

高碳商品指数的设计和研究

南华期货研究所 唐亮华 唐缙格

一、碳达峰和碳中和的现状和未来

(一) 碳排放、碳达峰、碳中和概念

碳排放是指煤炭、石油、天然气等化石能源燃烧活动和工业生产过程以及土地利用变化与林业等活动产生的温室气体排放，也包括因使用外购的电力和热力等所导致的温室气体排放。这里的温室气体以二氧化碳为代表，具体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)，氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)。¹这些温室气体的排放将会导致温室效应，持续且不规则的气候变暖会引起包括海平面上升、气象灾害频发、农作物减产、海洋生物大规模死亡等造成地球生存环境恶化的严重后果。

减少温室气体排放刻不容缓，但是想要转变现有的能源利用体系并非易事。现代工业文明建立在化石能源基础之上，小到日常生活用品，大到工业生产、交通运输，无不依赖于化工生产或化石能量。随着全球经济发展，城市化进程持续，能源消耗将保持增长，依靠已有的能源政策和标准难以扭转全球变暖大势。

任何国家或个体都难以独善其身。2020年9月，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排

放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”即中国承诺在2030年前，做到碳排放不再增长；在2030年至2060年这段时期内，通过造林、减排、能源替代等手段，降低与中和生物自身的和人类经济生产生活活动带来的温室气体排放量，实现碳的零排放。

(二) 我国碳排放情况

2020年全球二氧化碳排放量约320亿吨，其中中国二氧化碳排放量约99亿吨，是全球第一大碳排放国家。纵向来看全球碳排放量自2009年至2019年都在上升，2020年有一定程度的下降(图1)。中国碳排放量在总量上持续增长，从2018年起增长幅度放缓，在2020年涨幅已降至0.9%。从中国占世界碳排放量比重来看，由于世界总量在2020年有下降，而中国碳排放量微幅上涨，使得中国碳排放全球占比在2020年上升至31%。从数量来看国内减排任务比较艰巨。根据2030年碳达峰、2060年碳中和的目标，预计未来短中期我国碳排放量尚不能开启下降通道，而是继续增长，直到2030年前达到顶峰。

据2019年数据，国内碳排放按照来源分类，能源类占绝对比重，其中发电和供热占比约44%，是碳排放最大的项目，也是未来减碳排控能耗的主力战场。其次制造业和建筑业合计占比

¹ 生态环境部. 碳排放权交易管理办法(试行)[R]. 2020

约 32%，交通占比 7%，农业占比 5%，剩余依次是逃逸气体排放 5%、楼宇日常使用耗能 4%、废弃物 2%、船用燃料 0.5%、其他燃料燃烧 1% (图 2)。未来我国在电力生产、热力生产、工业制造、

