

课题：《碳达峰、碳中和相关政策、技术及市场跟踪研究》

# 研究报告 第四期

智慧节能产业本部

撰写人：技术研究院 张欢

职能管理中心 赵建康

审核人：赵晓宇 徐珍喜

2022 年 5 月 12 日

# 前 言

本报告延续前三期报告，主要涵盖时间范围为 2022 年 2 月 18 日——2022 年 4 月 28 日。

政策篇中，继 2021 年 10 月国务院顶层政策文件出台后，目前各大部委、主要省市、大型央企和行业协会陆续出台了各自的行业、地方政策及行动方案。本文进行了归纳列表，政策篇后附有政策文件目录，可根据需要索取查询原文电子版。

标准篇对第三期中相对成熟的产品碳足迹进行深入研究，以电子产品碳足迹核算为研究目标，选取了液晶显示器、笔记本电脑和 **iphone7** 手机的文献计算案例进行介绍，并从我司密云生产基地调研获取原始数据，计算了两款电子产品的碳足迹计算，为应对出口欧美进行技术储备。

目前，我国关于碳达峰碳中和的顶层设计已经公布，各行业和地方也进行了深入分解和行动指导，并在“十四五”规划中开始贯彻落实。我们将在后续研究中，将政策、技术和经济性等因素进行综合分析，汇总于结题报告中，以期助力公司“十四五”规划的路径落实。

# 目 录

政策篇.....	1
1.国务院及各部委关于“碳达峰碳中和”政策文件.....	1
2.各省市及地方关于“碳达峰碳中和”政策文件 .....	8
3.央企及行业协会“碳达峰碳中和”行动方案汇编.....	35
4.本章小结.....	38
附：政策文件包目录 .....	39
 标准篇——电子产品碳足迹核算.....	 43
1. 电子产品碳足迹计算标准.....	43
1.1 系统边界.....	43
1.2 数据收集.....	49
1.3 信息汇总.....	55
2. 电子产品碳足迹计算案例.....	56
2.1 液晶显示器碳排放计算案例 <sup>[10]</sup> .....	56
2.2 笔记本电脑碳足迹核算案例 <sup>[12]</sup> .....	61
2.3 iPhone7 生命周期碳足迹评价 <sup>[13]</sup> .....	67
3. EC-Smart-View 碳足迹计算 .....	75
3.1 评价范围.....	76
3.2 数据收集与处理 .....	76
3.3 EC-Smart-View 产品的碳足迹.....	80
4. ECW-Sensor-SOF-868 碳足迹计算.....	81
4.1 评价范围 .....	81
4.2 数据收集与处理 .....	81
4.3 ECW-Sensor-SOF-868 产品的碳足迹 .....	85
5. 本章小结.....	85
参考文献.....	86

# 政策篇

(2022.2.18-2022.4.28)

## 1.国务院及各部委关于“碳达峰碳中和”政策文件

表 1 国务院及各部委政策文件汇编

时 间	政策及通知	部 门	节 选
2022 年 2 月 18 日	《关于印发促进工业经济平稳增长的若干政策的通知》	国家发 改委 发改产业 (2022) 273 号	<p>1. 加大中小微企业设备器具税前扣除力度，中小微企业 2022 年度内新购置的单位价值 500 万元以上的设备器具，折旧年限为 3 年的可选择一次性税前扣除，折旧年限为 4 年、5 年、10 年的可减半扣除；企业可按季度享受优惠，当年不足扣除形成的亏损，可按规定在以后 5 个纳税年度结转扣除。</p> <p>适用政策的中小微企业范围：其他行业，标准为从业人员 1000 人以下或营业收入 4 亿元以下。</p> <p>2. 延长阶段性税费缓缴政策，将 2021 年四季度实施的制造业中小微企业延缓缴纳部分税费政策，延续实施 6 个月；</p> <p>3. 扩大地方“六税两费”减免政策适用主体范围，加大小型微利企业所得税减免力度。</p> <p>4. 降低企业社保负担，2022 年延续实施阶段性降低失业保险、工伤保险费率政策。</p> <p>7. 落实煤电等行业绿色低碳转型金融政策，用好碳减排支持工具和 2000 亿元支持煤炭清洁高效利用专项再贷款，推动金融机构加快信贷投放进度，支持碳减排和煤炭清洁高效利用重大项目建设。</p> <p>12. 启动实施钢铁、有色、建材、石化等重点领域企业节能降碳技术改造工程；加快培育一批先进制造业集群，加大“专精特新”中小企业培育力度。</p> <p>13. 加快新型基础设施重大项目建设，加快实施大数据中心建设专项行动，实施“东数西算”工程，加快长三角、京津冀、粤港澳大湾区等 8 个国家级数据中心枢纽节点建设。</p>
2022 年	《“十四五”	科技部教	1.支持新疆重点领域碳达峰碳中和技术联合攻

3月3日	东西部科技合作实施方案》 国科发区（2022）25号	教育部工信部国资委中科院工程院中国科协	<p>关。聚焦碳达峰碳中和目标，发挥多部门、多地区协同攻关优势，支持新疆实施能源清洁利用与碳达峰碳中和科技行动，开展煤炭清洁利用、智能化风力发电机组、储能、新能源微电网等先进能源技术研发与示范应用，开展战略矿产、化工等行业绿色低碳技术开发与成果转化，支撑引领新疆绿色发展。</p> <p>1.建设滇中清洁能源创新高地。支持云南昆明、玉溪、楚雄等国家高新区与中关村、张江和深圳等国家高新区结对共建，深化“水—风—光”多能互补、储能、智慧能源等清洁能源领域研究合作，开展稀贵金属、绿色铝硅等产业核心技术攻关，建设特色产业创新发展集聚区，支撑云南打造“世界光伏之都”。</p> <p>1.科技支撑宁夏重点产业提质增效。支持宁夏联合中国农业科学院以及东部省市，开展枸杞、葡萄酒、奶业、肉牛和滩羊等特色产业技术攻关，共建光伏制造、氢能生产、储能蓄能、节能降碳等领域研发中试和成果转化平台，推动“高精尖、小规模、定制化、非标准”特色产业集群发展，树立“非标制造”宁夏标签，拓展承接产业转移新空间。</p> <p>2.科技促进内蒙古能源资源绿色转型。依托呼包鄂创新型城市群，支持内蒙古联合东部省市开展稀土资源绿色开采、功能材料开发、固体废弃物综合利用等领域关键技术研发与产业化，共同开展大规模储能、氢能、智能电网等清洁能源技术开发与成果转化应用，推动内蒙古能源资源绿色低碳转型，支撑国家重要能源和战略资源基地建设。</p>
2022年 3月5日	李克强总理《2022年政府工作报告》	国务院	<p>有序推进碳达峰碳中和工作。落实碳达峰行动方案。推动能源革命，确保能源供应，立足资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，推进能源低碳转型。加强煤炭清洁高效利用，有序减量替代，推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造。推进大型风光电基地及其配套调节性电源规划建设，加强抽水蓄能电站建设，提升电网对可再生能源发电的消纳能力。支持生物质能发展。推进绿色低碳技术研发和推广应用，建设绿色制造和服务体系，推进钢铁、有色、石化、化工、建材等行业节能降碳，强化交通和建筑节能。坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。提升生态系统碳汇能力。推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，完善减污降碳激励约束政</p>

			策，发展绿色金融，加快形成绿色低碳生产生活方式。
2022 年 3 月 21 日	国务院关于 落实《政府 工作报告》 重点工作分 工的意见 国发 (2022) 9 号	国务院	37. 落实碳达峰行动方案。（国家发展改革委牵头，有关部门按职责分工负责，年内持续推进）推动能源革命，确保能源供应，立足资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，推进能源低碳转型。加强煤炭清洁高效利用，有序减量替代，推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造。推进大型风光电基地及其配套调节性电源规划建设，加强抽水蓄能电站建设，提升电网对可再生能源发电的消纳能力。支持生物质能发展。（国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、国家能源局等按职责分工负责，年内持续推进）推进绿色低碳技术研发和推广应用，建设绿色制造和服务体系，推进钢铁、有色、石化、化工、建材等行业节能降碳，强化交通和建筑节能。坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。（国家发展改革委牵头，科技部、工业和信息化部、生态环境部、住房城乡建设部、交通运输部等按职责分工负责，年内持续推进）提升生态系统碳汇能力。推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，完善减污降碳激励约束政策，发展绿色金融，加快形成绿色低碳生产生活方式。（国家发展改革委、自然资源部、生态环境部、人民银行、国家统计局、国家林草局等按职责分工负责，年内持续推进）
2022 年 3 月 21 日	《“十四五” 新型储能发 展实施方 案》	国家发改 委、国家 能源局	新型储能是建设新型电力系统、推动能源绿色低碳转型的重要装备基础和关键支撑技术，是实现碳达峰、碳中和目标的重要支撑，《实施方案》聚焦六大方向，明确了“十四五”期间的重点任务。一是注重系统性谋划储能技术创新；二是强化示范引领带动产业发展；三是以规模化发展支撑新型电力系统建设；四是强调以体制机制促进市场化发展；五是着力健全新型储能管理体系；六是推进国际合作提升竞争优势。
2022 年 3 月 22 日	《“十四五” 现代能源体 系规划》	国家发改 委、国家 能源局发 改能源 〔2022〕 210 号	习近平总书记在中央财经委员会第九次会议和中央政治局第三十六次集体学习时，就碳达峰碳中和工作作出重要指示，强调的第一项重点任务就是构建清洁低碳安全高效的能源体系。“清洁低碳安全高效”八个字，就是现代能源体系的核心内涵，同时也是对能源系统如何实现现代化的总体要求。《规划》主要从 3 个方面，推动构建现代能源体系。 一是增强能源供应链安全性和稳定性。保障

			<p>安全是能源发展的首要任务，“十四五”时期我们将从战略安全、运行安全、应急安全等多个维度，加强能源综合保障能力建设。到 2025 年，综合生产能力达到 46 亿吨标准煤以上，更好满足经济社会发展和人民日益增长的美好生活用能需求。</p> <p>二是推动能源生产消费方式绿色低碳变革。“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，能源绿色低碳发展是关键，重点就是做好增加清洁能源供应能力的“加法”和减少能源产业链碳排放的“减法”，推动形成绿色低碳的能源消费模式，到 2025 年，将非化石能源消费比重提高到 20% 左右。</p> <p>三是提升能源产业链现代化水平。科技创新是能源发展的重要动力，“十四五”时期将进一步发挥好科技创新引领和战略支撑作用，增强能源科技创新能力，加快能源产业数字化和智能化升级，推动能源系统效率大幅提高，全面提升能源产业基础高级化和产业链现代化水平。</p> <p>以上 3 个方面，既是“十四五”现代能源体系建设的重点，也是“十四五”能源规划的创新点和亮点。</p>
2022 年 3 月 23 日	《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》	国家发改委	<p>到 2025 年，形成较为完善的氢能产业发展制度政策环境，产业创新能力显著提高，基本掌握核心技术和制造工艺，初步建立较为完整的供应链和产业体系。可再生能源制氢量达到 10-20 万吨/年，成为新增氢能消费的重要组成部分，实现二氧化碳减排 100-200 万吨/年。</p> <p>到 2030 年，形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系，产业布局合理有序，可再生能源制氢广泛应用，有力支撑碳达峰目标实现。</p> <p>到 2035 年，形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升，对能源绿色转型发展起到重要支撑作用。</p> <p><b>支持“专精特新”中小企业参与氢能产业关键共性技术研发，培育一批自主创新能力强的单项冠军企业，促进大中小企业协同创新融通发展。</b></p>
2022 年 3 月 31 日	《我国碳达峰碳中和战略及路径》	中国工程院/上海市 政府/工业和信息化部	<p>报告围绕我国实现碳达峰碳中和面临的相关问题，40 多位院士、300 多位专家及数十家单位开展了一年多的系统性研究。该报告指出，实现碳达峰碳中和是推动我国经济社会高质量发展的必由之路，同时也面临诸多挑战。通过积极主动作</p>

