



建筑行业之绿色建筑篇（上）——

绿色建材：聚焦传统产能技改与新型节能建材

■ 国家政策引领下的绿色建材低碳化生产，预计在 2030 年将形成超过 5800 亿元的市场规模。绿色建材拥有节能、减排、安全、便利和可循环特征，在近几年的投融资活动呈现波动上升的趋势。

■ 聚焦能效标杆水平比例提升，钢铁在低碳改造方面至 2030 年的低碳化改造投资规模或超 880 亿元，水泥和平板玻璃也将相应超过 600 亿元和 300 亿元水平。钢铁、水泥和平板玻璃作为传统核心建材，其产能的燃烧碳排放和过程碳排放是重要攻克难点，通过对生产链各个环节的低碳改造如防范过剩产能、加强原燃料替代、建设数字工厂、采用 CCUS 技术等能够有效实现该等领域的绿色生产。

■ 绿色建材运输投资规模至 2030 年或将超 950 亿元。我国的建材运输大多采用传统的公路运输，“公改铁”“公改水”以其降碳有效性和经济性逐步成为未来建材运输结构调整的主攻方向，预计至 2030 年绿色建材运输投资规模将超 950 亿元。

■ 废弃建材回收利用市场规模至 2030 年或将超 2300 亿元。建材领域的核心待回收利用材料分别为废弃混凝土，废弃钢材与废弃玻璃等。结合各类型建材碳排放占建材生产运输阶段的比例，整体废弃建材回收利用量级至 2030 年预计能达到近 10 亿吨，回收利用率提高至 50% 以上，建筑垃圾回收利用市场规模有望突破 2300 亿元。

■ 节能材料赋能建筑运行过程减碳，至 2030 年整体市场规模或超 6000 亿元。其中，在建筑制冷方面，镀膜玻璃因其节能、隔热、防辐射特性成为市场主流，预计到 2030 年镀膜玻璃市场规模将达到约 280 亿元；在建筑采暖方面，优质保温材料能有效阻挡冷热空气侵入，减少能量损失，预计到 2030 年建筑保温材料市场规模将超 3960 亿元。

■ BIPV（光伏建筑）在 2030 年的增量潜在市场规模可达近 640 亿元。作为一种新兴技术，BIPV 将光伏发电系统与建筑物结合，实现电力自给自足和节能减排，商业模式多样，未来发展空间广阔。预计到 2030 年，其增量潜在市场规模可达 638.59 亿元。随着 CCER 交易重启，BIPV 项目有望为 CCER 市场注入新动力，进一步促进建筑业的绿色减排行动。

雷霆

行业研究员

招商银行研究院

☎：0755-82954616

✉：leit@cmbchina.com

何勇

策略规划与执行岗

总公司金融总部

☎：0755-83138449

✉：heyong06@cmbchina.com

董禄奇

基础设施行业经营团队经理

总行基建行业战略客户部

☎：0755-88026549

✉：dongluqi@cmbchina.com

廖高

战略客户经理

总行基建行业战略客户部

☎：0755-88026331

✉：liaogao052244@cmbchina.com

黄子芮

战略客户经理

总行基建行业战略客户部

☎：0755-88026597

✉：ziruihuang@cmbchina.com

实习生 吴彤

参与本文撰写工作

目录

一. 建材绿色化生产：政策扶持与市场需求的驱动	2
1.1 【绿色建材】2030 年低碳化生产市场规模或超 5800 亿元	3
1.2 【水泥】低碳化改造 2030 年投资规模或达 600 亿元	5
1.3 【平板玻璃】低碳化改造 2030 年投资规模或达 300 亿元	10
二. 建材运输与回收利用：实现生产之后的绿色闭环	12
2.1 【运输】低碳化改造 2030 年投资规模或超 950 亿元	13
2.2 【回收利用】市场规模 2030 年或将突破 2300 亿元	14
三. 现代化建材：节能建材与 BIPV 合力点亮未来建筑	18
3.1 【制冷节能】镀膜玻璃 2030 年市场有望达约 280 亿元	19
3.2 【采暖节能】保温材料 2030 年市场有望达约 3960 亿元	21
3.3 【光伏增能】BIPV 市场规模至 2030 年或达近 640 亿元	23

图目录

图 1: 全球碳排放按行业分布 (2020)	1
图 2: 中国碳排放按行业分布 (2020)	1
图 3: 建筑行业减碳的核心或在于建材的生产应用阶段	2
图 4: 《绿色建材产业高质量发展实施方案》目标	3
图 5: 绿色建材投融资情况	4
图 6: 绿色建材营业收入	4
图 7: 水泥减碳技术改造升级涉及的产业链构成	6
图 8: 水泥绿色生产路径	6
图 9: 水泥烧成系统富氧燃烧流程	8
图 10: 水泥产量及增速	9
图 11: 低碳水泥市场规模	9
图 12: 玻璃减碳技术改造升级涉及的产业链构成	10
图 13: 玻璃绿色生产路径	11
图 14: 建材运输结构调整思路	13
图 15: 部分废弃建筑材料处理后的再生材料	15
图 16: 建筑垃圾回收利用市场规模预测	17
图 17: 分建筑类型排放变化趋势 (亿 tCO ₂)	18
图 18: 分气候区建筑碳排放变化趋势 (亿 tCO ₂)	18
图 19: 镀膜玻璃类型划分	19
图 20: 镀膜等新玻璃材料的商业模式	20
图 21: 镀膜玻璃市场规模	20
图 22: 外墙保温材料的商业模式	22
图 23: 外墙保温材料市场规模	23
图 24: 不同建筑场景应用 BIPV 类型不同	24
图 25: BIPV 的商业模式	25
图 26: BIPV 与 CCER	26

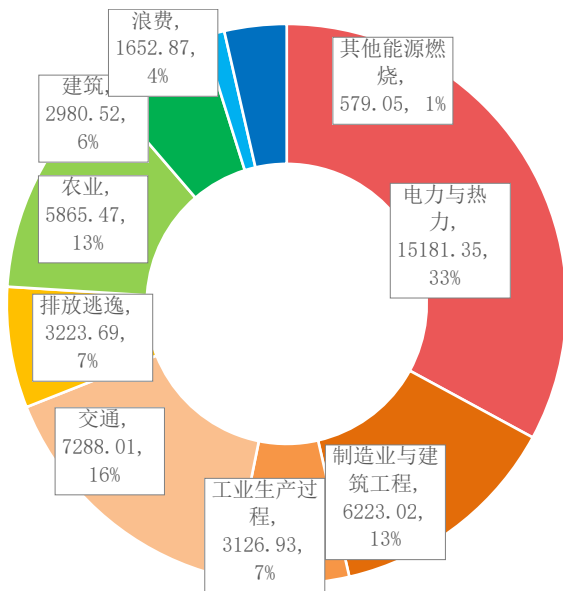
表目录

表 1: 新建绿色建材低碳化生产的市场规模预测.....	4
表 2: 钢铁低碳化生产的投资规模预测（当年值）.....	5
表 3: 水泥低碳化生产的投资规模预测（当年值）.....	9
表 4: 平板玻璃低碳化生产的投资规模预测（当年值）.....	12
表 5: 绿色建材运输的投资规模预测（当年值）.....	14
表 6: 外墙保温材料分类.....	21
表 7: BIPV 增量市场规模预测.....	26

根据 Climate Watch 数据统计，2020 年全球碳排放行业构成中建筑碳排放占比全行业 6%，制造业与建筑工程碳排放占比全行业 13%；回到国内视角下，这两项数据则分别为 4%与 22%。若从这一视角判断，无论国内分布还是放眼全球，建筑行业的碳排放占比均不应超过 20%。

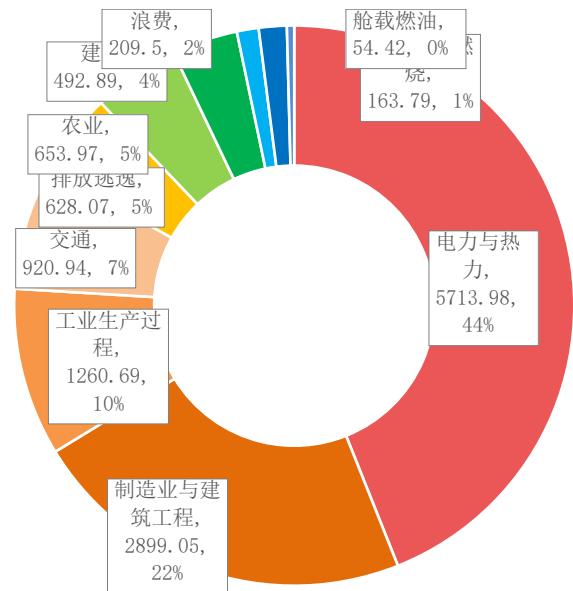
然而国内建筑相关碳排放的实际情况可能远超 Climate Watch 的统计数据。由于建筑行业产业链上游直接关联至钢铁、水泥等“排碳大户”工业品制造，而下游又与家电能耗、冬季供暖等居民生活端的核心碳排放直接相关，因此在讨论“绿色建筑”时，就不能仅着眼于建筑施工行业本身，而应把目光放于其整个建筑行业产业链。

图 1：全球碳排放按行业分布（2020）



资料来源：Climate Watch，招商银行研究院

图 2：中国碳排放按行业分布（2020）

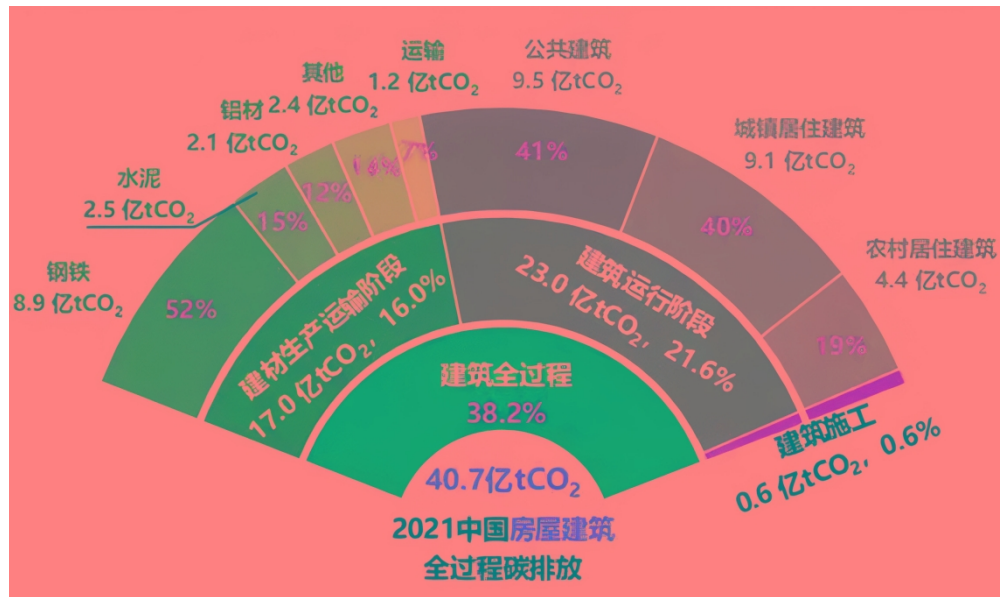


资料来源：Climate Watch，招商银行研究院

2023 年 12 月 27 日，中国建筑节能协会和重庆大学在重庆联合发布了《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》。根据报告披露数据，2021 年建筑全过程碳排放 40.7 亿 tCO₂，占比全国碳排放约 38.2%；其中建材生产运输阶段排放 17.0 亿 tCO₂，占比全国碳排放约 16%；建筑运行阶段排放 23.0 亿 tCO₂，占比全国碳排放约 21.6%；建筑施工碳排放 0.6 亿 tCO₂，占比全国碳排放约 0.6%。

