碳中和的机遇与风险

2021 年 03 月 07 日

事件

- **碳中和刻不容缓，气候危机将造成地球生态、经济发展和社会人文等方面的毁灭性后果：**在经济方面，气候危机将沉重打击以农林牧渔为代表的传统经济部门。并影响电力系统掣肘制造业生产力，严重阻碍经济发展。在社会人文方面，气候危机将导致粮食及其他农作物大量减产，粮食与水资源的短缺将引发暴力冲突，影响社会、政治秩序。
- **能源效率是各国积极推进碳中和目标的又一潜在原因：**以美国为例，美国能源效率为 14%，86%的能源被浪费，目前内燃机时代很难再有大幅提升。可再生能源的电力系统、未来边际使用成本接近为零的电动车和自动驾驶以及通信物联网平台将引领能效的大幅提升。能效的提高能够促进经济增长，并对能源对外依存度高的国家具有一定的战略意义。

观点

- **我国二氧化碳的排放来源主要追溯到电力行业（40%），工业能源（38%）、建筑行业（10%）和交通运输业（10%）。为了达成碳中和的目标，在每个领域都需减少碳排放和碳足迹，以尽可能提前实现碳中和。**
- **电力行业减排：**1）目前我国仍以煤电为主，未来将降低煤电供应开发，利用非化石能源。2）碳捕捉和封存技术保障低碳电网。3）部分制造业将受益于西部可再生能源成本较低，出现大面积转移现象。
- **工业减排：**1）加快推动氢能和工业电气化在工业领域应用。2）发展工业碳捕捉技术。3）注重工业生产废物利用，发展循环经济。4）高碳排放工业或将出现供给侧改革，龙头公司显著受益。5）高排放标准或将长期影响未来 PPI 走势。
- **建筑行业减排：**1）“被动建筑”迅速推广，努力实现新建建筑碳排放归零。2）BIPV 将成为建筑减碳设计的主要选择。3）推进建筑材料低碳化，新型胶凝材料、低碳混凝土、低碳水泥等技术。4）智能家居将逐渐普及，提升效率减少家庭碳排放。
- **交通运输行业减排：**1）传统车企加快产业升级，汽车电动化政策快速推进。2）航空业全电飞机或成未来方向。3）加快交通行业使用“绿色氢能燃料”。4）调整运输结构，公转铁和公转水大趋所势。5）自动驾驶和汽车共享化转型将减少碳足迹和碳排放。
- **农业减排：**1）加强植树造林，减轻农业生产碳排放。2）减少化肥用量，加快农业生态转型。3）打造数字化运营农场，推行绿色生产方式。4）土壤碳封存和富碳农业将二氧化碳变废为宝，减排温室气体。5）欧盟为气候目标加大食品投资，人造肉减缓温室气体排放。
- **石油、煤电、油轮船舶等产业链相关行业都将成为搁浅资产：**1）碳交易造成碳排放行业运营成本升高，在未来为了避免石油和煤炭企业抛售搁浅资产造成更大的污染，碳交易的政策以及碳价都可能超预期收严。2）高污染企业所面临的碳中和风险将增加其融资成本。3）伴随着技术的进步，可再生能源的价格迅速下降将影响煤电企业业绩。
- **房地产未来也将有可能成为搁浅资产：**每一栋房屋都有能效证书，若能效检测处在最低级别则无法出租和出售，未来无法满足能耗标准的建筑势必将迅速贬值成为搁浅资产。
- **风险提示：**1）碳中和推进超预期影响企业业绩；2）气候环境灾害影响经济正常运转；3）碳交易管控推动上游原材料价格上涨。

证券分析师　陈李
执业证号：S0600518120001
021-60197988
yjs_chenli@dwzq.com.cn
研究助理　张家琦
执业证号：S0600119070011
13585749232

相关研究

1、《东吴碳中和系列二之宝钢股份（600019）：充分受益碳中和，行业龙头强者恒强》2021-03-06
2、《碳中和视角下的现代能源体系构建与推演——风光实现真正意义平价依然任重道远》2021-02-21

请务必阅读正文之后的免责声明部分

内容目录

1. 背景——全球气候状况恶化，气候危机不容忽视 5
1.1. 全球碳排情况 6
1.2. 碳排放与 GDP 变化的对比 7
1.3. 能源效率是推进碳中和的原因之一 9
2. 碳中和政策推进 11
2.1. 全球性碳中和政策-《巴黎协定》 11
2.2. 中国碳中和政策-十四五规划 14
2.3. 美国碳中和政策 15
3. 各行业碳中和展望 17
3.1. 电力行业 18
3.2. 工业部门 22
3.3. 建筑业 26
3.4. 交通运输业 29
3.5. 农林和粮食 33
4. 搁浅资产 37
4.1. 石油、煤电、油轮船舶等产业链相关行业都将成为搁浅资产 37
4.2. 房地产搁浅资产 38
4.3. 二氧化碳捕捉技术搁浅 39
5. 风险提示 40
6. 附表：碳中和推荐标的 41

图表目录

图 1：全球平均气温指数变化（℃）.....5
图 2：全球海平面异常值变化（mm）.....5
图 3：2019 年世界主要国家或地区二氧化碳排放（亿吨）.....6
图 4：全球及不同地区年均 CO2 排放量变化（百万吨）.....6
图 5：全球及不同地区 CO2 排放量增长率变化（%）.....7
图 6：北美洲二氧化碳排放量与 GDP 情况（右轴，百万吨）.....8
图 7：中国二氧化碳排放量与 GDP 情况（右轴，百万吨）.....8
图 8：全球与不同地区碳强度（单位 GDP 下 CO2 排放量）变化（百万吨/亿美元）.....8
图 9：美国能源强度变化（1965 年-2019 年）（EJ/千亿美元）.....9
图 10：美国能源效率变化（1950 年-2010 年）（%）.....10
图 11：多个重要政策及重大事件未能使美国能源效率发生明显变化.....10
图 12：《巴黎协定》政策框架.....12
图 13：截至 2021 年 1 月，正式承诺碳中和目标国家及地区统计（灰色标注为发达经济体）13
图 14：中国碳中和能源政策.....15
图 15：拜登碳中和政策框架.....17
图 16：2℃温控下二氧化碳排放量（亿 t CO2）.....18
图 17：2℃温控下我国碳排放占比（%）.....18
图 18：中国装机容量占比（%）（2020 年）.....19
图 19：2℃目标导向推荐情境下能源消费与二氧化碳排放.....19
图 20：过去 10 年煤电新增装机统计（万千瓦）.....19
图 21：化石能源和非化石能源发电占比预测(%).....20
图 22：全国光伏累计装机量（GW）.....20
图 23：可再生能源 2010-2019 年发电成本变化（美元/kWh）.....21
图 24：制造业投资增速(%).....21
图 25：Allam-Fetvedt 循环工艺流程图.....22
图 26：制氢工艺中能量转换效率与碳排放量.....23
图 27：对全球大型制氢项目成本水平的预测.....23
图 28：2017-2060 CCS 对水泥、钢铁和化工行业的减排贡献量（亿吨 CO2）.....24
图 29：碳排放交易机制.....25
图 30：PPI 各个行业拉动幅度回归（各个子行业回归系数乘各个子行业波动标准差）.....25
图 31：节能建筑示意图.....26
图 32：地方政府关于绿色建筑的支持性文件.....27
图 33：全球水泥行业低碳技术领域的专利趋势.....28
图 34：智能家居分类.....29
图 35：主要海外国家支持新能源汽车发展的措施.....30
图 36：主要车企应对碳中和目标的措施.....30
图 37：全球生物燃料产量（焦耳）.....31
图 38：中国车辆平均闲置时间（%）（2019 年）.....32
图 39：加拿大车辆平均闲置时间（%）（2019 年）.....32
图 40：全球共享汽车头部平台覆盖国家与城市.....33

图 41：2012-2019 年我国森林覆盖率 34
图 42：2012-2019 年我国农用化肥施用量（万吨） 34
图 43：数字农业应用划分潜在市场规模 35
图 44：富碳农业产业链示意图 36
图 45：每公斤食物生命周期温室气体排放量（公斤） 36
图 46：发电设备使用年限、技术种类及区域分布 37
图 47：欧洲电力企业利润情况 38
图 48：各国碳中和房地产政策梳理 39
图 49：IEA 预测的二氧化碳捕集量（亿吨/年） 40
图 50：碳中和推荐标的 41

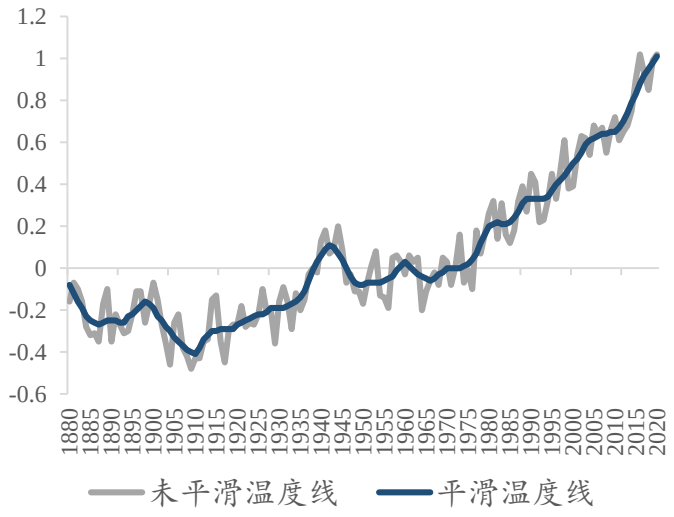
1. 背景——全球气候状况恶化，气候危机不容忽视

气候问题已成焦点议题。当前，全球气候正不断恶化——温室气体大量排放；全球平均气温逐年上升，全球 2020 年的平均气温相比工业化前上升了 1.02℃；海平面以递增的速率升高，全球海平面平均异常值已高达 74.28 毫米，且正以 2.97 毫米/年的速率上升，较 20 世纪的 1.4 毫米/年大幅跃升；极端气候事件频发，人类社会面临着巨大威胁。

气候危机将会更为频繁更为猛烈：全球气候变暖不具有地区均匀性，北极升温的速度远比其他地区更快，海冰减少导致极地涡旋进一步减弱，极地冷涡更易南下，将带来更为猛烈、频繁的寒潮气候。全球变暖下，极端拉尼娜出现的频率将翻倍，意味着极端寒潮将更为频发（如 2020 年我国和美国德州遭遇的寒潮）。

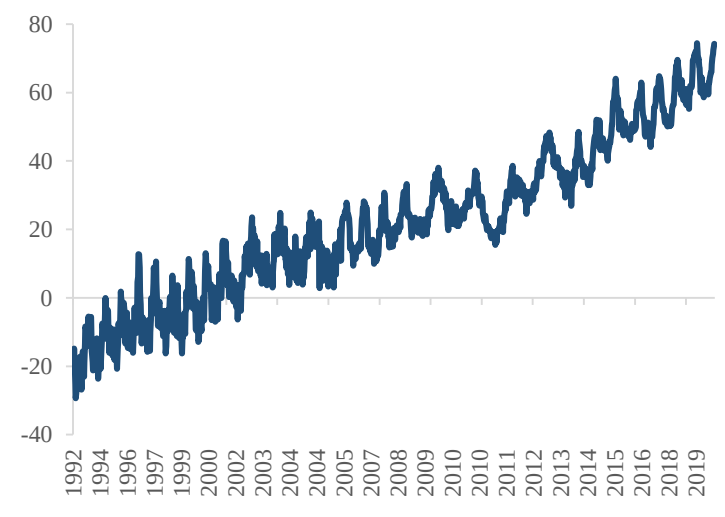
气候危机造成地球生态、经济发展和社会人文等方面的毁灭性后果：在经济方面，气候危机将导致极寒、洪涝灾害和干旱加剧状况频发，沉重打击以农林牧渔为代表的传统经济部门，使行业发展受阻。并对电力系统形成打击带来制造业生产力的下降，严重阻碍经济发展。在社会人文方面，气候危机将导致粮食及其他农作物大量减产，使更多人暴露于饥饿与贫困之下。粮食与水资源的短缺还将引发暴力冲突，影响社会、政治秩序。

图 1：全球平均气温指数变化（℃）



数据来源：wind 资讯，东吴证券研究所

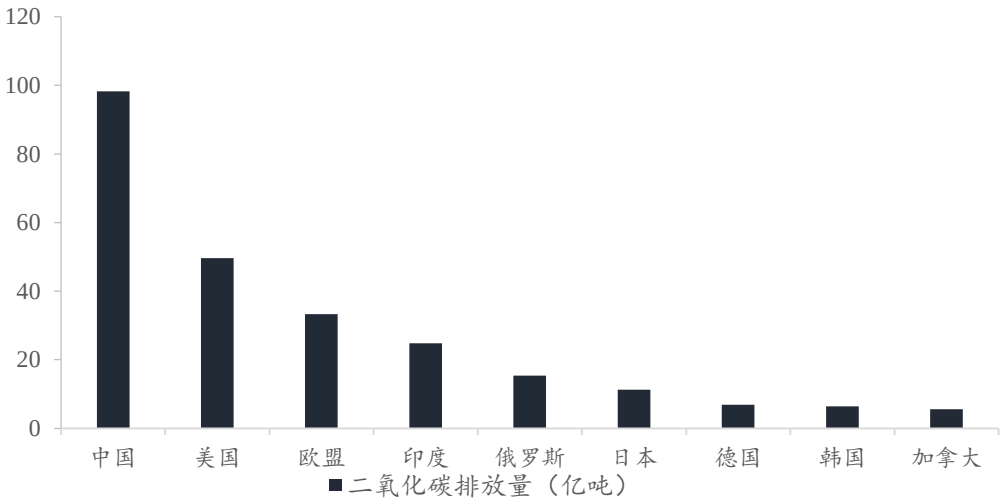
图 2：全球海平面异常值变化（mm）



数据来源：wind 资讯，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图 3：2019 年世界主要国家或地区二氧化碳排放（亿吨）

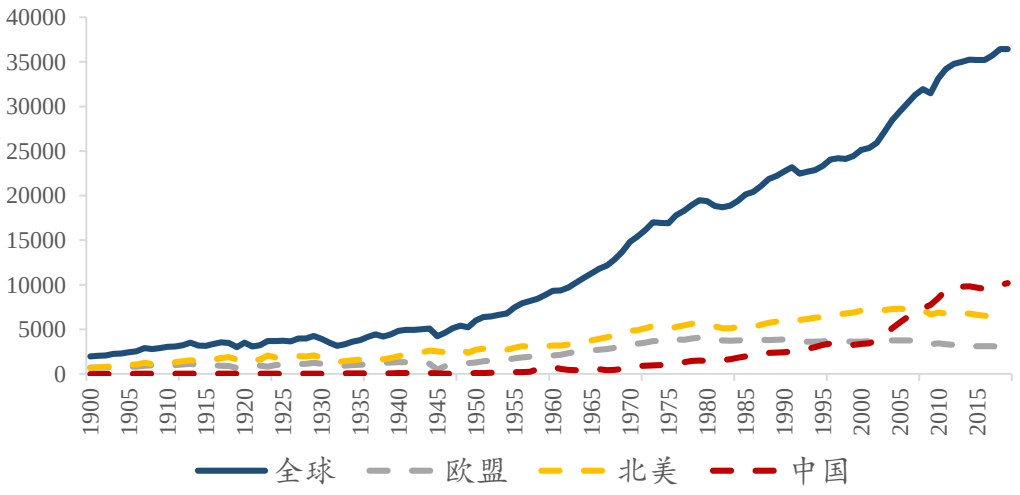


数据来源：wind 资讯，东吴证券研究所

1.1. 全球碳排情况

全球 CO2 排放量总体仍呈上升趋势，增速变缓。1945 年二战结束后，随着各国逐步开展战后经济建设，全球 CO2 年均排放量开始大幅增加，中国在 21 世纪进入世贸组织后将全球这一趋势进一步增强。直到 2010 年前后，随着人类逐渐意识到气候危机的严重性与紧迫性、社会各界环保意识的增强、以及新型节能减排技术的开发，全球 CO2 排放量增速变缓。直到 2019 年，全球 CO2 排放增长率已接近 0。伴随着各国对碳中和目标的承诺以及实践，碳排放的趋势有望在未来继续放缓，直至倒挂。