			为，全社会共同努力，我国二氧化碳排放有望于 <b>2027 年左右实现达峰，峰值控制在 122 亿吨左右。在此基础上推动发展模式实现根本转变，可在 2060 年前实现碳中和。</b>
2022 年 4 月 1 日	《“十四五”环境影响评价与排污许可工作实施方案》	生态环境部 环环评 (2022) 26 号	积极开展产业园区减污降碳协同管控，强化产业园区管理机构开展和组织落实规划环评的主体责任，高质量开展规划环评工作，推动园区绿色低碳发展。
2022 年 4 月 6 日	《“十四五”能源领域科技创新规划》	国家能源局、科学技术部	《“十四五”能源领域科技创新规划》（以下简称《规划》）是“十四五”我国推进能源技术革命的纲领性文件，与国家中长期科技规划以及“十四五”现代能源体系规划、科技创新规划、各专项规划有机衔接、相互配合，紧密围绕国家能源发展重大需求和能源技术革命重大趋势，规划部署重大科技创新任务。《规划》提出了 2025 年前能源科技创新的总体目标， <b>围绕先进可再生能源、新型电力系统、安全高效核能、绿色 高效化石能源开发利用、能源数字化智能化等方面</b> ，确定了相关集中攻关、示范试验和应用推广任务，制定了技术路线图，结合“十四五”能源发展和项目布局，部署了相关示范工程，有效承接示范应用任务，并明确了支持技术创新、示范试验和应用推广的政策措施。
2022 年 4 月 24 日	《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》	教育部	5.推动高校组建碳中和领域关键核心技术集成攻关大平台。组建一批重点攻关团队，围绕化石能源绿色开发、低碳利用、减污降碳等碳减排关键技术，新型太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能、核能及储能技术等碳零排关键技术，二氧化碳捕集、利用、封存等碳负排关键技术攻关，加快先进适用技术研发和推广应用。 7.加快储能和氢能相关学科专业建设。以大规模可再生能源消纳为目标，推动高校加快储能和氢能领域人才培养，服务大容量、长周期储能需求，实现全链条覆盖。 13.鼓励校企合作联合培养。支持相关高校与国内能源、交通和建筑等行业的大中型和专精特新企业深化产学研合作，针对企业人才需求，联合制定培养方案，探索各具特色本专科生、研究生和非学历教育等不同层次人才培养模式。 15.支持组建碳达峰碳中和产教融合发展联盟。鼓励高校联合企业，根据行业产业特色，加强分工合作、优势互补，组建一批区域或者行业高校和企业联盟，适时联合相关国家组建跨国联盟，推



			动标准共用、技术共享、人员互通。
2021 年 12 月 31 日	《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025 年）》	工信部 住建部 交通部 农业部 国家能源局	<p>智能光伏工业。鼓励工业园区、新型工业化产业示范基地等建设光伏应用项目，制定可再生能源占比的具体评价办法，新建工业厂房满足光伏发电系统安装要求，推动工业园区等绿色发展。鼓励建设工业绿色微电网，<b>实现厂房光伏、分布式风电、多元储能、高效热泵、余热余压利用、智慧能源管控系统等集成应用，促进多能高效互补利用。</b></p> <p>智能光伏建筑。在有条件的城镇和农村地区，统筹推进 居民屋面智能光伏系统，鼓励新建政府投资公益性建筑推广 太阳能屋顶系统。开展以智能光伏系统为核心，以储能、建 筑电力需求响应等新技术为载体的区域级光伏分布式应用示范。提高建筑智能光伏应用水平。<b>积极开展光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑建设示范。</b></p> <p>建设“双创”孵化平台。<b>支持智能光伏领域众创、众包、众扶、众筹等创业支撑平台建设</b>，推动有条件的地方建立一批智能光伏产业生态孵化器、加速器，探索产业发展和商业应用模式创新，鼓励为初创企业提供资金、技术、市场应用及推广等方面的扶持。</p>
2021 年 12 月 27 日	国家发展改革委办公厅关于加快推进大宗固体废弃物综合利用示范建设的通知	国家发展改革委 发改办环资 (2021) 1045 号	（三）强化节能降碳示范引领。各基地和骨干企业要以节能降碳为导向，优先使用可再生能源，优化生产工艺流程，开展节能改造，选用高效节能技术设备， <b>回收利用余压余热余能</b> ，提高能效水平， <b>发挥好大宗固体废弃物综合利用替代天然资源的协同降碳作用</b> ，形成利废建材行业降碳示范效应。
2021 年 12 月 29 日	《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》 国能发规划〔2021〕66 号	国家能源局 农业农村部 国家乡村振兴局	<p>（十）鼓励发展绿色低碳新模式新业态</p> <p>在县域工业园区、农业产业园区、大型公共建筑等探索建设多能互补、源荷互动的综合能源系统，提高园区能源综合利用率。采用合同能源管理运营模式，引导企业、社会资本、村集体等多方参与，建设新能源高效利用的微电网，为用户提供电热冷气等综合能源服务。完善配套政策机制，推动增量配电企业发展综合能源服务，创新发展新能源直供电、隔墙售电等模式。</p> <p>（十三）继续实施农村供暖清洁替代</p> <p>因地制宜推进地热能供暖。在地热资源丰富、面积较大的乡镇，优先开展地热能集中供暖。利用地源热泵，加快推广浅层地温能和中深层地热资源开发利用，打造地热能高效开发利用示范区。</p>

2021 年 11 月 27 日	《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》	国务院国资委	<p>到 2025 年，中央企业产业结构和能源结构调整优化取得明显进展，重点行业能源利用效率大幅提升，新型电力系统加快构建，绿色低碳技术研发和推广应用取得积极进展；中央企业万元产值综合能耗比 2020 年下降 15%，万元产值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，可再生能源发电装机容量达到 50% 以上，战略性新兴产业营收比重不低于 30%，为实现碳达峰奠定坚实基础。</p> <p>到 2030 年，中央企业全面绿色低碳转型取得显著成效，产业结构和能源结构调整取得重大进展，重点行业企业能源利用效率接近世界一流企业先进水平，绿色低碳技术取得重大突破，绿色低碳产业规模与比重明显提升，中央企业万元产值综合能耗大幅下降，万元产值二氧化碳排放比 2005 年下降 65% 以上，中央企业二氧化碳排放量整体达到峰值并实现稳中有降，有条件的中央企业力争碳排放率先达峰。</p> <p>到 2060 年，中央企业绿色低碳循环发展的产业体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到世界一流企业先进水平，形成绿色低碳核心竞争优势，为国家顺利实现碳中和目标作出积极贡献。</p>
2021 年 6 月 1 日	“十四五”公共机构节约能源资源工作规划 国管节能〔2021〕195 号	国家机关事务管理局 国家发展和改革委员会	<p><b>（二）绿色化改造行动。</b>推广集中供热，拓展多种清洁供暖方式，推进燃煤锅炉节能环保综合改造、燃气锅炉低氮改造，因地制宜推动北方地区城镇公共机构实施清洁取暖。推动实施中央空调改造，运用智能管控、多能互补等技术实现能效提升，建设绿色高效制冷系统。实施数据中心节能改造，加强在设备布局、制冷架构等方面优化升级，探索余热回收利用，大幅提升数据中心能效水平，大型、超大型数据中心运行电能利用效率下降到 1.3 以下。积极开展绿色建筑创建行动，新建建筑全面执行绿色建筑标准，大力推动公共机构既有建筑通过节能改造达到绿色建筑标准，星级绿色建筑持续增加。加快推广超低能耗和近零能耗建筑，逐步提高新建超低能耗建筑、近零能耗建筑比例。</p> <p><b>（三）可再生能源替代行动。</b>优化能源消费结构，控制煤炭等化石能源消费，推进京津冀及周边地区、长三角地区公共机构严格实施煤炭消费替代。加大太阳能、风能、地热能等可再生能源和热泵、高效储能技术推广力度，大力推进太阳能光伏、光热项目建设，提高可再生能源消费比重。</p>

## 2.各省市及地方关于“碳达峰碳中和”政策文件

表 2 各省市及地方政策文件及规划

时 间	政策及通知	北京市	节 选
2022 年 1 月 30 日	《2022 年北京市高精尖产业发展资金实施指南》	北京市经信局 北京市财政局	对 2021 年 1 月 1 日至申报截止日期期间竣工的，建设期不超过 3 年，固定资产投资不低于 200 万元的，在污染治理、污水资源化利用、高效节能设备利用、低碳发展、工业互联网+绿色制造等领域开展专项提升，或在清洁生产、节能节水、碳减排等方面实现绩效提升的项目，按不超过纳入奖励范围总投资的 25% 给予奖励；实施主体达到国家级绿色工厂、国家级绿色供应链管理企业(含下属企业)标准、空气重污染应急减排绩效评价 B 级以上(含绩效引领)，或项目实施后单位产品能耗或水耗达到国家、行业或地方标准先进值的，按不超过纳入奖励范围总投资的 30% 给予奖励，单个企业年度奖励金额最高不超过 3000 万元。
2021 年 11 月 10 日	通州区绿色化改造提升项目补助资金管理办法（试行）	北京市通州区经信局	<p>2021 年 11 月 10 日，北京市通州区发布《通州区绿色化改造提升项目补助资金管理办法（试行）》。绿色化补助资金主要用于对企业参与绿色制造体系建设、绿色化改造项目、开展可再生能源替代项目、减碳发展等方面给予一定的补助支持。</p> <p>鼓励企业实施减碳发展。鼓励企业开展“碳核查”。鼓励企业试点通过权威机构开展“碳中和企业”认证。对获得“碳中和企业”认证的企业，最高一次性补助 50 万元。</p> <p>对上年度全年碳排放强度（年度企业碳排放值/当年企业产值）比之前一年度下降 5% 及以上，企业通过非交易行为实现减少二氧化碳排放总量上年度比之前一年度的减少量为 500 吨及以上的，经核定后按照不超过 200 元/tCO<sub>2</sub>e（每吨二氧化碳）的标准，最高补助 50 万元。</p>
2021 年 9 月 26 日	《北京经济技术开发区 2021 年度绿色发展资金支持政策》	北京经济技术开发区管理委员会	<p>对 2021 年获得碳中和认证的规模以上工业企业或获得碳中和认证的已纳入城市更新的园区一次性 50 万元奖励。（重点排放部分可部分厂房园区碳中和认证，其他单位需全部）。</p> <p>文件中明确指出，鼓励企业、园区实施碳达峰和碳中和行动，坚持集约高效、绿色低碳发展模式，优化产业结构和能源结构，对 2021 年实现零碳排放的规模以上工业企业或园区给予 50 万元奖励。</p>