从统计数据结果来看，建筑施工阶段的碳排放对于建筑全过程碳排放影响较低，行业整体的碳排放主要由建材生产运输阶段与建筑运行阶段贡献。从细部数据来看，钢铁行业碳排放占建材生产运输阶段碳排放比例过半（52%），其他分别为水泥（15%）、铝材（12%）以及建材运输阶段（7%）；而建筑运行阶段的碳排放则主要由公共建筑（41%）与城镇居住建筑（40%）贡献，农村居住建筑碳排放占比相对较低（19%）。

图 3：建筑行业减碳的核心或在于建材的生产应用阶段



资料来源：《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》，招商银行研究院

注：建造阶段的建材碳排放和施工碳排放仅包含房屋建筑，不涉及基础设施建材碳排放仅为能源碳排放，不含建材的工业过程碳排放；全国能源相关碳排放总量 106.4 亿 tCO₂，数据源自国际能源署 (IEA)。

此处值得注意的是，由于《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》中公布的数据为时间节点（一年）的切片数据，而在单一切片中，在施工中的建筑规模会远低于全部建成建筑，因此在此统计数据中存在对于单位施工项目碳排放低估的可能性。

因此，本文分析讨论“绿色建筑”领域的“绿色金融”市场空间，可以分别从“建筑材料”端、“建筑施工”端与“建筑运行”端分别入手。

一. 建材绿色化生产：政策扶持与市场需求的驱动

由于建筑行业在节能降碳领域尚有较大挖掘潜力，我国正积极推动建筑行业向绿色、低碳转型，包括《绿色建材产业高质量发展实施方案》等一系列政策文件的出台，明确了发展目标和实施举措，为行业发展创造了有利环境。在政策引导下，绿色建材的投融资活动呈现波动上升的趋势，2019 年至 2023 年间，年均融资金额超过 30 亿元，显示出资本市场对绿色建材领域的兴趣和投资意愿不断增强。预计到 2030 年，绿色建材低碳化生产的市场规模将超过 5800 亿元，展现出巨大的市场潜力和发展前景。

钢铁、水泥和平板玻璃等基础材料的低碳化生产技术不断提升，如钢铁行业的能效标杆水平比例提升与短流程炼钢置换，水泥行业的源头低碳、过程减



碳和末端去碳技术的研发，以及平板玻璃行业的全氧燃烧、余热发电等节能降碳技术的应用，都为绿色建材的广泛应用奠定了坚实的技术基础。在国家政策支持、市场需求增长的推动下，若聚焦能效标杆水平比例提升，钢铁在低碳改造方面至 2030 年的低碳化改造投资规模或为 880 亿元，水泥和平板玻璃也将相应达到 600 亿元和 300 亿元水平。

1.1 【绿色建材】2030 年低碳化生产市场规模或超 5800 亿元

“绿色建材”是指在生产、使用和废弃处理等全生命周期中对环境友好的建筑材料，涉及可持续采集的原料、节能高效的生产过程，以及能促进建筑物能效和室内环境健康的产品（促进建筑节能的建材部分将放在建筑运行减碳部分分析）。

国家政策为绿色建材发展提供强有力的支撑，发挥了引导性作用。《绿色建材产业高质量发展实施方案》《关于恢复和扩大消费措施的通知》《关于促进家居消费若干措施的通知》等产业政策相继颁布，涵盖应用范围、发展方向、目标设定、实施举措等多个维度，致力于为绿色建材发展提供良好的生产经营环境。其中，《绿色建材产业高质量发展实施方案》提出了绿色建材 2026 年和 2030 年的发展目标。

图 4：《绿色建材产业高质量发展实施方案》目标



到2026年

绿色建材年营业收入超过3000亿元，2024-2026年年均增长10%以上。总计培育30个以上特色产业集群，建设50项以上绿色建材应用示范工程，政府采购政策实施城市不少于100个，绿色建材产品认证证书达到12000张，绿色建材引领建材高质量发展、保障建筑品质提升的能力进一步增强。



到2030年

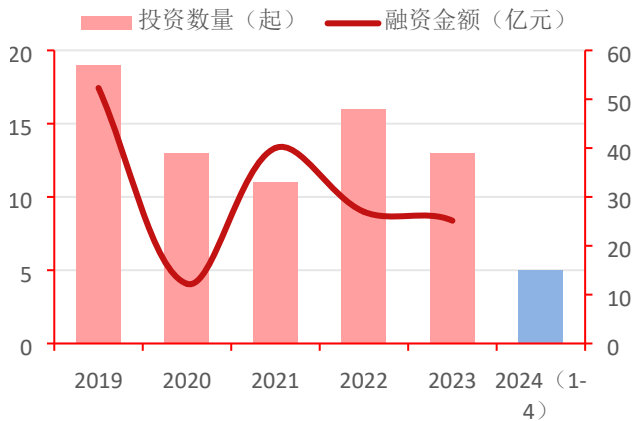
绿色建材全生命周期内“节能、减排、低碳、安全、便利和可循环”水平进一步提升，形成一批国际知名度高的绿色建材生产企业和产品品牌。



资料来源：中国政府网，招商银行研究院

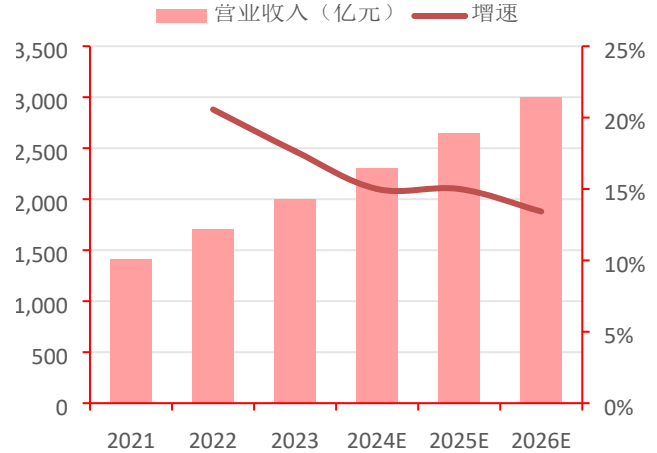
近几年，绿色建材的投融资情况呈现波动上升趋势，稳定供给持续为市场带来有生活力。2019 年至 2023 年间，绿色建材的投资事件数量在 10-20 起间波动，年均融资金额超过 30 亿元规模，显示出投资者对绿色建材领域的投资意愿较高。

图 5：绿色建材投融资情况



资料来源：IT 桔子，招商银行研究院

图 6：绿色建材营业收入



资料来源：工信部，招商银行研究院

尽管仍将受到房地产新开工面积下滑的影响，但绿色建材应用比例的增加、价格增幅以及对绿色建筑的总体需求提升，仍有望推动市场规模的扩张。加之国家对建筑节能改造的大力支持，整体的绿色建材行业未来预期向好。

在政策指导下，绿色建材营业收入预期会呈现持续增长态势。2021 年该行业的营业收入达到 1410 亿元，2022 年近 1700 亿元，到 2026 年将朝着超过 3000 亿元的目标前进，根据预测至 2030 年新建绿色建材低碳化生产的市场规模有望增长至 5800 亿元。

表 1：新建绿色建材低碳化生产的市场规模预测

	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
房屋新开工面积 (万平方米)	95,376	81,070	72,693	69,315	65,849	67,166	68,509	69,879
同比增速	-20%	-15%	-10%	-5%	-5%	2%	2%	2%
绿色建筑应用比例	55%	58%	60%	63%	65%	67%	69%	70%
传统单位造价 (元/平方米)	2,150	2,200	2,250	2,300	2,350	2,400	2,450	2,500
建材占总工程费用比例	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
绿色建材低碳化生产比例	60%	62%	65%	67%	70%	73%	75%	80%
新建绿色建材低碳化生产市场规模 (亿元)	4,060	3,848	3,841	4,038	4,225	4,731	5,212	5,870

资料来源：观研天下，招商银行研究院

注：新建绿色建材低碳化生产市场规模=当年房屋新开工面积*每平方米均价*建材费用占比*绿色建筑应用比例*绿色建材低碳化生产比例

建筑业是一个历史悠久的行业领域，其在选择原材料时不仅需考虑结构安全和耐久性，还要考虑行业的可靠度保守性与成本的规模经济性等因素。水泥、钢铁、玻璃等传统建筑材料作为建筑行业的基础材料，在结构强度、持久性和

成本效益方面目前仍无可比拟。尽管近年来的部分新兴建筑材料可能在某些参数方面展示出了一定的潜力，但若想完全替代传统建材成为行业主导材料仍言之尚早，短期内建筑行业的材料选择或仍将以传统建材为主；因此本章节后文的分析将重点围绕钢铁、水泥、玻璃等传统建材的低碳化生产展开。

钢铁低碳化改造方面，根据招商银行研究院 2024 年发布的相关报告《钢铁行业深度研究报告之绿色融资篇——关注低碳转型 2025 节点，拆解重点区域改造融资需求》，钢铁作为建筑行业降碳的重要领域，目前约有三成粗钢仍待改造。为达到 2025 年相应政策目标，钢铁在超低排放改造方面尚需 1350 亿元投资额，在能效标杆水平比例提升方面将新增 1440 亿元投资额，2024-2030 年短流程炼钢置换或涉及投资额约 1500 亿元。基于以上测算，聚焦能效标杆水平比例提升，按照湛江鞍钢极致效能吨钢投资 720 元计算，同时根据 2020 年冶金工业规划研究院数据，我国钢铁工业购入能源中，电力与油气能源约占 8%，煤炭和焦炭占比高达 92.0%；假设 2030 年电力与油气等清洁能源在钢铁生产能耗中占比达到 20%，则可以测算出钢铁在 2030 年的低碳化改造投资规模或达 880 亿元，其中，能效提升类设备改造投资规模 160 亿，燃料转型投资 720 亿。

