

期货市场助力绿色低碳发展*

永安期货股份有限公司 研究中心能化团队

2023年，习近平总书记指出要“做好科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融五篇大文章”，其中“绿色金融”是服务实体经济高质量发展的重要组成部分。2024年，总书记进一步提出“绿色发展是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力”的重要论述，“发展新质生产力”成为实体经济高质量发展的新方向。在此背景下，为服务国家战略和实体经济而生的期货市场，天然地与绿色金融体系建设、实体经济新质生产力发展两大战略相契合。放眼国际，境外绿色期货已有较长的发展历史，总结其发展经验对探索我国绿色期货品种的上市及国际化具有重要指导意义。基于此，本文首先总结了当前全球各国的碳中和政策与能源转型路径；其次，梳理了国际上绿色期货品种的发展历程与启示；最后，依托能源转型路径与国际绿色期货发展经验，就我国期货市场助力企业绿色低碳转型提出发展方向与相关建议。

一、全球绿色低碳转型的背景分析

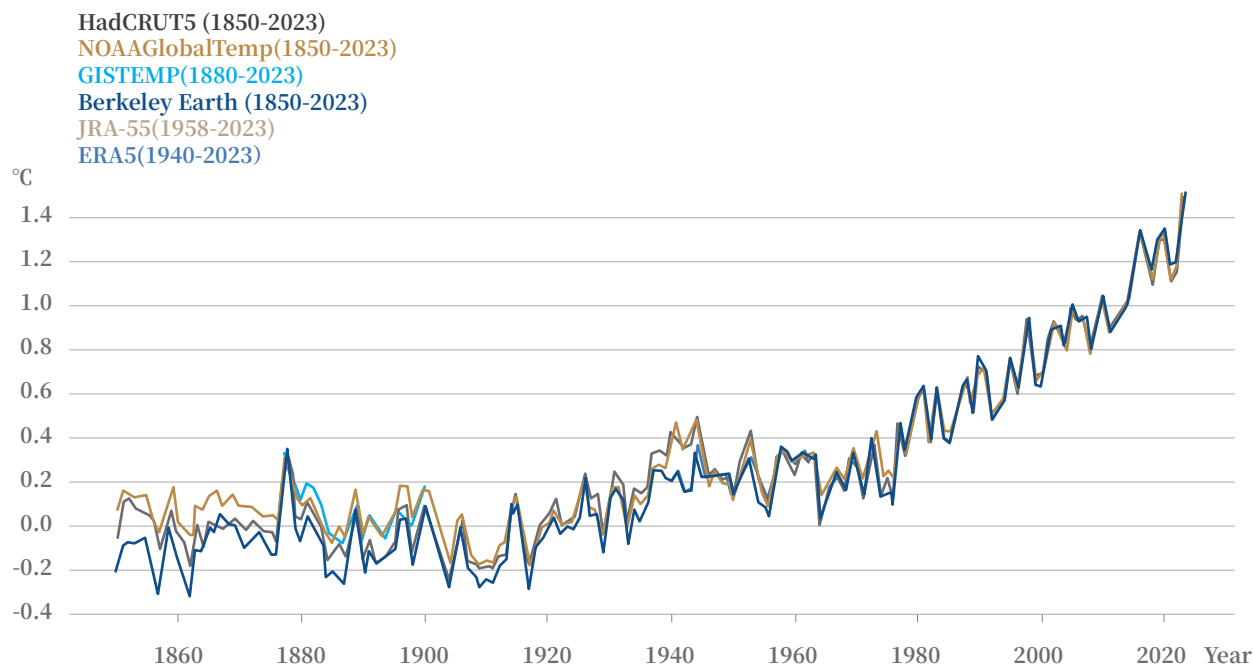
（一）碳中和政策背景

工业革命以来，化石能源燃料消耗量呈指数级增长，日益严峻的温室效应导致全球气温屡创新高。据世界气象组织（WMO）报告显示，2023年是有记录以来最温暖的一

年，全球平均气温较工业化前的基线高出1.45（ ± 0.12 ） $^{\circ}\text{C}$ 。持续不断的升温归咎于大气中温室气体浓度的增加，2023年的二氧化碳（ CO_2 ）水平比前工业化时代高出50%，这使得大气中的热量积聚，进一步加速了未来全球升温。全球变暖也导致热浪、强降雨等极端事件发生的频率和强度不断增加，如2021年我国河南暴雨、2023年北欧冬季高温和北美夏季极端高温等。人类活动引起的气候变化已经导致极端天气事件成为当今全球的“新常态”，全球各国绿色低碳转型已刻不容缓（图1）。

由于环境污染具有很强的负外部性，环境规制离不开政府的管理职能。为了促进各国政府积极推动低碳转型，自1996年起，《联合国气候变化框架公约》缔约方大会（Conference of the Parties, COP）每年举办一届，现已成为气候领域最重要的国际会议。在历届会议中，1997年COP3和2015年COP21分别制定了具有里程碑意义的国际法律文件——《京都议定书》和《巴黎协定》，前者首次以法规形式限制温室气体排放，设定了量化减排目标，并提出温室气体排放产权的概念，赋予了其商品属性，为各国建立碳排放权交易市场奠定了制度基础；后者则提出“将全球平均气温较前工业化时期的上升幅度控制在 2°C 以内，并为控

* 本作品在2024年“加快建成世界一流交易所”征文活动中荣获二等奖。



资料来源：世界气象组织

图 1：全球平均气温较前工业化时期（1850–1900 年）上升幅度

制在1.5°C内而努力”¹的硬指标。对于这两个温控临界值，根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）估计，若要将全球平均气温升高限制在1.5°C以内，需要在2030年将二氧化碳排放量比2010年减少45%，并在2050年前后实现碳中和；如果要将全球平均气温升高限制在2°C以内，则需要到2030年将二氧化碳排放量减少25%，并在2070年前后实现碳中和。

