，与几年前相比，供应链瓶颈、设备和劳动力成本的上升、批准延期及利率上升给新项目带来的挑战与日俱增⁵⁷。实际上，美国推动海上风电的尝试，或是没有引起项目开发商的兴趣，或是由于发电项目快速变化的经济状况，导致重新对条款进行谈判^{58、59}。欧洲的项目也遇到了类似的挑战，造成项目大规模延误或彻底取消⁶⁰。

那么投资者应如何考虑参与欧洲和美国日新月异的可再生能源发电领域呢？首先，债务融资机会可能会好于股权融资机会。该领域债务融资往往不如股权融资

机会一样丰富。具体而言，优先债务提供了具有吸引力的机会。考虑到全球利率上升，夹层债务和结构性债务领域也可能浮现出一些机会，尤其对于承购协议已经达成、新项目许可尚未全面开放、电网连接已经建立并且距离最终客户相对较近的项目来说。此外，在母公司或控股公司层面（而非单个项目层面）提供债务融资，可在一定程度上分散特殊项目风险，带来更有韧性的现金流。

输电和储能基础设施需要升级，从而应对以间歇性能源为主能源系统。

其次，投资者应把目光转向投向风能和太阳能发电之外的领域，探索水电和地热项目——这些能源可被调度、无任何边际成本，并且可以在风能和太阳能无法发电时坐拥较高的价格。考虑到适用于此类项目的区域很少以及开发难度较大，这些项目相比于风能和太阳能也面临更少的竞争和更低的过时风险，并且它们的债务可能具有相当的吸引力。其中尤其是欧洲（斯堪的纳维亚半岛和意大利）水电项目的资本重组，以及智利、秘鲁、巴西和拉丁美洲其他国家现有基础设施的重建。地热项目更多是小众市场，一些位于美国西部和冰岛部分地区的项目正在兴起。

新兴市场投资者应考虑印度地理位置优越的可再生能源发电商

随着能源需求和可再生能源供应双双飙升，印度为投资者提供了具有吸引力的机会。印度已经是世界第四大电力消费国和第三大可再生能源生产国。如今可再生能源占印度发电量的20%，这一比例还在迅速上升。印度已经在2022年达到了拐点，其可再生能源发电量超过了化石燃料发电量。

在这种极快的增长形势下，那些在执行大型项目方面有良好的记录，并与政府和监管人员关系良好的公司或具有吸引力。如今，像Greenko和ReNew Energy Global这样的公司是太阳能和风能发电领域的主要参与者。现有发电业务的现金流也有助于支持它们野心勃勃的资本密集型项目，以进一步提高其发电能力。

除却提供有吸引力的机会，新兴市场通常也会给投资者带来不寻常的风险。可再生能源发电也不例外。在拉丁美洲、亚洲和非洲的许多发展中国家，需要十分留意电力盗窃的风险，一些国家的盗窃率预计高达20%-30%，全球每年为此付出的损失接近1,000亿美元^{61、62}。

可再生能源供应链的关键组成部分：风力涡轮机和矿物质

另一种可以摆脱基础设施分布不平衡或电力价格大幅波动影响的风电行业投资方式是考虑投资风力涡轮机制造商。与个体项目相比，它们提供不同的风险回报模式，可能会成为较有吸引力的投资。在该领域，维斯塔斯（Vestas）、诺德克斯（Nordex）和西门子歌美飒（Siemens Gamesa）是欧洲和北美陆上和海上风力涡轮机市场的领军者。

金属和矿物质也是未来能源系统的关键组成部分。尽管重要的矿物质（如锂和钴）由于其稀缺性或加工的集中度而受到广泛关注，但它们的需求与当前的储能技术和电动汽车的销售高度相关。相比之下，铜由于非凡的导电性、韧性和延展性，对电气化的各个方面都至关重要——从发电到输电，甚至对于硬件（如电动汽车）也起着举足轻重的作用。而由于其独特的性质，铜很难完全脱离于电力系统，这一点与钴不同。实际上，电气化对铜的全方位需求有时可能会被市场忽视。随着电气化的推进，到2050年，全球对铜的需求将增加一倍以上（图表15）⁶³。

至于铜的供应，它通常在偏远地区，所以采矿非常耗费资金和时间⁶⁴。并且由于环境问题，对于新矿山的审批和许可变得愈发具有挑战性。因此，新产能的建设可能需要数年时间，耗资数十亿美元——例如，在2019年至2022年之间开始生产的新原铜矿的平均交付周期超过20年⁶⁵。事实上，由于开采的铜矿平均质量下降高达25%，一些铜生产商将不得不增加支出，只是为了维持目前的生产水平^{66、67}。

由于环境问题，新铜矿的审批
变得更具挑战性。

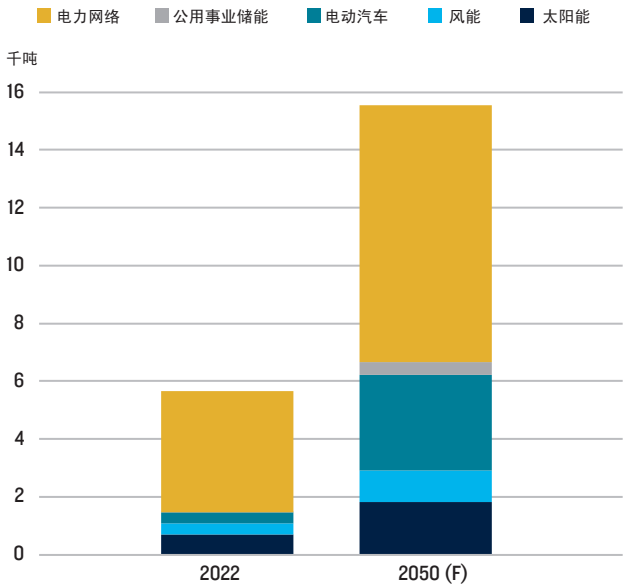
因此，新产能的建设可能需要
数十年时间，耗资数十亿美元。

对于投资者而言，这创造了非常有吸引力的长期供需动态⁶⁸。两家单一经营铜矿的生产商——Ivanhoe Mines和Ero Copper——有可能为股权投资者提供稳健的增长前景。它们不仅目前生产高效，并且很快就有实力扩大产能，以满足不断增长的需求。此外，对于债务投资者而言，南方铜业（Southern Copper）和费利浦·麦克莫兰铜金公司（Freeport-McMoRan）作为大型生产商，能够实现规模经济效益，从持续的经营业务中获得强劲的现金流，并且其资产负债表较为强劲。

电网的扩张和现代化

对更大、更智能电网近乎普适性的需求，为电网的核心部件和建设服务供应商在宏观层面提供了强大的推动力。国际能源署估计，为了能够主要利用可再生能源进行供电，到2040年，世界需要增加或更换近5,000万英里的输电线路⁶⁹。为输电线路提供关键部件包括逆变器、晶体管 and 变电站的公司，例如美国伊顿（Eaton）和法国施耐德电气（Schneider Electric）等，它们在未来几年能源

图表15:铜对实现电气化至关重要
实现能源转型目标所需的铜(千吨)



注：显示国际能源署在宣布的承诺情景下的假设。(F)表示预期。
来源：国际能源署。2024年3月。

转型中的核心作用也许尚未得到市场的充分认识到。

在印度，考虑到扩张输电网络的迫切需求，输电电缆制造商在以某种方式受到保护的市场中运营。这也使得它们可能成为有吸引力的投资标的。Polycab和Apar Industries在这一不断增长的市场中处于领先地位。

投资者可以在新兴市场找到机会的另一个领域是电网与输电线路的工程建设。对于投资者而言，像ISA和Celeo Redes这样在南美设计和建设输电线路的公司能够提供输电资产组合的优先担保债务敞口，投资于与通胀和汇率挂钩的高流动性摊销债券。此外，这些公司也是所在地区的大型运营商，与监管机构和其他政府机构保持着长期合作关系。凭借各自的政府关系，他们可以很好地应对许可方面的挑战，并能够开展这些大型基础设施项目。

大规模的长期储能

工业规模的储能是投资者在能源转型中应当考虑的一个重要问题。为了实现能源转型目标，到2030年，全球

将需要建成近1,000吉瓦时的电网规模和其他形式的储能，总规模约是目前市场规模的35倍(图表16)⁷⁰。主要工业储能企业包括韩国的三星SDI和LG，中国的比亚迪及日本的松下。

长期储能是解决可再生能源中长期间歇性与季节性波动问题的关键方法。其机制与用于为汽车和手机进行数小时供电的锂电池截然不同⁷¹。它们能够提供长达数天、

工业规模的储能是投资者在能源转型中应当考虑的重要问题

数周甚至数月的储能能力，通过在生产高峰期吸收多余电能并根据需求重新部电，为能源系统提供更大的灵活性，满足供需的季节性波动⁷²。充足且具有成本效益的长期储能不仅可以提高地方与区域电网的恢复能力，还可以降低化石燃料需求(如基荷煤或可调度天然气)，满足能源需求或降低可再生能源发电的间歇性波动⁷³。

抽水蓄能电站是目前运用的最广泛且最成熟的发电技术，据估计，抽水蓄能发电目前占大规模储能的90%或以上⁷⁴。抽水蓄能电站能够提供易于调度的电力来源，具有很高的吸引力，但这种方式也有特定的地理要求，且可能没有太大扩展空间。此外，新产能的建设也非常有限，因为这些项目往往会涉及整个城镇和村庄的被迫迁徙，因此很难获得批准。欧洲公用事业公司Iberdrola目前是这一领域的领军者。该公司最近在葡萄牙北部建造和启用了一个年产能40吉瓦时的新抽水蓄能电站，之后可以储存和调度多余电力。此举令其目前在西班牙和葡萄牙抽水蓄能电站的年产能达到了100吉瓦时以上，还有170吉瓦时正在建设或计划中^{75、76}。

图表16: 不断增长的公用事业储能需求
当前储能容量vs.所需储能容量



注：所需储能容量指基于净零排放的情况。(F)表示预测。
来源：国际能源署。2024年3月。

垂直一体化的能源供应商

对于投资者而言，拥有发电和配电能力的能源供应商也是一个具有吸引力的投资领域。具体来说，在规模较大的市场中，那些在基础设施的建设和维护方面有着长期良好记录的主要供应商会非常具有吸引力。尽管这些公用事业公司通常会受到严格监管，但其所在的地区竞争有限，有些公司或许能够将较高的成本最终转嫁给用户，以保证其利润率水平。

在欧洲，Iberdrola是一家跨国电力公用事业公司和全球领先的风力发电生产商，拥有深厚的行业专长，并实现了规模经济效益。该公司为全球约3,000万客户提供服务，在英国、欧洲大陆和美洲均有重要业务。在北美，NextEra Energy是美国最大的可再生能源发电公司，为美国49个州和加拿大供电，其电力来自多种能源，包括风能、太阳能、核能及天然气。

债务投资者如果只关注控股公司的债券，那么可能会错失良机。对于像Iberdrola和NextEra这样的大型电力生产商而言，投资机会也可能存在于其项目层面。这些能源生产商经常会通过私募信贷市场为电力项目的投资组合融资，且这种债务能够让投资者有机会接触到发电类的资产组合。

Energopro是东欧领先的水电生产商和电力分销商，在土耳其和西班牙也有业务。该公司的分销业务在规定的回报率下运营，这使其能够转嫁成本以维持利润率。鉴于其在水电站收购与运营方面具有专长，该公司同时也生产水电设备并为同行公司提供咨询服务。

规模庞大且不断增长的市场为投资者提供了绝佳的投资环境。CenterPoint Energy是美国德克萨斯州一家主要的电力与天然气分销商。随着该州人口不断增长，能源需求也将随之增长。此外，该州是巨大的风能与太阳能发电中心，而Centerpoint的电网则是为当地提供巨大电力输送的关键设施。

2. 倾向使用低碳化石燃料，避免过时风险

虽然能源转型的众多方面尚未稳固和明朗，但有一点是毋庸置疑的——转型将需要花费几十年的时间，而化石燃料不可能完全被取代。换句话说，在21世纪的大部分时间里，全球能源需求依然会通过化石燃料及其配套的全球庞大基础设施网络来满足。对于投资者而言，能源综合体为其提供了机会，这些要素相当稳定、能够产生持续的现金流，同时有助于向低碳世界转型。

天然气正在取代碳排放较高的化石燃料

天然气是助力实现低碳未来的关键燃料，能够取代碳排放较高的煤炭，尤其是在电力生产方面。因此，在建立可再生能源发电、储能和输电基础设施的同时，天然气可以作为一种有价值的“过渡性”燃料来源。事实上，到2040年，随着中国和南亚煤改气的推进，全球液化天然气需求预计将增长50%以上⁷⁷。

2006年至2023年间，全球天然气产量激增主要是由美国页岩革命推动的。水力压裂法和水平钻井技术令美国能够开发出大量新天然气储备，这一发展带来了液化天然气行业的繁荣⁷⁸，令美国液化天然气产量几乎翻了一番，如今，美国是全球最大的天然气出口国（图表17）。

此外，俄乌冲突加速了欧洲及其他地区的液化天然气基础设施建设热潮。高效运输液化天然气的能力也愈加提高了市场的全球化程度及韧性，因为供应商能够更快地应对全球冲击⁷⁹。

处于天然气供应链中的公司——从生产到加工，再到

对于投资者而言，低碳化石燃料提供了投资稳定且具有持续现金流的机会。

液化和运输——均能够为投资者提供具有吸引力的投资机会。与同业相比，美国小型天然气生产商（如EQT和Antero）的运营效率较高，并具有增长潜力。

管道投资是在全球天然气投资的另一种方式。管道公司通常拥有长期采购协议。在天然气领域，管道的“收费”能够为投资者提供不同的风险回报：既可以利用旺盛的需求，又可以减少短期价格波动敞口。在美国，像安桥（Enbridge）、威廉姆斯（Williams）和金德摩根（Kinder-Morgan）这样的主要管道公司对债务投资者来说吸引力很高。