			鼓励协会、联盟、咨询机构等开展减碳节能、清洁生产等技术咨询策划业务，对 2021 年服务区内(市级)重点用能及碳排放单位 5 家以上的，给予 10 万元资金奖励。鼓励企业开展节能技术改造和分布式光伏发电等新能源应用，给予实施企业市级补贴 1:1 配套的资金奖励。
2021 年 4 月 28 日	关于贯彻新发展理念加快亦庄新城高质量发展的若干措施（3.0 版）京技管〔2021〕42 号	北京经济技术开发区管理委员会	14.鼓励企业、园区实施碳达峰和碳中和行动，坚持集约高效、绿色低碳发展模式，优化产业结构和能源结构，对 2021 年实现零碳排放的规模以上工业企业或园区给予 50 万元奖励。鼓励协会、联盟、咨询机构等开展减碳节能、清洁生产等技术咨询策划业务，对 2021 年服务区内（市级）重点用能及碳排放单位 5 家以上的，给予 10 万元资金奖励。鼓励企业开展节能技术改造和分布式光伏发电等新能源应用，给予实施企业市级补贴 1:1 配套的资金奖励。（责任单位：经济发展局）
时 间	政策及通知	天津市	节 选
2021 年 12 月 31 日	天津市电力发展“十四五”规划	天津市发改委	适度发展分布式气电，鼓励大型建筑、工业园区、交通枢纽等冷（热）负荷集中区域，建设冷热电多联供分布式能源系统，加快开展各类试点和示范。因地制宜发展电采暖，充分利用电网低谷电容量，在园区、公建推广电蓄热供暖技术；
2022 年 3 月 11 日	天津市“十四五”节能减排工作实施方案	天津市发改委	<p>（三）城镇绿色节能改造工程。加快编制我市居住建筑五步节能设计标准，扎实推进超低能耗、近零能耗、零能耗建筑“三步走”战略，建设近零能耗建筑、零能耗建筑、零碳小屋等示范项目。将既有居住建筑绿色改造与老旧小区改造有机结合，推动公共建筑能效提升改造，推广光伏发电与建筑一体化应用。因地制宜推动清洁供热，推进余热暖民项目。组织实施中央空调节能改造、数据中心制冷系统能效提升、园区制冷改造和冷链物流绿色改造等重点示范工程，大幅提升制冷系统能效水平。到 2025 年，城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 100%，实施公共建筑能效提升改造面积 150 万平方米以上，建设 1 至 2 个绿色生态城区，中心城区和滨海新区中新天津生态城、滨海高新区、东疆保税港区基本建成“无废城市”。（市住房城乡建设委、市生态环境局、市发展改革委、市规划资源局、市交通运输委等按职责分工负责）</p> <p>（六）公共机构能效提升工程。以提高建筑外围护结构的热工性能和气密性能、提升用能效率为路径，积极实施公共机构既有建筑节能改造。鼓励实施供暖系统电气化改造，因地制宜采用空气源、地</p>

			源热泵等清洁用能设备替代燃油、燃气锅炉，推进制冷系统逐步以电力空调机组替代直燃机空调机组。（市机关事务管理局牵头，市发展改革委、市财政局等按职责分工负责）
2022 年 3 月 30 日	天津市加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施方案	天津市人民政府	<p>（十四）推动能源体系绿色低碳转型。完善能源消费总量和强度双控制度，持续推进节能、提高能效。（市发展改革委、各区人民政府按职责分工负责）坚持集中式和分布式并重，大力发展风能、太阳能，扩大非化石能源电力装机规模。（市发展改革委、市规划资源局、各区人民政府按职责分工负责）推动储能技术应用，提升电网消纳、调峰能力。（市发展改革委、市科技局、市工业和信息化局、国网天津市电力公司、各区人民政府按职责分工负责）</p> <p>（十八）鼓励绿色低碳技术研发。针对节能环保、清洁生产、清洁能源等绿色产业技术创新的基础需求，推动储能、氢能、海水淡化关键材料和核心装备、浓盐水综合利用等领域绿色技术创新攻关。（市科技局、各区人民政府按职责分工负责）</p>
2022 年 3 月 30 日	关于做好用能保障推动绿色发展的十项措施	天津市发改委	9.形成有利于提高能效的市场化机制。落实国家高耗能行业阶梯电价机制，对与高耗能企业开展市场交易的燃煤发电上网电价不受上浮 20%限制。推行合同能源管理，推广节能咨询、诊断、设计、融资、改造、托管等“一站式”综合服务模式，鼓励实施节能效益分享型、能源费用托管型项目。探索开展用能权交易，研究制定用能权交易管理制度，科学开展用能权确权工作，加强履约监管能力建设，与碳排放权交易有机衔接。
时 间	政策及通知	上海市	节 选
2022 年 1 月 4 日	上海市产业绿色发展“十四五”规划	上海市经信局	<p>8.推进数据中心能效全面提升。加强新建数据中心节能审查，强化规划布局与周边余热/冷资源协同，推进落实国家绿色数据中心先进适用技术目录产品在新建数据中心应用。全面推进 PUE 值 1.7 以上存量数据中心提标改造，推进老小散旧机房优化淘汰。推动智能服务器、信息化系统、热场管理等先进技术产品应用，创建若干绿色数据中心。</p> <p>14.提高余能梯级利用能力。推进石化、化工、钢铁、食品、数据中心等行业和领域余热（冷）资源深度利用，研究相变储热、低温余热发电、废热资源制冷、热泵等技术与企业余热资源的结合，探索区域内企业之间余热资源共享模式。推进洋山深水港 LNG 储罐扩建工程冷能发电项目。</p>
2022 年	《徐汇区节	上海市	（1）企业实施节能技改及产品应用项目，并实现

2月22日	能减排降碳专项资金管理办法》	徐汇区人民政府	<p>明显的节能减排降碳效果的，按项目实现的年节能量给予每吨标准煤 1200 元的扶持，或按项目投资额中用于实现节能减排降碳功能部分给予 20% 的扶持。以上扶持最高不超过 300 万元。</p> <p>（2）企业获市级节能技改、清洁生产、循环经济项目扶持的，根据企业对本区节能减排降碳的贡献，最高按 1:1 比例给予不超过 300 万元的区级资金匹配。</p>
时 间	政策及通知	重庆市	节 选
2021 年 12 月 31 日	《重庆市绿色建筑“十四五”规划（2021-2025 年）》	重庆市住建委	<p>4.可再生能源建筑应用规模不断扩大。以“水空调”为重点，率先在全国采用区域能源系统特许经营权的方式集中连片地推动可再生能源建筑规模化应用，形成了江北嘴 CBD、弹子石 CBD、水土工业园区 3 大集中应用示范片区。其中，江北嘴 CBD 项目已成为全国最具影响力和最大的江水源热泵区域集中供冷供热项目，与常规系统相比，年节能 2.2 万吨标准煤、节水 198 万立方米、减排 CO<sub>2</sub> 近 6 万吨，且在区域降噪、设备节地、消除热岛效应、减排主要污染物等方面效果显著。“十三五”期间，全市新增可再生能源建筑应用面积 574.52 万平方米。截至 2020 年末，全市可再生能源建筑应用面积突破 1500 万平方米。</p> <p>五、推动建筑用能清洁化低碳化</p> <p>五. 因地制宜建立我市可再生能源利用主要实施技术路径，推进可再生能源的深度及复合应用，探索在具备资源利用条件的区域强制推广可再生能源建筑应用技术的措施。强化可再生能源建筑应用项目实施质量，促进可再生能源建筑规模化应用。在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等建筑推广应用热泵、电蓄冷空调等。结合我市气候、资源条件，因地制宜地开展建筑太阳能系统应用示范，推进城镇新建公共机构建筑、新建厂房屋顶应用太阳能光伏。鼓励农村建筑使用太阳能系统。开展污水源热泵应用示范工程及研究。充分发挥电力在建筑终端消费的清洁性、可获得性、便利性优势，按照宜电则电的原则，建立以电力消费为核心的建筑能源消费体系。围绕建筑能源清洁、低碳、高效利用目标，在建筑空调、生活热水等用能领域推广高效电气智能化应用技术与设备。</p>
2022 年 2 月 15 日	关于印发成渝地区双城经济圈碳达峰碳中和联合行动方案	重庆市人民政府办公厅 四川省人民	<p>13.打造城乡绿色生态空间。统筹优化调控城镇空间、生态空间、农业空间结构和布局，严格控制城镇空间无序扩张，优化城市城区绿色空间体系，实施城市生态用地改革创新。</p> <p>在城乡规划建设管理各环节全面落实绿色低碳</p>



	的通知	政府办公厅	要求，实施工程建设全过程绿色建造，大力发展装配式建筑，重点发展钢结构装配式住宅。推进绿色社区建设。推进城镇既有建筑和市政基础设施节能改造，全面推广绿色低碳建材。发展绿色农房。 (责任单位：重庆市规划自然资源局、市住房城乡建委、市生态环境局；四川省自然资源厅、住房城乡建设厅、生态环境厅)
2022 年 3 月 2 日	《重庆市严格能效约束推动重点领域节能降碳实施方案》	重庆市 发改委	<p>(八) 推动数据中心绿色高质量发展 鼓励重点行业利用绿色数据中心等新型基础设施实现节能降耗。新建大型、超大型数据中心 PUE 值(电能利用效率)不超过 1.3。到 2025 年，现有数据中心 PUE 值(电能利用效率)不超过 1.5。同时满足我市相关规划布局、纳入全国一体化算力网络国家枢纽节点且 PUE 值(电能利用效率)小于等于 1.25 的新建数据中心项目，原则上可由市级统筹支持部分能耗。(市大数据发展局、市发展改革委、市经济信息委)</p> <p>(一) 加大财政金融支持力度 落实节能专用装备、技术改造和资源综合利用等鼓励政策以及税收优惠政策。用好市内各项专项资金，积极争取中央预算内投资，支持企业开展节能降碳技术改造。在现有奖补政策基础上，加大财政资金奖补力度，适当提高奖补比例。积极发展绿色金融，利用好碳减排支持工具，支持金融机构在风险可控、商业可持续的前提下，向节能降碳效应显著的重点项目提供高质量、全方位的金融服务。拓展绿色债券市场的深度和广度，支持符合条件的节能低碳发展企业上市融资和再融资。落实首台(套)重大技术装备示范应用、重点新材料首批次应用鼓励政策。(市发展改革委、市经济信息委、市财政局、人行重庆营管部、重庆证监局)</p>
时 间	政策及通知	江苏省	节 选
2022 年 1 月 15 日	关于推动高质量发展做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共江苏省委/ 江苏省人民政府	(十三) 大力发展非化石能源。大力发展新能源，在确保安全的前提下有序发展核电，规范有序发展氢能，推进风光水火储一体化发展。积极消纳区外非化石能源，稳妥推进绿色核能供热，不断提高非化石能源消费比重。加快推进海上风电规模化发展和“光伏+”综合利用，稳步推进地热能勘探及高效综合利用。加快推动抽水蓄能和新型储能规模化应用，统筹推进氢能“制储输用”一体化发展，持续提高比例可再生能源消纳能力和调控水平。大力实施可再生能源替代行动，支持沿海地区打造可再生能源发展示范。

