

作者：陈浩川 孙海拓
邮箱：research@fecr.com.cn

通往“碳达峰、碳中和”的路上，我国产业体系何去何从？

摘要

“碳达峰、碳中和”目标已经成为我国生态文明建设的基础性布局。我国拥有联合国产业分类中所有工业门类，产业体系庞大。2020年我国二氧化碳排放总量约为100.3亿吨，所面临的减排压力巨大。在实现“碳达峰、碳中和”的过程中，我国产业体系势必会受到多角度、多层次的影响。

从实现路线来看，“能源替代”和“节能降耗”两大核心举措将分别在能源系统、交通体系、工业生产和建筑体系四大领域发力，助力2030年我国“碳达峰”目标的实现，并为之后的“碳中和”目标铺路。最终，在“森林碳汇”和“碳捕获”新兴技术的双重作用下，我国将实现2060年“碳中和”的伟大目标。

在能源系统方面，电力行业碳排放配额交易方案已经率先落地实施，未来火电机组将面临成本上升的压力，电力行业的火电投资将会放缓。2020年我国风能、太阳能等清洁发电方式发电量占比为9.4%，仍有很大发展潜力，未来电力企业将加速布局风能、太阳能等清洁能源。

在交通体系方面，“碳达峰、碳中和”目标为新能源汽车的发展进一步拓展了空间，添加了新动力。未来各大车企针对新能源汽车的布局将继续加强。

在工业生产方面，高能耗行业企业将面临针对产品设计、原材料、生产工艺以及生产流程等多方面的低碳、增效要求。未来逐步落地的各行业碳排放权配额也将为高能耗行业企业带来额外的运营成本，驱动企业向清洁、低碳的生产模式发展。

在建筑体系方面，我国建筑体系二氧化碳排放占据全国二氧化碳排放比重50%以上，是“碳减排”的重点关注领域。需要从全建筑过程出发，以建筑设计和建筑材料两个方面为着力点，双管齐下降低建筑体系碳排放。未来，“绿色建筑”将成为建筑设计的大势所趋，建筑企业将在节能设计、低碳材料以及合规等方面面对更高的要求。

最后，要想最终实现“碳中和”目标，还是要结合CCUS等“碳捕获”新兴技术。但是我国CCUS目前仍处于基础研究阶段，目前现有捕集项目总规模仅为170万吨/年，而且成本居高不下。未来科研院所和企业必将加大针对此领域研发力度，助力CCUS走向大规模商用。

相关研究报告：

1. 《明年“六稳”“六保”延续，用改革性思维和办法优化需求》，2020.12.15
2. 《明年统筹发展和安全，构建新发展格局迈好第一步》，2020.12.21
3. 《从“十四五”规划建议看中国未来产业发展新重点》，2021.01.15

Author: Chen Haochuan, Sun Haituo

E-mail: research@fecr.com.cn**On the pathway to a carbon emission peak and carbon neutrality,
what is the future direction of China's industrial system?**

Summary

The goal to reach a carbon emission peak and achieve carbon neutrality has become a fundamental layout of building an ecological civilization in China. China has an enormous industrial system, which covers all the industrial categories in the United Nations Industrial Classification. In 2020, the total CO₂ emission in China were about 10.03 billion tons, which lead to a huge pressure of CO₂ emission reduction. The realizing of reaching a carbon emission peak and achieving carbon neutrality will affect the industrial system in China by multiple aspects and levels.

The realization route of reaching a carbon emission peak and achieving carbon neutrality can be described as follow. The two core initiatives of Energy Substitution and Energy Saving will respectively be put into effect in the four fields, including the energy system, transportation system, the industrial production system and the construction system, which will help China to reach a carbon emission peak in 2030 and support the goal to achieve carbon neutrality in 2060. Ultimately, China will achieve the great goal to achieve carbon neutrality in 2060 under the dual role of Forest Carbon Sinks and Carbon Capture technologies.

In terms of energy system, due to the implementation of the carbon emission quota trading plan for electric power industry, the thermal power units of electric power enterprises will face the pressure of rising costs. The thermal power units related investment is expected to slow down. Wind, solar and other clean power, which accounted for 9.4% of the entire electric power generation in China in 2020, still have great potential for development. In the future, the deployment of clean energy such as wind and solar energy will accelerate in electric power enterprises.

In terms of the transportation system, the goal to reach a carbon emission peak and achieve carbon neutrality further expands the market space for electric vehicles. In the future, automobile companies will continue to strengthen their layout for electric vehicles.

In terms of industrial production, high energy consumption enterprises will face low-carbon efficiency requirements in product design, raw materials and production processes. In the future, the gradual implementation of carbon emission quota will elevate additional operating costs of highly energy-consuming enterprises, which will drive these enterprises to develop toward a low-carbon production model.

In terms of construction system, CO₂ emission from the construction system in China account for more than 50% of the country's entire CO₂ emission, which makes the construction system a crucial area in carbon reduction. It is necessary to reduce the carbon emission in both architectural design and building materials. In the future, Green Building will become the

general trend of architectural design. Construction companies will face higher requirements in terms of energy-saving design, low-carbon materials, and compliance.