在拉丁美洲，像Esentia Energy Systems和GNL Quintero这样的天然气公司在天然气运输、储存及液化天然气再气化业务方面具有独特优势。墨西哥私营电力生产商（如Tierra Mojada和Valia Energia）能够为管道下游的基荷、天然气发电厂提供投资机会。

此外，天然气开采过程越来越要求减少碳排放，越来越多地天然气生产商开始寻求像贝克休斯（Baker Hughes）和SLB等钻井服务提供商的帮助。随着50家主要石油与天然气公司在2023年底的《联合国气候变化框架公约》缔约方会议第二十八届会议（COP28）上签署承诺，将在2030年前大幅减少甲烷排放，这些公司将继续提供检测管道泄漏和排除甲烷燃烧这一类市场需要的服务⁸⁰。

对于想要在蓬勃发展的液化天然气出口市场中寻求收益,但又不希望承担额外商品风险的投资者而言,Cheniere Energy正是一家拥有差异化业务公司的代表。该公司提供将天然气加工成液化天然气的基础设施及货运码头。由于市场对其服务的巨大需求,Cheniere已经成为了行业领军者。鉴于其庞大的规模和高效的运营效率,该公司正在实现规模化经济效益。凭借更多的设施和额外的服务,其业务也具有增长的空间。卡塔尔是另一个主要的液化天然气出口国,Gulf International Services是该地区的主要钻井承包商,与很多主要国有生产商关系密切。

处于天然气供应链中的公司
既可以利用旺盛的需求,又
可以减少短期价格波动
敞口。

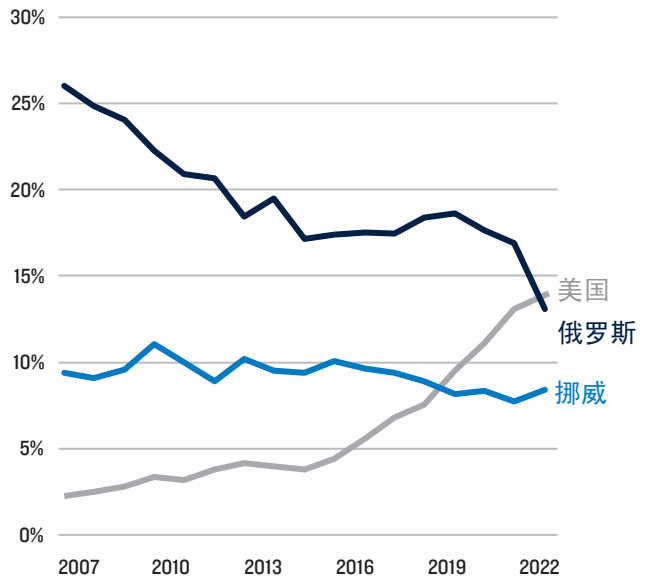
中型生产商的债务融资机会

尽管一些银行已完全停止向石油和天然气行业提供贷款,但大型生产商仍可获得融资,尤其是那些能够在信用债市场发行债券的公司^{81、82}。然而,对于规模太小而无法利用公开信贷市场的小型能源生产商而言,银行贷款的回落可能更为严重。对于直接贷款机构而言,北美能源综合体的中端市场可能会提供有吸引力的机会,因为资金可能较为稀缺且贷款机构在定价和条款方面用有一定的影响力。

在石油和天然气勘探和生产的早期阶段,能源公司通常会采用股权融资。然而,一旦勘探工作完成,并确定最佳钻井区域,能源公司往往会在下一阶段转向风险较低且资本密集的债务市场⁸³。这种中期发展提供了可靠的现金流和有形的抵押品,确保了稳健的信贷基本面。保守承销的债务——低杠杆率、简单的资本结构,及仅

图表17:页岩革命使美国成为全球天然气强国

一些最大天然气出口国的份额



来源: 石油输出国组织。2024年3月。

根据已知储备价值放贷——可能对投资者具有吸引力。此外,夹层债务或结构性债务可以根据已证实的现金流提供有吸引力的息票,并以资产特许权使用费或认股权证的形式推动资产增值——这也可以为投资者提供可靠的通胀保护。

大型石油公司在新的能源系统中扮演什么角色?

尽管所占比重较小,化石燃料无疑仍将会是未来能源系统中的一个组成部分,且更多的或是天然气这类化石燃料,而非煤和石油。现今的石油巨头公司会在进入新的能源系统时分化出赢家与输家。一些依赖于持续衰落的化石燃料,并将投资仅集中于继续供应已成为过去的石油燃料的全球石油巨头,将因可再生能源的效率提升及基础设施改善而面临被淘汰的风险。最终,它们或会是以不再经济可行的搁浅碳资产规模来定义。

不过，另一些石油巨头将在新能源格局中成为赢家。这些企业更具前瞻性，积极投入于能源转型，无论针对哪种初级能源资源，都能有相应的生产方式继续提供能源。具体而言，有两种方式可以让当今的能源巨头企业在未来的能源系统中保持优势：

尽管所占比重较小，化石燃料无疑仍将会是未来能源系统中的一个组成部分

1. 转变能源生产方式以适应新能源系统的需求

那些有足够的力量将能源生产向未来燃料资源转型的石油巨头或仍将占据主导地位。一些石油巨头正在将电力纳入其目前的业务模式。例如，全球石油巨头公司——英国石油公司（BP）和壳牌（Shell）正将其在英国和欧洲的大型加油站网络改造为电动汽车充电设施⁸⁴。另一些石油巨头则正利用它们对全球能源格局的深刻观察来进行“分子和电子”交易，即交易石油、天然气以及电力⁸⁵。

过渡性燃料，比如天然气和液化天然气，未来将作为可再生能源的必要补充，占有一席之地。两家领先的液化天然气生产商及运输商⁸⁶，道达尔能源（Total energy）和壳牌正处于有利地位，天然气和液化天然气在这两家公司的总收入和利润中占很大一部分^{87,88}。然而，市场可能不认同这种做法，壳牌和英国石油公司等欧洲石油巨头的估值一直低于埃克森美孚等美国同业公司^{89,90}。

2. 利用技术专长来推进绿色创新

绿色技术领域的许多创新来自于石油和天然气巨头的研究实验室，有证据表明它们在这方面较能源技术初创公司更加优异。从理论层面来看，石油和天然气

巨头不仅拥有强劲的现金流，可以投入大量资金用于研究，而且还拥有开采、精炼以及其他石化工艺方面的专业知识，能够将其研究发现付诸实施。此外，这些公司有开展大型复杂项目的经验。例如，拥有精炼炼油业务的石油巨头可以利用这些技能来推进生物燃料和可持续航空业务。

最近的一项研究通过分析绿色技术专利的质量和数量，来解析绿色创新的格局，这项研究表明石油和天然气巨头为关键的绿色技术创新者，尤其是发现传统能源公司绿色技术专利的数量更多，且质量也更高⁹¹。此项研究还表明，能源公司的专利绝大多数来自内部研究而不是对初创公司的收购，而且更频繁地生产出减少碳排放并创造收益的实际产品。壳牌、英国石油公司和埃克森美孚在生物燃料、碳捕获和氢气生产等领域的绿色技术专利方面均处于领先地位⁹²。

3. 避免炒作：追踪和关注可再生能源和绿色技术创新

投机性创新，比如氢气，虽然可以吸引媒体的广泛关注，让公司被视为能对大型能源企业构成挑战的勇敢新贵。然而，这些投机性技术背后的初创公司很少能凭借自身力量充分运营并扩展业务，进而取代全球能源公司。事实上，全球能源公司可能是创新技术的最大供应商及客户之一，该领域的许多初创公司会选择与大型能源公司合作，借助大型能源公司在运营、炼油和运输方面的专业知识。

对于投资者而言，这些初始阶段创新技术的风险回报可能并不具有吸引力。虽然这些创新的成熟度有差别，有些创新技术更停留在实验室而非在现实世界应用，但它们都具备两个共同点：首先，它们有潜力在完全成熟并投入运营后对能源格局带来深刻的改变。其次，它们在大规模应用到现实世界之前都面临巨大的挑战。

氢燃料电池作为一种替代的清洁能源

氢气作为一种前景广阔的替代燃料资源受到了广泛关注，由于其一些特性很有说服力：氢气在全球范围内资源相对丰富，能量密度是汽油或柴油的2.5倍，且燃烧后不产生碳排放⁹³。

然而，在能够广泛运用前，氢气在运输和储存方面还面临着诸多挑战。氢燃料电池广泛应用的主要挑战之一，是生产、运输和储存氢气所需的专业基础设施以及巨大的成本。氢气在通常条件下处于气体状态，不易与现有的管道基础设施兼容⁹⁴。氢气通常需要在极端高压（5,000-10,000磅/平方英寸）或者低温（-250摄氏度）条件下才能转化为更容易运输和储存的液态⁹⁴。此外，氢在转化的每个阶段，包括从气态到液态、从液态再回到气态，都需要消耗能量，这会增加运输或使用氢气的成本。数家初创公司正致力于解决氢气生产、储存和运输方面的挑战。然而，它们还远不能够提供有效可行的解决方案。

研究表明，石油巨头是关键的创新者，在生物燃料、碳捕获和氢气生产等领域的绿色技术专利方面处于领先地位。

核能：从核裂变到核聚变

核聚变的过程能够为太阳和其他恒星提供能量。核聚变让人类有望获得无限、无碳的能源⁹⁵。虽然近期在政府资助的研究实验室中已经实现了核聚变反应，但预计还需要几十年的时间才能将核聚变反应商业化并用于

发电^{96,97}。其中的挑战在于，核聚变需要超过1亿摄氏度的极端温度和压力条件，目前不可能在实验室之外安全高效地满足这些条件。

虽然媒体广泛关注着核聚变“登月型”技术，但其他核技术几十年来也一直在能源领域发挥作用。如今，核能正发挥重要作用，全球30多个国家有正在运营的核裂变核电站，法国和斯洛伐克总电力的60%以上来自于核电站。许多发电厂已经运行了30年甚至更长时间⁹⁸。

然而，随着当今世界对能源安全 and 无碳能源的关注，人们重新关注将核裂变能作为未来能源系统关键部分的话题。核能的一些特性很有吸引力：它能在当地生产运营，且是零碳的基本负荷电力资源。这也让核能在石油精炼和数据中心等密集型工业用途方面大有用处。

自20世纪70年代以来，核裂变能的发展一直较为缓慢，主要源于以下两个挑战：经营许可以及成本。即使能够解决经营许可问题，核电生产的预估成本也往往无法与其他能源相竞争。核能项目经常遇到多年延期以及明显的成本超支。例如，英国、法国和芬兰近期新建的核能项目都延期了10年甚至更长时间，实际成本也是最初估计的两倍多^{99,100,101}。

最新的核裂变创新与小型反应堆有关。创新设计的小型模块化反应堆（SMRs）具有较高的安全性，比如能够自动关闭，且可以在工厂批量生产后再分批运送到现场组装，因此成本可能较低¹⁰²。小型模块化反应堆让一些工业过程的脱碳成为可能。目前可在已具备许多必要基础设施的退役燃煤发电厂场址上建造小型模块化反应堆¹⁰³。这项技术在某些领域已被证实可行，小型模块化反应堆已经在为数百艘潜艇和舰艇提供动力，且一些国家监管机构已经批准了陆上设计^{104,105,106}。中国是目前唯一拥有陆上小型模块化反应堆的国家^{107,108}。虽然已宣布了许多新的小型模块化反应堆项目，但由于面临供应链方面的挑战，以及成本超支和延迟，让项目在经济层面不再具备可行性，因而很少有项目能坚持到最后^{109,110}。

电网级的储能创新

电池这样的储能技术,可用以解决电力行业因越发依赖间歇性能源而面临的诸多挑战,包括改善经济调度和平衡输电系统。此外还有助于提高电力行业韧性,优化应急准备工作。

由于生产、效率和规模经济效益的改善,锂电池的成本从2013年到2023年降低了80%以上,锂电池也由此占据主导地位,应用率不断提高¹¹¹。尽管价格大幅下降,但目前用于工业储能的锂电池技术仍面临一些挑战。

最重要的是,锂电池不易规模化且并不环保。因此,锂的替代化学品正在出现。例如,钠的储量比锂更丰富,获取成本更低,两者化学性质也相似¹¹²。考虑到其放电时间较长、效率较高、提升能量密度技术的持续改进,钠电池在电网中的应用存在巨大潜力^{113,114}。

然而,钠电池技术短期内也面临一些挑战。钠离子电池的能量密度目前低于锂电池¹¹⁵。虽然化学成分更便宜、更易获得,但钠电池行业尚未实现规模经济效益,生产效率也没有提高。从理论上讲,随着时间的推移,全面规模化的钠电池行业应该能够生产出具有成本竞争力,且性能与锂电池相似的电池¹¹⁶。

碳捕获与封存

碳捕获与封存是另一项潜在的变革性技术,但这项技术近期面临许多现实挑战。这项技术本质上是捕获工业排放的二氧化碳,如乙醇制造或燃煤发电厂,进行封闭存储并防止其进入大气。碳捕获与封存技术有望让世界满足在当前和未来需求的同时也能减少碳排放,特别是在那些难以脱碳的工业领域。事实上,碳捕获与封存技术在许多零碳情景中发挥着重要作用¹¹⁷。但碳捕获与封存也面临着直接的挑战。首先,地理位置上的挑战,碳排放地点往往离易于有效封存碳的地点较远。将捕获的二氧化碳运输到封存地点在物流层面具有挑战性,且运输成本高昂。美国正努力在中西部生产乙醇的地区修建管道基础设施^{118,119}。Summit Carbon Solutions等

公司正参与到“碳高速公路”的建设中,致力于将二氧化碳从乙醇工厂运输到其他州的封存及储藏地点,但这项建设遭到农场主和土地所有者的反对,他们对安全和环境问题抱有担忧¹²⁰。