			<p>（二十）大力发展绿色低碳建筑。持续提升新建建筑和基础设施节能标准，加快推进绿色低碳建筑规模化发展。大力推进既有建筑、老旧供热管网等市政基础设施节能改造，加强公共建筑用能管理，提升建筑节能低碳水平。全面应用绿色低碳建材，推动建筑材料循环利用。加强绿色低碳社区建设，推动既有居住区改善提升。推进绿色农房建设，加快现代化农房和村庄建设。</p> <p>（二十一）加快优化建筑用能结构。加快推动建筑用能电气化和低碳化，大幅提高建筑采暖、生活热水、炊事等电气化普及率，深入推进建筑领域可再生能源规模化应用。充分利用建筑本体及周边空间，推进建筑太阳能光伏一体化建设。大力推进太阳能、浅层地热能、生物质能等可再生能源建筑一体化应用。</p>
2022 年 1 月 18 日	《江苏省重点行业建设项目碳排放环境影响评价技术指南（试行）》	江苏省生态环境厅	规定了重点行业建设项目碳排放环境影响评价的一般工作流程、内容、方法和要求。包括发电企业、镁冶炼企业、铝冶炼企业、钢铁生产企业、平板玻璃生产企业、水泥企业、化工生产企业。
2022 年 1 月 24 日	江苏省政府关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见 苏政发〔2022〕8 号	江苏省人民政府	<p>（七）提升产业园区和产业集群循环化水平。科学编制实施产业园区开发建设规划，加强环评和能评工作，严格准入标准，完善循环产业链条。深入实施循环化改造，推动企业循环式生产、产业循环式组合，促进资源高效利用、能源梯级利用、废弃物综合利用和污染物集中安全处置。加强与周边城区现代基础设施联通和公共服务设施共享，鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。围绕建设美丽园区、提高绿色产业发展水平、推进能源管理智慧化发展、推动绿色循环化发展、提升资源利用效率、优化节能审查机制、创新污染治理等方面开展综合试点示范，建设一批国家级绿色产业示范基地和省级绿色低碳循环发展示范区。</p> <p>（十九）建立互联互通综合能源系统。推进城乡配电网建设和智能化升级。推动风光水火储一体化和源网荷储一体化发展，积极推进以新能源为主体的新型电力系统建设。建设坚强智能绿色电网，完善提升配网规划体系、建设标准和供能质量，统筹煤、电、油、气、网、运设施能力建设，提升能源安全输送能力。推动能源流和信息流深度融合，积极推广综合能源服务，推动能源互联网建设，构建弹性互动、智能互联的智慧能源系统。</p>
2022 年	关于印发	江苏省	（三）推进大气污染防治领域协同控制。筛选大气



3月18日	《省生态环境厅 2022 年推动碳达峰碳中和工作计划》的通知	生态环境厅	<p>污染物和碳排放“双高”重点行业企业，推进大气治理设施节能降耗，探索开展大气污染物和碳排放“双控”改造提升工程试点，推进燃煤锅炉工业炉窑等清洁燃料替代改造项目，推进大气环境质量改善和碳排放协同增效。</p> <p>（十四）支持碳金融创新实践。鼓励金融机构积极围绕碳配额开发抵押贷款、碳基金等绿色信贷产品，积极促成纳入碳排放交易的绿色信贷企业申请碳权贷款，推出一批碳权抵押贷款项目。</p> <p>（二十二）开展碳达峰碳中和科技创新研究。组织申报碳达峰碳中和科技创新专项行业应用示范项目，聚焦污水处理行业开展减污降碳协同增效相关研究。</p> <p>（二十四）开展园区碳达峰试点示范工作。联合省发展改革委制定《江苏城市、园区碳达峰试点实施方案》。联合省财政、发改等部门组织申报评审，确定试点示范名单，指导推进碳排放达峰试点园区创建。</p>
2022 年 3 月 10 日	省政府关于实施与减污降碳成效挂钩财政政策的 通知 苏政发〔2022〕31 号	江苏省人民政府办公厅	<p>碳减排指标。对单位地区生产总值二氧化碳排放下降率达到年度目标任务且有进一步改善的市、县（市）进行奖励。下降率每比目标任务改善 0.1 个百分点的按收取该市、县（市）统筹资金总额的 1% 进行奖励，奖励上限为 10%。</p>
2022 年 3 月 17 日	南京市关于碳达峰碳中和科技创新专项的实施细则	南京市科学技术局	<p>第二条 碳达峰碳中和科技创新专项（以下简称专项）聚焦我市重点领域、行业和区域实现碳达峰碳中和目标的紧迫需求，重点支持可再生能源、储能、氢能、CCUS、生态碳汇、低碳或生物碳（负碳）产品、生物绿色流程再造等关键核心技术研发和应用示范，为我市 2030 年碳达峰目标如期实现提供科技支撑。</p> <p>第五条 专项项目由市科技局牵头组织，采取联合攻关、竞争择优等方式组织。每个项目资助经费不超过 1000 万元，项目实施周期不超过 3 年。对关键技术应用示范项目分 2 次拨款，首次拨付总金额的 50%，项目通过中期评估后拨付剩余 50% 资助资金。</p>
2022 年 3 月 17 日	江苏省关于深入推进绿色认证促进绿色低碳循环发展意见的通知	江苏省人民政府办公厅	<p>建立碳达峰碳中和标准，健全能源消费碳排放标识制度，推动重点外贸产品和耗能产品开展碳足迹认证，完善产品碳足迹数据核算和追溯体系。培育一批专业绿色认证机构，引导认证机构加大技术研发投入，提升技术能力、服务水平和服务质量。</p>

2021 年 4 月 19 日	关于印发 《南京江北 新区碳达峰、碳中和 行动计划 (试行)》 的通知宁新 区管发 (2021) 17 号	南京市 江北新 区管理 委员会	6.大力发展清洁能源。因地制宜发展地热能、生物 质能等清洁能源。鼓励民营企业进入能源领域， <b>加 快推动南京江北储能电站建设，推广地源热泵、江 水热源工程</b> ，推进江水源热泵二期配套管网工程， 提高江水能源供给服务范围。 9.全面推广绿色建筑。大力推动装配式建筑发展， 推广被动式房屋等绿色节能建筑。
<b>时 间</b>	<b>政策及通知</b>	<b>浙江省</b>	<b>节 选</b>
2021 年 6 月 3 日	《关于金融 支持碳达峰 碳中和的指 导意见》	浙江银 保监局 浙江省 发展改 革委 浙江省 生态环 境厅	在全国率先出台金融支持碳达峰碳中和十个方 面 25 项举措。《指导意见》明确，建立信贷支持绿 色低碳发展的正面清单，支持省级“零碳”试点单位 和低碳工业园区的低碳项目，支持高碳企业低碳化 转型；拓宽绿色低碳企业直接融资渠道，支持符合 条件企业发行碳中和债等绿色债务融资工具。
2022 年 1 月 4 日	浙江省发展 改革委等五 部门关于严 格能效约束 推动重点领 域节能降碳 工作的实施 方案	浙江省 发改委	(六) 加强数据中心绿色高质量发展 鼓励重点行业利用绿色数据中心等新型基础设 施实现节能降耗。加快存量数据中心的节能降耗改 造工作，到 2025 年，大型及以上数据中心电能利用 效率不超过 1.3，集群内数据中心电能利用效率不 得超过 1.25，数据中心电能利用效率普遍不超过 1.5。加快优化数据中心建设布局，新建大型、超 大型数据中心原则上布局在国家枢纽节点数据中心集 群范围内。要统筹好在建和拟建数据中心项目，设 置合理过渡期，确保平稳有序发展。对于布局在国 家枢纽节点数据中心集群范围外的新建数据中心， 地方政府不得给予土地、财政等方面的优惠政策。 (省发展改革委、省经信厅、省市场监管局、省大 数据局、省能源局、省通信管理局)
2022 年 2 月 17 日	浙江省委省 政府关于完 整准确全面 贯彻新发展 理念做好碳 达峰碳中和 工作的实施 意见	中共浙 江省委/ 浙江省 人民政 府	<b>四、构建绿色低碳的现代能源体系</b> (四) 积极发展低碳能源。实施“风光倍增”工程， 推广“光伏+农渔林业”开发模式，推进整县光伏建 设，打造若干百万千瓦级海上风电基地。因地制宜 发展生物质能、海洋能等可再生能源发电。积极安 全有序发展核电，打造沿海核电基地。统筹推进氢 能制储输用全链条发展。扩大天然气发电利用规 模。有序推进抽水蓄能电站布局和建设。加快储能 设施建设，鼓励“源网荷储”一体化等应用。持续提 高已建特高压通道输送清洁能源比重，全力推进送

			<p>浙第四回特高压直流通道建设。</p> <p><b>六、推进建筑全过程绿色化</b></p> <p>（一）提升新建建筑绿色化水平。修订公共建筑和居住建筑节能设计标准。在城乡建设各环节全面践行绿色低碳理念，大力推进零碳未来社区建设。</p> <p>（二）推动既有建筑节能低碳改造。开展能效提升行动，有序推进节能改造和设备更新。加强低碳运营管理，改进优化节能降碳控制策略。推进建筑能耗统计、能源审计和能效公示，探索开展碳排放统计、碳审计和碳效公示。完善建筑改造标准，逐步实施建筑能耗限额、碳排放限额管理。<b>加强建筑用能智慧化管理，推进智慧用能园区建设。</b></p> <p>（三）加强可再生能源建筑应用。提高建筑可再生能源利用比例，发展建筑一体化光伏发电系统，因地制宜推广地源热泵供热制冷、生物质能利用技术，加强空气源热泵热水等其他可再生能源系统应用。结合未来社区建设，大力推广绿色低碳生态城区、高星级绿色低碳建筑、超低能耗建筑。</p>
2022 年 3 月 24 日	关于加快推进绿色低碳工业园区建设工作的通知	浙江省经信厅	<p>（一）促进能源高效清洁利用。组织开展工业企业节能诊断服务，推进节能降碳技术改造，推动企业产品结构、生产工艺、技术装备优化升级，推进能源梯级利用和余热余压回收利用。支持企业建设光伏、光热、地源热泵和智能微电网，适用时可采用风能、生物质能等，提高可再生能源使用比例。</p> <p>5.加强资金配置倾斜。支持绿色低碳工业园区内符合条件的项目争取国家重点领域节能降碳专项、省级重点节能减碳技术改造资金支持。扩大绿色信贷投放，支持金融机构落实技术改造融资无还本续贷、中长期贷款等政策。（责任单位：省经信厅、省发展改革委、省生态环境厅、省商务厅、省科技厅）</p>
2022 年 3 月 24 日	浙江省杭州市关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共杭州市委/杭州市人民政府	<p>（十六）推广绿色建材及低碳技术应用。稳妥推进绿色建材循环利用，支持企业建设以绿色建材为特色的技术中心或重点实验室，研发推广利废、节能效果显著的建材产品。制定可再生能源建筑应用产品与系统推荐目录，推广应用“光储直柔”建筑一体化技术，提高建筑可再生能源应用比例。</p> <p>（十七）提升绿色建造水平。提升项目绿色设计水平，严格落实建筑节能设计标准，制定建筑节能低碳管理办法，探索将碳排放水平纳入绿色建筑评价体系。推动政府投资项目高星级绿色低碳建筑率先示范，大力推广超低能耗、零（近零）能耗建筑。推动绿色智能建造与建筑工业化协同发展，大力发展装配式建筑、装配式装修。建立建筑能效及碳排</p>