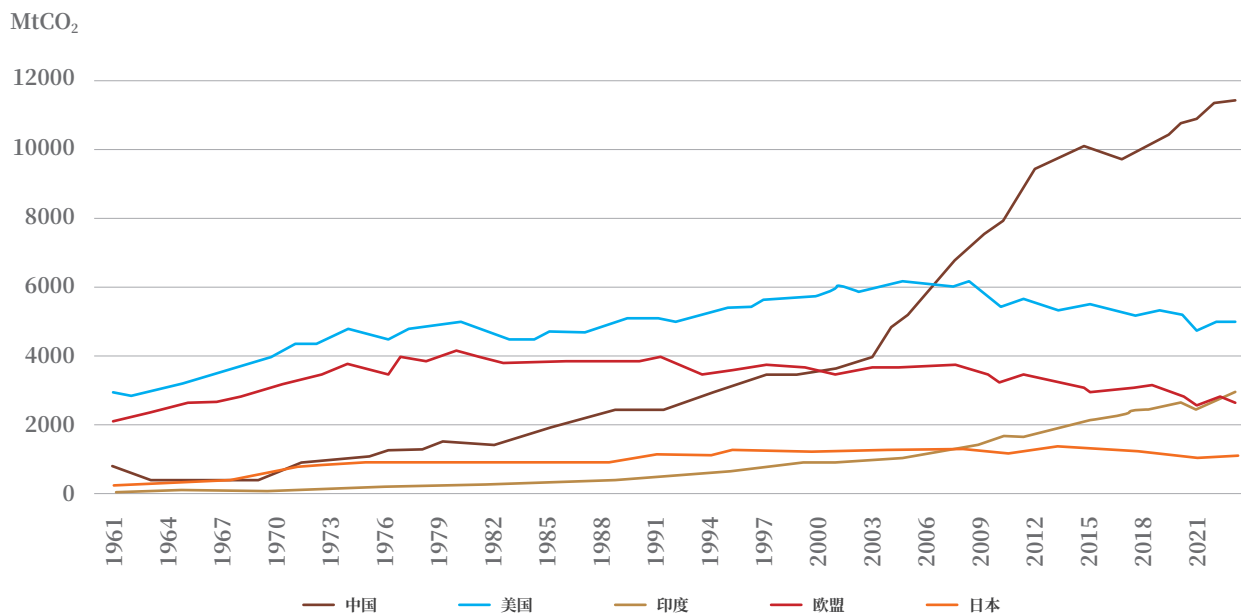
据此，全球各国主动或被动地提出碳中和承诺，截至2024年4月，全球共有148个国家提出了碳中和承诺，这些国家的碳排放量占全球88%（图2）、GDP占全球92%、人口占全

球89%。目前，发达国家与发展中国家的碳排放处于不同阶段：以欧盟、美国为代表的发达经济体已经实现碳达峰，并度过了“达峰时平台期”，2010年以来碳排放量稳中有降，欧盟和美国承诺2050年将实现碳中和；以印度、中国为代表的发展中国家尚未达峰，仍然处于经济发展与能源消耗紧密挂钩的阶段，印度提出2070年实现碳中和，中国争取在2030年碳达峰、2060年碳中和（表1）。与发达经济体的“达峰平台期”，以及所留的“下降至碳中和期”的时间相比，我国实现“双碳”目标的时间更为紧迫，减排幅度的要求也更大。

¹ “关于两个阈值的概念：IPCC 曾指出，若没有人类影响，极端热浪事件大概每 10 年发生 1 次；当平均升温 1.5°C 时，每 10 年发生 4.1 次；当升温 2°C 时，将发生 5.6 次。

表 1：主要国家 / 地区气候变化战略目标

	中期目标	远期目标
欧盟	2030 年将温室气体净排放量较 1990 年至少减少 55%，2040 年减少 90%	2050 年实现碳中和
德国	2030 年将温室气体排放总量较 1990 年水平减少 65%，2040 年减少 88%	2045 年实现碳中和
法国	依靠可再生能源和核能，实现 2050 年净零排放目标	
英国	2030 年英国温室气体排放量比 1990 年至少降低 68%	2050 年实现碳中和
美国	2030 年比 2005 年的排放量下降大约 50%–52%，2035 年实现 100% 清洁电力目标	2050 年实现碳中和
俄罗斯	到 2050 年前温室气体净排放量在 2019 年排放水平上减少 60%，同时比 1990 年减少 80%，并在 2060 年前实现碳中和	
日本	2030 年度温室气体排放量比 2013 年度减少 46%，并将朝着减少 50% 的目标努力	2050 年实现碳中和
韩国	2030 年温室气体排放量较 2018 年下降 35%	2050 年实现碳中和
印度	2030 年前减少碳排放 100 亿吨	2070 年实现碳中和
中国	力争于 2030 年前实现碳达峰，2030 年单位 GDP 二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上	努力争取 2060 年前实现碳中和



数据来源：Global Carbon Budget

图 2：主要国家 / 地区碳排放量

（二）全球能源结构转型路径

能源脱碳是迈向碳中和目标的关键，也是全球各国最重视的减排领域。21世纪以来，面对日益严峻的气候环境问题，叠加全球能源需求增长和油价波动等，各国竭力协调能源供应问题，出台并实施了一系列能源转型政策。总体而言，全球能源转型路径大致包括以下五个方面：

1.提升能源利用效率

“能效是隐形的能源，更是第一能源”。各国通过技术创新与政策推动，提高能源利用效率，全球能源强度在2000年至2019年间每年平均下降1.65%，2020年、2022年和2023年分别减少了0.8%、2%和1.3%。自2022年能源危机以来，占全球能源需求70%的国家大幅增强或出台了一揽子能效政策，2020年以来，年度能效投资增长了45%，特别是在电动汽车和热泵领域的增长尤为强劲。与传统的燃油汽车和燃气锅炉相比，电动汽车和热泵完成相同的工作使用的能耗更少。如今每5台车中就有1辆是新能源汽车，2023年全球热泵销量增加了近10%，尤其是欧盟国家，2023年上半年德国、荷兰和瑞典的热泵销量同比增长75%。