图 4：全球及不同地区年均 CO2 排放量变化（百万吨）

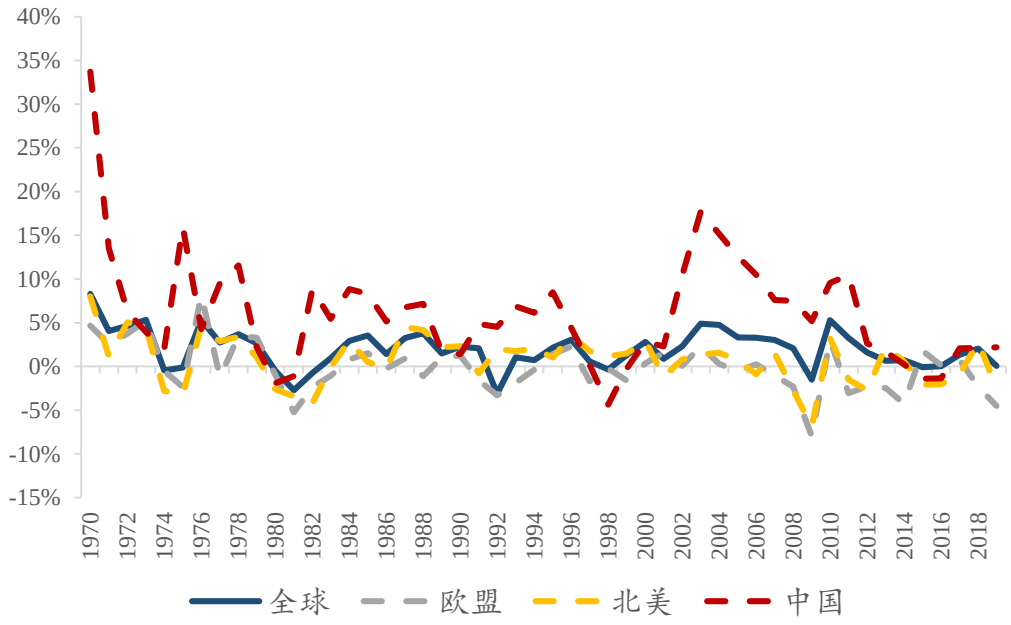


数据来源：Our World in Data，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

分地区来看，中国 CO2 排放增速明显放缓，欧盟、北美地区碳排已实现负增长。中国自 1970 年 CO2 排放逐步抬升，在 2001 年入世后，CO2 年排放量大幅增加，年增速也大幅上行。直至 2011 年，随着环保意识的增加、相关政策的出台与推行、以及节能减排技术的开发，中国的 CO2 年排放量增速开始快速下行，甚至在 2015 年与 2016 年达到负增速，CO2 减排在一定程度上取得了可观的进展。2020 年 9 月，中国向国际社会做出了“2060 碳中和”承诺，这一举措将促进中国 CO2 排放增长未来实现大幅负增长。欧盟以及北美地区的 CO2 年排放量大体上从 2008 年前后开始逐渐减少，增长率也多保持在负值区间。由于欧盟、美国与加拿大均承诺在 2050 年实现碳中和的目标，因此预计未来负增长的势头将进一步下行。

图 5：全球及不同地区 CO2 排放量增长率变化（%）

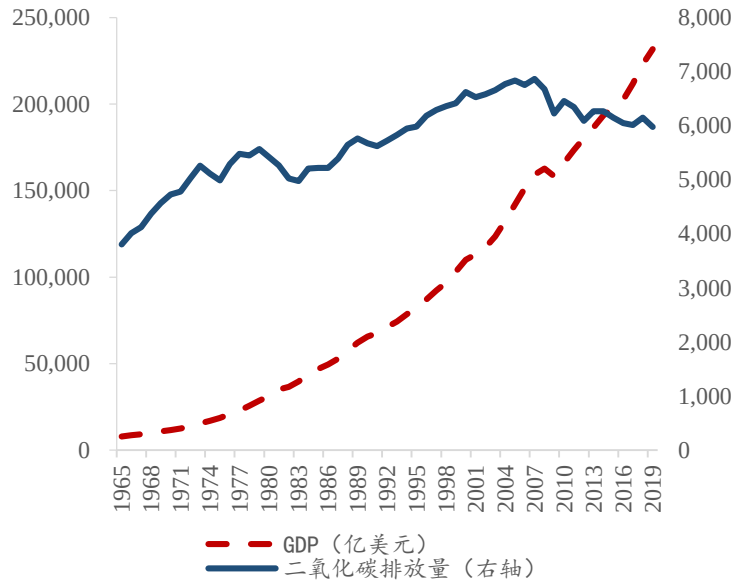


数据来源：Our World in Data，东吴证券研究所

1.2. 碳排放与 GDP 变化的对比

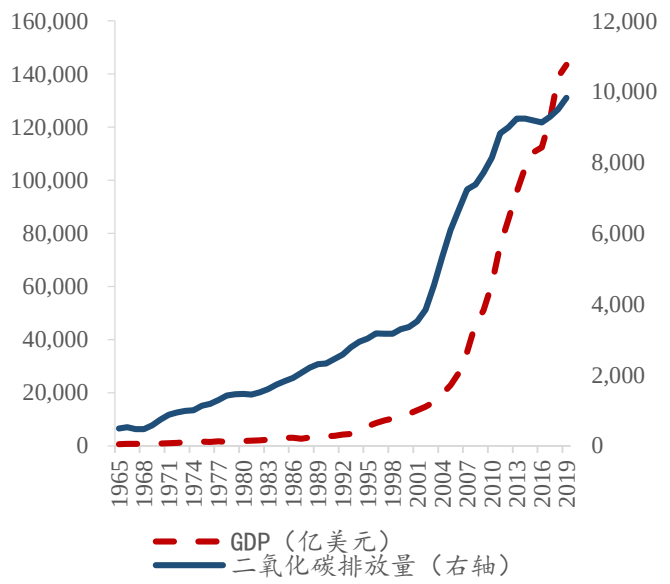
我国碳排放量与经济增长密切相关，北美经济增长已和碳排放脱勾。碳排放、能源消费和经济增长三者互为因果关系，一方面，能源消费和碳排放促进经济快速增长，另一方面，经济的快速增长，也导致了能源消费和碳排放的迅速增加。尤其我国在 2001-2010 年期间二氧化碳和 GDP 之间存在明显的正向变动关系，GDP 的增长主要还是靠着粗放型的资源消耗来带动，因此设立二氧化碳排放大幅降低的目标将对 GDP 带来较大影响。而北美过去 15 年 GDP 的增长与二氧化碳排放量之间甚至出现了负向关联，这是由于北美 GDP 增长主要通过消费以及科技创新。

图 6：北美洲二氧化碳排放量与 GDP 情况（右轴，百万吨）



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

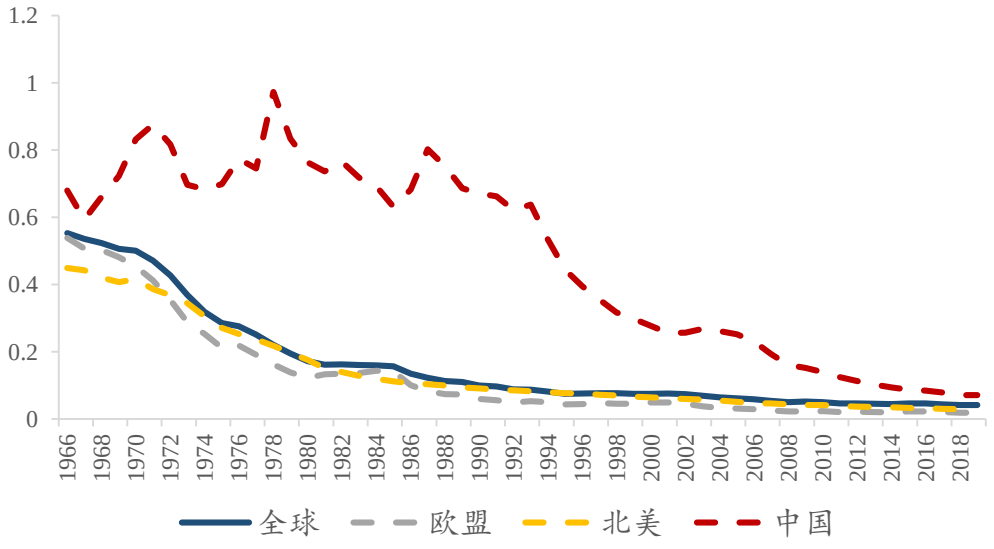
图 7：中国二氧化碳排放量与 GDP 情况（右轴，百万吨）



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

欧美碳强度始终处于稳定低位，中国碳强度降幅显著，逐渐接近全球均线。由于不同的经济发展规模将带来不同体量的 CO2 排放，**从单位 GDP 下 CO2 排放量的角度来看，**全球碳排放强度持续下行并逐步趋于稳定低值，预计未来在世界各国控排节能的努力下，将进一步下滑。**从不同国家角度来看，**欧盟以及北美地区则与世界水平接近，而中国近 60 年的碳强度明显高于世界平均水平，但中国的碳强度从 1993 年开始加速下行，直至近年与世界平均水平逐渐接近。在经济持续高质量发展的背景下，中国碳强度有望进一步向世界发达经济体靠近。

图 8：全球与不同地区碳强度（单位 GDP 下 CO2 排放量）变化（百万吨/亿美元）



数据来源：World Bank，Our World in Data，东吴证券研究所

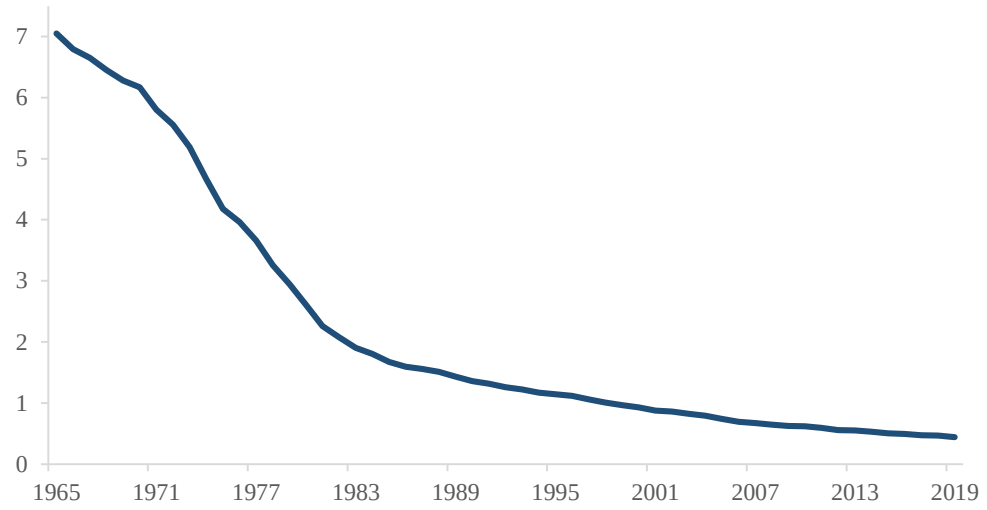
请务必阅读正文之后的免责声明部分

1.3. 能源效率是推进碳中和的原因之一

除了应对气候恶化以及污染治理，能源效率或是各国积极推进碳中和目标的又一潜在动因。能效的提高能够促进经济增长，并对能源对外依存度高的国家具有一定的战略意义。

以美国为例，从能源强度角度来看：美国能源强度的下行速率正逐年变慢，这意味着尽管美国单位 GDP 能耗正在减少，趋势逐渐变弱在一定程度上反映对于能效改善速度提升的需求。

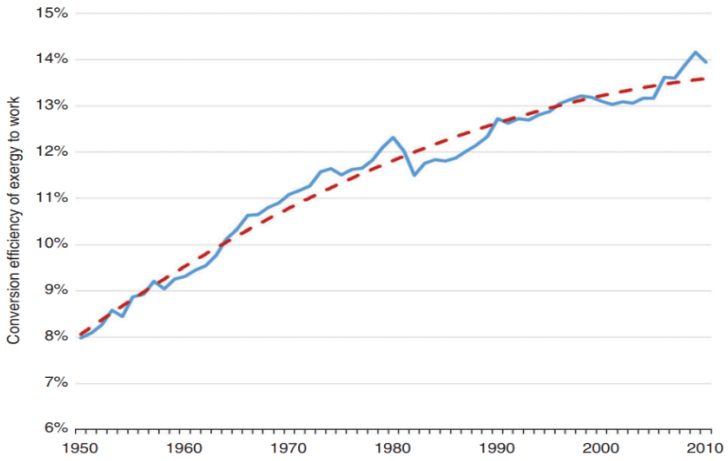
图 9：美国能源强度变化（1965 年-2019 年）（EJ/千亿美元）



数据来源：BP，World Bank，东吴证券研究所

从能源效率角度来看：Jeremy Rifkin 曾提到 20 世纪 80 年间，美国能源效率从 2.5%提升至 12.3%，但在 90 年代后却始终处于徘徊停滞状态。2010 年美国能源效率仍为 14%，86%的能源被浪费，目前内燃机时代很难再有大幅提升。

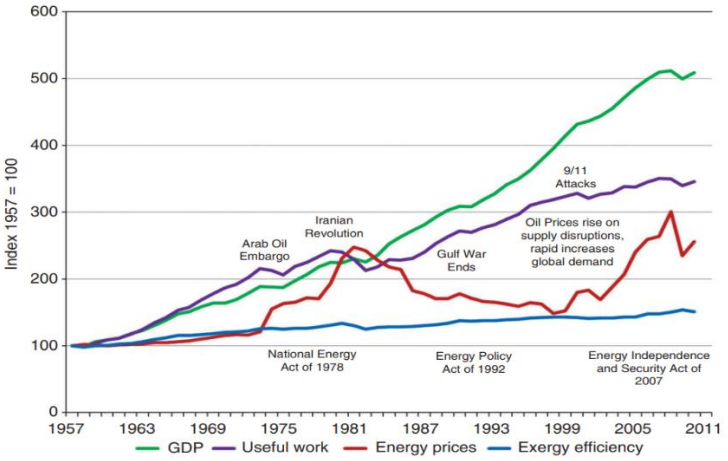
图 10：美国能源效率变化（1950 年-2010 年）（%）



数据来源：《Linking energy efficiency to economic productivity: recommendations for improving the robustness of the U.S. economy》，东吴证券研究所

从历史上来看，每一次产业革命都需要能源、运输方式和通信方式三大要素的改变，19 世纪第一次产业革命是由煤炭能源、铁路系统和电报通信所驱动，而 20 世纪第二次工业革命则是由电力、石油能源、汽车内燃机和电话广播所组成。预计第三次产业革命将由可再生能源的电力系统、未来边际使用成本接近为零的电动车和自动驾驶以及通信物联网平台引领。我国《十四五规划纲要和 2035 年远景目标纲要草案》中在加快发展方式的绿色转型中也提到了推动 5G、大数据中心等新兴领域的能耗提升，深化工业、建筑、交通运输和公共机构的节能。**我们认为未来传感器将遍布任何场景和物品，通过大数据的计算，提升社会生产效率，降低碳足迹的产生，企业和个人在未来都将更加高效环保，在全社会第三次工业革命完成之后，能源效率有望大幅提升至 60%。**

图 11：多个重要政策及重大事件未能使美国能源效率发生明显变化



数据来源：《Linking energy efficiency to economic productivity: recommendations for improving the robustness of the U.S. economy》，东吴证券研究所

2. 碳中和政策推进

2.1. 全球性碳中和政策-《巴黎协定》

气候变暖要遏制，碳中和管理势在必行。面对全球变暖带来的威胁，各国在 2015 年《巴黎协定》中提出长期目标：明确需要自主贡献减缓气候变化，碳排放需要尽早达到峰值，在 20 世纪下半叶实现碳中和，全球平均气温相比工业化时期上升幅度控制在 2℃以内。