Finally, Carbon Capture technologies such as Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) are necessary for the goal to achieve carbon neutrality. However, CCUS is still in the experimental stage in China. Currently, the total scale of existing Carbon Capture projects in China is only 1.7 million tons per year, and the cost of these projects remains high. In the future, research institutions and enterprises will enhance their research and development in related fields to help CCUS move towards large-scale commercial use.

一、“碳达峰、碳中和”已成为我国未来高质量发展的新基调

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话中宣布，“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。”

这一承诺引起了国内外高度和持续的关注。此后，在多次重要场合中，“碳达峰、碳中和”不断被提及，热度不断升温。

2020年12月12日，国家主席习近平在气候雄心峰会上进一步宣布：“到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。”习近平主席进一步提出了更加具体的“碳达峰、碳中和”实现路径上的阶段性目标。

2021年3月15日，习近平主席主持召开中央财经委员会第九次会议，会议研究并明确了实现碳达峰、碳中和的基本思路和主要举措。会议指出，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标，并具体提出了7个举措。

(1) 构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。

(2) 要实施重点行业领域减污降碳行动，工业领域要推进绿色制造，建筑领域要提升节能标准，交通领域要加快形成绿色低碳运输方式。

(3) 要推动绿色低碳技术实现重大突破，抓紧部署低碳前沿技术研究，加快推广应用减污降碳技术，建立完善绿色低碳技术评估、交易体系和科技创新服务平台。

(4) 要完善绿色低碳政策和市场体系，完善能源“双控”制度，完善有利于绿色低碳发展的财税、价格、金融、土地、政府采购等政策，加快推进碳排放权交易，积极发展绿色金融。

(5) 要倡导绿色低碳生活，反对奢侈浪费，鼓励绿色出行，营造绿色低碳生活新时尚。

(6) 要提升生态碳汇能力，强化国土空间规划和用途管控，有效发挥森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土的固碳作用，提升生态系统碳汇增量。

(7) 要加强应对气候变化国际合作，推进国际规则标准制定，建设绿色丝绸之路。

总的来说，“碳达峰、碳中和”目标的实现过程将会是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，其已经成为我国生态文明建设的基础性布局。可以看到，从习近平总书记最近提出的主要举措来看，“碳达峰、碳中和”目标会多角度、多层次地对我国的产业体系发展产生深远的影响。

二、我国“碳达峰、碳中和”目标的实现路线

“碳达峰、碳中和”目标的实现可分为两个阶段，一是以2030年为目标期限，以“碳减排”为主要手段，并推进“碳捕获”技术研发、积累“碳汇”的第一阶段，该阶段最终目标为“碳达峰”；二是以2060年为目标期限，以巩固、扩大“碳减排”成果并发力“碳捕获”为主题的第二阶段，该阶段最终目标为“碳中和”（图1）。

（一）以“碳减排”为核心的“碳达峰”

在2030年前，减少人活动中产生的二氧化碳（“碳减排”）是实现“碳达峰”的必经之路。“碳减排”可以进一步从工业生产减排和居民生活减排两个维度来理解。

工业碳排放主要来自两个方面，一是工业生产中产生的二次能源消耗（电力、蒸汽等形式）；二是部分工业生产（化工、建筑等行业）所处产业链较长，其使用的生产原料向上游可追溯至石油、煤炭等化石燃料，在产业链流转过程中形成了大规模的碳排放。

居民生活同样是二氧化碳排放的重要来源，其主要体现在对二次能源的消耗而产生的直接或间接排放。一方面，燃油汽车的使用离不开汽、柴油，其在发动机内燃烧直接形成了大规模碳排放；另一方面，与工业生产类似，居民生活同样会产生大量的电力消耗，其碳足迹可以追溯至发电行业。我国目前仍以火力发电为主，其碳排放对我国总碳排放贡献巨大。

基于以上分析，我国的第一阶段“碳达峰”目标的实现必将从工业生产和居民生活两个方面双管齐下，系统性的降低我国工业生产、居民生活的碳足迹。综合来看，工业生产和居民生活形成碳排放的核心矛盾在于其目前所使用的二次能源本身具有规模庞大的碳足迹，进而形成了直接或间接的碳排放。这一情况决定了我国现阶段“碳减排”工作的两大核心举措：**能源替代和节能降耗**（图1），具体可以体现在以下四个方面。

（1）在未来应以风能、太阳能和核能等发电方式逐步替代火力发电，削减电力碳足迹。

（2）用以电力、氢能等为代表的清洁、低碳的二次能源逐步替代高碳排放的二次能源（汽、柴油等）。

（3）在工业生产中争取实现高碳排放原材料替代。在技术条件允许的情况下，寻找更为清洁、低碳的替代品原料，进而降低生产过程中产生的二氧化碳排放。

（4）目前部分工业生产（如冶炼、化工以及建筑等行业）实现原材料替换的可能性较小，因此需要从产品设计、工艺设计以及生产流程等方面进行提升、改进，提高能源及原料利用效率，从而减少其产品生产以及后续产品使用过程中的碳足迹。