在2023年IEA给出的2050年净零排放情景（NZE）中，2020年到2030年能源强度每年平均下降4.2%，2025年到2035年每年平均下降2.7%。在建筑物领域，住宅建筑进行零碳改造，从目前到2050年每年的改造率约2%；到2030年代中期全球销售的家用电器普遍达到目前最高能效标准。在交通运输领域，道路车辆使用电力或燃料电池，航运和航空使用能效更高的飞机和船舶。在工业领域，部署先进的能源管理系统，一流的工业设备（如电动机、变

速驱动装置等），以及余热回收等工艺集成方案，并且使这些降低能耗的措施经济性最大，生产成本最低。

2.能源消费电气化

电能是清洁、高效、便捷的二次能源，电气化增强终端能源消费中的比重，能够从需求侧带动能源结构转型。自2000年以来，全球终端用电量几乎翻了一番，除2009年金融危机、2020年新冠疫情外，用电量每年都在持续增长。2022年，电力占终端能源消费的比重已从2000年的16%增加到了21%，仅次于石油。尤其是交通领域，全球电动汽车迅猛发展，2023年电气化交通领域投资达到6340亿美元，在能源转型投资中占比最大。在NZE情景下，2020年至2050年期间，全球电力需求将增加一倍多，每年平均增加3%，尤其是在工业部门，低温和中温加热以及基于次级废料的钢铁生产将使用越来越多的电力。

3.电力生产清洁化

在电力生产方面，低碳能源替代高碳能源已成为全球化趋势。清洁能源包括可再生能源和核能、天然气和利用清洁能源技术处理过的化石能源（如洁净煤）等不可再生能源。据全球能源智库Ember，由于太阳能和风能的快速增长，2023年全球可再生能源发电量在总发电量中占比首次超过30%，全球近40%的电力来自包括核能在内的低碳能源。

在可再生能源领域，欧盟目前已成为以可再生能源作为主要发电源的地区，2023年欧盟可再生能源发电量占总发电量的比重达到44%，并且仍在不断调高2030年可再生能源总体目标。尤其是在俄乌冲突后，欧盟将燃料独立设为主要目标，计划在2030年将可再生能源

占一次能源的比重目标提升至45%。中国可再生能源总装机在2023年突破14亿千瓦，占全国发电总装机比重超过50%，超过火电装机。美国可再生能源自21世纪以来迅猛发展，可再生能源发电量占总发电量的比重从2001年的2%提升至2023年的22.7%以上，尤其是生物燃料、太阳能和风能。IEA预测，未来五年，全球可再生能源装机容量将继续增加，到2028年，太阳能和风能将在其中占到96%，全球可再生能源发电占比将增加至42%以上。

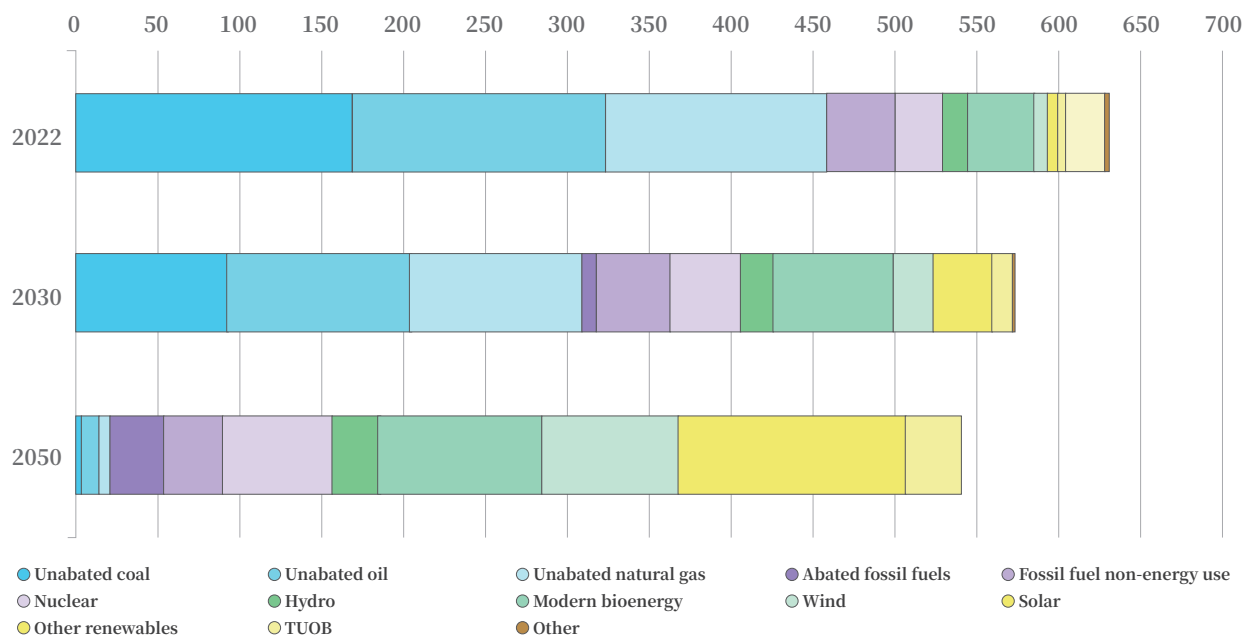
在核能领域，各国的发展规划不尽相同。中国、俄罗斯、英国、法国、印度等大多数国家积极扩大核能总装机容量，例如，我国国务院国资委明确可控核聚变领域为未来能源的唯一方向，国家能源局预计2030年前我国在运核电规模有望成为世界第一；2024年英国政府宣布“70年来最大规模的核电发展”计划，内容包括建造一座新的大型发电站、投资3亿英镑生产先进的铀燃料以及进行“更智能的监管”。与此同时，德国、西班牙等国家正在计划放缓或放弃发展核电，如德国2023年4月关闭最后3座核电站，西班牙计划将目前剩下的五座核电站于2035年关闭。IEA预计，全球核能发电将在2023-2025年平均增长近4%，到2025年，每年将产生大约100太瓦时的核能发电量。