			放全过程监管机制，完善项目运维循环利用。 （十八）加强建筑能效管理。有序推进既有建筑节能改造和设备更新。完善建筑能耗及碳排放信息服务平台，加强建筑用能智能化管控，实现精细用电和能效实时监测。逐步开展建筑能耗限额、碳排放限额管理。
2021 年 9 月 24 日	杭州市科创领域碳达峰行动方案	杭州市科学技术局	围绕六大领域，聚焦绿色低碳、减污降碳和碳负排放技术研究方向，支持西湖大学牵头建设能源与碳中和省实验室，鼓励企事业单位建设科技创新服务平台，符合条件的，按《杭州市科技创新券实施管理办法》（杭科合〔2018〕8 号）给予支持，对平台建设期内的设备投入，给予 30% 的补助，最高不超过 500 万元。
2021 年 12 月 21 日	《宁波市碳达峰碳中和科技创新行动方案》甬创新办〔2021〕5 号	宁波市建设创新型城市领导小组办公室	6.推动民生领域低碳技术集成与优化。聚焦低碳建筑、低碳交通、低碳生活、绿色农业等领域需求，重点开展适宜我市气候资源禀赋的被动式建筑与超低能耗建筑设计和建造、建筑能源智慧管控、交通低碳燃料替代、智能交通、碳标签认证等技术研发，协同发展非 CO <sub>2</sub> 温室气体减排技术，推进全社会节能减排。 12.推进绿色低碳园区建设。以区域绿色低碳循环发展为主题，创建省级可持续发展创新示范区 2 家，支持已列入培育名单的宁海县可持续发展创新示范区绿色低碳升级。引导高新区通过完善可持续发展政策制度，加快构建绿色产业体系，争创绿色低碳高新区 1-2 家，打造区域绿色低碳循环高质量发展样板。支持工业园区绿色低碳转型。
时 间	政策及通知	福建省	节 选
2022 年 3 月 7 日	福建省冶金、建材、石化化工行业“十四五”节能降碳实施方案	福建省工信厅	到 2025 年，通过产能置换和节能改造，全省钢铁、有色等行业能效达到标杆水平的产能比例超过 30%（行业能效标杆水平与基准水平详见附件 1），冶金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。
2022 年 3 月 11 日	福建省贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案	福建省发改委	到 2025 年底，全省数据中心标准机架数达 15 万个，5G 基站数达 12 万个以上，基本形成贴近需求、布局合理、绿色低碳、智能高效、技术先进、安全可靠的一体化数据中心和 5G 运行格局。全省数据中心电能利用效率（PUE）普遍不超过 1.5，整体利用率和可再生能源利用率明显提升；5G 基站能效提升 20% 以上。其中，新建大型及超大型数据中心绿色低碳等级达到 4A 级以上，电能利用效率不高于 1.3。

2022 年 4 月 22 日	福建省推进资源型地区高质量发展“十四五”实施方案	福建省发改委	推进资源型地区建设工业互联网、物联网、千兆光网和 5G“双千兆”网络、大数据、人工智能、智慧交通、智慧能源、智慧海洋等新一代信息基础设施，支持创建一批创新应用平台，对符合条件的示范项目，省数字经济发展专项资金予以倾斜扶持。支持传统资源型企业加速转型升级，建设智能工厂和智慧园区。
时 间	政策及通知	广东省	节 选
2021 年 8 月 16 日	深圳市工业和信息化局支持绿色发展促进工业“碳达峰”扶持计划操作规程	深圳市工业和信息化局	<p>深圳市工信局发布《深圳市工业和信息化局支持绿色发展促进工业“碳达峰”扶持计划操作规程》（下文简称“规程”），明确以直接资助、奖励两种事后资助形式，对符合条件的绿色、节能项目给予资助和奖励。</p> <p>“价格机制”的落地实施。第三条 本规程扶持方式均为事后资助，包括直接资助、奖励两种形式：</p> <p>（一）直接资助是指对项目申报单位自主实施的工业能源资源节约和综合利用相关项目给予无偿资助；</p> <p>（二）奖励是指对项目申报单位获得国家、省、市各项落实绿色发展促进工业“碳达峰”目标工作有关示范项目和荣誉称号的，给予奖励。</p> <p>（三）扶持标准：事后直接资助，资助金额不超过审计核定的项目总投资的 30%，单个项目资助金额不超过 1000 万元。</p>
2021 年 5 月 12 日	广州市黄埔区广州高新区促进绿色低碳发展办法穗埔发改规字（2021）1 号	广州市黄埔区发展和改革局 广州市黄埔区工业和信息化局 广州市生态环境局黄埔分局 广州市黄埔区住房和城乡建设局 广州市	<p><b>对纳入监管的重点用能单位实施节能降耗，最高补贴 1000 万元；</b>对企业实施循环经济和资源综合利用项目的按实际投资总额给予最高 200 万元补助；对建设充电基础设施项目的给予最高 100 万元补贴。</p> <p>对在我区举办国际级或国家级新能源绿色产业峰会、重大论坛、创新大赛等活动的给予最高 100 万元补贴。</p> <p>（二）支持节能降碳。列入国家、省、市、区监管的重点用能单位，在完成节能主管部门下达的能源“双控”目标的前提下，对 2025 年度较 2020 年度产值未下降而年综合能源消费总量下降 200 吨标准煤以上，或 2025 年度较 2020 年度产值增长 25% 以上、万元产值能耗下降 10% 以上的，按节能量给予 500 元/吨标准煤补贴，补贴最高 1000 万元。申请时间为完成节能主管部门下达的能源“双控”目标后。</p> <p>（责任单位：区发展改革局）</p> <p>（四）企业自行委托有资质的第三方机构开展碳排放状况核查或温室气体核查并获得《碳排放核查报告》或《温室气体核查声明/证书》的，按实际委托</p>

		黄埔区 水务局 广州市 黄埔区 商务局	<p>费用的 50%给予一次性补贴，最高 5 万元。（责任单位：区生态环境局）</p> <p>（五）企业自行委托有资质的第三方机构开展碳减排评估及达峰评估并获得评估报告的，给予一次性补贴 5 万元。（责任单位：区生态环境局）</p> <p>（六）对在碳普惠平台签发的项目予以补贴。依据签发的减碳量按 10 元/吨二氧化碳予以项目单位补贴，单个项目补贴最高 10 万元。（责任单位：区生态环境局）</p> <p>（七）获评为省节水型企业、节水型单位（公共机构除外）、节水型居民小区，上年度年用水量在一万立方米以下的，给予创建单位 1 万元补贴；上年度年用水量在一万立方米以上的，给予创建单位 2 万元补贴，其中节水型居民小区创建单位为相应物业管理公司。（责任单位：区水务局）</p>
2022 年 3 月 30 日	广州市能源 发展“十四五”规划（ 2021-2025 年）	广州市 发改委	完成综合能源技术研究及推广。按照源网荷储一体化和多能互补发展思路，提前研究综合能源、蓄冷技术在提升能源利用效率方面的作用、应用场景、市场化运作措施等发展要点，完成《蓄冷技术应用及蓄冷项目认定标准专题研究》、《广州市区域综合能源发展研究》等课题，完成广州国际金融城起步区综合能源项目可行性研究。成功举办广州综合能源产业推广会，鼓励各区、企业因地制宜发展区域综合能源。
2022 年 3 月 18 日	《佛山市绿色建筑创建 行动实施方案 （2022- 2025）》	佛山市 住建局	10.发展节能低碳建筑。加快发展超低能耗、近零能耗建筑，进一步提升绿色建筑室内空气、水质、隔声等方面的健康性能，探索建成岭南特色超低能耗、近零能耗建筑示范项目。
2022 年 3 月 29 日	《深圳经济 特区绿色建 筑条例》	深圳市 人大常 委会	<p>第四十条 市、区财政部门应当安排相应资金用于支持绿色建筑产业发展。</p> <p>市、区人民政府应当鼓励支持高等院校、科研机构和企业研究开发、生产应用绿色低碳新技术、新工艺、新材料和新设备，并对建筑节能、绿色建筑和新型建筑工业化示范项目予以资助。</p> <p>（一）用能指标超过建筑能耗标准约束值，未按照要求开展能源审计并采取措施降低能耗的，处十万元以上三十万元以下罚款；</p> <p>（二）连续两年建筑用能指标超过建筑能耗标准约束值百分之五十以上，未按要求实施节能改造的，处五十万元以上一百万元以下罚款。</p>
2022 年 3 月 25 日	深圳市碳普 惠管理办法 （送审稿）	深圳市 生态环 境局	第九条 【碳普惠方法学】碳普惠方法学是指通过确定目标领域基准情景与减排情景碳排放的计算方法，从而为碳普惠项目提供减排量量化核算依据，



			并明确其适用性、普惠性、额外性等关键条件的方法规范。本市碳普惠方法学是产生本市碳普惠核证减排量的唯一方法规范。
2022 年 1 月 28 日	《广东省碳普惠交易管理办法（征求意见稿）》	广东省生态环境厅	<p>自然人、法人或非法人组织按照自愿原则参与碳普惠活动，作为碳普惠项目业主依据碳普惠方法学申报碳普惠核证减排量。委托有关法人组织申报碳普惠核证减排量的，应当签署委托协议，明确各方的责权利。碳普惠项目业主在申报前，应将项目咨询服务、利益分配等关键信息向利益相关方进行公示，公示期不少于 7 个工作日。</p> <p>碳普惠核证减排量应通过挂牌点选、竞价交易、协议转让等交易方式进行交易。</p>
<b>时 间</b>	<b>政策及通知</b>	<b>广西</b>	<b>节 选</b>
2022 年 3 月 10 日	《广西壮族自治区加快推进既有陆上风电、光伏发电项目及配套设施建设方案》	广西壮族自治区发改委	有序推进屋顶分布式光伏项目建设。以整县推进分布式光伏试点工作为抓手，严格按照“自愿不强、试点不审批、到位不越位、竞争不垄断、工作不暂停”的要求，有序推进分布式光伏项目建设。
2022 年 3 月 11 日	《北海市工业节能降耗实施方案（2021-2023 年）》	北海市人民政府办公室	深入实施节能技术改造。贯彻落实《广西主要高耗能行业节能技术改造实施方案》等文件要求，重点针对年能耗 5000 吨标准煤以上企业和钢铁、建材、火电、石油化工、制糖、造纸等我市高耗能行业企业。
2021 年 9 月 15 日	《加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系实施方案》	广西壮族自治区人民政府	<p>对节能环保产业创新创业项目进行孵化，培育“专精特新”中小企业。大力推行合同能源管理、合同节水管理、环境污染第三方治理、环保管家服务、生态环境导向的开发（EOD）模式。充分发挥公共机构带头推行能源托管服务示范作用。</p> <p>积极利用余热余压资源，推行现有热源资源综合利用，推进分布式能源及光伏储能一体化系统应用。推动能源梯级利用，鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。</p>
<b>时 间</b>	<b>政策及通知</b>	<b>云南省</b>	<b>节 选</b>
2022 年 1 月 30 日	云南省关于 2022 年稳增长的若干政策措施云政发〔2022〕7 号	云南省人民政府	支持重点园区优化提升。力争发行不低于 200 亿元地方政府专项债券，用于标准化现代产业园区建设。对列入园区循环化改造清单的项目，优先争取中央预算内资金支持。选取 5 个园区开展清洁生产改造先进技术应用示范，每个示范点给予 200 万元奖励。对成功创建为国家绿色低碳示范园区、循环化改造示范园区、绿色低碳工业园区、生态工业示范园区的，给予一次性 500 万元奖励。