（二）“碳捕获”发力，助力“碳中和”

在2060年以前，我国实现“碳中和”的另一必要路线是从大气中对二氧化碳进行捕捉、吸收（“碳捕获”）。由于工业生产和人类活动会不可避免地产生碳排放，“碳减排”的效果终究存在天花板，因此“碳捕获”便成为最终实现“碳中和”目标的另一必要条件。“碳捕获”和“碳减排”两者相辅相成，缺一不可。

目前“碳捕获”的主要实现路径有以下两种。

一是“森林碳汇”，通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而实现“碳”的捕获和固定。

二是二氧化碳捕集、封存与利用（CCUS）以及生物质能碳捕集与封存（BECCS）等新兴技术。由于植树造林需要漫长的实现周期，且其吸收能力有限，因此，学者们一直在试图寻找更加彻底、高效的二氧化碳捕获和封存技术手段。但是目前来看，这些技术的应用尚不够广泛，捕获效能仍需进一步提升，预计将会在实现“碳中和”目标的中后期阶段产生决定性的作用。

最终，需要“森林碳汇”和“碳捕获”新兴技术，助力我国实现2060年“碳中和”的伟大目标（图1）。



图1：我国“碳达峰、碳中和”目标的实现路线

数据来源：公开资料，远东资信整理

三、“碳达峰、碳中和”目标的实现路线上将会有哪些产业受到影响？

从具体实现领域来看，实现“碳达峰、碳中和”目标的过程中涉及行业众多，其中关系错综复杂，未来相关领域的发展必会受到重大影响。综合来看，“能源替代”和“节能降耗”将主要在四个重点领域的“碳减排”工作中发力，助力“碳达峰”目标的实现，这四个领域分别是能源系统、交通体系、工业生产和建筑体系；之后，结合“碳捕获”新兴技术，最终实现“碳中和”。下文，我们将基于“碳达峰、碳中和”的实现路线，分析以上重点领域可能会受到的影响。

（一）能源系统：电力行业结构或将迎来加速改变

1. 目前我国电力生产仍以火力发电为主

由图2可以看到，随我国经济高速发展，我国年电力生产总量增长迅速，截至2020年，我国年度电力生产总量为77790.60亿千瓦时。自2015年以来，火力发电在我国电力生产结构中占比不断减少，以风能、太阳能为代表的其他发电方式所占比例有了较为明显的增加。但是截至2020年，从发电量来看，火电仍占有68.5%的份额（53302.50亿千瓦时），我国电力供应依然严重依赖于以化石燃料（煤炭）为原料的火力发电，火力发电所造成的直接碳排放规模十分庞大。

根据中电联所提供的数据，2020年，我国火电机组平均供电煤耗为308克/千瓦时（净效率为39.9%），火电二氧化碳排放强度约841克/千瓦时，以此为依据进行测算，我国2020年火电行业全年二氧化碳排放总量约42.6亿吨。根据清华大学气候变化与可持续发展研究院统计数据，2020年中国二氧化碳排放总量约为100.3亿吨。根据以

上数据测算可得，目前我国火力发电二氧化碳排放量在我国二氧化碳排放总量中占比约为42.47%。因此，在“碳减排”的道路上，电力行业将会处于首当其冲的位置，是我国能否成功实现“碳达峰”目标的关键。