表 2：钢铁低碳化生产的投资规模预测（当年值）

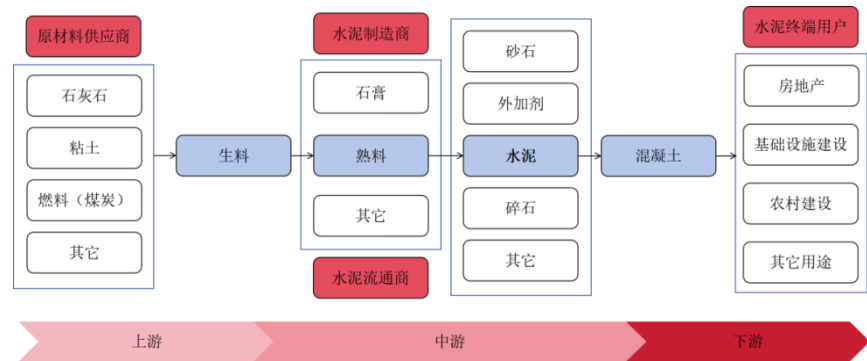
	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
粗钢产量（亿吨）	10	10	10	10	10	9	9
低碳产能比例	26%	32%	38%	45%	51%	57%	63%
燃料转型产能比例	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
单位燃料转型成本（元/吨）	400	396	395	393	392	390	390
单位设备改造成本（元/吨）	300	298	297	295	292	290	290
燃料转型总成本（亿元）	554	582	613	641	670	697	726
设备改造总成本（亿元）	148	175	173	198	166	164	162
投资规模（亿元）	702	757	785	839	837	861	888

资料来源：国家统计局，招商银行研究院

1.2 【水泥】低碳化改造 2030 年投资规模或达 600 亿元

水泥的生产过程较为复杂，需完成生料制备、熟料煅烧、水泥粉磨三个工艺环节。在碳排放方面，熟料煅烧环节的碳排放占比为 95% 以上，主要来自化石燃料燃烧（燃烧排放，占 35%）以及碳酸盐分解产生的二氧化碳（过程排放，占 60%），而电力消耗产生的碳排放约占全流程的 5%。以我国目前的水泥工艺水平，吨水泥的碳排放强度约为 0.58 吨二氧化碳当量，吨熟料的碳排放强度约为 0.86 吨二氧化碳当量。

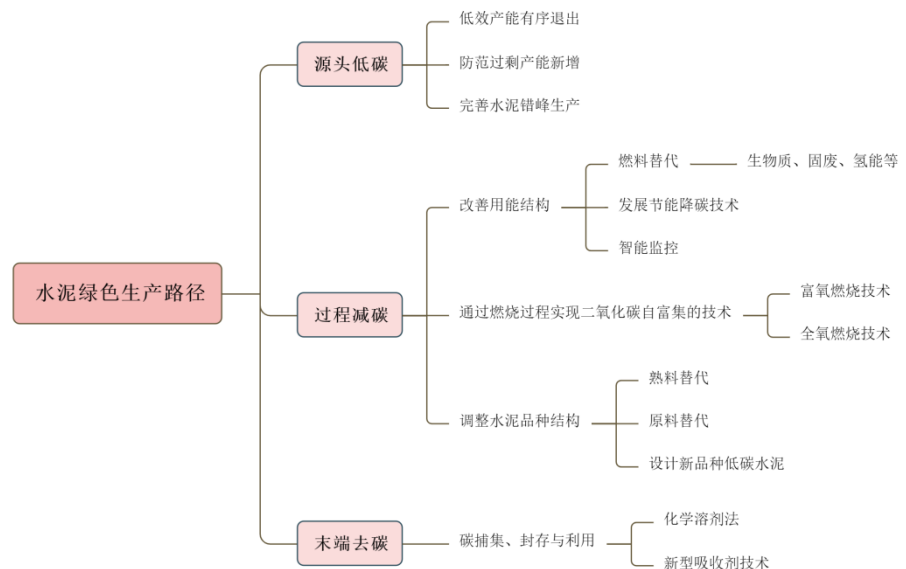
图 7：水泥减碳技术改造升级涉及的产业链构成



资料来源：招商银行研究院

目前，我国的水泥生产高度依赖化石燃料，替代能源的替代比例相较于发达国家而言较低，且过程排放（以石灰石为核心原材料）是水泥行业减排的最大难点。《水泥行业碳减排技术指南》指出到 2025 年，水泥行业能效标杆水平以上的熟料产能比例达到 30%，能效基准水平以下熟料产能基本清零，行业节能降碳效果显著，绿色低碳发展能力大幅增强。为此，水泥行业的绿色低碳路径需着眼于源头低碳、过程减碳和末端去碳。

图 8：水泥绿色生产路径



资料来源：招商银行研究院

1) 源头低碳：

- a) 防范过剩产能新增，低效产能有序退出。加强总量控制，严控新增产能，推动产业向高端化、高附加值迈进。严格落实水泥产能

置换政策，加大对过剩产能的控制力度，确保总产能维持在合理区间。

- b) **完善水泥错峰生产。**精准施策安排好错峰生产，推动全国水泥错峰生产有序开展。

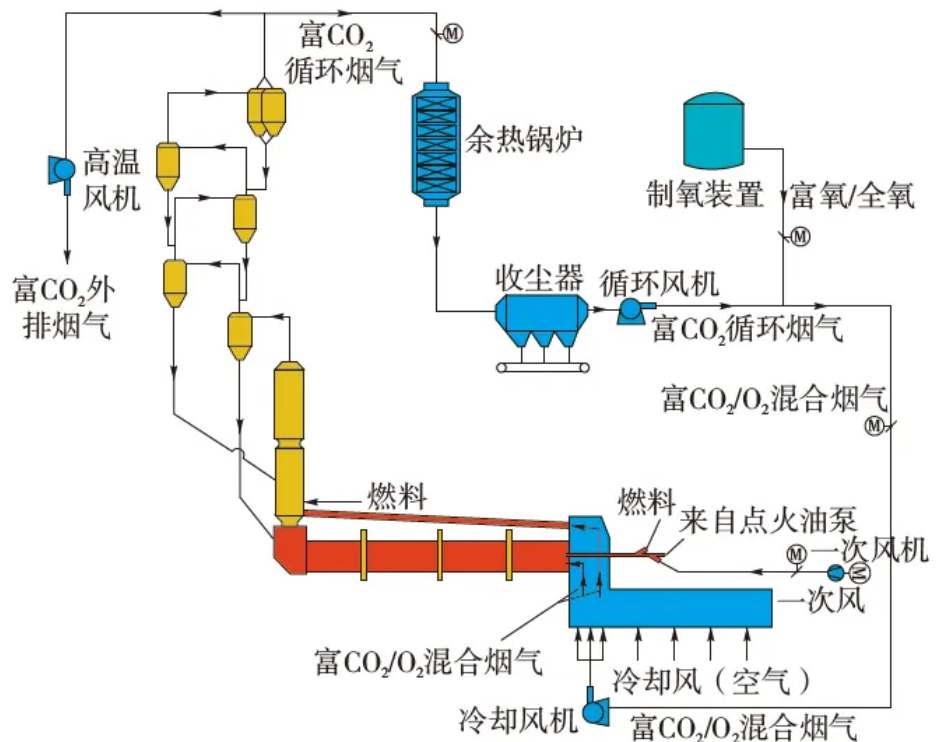
2) 过程减碳：

- a) **改善用能结构。**改变以煤炭为主体的燃料结构，加大低碳能源在燃料及电力中的替代率，主要是使用固体废物、生物质燃料，以及其他新型燃料如氢能、电力等作为替代，加大低温余热高效利用技术的研发推广力度；采用分布式光伏等可再生能源，降低外购电力消耗；突破全氧、富氧、电熔等工业窑炉节能降耗技术；加强计量和能源数据的在线监控，实现智能化管理。
- b) **通过燃烧过程实现二氧化碳自富集的技术：**主要包括**富氧燃烧技术**和**全氧燃烧技术**，这些技术能够有效提高二氧化碳的浓度，从而降低捕集成本并减少对环境的影响。富氧燃烧技术是通过提高燃烧空气中的氧气含量，减少燃料的使用量，减少废气排放和能源消耗，进而提高燃烧效率。而全氧燃烧技术则使用纯氧替代空气进行燃烧，燃烧后的尾气通过循环富集等方式可使 CO₂ 浓度达到 85% 以上。可以大幅降低后端烟气的 CO₂ 捕集成本，提高燃烧效率。

这类技术目前已经在部分工厂中实现应用，如山东青州中联水泥有限公司实施的全氧燃烧耦合碳捕集工程，使烟气中二氧化碳浓度从常规的 20% 至 30% 提高到 75% 以上，有效降低了碳捕集提纯系统运行成本。但值得注意的是，富氧燃烧技术需要增加空气分离制氧系统，而全氧燃烧技术需要额外的氧气制备系统，在增加了系统的复杂性之外，也提高了生产过程的全流程成本，或在一定程度上限制了该技术的大规模应用。

- c) **调整水泥品种结构。**熟料替代，即控制水泥中的熟料用量，降低单位水泥碳强度；原料替代，即替换原料中的部分石灰石，提高磷石膏、氟石膏、锰渣、赤泥、钢渣等含钙资源的替代比重；废物利用，即利用工业废渣如矿渣、粉煤灰、炉渣、石膏等作为水泥生产的替代原料，通过配料调整和工艺优化，实现资源化利用；设计新品种低碳水泥，研发非硅酸盐矿物为主导矿相的新型熟料体系，如高贝利特水泥、硫（铁）铝酸盐水泥等，支持发展高品质水泥、特种专用水泥和散装水泥等。

图 9：水泥烧成系统富氧燃烧流程



资料来源：《水泥》杂志，招商银行研究院

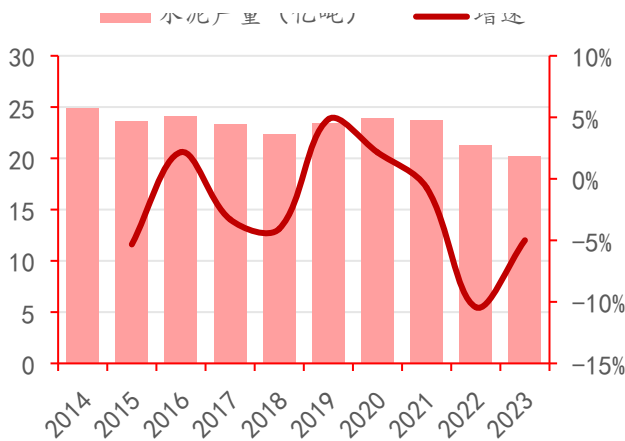
3) 末端去碳：

- a) **化学溶剂法：**包括可再生能循环使用的 MEA（一乙醇胺）有机胺溶剂，以及大连理工大学张永春教授团队开发的低浓度 CO₂ 捕集、高浓度 CO₂ 提纯技术；
- b) **新型吸收剂技术：**以双胺为活性中心的新型吸收剂，消除因伯仲胺与氧气反应的弊端，运行全过程中不损耗不补加。