为保证协定的有效性并顺利得到履行，《巴黎协定》设置了总体目标、长期目标、减排目标、评估目标，并在法律形式、目标调整、执行机制、资金、透明度方面给予了明确规定。

总体目标：将全球平均气温较工业化前水平升高的幅度控制在 2℃之内，并承诺“尽一切努力”使其不超过 1.5℃，从而避免“更灾难性的气候变化后果”。

长期目标：排放量能够“尽早”达到峰值。对于发展中国家来说，这项任务会需要更多的时间，建议从现在起就采取快速减排的措施。此外，各国承诺在本世纪下半叶实现“排放气体与可吸收气体之间的平衡”，以达到净零排放。

减排目标：每隔 5 年重新设定各自的减排目标。目前已有 180 多个国家和地区提交了从 2020 年起始的五年期限内减排目标。巴黎气候协议对发达国家的减排目标规定了绝对值要求。鉴于发展中国家的减排能力仍在不断发展中，该协定未对其减排目标提出绝对值要求，但“鼓励”发展中国家根据自身情况变化尽可能做到这一点。在此之前，发展中国家应在发展经济过程中控制碳排放增长。

评估目标：与会各方今后 4 年内重新评估各自的减排目标，以便适时作出调整。该协定希望各个国家和地区能够在可再生能源更廉价、更有效的前提下加大减排力度。

法律形式：巴黎协定具有法律约束力，但相关决议和各国减排目标不具备法律约束力。但针对各国承诺的调整机制是具有法律约束力的。

目标调整：各国应每五年上调一次承诺，以便随着时间的推移而提高目标，保证将气温升幅控制在 2℃以下的目标得以实现。

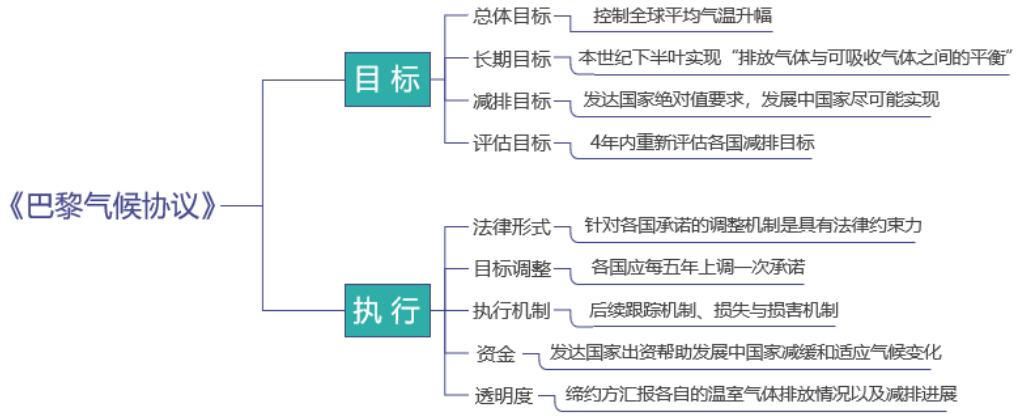
执行机制：巴黎协定通过透明的后续跟踪机制，以保证全世界都能言出必行，在期限来临之前提醒相关国家是否走在执行协定的道路上。协定承认有必要推动与气候变化负面影响有关的“损失与损害机制”，但没有具体提出任何相关的金融工具。

资金：发达国家应出资帮助发展中国家减缓和适应气候变化，鼓励其他有经济条件的国家也作出自主贡献。出资的意图应在资金转交两年前通报，以使发展中国家能够对可能获取的资金有个概念。同时从 2020 年起，发达国家每年应动用至少 1000 亿美元来支持发展中国家减缓和适应气候变化，并从 2025 年起增加这一金额。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

透明度：要求缔约方汇报各自的温室气体排放情况以及减排进展，但赋予发展中国家适度“弹性”。

图 12：《巴黎协定》政策框架



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

碳中和逐渐成为国际社会共识。目前，全球共计约 37 个国家及地区正式设立碳中和目标，发达经济体占 20 个，其中 20%提出领先于世界大部分水平的碳中和时间目标。从碳中和承诺的积极性与主动性角度，欧洲走在世界最前列，其次为美洲、亚洲，分别占正式承诺碳中和目标国家及地区数量的 43%、27%、19%。预计将会有更多国家及地区推出实现碳中和的计划。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图 13：截至 2021 年 1 月，正式承诺碳中和目标国家及地区统计（灰色标注为发达经济体）

	国家/地区	碳中和目标时间
亚洲地区	不丹	负碳排国家
	马尔代夫	2030 年
	日本	2050 年
	韩国	
	尼泊尔	
	中国	2060 年
	新加坡	本世纪下半叶
欧洲地区	芬兰	2035 年
	冰岛	2040 年
	奥地利	
	瑞典	2045 年
	欧盟	2050 年
	英国	
	德国	
	法国	
	瑞士	
	西班牙	
	葡萄牙	
	爱尔兰	
	匈牙利	
	丹麦	
	斯洛伐克	
	挪威	
美洲地区	乌拉圭	2030 年
	美国	2050 年
	加拿大	
	智利	
	哥斯达黎加	
	阿根廷	
	哥伦比亚	
	格林纳达	
	巴拿马	
	巴西	2060 年
大洋洲地区	新西兰	2050 年
	斐济	
	马绍尔群岛	
非洲地区	南非	2050 年

数据来源：Climate Home News，国际能源网，索比光伏网，IMF，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

欧洲碳中和承诺亮眼，地理、政治、经济及能源为四大主因。在承诺实现碳中和目标的国家及地区中，欧洲远远领先于其他大洲，占承诺总数的 43%，其中有四分之一的经济体提出早于 2050 年的碳中和实现时间，主要基于以下四个原因。

第一，受自然地理所迫。欧洲大陆地形以平原为主，海拔为全球最低，大部分人口以及重要经济城市多分布于沿海地区。因此，气候变化导致的海平面加速上升，对其社会、经济的影响将更甚于其他大洲。通过对碳中和目标的积极推进，欧洲将在 2050 年成为全球第一个气候中和的大陆，从而减缓海平面上升的趋势。

第二，政治层面，碳中和目标的积极推进或将帮助欧洲掌握并有效巩固全球气候问题的话语权，冲击美元霸权地位。作为《巴黎协定》的重要缔约方，欧洲通过一系列碳中和措施积极履约，并为世界各国做出表率，有利于其巩固在全球气候问题上的领导地位。同时，欧洲积极带动全球向碳中和目标进发，其核心即能源结构的转型，新能源完全替代石油将对美国与石油相挂钩的美元霸权产生巨大冲击，世界政治格局将发生变化。

第三，经济层面，欧洲在低碳经济方面具有一定的先发优势，绿色转型技术有望大幅出口。20 世纪 70 年代的石油危机重创世界经济，欧洲自此便开始发展可再生能源以及研究能源结构的转型，从而改变他们大幅依赖能源进口的状况。这也为现在的欧洲提供了低碳经济的先发优势。大量的技术积累以及历史发展经验，使他们在绿色转型处于世界领先地位。此外，积极推进绿色科技、绿色改革，促进碳中和经济发展，也使得绿色产业出口成为可能。通过对清洁节能技术、可再生能源等减碳控排科技的积极研发，在未来，欧洲将具有向世界其他国家及地区出口绿色科技的能力，推动其经济增长以及国际竞争力的提升。

第四，能源层面，在石油危机的余悸下，欧洲欲更快摆脱能源进口依赖。积极的低碳转型及碳中和推进，将使他们在很大程度上改变其现有的能源结构，从而降低能源进口依赖，大大提升能源安全，并保证欧洲大陆政治、经济的稳定。

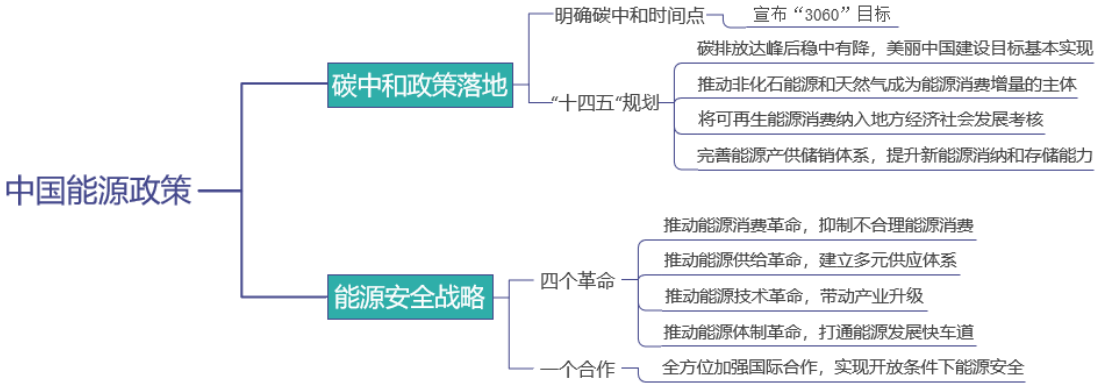
2.2. 中国碳中和政策-十四五规划

我国在第 75 届联合国大会上正式宣布力争 2030 年前碳达峰，2060 年前实现碳中和。2020 年 11 月，碳达峰和碳中和的目标在党的十九届五中全会上被列入《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。为实现“3060”双碳目标，“十四五”规划提出了具体要求：1.到 2035 年碳排放达峰后稳中有降。2.进一步加快清洁能源开发利用，推动非化石能源和天然气成为能源消费增量的主体，更大幅度提高清洁能源消费比重。3.将可再生能源消费纳入地方经济社会发展考核，地市成立“能源局”推进落实，以倒排工期的形式分解各期目标。4.完善能源产供储销体

请务必阅读正文之后的免责声明部分

系，优化电力生产和输送通道布局，提升新能源消纳和存储能力。

图 14：中国碳中和能源政策



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

中国 2060 年碳中和路径陡峭：在承诺时间方面，近 73%的国家及地区将实现碳中和的时间设定在 2050 年，尽管中国设定碳中和目标为 2060 年，但在中国 2030 年碳达峰目标的前设下，具有一定的挑战性。从碳达峰到碳中和之间的过渡期仅有 30 年，相比于欧美 50-70 年的缓冲时间缩短了近半，中国的减排路径相较于欧美将更加陡峭。

按中国目前减排进度，碳中和有望提前完成：2017 年底，中国提前并超额践行了《巴黎协定》中 “碳强度下降 40%-45%”的承诺，实现了约 46%的下降幅度，2019 年碳强度下降幅度则达到了 48.1%。此外，《自然·可持续性》的研究预计，中国有望在 2021-2025 年间实现碳达峰，相比承诺时间提早 5-9 年。同时，自中国于 2020 年正式宣布碳中和目标后，各项政策以及相应的配套措施迅速相继出台——央行明确金融资源向绿色发展领域倾斜；同时，2021 年 2 月，全国统一碳交易市场正式启动，中国首批碳中和债启动发行。就 2060 碳中和目标而言，虽然相较于欧美，中国减排路径更为陡峭，但在一系列科技发展、产业转型以及政策推动下，中国仍然有望提前完成碳中和。

2.3. 美国碳中和政策

拜登承诺在 2050 年之前美国实现 100％的清洁能源经济并达到净零碳排放，为实现此目标设计了短期方案和中长期方案。

短期：1.将使用联邦政府的采购系统（每年花费 5000 亿美元）来实现能源 100％的清洁和车辆零排放。2.制定更加严格的燃油排放新标准，推动新销售的轻型/中型车辆实现电动化。3.拜登将在上任后的第一天，宣布重新加入《巴黎协定》。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

中长期：1.未来十年内将对能源、气候的研究与创新，以及清洁能源的基础设施建设（风电+光伏）进行4000亿美元的投资，并专门设立专注于气候的跨机构高级研究机构ARPA-C。2.加快电动车的推广，在2030年底之前部署超过50万个新的公共充电网点，同时恢复全额电动汽车税收抵免。3.制定有针对性的计划，目标到2030年将海上风能增加一倍。

拜登在经济、政治、科技和法规方面为碳中和积极推进。

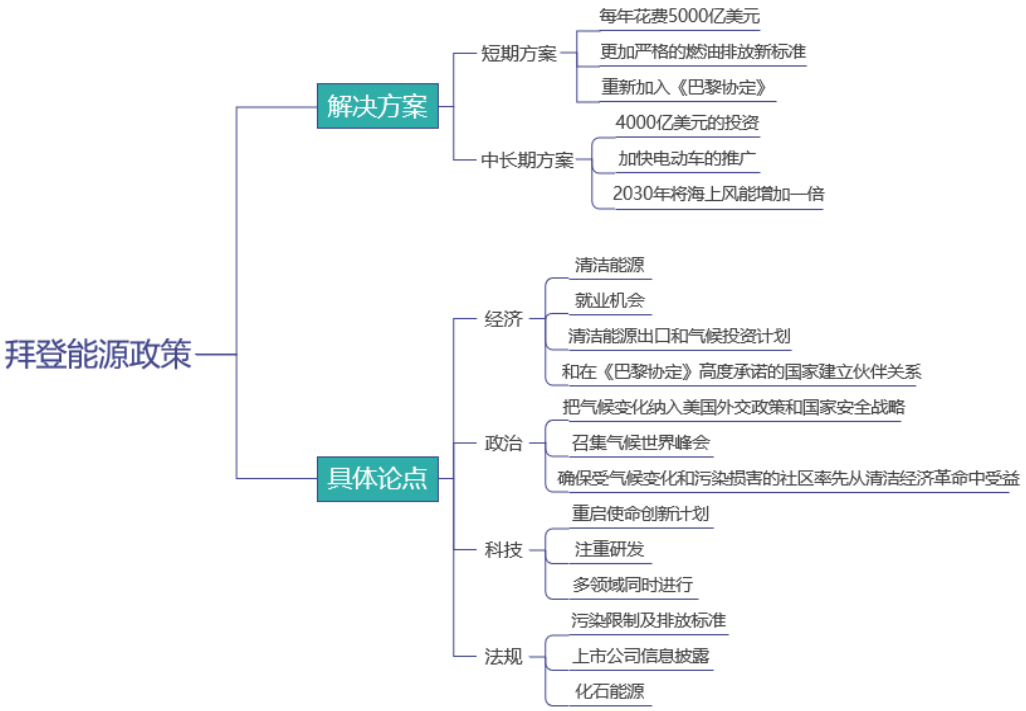
经济：1.投入大量资金进行清洁能源的研发，对清洁能源企业开始税收抵免，以加快可再生能源和电动汽车的普及。2.强调清洁经济和就业机会并存，号称新的能源计划可以增加800万人口就业。3.创建清洁能源出口和气候投资计划。促使美国成为世界清洁能源的超级大国。4.和在《巴黎协定》高度承诺的国家建立伙伴关系，并向这些国家提供低成本的融资，用于美国清洁能源的出口。

政治：1.把气候变化完全纳入了美国的外交政策和国家安全战略，也将改变美国的贸易方式。2.将召集气候世界峰会，直接与世界主要温室气体排放国的领导人进行接触，说服他们与美国一起作出更大的国家承诺。3.确保受气候变化和污染损害的社区率先从清洁经济革命中受益。拜登号称，低收入社区和有色人种社区没有平等地分享美国清洁能源经济带来的高薪工作机会。拜登将确保这些社区在清洁经济革命中获得竞争性赠款计划的优先考虑。

科技：1.重启奥巴马政府曾经启动的使命创新计划。研究、开发和部署潜在的突破性技术，以加速清洁能源创新。2.努力建立基于绩效的目标，带来切实的研发成果；改善数据收集和透明度，以更好地跟踪进度并改善责任制；加强与私营部门企业家的合作；帮助其他国家建立机构研发能力，以确保最有效地利用增加的资金。3.储能、农业减排、交通减排、建筑减排、风能和太阳能、水质等领域共同发力。