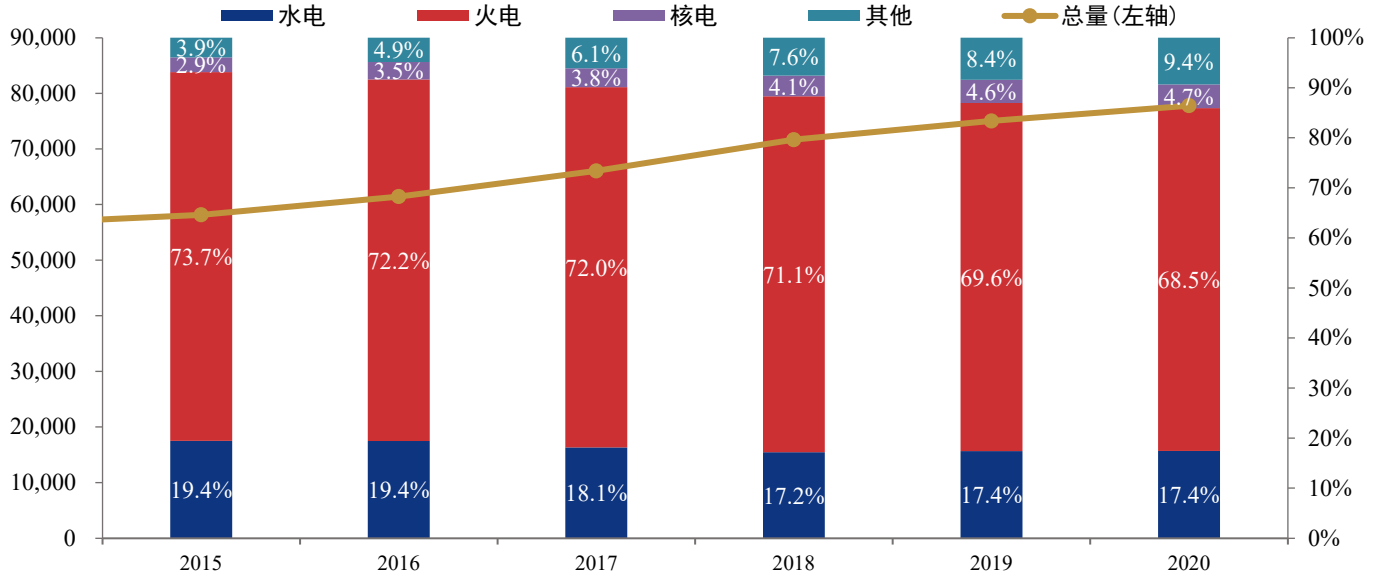


图2：我国发电量及发电结构变化趋势（2015年-2020年，单位：亿千瓦时）

数据来源：Wind 资讯，远东资信整理

2. 碳排放配额交易方案已经落地，火电机组面临运营成本上行压力，风电、光伏等新能源将迎来发展机遇

与电力行业相关的“碳排放配额”政策已经开始推进。“碳排放配额”是指重点排放单位拥有的发电机组产生的二氧化碳排放限额，包括化石燃料消费产生的直接二氧化碳排放和净购入电力所产生的间接二氧化碳排放。

2020年12月30日，生态环境部正式发布了《2019-2020年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》（下称《实施方案》），该实施方案将2225家发电企业列入重点排放单位。《实施方案》发布后，2021年1月1日，全国碳市场发电行业第一个履约周期正式启动，首个履约周期到2021年12月31日截止。

2021年2月1日，《碳排放权交易管理办法（试行）》（下称《办法》）正式开始施行。生态环境部组织建立全国碳排放权注册登记机构和全国碳排放权交易机构，并组织建设全国碳排放权注册登记系统和全国碳排放权交易系统。全国碳排放权交易市场的交易产品为碳排放配额。《办法》规定，温室气体排放单位符合“属于全国碳排放权交易市场覆盖行业”和“年度温室气体排放量达到2.6万吨二氧化碳当量”条件的，应当列入温室气体重点排放单位（简称重点排放单位）名录。目前，初步纳入全国碳排放交易市场覆盖行业的为电力行业。中国国际环境与发展国际合作委员会核心专家组的一位成员表示，未来，纳入全国碳排放交易市场覆盖行业将逐步扩大，最终覆盖发电、石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸和国内民用航空等八个行业。

“碳达峰、碳中和”目标对电力行业的影响主要体现在以下两个方面。

一是碳排放权交易体系对电力行业企业的碳排放及进行定价，势必将会增加电力企业火电机组的运营成本。未来，火电新装机条件将会愈发严格，电力行业的火电投资将会放缓，新增装机的减少以及存量机组利用小时的提高已成必然。

二是电力企业的发展重心将加速向清洁能源倾斜，天然气、水电、风电、太阳能和生物质发电等清洁能源装机占比将会不断提升。未来随着各大电厂清洁能源装机不断扩大，火电的角色定位或将由基核电源加速向调峰电源转变。

值得一提的是，目前风能和太阳能发电最大的问题在于其易受天气变化影响，电力产出具有随机性和波动性。未来大规模储能技术的研发和广泛应用才是改善可再生能源发电间歇性和波动性最根本的保障，能够显著提高风、光等可再生能源的消纳水平，是推动主体能源由化石能源向可再生能源更替的关键技术。2020年3月，由国网青海省电力公司牵头开展的《大规模储能支撑高比例可再生能源电力系统安全稳定运行研究》工作正式启动。这是国内首次开展该项研究，将填补大规模储能支撑高比例可再生能源电力系统安全的技术空白，进一步推动我国能源高质量发展。展望未来，随着技术发展，大规模储能（电池）相关领域企业可能会迎来发展机遇。

（二）交通体系：“碳达峰”为新能源汽车发展再添新动力

交通体系所产生的二氧化碳排放主要来自燃料的燃烧，燃油汽车的燃料（汽油和柴油）在燃烧过程中会产生大量二氧化碳排放。

根据国家统计局最新可获数据，2011年以来，我国汽油和柴油消费量不断上升，截至2018年，我国汽油年消费总量约为1.31亿吨，柴油年消费总量约为1.64亿吨。根据汽油和柴油的燃烧反应化学方程式，每1kg汽油燃烧会生成2.3kg的二氧化碳；每1kg柴油燃烧会产生3.1863kg的二氧化碳。经过测算，2018年我国汽油、柴油年消费总量共产生了约8.23亿吨二氧化碳，占全国二氧化碳排放总额约8.57%，具有相当大的减排空间（图3）。