随着当今世界对能源安全
和无碳能源的关注,人们重新关注
将核裂变能作为未来能源系统
关键部分的相关话题。

碳捕获与封存技术面临的第二个挑战,是如何让运营获益。美国政府立法规定了直接的薪酬激励措施,但该计划面临的未来不确定性,阻碍了实施该计划所需的长期基础设施建设。碳封存在碳市场活跃的国家具有一定的价值。然而,捕获和过滤二氧化碳,将其运输到不同地点并进行封存产生的运营成本必须低于商业上可行的激励价值。

第三章为投资者介绍了各个证券和资产类别的潜在风险和机会。然而,全球能源系统不断变化的格局也给投资组合带来影响。第四章会来分析投资组合面临的这些影响,并为首席投资官提出整个投资组合层面的行动计划。

第四章 投资组合影响

“

政府举措和ESG目标都是投资者需要考量的重要因素,可能会对一系列投资决策产生影响。”

04



第四章

投资组合影响

政府举措和ESG目标都是投资者需要考量的重要因素，可能会对一系列投资决策产生影响。本章我们重点介绍全球能源系统的形势变化对投资组合的影响，并为首席投资官提供行动方针。

1. 围绕全球脱碳、投资目标和时间期限明确投资定位，以了解能源投资

由于气候变化、脱碳和能源投资之间彼此紧密关联，因此首席投资官时常面临相互矛盾的需求和期望，尤其是那些对气候变化更为关注的利益相关方。例如：董事会或某些市场监管机构对投资组合脱碳的要求、养老金领取人与通胀挂钩的支出，以及让未来的受益者能够建立一个有韧性的清洁能源系统。对于首席投资官而言，如果希望能统筹规划并协调一致地投资能源行业，那么不同相互矛盾的需求可能是一大挑战。对看似简单的问题给出明确的答案，将有助于帮助首席投资官了解和思考能源投资：

- 您是否寻求单一的投资回报最大化，然而对您所投资的能源的环境认证持怀疑态度？
- 您是否希望随着时间的推移降低与气候相关的风险？
- 您是否寻求在经济脱碳过程中发挥更积极的作用？
- 或者是您在不同的投资阶段寻求以上三者的结合？

气候变化、脱碳和能源投资
彼此紧密关联，互为一体。

最有效的能源投资工具、指标和策略会因目标而异。考虑到能源投资的复杂性，首席投资官必须与重要利益相关方在初期就这些问题达成明确协议，告知他们能源行业投资策略，并构建明确的时间期限架构来引导其决策。

明确与气候变化和脱碳相关的目标

必须对投资目标及其在投资组合中的多重影响有清晰的认知。例如，对于主要关注风险回报最优化的投资者而言，他们面临的形势较为复杂。向电气化和可再生能源的转型不仅引发了化石燃料领域的转型风险，会波及到生产商、设备制造商、公共设施企业等。它还提高了地表和地下资产搁浅的可能性。电气化也可以为其他行业提供机会，甚至在能源密集型行业也存在机会。例如，随着来自可再生能源提供的电力日益增加，电网价格波动也随之加剧。由于这些行业在可再生能源发电成本较低时可调整电力需求，因此其波动可以为能源密集型行业提供套利机会。

随着经济的脱碳化，虽然拥抱新能源格局可能是较为合理的长期战略，但其短期成本或会令人难以接受。例如，希望控制转型风险的公司（如石油开采商）由于逐渐淘汰化石燃料业务，可能难以维持利润率。对于不受投资组合脱碳化限制的长期投资者而言，重点是如何识别当今经济背景下重要碳密集型行业（如钢铁制造）的公司和资产，找到那些为未来低碳经济转型准备充分的投资标的。

例如，前瞻性的碳减排目标并不总是与围绕经济发展和能源贫困的短期目标相一致。

刚好相反的是，优先考虑投资组合脱碳或希望达成能源转型的投资者面临一系列不同的挑战。截至2050年，全球能源消耗将增长50%或更高水平，具有可持续发展意识的投资者将面临巨大挑战，如何在全球能源需求持续增长的情况下追求脱碳化将成为他们的难题。无论是从化石燃料行业撤资，还是投资最新的气候技术，对投资者而言都并非最佳答案。未来全球能源供应的脱碳化离不开下列因素的有机叠加，包括对配套可再生能源基础设施的重大投资、氢气和碳捕获等绿色技术的重大发展，以及提高多行业以及剩余化石燃料（包括石油和天然气）行业效率。投资者需要了解可参与的领域，从而抓住最佳机会。

投资期限

无论投资者关注的优先级是什么，能源投资的风险回报状况都高度依赖于投资期限。对于任何关注长期风险的投资者而言，他们应当认识到许多主动管理策略利用了相对价值的短期变化及交易机会。事实上，不受脱碳约束的主动型投资经理可能已经预测到2021年石油和天然气的价格上涨，并投资于石油开采商，从而利用短期价格走势套利，即使他们并不看好许多开采商的长期前景。

在不同的时间框架内，能源转型的一系列利弊权衡迫使投资者明确其投资期限，这是因为能源转型将持续数十载，所以能源行业的影响将随着时间的推移而演变。例如，当下石油和天然气投资路径的短期持续现金流及其碳排放对正处于提取阶段的养老金（支付全部收入并提取资产）的吸引力，与它们对于资产积累阶段的养老金（其提取峰值远在数十载后）的吸引力有所不同。不同的投资期限也会影响以下二选一的抉择：是选择最小化当前投资组合的碳足迹，或是在未来最大化地避免碳排放。

2. 肩负脱碳使命的投资者需要考量多种策略

对于肩负脱碳使命的投资者而言，当今的能源系统呈现出多重复杂性和挑战。例如，前瞻性的碳减排目标并不总是与围绕经济发展和能源贫困的短期目标相一致。多种脱碳方法已经相继出现，其中每一种都涉及不同的利弊权衡。一些方法基于事实性的数据，着眼于已经产生的一类和二类排放。其他方法更具前瞻性，是基于对未来可能避免的排放估算。

一些方法可以最大限度地减少投资组合当前的碳足迹

许多符合《巴黎协定》的净零排放策略都是为了实现投资组合当前加权平均碳强度最小化(WACI)的目标,该指标用于衡量投资组合配置中每笔收入所产生的碳排放量。这种策略的吸引力在于,如果投资者正在支持那些当下碳排放量较低的经济领域,那么他们可以声称自己正在尽力不增加碳排放。

由于该策略通常要从高排放行业中筛选出公司,这就为其在大规模投资组合中的实践带来了一定挑战。例如,从高碳强度行业(如公共事业)向目前加权平均碳强度最低的行业(如科技公司)的转变可能导致追踪误差,除非对此变数加以控制。投资者应该考虑更主动的投资组合策略,在全行业中寻找“进步”最快的公司。这种策略有助于在整个投资组合中大幅减少碳排放(并在实体经济

一些对“现成”温度对齐模型的评级可能过于乐观。

中实现可靠的减排),同时最大限度地减少追踪误差。

以加权平均碳强度为基础的策略仍有另一项限制。由于它是历史性指标,重点关注企业的一类和二类排放,因此可能无法预示未来的碳排放轨迹。这也导致投资者可能忽略潜在投资组合公司为减少当下和未来

的排放而做出的积极改变。此外,虽然这种策略可以一次性改善投资组合的碳浓度分布,但很难证明加权平均碳强度在未来是否可以逐年持续地改善。

为了应对这些限制,成熟的投资者需要考虑前瞻性预测,并评估公司的碳排放趋势。换言之,他们不仅需要考虑近期的碳排放轨迹,还要评估公司的前瞻性减排策略。此外,投资者需要定期主动监测并重新逐一评估其投资组合中的各家公司,从而确保它们仍在坚持减少碳排放,同时寻找未来积极的碳排放趋势,并最大限度地减少追踪误差。

更具前瞻性的脱碳方法

越来越多的投资者意识到,当下最大限度地降低其投资组合的碳排放,可能对他们实现未来发展低碳经济的终极目标产生适得其反的效果。相反,由于这些投资者希望他们的目光所及能更加长远,因此致力于寻找在未来有较大减排潜力的各项技术。因为他们希望在未来最大程度地减少碳排放,因此采用这种策略的投资者会寻找那些在碳减排或替代高碳活动方面最具潜力的公司。主动投资策略和细致的分析方法对于这种策略而言必不可少,因为该方法需要评估企业脱碳承诺的可信度和实际进展,例如评估公司过去几年的加权平均碳强度趋势,或考察其在取代高碳活动方面投资的质量和数量。由于在此类评估中,高质量、时效性强的数据通常难以获得,因此一些资产管理人会采取将定性和定量分析相结合的方式。

对于寻求前瞻性方法的投资者而言,温度校准模型是

一种具有吸引力的方法。这种方法侧重于将公司的远期排量,与从行业最佳排放路径的科学模型中得出的基准排放量进行对比。例如,随着时间的推移,如果全球气温升高2摄氏度,全球的碳排放量将达到峰值。将全球允许的碳排放总量分配至各个行业,随后再分配到每家企业,能够为各企业确立一个粗略的基准排放量。然后将其预期碳排放轨迹与基准排放量进行比较,有助于确定该企业的碳排放量是否超出了“允许排放量”。这是

各国和各州(省)做出的碳中和承诺能够对能源生产商与分销商的投资决策产生影响。

另一种能够帮助投资者识别在减少碳排放轨迹方面表现优于同业企业的方法。此方法的优点是,不回避棕色行业,同时支持那些能够以最快速度积极避免排放的企业,从而确定更多的内生性减排量。

当然,投资者也需要认识到这种方法及常用模型的一些缺点。例如,“现成”的温度校准模型并不能确保企业的信息披露及计划与实际结果一致,因此评级中可能存在着乐观偏见。从其中一些模型中可以发现,近一半的企业正在通过其温度校准模型来实现长期减排目标。投资者应该通过单独核实各企业的信息披露及计划,让它们承担更多责任。这可能意味着要确保建立临时目标并将其纳入额外指标,来衡量企业脱碳承诺的可信度。

将捕获实际进展的纳入规则与碳排放目标进行对比,是检验温度校准策略结果的重要方式,首席投资官还需要确保其跟进的资产管理机构正在主动进行此类检验。

3. 密切关注政府“恩威并济”举措的当前形势,并跟踪其发展轨迹

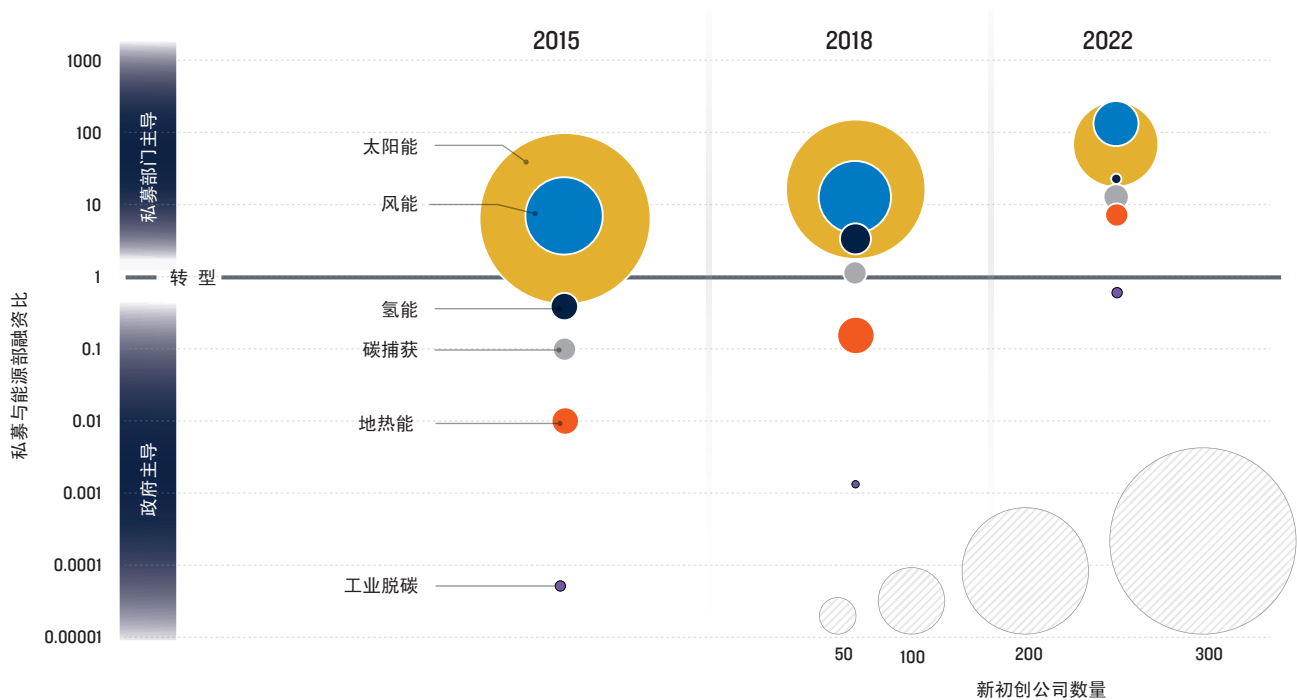
由于国家安全的重要性,政府往往在动态的能源格局中发挥着重要作用。鉴于企业与能源之间错综复杂的关系,投资者不仅需要了解当前的政策形势,还需要密切关注地缘政治和经济发展情况,因为这可能会影响未来能源格局的走向。事实上,几乎每个地区都会有政府的参与,且在各个阶段都会影响能源投资的风险回报。

例如,政府经常会资助替代性能源(如核能)的早期基础研究,助力其取得突破性进展并进入市场¹²¹。即使到了能源发展的后期阶段,政府补贴和对进口的限制也能够为关键能源部件(如太阳能电池板制造)的国内供应链提供支持,促进行业重要发展^{122、123}。虽然这类补贴及关税可以支持关键能源行业的发展并吸引早期投资者,但这种支持往往并非永久性,企业对它们的依赖性可能会越来越大。长远来看,支持性政策未来的发展轨迹存在不确定性,可能对投资者产生不利影响。