交通和建筑领域需要进行全方位的转变，高耗能行业亟需转型，建成低碳生产体系，实现产业结构的全面优化。

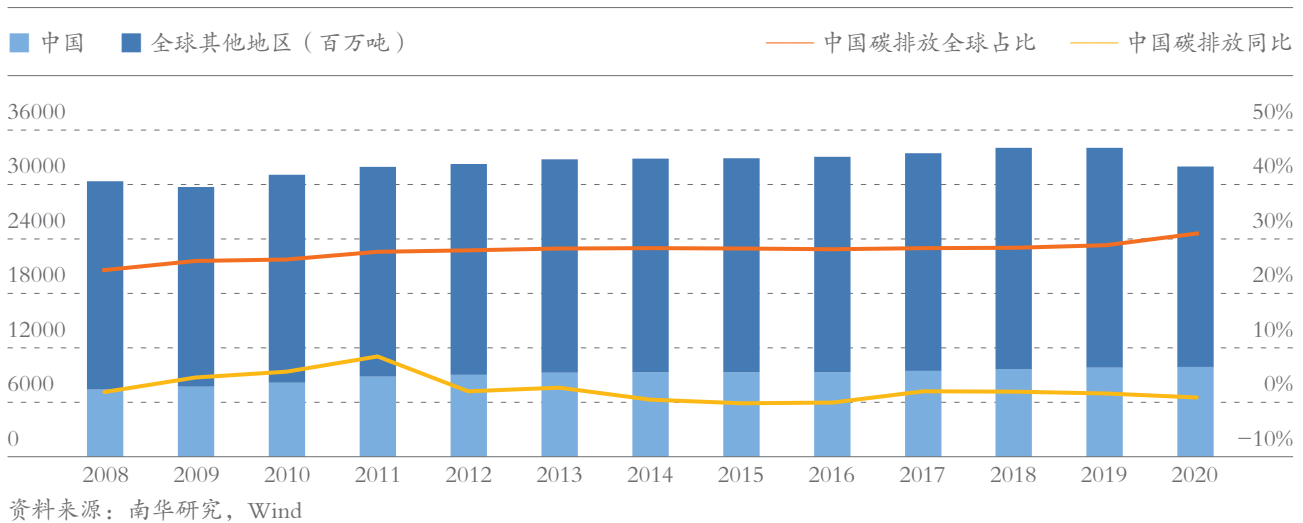


图 1：2008-2020 年中国与全球二氧化碳排放规模历史变化

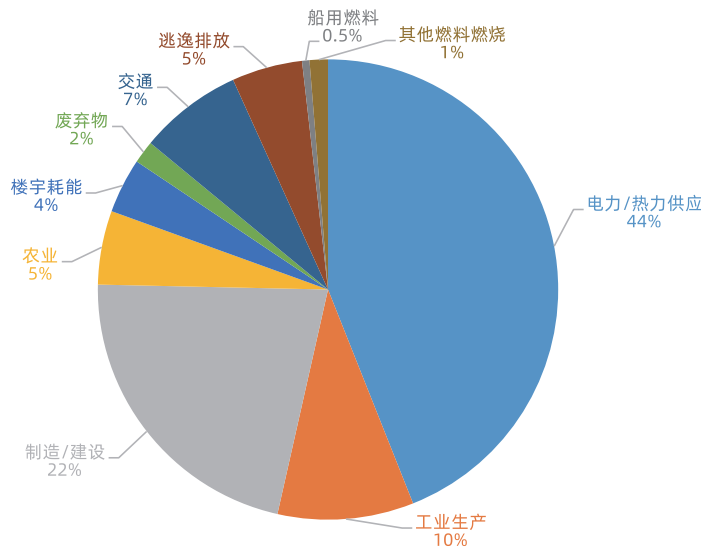


图 2：2019 年中国温室气体排放来源分类

（三）国内外相关政策的提出和发展

国际达成碳中和的目标共识经历了一个漫长曲折的探索和博弈过程。1997 年通过的《京都议定书》对发达国家提出温室气体总量减限排，2009 年《哥本哈根气候协议》第一次明确 2 摄

氏度的控温目标。2015 年在中国等国家参与推动下，联合国气候会议达成《巴黎协定》，于次年签署，其力争将全球气温上升幅度控制在 1.5 摄氏度的水平，并明确 21 世纪中叶实现净零排放，国家提交自主贡献目标。

我国于 2020 年 9 月提出中国将于 2030 年实现碳达峰，2060 年实现碳中和；2020 年 12 月中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”列为 2021 年八项重点任务之一；2021 年 2 月，国务院发布《关于绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，提出到 2025 年产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升及生产生活方式绿色转型成效显著的目标。地方也相继制定碳中和发展目标。如上海等地提出要在 2025 年前提前实现“碳达峰”，山西等传统能源大省研究制定行动方案，深化能源革命综合改革试点。2022 年 3 月，政府工作报告提出能耗强度目标在“十四五”规划期内统筹考核，新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制。4 月，发改委等部门发布《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》，推动煤炭清洁高效利用。

二、“双碳”目标对期货市场的影响

（一）期货上市品种与“双碳”目标的关系

伴随着中国经济的快速发展，中国已经成为全球第二大经济体，全球最大的制造业国家，全球最大的原材料贸易进口国，全球最大的商品出口基地，主要工业品原材料产量稳居全球首位。在此过程中，中国的期货市场也迅猛发展，截至 2022 年 4 月，共上市期货、期权品种 94 个，涵盖了金属、能源化工、农产品、金融等国民经济主要领域。在已上市的工业品种中，很多品种和板块对于国家碳达峰、碳中和目标的实现有直接关系。黑色板块中螺纹钢和热轧卷板，有色板块中铝、锌、镍和不锈钢等，化工板块中聚氯乙烯（PVC）、苯乙烯、甲醇和纯碱等，这些品种的生产制造都需要耗费大量的能源，而我国能源组成又主要以火电为主，这些高耗能的品种也就成为了我国碳排放中的主力军。