4.加速发展氢能产业

与太阳能、风能等可再生能源不同的是，氢能除了发电，在交通、工业、建筑和储能等领域还有广阔的应用前景。在氢能产业链中，上游为制氢，包括“灰氢”（化石燃料制氢）、“蓝氢”（利用CCUS技术低碳制氢）、“绿氢”（利用可再生能源电解水制

氢），目前全球灰氢占比约95%。中游为储氢运氢，目前主要利用高压气态储运技术，未来的方向是液氢存储和固态储氢。下游主要可用于以下四个领域：交通领域，氢能主要应用于公路、铁路、航空、航运，目前氢燃料电池汽车是主要应用场景；工业领域，氢气可代替焦炭、天然气作为还原剂参与炼钢，可合成氨、甲醇等化工产品；建筑领域，氢气可掺入天然气供能，氢燃料电池可用于发电、供暖；在储能领域，通过电-氢-电的转化方式，氢储能可以促进可再生能源的消纳，平抑波动。

近几年，欧盟、美国、日本、韩国等多个主要经济体将发展氢能提升到国家战略层面。其中，德国是欧盟氢能发展的领头羊，通过发布《国家氢能战略》，在清洁氢制备、氢能交通、工业原料、基础设施建设等领域采取38项行动，打造国内市场以及进一步拓展国际市场；美国发布《能源地球计划》，将投入5250万美元改进电解水制氢设备，并开展31个氢能项目，同时氢能基建入选《基础设施投资和就业法案》，美国将投入95亿美金用于区域氢能中心建设以及氢能全产业链示范与研发；日本将氢能定位为一种新资源，争取2030年将氢能的成本降低至与化石燃料同等水平；韩国《氢能经济活性化路线图》发布了氢能生产、运输、储存和使用全产业链的路线图，并前后制定《氢经济法》《绿色新政》，发布氢能产业一揽子发展规划，以加快路线图的实施。在IEA发布的NZE情景下，全球氢能使用量将从2020年的不足9000万吨扩大至2030年的超过2亿吨，低碳氢占比将从2020年的10%上升至2030年的70%（图3）。



资料来源：国际能源署（IEA）

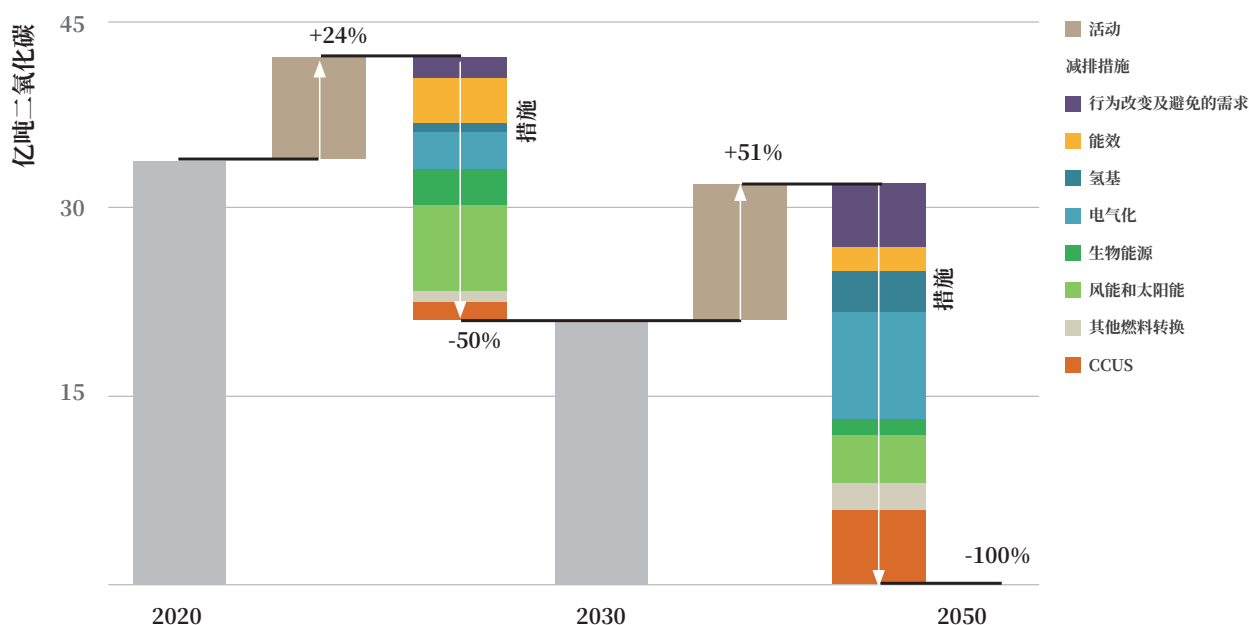
图 3：2022—2050 年 NZE 下能源结构

5.推进清洁技术创新

IEA在其为G7峰会提交的报告《推进清洁技术制造》中提出，太阳能光伏、风能、电池、电解槽和热泵制造相关的清洁能源技术十分关键。2023年，全球清洁技术制造业的投资约为2000亿美元，同比增长70%，其中太阳能光伏和电池制造业的投资共占比90%。分国别来看，我国占全球总投资的四分之三，太阳能光伏制造业投资增长了一倍多；美国和欧洲的投资增长强劲，尤其是在电池制造业的投资增长了两倍多。目前，中国、美国、欧盟在太阳能光伏、风能、电池、电解槽和热泵制造方面产能总和占全球的80%-90%。在IEA发布的NZE情景下，到2050年，风力涡轮机、太阳能电池板、锂离子电池、电解槽和燃料电池制造商的年度市场机会将增长10倍，达到1.2万亿美元。