吸引私募资本投资新一代技术

投资者可能会发现,在创新的各个阶段与政府一起投资很有吸引力。例如,混合融资和公私伙伴关系在印度等新兴市场十分常见,可以降低可再生能源项目风险,同时吸引私募资金¹²⁴。在风险-回报权衡可能对私募投资者不具吸引力的领域尤其如此。

图表18:政府参与能源技术创新可以吸引私募投资



来源：美国能源部。2024年3月。

在发达市场，政府在创新技术早期融资的参与也能够吸引私募资本。一项对美国能源部清洁技术创新投资的研究表明，在碳捕获和氢气生产的早期阶段，政府资助实际上推动了随后几年更大规模私募资本流动的发生（图表18）。

政府政策能够吸引私募资本的另一个关键阶段是在一项技术已经获得确立、需要扩大生产规模以提高效率之后。例如，亚洲和美洲目前正在实施政府主导的倡议，扩大氢气生产规模、完善基础设施。澳大利亚政府正在执行国家氢能战略，包括直接资助项目及收入支持计划，帮助迅速扩大项目规模¹²⁵。其中一些计划非常雄心勃勃。例如，由英国石油公司领导的能源公司联盟计划建造多达1,700台风力涡轮机和1,000万个太阳能电池板，以达到26吉瓦的能源年产能来支持绿色氢气的生产，而这相当于澳大利亚当前电网需求的三分之一¹²⁶。

作为全球最大的可再生能源产地之一，美国德克萨斯州推出了“氢城”（Hydrogen City）——一个位于德克萨斯州南部的综合绿色氢气生产、储存和运输中心。在美国联邦政府的额外支持下，该州正在吸引全球工业巨头对绿色氢气项目的关注^{127、128}。

目前，关注氢气作为下一代燃料来源的国家不仅仅局限在最发达的经济体。例如，智利已经推出了一项雄心勃勃的国家绿色氢气战略，试图促进国内采矿和重工业部门对绿色氢气的使用。此外，世界银行支持的战略目标旨在让智利成为绿色氨气产品和绿色氢气的主要出口国^{129、130}。

政府政策给能源投资者带来了几种独特风险

政府“恩威并济”举措的形势变化，可能会改变大型基础设施项目的经济效益，并增加对长期供需估算的不确

定性。对于投资者而言，留意这种额外的不确定性至关重要——对长期债券和基础设施所有者而言尤其如此。具体而言，政策投资者可能忽略了以下几方面问题：

首先，各国和各州（省）做出的碳中和承诺能够对能源生产商和分销商的投资决策产生影响。例如，杜克能源是美国北卡罗来纳州主要的供应商和分销商。它们具有法律义务采取行动，并履行州立法机构做出的碳减排承诺¹³¹。这一点正在影响其对新能源和额外电力生产所做的决定¹³²。

其次，可再生能源资产的使用寿命可能比现行政策规定的要长。也就是说，在基础设施资产的使用寿命期间，政府的政策可能会发生巨大变化，进而可能改变项目的经济效益，并显著改变与之相关的债务或股权价值。

第三，新电厂或输电线路难以获得批准，这可能会成为能源供应商或分销商的护城河。然而，随着改革允许的

范围越来越广，护城河的规模可能会缩小，采用了新技术的新基础设施可能会淘汰传统项目，令其在经济效益方面失去竞争力。这些与许可及供应相关的变化可能会从彻底改变现有基础设施的债务和股权估值。

最糟糕的是，政府错误的生产激励措施或税收抵免可能会让价格更加扭曲，例如在供需高峰期出现负定价¹³³。或者在像墨西哥这样的新兴市场，政府会通过阻碍私募资本对可再生能源发电投资，保护国有能源公司的利益¹³⁴。投资者需要辨别政府政策在每个市场中的作用，并评估这些政策是为他们的投资理念提供支持还是阻碍。

最后，对于大规模的能源消费者而言，政策形势的变化会给他们的业务模式带来另一个成本变数。即使是能源政策的细微变化也可能导致能源价格发生波动，这是使商品成本发生波动的另一个原因。

结论

能源市场已经走到了一个关键拐点，未来几年，在向可再生能源转型的过程中人们还将同时依赖化石燃料。这种转型将会提供诸多的投资机会——从可再生基础设施到液化天然气项目——然而也存在许多风险，因为在通往低碳未来的不确定道路上，投资者还需要警惕资产搁浅。

虽然能源转型速度因地区而异，但显而易见的是转型已经处在进行时，对每个投资者都将产生重大影响。在保德信，我们认为慎重考虑未来能源系统对投资组合及利益相关者的众多影响，对所有投资者而言都至关重要（图表19）。

图表19:投资影响汇总

支持可再生能源发展,促进基础设施平衡	
1. 风能和太阳能发电以外的可再生能源债务融资机会	- 在欧洲和美国,债务融资往往不如股权融资机会一样那么丰富。所以这可能会提供具有吸引力的投资机会——尤其是那些签署了承购协议并连接了电网的成熟项目的优先债务。 - 欧洲和美国的投资者除了应当考虑风能和太阳能发电项目外,还应考虑可能的水力和地热项目。
2. 印度可再生能源发电公司提供了诱人的机会	- 印度极快的需求增长为可再生能源发电公司在宏观层面提供了强大的推动力。 - 那些在项目执行和在现有生产中保持着良好现金流记录的公司尤其具有吸引力。
3. 风力涡轮机提供了不同的风险回报方案	- 风力涡轮机提供了一种在免受单一电力项目和电力价格波动的影响情况下投资可再生能源的方式。 - 欧洲和北美的技术领军者尤其具有吸引力。
4. 依靠电网现代化及扩容	- 电网关键部件,比如逆变器和变电站制造商的市场份额快速提高。 - 南美输电公司的输电线投资组合能够转嫁成本,且债务结构很有吸引力。
5. 对长时段储能的需求	- 公用事业规模的储能作为能源转型中的一个重要部分,能够缓解间歇性问题。 - 抽水蓄能电站在规模、技术成熟度和调度能力方面具有一定程度的吸引力。虽然围绕抽水蓄能电站的新项目还十分有限,但投资者应关注有能力扩大产能的全球企业。
6. 垂直整合的能源供应商	- 具有发电及配电能力的地区性公用事业公司在建设和维护基础设施方面有着长期经验,且具有转嫁较高成本的能力,这为投资者提供了具有吸引力的投资领域。 - 一些大型能源供应商在私募信贷市场为其发电资产业务进行融资。债务投资者可以在拥有成熟项目的投资组合中挖掘机会。

在满足当前化石燃料需求的同时减少碳排放

- | | |
|----------------------|---|
| 1. 天然气正取代高碳排放燃料 | <ul style="list-style-type: none">• 天然气在能源转型中发挥关键作用，它可以取代动力煤。• 随着全球需求飙升，美国的小型天然气生产商和大型液化天然气生产商存在增长潜力。• 地区性管道运营商债务融资为投资者提供了一种不同的风险回报方案。 |
| 2. 中端市场的债务融资机会 | <ul style="list-style-type: none">• 随着银行业务的萎缩，中端市场能源生产商的债务融资越来越少，从而为私募信贷创造了机会。• 投资者应关注那些已经跨越探索阶段的项目，这些项目能够提供可靠的现金流和有形抵押品。 |
| 3. 大型石油巨头和现有公司在未来的角色 | <ul style="list-style-type: none">• 尽管化石燃料的衰落期较长，投资者在投资大型石油巨头时仍需定期关注燃料技术淘汰所带来的风险。• 转向低碳和可再生能源的大型石油巨头被淘汰的风险较低，尽管市场尚未对这些公司给出较高估值。• 全球石油公司也是绿色技术和清洁能源的主要研究者。它们在生物燃料和碳捕获等领域的专利上处于领先地位。一些全球石油公司或将成为新能源领域的赢家。 |

投资组合影响

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. 在脱碳、投资目标和投资期限上树立明确的立场 | <ul style="list-style-type: none">• 对于首席投资官而言，必须与主要利益相关方阐明他们的脱碳目标，确保他们的投资时间表与能源转型时间表保持一致。• 对一些简单的问题给出明确的答复有助于阐明情况。 |
| 2. 投资者需要考虑多种脱碳方式 | <ul style="list-style-type: none">• 最大限度地减少投资组合当前的碳足迹能够为低碳排放公司提供支持，但同时也需评估未来的碳排放。• 目光长远的投资者应关注那些有潜力降低自身碳排放的公司，以及有那些较大潜力能在未来避免碳排放的技术。 |
| 3. 密切关注政府当前的政策形势以及未来的政策轨迹 | <ul style="list-style-type: none">• 政策形势能改变各地区的投资前景，所以投资者需要关注政策形势的变化。• 政府政策可以影响能源投资每个发展阶段的风险回报，无论是基础性研究还是大型项目。 |

保德信的能源投资策略

保德信为客户提供全球化的多元投资方案，业务范围跨越公开市场和私募资产类别，包括固定收益、股票、房地产、私募信贷和其他另类投资。主要关注能源行业的投资基金和策略包括：



碳解决方案

碳解决方案集中投资45到65家公司，采用全面而差异化、基于阿尔法收益的方式来实现脱碳。该策略寻求投资的公司范围广泛，覆盖全球性、各类市值的多个行业领域，特别是那些在对脱碳的贡献以及未来潜在增长前景方面被低估的公司。



全球基础设施

相较更具防御性的基础设施策略，全球性、多元化和灵活的投资组合结构可以提供更高的潜在收益，同时减轻下跌风险。自20世纪90年代以来，Jennison Associates作为公用事业投资领域的先锋，管理着美国最大的公用事业策略之一。



全球自然资源

该策略将自上而下的分析与自下而上的基本面研究相结合，发掘能够实现储量和产量有机增长、控制成本，并能在探寻储量和最终生产过程中提供所需技术和基础设施的公司。



中端市场能源

保德信私募资本 (PGIM Private Capital) 为机构投资者管理聚焦基础设施的策略，投资于中端市场能源公司的夹层证券。这些策略投资于涉及可再生能源、发电及输电、运输（机场、收费公路、桥梁）与一系列其他实物资产公司的投资级私募债。



房地产：数据中心

2023年，保德信房地产 (PGIM Real Estate) 推出了数据中心策略，主要投资于全球范围内超大规模的全球数据中心。保德信房地产与包括Equinix在内的领先数据中心运营商开展合作，对数据中心总投资超9亿美元。