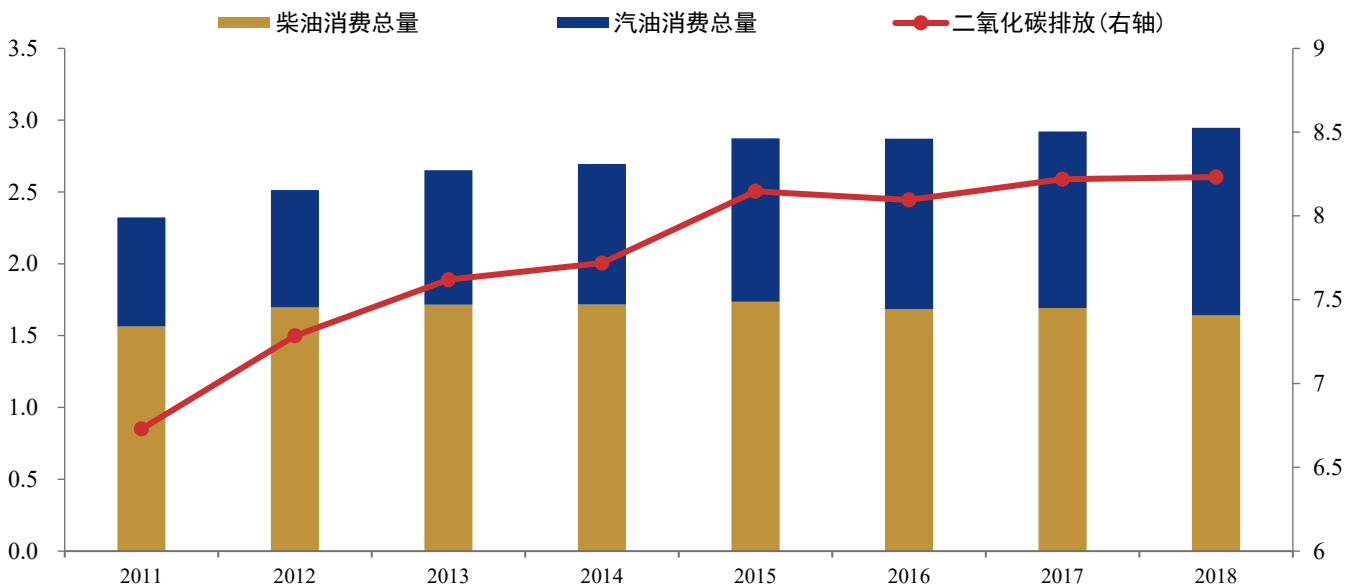


图3：我国汽油、柴油消费总量和测算合计二氧化碳排放量（2011年-2018年，单位：亿吨）

数据来源：Wind 资讯，远东资信整理

近年来，我国汽车保有量（公安部统计口径）不断上升，截至2020年末，我国汽车保有量达到2.1743亿辆。尽管新能源汽车销量在最近几年快速上升，保有量不断提高，但2020年末新能源汽车保有量占比仅为1.75%，我国汽车目前仍以燃油汽车为主（图4）。因此，要想实现“碳达峰”目标，交通体系“碳减排”的关键便是要实现汽车逐渐从燃油化向电动化的转变。

事实上，此前已有相关政策开始推进这一转变进程。2019年3月，我国海南省宣布将成为中国首个提出所有细分领域车辆清洁能源化目标和路线图的地区，并提出2030年禁售燃油车时间表。2020年11月，国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》，其中提出，到2025年，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的20%左右，到2035年，纯电动汽车成为新销售车辆的主流，公共领域用车全面电动化，燃料电池汽车实现商业化应用。

总的来说，新能源汽车作为“十四五规划”中明确指出的重要战略新兴产业，在“碳减排”过程中起到了至关重要的作用。新能源汽车未来将逐步取代燃油车，通过减少汽油和柴油的消费量，最终实现二氧化碳排放的下降。“碳达峰、碳中和”目标为新能源汽车的发展拓展了空间，添加了新动力，未来各大车企针对新能源汽车的布局将继续加强。