法规：1.对新的和现有的油气运营进行严格的甲烷污染限制；制定严格的新燃油经济性标准，以确保轻型和中型车辆的新销售的100%达到零排放，以及重型车辆的年度改进，迫使汽车制造商朝着欧洲排放标准迈进；要求污染者负责。2.将要求上市公司披露与气候相关的财务风险以及其运营和供应链中的温室气体排放量。3.为化石能源仍保留“一席之地”，认为化石燃料在美国向清洁能源过渡期间仍有一定作用。对于石油出口没有明确态度，但是明确表态不会禁止页岩油气开发。

图 15：拜登碳中和政策框架



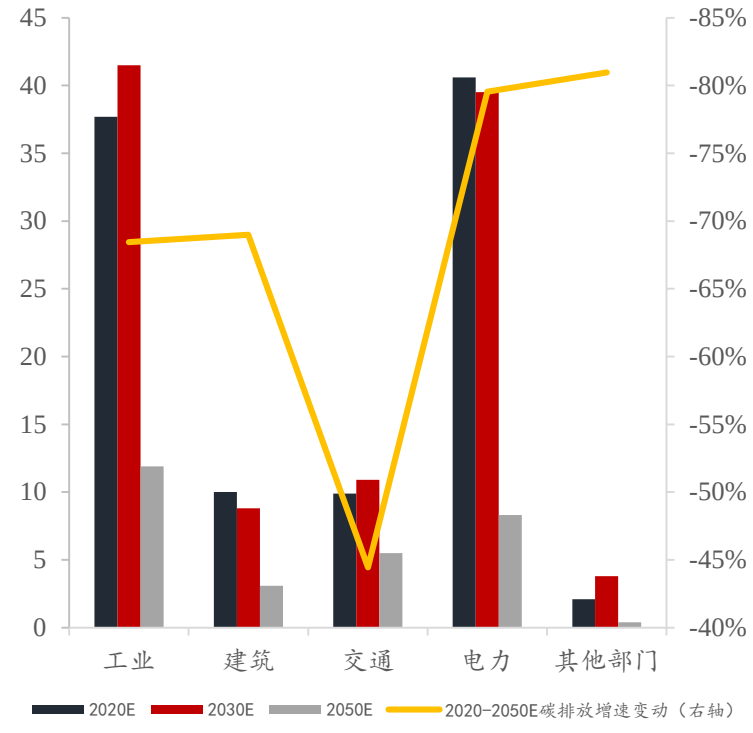
数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

3. 各行业碳中和展望

我国二氧化碳的排放来源主要追溯到电力行业（40%），工业能源（38%）、建筑行业（10%）和交通运输业（10%）。为了达成碳中和的目标，在每个领域都需减少碳排放和碳足迹，以尽可能提前实现碳中和。清华大学气候变化与可持续发展研究院预计 2050 年电力、工业、建筑和交通行业相比 2020 年分别需要减排 80%、68%、69%和 44%左右。

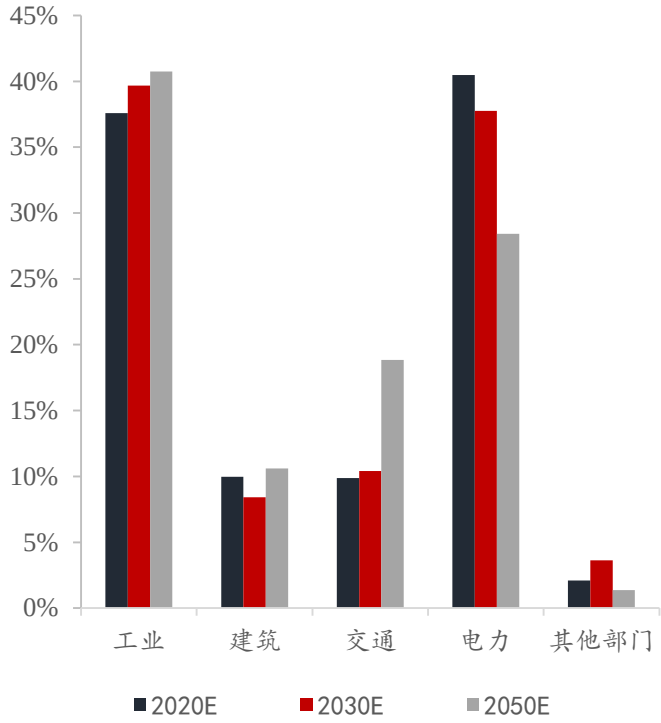
请务必阅读正文之后的免责声明部分

图 16：2℃温控下二氧化碳排放量（亿 t CO2）



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

图 17：2℃温控下我国碳排放占比（%）



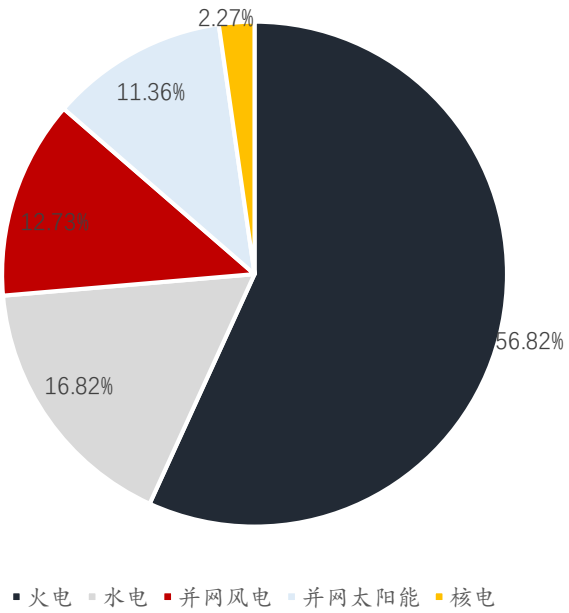
数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

3.1. 电力行业

目前我国仍以煤电为主，未来将降低煤电供应：碳中和的背景下，全行业煤炭的总消费量会减少，但是会向电力企业集中，大部分行业脱碳转向电气化使得电力需求仍然存在，因此短期内电力行业仍然将会有较大体量的装机量。截至 2020 年 11 月底，我国燃煤发电 10.7 亿千瓦，占全国发电总量的 50%，2020 年火电的装机容量占比达到 57%，火电带来大量二氧化碳排放，因此减少煤电供应成为未来电力行业减碳的关键。为实现电力行业碳中和，应当减少煤电供应，利用风、光等非化石能源发电，并将碳捕捉技术运用于电厂端。全球能源互联网发展合作组织认为，煤电装机计划在 2025 年达峰 11 亿千瓦，到 2035 年减少到 9.1 亿千瓦，2050 年低至 4 亿千瓦左右。

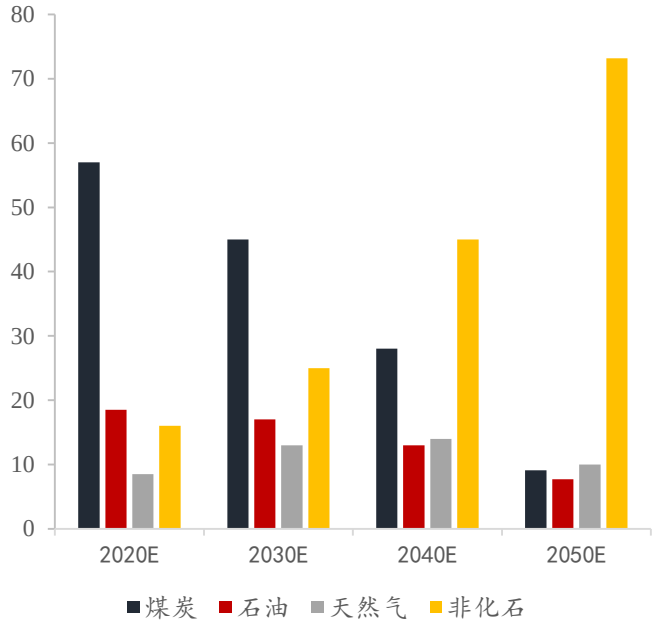
请务必阅读正文之后的免责声明部分

图 18：中国装机容量占比（%）（2020 年）



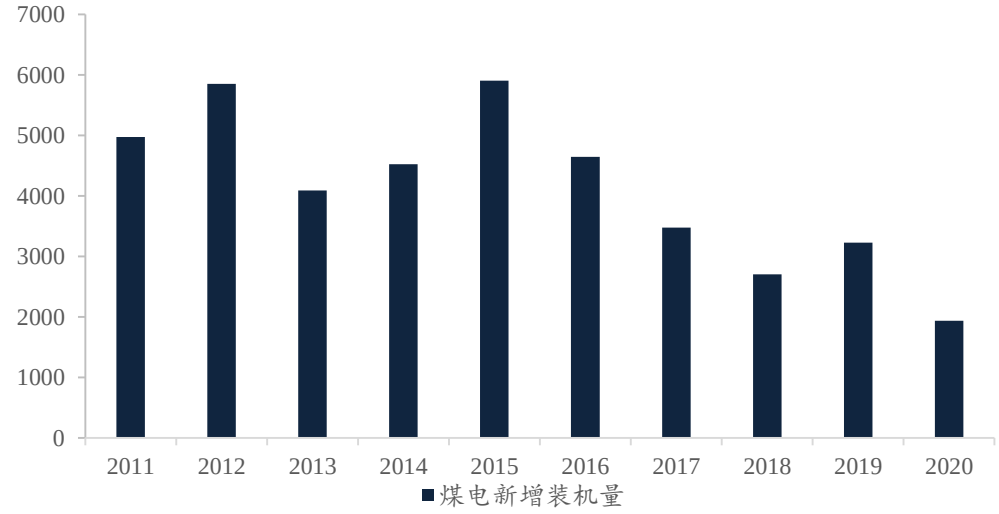
数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

图 19：2℃目标导向推荐情境下能源消费与二氧化碳排放



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

图 20：过去 10 年煤电新增装机统计（万千瓦）

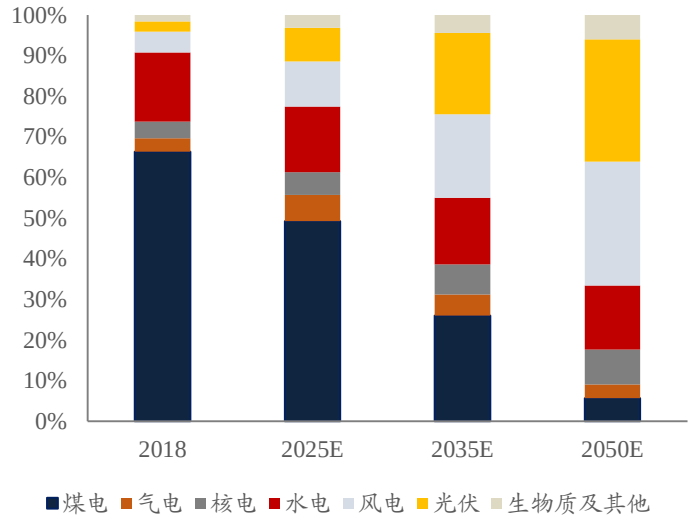


数据来源：中电联，东吴证券研究所

开发利用非化石能源，光伏和风电将成为未来主力发电方式。我国大多数地区处于中低纬度，太阳能和风能资源十分丰富，光伏行业协会数据显示，太阳能理论储量每年可以达到 17000 亿吨标准煤。2020 年光伏发电装机量累计达 253GW，光伏发电 2605 亿千瓦时，全年减少二氧化碳排放 1.64 亿吨。预计到 2050 年光伏总装机规模将达 50 亿千瓦，为全社会提供 6 万亿千瓦时/年的发电量。根据全球能源互联网合作组织测算，煤电

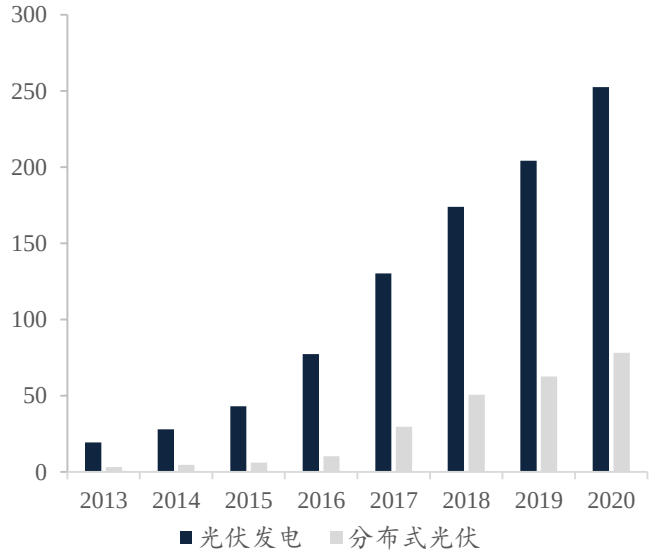
发电比例从目前的 66.4%降至 2050 年 5.7%，我国光伏发电比例将升至 30.1%，风电将达到 30.5%，风光发电将成为实现碳中和的核心力量。

图 21：化石能源和非化石能源发电占比预测(%)



数据来源：IEA，东吴证券研究所

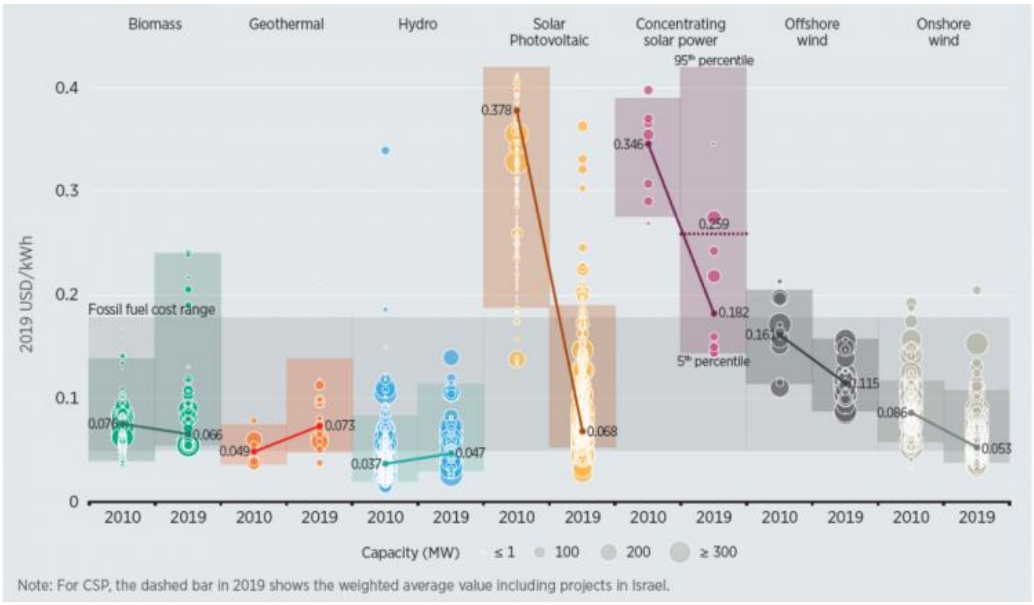
图 22：全国光伏累计装机量（GW）



数据来源：国家能源局，东吴证券研究所

光伏发电成本仍处在快速下降周期中，未来装机量有望超预期。光伏发电相较于其他发电方式的优势在于成本较低，IRENA 数据显示 2010-2019 年全球光伏发电成本从 0.378 美元/千瓦时降至 0.068 美元/千瓦时，降幅达 82%，在光伏实现平价之后，IRENA 预计未来伴随着量的大幅增长，到 2050 年光伏新增装机发电成本将会低于 0.02 美元/kWh。同时受益于规模效应，发电成本的大幅下降将有助于投资成本的降低，建设 1GW 规模的光伏电站需要投入资金已由 2010 年的 23.86 亿美元降低到 2019 年的 14.38 亿美元，降幅近 40%。伴随着成本的快速下降，未来光伏装机进度有望持续超预期。