公用事业股票

该策略通过投资公用事业及与公用事业相关的公司，寻求包括资本增值和当期收入在内的总收益最大化。该策略利用了日益增长的能源需求挖掘投资机会。

仅供专业投资者使用。所有投资均涉及风险，包括本金可能损失。过往表现并不预示未来的结果。并非所有策略都适用于所有司法管辖区和/或所有现有和潜在客户。

附录

A.1: 全球最大的化石燃料生产国与消费国

全球五大化石燃料生产国和消费国所占比例（2022年）

五大石油生产国与消费国

生产		
	国家	所占比例
1	美国	18.9%
2	沙特阿拉伯	12.9%
3	俄罗斯	11.9%
4	加拿大	5.9%
5	伊拉克	4.8%

消费		
	国家	所占比例
1	美国	19.7%
2	中国	14.7%
3	印度	5.3%
4	沙特阿拉伯	4.0%
5	俄罗斯	3.7%

五大天然气生产国与消费国

生产		
	国家	所占比例
1	美国	29.8%
2	俄罗斯	15.3%
3	伊朗	6.4%
4	中国	5.5%
5	加拿大	4.6%

消费		
	国家	所占比例
1	美国	22.4%
2	俄罗斯	10.4%
3	伊朗	9.5%
4	中国	5.8%
5	加拿大	3.1%

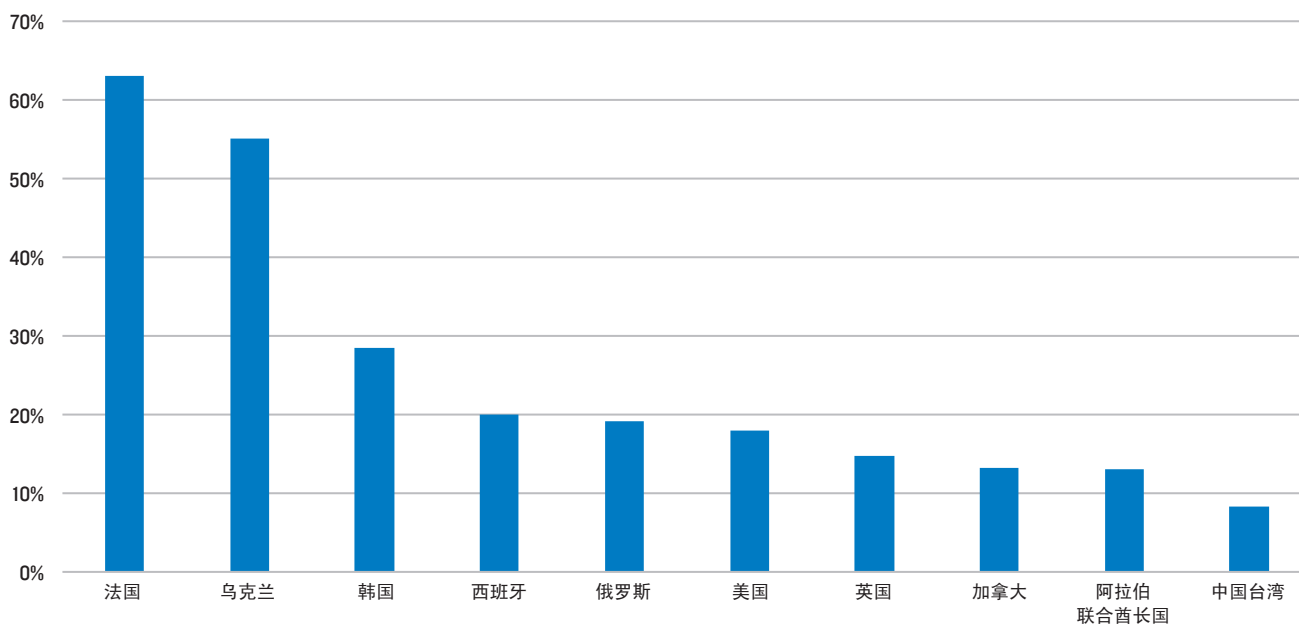
五大煤炭生产国与消费国

生产		
	国家	所占比例
1	中国	52.8%
2	印度	8.6%
3	印尼	8.0%
4	美国	6.9%
5	澳大利亚	6.6%

消费		
	国家	所占比例
1	中国	54.8%
2	印度	12.4%
3	印尼	6.1%
4	美国	3.0%
5	澳大利亚	2.7%

A.2: 核能占总发电量占比

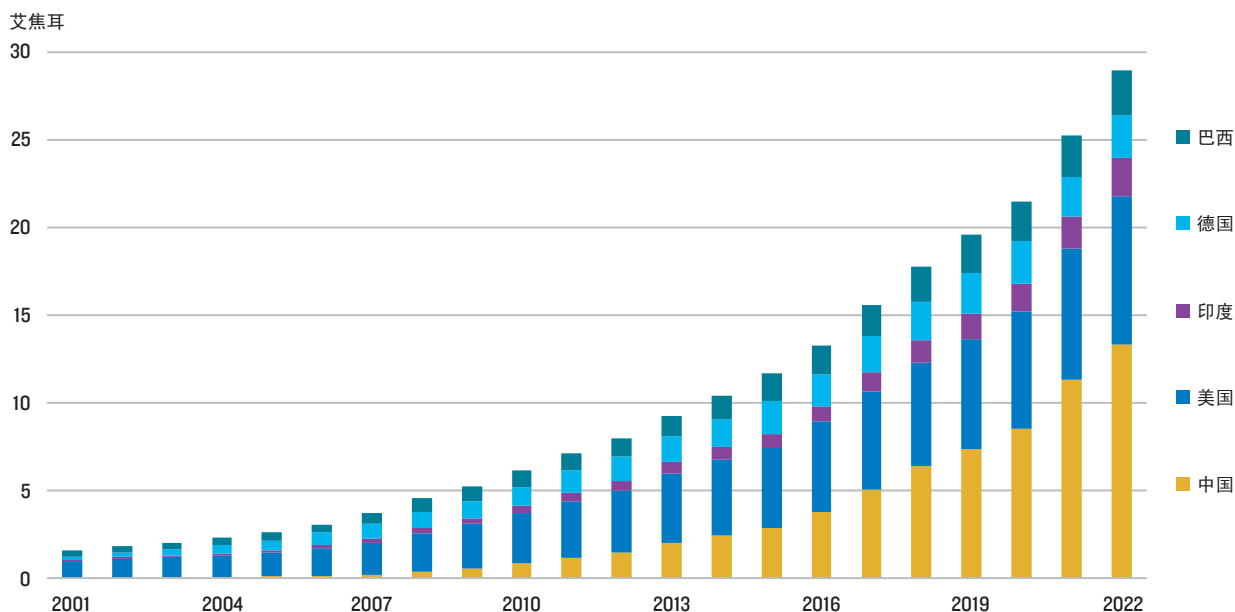
2022年核能占比最大的十个地区



来源：2023年能源研究所统计。

A.3: 全球对可再生能源的消费

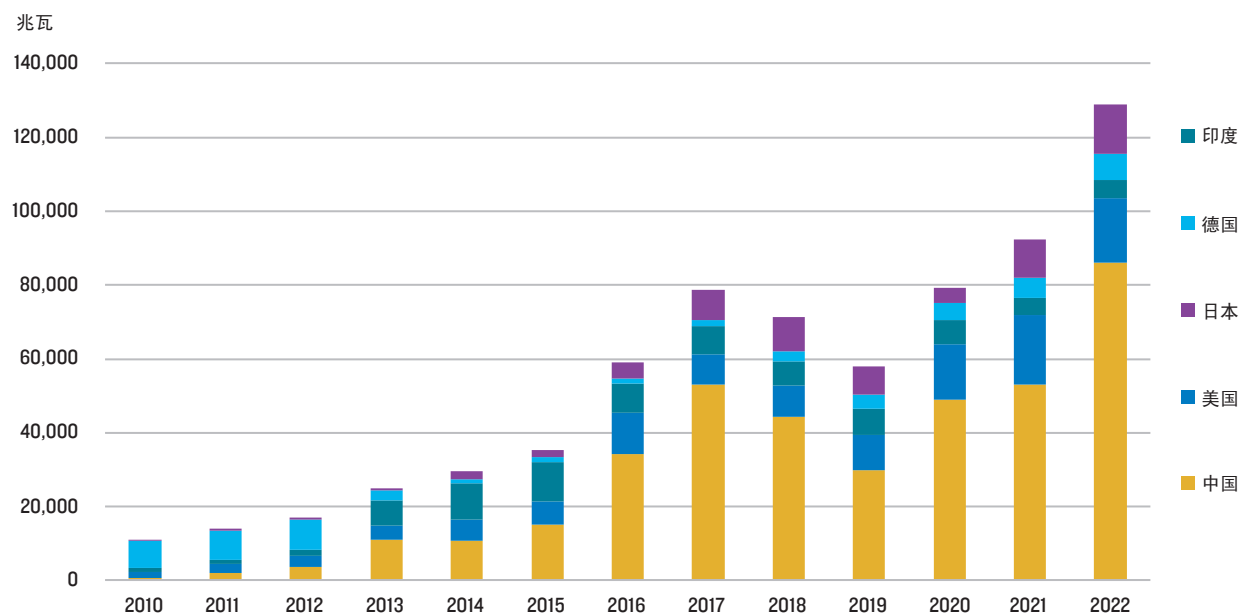
2022年五大可再生能源消费国(艾焦耳)



来源：2023年能源研究所统计。

A.4: 年度新增太阳能装机容量

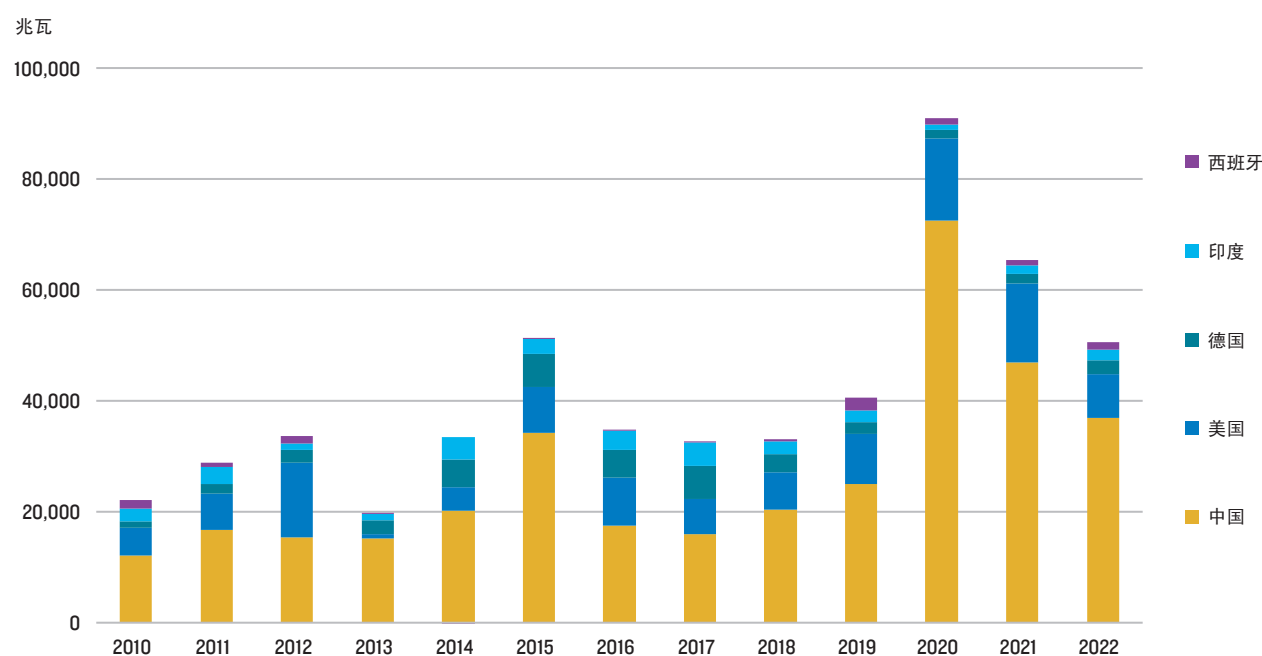
2022年新增装机容量最多的五个国家(兆瓦)



来源: 2023年能源研究所统计。

A.5: 年度新增风能装机容量

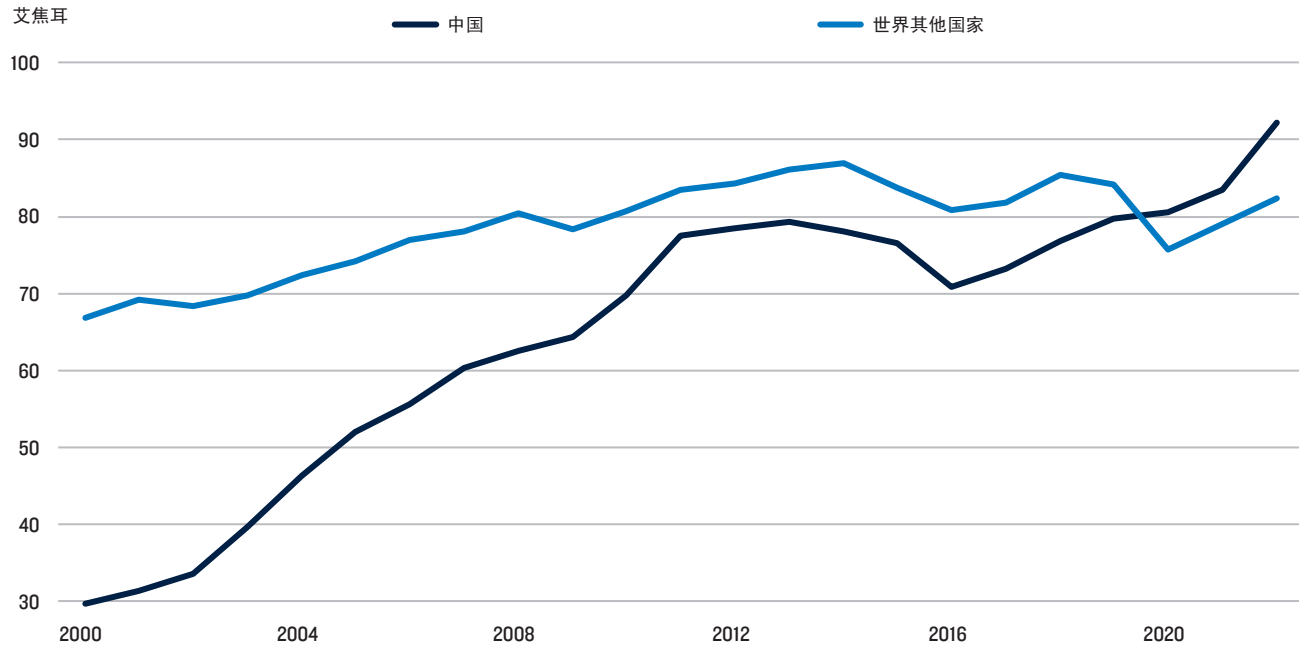
2022年新增装机容量最多的五个国家(兆瓦)



来源: 2023年能源研究所统计。

A.6: 煤炭年产量

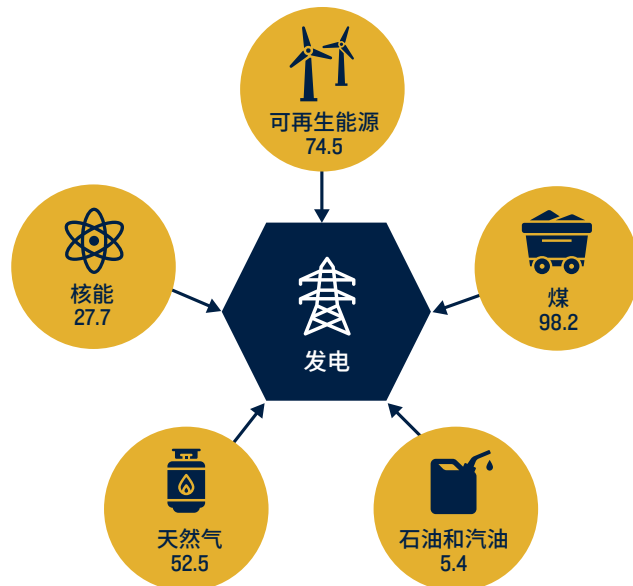
五大煤炭生产商和世界其他国家的煤炭总产量, 艾焦耳



来源: 2023年能源研究所统计。

A.7: 发电量

用于发电的初级能源, 千兆英热单位 (2022)



致谢

保德信衷心感谢以下人员的贡献:

Dr. Vanessa Chan, Chief Commercialization Officer, US Department of Energy

Ryan Dalton, Partner, Warburg Pincus

Eric Danzinger, Managing Director, Energy Transition, Riverband Energy Group

Samantha Gross, Director, Energy Security and Climate Initiative, Brookings Institution

Stephen Hendrickson, Director, Office of Technology Transitions, US Department of Energy

Jeff Luse, Partner, Warburg Pincus

Tony Morriss, Senior Manager, Thematic Strategy, Australian Super

Bruce Sassi, President and CEO, Nuclear Energy Insurance Ltd

Katheryn Scott, Engineer, Office of Technology Transitions, U.S. Department of Energy