时 间	政策及通知	海南省	节 选
2022 年 3 月 11 日	严格能效约束推动海南省重点领域节能降碳技术改造实施方案	海南省 发改委	<p>（七）推动数据中心绿色发展</p> <p>鼓励重点行业利用绿色数据中心等新型基础设施实现节能降耗。按照国家关于数据中心电源使用效率的标准要求，采用绿色节能的先进技术合理规划建设全省数据中心，实现大中小型数据中心协调发展。优先按需求在海口、三亚、澄迈等重点地区布局大型数据中心，其他市县充分利用运营商云网一体化资源，建设小型数据中心。对于不符合上述要求或不在我省数据中心规划布局内的新建数据中心，未经省级发展改革部门和工信部门确认的，各市县不得给予土地、财税等方面的优惠政策。（责任单位：省发展改革委、省工业和信息化厅、省市场监管局、省大数据管理局、省通信管理局；完成时限：持续推进）</p>
时 间	政策及通知	四川省	节 选
2021 年 12 月 8 日	四川省委关于以实现碳达峰碳中和目标为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定	中共四川省委	<p>（十八）加快产业数字赋能。推动互联网、大数据、人工智能、5G 等新兴技术与绿色低碳产业深度融合，提高数字技术对产业发展的渗透性和覆盖性。构建全省清洁能源工业互联网平台体系，发挥数字化系统对能源供需端的支撑作用，提升电网智能化管理水平，增强消纳清洁能源和安全运行能力。推进国产工业软件普及应用，支持传统产业智能化改造，<b>建设一批智慧电站、智慧气田、智慧矿山、智慧园区、智慧工厂</b>。围绕绿色低碳优势产业建设一批数字化转型促进中心，争取国家数字化绿色化协同转型发</p> <p>（二十五）大力发展绿色金融。整合金融资源、优化融资结构、强化财金互动，有序推进绿色低碳金融产品和服务开发。引导银行等金融机构积极运用人民银行碳减排支持工具，为绿色低碳产业项目提供长期限、低成本资金。大力发展绿色信贷、绿色债券、绿色基金、绿色保险和绿色信托。支持符合条件的绿色低碳优势产业领域企业上市融资、发行债券。支持有条件的地方创建国家绿色金融改革创新试验区。支持天府新区争取开展全国气候投融资试点。推动碳金融市场创新发展。</p>
2022 年 1 月 12 日	成都市能源结构调整行动方案（2021-2025 年）	成都市 经济和信息化局	11.推进可再生能源试点示范。鼓励支持光伏、 <b>浅层地热能</b> 、生物质能、 <b>空气源</b> 等应用，支持金堂县开展光伏开发试点，有序推动光伏与公共建筑、商业综合体等融合创新发展，开展地热能资源详查与评价， <b>鼓励具备应用条件的区域积极推广浅层地热能开发利用</b> 。到 2025 年，实现光伏发电装机量 1GW



			<p>以上，建成垃圾环保发电厂 2 座，浅层地温能利用项目 10 个。（牵头单位：市经信局；责任单位：市发改委、市住建局、市规划和自然资源局、市城管委，各区（市）县政府）</p> <p><b>12. 推进智慧能源管理。</b>打造“智慧能源云平台”，推进多能互补、分时互补、区域联动，提升城市能源综合利用智慧化水平。支持“两区一城”能源互联网试点建设；支持增量配电业务改革和分布式能源示范应用，推动欧洲产业城、淮州新城等建设“高载电产业+清洁能源”示范区；支持清洁能源区域试点示范。（牵头单位：市经信局；责任单位：各区（市）县政府）</p> <p><b>14. 推动综合能源利用。</b>在园区、医院、大型商超等能源负荷中心建设区域化、楼宇型<b>分布式综合能源服务系统，推广应用热泵技术、蓄冷技术、先进节能技术，提高建筑能源利用效率。</b>2025 年，全市投运分布式综合能源服务项目 10 个以上。（牵头单位：市经信局；责任单位：市发改委，各区（市）县政府）</p>
2022 年 1 月 24 日	《成都市支持绿色低碳重点产业高质量发展若干政策措施（征求意见稿）》	成都市生态环境局	<p>（三）产业集中布局区域的电力基础设施优先列入年度重点建设计划，优化电力、天然气报装服务，支持企业降低用能成本，市区两级联动按一定比例（35:65）给予 0.15—0.2 元/千瓦时电费优惠支持电解水制氢企业。（七）设立绿色低碳成果转化计划专题，加大对重大科技成果转化示范项目支持力度。支持开展绿色低碳领域重大科技成果转化应用示范，对符合条件的项目给予最高 200 万元资助。支持领军企业牵头组建绿色低碳领域创新联合体，建立“定向研发、定向转化、定向服务”研发组织模式，对创新联合体组织实施的重大关键共性技术项目，按省级财政有关规定给予支持。对绿色低碳产业相关领域新认定的国家高新技术企业在现有政策基础上，对产值规模较大、经济社会效益好、推动全市绿色低碳产业高质量发展成效显著的企业，综合评定后再给予 30 万元的一次性奖励。支持企业创建“专精特新”中小企业。（责任单位：市科技局、市生态环境局，四川天府新区、成都东部新区、成都高新区、各区（市）县）</p> <p>（十）引导工业领域开展节能降碳技术改造，对技改后综合节约能源量 100 吨标准煤（等价值）以上且符合条件的企业项目给予补助，打造一批绿色低碳示范园区，支持创建生态工业示范园区。支持创建绿色园区、绿色工厂、绿色供应链管理企业、绿色设计产品，对于获得国家级和省级绿色制造示范</p>

			<p>单位（产品）的，分别给予 100 万、60 万元、60 万元、20 万元以及 50 万、30 万元、30 万元、10 万元奖励。将清洁能源装备、节能环保装备纳入首台（套）推广应用政策支持范围。（责任单位：市发改委、市经信局，市生态环境局、市商务局）</p> <p>（十三）鼓励建设源网荷储一体的新型电力系统，建立“新能源+储能”项目激励机制，按项目装机容量配套不低于 10% 的储能设施。对储能示范项目每年按储能设施规模给予 200 元/千瓦的补助。鼓励光伏发电使用储能电池与氢能中长期储能系统。</p>
2022 年 3 月 24 日	《成都市近零碳排放区试点建设工作方案（试行）》	成都市生态环境局	<p>到 2025 年，力争翻建零碳园区、工业企业、公共机构、景区共不少于 30 个；建成近零碳社区不少于 30 个，实现区（市）县全覆盖。</p>
2022 年 3 月 14 日	四川省委省政府关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共四川省委/ 四川省人民政府	<p>（十九）大力发展节能低碳建筑。因地制宜提高建筑节能标准及执行质量，按部署开展绿色建筑创建行动，推动超低能耗、近零能耗建筑规模化发展。大力推进城镇既有建筑和市政基础设施节能改造。</p> <p>（二十）加快优化建筑用能结构。深入推进可再生能源建筑应用，在太阳能资源丰富的地方开展建筑屋顶光伏行动，推行光伏建筑一体化。加快推动建筑用能电气化和低碳化，积极推广热泵技术在建筑中的应用。在农村建筑中推广应用生物质能、太阳能等可再生能源。</p>
<b>时 间</b>	<b>政策及通知</b>	<b>江西省</b>	<b>节 选</b>
2022 年 1 月 19 日	《江西省“十四五”应对气候变化规划的通知》	江西省生态环境厅	<p>积极跟踪核电技术和国家政策走向。大力推动先进储能、氢能等新技术发展，提高光伏、风电等新能源的消纳能力。鼓励利用可再生电力实现建筑供热（冷）、炊事、热水，逐步普及太阳能发电与建筑一体化。结合农村资源条件和用能习惯，大力发展太阳能、浅层地热能、生物质能等，推进用能形态转型。</p>
2022 年 4 月 6 日	江西省委省政府关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共江西省委/ 江西省人民政府	<p>（二）大力发展绿色建筑。开展绿色建筑创建行动。严控高能耗公共建筑建设，发展零碳建筑，推广装配式建筑、全装修，促进既有建筑和市政基础设施节能低碳改造升级。开展建筑能耗限额管理，加强星级绿色建筑标识管理，逐步推动建筑能效测评标识，推进建筑领域低碳发展绩效评估。全面推广使用绿色低碳建材，推动建筑材料循环利用。因地制宜推动绿色农房发展。</p> <p>（三）优化建筑用能结构。开展建筑屋顶光伏行动，推动建筑用能电气化和低碳化，逐步普及建筑</p>

			采暖、生活热水、炊事等用能领域电气设备。鼓励有条件的开发区发展余热供暖。提升燃气等能源基础设施覆盖范围和建设水平，因地制宜推行浅层地温能、燃气、生物质能等高效清洁分散供暖方式。
时 间	政策及通知	湖南省	节 选
2022 年 3 月 13 日	湖南省委省政府关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共湖南省委/湖南省人民政府	<p>（八）提高可再生能源利用规模。加快新能源资源开发利用，大力发展太阳能、风能，因地制宜发展生物质能，积极扩大地热能供暖制冷利用规模。鼓励开展水电增容挖潜。积极争取省外“绿电”输入，逐步提升清洁能源输入消纳量。谋划布局建设一批新型储能电站和抽水蓄能电站。大力推进氢能“制储输用”全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。</p> <p>（十一）提升重点领域能源利用效率。大力提升工业、建筑、交通运输、公共机构、数据中心、新型通信等重点领域能效水平，全面开展能效对标，打造一批能效“领跑者”。健全重点用能单位能源管理体系，强化节能管理和目标责任，高质量建设和使用能耗在线监测系统。推行合同能源管理、合同节水管理、节能综合服务等市场化节能方式。</p> <p>（十六）大力发展节能低碳建筑。健全建筑节能和绿色建筑标准体系，推行建筑能效测评标识。推广装配式建筑和绿色低碳建材，提高城市和园区超低能耗、近零能耗、低碳建筑在新建建筑中的比重。加快城镇大型公共建筑、老旧小区等绿色化改造，积极推进绿色农房建设，提升建筑舒适度和能效水平。</p> <p>（十七）加快优化建筑用能结构。提高可再生能源建筑应用比例，开展建筑屋顶光伏行动，不断提高建筑采暖、生活热水、炊事等电气化普及率。因地制宜发展热泵、燃气、生物质能等清洁低碳供暖制冷，加快推进地热能规模化应用。鼓励发展工业余热、水源热泵等协同互补模式。</p>
2022 年 3 月 28 日	关于规范高品质绿色建筑项目建设的实施意见	湖南省住建厅	绿色建造项目建设应将绿色发展理念融入工程策划、设计、生产、施工、交付、运维的全过程，运用绿色化、工业化、信息化、集约化、产业化等现代科技手段，逐步实现全省建筑业转型升级和城乡建设绿色高质量发展项目品质优良和降本增效
时 间	政策及通知	安徽省	节 选
2022 年 3 月 9 日	关于印发繁昌區 节能降碳若干支持	安徽省芜湖市繁昌區	对主动进行关闭的高耗能高排放企业，按照 2022 年每吨标准煤 900 元标准给予补助，2023、2024 年补助标准根据政策实施情况予以调整（不超过 900

	措施的通知	人民政府	元），补助总额不超过 800 万元。对企业利用自有厂房建设分布式光伏发电（500 千瓦或 8000 平方米以上）且自发自用的，按照自发自用电量给予 0.05 元/度的补贴，连续补贴 2 年。辖区内企业使用区内绿电的，按照使用量给予 0.04 元/度的补贴，连续补贴 2 年；辖区内企业使用区外绿电的，按照使用量给予 0.03 元/度的补贴，连续补贴 2 年。单个项目补贴总额不超过 200 万元。
2022 年 1 月 26 日	《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的通知》	安徽省 发改委	到 2025 年全省重点领域能效达到标杆水平的产能比例超过 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。
2022 年 3 月 28 日	合肥市重点领域节能降碳技术改造实施方案	合肥市 发改委	（六）加强数据中心绿色高质量发展。鼓励重点行业利用绿色数据中心等新型基础设施实现节能降耗。新建大型、超大型数据中心电能利用效率不超过 1.3。到 2025 年，数据中心电能利用效率普遍不超过 1.5。（责任单位：市数据资源局、市发改委、市经信局）
时 间	政策及通知	河南省	节 选
2021 年 12 月 31 日	河南省人民政府 关于印发河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划的通知 豫政〔2021〕58 号	河南省 人民政府	<p>因地制宜开发地热能。加强地热资源调查评价，提高地热资源开发利用量，完善地热能开发利用方式。按照合理开发、有序推动、取能不取水的原则，大力发展中深层地热供暖，实施黄河滩区居民搬迁安置点及已勘查出的地热资源有利区域地热供暖示范工程。积极推动浅层地热能、土壤源、地表水源热泵供暖制冷，利用污水处理厂中水发展水源热泵。扩大地热能在住宅小区、医院、学校、公共建筑等区域供暖制冷应用，研究应用地热能发电技术，加强地下水源回灌监测管理。打造千万平方米级地热能供暖示范区，到 2025 年，新增地热能供暖（制冷）能力 5000 万平方米以上。</p> <p>安全有序发展核能。按照国家部署安排，在确保安全的前提下有序发展核电，切实加强核电厂址资源保护，开展内陆核电项目前期研究。探索核能清洁供暖，重点聚焦核能小堆先进技术，在条件适宜地方适时启动核能供热小堆示范项目研究。</p> <p>促进生活领域用能方式绿色转型。持续推进清洁取暖，提升现有大型热电联产机组供热能力，积极发展生物质能、地热能供暖，扩大集中供热覆盖区域，增加省辖市城区和具备集中供热条件的县城城区集中供热面积。</p> <p>优化综合智慧能源服务。聚焦产业发展、新能</p>