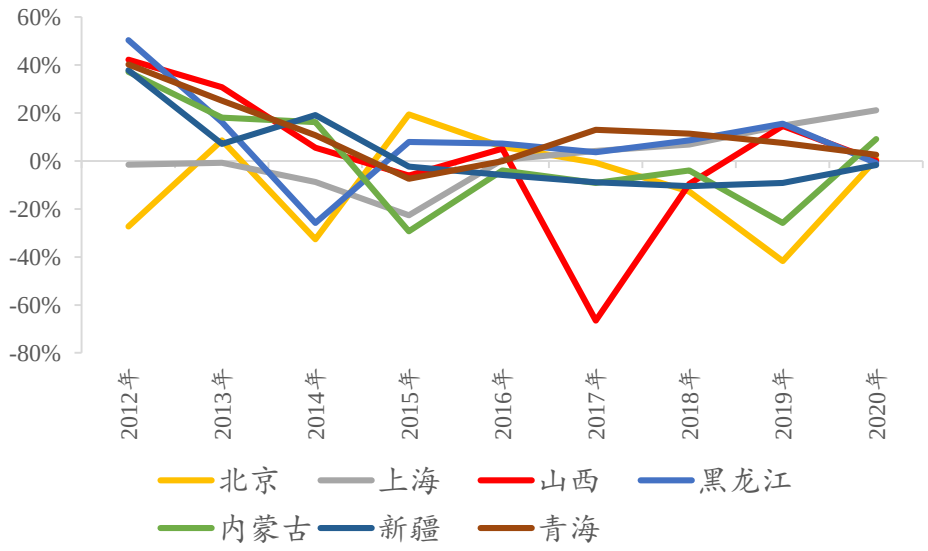
图 23：可再生能源 2010-2019 年发电成本变化（美元/kWh）



数据来源：国际可再生能源署，东吴证券研究所

部分制造业将受益于西部可再生能源成本较低，出现大面积转移现象：由于可再生能源大部分分布在西北、西南地区，而我国大部分的电力需求集中在东南部沿海，若想充分利用西北地区丰富的可再生能源短期内需要依赖特高压技术，而特高压有负荷限制，每一条输送的能源有限，总投资规模较大，此外特高压还会出现线损的情况，这将为可再生能源的供应带来一定的运营成本，因此并不排除在未来高耗能的制造业为了充分利用边际发电成本近乎为 0 的可再生能源，出现向西部转移的现象。

图 24：制造业投资增速(%)

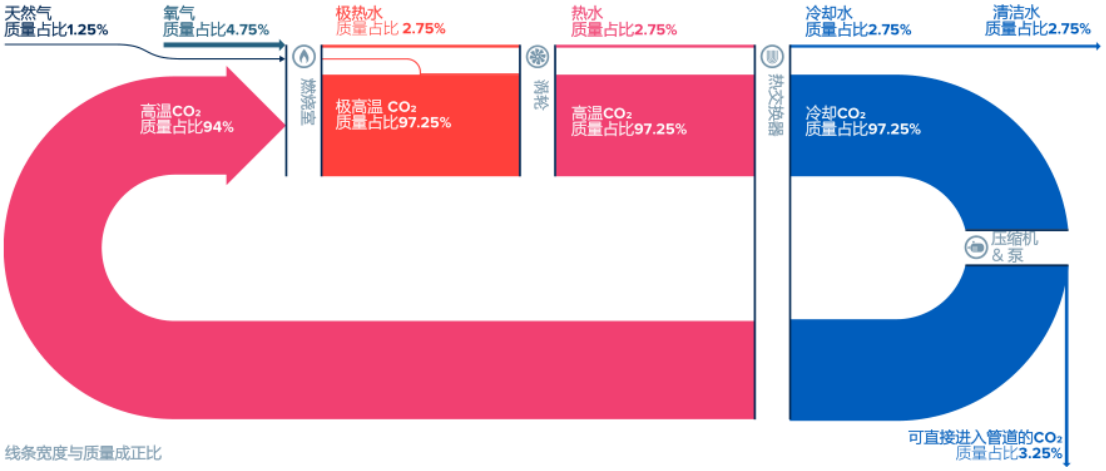


数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

碳捕捉和封存技术保障低碳电网的可靠性，Allam-Fetvedt 循环使净零排放成为可能。由于可再生能源的发电会受到极端天气的影响，多元化的供电结构仍然是必须的，部分燃煤燃气发电将作为补充的方式长期存在，在电厂端运用碳捕获和封存技术（CCS）使得净零排放成为可能。Allam-Fetvedt 循环将氧气作为助燃燃料，把二氧化碳作为工作流体介质，使其本身具备碳捕集、压缩、脱水以及消除氮氧化物和硫氧化物的能力，可捕集 97%的二氧化碳，助力电厂提供可调度的低碳电力。

图 25：Allam-Fetvedt 循环工艺流程图



数据来源：8 Rivers Capital，东吴证券研究所

3.2. 工业部门

工业部门实现碳中和主要通过发展氢能、运用工业碳捕捉、推进工业电气化以及利用废物等方式减排：工业二氧化碳排放量全球每年高达 80 亿吨，其中水泥、钢铁、化工等行业占 70%。IEA 估计到 2060 年直接工业二氧化碳排放量将从 80 亿吨/年上升至 100 亿吨/年。随着经济社会不断发展，对此类产品的需求不断增加，带来大量能源的消耗。以钢铁行业为例，每生产一吨生铁需要消耗 1.6 吨的铁矿石、0.3 吨的焦炭和 0.2 吨的煤粉，碳排放强度达到 2.1 吨，在工业领域实现减排已刻不容缓。

各国将发展氢能作为重要战略，氢能产业化开始起步。全球电解制氢项目数量和装机容量从 2010 年不足 1 兆瓦增至 2019 年的超过 25 兆瓦，并预计未来氢气可能取代天然气。欧盟 2020 年 7 月发布欧盟氢能战略，计划到 2030 年生产 1000 万吨氢气，在未来 10 年向氢能产业投资 5750 亿欧元。德、法两国也宣布合建大型电解水的制氢工程。日本在福岛已建设新能源研究基地，通过光伏发电电解水制氢。根据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》的预测，预计到 2050 年，氢能在我国能源体系中占比约 10%，氢气需求量将达 6000 万吨，年产值超过 10 万亿元。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

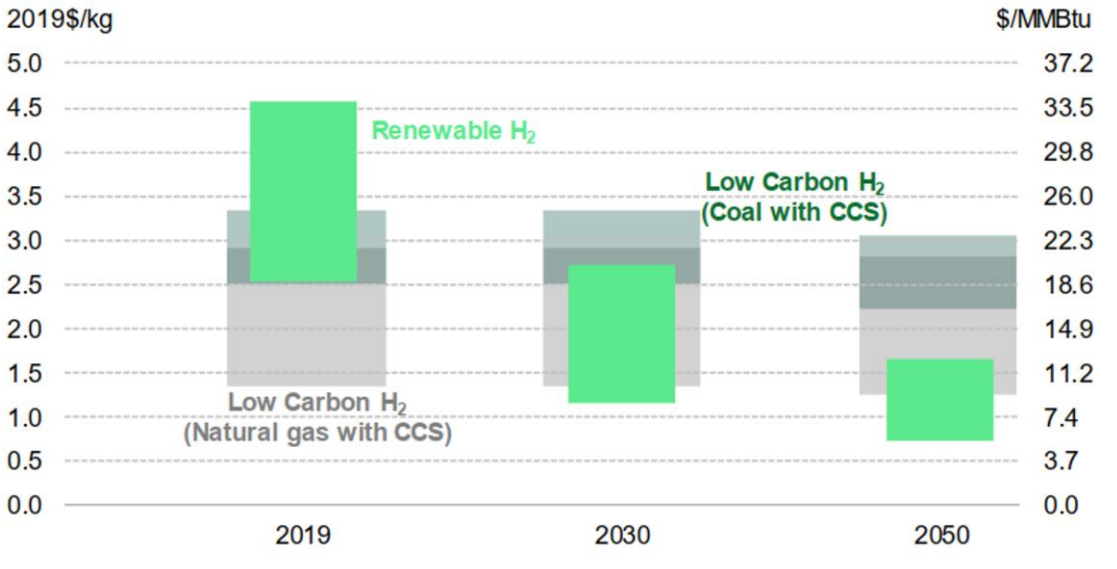
图 26：制氢工艺中能量转换效率与碳排放量

制氢工艺	原料	能源	能量密度(MW(km)$^{-2}$)	能量转换效率(%)	二氧化碳排放量(kg)
重整制氢	烃类	天然气	750	76	69
煤化物制氢	煤炭	煤炭	750	59	193
		核能	500	28	17
		水力	5	70	15
电解水制氢	水	潮汐	1	70	20
		风能	4	70	18
		太阳能	120	10.5	27
光催化	水	太阳能	120	4	27

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

加快推动氢能在工业领域应用：炼油和氨生产对氢气的使用量达到 33%和 27%，钢铁用氢量为 3%左右。**氢能炼钢工艺中**，高炉氧化铁用碳还原，得到铁和二氧化碳，未来可以用氢来还原，得到铁和水。**氢能化工工艺中**，合成氨、苯乙烯、甲醇很多有机化工成分都是碳氢化合物，未来可以用氢作为生产原料。如果随着可再生能源成本下降，在制氢和轧铸环节使用可再生能源，最终基本可以实现钢铁生产的近零排放。氢产业对工业某一些难以减排的产业的深度减排起到了至关重要的作用。

图 27：对全球大型制氢项目成本水平的预测

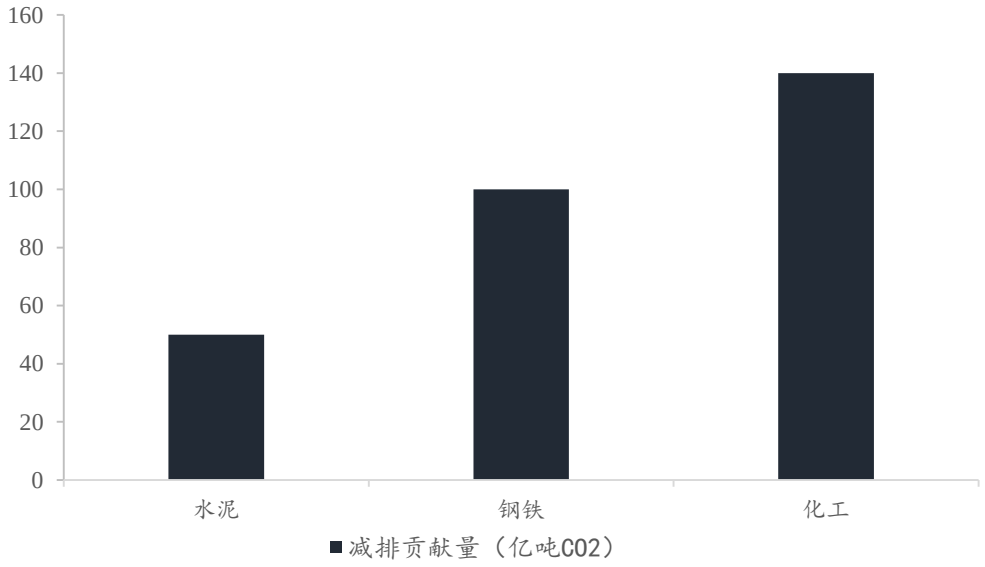


数据来源：BloombergNEF，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

推动创新技术运用，发展工业碳捕捉技术。二氧化碳是水泥、钢铁制造过程中不可避免的产物，运用转换燃料、提升能效等方式只能在一定程度上减少排放，最优的方式是在生产后使用 CCS 清除二氧化碳。要符合《巴黎协定》的气候要求，CCS 必须在 2017 年-2060 年之间减少水泥、钢铁和化工行业 290 亿吨二氧化碳排放量。因为捕集成本在很多化工生产工艺中很低，所以 CCS 非常适用于化工行业，可在 2060 年前实现 140 亿吨减排量。

图 28：2017-2060 CCS 对水泥、钢铁和化工行业的减排贡献量（亿吨 CO2）



数据来源：IEA，东吴证券研究所

低碳技术和工业电气化并驾齐驱，是工业减排重要推动力。“十三五”期间，上海市通过实施产业结构调整、市级重点技术改造、合同能源管理、清洁生产等项目，工业节能量达到 340 万吨标准煤，相当于减排近 900 万吨二氧化碳。工业领域电气化水平不断提升，计划由 2010 年的 19%提高到 2050 年的 39%，工业锅炉煤改电以及推广电锅炉等方式，对化石能源的替代潜力将得到进一步释放，有效推动实现工业生产过程中的零排放。

注重工业生产废物利用，发展循环经济。工业生产中的废弃物再利用能够降低碳排，节约再生产的能源。将废弃塑料回收可以降低 8.5 亿吨年碳排放；使用废旧钢铁炼钢比常规流程节能 60%以上。“十三五”期间，我国工业固废综合利用成效显著，2016—2019 年大宗工业固废综合利用量累计达到 69 亿吨。

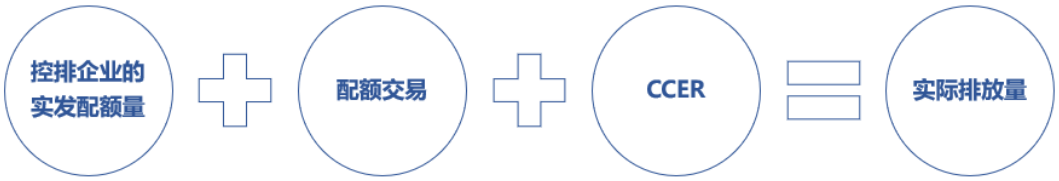
高碳排放工业或将出现供给侧改革，龙头公司显著受益：工信部为了确保碳达峰和碳中和按时完成，剔除实施工业低碳行动和绿色制造工程，将会优化产业结构以及能源结构，工业原材料品比如钢铁、水泥和化工品的产量将受到压缩，落后产能将会被加快

请务必阅读正文之后的免责声明部分

淘汰出清，拥有技术优势和研发实力的龙头公司将会显著受益。

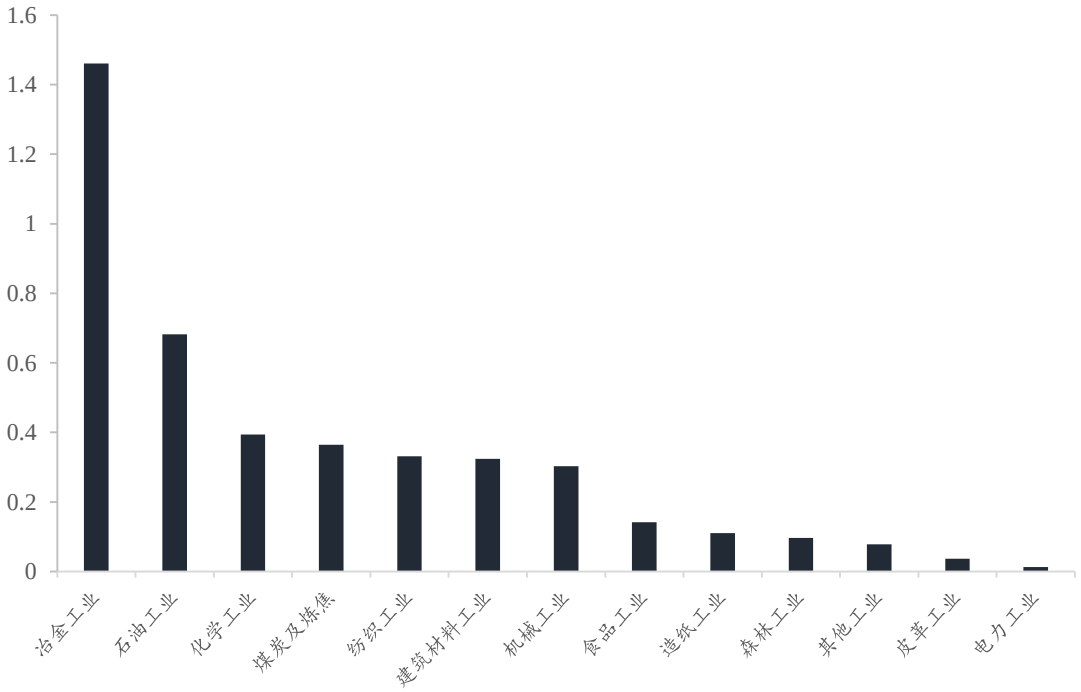
高排放标准或将长期影响未来 PPI 走势：碳交易未来将包括电力、石化、化工、钢铁、有色、造纸、建材、航空等八大行业，从过往 PPI 波动来看，冶金、石化、化工、煤炭等行业对 PPI 增长贡献最大，而这些行业在未来都将受到碳交易的影响，若控排企业的实发配额用尽，且不符合 CCER（额外配额，多用于新能源行业）计算机制的情况下，也只能通过配额交易来避免排放超标，相关企业成本的上行势必将会加价影响到 PPI，且未来政策收严，碳价格和 PPI 的长期趋势也将持续向上。