Travis Skelly, Partner, PruVen

Dr. Scott Tinker, Director, Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, University of Texas

保德信撰稿人

Dr. Raimondo Amabile, PGIM Real Estate

Alyssa Braun, PGIM Fixed Income

Matt Baker, PGIM Private Capital

Neil Brown, Jennison Associates

Wendy Carlson, PGIM Private Capital

Armelle DeVienne, PGIM Fixed Income

Omari Douglas-Hall, PGIM Fixed Income

Bobby Edemeka, Jennison Associates

Jim Footh, PGIM Real Estate

Elizabeth Gunning, PGIM Fixed Income

Callie Hamilton, PGIM Private Capital

Dr. Peter Hayes, PGIM Real Estate

Deb Hemsey, PGIM Private Capital

Matthew Huen, PGIM Real Estate

Eugenia Jackson, PGIM

Darren Ku, PGIM Fixed Income

David Klausner, PGIM Fixed Income

Albert Kwok, Jennison Associates

James Malone, PGIM Fixed Income

Sara Moreno, Jennison Associates

Mark Negus, PGIM Real Estate

Michael Pettit, PGIM Fixed Income

John Ploeg, PGIM Fixed Income

Tom Porcelli, PGIM Fixed Income

Jay Saunders, Jennison Associates

Dr. Gavin Smith, PQS

Naqash Tahir, PGIM Real Estate

Brian Thomas, PGIM Private Capital

Dr. Noah Weisberger, IAS

David Winans, PGIM Fixed Income

主要作者

Shehriyar Antia, PGIM Thematic Research

Dr. Taimur Hyat, PGIM

Jakob Wilhelmus, PGIM Thematic Research

尾注

- 1 Rhodes, Richard, “Energy: A Human History,” May 29, 2018. <https://www.simonandschuster.com/books/Energy/Richard-Rhodes/9781501105364>
- 2 Guénette, Justin-Damien and Jeetendra, Khadan, “The energy shock could sap global growth for years,” June 22, 2022. <https://blogs.worldbank.org/developmenttalk/energy-shock-could-sap-global-growth-years>
- 3 Chow, Emily and Yuka, Obayashi, “Wary of 2022 crisis, Asian buyers to build strategic gas reserves,” Reuters, July 20, 2023. <https://www.reuters.com/business/energy/wary-2022-crisis-asian-buyers-build-strategic-gas-reserves-2023-07-20/>
- 4 Eckert, Vera and Sims, Tom, “energy crisis fuels coal comeback in Germany,” December 16, 2022. <https://www.reuters.com/markets/commodities/energy-crisis-fuels-coal-comeback-germany-2022-12-16/>
- 5 Jacob, Charmaine, “Coal free by 2070? India’s push toward renewables won’t stop coal reliance for the next two decades,” November 2, 2023. <https://www.cnbc.com/2023/11/03/india-push-toward-renewables-will-not-stop-coal-reliance-for-20-years.html>
- 6 Palfreman, Jon, “Why the French Like Nuclear Energy,” Accessed March 27, 2024. <https://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/reaction/readings/french.html>
- 7 Katwala, Amit, “The World Can’t Wean Itself Off Chinese Lithium,” June 20, 2022. <https://www.wired.com/story/china-lithium-mining-production/>
- 8 Wood Mackenzie, “China to hold over 80% of global solar manufacturing capacity from 2023-26,” November 7, 2023. <https://www.woodmac.com/press-releases/china-dominance-on-global-solar-supply-chain/>
- 9 Frost, Natasha, “Australia Tries to Break Its Dependence on China for Lithium Mining,” NY Times, May 23, 2023. <https://www.nytimes.com/2023/05/23/business/australia-lithium-refining.html>
- 10 Katwala, Amit, “The World Can’t Wean Itself Off Chinese Lithium,” June 20, 2022. <https://www.wired.com/story/china-lithium-mining-production/>
- 11 Singh, Rajesh, “India to Resume Curbs on Solar Imports to Boost Local Producers,” Bloomberg, March 30, 2024. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-03-30/india-brings-back-curbs-on-solar-panel-imports-to-boost-locals>
- 12 Lu, Marcus, “Ranked: Electric Vehicle Sales by Model in 2024,” December 1, 2023. <https://www.visualcapitalist.com/electric-vehicle-sales-by-model-2023/>
- 13 Alvarez, Simon, “Volkswagen cites ‘strong customer reluctance’ amid low EV sales,” July 4, 2023. <https://www.teslarati.com/volkswagen-strong-customer-reluctance-low-ev-sales>
- 14 Trudell, Craig, “GM, Ford and Tesla Contribute to Setback in EV Sales Growth,” December 15, 2023. <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2023-12-15/electric-vehicle-sales-outlook-2024-less-bright-due-to-gm-ford-tesla>
- 15 Takahashi, Nicholas, “Toyota Chairman Predicts Battery Electric Cars Will Only Reach 30% Share,” January 23, 2024. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-01-23/toyota-chairman-predicts-battery-electric-cars-will-only-reach-30-share>
- 16 Crownhart, Casey, “How green steel made with electricity could clean up a dirty industry,” June 28, 2022. <https://www.technologyreview.com/2022/06/28/1055027/green-steel-electricity-boston-metal/>
- 17 US Department of Energy, “The Pathway To: Long Duration Energy Storage Commercial Liftoff,” Accessed March 27, 2024. <https://liftoff.energy.gov/long-duration-energy-storage/>
- 18 Truby, Johannes Dr. et al, “Financing the green energy transition,” Accessed March 27, 2024. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/financing-the-green-energy-transition.html>
- 19 Abnett, Kate, “Europe’s grids become green power growth bottleneck, industry warns,” November 16, 2023. <https://www.reuters.com/business/energy/europes-grids-become-green-power-growth-bottleneck-industry-warns-2023-11-16/>
- 20 Park, Han-Shin, “Korea rejects BlackRock’s \$7.5 bn wind farm project,” January 30, 2024. <https://www.kedglobal.com/energy/newsView/ked202401300014>
- 21 Plumer, Brad, “The US Has Billions for Wind and Solar Projects. Good Luck Plugging Them In,” New York Times, Feb. 23, 2023. <https://www.nytimes.com/2023/02/23/climate/renewable-energy-us-electrical-grid.html>
- 22 Stallard, Esme and Rowlatt, Justin, “Renewable Energy Projects Worth Billions Stuck on Hold,” BBC, May 10, 2023. <https://www.bbc.com/news/science-environment-65500339>
- 23 “Average Lead Times to Build New Electricity Grid Assets in Europe and the United States, 2010-21,” IEA, Jan. 12, 2023. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/average-lead-times-to-build-new-electricity-grid-assets-in-europe-and-the-united-states-2010-2021>
- 24 Despite a Growing Global Consensus, Obstacles to Reducing Net Carbon Emissions to Zero Are Stark,” IMF, accessed March 27, 2024. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/12/bumps-in-the-energy-transition-yergin>
- 25 “Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050,” IRENA, 2019 edition, accessed March 27, 2024. <https://www.irena.org/apps/DigitalArticles/-/media/652AE07BBAAC407ABD1D45F6BBA8494B.ashx>
- 26 “Massive Expansion of Renewable Power Opens Door to Achieving Global Tripling Goal Set at COP28,” IEA, Jan. 11, 2024. <https://www.iea.org/news/massive-expansion-of-renewable-power-opens-door-to-achieving-global-tripling-goal-set-at-cop28>

- 27 “Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector,” US Department of Energy, accessed March 27, 2024. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-12/IEA%2C%20Net%20Zero%20by%202050.pdf>
- 28 International Trade Administration, “Renewable Energy,” January 12, 2024. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/india-renewable-energy>
- 29 “Electricity 2024 – Analysis and Forecast to 2026,” IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
- 30 “Electricity Consumption Worldwide in 2022, by Leading Country,” Statista, Feb. 19, 2024. <https://www.statista.com/statistics/267081/electricity-consumption-in-selected-countries-worldwide/>
- 31 “Electricity 2024 – Analysis and Forecast to 2026,” IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
- 32 Foy, Kylie, “AI models are devouring energy. Tools to reduce consumption are here, if data centers will adopt,” MIT Lincoln Laboratory, September 22, 2023. <https://www.ll.mit.edu/news/ai-models-are-devouring-energy-tools-reduce-consumption-are-here-if-data-centers-will-adopt>
- 33 Jones, Nicola, “How to stop data centres from gobbling up the world’s electricity,” Nature, September 12, 2018. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y>
- 34 St. John, Jeff, “Suddenly, US Electricity Demand Is Spiking. Can the Grid Keep Up?” Canary Media, Dec. 20, 2023. <https://www.canarymedia.com/articles/transmission/suddenly-us-electricity-demand-is-spiking-can-the-grid-keep-up>
- 35 Wilson, John D. and Zimmerman, Zack, “The Era of Flat Power Demand Is Over,” Grid Strategies, December 2023. <https://gridstrategiesllc.com/wp-content/uploads/2023/12/National-Load-Growth-Report-2023.pdf>
- 36 Loten, Angus, “Rising Data Center Costs Linked to AI Demands,” July 13, 2023. <https://www.wsj.com/articles/rising-data-center-costs-linked-to-ai-demands-fc6adc0e>
- 37 “Equinix to Install Largest Deployment of Fuel Cells for the Colocation Data Center Industry,” Bloom Energy, August 16, 2017. <https://www.bloomenergy.com/news/equinix-to-install-largest-deployment-of-fuel-cells-for-the-colocation-data-center-industry/>
- 38 “ECL Introduces World’s First Fully-Green, Hydrogen-Powered, Off-Grid Data Center-as-a-Service with 99.9999 Percent Uptime at Significantly Lower Cost Than Traditional Colocation Data Centers,” Business Wire, Jan. 24, 2023. <https://www.businesswire.com/news/home/20230124005492/en/ECL-Introduces-World%E2%80%99s-First-Fully-Green-Hydrogen-Powered-Off-Grid-Data-Center-as-a-Service-with-99.9999-Percent-Uptime-at-Significantly-Lower-Cost-Than-Traditional-Colocation-Data-Centers>
- 39 “Singapore Data Center to Expand Capacity with Bloom Energy Fuel Cells,” Bloom Energy. September 6, 2023. <https://newsroom.bloomenergy.com/blog/singapore-data-center-to-expand-capacity-with-bloom-energy-fuel-cells>
- 40 Swinhoe, Dan, “AWS Acquires Talen’s Nuclear Data Center Campus in Pennsylvania,” Data Centre Dynamics, March 4, 2024. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/aws-acquires-talens-nuclear-data-center-campus-in-pennsylvania/>
- 41 Proctor, Darrell, “Hydrogen Production, SMRs Touted for Virginia Data Center Hub,” August 20, 2023. <https://www.powermag.com/hydrogen-production-smrs-touted-for-virginia-data-center-hub>
- 42 “Glossary of Terms Used in NERC Reliability Standards,” NERC, updated Dec. 1, 2023. https://www.nerc.com/pa/Stand/Glossary%20of%20Terms/Glossary_of_Terms.pdf
- 43 Milligan, Michael et al, “Marginal Cost Pricing in a World without Perfect Competition: Implications for Electricity Markets with High Shares of Low Marginal Cost Resources,” Technical Report, December 2017. <https://www.nrel.gov/docs/fy18osti/69076.pdf>
- 44 “Maintaining Reliability in the Modern Power System,” US Department of Energy, December 2016. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Maintaining%20Reliability%20in%20the%20Modern%20Power%20System.pdf>
- 45 Borenstien, Severin & Kellogg, Ryan, “Challenges of a Clean Energy Transition and Implications for Energy Infrastructure Policy,” December 2021. <https://www.economicstrategygroup.org/wp-content/uploads/2021/11/7-Borenstein-Kellogg.pdf>
- 46 “Our Work Areas Energy Access,” UN Development Programme. <https://www.undp.org/energy/our-work-areas/energy-access>
- 47 Ebrahim, Zofeen T., “Pakistan in uproar as protests over soaring energy prices turn violent,” September 2, 2023. <https://www.theguardian.com/global-development/2023/sep/05/pakistan-uproar-violent-protests-soaring-fuel-electricity-prices>
- 48 Savage, Susannah, “Protests over food and fuel surged in 2022 — the biggest were in Europe,” January 17, 2023. <https://www.politico.eu/article/energy-crisis-food-and-fuel-protests-surged-in-2022-the-biggest-were-in-europe/>
- 49 Wanna, Carly, “Replacing US Coal Plants With Solar and Wind Is Cheaper Than Running Them,” January 30, 2023. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-30/new-us-solar-and-wind-cost-less-than-keeping-coal-power-running>
- 50 Witze, Alexandra, “Earth boiled in 2023 — will it happen again in 2024?,” January 12, 2024. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00074-z>
- 51 “2023 was the World’s Warmest Year on Record, by Far,” NOAA, Jan. 12, 2024. <https://www.noaa.gov/news/2023-was-worlds-warmest-year-on-record-by-far-warmest-year-on-record-by-far>
- 52 “The Causes of Climate Change,” NASA, accessed March 27, 2024. <https://climate.nasa.gov/causes/>
- 53 PGIM Megatrends, “Weathering Climate Change: Opportunities and risks in an altered landscape,” Accessed March 27, 2024. <https://www.pgim.com/megatrends/climate-change>