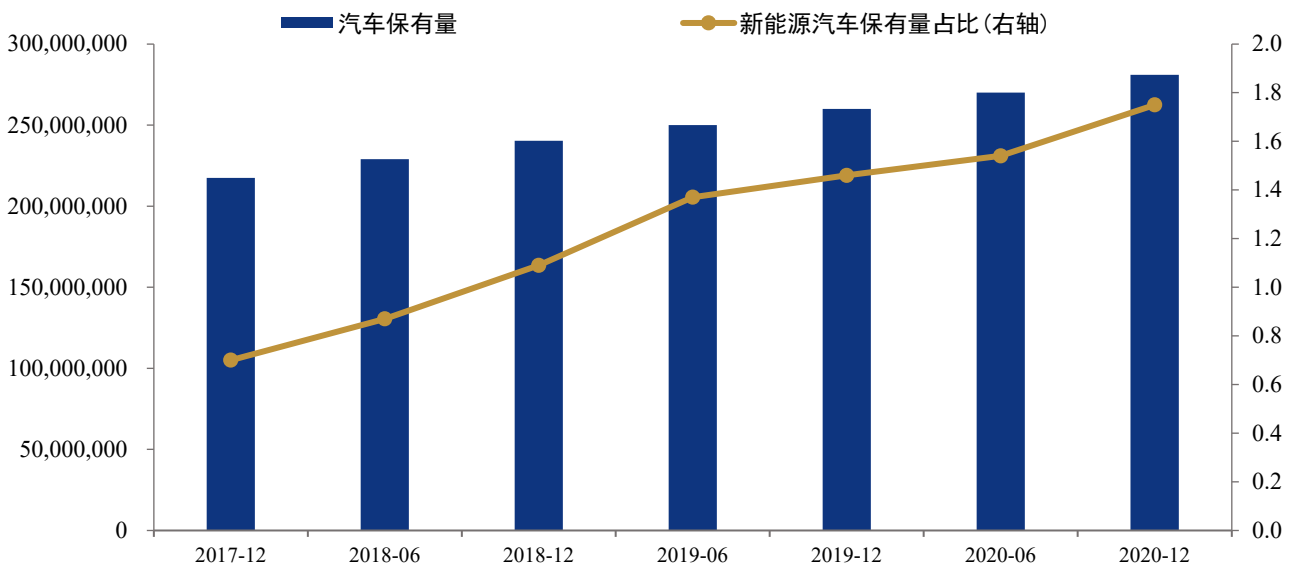


图4：我国汽车保有量和新能源汽车保有量占比（2017年-2020年，单位：辆；%）

数据来源：Wind 资讯，远东资信整理

（三）工业生产：高能耗行业生产工艺技术升级，提高能源及原料利用效率

高能耗行业生产过程中对原材料和电力的消耗也会造成相当大规模的二氧化碳排放。根据清华大学气候变化与可持续发展研究院统计数据，2020年，我国工业部门共产生二氧化碳排放37.7亿吨，占全国二氧化碳排放比重为37.59%；工业生产过程二氧化碳排放13.2亿吨，占全国二氧化碳排放比重为13.16%。

2020年2月26日，国家发改委发布《关于明确阶段性降低用电成本政策落实相关事项的函》，函件中明确指出，石油、煤炭及其他燃料加工业，化学原料和化学制品制造业，非金属矿物制品业，黑色金属冶炼和压延加工业以及有色金属冶炼和压延加工业均属于高能耗行业范畴。在“碳达峰”的目标约束下，未来这些行业的发展进程必将受极大影响，各行业产能结构或将因此发生改变，主要体现在以下两个方面。

一方面，政策环境必然为相关企业带来低碳产品设计、低碳原材料替代、生产工艺升级以及生产流程能源利用效率提升等多方面的压力，高碳排放、低能效的新建设施和项目将面临更加严苛的审批，各行业低端产能出清进程加速。具体比如，水泥行业可以通过采用碳排放强度低的原料代替石灰质原料，从而降低二氧化碳的排放；煤化工企业可以通过发展加压水煤浆气化技术、加压粉煤气化技术等新型煤气化工艺，减少工业过程二氧化碳排放。

另一方面，2021年，全国碳排放交易市场开始组织建设，未来纳入全国碳排放交易市场覆盖行业将逐步扩大，最终覆盖石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸等行业。同时，针对各高能耗行业的碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案也将在未来逐步制定并落地。展望未来，全国碳排放权交易市场的不断完善以及碳排放配额的逐步落地将进一步驱使高能耗行业企业转型升级，届时在“碳减排”方面做的不够好的企业将面临生产成本上行的压力，而高效清洁企业则可以倚此建立竞争优势。

（四）建筑体系：建筑设计、建筑材料两手抓，双管齐下降低“碳排放”

1. 我国建筑体系碳排放占据全国碳排放的半壁江山，减排任务艰巨

中国建筑行业规模位居世界第一，现有城镇总建筑存量约650亿平方米，这些建筑在建造和使用的过程中有着巨大规模的碳排放。根据《中国建筑能耗研究报告》（2020）中的统计数据，2018年全国建筑过程能耗总量为21.47亿tce（吨标准煤当量），占全国能源消费总量比重为46.5%；2018年全国建筑过程二氧化碳排放总量为49.3亿吨，占全国二氧化碳排放的比重为51.3%。

建筑体系的二氧化碳排放主要来自建筑过程中的两个环节，分别为**建材生产和建筑运行**。

从建材生产环节来看，中国每年新增建筑面积约20亿平方米，在施工过程中所使用的建筑材料间接产生了相当规模的二氧化碳排放。建筑材料可追溯至上游众多行业，钢铁、铝材、水泥以及玻璃等材料的生产及运输过程具有庞大的碳足迹。2018年我国建材生产阶段能耗11亿tce，占全国建筑过程能耗总量的比重为51.23%；共形成二氧化碳排放27.2亿吨，占全国建筑过程二氧化碳排放总量的比重为55.17%。

从建筑运行环节来看，建筑物在使用过程中的采光、采暖以及通风等方面会产生大量的电力消耗，从而间接形成大量的二氧化碳排放。2018年，我国建筑运行阶段能耗10亿tce，占全国建筑过程能耗总量的比重为46.08%；共形成二氧化碳排放21.1亿吨，占全国建筑过程碳排放总量的比重为42.79%。