这些技术不仅能够捕集二氧化碳，还能在有效降低生产能耗（新型吸收剂技术综合能耗只有 2.2GJ/TCO₂）与运行成本的同时提高回收二氧化碳气体的产品质量（能够将 CO₂ 提纯到 99.9%食品级和最高达到 99.9999%（电子级）的世界最高水平）。

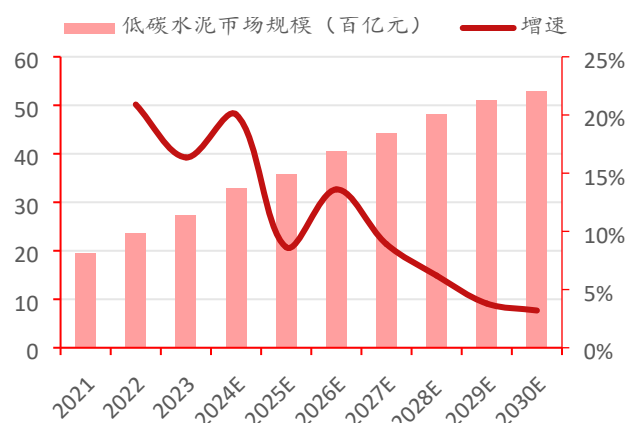
受近年来投资增长整体放缓、房地产下行、上游原燃料成本提高、环保能耗约束力增强等因素的影响，水泥产量下滑态势明显，未来年增速预计在-5%，可能会对传统产品生产成本端的技术改造升级项目造成一定阻力；同时受国际形势不断变化的影响（如主流呼吁环保的西方国家近年来在碳中和行动相关的发言表态的调整），也或将为该类技术的推进带来一定的不确定性。

图 10：水泥产量及增速



资料来源：国家统计局，招商银行研究院

图 11：低碳水泥市场规模



资料来源：中国水泥网，头豹研究院，招商银行研究院

注：市场规模=水泥销量*销售价格*低碳水泥的产能占比，低碳水泥在 2020 年以前按照 GB16780-2012 标准的先进值，2021 至 2030 年预测按照 GB16780-2021 标准的先进值；销售价格按照最广泛应用的 P.042.5 散装水泥价格测算

根据国家政策规定，至 2025 年，水泥行业应确保能效标杆水平的产能比例超过 30%，且水泥窑使用替代燃料技术生产线比例达到 30%。综合考虑市场平均成本水平及通货膨胀因素的影响，预计水泥的总成本将约为 310 元/吨。其中，实施节能低碳措施所需的设备改造成本占整体成本的 33%，而燃料转型成本则按市场估算为 98 元/吨。鉴于水泥低碳化生产的核心措施在于设备更新和燃料节能，且水泥低碳技术发展相对成熟，因此推算出 2025 年该领域的投资规模将达到 644.10 亿元，至 2030 年规模或可达到 617.34 亿元，其中能效提升类设备改造投资规模 80 亿，燃料转型投资 530 亿。

表 3：水泥低碳化生产的投资规模预测（当年值）

	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
水泥产量 (亿吨)	19	18	17	16	16	15	14
低碳产能比例	26%	32%	38%	45%	51%	57%	63%
燃料转型产能比例	28%	30%	32%	34%	36%	38%	40%
单位燃料转型成本 (元/吨)	100	98	97	96	95	95	95
单位设备改造成本 (元/吨)	100	98	97	96	95	95	95
燃料转型总成本 (亿元)	538	537	538	538	535	537	537
设备改造总成本 (亿元)	115	107	100	111	89	85	81
投资规模 (亿元)	653	644	638	649	625	622	617

资料来源：国家统计局，招商银行研究院

低碳水泥的产品市场前景或相对更加乐观。据统计，2023 年按照市场价格估算，全国低碳水泥市场规模突破至 2700 亿元，较 2018 年复合增长了 34.16%。未来，随着国家碳中和政策的推动以及碳交易体系的发展，我国低碳水泥市场规模有望进一步扩容，三年内市场规模有望突破 4000 亿元规模，至 2030 年达到 5300 亿元。

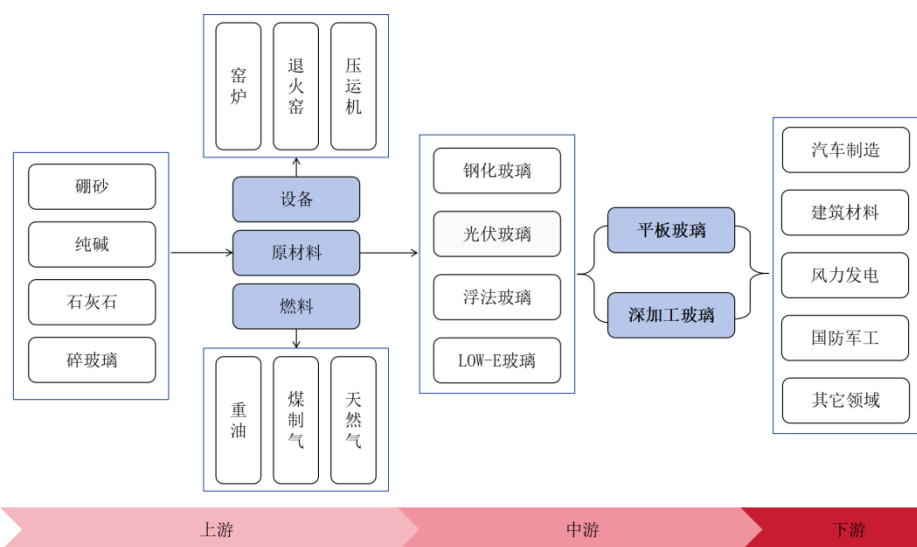
此处需要说明的是，据 GIR（Global Info Research）测算，2030 年全球绿色水泥的市场规模仅数百亿美元，据此估计我国低碳水泥市场规模也将为数百亿人民币的市场规模。我们认为此处的测算差异可能源于对低碳水泥本身的产品定义和界定标准不同。

1.3 【平板玻璃】低碳化改造 2030 年投资规模或达 300 亿元

平板玻璃的碳排放主要有三个来源：化石燃料燃烧，原料分解或碳氧化和耗电耗能过程中的排放，三者占比分别为 60%、27%和 13%。平板玻璃行业 86%以上的碳排放都来自生产过程，其中原料及燃料消耗占据主要部分。

深加工玻璃来源于对平板玻璃的再加工，能源需求和碳排放通常较低，且在光伏、电子和建筑节能三大应用领域拥有广阔的发展空间。从玻璃原料的加工处理、熔化、澄清到成型、退火、切裁、包装和运输，每一步都需要消耗能源。其中熔窑部分占玻璃厂总能耗约八成以上，是重点耗能环节。

图 12：玻璃减碳技术改造升级涉及的产业链构成



资料来源：招商银行研究院

根据《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》，到 2025 年，平板玻璃行业能效达到标杆水平的产能比例要超过 30%，行业整体能效水平明显提升，碳排放强度明显下降，绿色低碳发展能力显著增强。类似水泥

行业，平板玻璃的减碳逻辑同样可以沿源头降碳、过程节碳、末端去碳三方面展开。

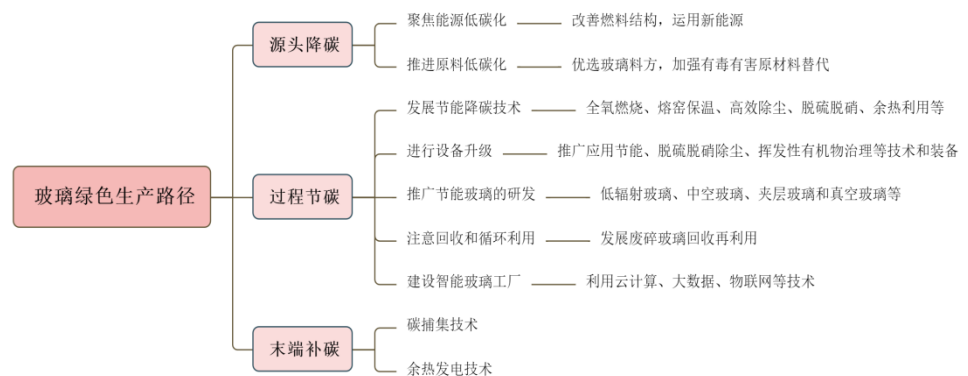
1) 源头降碳：

- a) **改善用能结构。**选用高热值、低硫、低灰分的优质清洁能源，使用风电、光电技术、风光储技术，通过绿色能源技术途径减少玻璃生产过程中的电力消耗，结合余热发电、分布式发电等，减少对化石能源及外部电力依赖。
- b) **推进原料低碳化。**优选玻璃料方，加强有毒有害原材料替代，从源头降低碳排放强度，削减污染负荷。

2) 过程节碳：

- a) **发展节能降碳工艺，推进设备升级。**大力推进玻璃工业全氧燃烧、熔窑保温、高效除尘、脱硫脱硝、余热利用等节能降碳技术。推广选用能效比高的电机、空压机、锅炉等技术成熟的设备。
- b) **回收循环利用。**大力发展废碎玻璃回收再利用，改善废碎玻璃加工质量，增加废碎玻璃应用比重。
- c) **建设智能工厂。**充分利用云计算、大数据、物联网等技术和设备监控技术加强工厂信息管理和服务，实时掌握产销流程、提高生产过程可控性。

图 13：玻璃绿色生产路径



资料来源：招商银行研究院

3) 末端去碳：

- a) **碳捕集技术：**适用于玻璃熔窑烟气中 35%浓度的二氧化碳捕集，通过烟气处理、二氧化碳捕集、压缩、精馏和液化，制成纯度为 99.99%的液态二氧化碳。

中国建材集团已经成功投运了世界首套玻璃熔窑二氧化碳捕集与提纯示范项目，展示了 CCUS 技术在玻璃生产行业的应用潜力。

- b) **余热发电技术：**通过回收玻璃熔窑废弃余热中的热能发电，余热发电技术不仅节能，还有利于环境保护，减少对化石燃料的依赖。

自 2024 年至 2030 年，随着平板玻璃产量的稳步增长及低碳产能占比的逐年递增，其低碳化生产所带动的投资规模预计将呈现显著上升趋势。以 2025 年为例，在依据历史产量增长率的平均水平进行预测的基础上，平板玻璃产量有望达到 100562.03 万重量箱。

表 4：平板玻璃低碳化生产的投资规模预测（当年值）

	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
平板玻璃产量（万重量箱）	98,735	100,562	102,422	104,317	106,247	108,213	110,215
低碳产能比例	26%	30%	35%	39%	43%	47%	51%
燃料转型产能比例	15%	16%	18%	20%	22%	23%	25%
单位燃料转型成本（元/重量箱）	100	98	96	95	95	95	95
单位设备改造成本（元/重量箱）	150	148	147	146	144	142	140
燃料转型总成本（亿元）	148	158	177	198	222	236	262
设备改造总成本（亿元）	74	60	75	61	61	61	62
投资规模（亿元）	222	217	252	259	283	298	323