除清洁能源相关技术之外，碳捕集、利用

与封存（CCUS）技术被视为目前实现化石能源低碳化利用的重要技术，主要涵盖了从燃料燃烧、工业过程或大气中分离出二氧化碳，并将其转化为有用产品和资源，或者注入地层进行封存的过程。据Global CCS Institute数据，目前，全球有50个CCUS设施正在运作，碳捕捉能力达到4.16亿吨二氧化碳当量。有44个CCUS设施正在建造。截至2024年7月，全球共有628个CCUS管道项目，涉及电力、石化、钢铁、水泥等多个行业。分地区来看，2022年，北美的项目数和捕集能力占比最高，欧洲其次，并且正在建设和筹划中的项目中也是北美与欧洲占比较高。在2023年的COP28上，联合国指出，现有减排措施未能满足《巴黎协定》温控目标，CCUS必须每年扩大规模。在IEA发布的NZE情景下，2030年全球CCUS捕集需求将超过50亿吨，2070年超过100亿吨（图4）。



在净零排放情景中，从现在到 2030 年，太阳能、风能和能效将贡献约一半的减排量，此后电气化、CCUS 和氢能的贡献逐渐增加

资料来源：国际能源署（IEA）

图 4：IEA 2022—2050 年 NZE 情景下减排措施

二、期货助力绿色低碳转型的国际经验

随着全球绿色低碳发展进程的不断加快，期货市场也在不断演变和调整，以适应新的能源格局和环境政策。在绿色期货品种领域，境外比较有代表性的期货交易所有：芝加哥商品交易所（CME）、欧洲的欧洲气候交易所（ECX）、欧洲能源交易所（EEX）等。这些交易所推出的“绿色”期货品种大体可分为四类，第一类是从气候变化角度出发推出的天气指数期货，第二类是从碳总量控制角度出发推出的碳期货，第三类是为能源消费电气化服务的电力期货，第四类是为电力生产清洁化服务的清洁能源相关期货。

（一）天气期货

如前文所述，全球变暖导致极端天气事件频发，天气预测也变得更加不确定，农业、能源、保险、旅游等天气敏感型行业的避险需求

迅速上升。在此背景下，与天气挂钩的期货合约诞生。1999年，CME正式推出第一个具有标准化合约的天气指数期货，包含4个城市的取暖指数和制冷指数，随后，伦敦国际金融期货期权交易所、美国亚特兰大洲际交易所也纷纷推出了天气期货合约，但由于流动性不足、清算中心不够完善、合约违约率过高等问题，最终均以失败收场。2001年，CME吸取经验，凭借自身完备的清算中心，基于美国15个城市的气温数据，推出取暖度日（HHD）指数和制冷度日（CDD）指数期货，而后再基于欧洲伦敦、阿姆斯特丹等城市的气温推出取暖度日（HDD）和累计平均温度（CAT）指数期货，以及基于日本东京的气温推出CAT指数期货，吸引了农业、能源、电力行业企业和金融机构的参与。

实际上，CME的天气指数期货自上线以后，交易量也一直不高，直到2021年以后，在气候变化剧烈叠加能源危机的背景下，企业利用天气期货管理风险的需求迅速增加，天气指数期货的交易量才随之扩大。目前，CME的天气指数期货合约是全球最活跃的天气衍生品。从天气指数期货的发展来看，清算程序完善、数据覆盖范围广且具有公信力是天气期货上线的必要条件。并且上市初期天气指数交易市场往往缺乏流动性，但随着企业对天气避险工具的需求增加，对天气期货的认知度提升，特别是在气候变化和能源危机的背景下，天气指数期货作为一种有效的工具吸引了越来越多的市场参与者。

（二）碳排放权期货

在低碳转型领域，最具代表性的期货合约是碳排放权期货（以下简称碳期货）。碳期货的交易标的是碳排放权，碳排放权交易通过赋予碳排放以商品属性，内部化企业碳排放成本，是一种市场型的环境规制手段。国际上的碳期货合约有：洲际交易所（ICE）和欧洲能源交易所（EEX）的欧盟碳配额（EUA）期货合约，美国芝加哥气候交易所（CCX）的碳金融工具（CFI）期货合约等，由于政府政策的差异，EUA期货和CCX CFI期货最终的结果不尽相同。

欧盟碳市场是目前世界上最成熟的碳市场，自2005年成立之初，碳现货和碳期货市场就同时开始建设，吸引了商业企业、金融机构、投资基金等多样的市场主体参与碳期货定价。如表2所示，欧盟碳市场经历了4个阶段的迭代，在碳市场的第一个发展阶段，企业多报瞒报情况多，配额分配以免费发放为主，交易

市场出现碳配额总量过剩、碳价波动剧烈等局面，因此碳期货交易量很少，碳价甚至一度降至0欧元。之后，欧委会发布更严格的减排目标，欧盟碳市场通过削减碳配额总量、提高拍卖比例、运行市场稳定储备机制、取消补充机制、完善履约和惩罚机制等方式，不断提高碳配额的稀缺性，从而提高了市场流动性。在欧盟遭遇能源危机时，碳价突破历史高点，一度超过100欧元/吨，碳期货为当地控排企业提供了很好的套期保值工具。

美国芝加哥气候交易所（CCX）是美国唯一具有法律约束力的自愿性碳交易市场，曾被视为市场驱动解决气候变化的典范，但由于政府在气候变化问题上并不坚定，没有通过立法保证碳信用的稀缺性，最终导致碳交易难以为继。2003年CCX推出CFI期货合约，起初交易也不活跃，但随着CCX通过上市融资扩大规模后，交易所会员队伍也壮大起来。2005年至2008年是CCX的快速发展阶段，2008年碳价攀升至7.4美元的顶峰，会员数量增至328家。然而，由于美国政府在应对气候变化上态度消极，在国家层面并未就碳排放总量限制达成一致，碳信用失去了稀缺性，从而导致碳价猛跌至0.01美元/吨，碳交易也名存实亡。