			源发展、节能减排等重点领域，深度挖掘“能源—经济—环境—民生”关联关系，拓展能源大数据应用场景。开展智能调度、负荷调控等智慧能源系统技术示范，推进能源资源协调开发和科学配置，促进与多能互补示范园区、智慧综合能源服务的融合发展。围绕能源供需衔接、生产服务等业务，支持各类市场主体发展企业级智慧能源平台，推进共性技术平台化服务和商业模式创新。
2022 年 1 月 21 日	河南省关于加强能耗和煤炭指标保障支持重大项目建设的通知	河南省 发改委	加强区域煤炭消费指标统筹。各省辖市人民政府（济源示范区管委会）是落实煤炭消费减量的责任主体，要优化配置和合理使用煤炭消费指标，优先支持产出效益高、支撑作用强的涉煤项目建设。各地方要合理控制煤炭消费替代的节奏和力度，在确保完成省定“十四五”煤炭消费总量控制目标前提下，可统筹调剂本区域煤炭消费指标作为新建项目煤炭消费替代量。
2022 年 2 月 23 日	关于印发河南省“十四五”生态环境保护和生态经济发展规划的通知	河南省 人民政府	<p>实施终端用能清洁化替代。全面推行清洁能源替代，加快农业、工业、建筑、交通等各用能领域电气化、智能化发展。重点削减小型燃煤锅炉、民用散煤与农业用煤消费量。对以煤、石油焦、渣油、重油等为燃料的锅炉和工业炉窑，加快使用工业余热、电厂热力、清洁能源等进行替代。持续推进散煤清洁化和农村电网保障能力建设，巩固扩大清洁取暖成果。加强洁净型煤质量监管，依法严厉查处违规销售、使用散煤行为，确保平原地区散煤全部清零。加快推进种养业及农副产品加工行业重点企业燃煤设施清洁化能源替代，2022 年年底完成烟叶烤房“双改”工作，2023 年年底有条件的地方完成食用菌企业“双改”工作。</p> <p>创新节能环保产业发展模式。推进 5G、物联网、云计算、大数据、区块链、人工智能等新一代信息技术与节能环保产业深度融合创新，不断探索“互联网+”创新绿色产业模式。引进和培育一批具有国际竞争力的大型节能环保龙头企业，大力发展专精特新企业，形成龙头引领、骨干支撑、小微跟进的产业链梯次发展良好格局。</p> <p>加快燃气供热设施建设。有热源保障的城市加快集中供热管网和热力站建设，全省新增供暖面积 1 亿平方米。创新供暖体制和方式，对集中供热管网覆盖范围以外的区域，鼓励各地结合能源状况，采用工业余热、地热能、空气源热泵等清洁能源供暖。有序推进燃气管网向乡镇和农村拓展延伸，到 2025 年，城市、县城管道燃气普及率分别达到 99%、85%，清洁取暖率提高至 80% 以上，各省辖</p>

			市（周口、信阳除外）集中供热普及率达到 90% 以上，县城集中供暖普及率达到 60% 左右。
2022 年 1 月 25 日	郑州市坚决遏制“两高”项目盲目发展行动方案	郑州市人民政府办公厅	（十）落实绿色电价。对能源消耗超过单位产品能耗限额标准的用能单位严格落实惩罚性电价政策，对“两高”项目实行阶梯电价政策或按照淘汰类、限制类、鼓励类重点行业实行差别电价政策，加快落实电解铝、钢铁、水泥企业绿色电价政策，推动节能降耗、淘汰落后产能、促进产业结构和能耗结构优化升级。
时 间	政策及通知	陕西省	节 选
2022 年 4 月 19 日 （发布）	《陕西省蓝天保卫战 2021 年工作方案》 《陕西省碧水保卫战 2021 年工作方案》 《陕西省净土保卫战 2021 年工作方案》	陕西省人民政府办公厅陕政办函〔2021〕100 号	13.持续做好冬季清洁取暖。统筹兼顾温暖过冬与清洁取暖，坚持“因地制宜、先立后破”的原则，新增天然气优先保障居民生活与清洁取暖需求。在不断巩固关中地区工作成效的同时，在延安、榆林开展清洁取暖工作试点。到 2021 年底，全省清洁取暖率达 80% 以上。加强监督检查，查缺补漏，巩固清洁取暖成果。（省发展改革委（省能源局）牵头，省生态环境厅、省住房城乡建设厅参与，各市（区）政府落实） 14.扩大热电联产集中供热面积。加快热电联产清洁供热改造和供热管网工程建设，继续发挥大唐渭南热电、秦岭电厂向华州区供热管道等新建项目的供热能力，积极推进大唐宝鸡第二发电公司向宝鸡市供热，系统实施“引热入西”等中长距离供热，充分释放和提高供热能力，2021—2022 年采暖季新增热电联产供热面积 2000 万平方米以上。（省发展改革委（省能源局）牵头，各市（区）政府落实） 18.推进农业领域清洁能源改造。加大农业大棚等农业生产加工领域燃煤设施清洁能源改造巩固力度。（省农业农村厅牵头，各市（区）政府落实）
时 间	政策及通知	河北省	节 选
2022 年 3 月 18 日	河北省促进绿色消费实施方案	河北省发改委	（六）积极推广绿色居住消费。加快发展绿色建造。积极推动绿色建筑、低碳建筑规模化发展，将节能环保要求纳入老旧小区改造。全面实行统一标识制度，引导星级绿色建筑高质量发展。扩大近零能耗建筑建设规模，大力发展装配式建筑。实施农村住房建设品质提升工程，全面开展农村住房建设试点，推广应用适合农村生产生活的装配式钢结构等新型建造方式、绿色节能技术，建设宜居性示范农村住房。推进清洁供暖设施建设改造，有效降低建筑供暖供冷能源消耗。大力发展绿色家装，全面推广绿色低碳建材，鼓励使用节能灯具、节能环保灶具、节水马桶等节能节水产品。因地制宜推进电



			能、太阳能、生物质能和地热能等清洁能源在农村生产生活中的应用。(省发展改革委、省工业和信息化厅、省自然资源厅、省住房城乡建设厅、省农业农村厅、省市场监管局等部门按职责分工负责)
2022 年 4 月 1 日	《河北省 2022 年工业 绿色发展工 作要点》	河北省 工信厅	(三) 制发工业领域碳达峰实施方案。贯彻落实国家和省委、省政府关于碳达峰碳中和工作实施意见, 制发河北省工业领域碳达峰实施方案。开展重点行业企业碳排放能力水平研究, 明确工业降碳主要实施路径, 提升工业用能低碳化水平, 开发应用先进低碳技术工艺, 构建绿色低碳工业体系, 稳妥、科学、有序推动工业领域碳达峰。
时 间	政策及通知	山东省	节 选
2022 年 1 月 5 日	《山东省能 源科技创新 “十四五”规 划》	山东省 发改委 能源局 科技厅	<p>5.地热能利用技术。开展先进中深层地热与干热岩利用技术研究。研究中深层无干扰地热供暖、同轴套管、U 型和 EGS 型井下换热等技术, 示范试验地热多能融合的热能发电、供热(冷)、热泵于一体的地热综合梯级利用技术。</p> <p>7.核能利用技术。开展大型先进压水堆、高温气冷堆等先进核电相关技术研究。攻关大规模核能供热关键技术, 示范试验水热同产同送和长距离清洁供暖技术, 开展核能海水淡化、核能制氢、核能小堆和海上浮动堆等技术研究和示范应用。</p> <p>6.综合智慧能源技术。开展太阳能、风能、储能等能源综合高效利用技术研究, 研究智慧能源精准需求管理与效益评价、智慧型能源操作系统等技术, 示范试验综合能源协同规划技术, 推广综合能源优化管控平台。研究多能协同综合能源网络控制装备技术, 研究智能用能终端、智能监测与优化调控等技术及核心装备。</p>
2022 年 3 月 9 日	《山东省“十 四五”绿色低 碳循环发展 规划》	山东省 发改委	<p>(四) 加快推进产业园区绿色化改造 提高既有园区绿色化水平。推进既有产业园区循环化改造, 促进废物综合利用、能量梯级利用、水资源循环使用, 推进工业余压余热、废水废气废液的资源化利用, 积极推广集中供气供热, 推进园区内基础设施共建共享, 实现绿色低碳循环发展。</p> <p>加快工业低温余热利用。深化供热体制改革, 强化地方政府主体责任, 进一步完善政府负责管网建设、专业公司负责运营、热源市场竞价入网机制, 推进管网建设运营与热源供应脱钩, 畅通工业余热入网渠道。提高电力、钢铁、有色、石化等行业乏汽、排渣余热、烟气余热等余热资源的利用能力, 实现低品位余热资源高效采集。鼓励利用高效换热器、热泵等先进节能技术, 从源头减少余热资</p>

			<p>源损失，探索全流程工业余热回收模式。推广工业余热利用“威海经验”，引导各地加快热电厂合并经营、提升能效管理水平，实现余热应用尽用。<b>到2025年，实施一批工业余热利用示范项目，工业余热供暖改造面积力争达到5亿平方米。</b></p> <p>提高能源智能化绿色化程度。依托新能源、储能、柔性网络和微网等技术，实现分布式能源的高效、灵活接入以及生产、消费一体化。依托能源市场交易体系建设，逐步实现能源网络的开放共享。推动多种能源的智能定制，合理引导电力需求，鼓励用户参与调峰，培育智慧用能新模式。</p>
2022年 3月28日	山东省“三个十大”2022年行动计划《绿色低碳转型2022年行动计划》	山东省人民政府	<p>10. 实施城乡建设绿色发展工程。修订发布《山东省居住建筑节能设计标准》，将节能率提升至80%以上。城镇新建民用建筑全面执行绿色建筑标准，年内新增绿色建筑1亿平方米。加大装配式建筑推广力度，全年新开工装配式建筑占城镇新建民用建筑30%以上。</p> <p>14. 构建全省碳达峰碳中和政策体系。出台省碳达峰碳中和实施意见、碳达峰实施方案及2022年碳达峰碳中和工作要点。加快编制分领域分行业工作方案、保障方案，形成“1+1+N”政策体系。指导各市加快制定碳达峰工作方案。(牵头单位：省发展改革委，配合单位：省科技厅、省工业和信息化厅等省有关部门、单位)</p> <p>16. 做好国家级碳达峰试点城市、试点园区争取工作。对照国家申报条件，选择具备先行先试条件和基础的、工作积极性高的城市和园区，加大对上汇报衔接力度，推动纳入国家级碳达峰试点城市和试点园区。适时组织开展省级碳达峰试点建设。(牵头单位：省发展改革委)</p>
2022年 2月22日	《临沂市推进绿色低碳县城建设实施方案》	临沂市住房和城乡建设局	<p>(四) 大力发展绿色节能建筑。编制县城绿色建筑发展专项规划，明确绿色建筑发展目标、重点发展区域等内容，确定各类新建建筑工程的绿色建筑等级要求。县城新建建筑全部达到基本级绿色建筑标准，政府投资或国有资金投资的公共建筑以及其他大型公共建筑按照二星级及以上绿色建筑标准建设，鼓励在老旧小区改造同步实施建筑绿色化改造。提升建筑节能标准，推广超低能耗、近零能耗建筑，发展低碳、零碳建筑。推动绿色城市建设，城镇新区全部按照绿色生态城区标准规划建设，推动绿色建筑规模化、集约化发展。新建城镇居住建筑、集中供应热水的公共建筑全面安装使用可再生能源热水系统，加快太阳能、浅层地热能、生物质能、空气能等清洁能源建筑应用。(责任单位：市</p>