图 29：碳排放交易机制



数据来源：wind 资讯，东吴证券研究所

图 30：PPI 各个行业拉动幅度回归（各个子行业回归系数乘各个子行业波动标准差）



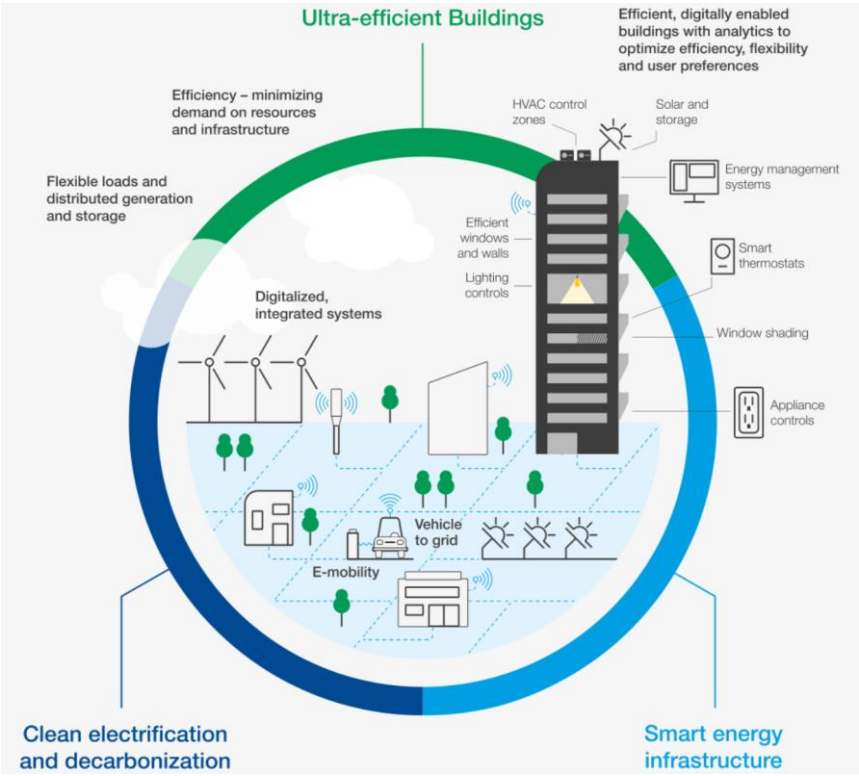
数据来源：wind 资讯，东吴证券研究所

3.3. 建筑业

供暖、建筑材料生产建设皆产生了大量二氧化碳：在建筑物建造及使用过程中，尤其北方的冬季供暖方面，大量燃烧煤炭导致碳排放比重很大。除此之外，生产建筑材料本身也伴随着大量二氧化碳的排放。为应对建筑行业高碳排的问题，“被动建筑”逐渐兴起，BIPV 和新型建筑材料的研发将助推绿色建筑发展。

“被动建筑”迅速推广，努力实现新建建筑碳排放归零。新建建筑可以通过自然采光、太阳能辐射等节能措施与新型保温隔热节能技术相结合的方式，在“被动状态下”维持室内温度。被动式建筑中的关键技术主要包括传热性能更好的真空玻璃节能门窗以及节省墙体厚度的真空绝热板外保温体系。此外，相对于传统空调，简化后的新风能源一体机通过将新风融入到空调体系中实现采暖、制冷和新风供应，在被动式建筑中被广泛运用。被动式建筑比传统建筑节约 90%的能耗，比新型建筑节约 75%的能耗，每平方米被动建筑采暖能耗是目前节能建筑采暖能耗的 1/3。

图 31：节能建筑示意图



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

绿色建筑成为未来发展方向，BIPV 将成为建筑减碳的主要选择。在全球绿色建筑的发展趋势下，国家七部委提出到 2022 年，城镇新建建筑中绿色建筑面积占比要达到 70%。随着光储聚合模式、光储共享模式、虚拟电厂模式、分布式多能互补和微电网等

分布式光伏实用技术的成熟，光伏绿色建筑逐渐成为主流形式，光伏建筑一体化（BIPV）也得到广泛应用，屋顶和建筑墙面光伏系统将存在 300 亿平方米的建设空间，直接可装光伏 30 亿千瓦。目前各地政府陆续发布支持绿色建筑的政策，BIPV 市场前景十分广阔。

图 32：地方政府关于绿色建筑的支持性文件

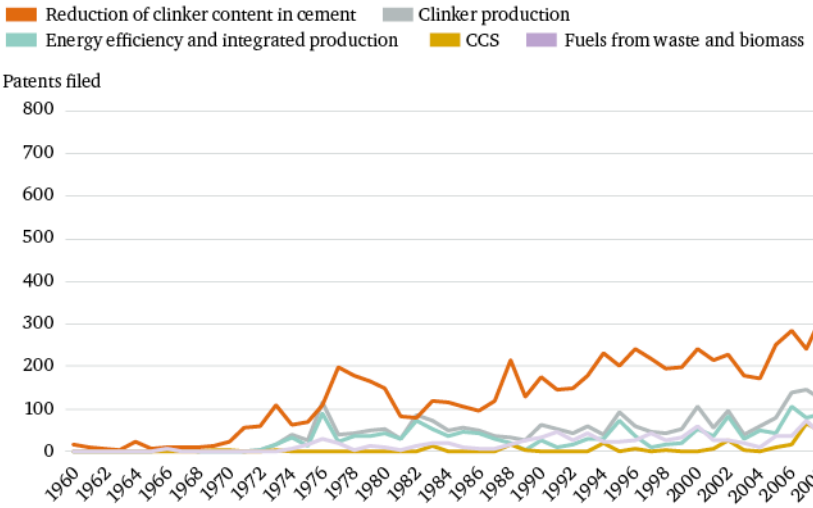
时间	文件名称	主要内容
2020.04	《北京市装配式建筑、绿色建筑、绿色生态示范区项目市级奖励资金管理暂行办法》	对满足专项标准并取得二星级、三星级绿色建筑运行标识的项目分别给予 50 元/平方米、80 元/平方米的奖励资金，单个项目最高奖励不超过 800 万元。
2020.03	《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》	符合绿色建筑示范的项目，二星级绿色建筑运行标识项目每平方米补贴 50 元，三星级绿色建筑运行标识项目每平方米补贴 100 元。符合装配整体式建筑示范的项目，AA 等级每平方米补贴 60 元，AAA 等级每平方米补贴 100 元。
2020.10	《重庆市绿色建筑创建行动实施方案》	区级行政区域内新申报的绿色生态住宅小区应至少达到二星级绿色建筑标准要求。
2019.01	《山东省绿色建筑促进办法》	鼓励建设能效水平高于现行建筑节能标准的低能耗建筑，降低建筑的采暖、制冷能耗需求。利用可再生能源的民用建筑，核算建筑能耗时，其常规能源替代量可以抵扣相应的建筑能耗量。
2020.09	《山西省绿色建筑创建行动方案》	积极引导具备条件的项目创建超低能耗建筑、近零能耗建筑、高星级绿色建筑、A 级以上装配式建筑及绿色建材应用、健康住宅等示范工程。
2020.01	《江苏省绿色建筑发展专项资金管理办法》	围绕绿色建筑发展规划和江苏建造 2025 行动纲要，专项资金重点支持以下方向：绿色城区高品质集成建设，高品质绿色建筑标识项目；可再生能源建筑一体化应用、智慧建筑、超低能耗（被动式）建筑；既有建筑规模化节能改造既有建筑绿色化改造、合同能源管理。
2020.09	《关于印发湖北省绿色建筑创建行动方案的通知》	全面发展绿色建筑。稳步提升建筑能效水平。全省建筑能效水平不断提高，到 2022 年，全省城镇新建居住建筑全面执行《低能耗居住建筑节能设计标准》，建筑能效水平提升 10%左右。超低能耗建筑建设试点工作获得可行性经验。
2020.12	《湖南省绿色建筑发展条例（征求意见稿）》	级以上人民政府应当加大促进绿色建筑发展的资金投入，结合本地实际，制定支持绿色建筑研究、开发、建设、购买以及运营扶持奖励政策，鼓励和引导社会资本投资、运营绿色建筑。
2020.09	《云南省绿色建筑创建行动实施方案》	全面提升新建建筑绿色设计水平。要求新建绿色建筑按照相关标准进行设计审查，并至少达到《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2019)基本级要求。
2020.11	《广东省绿色建筑条例》	绿色建筑新技术、新工艺、新产品的研发费用，可以按照国家有关规定享受税收优惠；采用装配式方式建造绿色建筑的，其满足装配式建筑要求部分的建筑面积可以按照不超过国家和地方规定的比例不计入容积率核算。

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

推进建筑材料低碳化，新型胶凝材料、低碳混凝土、低碳水泥等技术逐渐被研发应用。建筑材料已成为碳排放的主要来源之一，英国皇家国际事务研究所和国际能源署的两份报告显示，2016 年全球水泥行业排放了 22 亿公吨的 CO2，占全球碳排放量的 8%左右。此外，全球每年混凝土的生产量超过 40 亿吨，释放的二氧化碳超过 15 亿吨。中

国建筑材料联合会 2021 年 1 月发布《推进建筑材料行业碳达峰、碳中和行动倡议书》，提出将与碳排放密切相关的能耗、环境排放、资源综合利用等纳入行业监控指标，加强对碳排放的源头控制，研发胶凝、混凝土和水泥等高碳排放建筑原料的新型产品。新型混凝土技术可以使单方混凝土煤耗降低 136 千克，电耗降低 92 千瓦时。

图 33：全球水泥行业低碳技术领域的专利趋势



数据来源：《Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete》，东吴证券研究所

智能家居将逐渐普及，电气化将有效减少家庭碳排放。家庭各类能源消耗看似不多，但是数亿家庭加在一起的规模却不容忽视，使用智能家居减少碳排放已刻不容缓。苹果、谷歌、亚马逊和 Zigbee 目前在智能设备连接的互操作性标准上进行合作，将智能家居设备、移动应用程序和云服务之间实现通信。借助智能软件优化建筑中供暖、制冷、照明和通风等系统的调控，使其达到最优的运行时间、运行区域和运行程度，将有效控制不必要的碳排放。

图 34：智能家居分类



数据来源：《智能家居系统产品分类》，东吴证券研究所

3.4. 交通运输业

交通运输部数据显示 2013 年-2019 年，我国交通运输领域碳排放年均增速保持在 5%以上，已成为温室气体排放增长最快的领域：我国人均汽车保有量正处于快速增长阶段，交通运输行业碳排放还将持续增长，预计到 2025 年在现有基础上仍将增加 50%，因此交通运输行业成为实现碳中和目标的关键突破口。发展新能源汽车、全面推进电气化改革，使用绿色电力和清洁能源，调整运输结构以及汽车共享化等都将有效减少碳排放。

多国陆续出台政策，支持新能源汽车研发和量产。从国际上看，近年来各传统汽车强国在新能源汽车领域不断加大政策支持力度和资金投入，相关政策陆续出台。欧盟自 2020 年 1 月开始执行全球最严碳排放标准，规定 2020 年销售新车中的 95%碳排放必须达到 95 克/公里，超出部分每克需要缴纳罚金 95 欧元。此外美日韩等国也针对汽车减排制定中长期计划，在新能源汽车的技术研发、政策补贴等方面投入大量资金。

图 35：主要海外国家支持新能源汽车发展的措施

时间	国家	主要内容
2019 年 8 月	美国	对“先进汽车技术研究项目”拨款高达 5900 万美元，用于更高效动力总成的材料、先进发动机和燃料技术以及新的出行方案等研究。
2020 年 5 月	法国	出资 80 亿欧元重振汽车产业，购买电动汽车的个人最多可获 7000 欧元补贴。
2020 年 6 月	德国	拨款 500 亿欧元用于推动电动汽车发展以及设立更多充电桩，未来还将提供 30 亿欧元为环保汽车的研发和生产提供支持，计划将电动汽车补贴计划延长至 2025 年。
2020 年 7 月	英国	提出“新车报废计划”，为鼓励燃油车司机换成电动汽车，考虑奖励司机高达 6000 英镑的补贴。
2020 年 8 月	意大利	对新能源车的购置提供补贴 8000 欧元补贴，用 10 年以上旧车置换低排放新车，可获得 3500 欧元补贴。
2020 年 12 月	日本	宣布针对氢能源和汽车业的绿色增长计划，将在未来 15 年内淘汰汽油车，实现净零碳排放。计划到 2050 年，每年创造近 2 万亿美元的绿色增长。
2021 年 1 月	韩国	为了配合绿色能源发展计划，拨款近 280 亿韩元进一步促进新能源汽车以及自动驾驶技术的发展。

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

传统车企加快产业升级，汽车电动化成政策推进的主要方向。在新能源支持政策的引导下，各大传统汽车厂商也相继制定了碳减排计划和目标，纯燃油、柴油动力车等高碳排产品将逐渐被电动汽车取代。未来 5 年内，我国新能源汽车的占比会不断上升，双积分政策确保了 2025 年 20%的目标。

图 36：主要车企应对碳中和目标的措施

车企	主要内容
大众	将于 2020 年至 2024 年期间投资 150 亿欧元，以加速其在中国的电动化布局。
戴姆勒	致力于到 2039 年实现乘用车新产品阵容的碳中和，各种动力系统的逐步电动化，研发下一代混动车型技术的高效动力系统。
沃尔沃	发布“2040 环境计划”，联合 17 家全球领先供应商，投入研发创新技术与产品。
宝马	计划到 2030 年每辆车的二氧化碳排放量相较 2019 年至少降低三分之一，将大幅提高新车中的二次利用的材料使用占比。
奔驰	宣布 Ambition 2039 计划，到 2039 年为止工厂生产的汽车实现完全碳中和，同时进一步扩大电动汽车规模，在 2030 年占公司总销售额的 50%以上。
福特	设定减排的中期目标，计划到 2050 年在其全球业务范围内实现碳中和。计划投入超过 115 亿美元用于开发和布局电动车产品。
奥迪	实行零排放计划，制定相应的战略规划，聚焦汽车生产环节实现碳中和，助力 2025 年前实现旗下生产基地全面达成该目标。
吉利	与腾讯签署战略合作协议，围绕自动驾驶及低碳发展等领域展开全方位战略合作。
比亚迪	构建绿色能源管理体系、推进可再生能源代替传统能源、开展技术和管理节能等方式，持续减少能源消耗和二氧化碳排放。