从国际经验来看，期现货市场相结合的碳交易体系，有助于提升碳交易的流动性。同时，碳排放行为具有典型的负外部性特征，碳交易必须由政府主导，通过总量控制等方式保证碳配额的稀缺性，从而促进碳交易的活跃度，充分发挥期货的基本功能。

我国目前只有碳现货市场，包括9个地方性碳市场和1个全国碳市场。其中，全国碳市场目前仅包含全国范围内2000多家发电行业

企业。目前我国碳配额总量控制力度仍然较弱，并且各家碳市场多采用免费分配的方式发放碳配额，少部分采用有偿分配，这导致我国碳现货市场仍然存在诸多问题，主要包括以下5点：（1）市场交易呈现“履约型”特征；（2）绝大多数为大宗协议成交，成交过程不透明，导致挂牌价格不能反映真实的减排成本；（3）全国碳市场覆盖行业单一；（4）参与主体单一，全国碳市场仅允许控排企业参与；（5）地区发展不平衡，各碳市场碳价存

在较大差距，导致高排放产业将工厂转移至监管更宽松的地区。

然而，虽然目前我国碳市场的发展仍然处于初步阶段，但随着国家逐渐加快绿色转型进程，碳规制力度将不断增强，在碳市场上体现为配额总量收紧、有偿分配比例增加、纳入行业范围扩大等，这将推动我国碳市场流动性不断提高，控排企业的碳排放成本提升。同时，碳期货的上市将为碳市场注入新的活力，发挥出风险规避、价格发现、资产配置的基础功能。

表 2：欧委会改革 EU ETS 运行机制，促使市场流动性不断提高

阶段	运行机制及其变化	范围及其变化	成果及不足
一： 试点期 (2005 年 -2007 年)	①配额分配：20.58 亿吨 CO ₂ 总量；祖父法；自下而上分配，成员国制定 NAPs；免费发放；不允许跨期储备； ②补充机制：仅承认 CDM； ③ MRV 制度：各国独立交易平台 +CITL；超排 CO ₂ 处罚 € 40/t。	①区域：欧盟 28 个成员国； ②气体：仅涵盖 CO ₂ ； ③行业：电力及供热为主的能源生产行业以及能源密集型行业（能源、内燃机功率在 20MW 以上的企业、石油冶炼、钢铁、水泥、玻璃、陶瓷以及造纸等）。	①确定了碳排放价格区间； ②达成了欧盟范围内的碳配额自由贸易； ③建立了用于监测、报告和核实企业排放规模的基础设施； ④ EUA 总量过剩、碳价波动剧烈，一度跌至 0 元。
二： 减排关键期 (2008 年 -2012 年)	①配额分配：18.58 亿吨 CO ₂ 配额总量；免费分配比例降至 90%；允许跨期储备； ②补充机制：承认 CDM 和 JI； ③ MRV 制度：联合注册交易平台 +EUTL；罚款金额提升至 € 100/t。	①区域：+ 挪威、冰岛和列支敦士登公国； ②气体：+ N ₂ O 等其他温室气体； ③行业：+ 国际航空业（2012 年）。	①实现 2012 年减排目标；EUA 交易量骤增，在全球碳市场中占比达到 80%； ②恰逢 2008 年金融危机，交易价格并无好转。
三： 全面改革期 (2013 年 -2020 年)	①配额分配：2013 年 20.84 亿吨配额总量，之后每年线性减少 1.74%；基线法；自上而下分配，各国制定 NIMs；拍卖比例大幅上调，电力行业完全需要购买； ②补充机制：严格限制； ③ MSR 机制：2019 年开始运行市场稳定储备机制（MSR），比例为 24%。	①区域：不变； ②气体：+ 铝生产过程中的 PFC； ③行业：+ 碳捕捉和储存设施、石化产品生产、化工产品生产、有色金属和黑色金属冶炼等。	①经过近 15 年的发展，2020 年欧盟碳排放量已比 1990 年降低近 33%，已经超额完成了减排任务； ②在一系列改革政策推动下，EUA 价格大幅上涨至 20 欧元以上。
四： 减排加强期 (2021 年 -2030 年)	①配额分配：2021 年 15.72 亿吨配额总量；提高线性削减因子且设定一次性削减总量；定期更新免费配额量；2024 年 MSR 比例恢复至 12%； ②补充机制：将完全取消； ③ MSR 机制：MSR 比例 2024 年将降至 12%； ④ CBAM 机制：存在碳泄漏风险的行业，CBAM 将逐步替代免费分配； ⑤创立专门的基金以帮助工业和电力部门低碳转型。	①区域：英国脱欧，退出 EU ETS； ②气体：暂时未变； ③行业：将拓展至海事部门，并将为建筑和交通运输业构建新的 ETS。	欧盟雄心勃勃的气候目标以及天然气价格的飙升等因素推动 EUA 价格大幅上涨。

（三）电力期货

当前美国、欧洲、澳大利亚、新加坡和日本均已上市电力期货，其中欧洲、美国和日本的电力期货交易较为成熟。欧洲能源交易所（EEX）上线的电力期货合约覆盖超20个国家，提供基础负荷和峰值负荷两种期货品种，分别代表0:00-24:00、8:00-20:00之间的平均现货价格，以日前合约为主，期限从1日到10年不等。美国主要的电力期货交易所是纽约商品交易所（NYMEX）和洲际交易所（ICE），NYMEX曾在2000年推出过两份实物交割合约，但由于不活跃均已退市，2000年推出PJM电力期货合约，后续上市了多个电力期货品种，均已现金结算为主。美国电力期货包括日前和实时两种合约，涵盖峰值负荷和非峰值负荷时段的电力期货合约，并以月度合约为主导。东京商品交易所（TOCOM）上线的电力期货包含东京基本负荷期货、东京峰值负荷期货、关西基本负荷期货、关西峰值负荷期货等，均以JEPX公布的相关地区（东京或关西）30分钟现货市场价格的算术平均值结算，并采用日元现金交割。