- 54 “Weathering Climate Change: Opportunities and Risks in an Altered Landscape,” PGIM Megatrends, accessed March 27, 2024. <https://www.pgim.com/megatrends/climate-change>
- 55 United Nations, “For a liveable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action,” Accessed March 27, 2024. Net Zero Coalition | United Nations
- 56 “Statistical Review of World Energy,” Energy Institute. <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- 57 Jopson, Barney, “the Problem with Europe’s Ageing Wind Farms,” Financial Times, Feb. 22, 2024. <https://www.ft.com/content/7f742d23-673b-47d3-9ce9-64fa5d322abee>
- 58 Parker, Halle, “Few bid after U.S. opens first-ever offshore wind leases in the Gulf of Mexico off Louisiana, Texas coasts,” August 29, 2023. <https://www.wwno.org/coastal-desk/2023-08-29/u-s-opens-first-ever-offshore-wind-leases-in-the-gulf-of-mexico-off-louisiana-texas-coasts>
- 59 Wasser, Miriam, “Offshore wind in the U.S. hit headwinds in 2023. Here’s what you need to know,” December 27, 2023. <https://www.npr.org/2023/12/27/1221639019/offshore-wind-in-the-u-s-hit-headwinds-in-2023-heres-what-you-need-to-know>
- 60 Novik, Mari, “Wind Industry in Crisis as Problems Mount,” Wall Street Journal, updated Aug. 7, 2023. <https://www.wsj.com/articles/wind-industry-hits-rough-seas-as-problems-mount-5490403a>
- 61 Yakubu, Osman, “Electricity theft: Analysis of the underlying contributory factors in Ghana” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421518306232>
- 62 Iyer, Sairaj, “Technology vs the \$16 billion hole,” February 14, 2023. <https://www.sify.com/technology/technology-vs-the-16-billion-hole/>
- 63 “Mineral requirements for clean energy transitions,” IEA, Accessed March 15, 2024. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>
- 64 Fernyhough, James, “Rio Tinto Digs Deep as Prized \$7 Billion Copper Mine Finally Delivers,” Bloomberg, March 12, 2023. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-13/rio-tinto-digs-deep-as-7-billion-copper-mine-finally-delivers>
- 65 Li, Ying, “Copper Miners Enjoy High Profits, but Development Capital Expenditure Lag,” S&P Global, April 26, 2023. <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/copper-miners-enjoy-high-profits-but-development-capital-expenditure-lag>
- 66 Skidmore, Zachary, “Fragmentation of the copper supply chain,” May 20, 2022. <https://www.mining-technology.com/features/copper-supply-chain-fragmentation/?cf-view>
- 67 Fernyhough, James, “Copper Mine Flashes Warning of ‘Huge Crisis’ for World Supply,” May 2, 2023. <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-05-02/copper-faces-troubled-future-as-renewable-energy-causes-demand-to-surge>
- 68 Woods, Bob, “Copper is critical to energy transition. The world is falling way behind on producing enough,” September 27, 2023. <https://www.cnn.com/2023/09/27/copper-is-critical-to-climate-the-world-is-way-behind-on-production.html>
- 69 “IEA Warns of Insufficient Transmission Lines Worldwide to Connect Renewables to the Grid,” IER, Oct. 20, 2023. <https://www.instituteeforenergyresearch.org/international-issues/iea-warns-of-insufficient-transmission-lines-worldwide-to-connect-renewables-to-the-grid/>
- 70 “Global Installed Grid-Scale Battery Storage Capacity in the Net Zero Scenario, 2015-2030,” IEA, July 10, 2023. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-installed-grid-scale-battery-storage-capacity-in-the-net-zero-scenario-2015-2030>
- 71 “The Pathway To: Long Duration Energy Storage Commercial Liftoff,” US Department of Energy, accessed March 27, 2024. <https://liftonn.energy.gov/long-duration-energy-storage/>
- 72 “Net-Zero Power: Long-Duration Energy Storage for a Renewable Grid,” McKinsey Sustainability <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/net-zero-power-long-duration-energy-storage-for-a-renewable-grid>
- 73 “The Pathway To: Long Duration Energy Storage Commercial Liftoff,” US Department of Energy, accessed March 27, 2024. <https://liftonn.energy.gov/long-duration-energy-storage/>
- 74 McWilliams, Mike, “6.08 – Pumped Storage Hydropower,” Volume 6, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128197271000790>
- 75 “Pumped-Storage Hydropower Plants: Do You Know What Pumped-Storage Hydropower Stations Are Used For?” Iberdrola, accessed March 27, 2024. <https://www.iberdrola.com/sustainability/pumped-storage-hydropower>
- 76 Jopson, Barney, “Can ‘Water Batteries’ Solve the Battery Storage Conundrum?” Financial Times, Jan. 9, 2024. <https://www.ft.com/content/5f0c2623-dfd4-4542-8d94-8b1dfefcec7>
- 77 “LNG Outlook 2024,” Shell, March 2024. https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook-2024/_jcr_content/root/main/section_125126292/promo_copy_copy_copy/links/item0.stream/1709628426006/3a2c1744d8d21d83a1d4bd4e6102df7c08045f7/master-lng-outlook-2024-march-final.pdf
- 78 “Energy Policies of IEA Countries,” IEA, United States 2019 Review, accessed March 27, 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/7c65c270-ba15-466a-b50d-1c5cd19e359c/United_States_2019_Review.pdf
- 79 “After Peak in Mature Markets, Global Gas Demand Is Set for Slower Growth in Coming Years,” IEA, Oct. 10, 2023. <https://www.iea.org/news/after-peak-in-mature-markets-global-gas-demand-is-set-for-slower-growth-in-coming-years>
- 80 Gupta, Eklavya et al., “COP28: Fifty oil and gas companies sign net-zero, methane pledges,” S&P Global, Dec. 2, 2023. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/120223-cop28-fifty-oil-and-gas-companies-sign-net-zero-methane-pledges>

- 81 “BNP Paribas: Will No Longer Finance Development of New Oil and Gas Fields,” Reuters, May 11, 2023. <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/bnp-paribas-will-no-longer-provide-financing-development-new-oil-gas-fields-2023-05-11/>
- 82 Johnston, Ian, “Oil and Gas Firms Face Virtually No Extra Borrowing Costs, S&P Finds,” Financial Times, Nov. 17, 2023 <https://www.ft.com/content/830e3ae6-0c3c-4da9-87e7-4ff72aa3e249>
- 83 Halbout, Jérôme, “Financing of Energy Investment,” Palgrave Handbook of International Energy Economics, May 28, 2022. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-86884-0_17
- 84 Bindman, Polly, “How oil majors penetrated the EV charging market,” Energy Monitor, November 8, 2023. <https://www.energymonitor.ai/tech/networks-grids/how-oil-majors-penetrated-the-ev-charging-market/>
- 85 Bousso, Ron, “Energy giants’ LNG trading results reveal diverging regional bets,” Reuters, November 6, 2023. <https://www.reuters.com/business/energy/energy-giants-lng-trading-results-reveal-diverging-regional-bets-2023-11-03/>
- 86 Soudani, Amine, “TotalEnergies, the Leading Exporter of U.S. LNG,” Accessed March 27, 2024. <https://corporate.totalenergies.us/totalenergies-largest-exporter-us-lng>
- 87 Bousso, Ron, “Shell’s LNG Trading Makes \$2.4B in Final 2023 Quarter, Sources Say,” Reuters, Feb. 23, 2024. <https://www.reuters.com/business/energy/shells-lng-trading-makes-24-bln-final-2023-quarter-sources-say-2024-02-23/>
- 88 Ibid.
- 89 Swint, Brian, “BP and Shell Are Worth Less Than Exxon and Chevron. Here’s Why,” Barron’s, Feb. 23, 2024. <https://www.barrons.com/articles/bp-shell-valuations-8545e2b2>
- 90 Swint, Brian, “BP and Shell vs. Exxon and Chevron: The Mystery of Big Oil’s P/E Gap,” Barron’s, Jan. 6, 2023. <https://www.barrons.com/articles/bp-and-shell-vs-exxon-and-chevron-the-mystery-of-big-oils-p-e-gap-51673052237>
- 91 Cohen, Lauren et al, “The ES-Innovation Disconnect: Evidence from Green Patenting”, February, 2024. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w27990/w27990.pdf
- 92 Hulbert, Mark, “ESG Investing: Surprising Companies at the Forefront of Green Innovation,” Investor’s Business Daily, Oct. 27, 2023. <https://www.investors.com/news/esg-investing-surprising-companies-at-forefront-of-green-tech-innovation/>
- 93 Molloy, Patrick, “Run on Less with Hydrogen Fuel Cells,” ACT News, Sept. 25, 2019. <https://www.act-news.com/news/fcevs-run-on-less/>
- 94 “Hydrogen Benefits and Considerations,” US Department of Energy, accessed March 27, 2024. https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen_benefits.html
- 95 Barbarino, Matteo, “What Is Nuclear Fusion?” IAEA, Aug. 3, 2023. <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-fusion>
- 96 “Press Conference: Secretary Granholm & DOE leaders Announced Fusion Breakthrough by DOE National Lab,” US Department of Energy, Dec. 13, 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=K2ktAL4rGuY>
- 97 Ball, Philip, “What Is the Future of Fusion Energy?” Scientific American, June 1, 2023. <https://www.scientificamerican.com/article/what-is-the-future-of-fusion-energy/>
- 98 Novak, Stanislav and Podest, Milan, “Nuclear Power Plant Ageing and Life Extension: Safety Aspects,” IAEA, April 1987. <https://www.iaea.org/sites/default/files/29402043133.pdf>
- 99 “EDF Eyes Flamanville EPR Nuclear Reactor Fuel Loading in March,” Reuters, Dec. 21, 2023. <https://www.reuters.com/business/energy/edf-eyes-flamanville-epr-nuclear-reactor-fuel-loading-march-2023-12-21/>
- 100 “Finland’s New Nuclear Reactor: What Does It Mean for Climate Goals and Energy Security?” Euronews Green with AP, April 17, 2023. <https://www.euronews.com/green/2023/04/17/finlands-new-nuclear-reactor-what-does-it-mean-for-climate-goals-and-energy-security>
- 101 Crellin, Forrest et al., “EDF’s UK Hinkley Point Nuclear Plant Start Date Delayed Again, Costs Mount,” Reuters, Jan. 25, 2024. <https://www.reuters.com/business/energy/edfs-nuclear-project-britain-pushed-back-2029-may-cost-up-34-bln-2024-01-23/>
- 102 Cho, Adrian, “Deal to build pint-size nuclear reactors canceled,” November 10, 2023. [https://www.science.org/content/article/deal-build-pint size-nuclear-reactors-canceled](https://www.science.org/content/article/deal-build-pint-size-nuclear-reactors-canceled)
- 103 Siegler, Kirk, “Why a Town on the Front Line of America’s Energy Transition Isn’t Letting Go of Coal,” NPR, March 28, 2024. <https://www.npr.org/2024/03/28/1240708556/why-a-town-on-the-front-line-of-americas-energy-transition-isnt-letting-go-of-co>
- 104 Dewan, Angela et al, “New-wave reactor technology could kick-start a nuclear renaissance — and the US is banking on it,” February 1, 2024. <https://www.cnn.com/2024/02/01/climate/nuclear-small-modular-reactors-us-russia-china-climate-solution-intl/index.html>
- 105 “NRC Certifies First US Small Modular Reactor Design,” Office of Nuclear Energy, Jan. 20, 2023. <https://www.energy.gov/ne/articles/nrc-certifies-first-us-small-modular-reactor-design>
- 106 World Nuclear News, “Preparatory work stepped up for Russia’s first land-based SMR,” February 9, 2024. <https://world-nuclear-news.org/Articles/Preparatory-work-stepped-up-for-Russia-s-first-lan>
- 107 Ibid.
- 108 Peng, Dannie, “Small Modular Nuclear Reactors: How China and the US Are Poles Apart in Energy Ambitions,” South China Morning Post, Dec. 9, 2023. <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3244234/small-modular-nuclear-reactors-how-china-and-us-are-poles-apart-energy-ambitions>