资料来源：国家统计局，招商银行研究院

根据能效标杆水平要求和市场平均成本水平，及目前我国玻璃工业消耗的天然气占比高达 60% 以上，综合考虑通货膨胀因素的影响，平板玻璃的综合成本预计约为 1005 元/重量箱。其中，因实施节能低碳措施所需的设备改造成本约占整体成本的 15%，而燃料转型成本则按市场估算为 98 元/重量箱。鉴于平板玻璃低碳化生产的核心措施在于设备更新和燃料节能，**由此推算，2025 年该领域的投资规模将达到 217.21 亿元，至 2030 年增长至 323.48 亿元，其中，能效提升类设备改造投资规模 60 亿元，燃料转型投资 260 亿元。**

二. 建材运输与回收利用：实现生产之后的绿色闭环

建材运输的低碳化改造和废弃建材的回收利用是建材行业绿色转型的关键领域。在政策引导与市场驱动双重合力作用下，建材运输领域或将不断推进“公改铁”“公改水”的转型升级，预计至 2030 年绿色建材运输投资规模或将超 950 亿元。

而在废弃建材回收利用领域，至 2030 年废混凝土、废钢与废玻璃的回收量或将突破亿吨级，整体废弃建材回收利用量级至 2030 年预计能够达到近 10 亿吨，回收利用率提高至 50% 以上，对应回收利用市场规模则有望突破 2300 亿元。

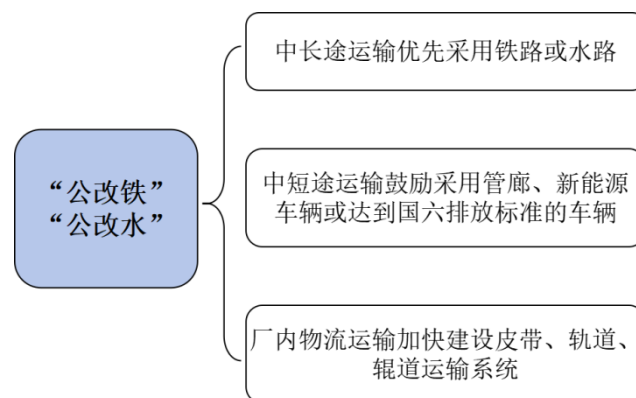
2.1 【运输】低碳化改造 2030 年投资规模或超 950 亿元

我国的建材运输大多采用传统的公路运输，其运力不仅受气候和线路的限制，还易引发事故，造成道路损坏、交通压力 and 环境污染，因此推动建材运输结构调整是促进行业低碳节能发展的重要环节，“公改铁”“公改水”是其中的关键步骤。

根据测算，铁路运输的单位运量碳排放强度（ $0.01\text{kgCO}_2/\text{t}\cdot\text{km}$ ）约占重型货车碳排放强度的 1/10，约占轻型货车的 1/30。如果将传统的汽油和柴油货车改为电动货车（碳排放强度 $0.04\sim 0.09\text{kgCO}_2/\text{t}\cdot\text{km}$ ），在建材运输过程中，单位运载量同样可以降低约一半的碳排放。

2018 年，我国启动了《推进运输结构调整三年行动计划（2018—2020 年）》，深入实施铁路运能提升、水运系统升级等六大行动，以推进大宗货物运输“公转铁”“公转水”为主攻方向，不断完善综合运输网络，减少公路运输量，增加铁路运输量。到 2020 年底，环渤海、长三角地区等 17 个沿海主要港口的煤炭集港已全部改由铁路和水路运输，成果显著。

图 14：建材运输结构调整思路



资料来源：招商银行研究院

2022 年，《建材行业碳达峰实施方案》指出，推进绿色运输，打造绿色供应链，中长途运输优先采用铁路或水路，中短途运输鼓励采用管廊、新能源车辆或达到国六排放标准的车辆，厂内物流运输加快建设皮带、轨道、辊道运输系统，减少厂内物料二次倒运以及汽车运输量。国务院印发的《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案（2021—2025 年）》也鼓励运输结构调整重

点区域的工矿企业、粮食企业等将货物“散改集”，中长距离运输时主要采用铁路、水路运输，短距离运输时优先采用封闭式皮带廊道或新能源车船。这些政策文件有力推动建材行业运输方面的绿色节能改造。

各省各企业落地实践积极响应，建材运输逐步向绿色化、节能化方向发展。2023年，总投资10.96亿元的河北省唐山市海港经济开发区管带机廊道项目竣工，其廊道长8公里，通过三条管状带式输送机为临港企业从码头堆场运输矿石、煤炭等大宗物料，年输送能力达3900万吨，能有效缓解汽车运输造成的交通阻塞。

金隅冀东水泥依托以“公转铁”为核心的京平物流枢纽项目建设，利用自有铁路专用线优势，将布局建设新型建筑材料产业链基地，构建“公、铁、海”多式联运的现代物流系统，打通绿色矿建产品储运链路，打造全程零污染的矿建商贸流通新模式。

表 5：绿色建材运输的投资规模预测（当年值）

	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
新建绿色建材市场规模（亿元）	6,207	5,910	6,026	6,035	6,480	6,949	7,337
铁路固定资产投资（亿元）	7,601	7,557	7,513	7,469	7,426	7,383	7,340
用于建材运输的铁路投资占比	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
铁路投资成本（亿元）	760	756	751	747	743	738	734
设备更新需求（亿元）	186	177	181	181	194	208	220
投资规模（亿元）	946	933	932	928	937	947	954

资料来源：观研天下，中国政府网，招商银行研究院

整体来看，绿色建材运输的投资规模需要考虑绿色建材市场规模、交通线路建设投资、设备更新需求等因素。鉴于“公改铁”与“公改水”的结构调整方向，重点考虑铁路建设投资的影响。

以2025年为例，预测新建绿色建材市场的总体规模将达到5910亿元。基于历年铁路固定资产投资的平均增长速率，推算出该年度铁路固定投资预计为7557亿元。其中，粗略估算用于建材运输的投资比例约为10%，保守估计设备更新需求在新建绿色建材市场规模中的占比约为3%。综合这些因素，最终得出该年度绿色建材运输的投资规模为933亿元，至2030年达到954亿元。

2.2 【回收利用】市场规模2030年或将突破2300亿元

随着城市化进程的加速推进，我国建筑行业迎来了快速发展的同时，也伴随着大量废弃建材的产生。若使用填埋或堆放的方式处理大量的废弃建材，不仅会无效占用宝贵的土地资源，还会对环境造成持续性污染。据中国资源综合

利用协会统计，2020年中国建筑垃圾产生量约为30亿吨，其中废弃混凝土约占40%，即12亿吨。

面对如此庞大的废弃建材数量，如何有效回收利用成为建筑行业可持续发展的一大课题。分类别来看，建材资源回收领域的核心待回收材料分别为废弃混凝土，废弃钢材与废弃玻璃：

1) 废弃混凝土材料

回收技术路径大致分为：

- a) **预处理**：首先，对废弃混凝土进行初步清理，去除其中的钢筋、木材、塑料等杂质，以便后续处理。
- b) **破碎**：使用破碎机械将废弃混凝土破碎成较小的颗粒。这一步骤可以通过颚式破碎机、反击式破碎机等设备完成。
- c) **筛分**：对破碎后的混凝土颗粒进行筛分，分离出不同粒度的骨料。筛分设备如振动筛等可以实现这一目的。
- d) **清洗**：对分离出的骨料进行清洗，去除表面的泥土、灰尘等污染物。
- e) **再利用**：清洗后的骨料可以根据需要进行再利用。例如，可以作为道路基层材料、再生混凝土的原料等。

图 15：部分废弃建筑材料处理后的再生材料



资料来源：公开资料整理，招商银行研究院

据中国混凝土与水泥制品协会的统计，2021年中国废弃混凝土回收量约为6亿吨，同比增长约10%，利用率约30%左右。随着政策推动和技术进步，这一比例正在逐年提升。至2030年废弃混凝土的回收利用有望达到50%以上，形成亿吨级的再生骨料市场。

2) 废弃钢材

回收技术路径大致分为：

- a) **收集与分类：**钢材的回收始于收集。废弃钢材可以从建筑拆除、车辆报废、工业生产等过程中收集得到。收集到的钢材需要进行分类，区分不同种类、材质和规格的钢材，以便后续处理。
- b) **预处理：**预处理阶段包括去除钢材表面的锈蚀、油污和其他污染物。对于废弃钢结构件，可能还需要进行拆解，将可回收的钢材与不可回收的部分分离。
- c) **破碎与压缩：**破碎是将废弃钢材切割或打碎成较小尺寸的过程，以便于后续的熔炼和精炼。压缩则是将破碎后的钢材压制成块状或球状，以减少体积和运输成本。
- d) **熔炼与精炼：**熔炼是将破碎压缩后的钢材加热至熔化状态，去除其中的杂质和金属氧化物。精炼则是进一步提高钢材的纯度和质量，通过脱氧、脱硫等工艺处理，得到符合要求的再生钢材。
- e) **成型与加工：**熔炼精炼后的再生钢材可以通过连铸、轧制等工艺成型为所需的形状和规格。成型后的钢材还可以进行进一步的加工，如热处理、表面处理等，以满足特定应用的需求。
- f) **再利用：**经过上述处理的再生钢材可以用于制造新的钢材制品，如建筑结构、机械设备、汽车零部件等。再生钢材的再利用不仅节约了原生资源，还减少了能源消耗和环境污染。

废钢回收市场将持续扩大。根据中国钢铁工业协会的统计，废钢回收量在近年来一直保持稳定增长。2021年，废钢占粗钢产量的比重约为27%，其回收量达到2.9亿吨，同比增长6.5%。预计到2030年，废钢回收量将超过3亿吨，占钢铁产量的比重将提升至30%左右。

3) 废弃玻璃材料

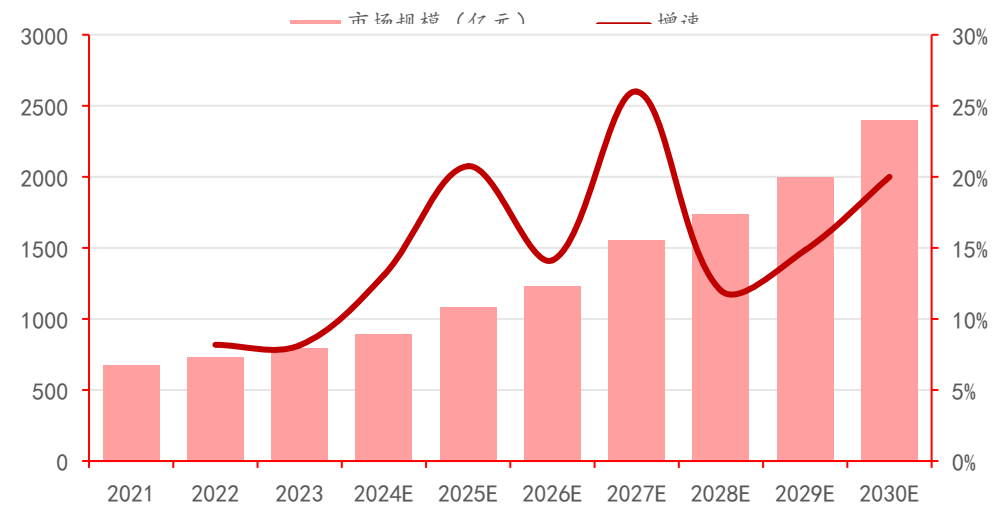
回收技术路径大致分为：

- a) **预处理：**收集废旧玻璃，并进行初步分类和清洁，去除玻璃表面的污垢和杂质。
- b) **破碎：**将预处理后的玻璃送入破碎机进行破碎，得到不同粒度的玻璃碎片。