从国际经验来看，由于电力传输受到电网限制和距离影响，全球主要电力期货合约通常以区域性合约为主；由于电价在用电高峰时段波动远高于其他时段，因此电力期货多分为基本负荷期货、非峰值负荷期货、峰值负荷期货等；由于电力日前市场价格和实时市场价格波动不一致，期货合约分为日前和实时两种；为了适应电力的非存储性，当前世界电力期货多采用现金结算的方式。

（四）清洁能源相关期货

1. 天然气期货

全球天然气期货合约主要有美国芝加哥商品交易所（NYMEX）的HH期货、洲际交易所（ICE）NBP期货和荷兰TTF期货。美国亨利港天然气期货（Henry Hub，HH）是CME推出的天然气期货合约，于1990年上市，交割方式为在纽约亨利港进行管道气交割，反映美国本土的天然气基本面因素。除了天然气期货合约，美国还有对应的天然气期权，天然气交易发展成熟，流动性好。

欧洲各国的天然气管网互联互通，天然气交易中心多为虚拟型，将区域性管网视为一个虚拟的点，天然气交易在这一虚拟交易点进行，不区分实际交割地点的差异，任何一处的天然气价格都相同。英国National Balancing Point（NBP）即是一个天然气虚拟交易点，NBP天然气期货的基准价格是NBP现货价格。此外，Title Transfer Facility（TTF）为荷兰的虚拟管网枢纽，包含了期货和现货，期货交割也是采用虚拟交割点管道气交割方式。

海外天然气期货上市较早，随着时间推移，市场逐步成熟，市场参与者数量增加，基础设施得到完善，衍生工具也得到了发展。但由于天然气具有气体属性，其价格易受供需不平衡、地缘政治紧张局势以及天气变化等多重因素影响，导致价格波动剧烈。特别是2022年俄乌冲突发生后，无论是欧洲、美国还是日韩，天然气价格均屡创新高。尽管如此，天然气期货市场依然为天然气和能源行业提供了价格发现、风险管理、投资机会和市场效率的好处，推动着行业创新和发展。

2. 生物柴油期货

洲际交易所（ICE）和芝加哥商品交易所（CME）均推出了国际生物柴油期货以满足生

产商的套期保值需求。ICE推出的生物柴油期货主要有脂肪酸甲酯（FAME）、用废食油制成的成品甲酯（地沟油，UCOME）、菜籽甲基酯（RME）、加氢植物油（HVO）、乙醇等的实物和价差期货，大部分期货基于阿格斯估价。欧洲生物柴油交易主要是以与全球基准ICE低硫柴油的差价形式，价差合约常被用于对冲，所以有更好的流动性。和ICE类似，CME也推出了基于普氏或阿格斯报价的乙醇、甲醇、地沟油、脂肪酸甲酯、地沟油、加氢植物油等产品价格的期货。但从持仓和成交数据上来看，较为活跃的合约只有北美的芝加哥乙醇期货和欧洲的乙醇期货。从芝加哥乙醇期货一年内的持仓数据来看，持仓量较大的参与者为生物柴油的生产厂商，占比通常能达到80%以上，一般为净空头持仓。金融机构持仓占比较小且一般为多头持仓。

此外，美国市场还有RINs相关的期货。RINs是跟踪生物燃料在美国环境保护局（EPA）可再生燃料标准（RFS）计划中的合规性的信用额度，以满足汽油和柴油中的生物燃料混合目标。RFS要求在美国道路运输燃料中使用可再生燃料。当一批可再生燃料被制造到美国汽油和柴油池中时，可再生燃料生产商会产生RINs，混合后RINs就得以“释放”，作为积分。RINs产生后，可以在二级市场进行交易。美国汽柴油炼油商和进口商必须获得RINs，其价格会影响美国成品油市场。美国炼油商通常是RINs的净空头，他们从可再生燃料供应商（Renewable Fuel Blenders）购买RINs。由于RINs的价格影响汽柴油生产商、贸

易商的利润，ICE提供现金结算的RINs期货，包括D6和D4 RINs（产品代码：RIN和RIK），以对冲乙醇和生物柴油RINs风险。

除上述品种外，在新能源金属领域，英国、美国、新加坡等发达国家建立了相关期货品种，例如，英国伦敦交易所（LSE）上线的锂、钴、镍等期货，美国芝加哥交易所（CME）推出的氢氧化锂期货，新加坡交易所（SGX）推出的氢氧化锂、碳酸锂等期货。但是，这些期货品种普遍上市时间较短，尚未形成科学合理的定价体系及交易量，对我国提供的国际参考经验可能较为有限。

三、期货市场助力绿色转型的发展方向

我国期货市场助力绿色低碳转型的案例不胜枚举。2020年，上海期货交易所（以下简称上期所）推出低硫燃料油期货，为船燃企业从高硫向低硫转化提供避险工具，并且采用“国际平台、净价交易、保税交割、人民币计价”的模式，逐渐被应用于更多国际贸易场景中，已成为多家境外企业作为境外贸易的定价基准。此外，上期所还积极推动绿电铝、再生铝纳入交割体系，研发液化天然气，铝合金¹，钨、镁等优势矿产，电池金属和相关材料等期货品种。

作为我国大宗商品领域重要的金融基础设施，期货交易所具有服务实体经济发展新质生产力的使命，在开发绿色低碳期货品种、制定绿色低碳市场规则方面具有重要的责任。

（一）绿色品种上市，为企业增添避险渠道

1. 天气期货弥补保险承保的盲区。尽管全

¹ 编者注：铸造铝合金期货及期权于2025年6月10日在上期所挂牌交易。

球各国正在积极加大环境规制力度，但未来几年内，极端天气事件频发仍然会是企业需要面对的现实挑战。天气保险具有一定局限性，地震、海啸等自然灾害一般并不在承保的范围，而天气期货将为这类风险提供一种避险渠道，企业可以利用天气期货进行套期保值，以规避极端事件可能会带来的不利影响。无论是农业、能源、物流还是其他行业，企业都可以根据自身情况选择适合的天气期货产品，从而实现风险管理和资产保护的目标。