（二）碳排放计算方式

碳排放源通常分为三大类：直接排放、能源间接排放和其他间接排放。其中，直接排放包括化石燃料燃烧产生的排放、车辆使用化石燃料燃烧产生的排放以及生产工艺过程排放。比如炼钢过程中焦炭燃烧产生的排放。间接排放是指消耗外购的电、热和蒸汽而隐含的排放，比如，电解铝企业生产铝锭过程中耗费的电力所产生的排放，发电燃煤产生的排放对于电厂是直接排放，但对用电单位而言属于间接排放。其他间接排放是指生产活动上、下游产生的相关排放。

（三）期货上市品种的碳排放计算

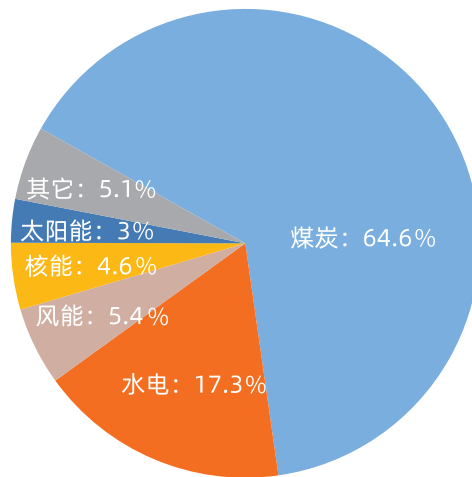
受资源禀赋与技术约束，我国能源结构以化石能源为主，其中原煤占据主导地位，其次分别是水电、核电、风电和太阳能等。以 2019 年数据为例，煤炭发电所占比重为 64.6%，水电占比 17.3%，风电、核能和太阳能占比分别为 5.4%、4.6% 和 3%（图 3）。后期，随着中国经济的发展和技术的进步，在碳减排目标的指引下，新能源的占比将逐步得到提升。

期货上市品种碳排放源计算采用直接排放和能源间接排放方法。在品种的冶炼生产过程中，化石燃料以两种形式存在，一种是直接作为化石燃料燃烧，一种是在冶炼过程中耗费电力。考虑到我国火力发电比重在一半以上，为方便对比研究，对于直接作为化石燃料燃烧的化石燃料折算为电力，通过吨产量耗费电力的多少来代表碳排放量的多少。

大部分品种都是在冶炼中直接消耗电力，如有色金属铜、铝、锌等的冶炼，可以直接通过计算耗费电力的多少来计算碳排放情况。有些品种则是由于直接耗电品种没有相关上市品种，而其下游有相关品种，则直接计算至其下游品种，如螺纹钢、热轧卷板和 PVC 等（表 1）。钢厂生

产螺纹钢的过程中最耗费能量的环节是铁水的生产，而铁水的生产能量又是依赖焦炭提供，因此在计算螺纹钢的碳排放时，是将铁水生产所需要耗费的焦炭折算成电力进行计算。PVC 的生产本身耗电量很少，但是 PVC 的原材料电石的生产非常消耗电力，而电石并不是上市品种，则将电石耗能计算至 PVC 上面，类似品种以此类推。

对于已经上市的品种，则不重复计算，如甲醇制烯烃，由于甲醇、聚乙烯和聚丙烯等都已经上市，生产不同品种的能量耗费就计算在各自品种之上。对于多种生产方法的上市品种，如甲醇，有煤制甲醇、气制甲醇和油制甲醇等，由于我们都是采用煤炭折算电力方式，在计算的时候以煤制甲醇进行能量耗费计算。



资料来源：南华研究，Wind

图 3：2019 年我国发电能耗结构

表 1：各品种碳排放计算方式

碳排放计算方式	上游产品排放	冶炼直接排放
品种	PVC、乙二醇、甲醇、尿素、纯碱、螺纹钢、玻璃、苯乙烯等	铝、镍、锌、铜、铅、硅铁、锰硅、不锈钢、铁矿石、焦炭、动力煤、焦煤、聚丙烯、聚乙烯和 PTA 等

资料来源：南华研究

三、高碳商品指数设计

（一）指数设计的目的和意义

《巴黎协定》之后，各国签订的碳达峰、碳中和的目标协议直接使全球进入绿色转型的新时代。高碳排放和高耗能的产业在未来的发展中必将因此而受到限制，短期之内，产业为达到排放标准必然增加成本。从长远来看，要使产业健康发展，增强技术实力，深化产业链研究则是必然之路。因此，本文提出“高碳商品指数设计