2. 建筑减排需双管齐下，建筑行业所面临的风险与机遇并存

在“碳达峰、碳中和”目标的约束下，我国建筑行业面临相当大的减排压力。**建筑减排要从建筑设计和建筑材料两个方面双管齐下，建设“低碳”或“碳中和”的建筑环境**。未来建筑行业企业将会面临诸多机遇与挑战。

在建筑设计方面，新建建筑的节能设计将会迎来更高的要求，“绿色建筑”将成为未来建筑设计的大势所趋。根据我国现行的《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019），绿色建筑的定义是：在全寿命期内，节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。具体比如，通过自然采光、太阳能辐射等被动式节能措施，与建筑外围结构保温隔热节能技术相结合，实现不使用主动的采暖和空调系统就可维持舒适的室内热环境。

相关政策已经开始推动“绿色建筑”的发展。2020年7月，住房和城乡建设部等部门联合印发了《印发绿色建筑创建行动方案》，推动推动绿色建筑高质量发展。随后，住房和城乡建设部决定在湖南省、广东省深圳市、江苏省常州市开展绿色建造试点工作。对于建筑行业而言，随着“绿色建筑”的逐步普及，原来的设计、工艺或将逐渐失去市场，甚至被淘汰，企业转型升级加速，行业结构不断优化；同时，建筑行业的标准和规范也会发生大幅度修改，整合节能降耗的相关要求，这意味着建筑行业企业未来或将面临更加严峻的合规考验。

在建筑材料方面，上文已经提到，钢铁、水泥等上游高能耗、高碳排放行业将面临政策环境和“碳排放配额”所带来的成本提升，这些建筑材料在未来或存在价格上升的可能。这种影响传导到下游建筑行业，将会增加建筑行业的运营成本，其中企业将面临原材料价格上升以及寻找清洁、低碳材料替代品的压力。

(五) 新兴“碳捕获”技术获青睐，但行业发展前景有不确定性

要最终实现“碳中和”目标，仅依靠“碳减排”是不现实的。通过能源替代和节能降耗，最终可以实现的“碳减排”成果终将面临天花板，而仅仅通过“森林碳汇”来抵消亿吨级的二氧化碳排放量也是不可能的。二氧化碳捕集、封存与利用（CCUS）和地质海洋封存等新技术是实现“碳中和”目标的必要保障。CCUS是中国在国外CCS（二氧化碳捕集、运输和地质封存）的基础上，结合本国实际提出的，其在原有三个环节基础上增加了二氧化碳利用环节，可将二氧化碳资源化利用并产生经济效益（图5）。

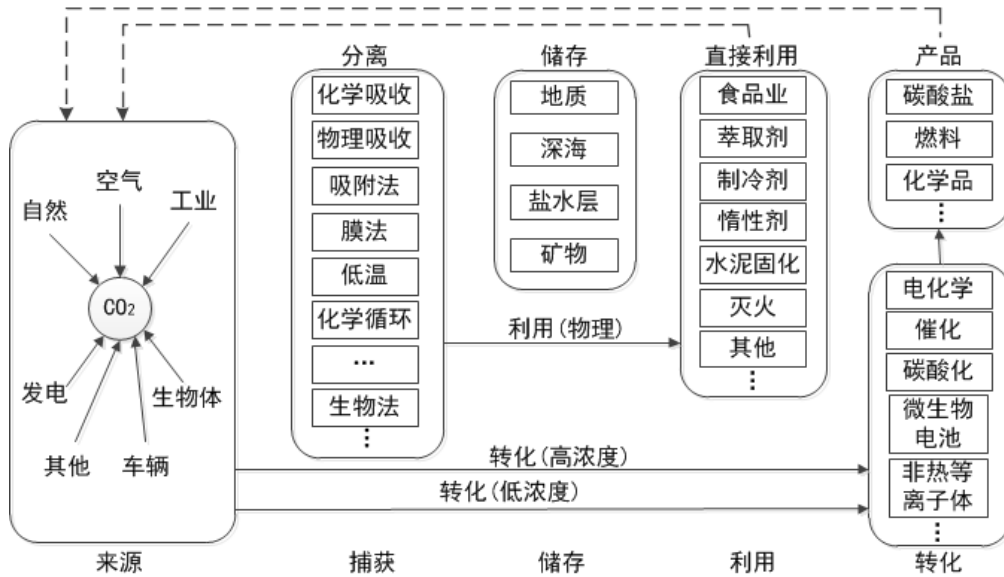


图5：二氧化碳捕集、封存与利用（CCUS）基本流程

数据来源：全国能源信息平台，远东资信整理

“碳中和”目标对CCUS等“碳捕获”技术的发展尤其利好，未来相关行业或将迎来发展机遇，但是该技术本身目前仍面临很大的挑战，具体体现在以下两个方面。

第一，我国CCUS目前总体还处于基础研究阶段，距离大规模商用尚远。根据2020年发布的《中国二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）报告（2019）》中的统计数据，2019年中国共有18个捕集项目在运行，二氧化碳捕集量约170万吨；12个地质利用项目在运行中，地质利用量约100万吨；化工利用量约25万吨、生物利用量约6万吨。我国CCUS目前仅百万吨级的捕集能力距离“碳中和”目标实现的需求仍有数量级上的差距。