2.探索与海外碳期货产品互挂，助力中小企业应对全球减排压力。国际上其他国家的碳减排步伐在不断加快，近几年发布了一系列控排举措，包括国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA）将进入第一阶段，欧盟开始征收“碳关税（CBAM）”，美国议员再提“碳关税”立法提案等等。我国是出口大国，国内出口型企业即将面临欧美“碳关税”限制带来的出口成本上升等挑战。企业通常选择直接购买国际认可的碳信用产品，或者支付产品碳排放费用（该费用通常与进口地区碳交易价格挂钩），但这两种方式下企业面临着极大的价格波动风险敞口。尤其是我国众多中小企业由于自身规模小、信用风险高等因素，通常无法直接参与国际碳期货交易市场。因此，我国可先尝试将国内碳期货市场与欧美碳期货市场互挂，推出一系列与欧美碳期货合约价格联动的碳期货品种，并采用现金结算的方式，为中小出口企业提供境外碳价风险管理工具。

3.推进清洁能源期货品种上市。对于天然气期货的研发上市，可先尝试开展进口LNG期货交易，再进一步拓展到管道天然气期货，交割方式可参考海外天然气实物交割方式。对于

生物柴油期货的研发上市，我国生物柴油主要供出口订单，出口目的地主要集中在欧洲国家，生物柴油期货在规则上可先探索与境外市场互挂的方式，例如采用基于国际市场价格的价格指数来确定国内期货的交易价格，并采用现金结算简化交易流程，搭建起境内外联动的期货交易平台，使国内企业能够更直接地应对国际市场的价格变化。随着我国生物柴油现货市场规模的不断扩大，再根据国内市场需求和特点，设计符合国内实际情况的期货产品。

4.推进可再生能源产业链相关期货品种上市，助力电力生产清洁化。我国新能源产业正在蓬勃发展，可再生能源发电增长迅猛，新能源汽车、电池、光伏组件等产销持续向好。2022年我国非化石能源发电量占比达到36.2%，其中，风电、光伏分别占到24.2%、13.5%；2023年我国新能源汽车产销分别完成958.7万和948.5万辆，连续15年稳居全球第一，市占率达到31.6%；此外，新能源汽车、锂电池、光伏产品“新三样”出口快速增长，2023年合计出口1.06万亿元，同比增长29.9%，成为外贸增长新动能。

围绕可再生能源产业链，建议可研发铂、钯、钨、镁、钴、氢氧化锂、多晶硅等原材料期货品种，氢能、氨能、电力等能源期货品种。我们相信，期货市场为绿色低碳产业服务的范围将不断拓宽，为新能源产业链上下游企业提供更为丰富、灵活的风险管理工具，同时抓住新能源产业新机遇，推动国内期货在国际定价的话语权。

（二）“绿化”传统期货品种交易规则，推动传统高耗能产业节能技改

炼油、煤化工、钢铁、有色金属冶炼等传

统高耗能产业是我国制造业的重要组成部分。

“十一五”以来，随着我国对绿色低碳发展愈发重视，对高耗能产业节能降碳的要求也在不断升级。习近平总书记曾在2022年强调，搞“碳冲锋”、“一刀切”、运动式“减碳”甚至“拉闸限电”，“都不符合党中央要求”。在当前能耗双控政策下，设备节能技术改造、提高能源利用效率是我国高耗能行业主要的节能降碳举措。

实际上，我国已经上线了与这一产业相关的期货品种，比如炼油行业的原油、燃料油，煤化工的橡胶、沥青、甲醇等，钢铁行业的铁矿石、焦炭、钢材等，有色金属冶炼行业的铜、铝、锌、铅等。目前这些品种已经发展得较为成熟，充分发挥出了期货的基本功能。在当前成熟的交易体系基础上，考虑尝试调整这些期货合约的交易规则，通过将环保指标纳入考量范围，激励企业进行生产设备的节能技术改造，提高能源利用效率。

具体而言，一方面，可以引入绿色产品标准和评级制度，对符合环保标准的产品实施优惠交易政策或给予相应评级；并且在交割品标准中引入环保相关指标，如能耗、碳排放、污染物排放标准等，给予低排放、低污染的产品更大的交割升水，鼓励这类产品进入交割，激励企业积极利用环保生产方式。另一方面，可

以在交割库考核中引入环保相关指标，督促交割库承担环保责任。随着绿色环保生产工艺的不断进步，期货合约规则也需要及时调整，持续推动传统高耗能产业的低碳发展。

四、结语

实体经济绿色转型是我国可持续发展的关键。当前，我国已经培育出了一个稳健运行的期货市场，已上市的大宗商品期货能够有效地发挥价格发现功能，准确反映市场供需关系，助力企业管理价格风险。相信随着绿色期货品种的逐步推出以及传统期货交易规则的持续“绿化”，衍生品工具将在促进实体企业节能减碳的过程中扮演更加关键的角色。在低碳转型的进程中，期货市场也将继续作为绿色金融的重要一环，为实体经济高质量发展与美丽中国建设贡献期货力量。

（责任编辑：毛思铭）

作者简介：

永安期货研究中心能化团队共有分析师8人，团队负责人魏哲海（橡胶、20号胶、玻璃、纯碱）、王君（烯烃板块）、周禹通（甲醇、尿素）、顾涵阳（芳烃板块、短纤、瓶片）、周富强（PVC、烧碱）、童皓（苯乙烯）、曹人之（原油、燃料油）、厉行（沥青、天然气、LPG）。