和研究”，重点关注高碳商品未来走势，着眼于行业技术的提高和升级，跟踪中国绿色转型发展趋势。

（二）指数设计方法

高碳指数顾名思义是选取高能耗高碳排的商品品种编制为指数。该指数编制主要分为以下三步：一是通过一定的规则挑选出高碳商品品种；二是综合考虑能耗占比和市场成交情况配给权重；三是将入选的各品种权重与单品种商品指数

相乘，汇总得到高碳商品指数。

单品种商品指数使用的是南华单品种商品指数。南华单品种商品指数是收益率指数，能够跳开合约展期对收益造成的干扰，可以比较真实地反映单品种合约的连续价格水平。在合约选取上，南华商品指数根据持仓量来判断主力合约，使得主力合约的认定更贴近市场选择。在展期上采取“3+5”日展期方式，即3天观察持仓量变化判定是否展期，5天内每一天在新旧主力合约间按照逐日变化20%的比重进行过渡。南华单品种指数作为南华商品指数谱系中的一部分，每日对外公布，国内各大数据提供商处公开可查，上市多年经受市场考验，作为单品种商品价格的代表用于高碳商品指数的编制十分适宜。

按照以上方式设计的高碳指数，旨在通过高碳商品的价格，反映我国“双碳”目标下能源转型进程对期货市场相关商品造成的影响。

（三）品种选择

截至2022年4月，国内期货市场已上市的商品品种共有64种。高碳商品指数排除农产品、贵金属和部分轻工业商品品种，在剩下商品中，按照黑色、有色、化工三大板块选出生产工艺与碳排放关系较密切的品种（表2）。在这些品种中，部分品种主要作为燃料或原料用于生产另一部分商品，即商品与商品之间是上下游关系，比如焦煤、焦炭、铁矿石主要用于钢铁冶炼，为避免重复计算能耗，考虑将能耗加总在下游产品上，不将以上品种纳入高碳商品指数的计算。

表2：高碳品种选取范围

板块	品种	板块	品种	板块	品种
黑色	动力煤	有色	铝	化工	甲醇
	焦炭		锌		聚氯乙烯（PVC）
	焦煤		铜		苯乙烯
	螺纹钢		铅		精对苯二甲酸（PTA）
	铁矿石		镍		聚丙烯
	硅铁				聚乙烯
	锰硅				尿素
	玻璃				乙二醇
	不锈钢				纯碱

资料来源：南华研究

（四）权重计算

权重计算综合考虑以下几个方面：

1. 品种的碳排放量。

由于较难获取单种商品的碳排放量准确数据，考虑将碳排放量转换为能耗。这种计算方式是基于我国当前依然是采取以燃煤为主的火力发

电方式，部分品种冶炼需要耗费大量电力，电力消耗基本等同于碳排放量。后期，随着风电、光电、水电、核电等使用占比的增加，以能耗作为碳排放替代的计算方式也要跟随变化。通过将单位能耗与年产量相乘，得到生产单种商品产生的总能耗，再横向比较，按照总能耗占所有入选品种商

品总能耗的比重排序，由高到低依次得到入选商品的“碳排”排名。比较特殊的是动力煤，和其他需要加工制造环节的商品不同，生产动力煤的能耗相对非常小，其碳排主要源自燃烧发电。所以对动力煤需要再折算每单位煤对应的发电量，加总得到动力煤总的能耗。又由于动力煤发电后有较大一部分用于生产下游其他商品，会重叠计算，需要将第二产业的用电量从动力煤总能耗中除去，最后得到了剩余归类在动力煤上的能耗。

2. 品种的成交额。

通过在权重中加入成交额因素，让入选品种体现市场代表性和流动性。统计入选品种的成交额，按照品种成交额占全部成交额的比重排序。最后将2/3的能耗比重与1/3的成交额比重相加，得到指数权重。

3. 指数品种多样化原则。

单个商品的权重不得低于0.5%，不得高于25%。当出现单个商品权重高于25%的情况时，将该商品的权重降为25%，原权重与25%的差额在剩余的品种上按照原有权重等比分配。

(五) 指数编制

入选品种总能耗计算结果如表3。和其他商品总耗电的计算不同，动力煤的总能耗由（单位

耗电 × 产量 + 产量 × 对应电量）得到。我国用电结构中，采用动力煤发电的占动力煤用途的60.68%，这部分电力中有67.71%用于第二产业各类工业品的制造，需将这部分比例去除，避免其他品种重复计算能耗。最终通过“原总能耗 × 60.68% × (1-67.71%)”得到动力煤新的总能耗。入选品种的能耗参考《全国工业能效指南2014年》《2018年上海产业能效指南》内的标准进行计算。考虑到未来冶炼工艺变化可能带来的效率转型，当能效指南标准更新后，入选品种的能耗计算也将在下一周期进行更新，作为新一期指数权重计算依据。