- c) **磨碎**: 对破碎后的玻璃碎片进行磨碎处理, 以获得更细的玻璃粉或砂。
- d) **分选**: 通过风力分选、磁选等方法, 将玻璃粉中的金属杂质和其他异物分离出来。
- e) **熔化**: 将分选后的玻璃粉送入高温炉中进行熔化处理, 使其重新变成均匀的玻璃液。
- f) **成型与退火**: 将熔化的玻璃液倒入模具中成型, 并进行退火处理, 以消除内部应力, 提高玻璃制品的质量。
- g) **再利用**: 经过上述处理的再生玻璃可以用于制造新的玻璃制品, 如平板玻璃、瓶罐玻璃等。

废旧玻璃的回收市场也将迎来新的发展机遇。目前, 中国废旧玻璃的回收率相对较低, 但呈现出稳步增长的态势。根据相关行业协会的统计, 2020年中国废旧玻璃回收率约为40%左右。随着回收体系的完善和再利用技术的提升, 预计这一比例将继续提高。根据相关行业协会的预测, 到2025年, 中国废旧玻璃回收率有望达到60%以上, 回收量将突破1亿吨。

图 16: 建筑垃圾回收利用市场规模预测



资料来源: 中国砂石协会, 招商银行研究院

建筑垃圾包括废弃建材的回收利用未来市场潜力广阔, 相关企业拥有较大的市场增值空间。根据我国每年的建筑垃圾处理量以及处理一单位建筑垃圾产生的再生资源价格测算, 考虑国家政策支持、技术更新、材料价格波动等因素, 涵盖建筑生产、运输、施工等环节的全生命周期, 我国建筑垃圾回收利用市场

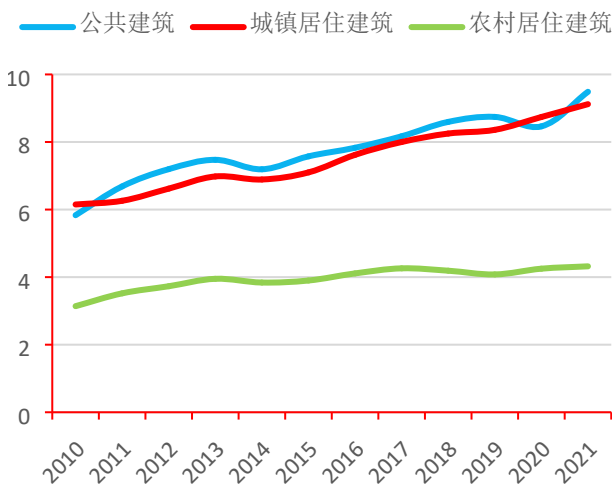
将不断扩容，从 2021 年的 675 亿元有望增长至 2030 年 2300 亿元，年均增速达到 15%。

三. 现代化建材：节能建材与 BIPV 合力点亮未来建筑

建筑运行阶段的碳排放主要来源于建筑在使用过程中的日常能源消耗。这包括供暖和制冷系统，其通常消耗大量的电力或燃烧化石燃料；照明系统，尽管有节能灯具的使用，但广泛的应用依然造成显著的能耗；及运行各种电气设备如电脑、打印机和厨房电器等。此外，为了维持适宜的室内环境，水加热和通风系统也是重要的能源消耗点。这些因素共同作用，使得建筑运行成为其生命周期中碳排放最显著的阶段。

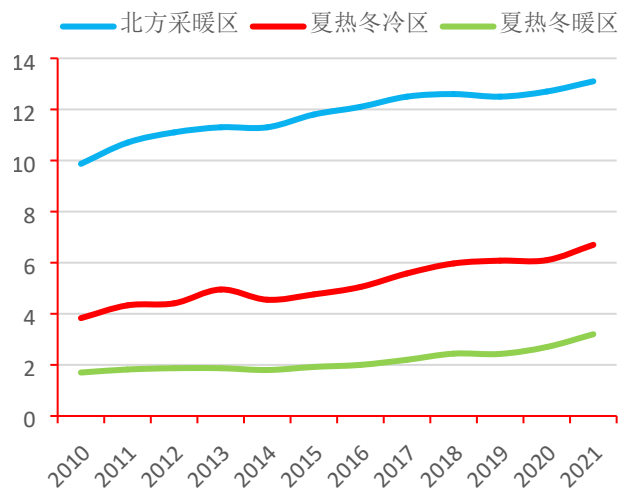
根据《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》数据，近 10 年来我国建筑运行碳排放上升趋势明显。从行政区划分类来看，城镇居住建筑与公共建筑（政府办公建筑、教育设施、医疗设施、文化设施、体育设施、交通设施、社区和娱乐设施、法律机构、宗教建筑、公共服务设施等，多为城镇内建筑）占比明显高于农村居住建筑，且上升趋势更加明显；从地理区划分类来看，北方采暖区的建筑运行碳排放遥遥领先于夏热冬冷与夏热冬暖区，但上升趋势较后两者有所放缓。

图 17：分建筑类型排放变化趋势（亿 tCO₂）



资料来源：《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》，招商银行研究院

图 18：分气候区建筑碳排放变化趋势（亿 tCO₂）



资料来源：《2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》，招商银行研究院

减少这些碳排放通常涉及提高能源效率，采用可再生能源，改进建筑设计，以及实施智能建筑管理系统，这些措施能够显著提升能源使用效率并降低整体的运营成本。具体而言，在建筑制冷、采暖领域实施节能革新，以及推进 BIPV 建设，是对建筑主体结构进行现代化升级的关键举措。

根据预测，至 2030 年镀膜玻璃市场规模有望达到 280 亿元，保温材料市场规模有望达到 3960 亿元，假设这两项在整体节能建材市场规模中占比约为 70%，则预测整体节能建材市场规模在 2030 年有望突破 6000 亿元。

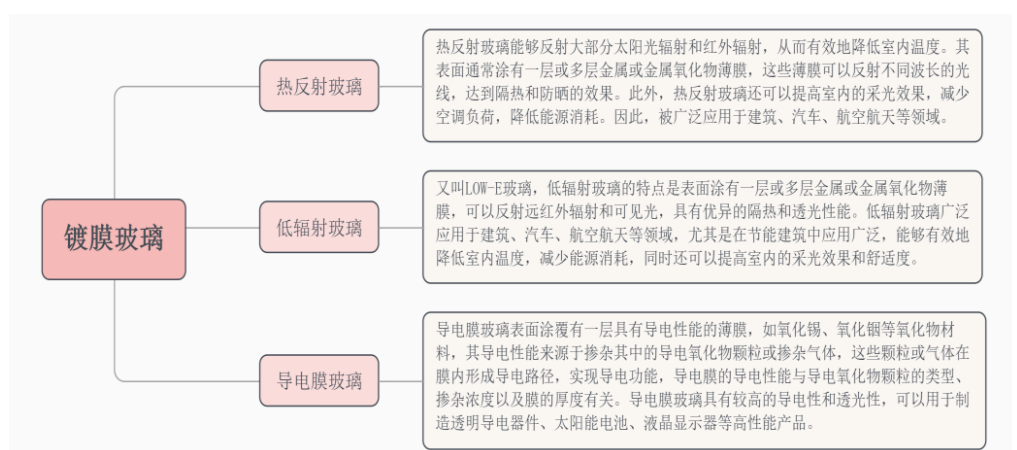
而在节能逻辑之外，BIPV 则赋予了建材额外生产清洁能源的能力，该部分市场规模预测至 2030 年有望突破 640 亿元规模。

3.1 【制冷节能】镀膜玻璃 2030 年市场有望达约 280 亿元

随着国家大力推动建筑低碳节能发展，镀膜、中空、光伏等新型玻璃成为广泛应用的建筑材料。镀膜玻璃是一种在玻璃表面涂覆一层或多层金属、合金或金属化合物薄膜的玻璃材料，能够满足节能、隔热、防辐射等要求，主要用途包括建筑、交通工具、装饰、电子产品、日用等等，类型可以细分为热反射玻璃、低辐射玻璃、导电膜玻璃。其中，低辐射玻璃能够降低玻璃的发射率和传热系数，因其较高的性价比成为市场主流应用产品，在存量替换市场和增量市场中持续创造经济效益。

镀膜玻璃行业产业链上游是原材料供应商，中游为镀膜玻璃生产商，下游结构主要包括建筑、汽车、航空航天等多个领域。其原材料主要由纯碱、硅砂、石灰石等、能源（天然气、电等）以及辅助原料构成。

图 19：镀膜玻璃类型划分



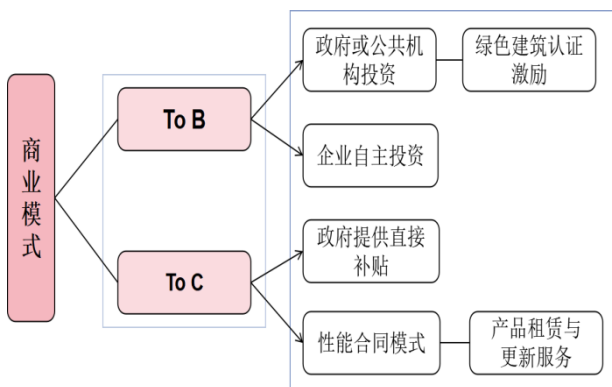
资料来源：招商银行研究院

镀膜玻璃的生产特点是高度自动化和精确控制，采用磁控溅射、化学气相沉积等技术在玻璃表面镀上特殊薄膜，经熔炼、成型、冷却、镀膜、退火、检验和包装等环节确保产品质量符合标准。产品的销售订单主要来源于市场开发和客户需求分析，针对建筑行业、汽车行业、太阳能行业等专业领域，采用直接销售模式并建立长期合作关系。