- 109 “Global Nuclear SMR Project Pipeline Expands to 22 GW, Increasing More Than 65% Since 2021,” Wood Mackenzie, March 7, 2024. <https://www.woodmac.com/press-releases/2024-press-releases/global-nuclear-smr-project-pipeline-expands-to-22-gw-increasing-more-than-65-since-2021/>
- 110 Bright, Zach, “NuScale cancels first-of-a-kind nuclear project as costs surge,” November 9, 2023. <https://www.eenews.net/articles/nuscale-cancels-first-of-a-kind-nuclear-project-as-costs-surge/>
- 111 BloombergNEF, “Lithium-Ion Battery Pack Prices Hit Record Low of \$139/kWh,” November 26, 2023. <https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-hit-record-low-of-139-kwh/>
- 112 Spano, Christina, “Sodium batteries offer an alternative to tricky lithium,” October, 26, 2023. <https://www.economist.com/leaders/2023/10/26/sodium-batteries-offer-an-alternative-to-tricky-lithium>
- 113 Breakthrough Energy, “Advancing the Landscape of Clean Energy Innovation,” February, 2019. https://breakthroughenergy.org/wp-content/uploads/2022/10/Report_AdvancingtheLandscapeofCleanEnergyInnovation_2019.pdf
- 114 Crownhart, Casey, “How sodium could change the game for batteries,” May 11, 2023. <https://www.technologyreview.com/2023/05/11/1072865/how-sodium-could-change-the-game-for-batteries/>
- 115 Ibid.
- 116 Spano, Christina, “Sodium batteries offer an alternative to tricky lithium,” October, 26, 2023. <https://www.economist.com/leaders/2023/10/26/sodium-batteries-offer-an-alternative-to-tricky-lithium>
- 117 McKinsey & Company, “Scaling the CCUS industry to achieve net-zero emissions,” October 28, 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/scaling-the-ccus-industry-to-achieve-net-zero-emissions>
- 118 Douglas, Leah, “POET’s US Midwest ethanol plants to join Summit Carbon pipeline project,” January 29, 2024. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/poets-us-midwest-ethanol-plants-join-summit-carbon-pipeline-project-2024-01-29/>
- 119 Dunker, Chris, “Carbon pipeline says it has secured easements for half of Nebraska route,” December 6, 2022. https://journalstar.com/news/state-and-regional/govt-and-politics/carbon-pipeline-says-it-has-secured-easements-for-half-of-nebraska-route/article_4daa603f-38fd-5d71-9461-ad0b5314a871.html
- 120 Douglas, Leah, “US carbon capture pipeline setbacks reflect challenges in climate fight,” September 28, 2023. <https://www.reuters.com/sustainability/us-carbon-capture-pipeline-setbacks-reflect-challenges-climate-fight-2023-09-28/>
- 121 “The History of Nuclear Energy,” US Department of Energy, accessed March 27, 2024. <https://www.energy.gov/ne/articles/history-nuclear-energy>
- 122 Dvorak, Phred, “America Wanted a Homegrown Solar Industry. China Is Building a Lot of It,” Wall Street Journal, Feb. 6, 2024. <https://www.wsj.com/business/america-wanted-a-homegrown-solar-industry-china-is-building-a-lot-of-it-a782f959>
- 123 Robinson, Quillan, “The True Cost of Chinese Solar Panels,” Time, Jan. 18, 2024. <https://time.com/6564184/chinese-solar-panels-cost>
- 124 Ivory, Robin, “How Is Blended Finance Deployed in South Asia?” Convergence, March 14, 2024. <https://www.convergence.finance/news-and-events/news/7dygNJASNYPPfN9AHRhVLC/view>
- 125 “Hydrogen Energy,” Australian Renewable Energy Agency, accessed March 27, 2024. <https://arena.gov.au/renewable-energy/hydrogen/>
- 126 Bearak, Max, “Inside the Global Race to Turn Water into Fuel,” New York Times, March 11, 2023. <https://www.nytimes.com/2023/03/11/climate/green-hydrogen-energy.html>
- 127 “Australia’s Fortescue FFI Sees Texas Potential Among 5 Key Projects,” Reuters, Feb. 14, 2023. <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/australias-fortescue-ffi-sees-texas-potential-among-5-key-projects-2023-02-15/>
- 128 “Linde to Invest \$1.8B to Supply Clean Hydrogen to OCI’s World-Scale Blue Ammonia Project in the US Gulf Coast,” Linde, Feb. 6, 2023. <https://www.linde.com/news-media/press-releases/2023/linde-to-invest-1-8-billion-to-supply-clean-hydrogen-to-oci-s-world-scale-blue-ammonia-project-in-the-u-s-gulf-coast>
- 129 “National Green Hydrogen Strategy: Chile, a Clean Energy Provider for a Carbon Neutral Planet,” Ministry of Energy, Government of Chile, November 2020. https://energia.gob.cl/sites/default/files/national_green_hydrogen_strategy_-_chile.pdf
- 130 “Chile to Accelerate Its Green Hydrogen Industry with World Bank Support,” The World Bank, June 29, 2023. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/06/29/chile-to-accelerate-its-green-hydrogen-industry-with-world-bank-support>
- 131 Gavin, Cassie, “Response to Duke Energy’s Proposed Combined Carbon Plan and Integrated Resources Plan (CPIRP),” NC Sustainable Energy Association, Dec. 5, 2023. <https://energync.org/response-to-dukes-proposed-combined-cprip-blog/>
- 132 “Duke Energy Files Updated Carbon Plan to Serve the Growing Energy Needs of a Thriving North Carolina,” Duke Energy, Aug. 17, 2023. <https://news.duke-energy.com/releases/duke-energy-files-updated-carbon-plan-to-serve-the-growing-energy-needs-of-a-thriving-north-carolina>
- 133 Seel, Joachim et al., “Plentiful electricity turns wholesale prices negative,” Lawrence Berkeley National Laboratory, November 2021. <https://emp.lbl.gov/publications/plentiful-electricity-turns-wholesale>
- 134 Graham, Dave, “Mexico’s Sheinbaum Spurs Hope of More Private Investment in Energy After Lopez Obrador,” Reuters, Dec. 21, 2023. <https://www.reuters.com/world/americas/mexicos-sheinbaum-spurs-hope-more-private-investment-energy-after-lopez-obrador-2023-12-21/>

重要信息

仅供专业投资者使用。所有投资均涉及风险，包括本金可能损失。过去的表现并不预示未来的结果。

本文件所包含的内容由PGIM, Inc.提供，其为Prudential Financial, Inc. (PFI) 的主要资产管理公司，是一家已在美国证券交易委员会 (SEC) 注册的投资咨询机构。在SEC注册并不意味着某种水平的技能或培训。

在英国，信息发布者为PGIM Limited，其注册办公地址为：Grand Buildings, 1-3 Strand, Trafalgar Square, London, WC2N 5HR。PGIM Limited由英国金融行为监管局 (“FCA”) 授权和监管 (公司参考编号193418)。在欧洲经济区 (“EEA”)，信息发布者为PGIM Netherlands B.V.，其注册办公地址为：Gustav Mahlerlaan 1212, 1081 LA Amsterdam, The Netherlands。PGIM Netherlands B.V. 经荷兰金融市场局 (“AFM”) 授权 (注册编号15003620)，基于欧洲护照经营。在某些EEA国家，如果允许，PGIM Limited根据英国脱欧后的临时许可协议项下适用于PGIM Limited的规定、豁免或许可提供信息。PGIM Limited和/或PGIM Netherlands B.V.发布的资料面向FCA规则所定义的专业客户和/或第2014/65/EU号指令 (MiFID II) 的相关地方实施文件所定义的专业客户。这些资料适用于第2014/65/EU号指令 (MiFID II) 定义的专业客户或对应的合格人员为自己投资、为组合型基金投资或为全权委托投资的客户投资。在意大利，信息发布者为PGIM Limited，其获授权在意大利以Commissione Nazionale per le Società e la Borsa (CONSOB) 的名义运营。在日本，信息发布者为PGIM Japan, Co. Ltd. (“PGIM日本”) 及/或PGIM Real Estate (Japan) Ltd. (“PGIMREJ”)。PGIM日本是在日本金融厅注册的金融工具业务运营商，在日本提供各种投资管理服务。PGIMREJ是在日本关东地方财政局注册的日本房地产资产管理公司。在中国香港，信息发布者为PGIM (Hong Kong) Limited，这是一家由中国香港证券及期货事务监察委员监管的法律实体，信息面向《证券及期货条例》(第571章) 附表1第1部分第1条定义的专业投资者。在新加坡，信息发布者为PGIM (Singapore) Pte. Ltd. (PGIM新加坡)，这是一家经新加坡金融管理局许可持有资本市场服务牌照的新加坡投资管理公司。PGIM新加坡发布的资料属于一般信息，面向新加坡法律第289章《证券及期货法》(“SFA”) 规定第304条定义的“机构投资者”和符合SFA第305条所示条件的“合格投资者”及其他相关人员。在韩国，信息发布者为PGIM, Inc.，其已获得直接跨境向韩国合格机构投资者提供全权委托投资管理服务的许可。

这些资料仅作参考资料或教育用途。本信息并非拟供用作投资工具，亦非就资产管理或投资提供的建议。PGIM向您提供这些资料并不表示其担任您的受托人。这些资料代表的是作者对于本文所提及的经济状况、资产类型、证券、发行机构或金融工具的看法、观点和建议。向本信息的最初接收者以外的任何人以及此类人员的顾问分发本信息乃未经许可之行为，未经PGIM事先同意，禁止全部或部分翻印本资料，或泄露其中的任何内容。截至提供之日，本文件中包含的某些信息取自PGIM认为可靠的来源；但是PGIM无法保证该等信息的准确性和完整性，也不担保该等信息不会改变。截至发行之日 (或本文件中所提及的更早期)，本文件中包含的信息都是最新的，但可能随时发生改变，恕不另行通知。PGIM没有义务对任何或全部该等信息进行更新；对于其完整性和准确性，我们也不作任何明示或暗示的担保或保证，也不对任何错误承担责任。该等信息并非拟用作针对购买或销售任何证券或其他金融工具或任何投资管理服务的要约或招揽，也不应作为任何投资决定的基础。没有哪种风险管理技巧能保证缓解或消除任何市场环境中的风险。过往的表现不是对未来结果的担保，也不作为其可靠指标，投资贬值是有可能发生的。对于因使用本报告中包含的或从本报告衍生而来的信息而造成的任何损失 (无论是直接的、间接的还是结果性的)，我们不承担任何责任。PGIM及其附属公司可能会作出与本文所述建议或观点不符的投资决定，包括针对PGIM或其附属公司的专用账户。本文所示任何推测或预测都截至本文件提供之日，可能随时更改，恕不另行通知。实际数据可能不同，且可能不会反映在此。推测和预测都有很高的不确定性。相应地，任何推测或预测都应被视为代表一系列广泛的可能结果。推测和预测是基于假设作出的判断，可能会有重大修改，也可能随经济和市场条件变化而发生实质性变更。PGIM没有义务对任何推测或预测进行更新或修改。

PGIM及其附属公司可能制定并公布与本文件中包含的推荐无关或不同的研究。PGIM的工作人员 (除作者外)，例如销售、营销和贸易人员，可能以口头或书面形式向PGIM的客户或潜在客户提供与本文所示观点不同的市场评论或看法，或者与之不同的专有投资想法。

美国保德信金融集团 (PFI) 与在英国注册的英国保诚集团 (Prudential plc) 以及在英国注册的M&G plc子公司保诚保险公司 (Prudential Assurance Company) 无任何关联。

©2024 PFI及其关联实体，在全球许多司法管辖区注册。

保德信大趋势系列报告

当今不断变化的全球格局将如何影响未来投资



劳动力市场的变革

新冠疫情造成了许多人生悲剧以及对经济产生影响,包括劳动力市场陷入动荡。虽然这些问题得到了媒体的广泛关注,有些问题可能还会产生长期影响,但也往往会掩盖在新冠疫情爆发前,劳动力市场就已发生了深刻结构性变化这一事实,而这些变革最终将对重塑全球劳动力市场格局产生更大影响。

详情请浏览pgim.com/labor



对食品系统的思考

论是寻找机会还是降低隐藏风险,了解快速变化的食品系统对机构投资者而言都至关重要。

详情请浏览pgim.com/food



私募市场新形势

几个世纪以来,私募市场一直为企业家、企业巨头和房地产开发商提供融资渠道。但目前私募资本的规模、增长和复杂性确实是前所未有的,这从根本上改变了机构投资者面临的投资机遇和挑战。

详情请浏览pgim.com/private-markets



加密货币投资

该报告探讨为什么直接投资于比特币及其同行目前对机构投资者组合没有吸引力——最近加密市场波动突显了这一点。然而,加密货币推动催生的技术,为精明的长期投资者提供了新的机会。

详情请浏览pgim.com/crypto



重塑服务业

技术的颠覆终于触及服务经济。这对于投资者和全球经济而言将是重大转变，因为服务业占全球GDP的三分之二以上，占发达市场劳动力的四分之三，高级新兴市场劳动力的近一半。

详情请浏览pgim.com/reshaping



应对气候变化

气候变化不再是一个假想的风险，它已经在改变全球经济，重塑市场，影响投资格局。在此报告中，我们提出了可行的气候变化议程，以解决向低碳世界过渡过程中隐藏的投资组合脆弱性，挖掘潜在机会。

详情请浏览pgim.com/climate



大封城之后

疫情迫使企业做出调整，从而导致消费者行为和企业商业模式发生持久性变化。现在是时候关注未来将会出现的大规模颠覆了，进而为大封城过后做好最充分的准备。

详情请浏览pgim.com/lockdown



未来商业模式

颠覆性力量推动三种全新商业模式的出现，这三种模式正在从根本上改变机构投资者的投资前景。本次报告将探讨这些革命性的全新商业模式对投资的影响。

详情请浏览pgim.com/futurefirm



技术前沿

我们生活在一个前所未有的技术变革时代。我们相信这将对投资者产生深远影响，进而从根本上改变不同资产类别和地区的投资机会。

详情请浏览pgim.com/tech



主权的终结？

历史上人员、信息和资本从未以如今的速度、频率和数量跨境流动过。本次报告将深入探讨全球化与民族主义之间不断升级的对抗，对全球金融市场的影响，以及长期投资者如何最好地定位自己以驾驭这些不确定的时代。

详情请浏览pgim.com/sovereignty



十字路口的新兴市场

驱动新兴市场经济增长的因素发生了根本性的转变，过去曾经奏效的投资方法已经不再适用，这要求投资者另寻不同的有效投资方法。发掘投资机会将越发取决于从新的增长推动力中获取超额收益的能力，而不是追逐更广泛领域的贝塔收益的能力。

详情请浏览 pgim.com/em



老龄化将至

全球人口前所未有的老龄化为高级住宅、多户型公寓、生物技术和新兴银发科技产业创造了更多的机会。考虑到老龄化趋势对消费者支出的影响不断变化，以及其对老年人口占全球三分之二的新兴国家的深远影响，机构投资者应考虑这一大趋势将对投资组合有何影响。

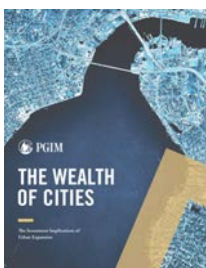
详情请浏览pgim.com/longevity



寿命增长对负债的影响

全球预期寿命延长对养老金计划负债的影响尚未得到充分重视。正如最新死亡率表所显示，养老金负债面临的长寿风险或将在未来二三十年间急剧上升。本报告分析了这一挑战和现有的风险缓解策略。

详情请浏览pgim.com/longevity



城市财富

历史上，城市化步伐从未如此之快：在接下来的几十年里，每年预计将有六、七千万人口迁往城市。为了帮助机构投资者从城市化的“黄金时间”中受益，识别此大趋势涵盖的主要投资主题，我们提出了一系列具体投资理念。

详情请访问wealthofcities.com





THE PURSUIT OF OUTPERFORMANCE™

媒体及其他咨询，请联系 thought.leadership@pgim.com。

在线访问：www.pgim.com。

在LinkedIn、Instagram和YouTube 上关注我们@PGIM，

或者扫码关注保德信投资管理 PGIM的微信公众号，了解最新新闻和信息。