再计算单个品种总能耗占有商品总能耗的比例，根据不低于0.5%的原则，除掉能耗占比低于0.5%的聚丙烯、聚乙烯、不锈钢、铜、铅、镍。在剩余的品种中，按照成交额计算单品种各自占比。再按照“2/3能耗比重+1/3成交额”比重，得到综合比重（表4）。

根据多样化原则，动力煤比重超过25%的部分将按比例分配给其他各品种。经过调整后得到最终的高碳指数权重如表5。

最后将权重与南华单品种指数相乘后汇总，得到高碳商品指数。

表3：品种单位耗电和产量表

品种	板块	单位耗电	产量（万吨）	总耗电量（万千瓦时）
动力煤	黑色	25	317937	188,443,025
螺纹钢	黑色	900	88752	79,876,800
铝	有色	13500	3900	52,650,000
甲醇	化工	6300	7027	44,270,100
PVC	化工	5500	2073	11,401,500
硅铁	黑色	8000	538	4,304,000
锰硅	黑色	4000	1021	4,084,000

续表 3

品种	板块	单位耗电	产量 (万吨)	总耗电量 (万千瓦时)
苯乙烯	化工	3600	1000	3,600,000
锌	有色	3700	642.5	2,377,250
PTA	化工	470	4950	2,326,500
聚丙烯	化工	800	2554	2,043,200
聚乙烯	化工	800	2032	1,625,600
尿素	化工	4500	5475	24,637,500
玻璃	黑色	254	5015	1,273,810
铜	有色	1050	1002	1,052,100
不锈钢	黑色	350	3000	1,050,000
乙二醇	化工	7200	881	6,343,200
铅	有色	1040	644	669,760
纯碱	化工	1500	2812	4,218,000
镍	有色	15000	19.6	294,000

资料来源：南华研究

表 4：能耗比重与成交额比重表（综合比重动力煤项未调整）

品种	能耗占比	成交额占比	综合占比
动力煤	43.97%	7.27%	31.74%
螺纹钢	18.64%	26.15%	21.14%
铝	12.29%	7.29%	10.62%
甲醇	10.33%	13.38%	11.35%
尿素	5.75%	1.10%	4.20%
PVC	2.66%	3.79%	3.04%
乙二醇	1.48%	6.29%	3.08%
硅铁	1.00%	1.83%	1.28%
纯碱	0.98%	4.25%	2.07%
锰硅	0.95%	2.92%	1.61%
苯乙烯	0.84%	3.29%	1.66%
锌	0.55%	10.87%	3.99%
PTA	0.54%	11.58%	4.22%

资料来源：南华研究

表 5：高碳指数权重表

	权重		权重		权重
动力煤	25.00%	尿素	4.61%	苯乙烯	1.82%
螺纹钢	23.23%	锌	4.39%	锰硅	1.77%
甲醇	12.47%	乙二醇	3.39%	硅铁	1.40%
铝	11.67%	PVC	3.34%		
PTA	4.64%	纯碱	2.28%		

四、高碳商品指数与南华工业品指数走势分析

(一) 高碳商品指数走势

入选品种中上市时间最近的品种是尿素，上

市时间为 2019 年 12 月 6 日。以该日为高碳指数基期，首日指数定位 1000，计算得到的指数走势如下图所示（图 4）。

高碳商品指数在 2020 年第三季度之前运行



资料来源：南华研究

图 4：高碳商品指数走势

较为平稳，指数值在 1000 附近波动。在 2020 年第四季度，随着各地碳中和、碳达峰政策的出台，控制碳排放的限产政策趋严，叠加疫情国外订单增加引起的商品需求扩增，高碳商品指数开启向上通道。这波涨幅在 2021 年 5 月份短暂中断，出现一波下跌，当时面对大宗商品快速上涨势头，国常会出手降温。但基本趋势仍然未变，一方面是限产政策导致的供应缺口，另一面是对能源和工业品偏刚性的需求，随后高碳指数继续

上涨，2021 年 9 月份以来涨幅增速明显。随着碳中和进程的推进，工业生产中碳排放的隐性和显性成本提升，“高碳”商品的价格水涨船高，带动高碳指数继续向上。短期内这一困局恐怕难以纾解。