镀膜玻璃在建筑节能减排方面的商业模式则可以划分为**To B（企业或开发商）**和**To C（住户）**两类。

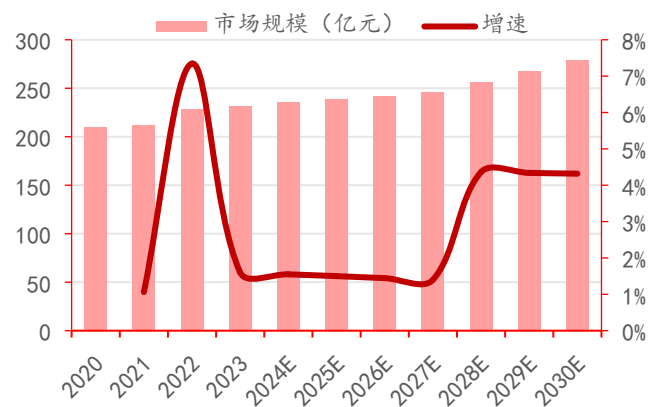
- 1) 在**To B**端，可分为**政府或公共机构投资**，即与企业签订合作协议，共同承担项目成本。政府通过财政预算或其他专项资金支付部分费用，并根据节能效果给予企业一定的补贴或税收优惠，剩余成本由企业承担。政府也可以鼓励建筑项目采取镀膜玻璃等节能材料以获得绿色建筑认证来提升建筑物的市场价值，享受政府补贴、税收减免等优惠政策；**企业自主投资**，即企业自行承担镀膜玻璃的安装成本，通过降低能源消耗和提高运营效率来实现投资回报。
- 2) 在**To C**端，可分为**政府提供直接补贴**，即政府或金融机构通过提供直接补贴或退税为住户提供支持，或通过绿色信贷、零利率贷款等形式，使住户更容易承担改造成本；**性能合同模式**，即玻璃制造商或供应商与建筑业主签订协议，承诺通过使用高效节能玻璃达到特定的节能减排目标。若节能效果达到或超过预期，业主按照节省的能源成本的一定比例支付给供应商，以此降低业主初期投资风险；**产品租赁与更新服务**，即企业负责安装、维护及未来的技术升级，确保玻璃性能始终符合最新的节能标准，住户则按期支付服务费。

图 20：镀膜等新玻璃材料的商业模式



资料来源：招商银行研究院

图 21：镀膜玻璃市场规模



资料来源：头豹研究院，招商银行研究

新型玻璃材料的运用能够有效实现节能效益，并促使成本快速回收。以低辐射玻璃为例，其价格相较于普通玻璃要高出**25%**，但若产生规模化的使用可以节省**60%**的采暖和制冷费用。以百平方米建筑物来估算，即使全部采用低辐射玻璃，成本回收仅需**3**年。同时，经过拓展的商业模式如性能合同模式、建筑绿色认证激励、产品租赁与更新服务等有助于降低对政府财政的依赖，确保项目具有经济可行性和长期收益，降低前期投资，将节省的费用有效转化为投资后的利润。

我国镀膜玻璃市场竞争激烈，行业集中度低，其未来的市场规模受太阳能产能增加、镀膜玻璃应用率提升和环保节能政策推动，将有望保持持续增长趋势。受融资环境趋紧、房屋竣工进度变缓的影响，镀膜玻璃由 2018 年的 231.31 亿元下降至 2020 年的 210.18 亿元。2020 年后，由于镀膜玻璃本身的产品优势、下游产业的快速发展，市场规模迅速回弹至 2022 年的 228 亿元。未来，在环保节能政策的指引下，我国镀膜玻璃尤其是低辐射玻璃的应用率仍有较大发展空间，有望增长至 2030 年的 279 亿元，年均增长率为 2.9%。

3.2 【采暖节能】保温材料 2030 年市场有望达约 3960 亿元

在住宅散失热量中，通过门窗/地面/屋顶/墙体散失的热量占比分别为 25%、15%、25%、35%，建筑外墙保温成为建筑节能的重要组成部分。优质的外墙保温材料能够有效地阻挡外界冷热空气的侵入，减少建筑内部能量的损失，从而提高建筑的保温隔热性能，降低建筑能耗。

目前的建筑保温材料主要分为三类：有机保温材料；无机保温材料；有机及无机复合保温材料。国内采用的建筑保温材料主要为 EPS 外保温系统和岩棉外保温系统，占比分别为 53%、32%。其中，EPS 保温板轻质高强，结构安全性强，但是阻燃性能较差；岩棉阻燃性能优秀，但在强度、吸水率方面存在缺陷，且自重较大，导致脱落事故频繁，带来安全隐患。由此，气凝胶、真空绝热板以及保温装饰一体板等快速发展，逐步替代传统外墙保温材料。

表 6：外墙保温材料分类

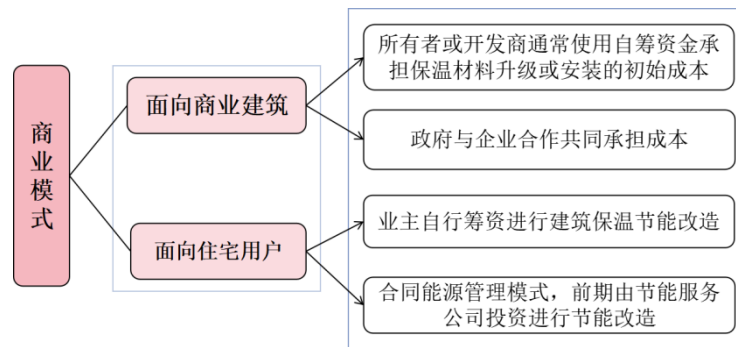
类别	材料
有机保温材料	模塑聚苯乙烯泡沫材料（EPS）、挤塑聚苯乙烯泡沫材料（XPS）、石墨模塑聚苯乙烯泡沫材料（SEPS）、硬泡聚氨酯泡沫塑料（PUR）、改性聚氨酯泡沫塑料（PIR）、酚醛树脂泡沫塑料（PF）等
无机保温材料	岩棉、矿渣棉、玻璃棉、泡沫玻璃、泡沫水泥、泡沫陶瓷、珍珠岩类胶凝复合保温板、真空绝热板等
有机及无机复合保温材料	胶粉聚苯颗粒浆料及制品、水玻璃复合聚苯颗粒浆料及其制品等

资料来源：绿筑装配网，招商银行研究院

我国外墙保温市场的竞争格局以区域化小散企业为主，重点保温企业的收入规模较小，市场占有率较低，但在促进建筑节能减排方面已经形成了一些相对成熟的经营模式。这些企业倾向于与原材料供应商建立长期稳定的供应链关系，通过集中采购或者构建数字化采购平台来提高采购效率；在确保材料的保温性能和耐久性的同时，通过运用规模化生产来降低成本。

除了销售产品外，部分企业也提供包括设计咨询、施工指导、后期维护在内的全方位解决方案服务，由此确保保温材料的正确安装和最大化效能；同时与建筑业主签订合同，根据外墙保温改造后实际节约的能源费用分成，以此降低业主的初期投资风险等。

图 22：外墙保温材料的商业模式



资料来源：招商银行研究院

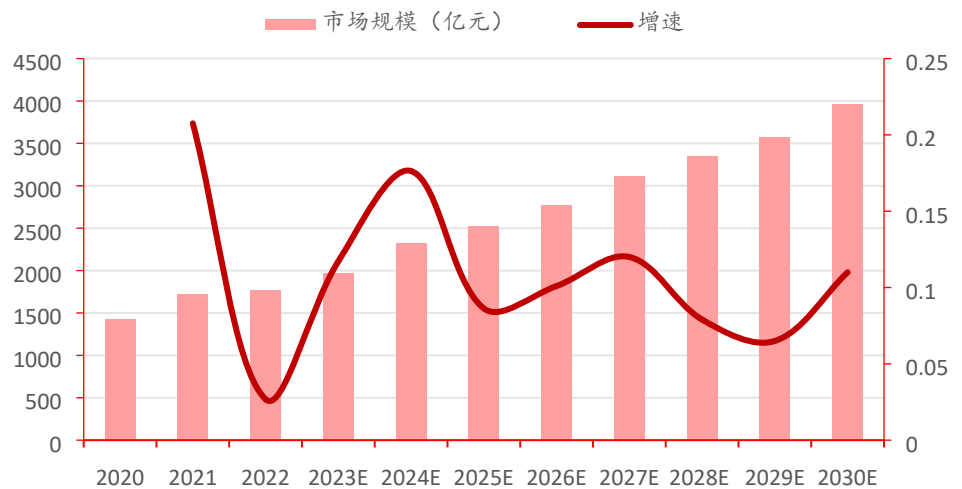
相关的数据和研究表明，用于外维护结构的建筑保温材料在其生命周期内能给建筑带来持续的经济和节能环保效益，远大于生产的能源代价和环境成本，在我国已得到了较为广泛的推广。

在外墙保温材料领域，参与主体包括政府、私营企业、金融机构、个人投资者等等，其具体商业模式主要分为面向商业建筑（To B）和面向住宅用户（To C）两类。

- 1) **面向商业建筑。**商业建筑的所有者或开发商通常使用自筹资金承担保温材料升级或安装的初始成本，并通过降低能源消耗如减少空调和供暖成本实现成本回收，同时提高建筑的市场价值和租赁吸引力。政府也可以与私营企业合作共同承担成本，或为相关节能改造项目提供财政补贴或贷款优惠。
- 2) **面向住宅用户。**业主自行筹资进行建筑保温节能改造，并通过长期节省家庭能源账单实现成本回收，如降低暖气和空调费用。地方政府或能源公司可能为此提供部分资助。在合同能源管理模式下，前期由节能服务公司投资进行节能改造，后续可以通过分享节能效益逐步收回成本。

近年来，在相关技术的提升以及绿色建筑政策的驱动下，我国建筑保温材料市场得到了良好的发展，其需求将持续保持稳定增长态势。根据数据显示，2015-2022年我国外墙保温材料的市场规模由572.2亿元增长至1764.8亿元。考虑过去的平均增速，2030年我国外墙保温材料继续增长，达到3962.7亿元。

图 23：外墙保温材料市场规模



资料来源：智研咨询，招商银行研究院

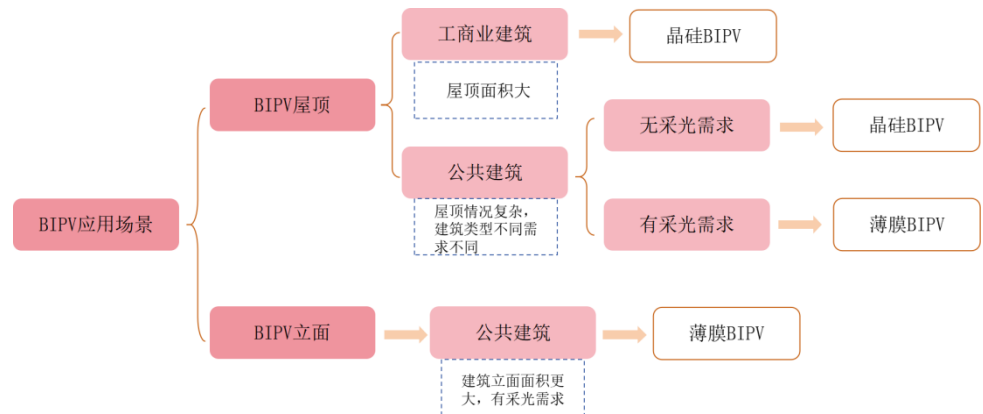
3.3 【光伏增能】BIPV 市场规模至 2030 年或达近 640 亿元

光伏建筑一体化（BIPV）是指将光伏发电系统与建筑物相结合，实现电力自给自足和节能减排的一种技术。不同于传统的附着型光伏建筑（BAPV），BIPV 利用太阳能进行发电，与新建筑物同时设计、施工和安装，能与建筑形成完美结合，同时其具备重塑产业链的潜力，能推动组件产品的多元化、封装材料的优化、玻璃厚度的减少以及低压电流解决方案的创新等。