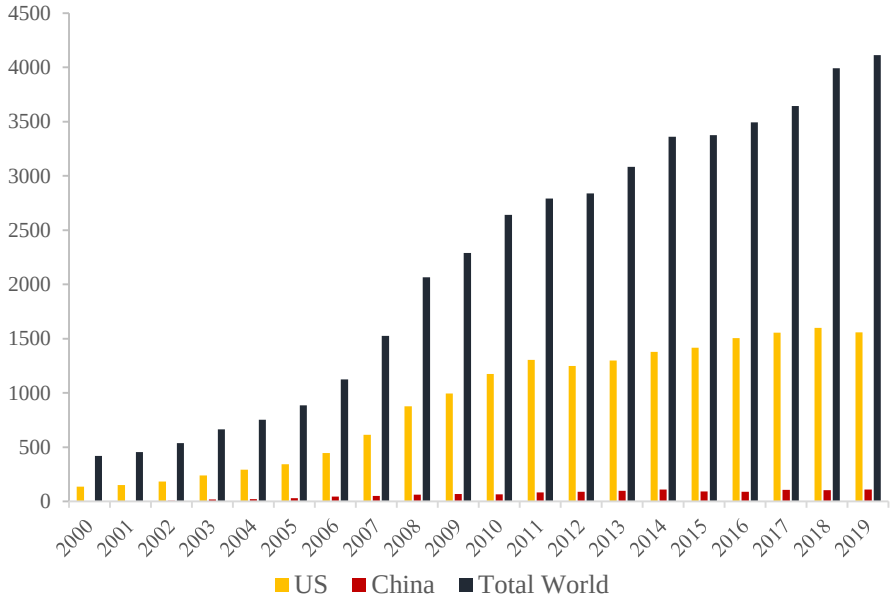
	长城	加大混动、纯电动汽车的核心技术研发投入，发布 GW4N20 发动机、9DCT 变速器、9HDCT 变速器和三合一电驱动总成在内的新一代动力总成。
	上汽	发布“3.0T 绿色澎湃动力，‘平价策略’燃油替代行业解决方案”，为用户提供更强的动力、更高的续航、更优的排放。

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

航空业全电飞机或成未来方向。目前航空公司的节能减排方式主要有单发滑行、飞机减重、航线优化、机队优化等。目前航空业正在研发以电能作为推进系统的全部或部分能源的全电飞机，其电能全部或部分来自蓄电池、燃料电池、发电机等供电装置，可以实现零碳排放，有效解决传统飞机推进系统带来的噪声、污染排放问题。全电飞机为未来实现航空工业高效、安静和无污染排放的绿色航空目标奠定了坚实的基础。

依托多种清洁能源，加快交通行业使用“绿色燃料”。加快实现氢能商用，国务院《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》中提到，中国将大力发展氢燃料电池以及氢能的储运技术。工信部在《节能与新能源汽车技术路线图》中提出氢燃料电池在 2025 年达到 5 万辆，2030 年达到 100 万辆的目标。长期内，实现依靠生物质燃料实现航空和船运碳中和，根据中国可利用的生物质总量估计，到 2060 年生物质燃料可以提供相当于 3000 万吨标煤的燃料，约占所需总量的 5%。

图 37：全球生物燃料产量（焦耳）



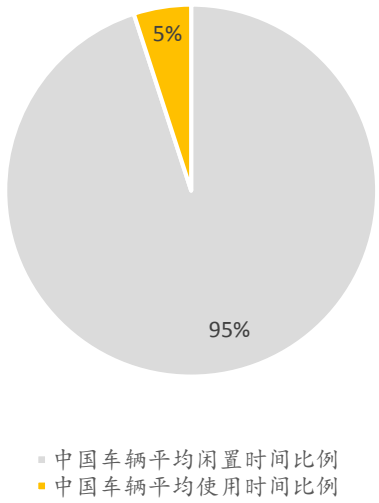
数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

调整运输结构，公转铁和公转水大趋所势。交通运输部规划研究院的数据显示，铁路单位货物周转量的能耗是公路运输的 1/7，,污染物的排放量仅为公路运输的 1/13，预

计 1 亿吨货物从公路转移到铁路，减少二氧化碳排放 7326 吨。目前运输结构极不合理，公铁倒挂现象严重，我国京津冀地区铁矿石疏港 90%以上依靠公路运输，铁路运输占比不到 10%，引导推动公转铁和公转水将有利于实现碳达峰。我国《十四五规划纲要和 2035 年远景目标纲要草案》中也提到“加快大宗货物和中长途货物运输的公转铁和公转水”，铁路和船运公司的业绩有望得到有力的支撑。

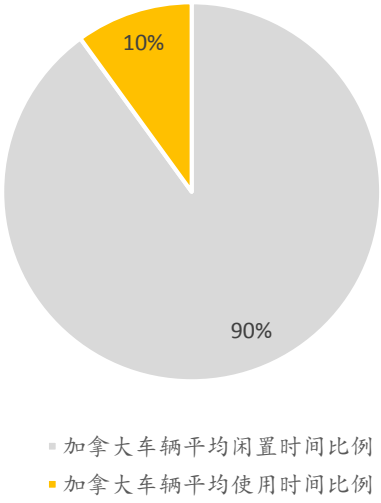
自动驾驶和汽车共享化转型将减少碳足迹和碳排放：Jeremy Rifkin 曾提到，全球目前每天消耗 9600 万桶石油，其中 62.5%使用于交通运输。目前私家车平均使用效率仅为 5%，假设内置 5 个座位，平均只有 1.5 个是使用状态，共享汽车可以将使用效率提升 10 倍。每共享一辆车，就会使得汽车产量减少 5-15 辆，汽车共享可以使得上路汽车比目前减少 80%，有效节约了制造汽车所带来的碳排放和化石能源消耗的碳排放，提升出行效率和环境质量。

图 38：中国车辆平均闲置时间（%）（2019 年）



数据来源：罗兰贝格，东吴证券研究所

图 39：加拿大车辆平均闲置时间（%）（2019 年）



数据来源：罗兰贝格，东吴证券研究所

图 40：全球共享汽车头部平台覆盖国家与城市

平台名称	模式		国家/地区	国家/地区	城市数量
TURO	C2C		4	美国、加拿大、德国、英国	5500
getaround			7	美国、德国、法国、西班牙、英国、奥地利、比利时	300
GOFun 首汽共享汽车		B2C	1	中国	80
Zoomcar Never Stop Living			1	印度	40
zipcar			7	美国、加拿大、英国、哥斯达黎加、冰岛、土耳其、中国台湾	500
CAR2GO			8	美国、加拿大、德国、法国、意大利、西班牙、荷兰、奥地利	21

数据来源：易观智库，东吴证券研究所

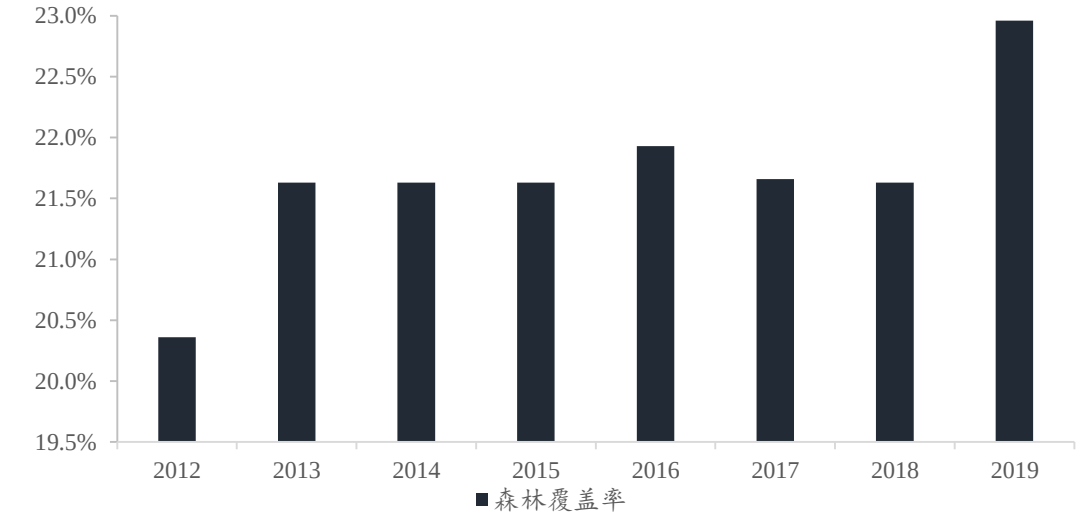
3.5. 农林和粮食

联合国粮食及农业组织数据显示农业碳排放占全球碳排放的 19%。“从农场到餐桌”的过程中也产生大量的能源消耗和粮食浪费。处理农业的碳排放已经成为气候问题的关键，目前主要通过退耕还林、植树造林减缓气候变化，利用生态化的数字农场和土壤碳封存等方式减排温室气体。此外，倡导在生活中改善饮食结构，减少粮食浪费。

加强植树造林，减轻农业生产碳排放。实现与碳中和离不开低碳农业，目前主要途径是通过恢复植被增强二氧化碳等温室气体的吸收能力。英国政府发布了“25 年环境计划”和“林地创造资助计划”，到 2060 年将英格兰林地面积增加到 12%。秘鲁等南美国家达成协议，增强雨林卫星监测，禁止砍伐并重新造林。墨西哥明确 2030 年前实现森林零砍伐的目标。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

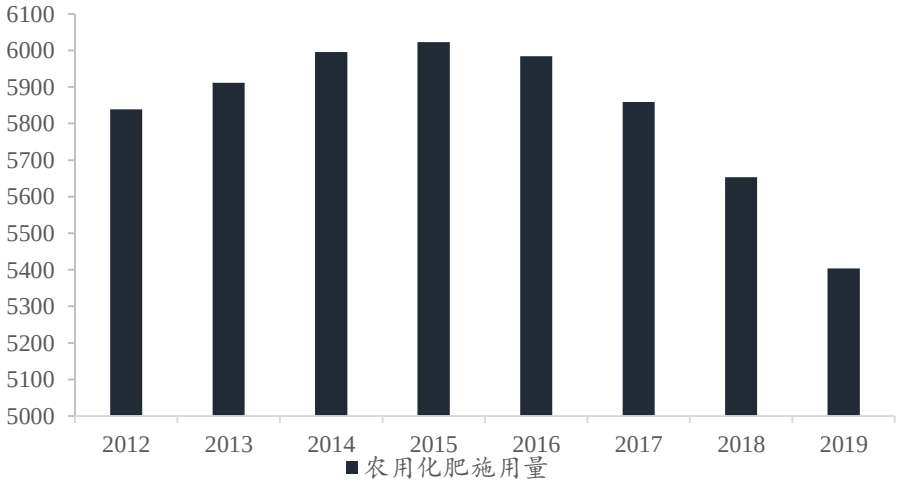
图 41：2012-2019 年我国森林覆盖率



数据来源：国家林草局，东吴证券研究所

减少化肥用量，加快农业生态转型。发展生态农业能够促进恢复生物多样性和土壤肥力，防止空气和水的污染，培育健康食物，从而减少碳排放。欧洲正在推广用有机生态农业生产代替石化农业生产，特别是化石肥料和农药的使用，欧盟数据显示目前已有6.7%的农田转为有机耕作。

图 42：2012-2019 年我国农用化肥施用量（万吨）



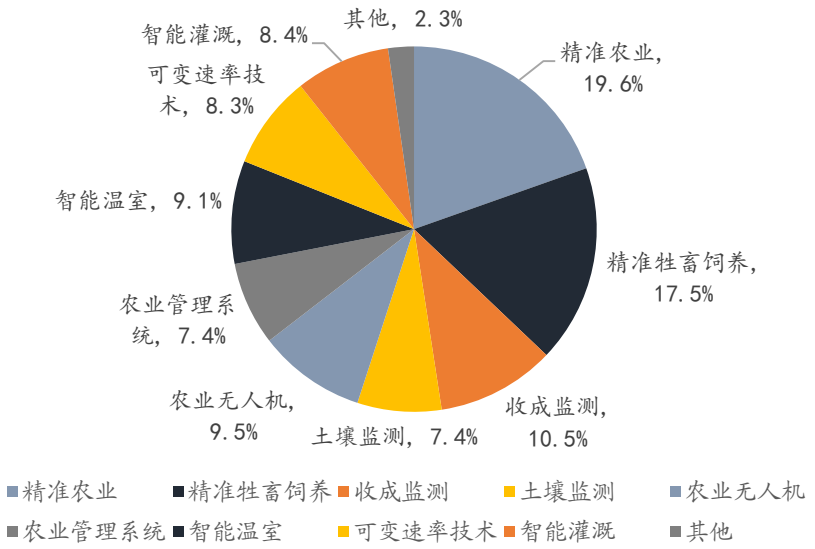
数据来源：国家统计局，东吴证券研究所

打造数字化运营农场，推行绿色生产方式。农场从机械化运营往数字化运营转型，

请务必阅读正文之后的免责声明部分

减少粮食在种植、灌溉、收获、储存、加工和包装运输到批发零售商过程中的能耗，优化粮食的种、收、存储的方式。推进农业基础设施建设，加大农业物质装备和信息化建设力度，提高畜禽养殖废弃物资源化利用率。上海嘉定区首个数字化无人农场采用无人驾驶系统的农业机械，每亩可节约 2 公斤种子，增产 10 公斤，燃油成本降低 50%以上，人力成本降低 65%以上，土地利用率提高 0.5-1%。

图 43：数字农业应用划分潜在市场规模

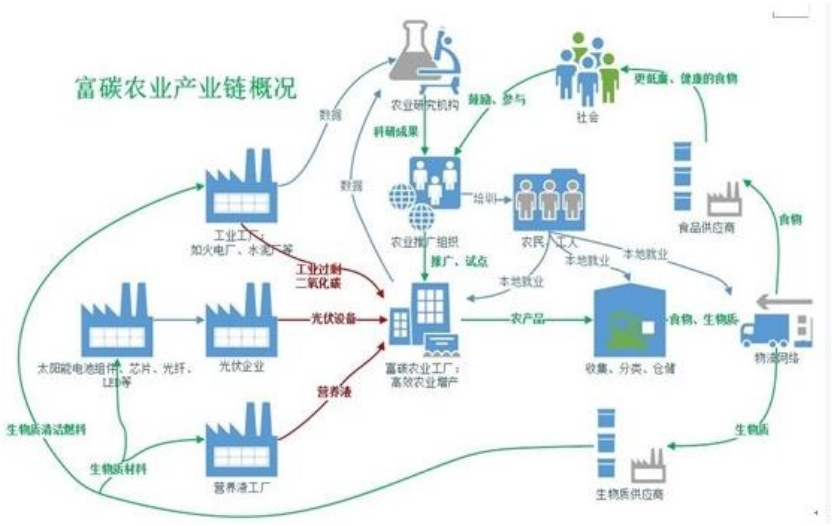


数据来源：华为《联网农业》，东吴证券研究所

土壤碳封存和富碳农业将二氧化碳变废为宝，减排温室气体。土壤是重要的碳封存途径，由于不良耕作方式、工业化和城市化等原因，世界上已有三分之一的土壤退化，限制农业生产的同时还释放大量二氧化碳。通过肥田作物，轮作和免耕农业将碳封存在土壤中，能从大气中吸收二氧化碳，还能把碳存储在土壤中帮助植物生长。此外，富碳农业可以在人工密闭环境中，利用光、气、温、水、肥、种等最佳条件组合，创造优越的光合作用环境，将工业产生的二氧化碳作为气肥用于农业生产。农牧部门数据显示，全国有 5600 万亩设施农业，按每亩用 2 至 3 吨二氧化碳计算，每年可消耗 1.1 亿至 1.6 亿吨二氧化碳。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