(二) 高碳商品指数与南华工业品指数走势对比

同样以 2019 年 12 月 6 日为基期，加入南华工业品指数，与高碳商品指数进行对比（图 5）。



资料来源：南华研究

图 5：高碳指数走势与南华工业品指数走势对比

南华工业品指数是综合考虑中国期货市场成交活跃度以及国内消费量排名而汇总的工业商品指数，反映中国制造业原料成本变化情况。2021年调整之后包含品种及权重：螺纹钢（11.06%）、铁矿石（9.88%）、焦炭（7.23%）、热轧卷板（3.54%）、动力煤（7.05%）、焦煤（3.17%）、原油（13.25%）、橡胶（4.95%）、PTA（3.18%）、燃料油（2.59%）、甲醇（2.62%）、聚丙烯（2.39%）、液化石油气（2.24%）、乙二醇（2.00%）、沥青（2.00%）、聚乙烯（2.13%）、铜（7.55%）、

镍（6.09%）、锌（4.01%）、铝（3.07%）等。从品种构成来看，高碳商品指数的品种选取范围隶属于南华工业品指数品种选取范围，在权重分配上高碳品种更突出对高能耗、高碳排特性的商品的强调。

在指数表现上，高碳商品指数与南华工业品指数曲线走向非常接近，这是由于品种范围具有相似性，都一定程度反映了工业品的价格水平。但高碳商品指数在涨跌幅度上明显高于南华工业品指数（表 6）。

表 6：指数权重及涨幅拆解（截至 2021 年 10 月）

	南华工业品 指数权重	2021 年初至 2021 年 10 月涨幅		高碳商品 指数权重	2021 年初至 2021 年 10 月涨幅
动力煤	7%	174%	动力煤	25.00%	174%
螺纹钢	11%	24%	螺纹钢	23.23%	24%
甲醇	3%	57%	甲醇	12.47%	57%
铝	3%	55%	铝	11.67%	55%
PTA	3%	39%	PTA	4.64%	39%
锌	4%	17%	锌	4.39%	17%
乙二醇	2%	56%	乙二醇	3.39%	56%
原油	13%	64%	尿素	4.61%	86%

续表 6

	南华工业品 指数权重	2021 年初至 2021 年 10 月涨幅
铁矿石	10%	-7%
铜	8%	20%
焦炭	7%	54%
镍	6%	18%
天然橡胶	5%	-6%
热轧卷板	4%	29%
焦煤	3%	139%
燃料油	3%	54%
聚丙烯	2%	26%
聚乙烯	2%	25%
液化石油气	2%	66%
石油沥青	2%	29%

资料来源：南华研究

从品种涨幅来看，动力煤、焦煤、硅铁、尿素、PVC、纯碱的单品种指数 2021 年初至 2021 年 10 月涨幅非常大，其中动力煤高达 174%。以上品种多数在高碳商品指数中占据较高权重，其中动力煤在高碳商品指数中占比 25%，相比之下南华工业品指数中这些品种占比较小或者没有入选。同时南华工业品指数中占有一定份额的品种如原油、铁矿石、铜、镍等指数 2021 年初至 2021 年 10 月涨幅则较小，铁矿石指数下跌 7%，以上这些品种并未纳入高碳商品指数中。上述原因使得高碳商品指数在涨幅上明显高于南华工业品指数。

高碳商品指数选取的是工业品商品中高能耗、高碳排放的品种，价格反应上高碳商品会高于低碳商品。从这个角度来说，本文高碳商品指数的设计和品种选取是比较成功的，在指数表现

	高碳商品 指数权重	2021 年初至 2021 年 10 月涨幅
PVC	3.34%	80%
纯碱	2.28%	80%
苯乙烯	1.82%	65%
锰硅	1.77%	64%
硅铁	1.40%	136%

上高碳商品与非高碳商品有了明显区分。

(责任编辑：尹亦闻)

作者简介：

唐亮华，江西财经大学研究生毕业，2009 年进入期货行业，十多年的从业经验。先后在多家主流期货公司担任分析师，具备扎实的研究功底。期间进入投资公司和现货子公司，任投资经理。现担任南华商品指数研究员，采取自上而下的方式寻找市场的交易机会，抓住市场热点，分辨主要矛盾，针对行情不同表现，制定相应交易策略。

唐缙格，南华期货研究所商品指数分析师，对国际商品指数发展状况及商品策略指数设计有一定研究。