BIPV 的应用场景非常多元，如平屋顶、斜屋顶、幕墙、天棚、阳光房、车棚等形式都可以安装，且不同建筑场景应用的 BIPV 类型也存在差异。目前，光伏屋顶由于采光条件更好，单位发电功率较高，应用范围更加广泛，经济效益佳，成为了 BIPV 的主要应用场景。除此之外，常见的场景还有光伏幕墙，但其使用薄膜组件居多，对立面朝向有要求，外部维护和美学要求高，因此成本也较高，主要用于朝向好、面积大的办公楼、酒店、公寓等建筑。

在 BIPV 项目的整个生命周期中，从规划到设计，再到建设与运营，涉及多方利益主体，包括但不限于建筑业主、电站投资商、设计单位、施工单位、系统产品提供商、建筑使用者及运维服务提供商等。然而，鉴于我国 BIPV 尚处于应用初期阶段，各方在项目各阶段的参与程度和参与方式尚未形成明确的标准，权责划分也相对模糊，这可能导致潜在的利益冲突和不必要的成本损耗。

图 24：不同建筑场景应用 BIPV 类型不同



资料来源：招商证券，招商银行研究院

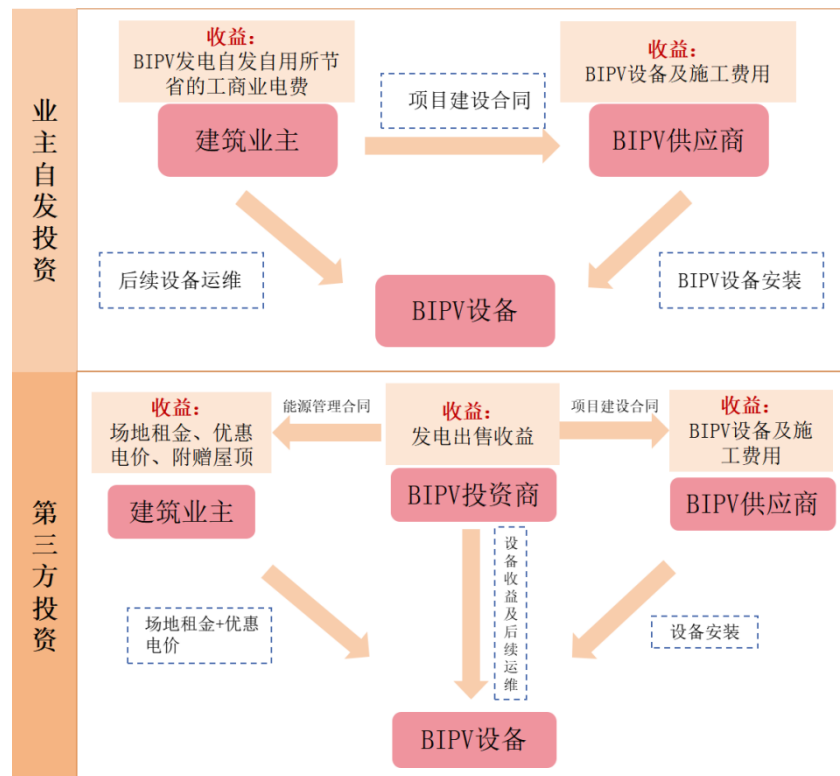
目前，我国 BIPV 的商业模式主要分为两种：

- 1) **建筑业主自发投资建设 BIPV**。即建筑所有方自发地以自有资金或贷款投资向 BIPV 设备供应商购买设备并在建筑上进行安装。安装完成后 BIPV 设备所发电量优先业主自用，若发电量不能全部消纳，业主可自行选择将剩余电量上网出售。
- 2) **第三方投资 BIPV**。由类似国电投、国能投等发电企业作为第三方光伏项目投资商购买 BIPV 设备并负责后续的安装及运维，建筑业主只需提供建筑屋顶或立面作为光伏安装场所。后续 BIPV 所发电量投资商将按工商业电价打折出售给建筑业主或按脱硫煤电价出售给电网。

BIPV 商业模式存在较大开拓空间，有助于促成各主体合作和实现产业整合。

- 1) **EPC 或 EPCO 模式**。在建筑业主选择投资的情况下，工程企业可通过提供系统集成方案和后续运维服务获取相应回报，且资金周转较快，能带来持续稳定的收入。
- 2) **BT 模式**。即建设期以自有资金投入，待运营一段时间后直接出售一次性收回现金流。公司通过租赁屋顶并投资电站完成屋顶光伏项目的建设并维持运营，在项目稳定运行后再转售给屋顶业主，这有助于公司快速回笼资金。
- 3) **BOT 模式**。投资企业与用电需求较高的工商企业合作，如签订能源管理合同，在业主的屋顶资源上建设光伏电站，获取发电收益，并承担屋顶租金、运维费用等各项成本。

图 25: BIPV 的商业模式



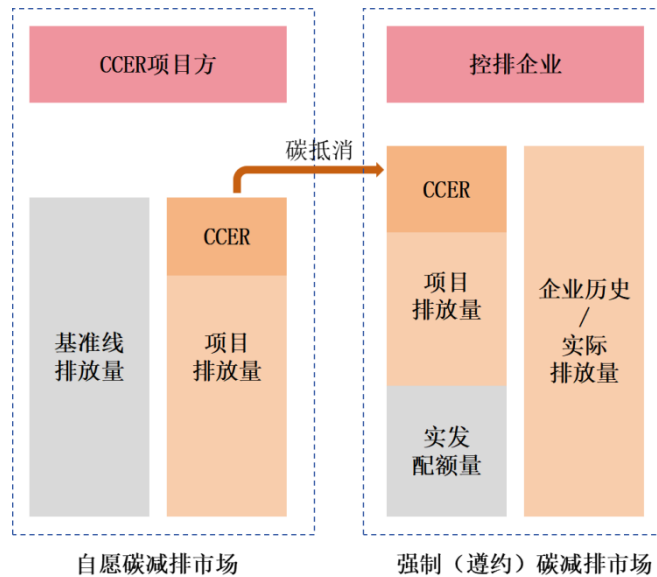
资料来源：招商证券，招商银行研究院

CCER 重启下，BIPV 模式将有望为 CCER 注入新动力。2024 年 1 月 22 日上午，全国温室气体自愿减排（CCER）交易在北京启动，这一方面通过抵消机制给控排单位提供更多履约选择，另一方面，也将吸引更多市场主体参与碳市场，例如未被纳入碳市场的碳密集型企业、自愿减排项目业主以及金融机构等。

在碳交易市场中，BIPV 通过将太阳能直接转换为电能，显著降低了建筑运行过程中的碳排放，因此项目方在满足条件后也可以通过注册成为碳市场交易方，向市场出售核证自愿减排量，进一步突显 BIPV 项目的发电量和经济性，即发电量越高，可以出售的 CCER 就越多，业主收益也相应更高。由此，建筑业能够依托开发 BIPV 进驻 CCER 交易市场，深度参与国家绿色减排行动。

BIPV 目前应用比例较低，但未来增量市场可观。截至 2019 年底，国内光电建筑应用面积约占既有建筑的 1%，2020 年主要企业 BIPV 安装总面积为 0.04 亿 m²，约占竣工建筑可安装面积的 1.5%，尚有很大的市场发展潜力。

图 26: BIPV 与 CCER



资料来源：招商银行研究院

国家政策明确支持光伏发电发展，将有利于 BIPV 得到推广应用。根据国家统计局发布的数据，我国既有建筑总面积 600 亿 m²，近年年竣工面积约 40 亿 m²，按建筑物平均层数 6 层，屋面可安装比例 30%（考虑机房、消防等附属设施占地）计算，考虑 BIPV 系统价格年均 3% 的降幅，预计到 2030 年我国的 BIPV 增量潜在市场规模可以达到近 640 亿元。

表 7: BIPV 增量市场规模预测

	2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
新建建筑面积 (亿 m ²)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
屋顶面积 (亿 m ²)	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67
可安装比例	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
可安装面积 (亿 m ²)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
渗透率	3%	7%	16%	32%	40%	45%	52%	60%	64%	70%
功率 (W/m ²)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
装机量 (GW)	1.00	2.21	4.89	9.60	12.00	13.50	15.60	18.00	19.20	21.00
造价 (元/W)	4.00	3.88	3.76	3.65	3.54	3.43	3.33	3.23	3.13	3.04
市场空间 (亿元)	40	86	184	350	425	464	520	582	602	639

资料来源住建部，招商银行研究院



在本篇报告中，我们聚焦建材行业的传统产能技改与新型节能建材，测算出至 2030 年，绿色建材市场规模或超 5800 亿元规模（其中或将衍生出大量产能技改投资需求，如钢铁在低碳改造方面至 2030 年的低碳化改造投资规模或超 880 亿元，水泥和平板玻璃也将相应超过 600 亿元和 300 亿元水平），建材运输的低碳化改造投资规模或超 950 亿元，废弃建材回收利用市场规模有望突破 2300 亿元，节能建材市场规模有望突破 6000 亿元，BIPV 建设市场规模有望突破 640 亿元。

在《建筑行业之绿色建筑篇（下篇）》中，我们将把视角聚焦向建筑施工阶段，分析建筑工业化、数字化的发展现状和未来市场，及建材低碳生产、建筑数字化、节能建材三个子领域的上市公司的经营情况。具体内容请参考相关研究报告具体内容。

免责声明

本报告仅供招商银行股份有限公司（以下简称“本公司”）及其关联机构的特定客户和其他专业人士使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。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。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。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。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本公司可能采取与报告中建议及/或观点不一致的立场或投资决定。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经招商银行书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“招商银行研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

未经招商银行事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

招商银行版权所有，保留一切权利。

招商银行研究院

地址 深圳市福田区深南大道 7088 号招商银行大厦 16F（518040）

电话 0755-22699002

邮箱 zsyhyjy@cmbchina.com

传真 0755-83195085



更多资讯请关注招商银行研究微信公众号
或一事通信息总汇