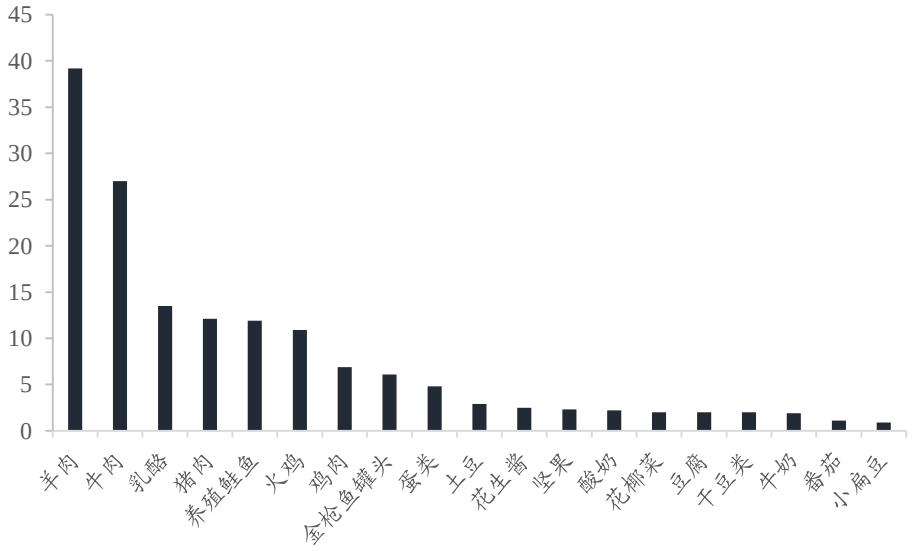
图 44：富碳农业产业链示意图



数据来源：人民网，东吴证券研究所

欧盟为气候目标加大食品投资，人造肉减缓温室气体排放：欧盟发布《生物多样性战略》和《农场到餐桌战略》，恢复退化的生态系统，制定节约粮食路线图，推动将欧盟的食品体系转变为全球标准。欧盟在 2021-2027 年为确保食品安全和供应的预算将达到 3500 亿欧元，其中 40%与实现欧盟气候目标直接相关。同时，人类饮食结构多以肉类为主，而牲畜是温室气体的主要排放源。以养殖牛为例，带来的甲烷排放导致全球变暖的潜力值是二氧化碳的 25 倍，牛粪便也会产生一氧化二氮，导致全球变暖潜力值是二氧化碳的 296 倍。在饮食结构上增加素食的比例，包括人造肉等，将有助于减少碳排放。相关人造肉标的有望受益。

图 45：每公斤食物生命周期温室气体排放量（公斤）



数据来源：美国环境工作小组，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

4. 搁浅资产

4.1. 石油、煤电、油轮船舶等产业链相关行业都将成为搁浅资产

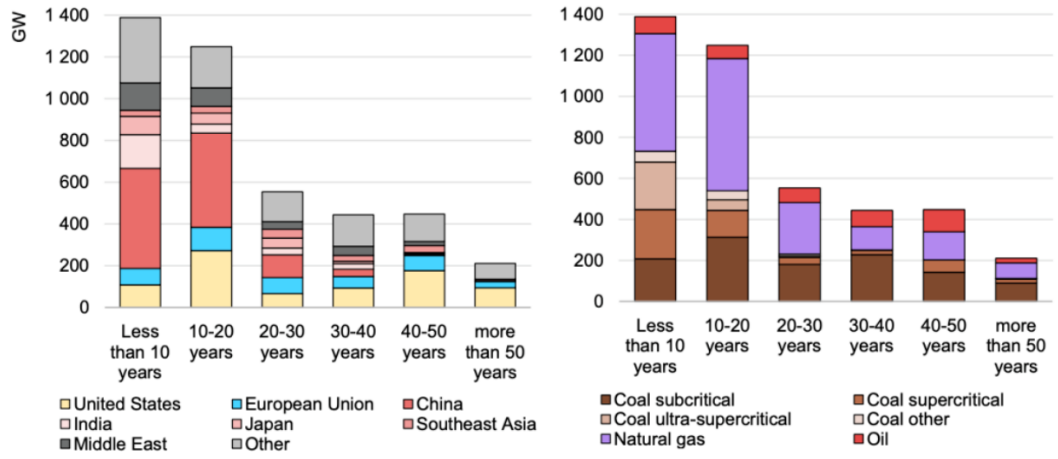
石油、煤电、油轮船舶、海洋平台、石化加工厂、储存设施相关的行业都可能成为搁浅资产：清华大学绿色金融研究中心曾经做过一项预测，在 2℃温控的背景下，核心火电企业的违约率将从 2020 年的 3%上升至 2025 年的 10%和 2030 年的 23%，最主要是由于：

1）碳交易造成碳排放行业运营成本升高：碳交易未来将会进一步覆盖到绝大多数电力和石化公司，目前我国碳交易市场仅为试点，交易仍然较不活跃，目前碳价大幅低于欧洲交易所，未来伴随着对所有碳排放企业政策的收紧，我国碳排放交易系统将在 1-2 年内覆盖所有大型火电公司，在 2-4 年内覆盖所有大型油气公司，碳价未来有望大幅上升，火电企业的成本将会进一步上行。我们认为在未来为了避免石油和煤炭企业抛售搁浅资产造成更大的污染，碳交易的政策以及碳价都可能超预期收严。

2）高污染企业所面临的碳中和风险将增加其融资成本：碳中和减排是大势所趋，**石油、煤电、油轮船舶、海洋平台、石化加工厂、储存设施**等产业链相关的行业由于远期发展趋势的恶化，银行出于对未来经营状况的担忧，类似高污染企业的贷款利率可能出现上行。过往相关企业的贷款和投资也都可能会成为搁浅资产。

3）可再生能源挤压：伴随着技术的进步，可再生能源的价格迅速下降将成为火电企业出现大面积违约最主要的原因。Global Coal Plant Tracker 的数据显示，全球运行年数在 20 年以下的煤电机组，超过三分之二在中国，占全球在运煤电机组的 40%，占中国在运煤电机组的超 90%。未来中国煤电企业将面临较大的可再生能源挤压的风险。

图 46：发电设备使用年限、技术种类及区域分布



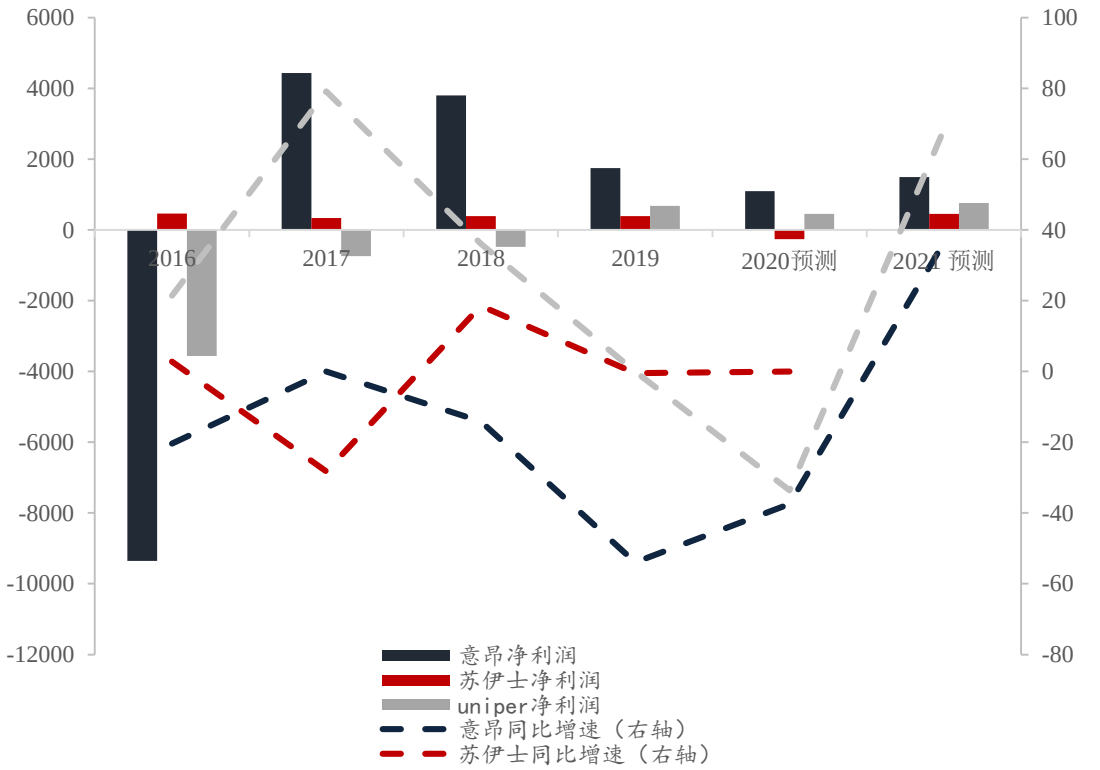
数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

从全球范围内来看，美国有 47%的燃煤电厂发电成本已经高于可再生能源发电，96%

请务必阅读正文之后的免责声明部分

的欧洲燃煤电厂发电成本高于可再生能源发电，欧洲部分公用事业龙头公司已净利润同比增速已经出现负增长的情况。

图 47：欧洲电力企业利润情况



数据来源：彭博，东吴证券研究所

4.2. 房地产搁浅资产

房地产未来也将有可能成为搁浅资产：联合国环境规划署《2019 排放差距报告》显示，建筑业目前的碳排放占全球的碳排放达到 39%左右，因此建筑业的脱碳势在必行。目前海外房地产的总资产周转率仅为 3%，97%的目前已经建成的房屋在 2050 年仍然存在。英国试点出台政策规定每一栋房屋都有能效证书，对其能效、供暖、空调等系统进行检测，若能效检测处在最低级别则无法出租和出售，房屋的价值将会取决于其能耗水平，而节能高的建筑则会有税收的减免。

未来房地产的交易定价方式发生改变，环保指标将成为重要因素之一：建筑业碳中和的改造是利他主义所驱动，而不是商业或居住需求所驱动，未来房地产的估值基于最近的可比交易的影响权重将会降低，而其环境价值所占的权重将会进一步提高。美国绿色建筑委员会的调查显示在 2018 年就有 79%的人表示愿意在 LEED 认证的房屋内工作，未来居民对绿色建筑的认可度进一步提高，未来无法满足能耗标准的建筑势必将迅速贬值成为搁浅资产，房地产市场成交量受环保政策影响可能将会出现下滑。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图 48：各国碳中和房地产政策梳理

国家/地区	主要政策内容	相关法案/战略计划
欧盟	提出“革新浪潮”倡议；计划将欧盟建筑的年翻新率由当前0.4%-1.2%的水平翻一倍；严格执行对建筑物能源性能的相关立法，审查建筑产品法规，确保新建筑及翻新建筑在所有阶段均符合循环经济的要求，同时促进建筑的数字化以及气候防护；考虑将建筑部门的碳排纳入欧洲碳排放交易体系	European Green Deal
英国	到 2028 年，每年安装 60 万台热泵；按照“未来住宅标准”建造的建筑应当做好“零碳”准备，其二氧化碳排放量应比当前标准低 75%-80%；计划到 2030 年将 150 万户住宅的能源效率提升至 EPC 的 C 标准	The ten point plan for a green industrial revolution
德国	将提高能效与可再生能源的使用相结合；计划大量投资于具有高能源标准的建筑项目；建筑物中的供暖、制冷及电力供应逐步转向可再生能源；到 2050 年，实现建筑物的气候中立，并将建筑行业的一次能源需求相比 2008 年的水平降低至少 80%	Climate Action Plan 2050
法国	加快建筑物翻修的进展，并为建筑物的能源改造计划投入大量资金；提高建筑物的能效性能，并增加对环保资源的利用，最大限度地利用脱碳能源，同时以只使用脱碳能源为目标；到 2030 年，实现建筑部门与 2015 年相比减排 49%，2050 年实现建筑行业完全脱碳	The National Low-Carbon Strategy (SNBC)
丹麦	设定建筑构件的最低效率标准，并要求在翻修建筑时需要符合该标准；将能耗评级融入建筑规例中，促进建造极低能耗的新建筑物	Energy Strategy 2050
美国	改革并规范建筑流程，计划订立全国性的建筑性能标准；通过税收等激励政策促进业主提高住宅能源效率；计划在 2030 年前达到新建筑的完全零碳排放	拜登气候政策
日本	以 2050 年的目标为支撑，对 LCCM 住宅以及 ZEH · ZEB 进行推广与普及，同时推进高性能材料、高效率设备以及可再生能源的使用，并进行能源节约型翻修；利用人工智能、物联网等进行住宅能源管理并对住宅节能标准进行修改以及相应的提升	绿色增长战略

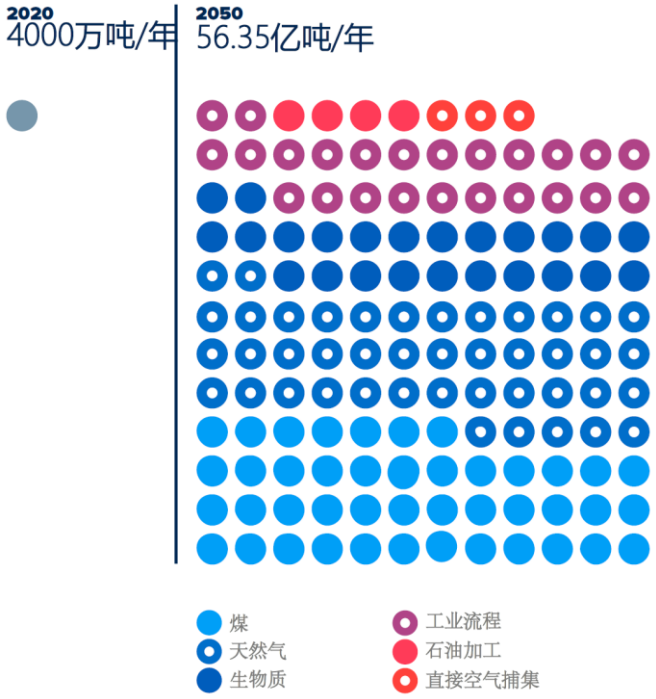
数据来源：各国政府官网、碳排放交易网、经济参考报，东吴证券研究所

4.3. 二氧化碳捕捉技术搁浅

二氧化碳捕捉技术(CCS)未来也同样可能成为搁浅资产技术：目前二氧化碳捕捉技术主要希望应用于电力和工业系统。在二氧化碳被捕捉之后可以由管道、汽车和船舶来

运输至海洋压缩，而公路和船舶运输只能用于小规模运输，若想通过管道运输二氧化碳，必须建造一个全球性的吸收-集气-压缩-运输-存储的体系，IEA 数据显示目前每年二氧化碳的补集量为 4000 万吨/年，预计 2050 年将会达到 56.35 亿吨/年。所要求的吞吐量要比目前全球年处理量大的多，井、管道、压气站和存储设施等基础设施需要花费相当大的成本以及时间，因此目前投入大量资金的二氧化碳捕捉技术也有搁浅的可能。

图 49：IEA 预测的二氧化碳捕集量（亿吨/年）



数据来源：IEA，东吴证券研究所

5. 风险提示

1）碳中和推进超预期影响企业业绩；

2）气候环境灾害影响经济正常运转，出现比如停电、水灾等气候灾害，影响公司正常运转；

3）企业需要支付额外的碳排放成本，碳交易管控推动上游原材料价格上涨。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

6. 附表：碳中和推荐标的

图 50：碳中和推荐标的

股票名称	行业	推荐逻辑
宁德时代	电新	全球锂电绝对龙头；明年国内外需求加速：国内份额维持 50%+，预计三年内海外份额提至 20-25%；远期空间大，25 年预计出货 350gwh+
隆基股份	电新	硅片全球寡头，21 年市占率 50%+，成本优势显著，大尺寸结构改善优化毛利率；组件同样全球龙头，产业链延伸极高一体化率+高端高效+出口结构优秀
三峡水利	公用事业	得州大停电及国内四川、湖南限电事件表明，风电光伏大发展的同时，电网投资必须要跟上，国网盈利能力持续下降，投资强度持续增强，只有引入社会化资本，强推唯一可能承接国网优质存量资产的标的
盈峰环境	环保	环卫装备龙头，电动提振&服务衍生新成长
瀚蓝环境	环保	垃圾焚烧刚性增长现金流改善，商业模式优化 CCER 附加收益确定性增强
宝钢股份	钢铁	环保效益高，能受益碳中和；母公司宝武集团产能多，产能目前稀缺具备资源属性，宝钢有望受益平台优势
昊华科技	化工	具备碳捕集技术应用潜力，碳捕集作为“碳中和”产业链关键环节有望迎来大发展

数据来源：Wind，东吴证券研究所

请务必阅读正文之后的免责声明部分

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准:

公司投资评级:

买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上;

增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间;

中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间;

减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间;

卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级:

增持： 预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5%以上;

中性： 预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘-5%与 5%;

减持： 预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址： http://www.dwzq.com.cn