第二，高昂的成本让投资者在CCUS面前望而却步。国内部分示范项目二氧化碳的处理成本大都在300-500元人民币/吨之间，部分富氧燃烧的示范项目成本甚至更高达到800-900元人民币/吨。目前的示范项目大都是科技项目，需要来自不同渠道科研经费的支持。在很难清晰地预测未来CCUS的成本下降曲线的情况下，即便全国碳市场建立起来，可以通过市场化的手段支持CCUS项目，可预期的碳排放权价格也难以支撑CCUS居高不下的成本。

总的来说，CCUS作为“碳中和”目标达成的必要保障，未来科研院所和企业必将在此领域加大研发力度。但是，技术的发展不完全以人的意志为转移，“碳捕获”大规模商用的可行性还需要时间来验证。

四、总结

“碳达峰、碳中和”目标已经成为我国生态文明建设的基础性布局，其将会多角度、多层次地对我国的产业体系发展产生深远的影响。我国产业体系庞大，拥有联合国产业分类中所有工业门类，所面临的减排压力大于世界上其他任何一个其他国家。

从实现路线来看，“能源替代”和“节能降耗”两大核心举措将分别在能源系统、交通体系、工业生产和建筑体系四大领域的发力，助力2030年我国“碳达峰”目标的实现，并为之后的“碳中和”铺路。最终，在“森林碳汇”和“碳捕获”新兴技术的双重作用下，我国将在2060年实现“碳中和”的伟大目标。

在能源系统方面，虽然近年来以风能、太阳能为代表的清洁发电方式所占比例有了较为明显的增加，但是目前我国电力供应依然严重依赖于高碳排放的火力发电。目前，电力行业碳排放配额交易方案已经落地，火电机组面临运营成本上行压力，未来电力行业的火电投资将会放缓。未来电力企业的发展重心将加速向风能、太阳能等清洁能源倾斜。

在交通体系方面，“碳减排”的关键是要实现汽车逐渐从燃油化向电动化转变，通过减少汽油、柴油的燃烧，实现二氧化碳排放量的降低。“碳达峰、碳中和”目标为新能源汽车的发展进一步拓展了空间，添加了新动力，未来各大车企针对新能源汽车的布局将继续加强。

在工业生产方面，“碳减排”将驱使高能耗行业做出改进，相关企业将面临来自低碳产品设计、低碳原材料替代、生产工艺升级以及生产流程能源利用效率提升等多方面的压力。此外，未来逐步落地的各行业碳排放权配额也将为高能耗行业企业带来额外的运营成本，驱动企业生产模式向清洁、低碳的方向发展。

在建筑体系方面，“碳减排”需要从建筑设计和建筑材料两个方面同时着手，双管齐下降低建筑体系碳排放。未来，“绿色建筑”将成为建筑设计的大势所趋，建筑企业将在节能设计、低碳材料以及合规等方面迎来更高的要求。

最后，要想最终实现“碳中和”目标，还是要结合CCUS等“碳捕获”新兴技术。我国CCUS目前仍处于基础研究阶段，现有项目规模小、成本高。未来各大科研院所和企业势必将在此领域加大研发力度，为CCUS走向大规模商用提供动力。

【作者简介】

陈浩川，北京化工大学材料科学与工程硕士，研究部助理研究员。
孙海拓，对外经济贸易大学金融学硕士，研究部助理研究员（实习生）。

【关于远东】

远东资信评估有限公司（简称“远东资信”）成立于1988年2月15日，是中国第一家社会化专业资信评估公司。作为中国评级行业的开创者和拓荒人，曾多次参与中国人民银行、证监会和发改委等部门的监管文件起草工作，开辟了信用评级领域多个第一和多项创新业务。

站在新的历史起点上，远东资信充分发挥深耕行业30余年的丰富经验，以准确揭示信用风险、发挥评级对金融市场的预警功能为己任，秉承“独立、客观、公正”的评级原则和“创新、专业、责任”的核心价值观，着力打造国内一流、国际知名的信用服务平台。



远东资信评估有限公司

网址：www.sfecr.com

北京总部

地址：北京市东城区东直门南大街11号中汇广场B座
11层
电话：010-57277666

上海总部

地址：上海市杨浦区大连路990号海上海新城9层
电话：021-61428000

【免责声明】

本报告由远东资信提供。报告引用的相关资料均为已公开信息，远东资信进行了合理审慎的核查，但不应视为远东资信对引用资料的真实性及完整性提供了保证。

远东资信对报告内容保持客观中立态度。报告中的任何表述，均应严格从经济学意义上去理解，并不含有任何道德偏见、政治偏见或其他偏见，远东资信对任何基于这些偏见角度理解所可能引起的后果不承担任何责任。报告内容仅供读者参考，但并不构成投资建议。

本报告版权归远东资信所有，未经许可，任何机构或个人不得以任何形式进行修改、复制、销售和发表。如需转载或引用，需注明出处，且不得篡改或歪曲。

我司对于本声明条款具有修改和最终解释权。