			住房和城乡建设局)
时 间	政策及通知	辽宁省	节 选
2021 年 11 月 16 日	辽宁省加快 建立健全绿色 低碳循环 发展经济体系 任务措施	辽宁省 人民政府 办公厅	<p>(八) 提升产业园区和产业集群循环化水平。严格准入标准, 完善循环产业链条, 形成产业循环耦合, 推进既有产业园区和产业集群循环化改造, 推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等。鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。鼓励化工等产业园区配套建设危险废物集中贮存、预处理和处置设施。利用鞍钢、本钢、凌钢等余热资源为附近工业园区提供供热服务, 替代燃煤锅炉项目, 实现余能循环再利用。(省发展改革委、省工业和信息化厅、省生态环境厅、省机关事务局等按职责分工负责)</p>
2022 年 1 月 3 日	辽宁省“十四 五”生态经济 发展规划	辽宁省 人民政府 办公厅	<p>核电产业。稳步推进红沿河二期建设。加大核电安全投入, 完善核电安全监管, 加强在运核电厂、工程建造现场及核级设备制造厂等一线监管力量。积极探索核能综合利用, 推进核能制氢、核能供暖等核能综合利用。</p> <p>提高能源利用效率。加快重点用能行业的节能技术装备创新和应用, 持续推进典型流程工业能量系统优化。推动工业窑炉、锅炉、电机、泵、风机、压缩机等重点用能设备系统的节能改造。加强高温散料与液态熔渣余热、含尘废气余热、低品位余能等的回收利用, 对重点工艺流程、用能设备实施信息化数字化改造升级。鼓励企业、园区建设能源综合管理系统, 实现能效优化调控。</p> <p>海水淡化与综合利用业。扩大海水淡化规模化应用, 支持大型海水淡化项目和配套输水工程, 加快推进海水综合利用及配套管网工程高新技术示范。鼓励海岛因地制宜建设海水淡化工程, 提高海水淡化在区域供水的配置比例。推进海水提取微量元素技术产业化, 加快海水提取钾、溴、镁等系列化产品开发, 实现海水化学资源高值化利用。推动海水淡化与综合利用集成技术拓展应用, 拓展形成电、热、水、盐一体化海水综合利用产业链。</p>
2022 年 1 月 11 日	关于深入打 好污染防治 攻坚战实 施方案	辽宁省 委/省政 府	<p>实施大气减污降碳协同增效行动。利用综合标准依法依规推动重点行业落后产能退出, 推进钢铁、焦化、有色金属行业技术升级, 推动长流程炼钢转型为电炉短流程炼钢, 推广非高炉炼铁技术。加快供热区域热网互联互通建设, 淘汰管网覆盖范围内的燃煤锅炉和散煤。推进工业炉窑清洁能源替代, 以菱镁、硼镁、陶瓷等行业为重点, 开展涉气</p>

			<p>产业集群排查及分类治理，切实提升产业发展质量和环保治理水平。（省发展改革委、省财政厅、省工业和信息化厅、省生态环境厅、省住房城乡建设厅、省农业农村厅、省市场监管局等按职责分工负责）</p> <p>实施清洁取暖攻坚行动。按照宜电则电、宜气则气、宜煤则煤的原则，保障群众安全温暖过冬。在具备集中供热条件的城镇地区，充分发挥热电机组和大型热源厂供热能力，大力推进燃煤锅炉房关停整合，对保留的供暖锅炉全面排查。在空气质量未达标的城市城中村、城乡结合部，因地制宜推进供暖清洁化，有序开展农村地区散煤替代工作。到2025年，城市建成区基本淘汰35蒸吨/小时及以下燃煤锅炉，完成散煤治理20万户。（省发展改革委、省财政厅、省生态环境厅、省住房城乡建设厅、省市场监管局等按职责分工负责）</p>
时 间	政策及通知	吉林省	节 选
2021 年 11 月 30 日	吉林省府关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见	中共吉林省委/ 吉林省人民政府	<p>（十八）大力推广绿色建筑。严格执行新建建筑节能标准，加快发展超低能耗、低碳建筑。持续推进居住建筑、公共建筑等既有建筑和老旧供热管网等市政基础设施节能改造，推广住宅房屋分户控制供热，提升建筑节能低碳水平。全面推广绿色低碳建材，推动建筑材料循环利用，大力发展装配式建筑。积极推进农村建筑节能，加快农房节能改造，鼓励绿色农房建设。</p> <p>（十九）优化城乡建筑用能结构。加快可再生能源建筑规模化应用，推动建筑用能电气化和低碳化。推动光伏发电在城乡建筑中分布式、一体化应用，提高生活热水、炊事等电气化普及率。加快推进热电联产集中供暖，开展工业余热供暖应用，进一步提升城镇集中供暖比例。积极推广热泵、燃气、生物质能等清洁低碳取暖。加大农村地区清洁取暖推广力度，因地制宜选择取暖方式。</p>
2022 年 1 月 13 日	吉林省委省政府关于深入打好污染防治攻坚战的实施意见	中共吉林省委/ 吉林省人民政府	<p>（四）深入推进碳达峰行动。科学编制我省碳达峰行动方案，处理好减污降碳和能源安全、产业链供应链安全、粮食安全、群众正常生活的关系，以能源、工业、城乡建设、交通运输等领域和钢铁、有色金属、建材、石化、化工等行业为重点，深入推进碳达峰行动。支持有条件的地区和重点行业、重点企业率先实现碳达峰。加快实现能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。积极推进碳排放权交易，有序将建材、钢铁、有色、石化、化工、造纸、民航等行业纳入范围，强化碳排放数据质量管</p>

			<p>理。</p> <p>（五）推动能源清洁低碳转型。在保障能源安全的前提下，加快煤炭减量步伐，实施可再生能源替代行动，因地制宜开展煤改气、煤改电、煤改生物质。原则上不再新建自备燃煤机组，支持自备电厂转为公用电厂。大力发展可再生能源，加快推进“陆上风光三峡”、“两横三纵一中心”油气管网、“吉电南送”特高压通道、抽水蓄能电站等项目建设，加强地热资源开发利用，打造国家级清洁能源生产基地和绿色能源示范区。坚持“增气减煤”同步，新增天然气优先保障居民生活和清洁取暖需求。提高电能占终端能源消费比重。持续推进清洁取暖。到 2025 年，非化石能源占能源消费总量比重达到国家要求。</p>
时 间	政策及通知	黑龙江	节 选
2022 年 2 月 11 日	黑龙江省建立健全绿色低碳循环发展经济体系实施方案	黑龙江省人民政府	<p>（十三）推动能源体系绿色低碳转型。坚持节能优先，完善能源消费总量和强度双控制度，推进用能低碳化、电气化。优先发展非化石能源，规模化、基地化开发风能、太阳能资源，推动生物质能充分利用、替代散煤，推进佳木斯一体化小型核能供热堆示范，开展地热能、氢能等清洁能源应用试点。加快推进清洁供暖，开展智慧供暖试点，建设全国智慧供热产业云基地。开展二氧化碳捕集、利用和封存试验示范，推动等离激元热催化二氧化碳合成清洁燃料技术工程应用，支持热合成催化碳捕集利用示范项目申报国家低碳技术目录。</p>
2022 年 3 月 16 日	黑龙江省推动工业振兴若干政策措施	黑龙江省人民政府	<p>2.支持企业数字化改造。对经省级认定的数字化车间（生产线）和智能工厂（矿山），按项目合同金额（含设备投资和工业软件购置等数字化建设费用）给予 10% 的一次性补助，数字化车间（生产线）补助最高不超过 200 万元，智能工厂（矿山）补助最高不超过 1000 万元。（省工信厅、省财政厅）</p> <p>3.支持企业绿色化改造。实施绿色低碳制造行动，对年能耗 5000 吨标准煤及以上工业企业实施节能降碳绿色化改造，并实现年节能量 1000 吨标准煤以上、或减少碳排放 2500 吨以上、或单位产品能耗达到国家标杆水平的，给予 100 万元奖励。对上一年度被评为国家级绿色工厂或绿色供应链管理企业，一次性给予 100 万元奖励。（省工信厅、省财政厅）</p> <p>9.支持被动式超低能耗建筑产业发展。省级财政设立超低能耗建筑产业专项资金，重点支持被动式、装配式等超低能耗建筑新建及改造、寒区建材等超</p>

			低能耗建筑产品及示范项目建设。到 2025 年，全省年度新建超低能耗建筑面积占比达到 18%以上，既有公共建筑超低能耗累计改造面积占比达到 1%。对超低能耗商品房项目，在确保项目竣工交付所需资金额度的基础上，增加预售监管资金拨付节点，按照工程建设进度实时拨付使用。（省住建厅、省工信厅、省财政厅）
2022 年 3 月 31 日	黑龙江省“十四五”节能减排综合工作实施方案	黑龙江省人民政府	<p>（二）推动工业园区能源系统整体优化和污染综合整治，规划布局分布式新能源，推进以分布式“新能源+储能”为主体微电网的试点示范，加强废水、废气、废渣等污染物集中处理设施建设。以省级以上工业园区为重点，推进供热、供电、污水处理、中水回用等公共基础设施共建共享，提高能源、水、土地等资源利用效率。</p> <p>（三）城镇绿色节能改造工程。全面提高建筑节能标准，鼓励低碳和近零能耗建筑技术应用，结合城镇老旧小区改造推进既有建筑节能改造，对 2000 年以前非节能建筑“应改尽改”，加快推进被动式超低能耗、近零能耗、低碳建筑发展，积极推动建筑用能电气化和低碳化。因地制宜推动清洁取暖和智慧供暖，实施清洁燃煤、煤改电、煤改气以及生物质、地热能、太阳能、风能、工业余热等供暖方式。落实国家绿色高效制冷行动要求，提升建筑中央空调、数据中心、商务产业园区、冷链物流等领域制冷系统能效水平。实施公共供水管网漏损治理工程。到 2025 年，城镇新建建筑 100%执行绿色建筑标准，全省清洁取暖率提高到 75%。</p> <p>（六）公共机构领域能效提升工程。实施《黑龙江省“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》，扎实推进绿色化改造、可再生能源替代、绿色办公等“十大行动”。重点实施公共机构既有建筑围护结构、供热、制冷、照明等设施节能降碳改造，积极推广公共机构太阳能光伏以及地源、水源、空气源热泵技术应用，率先采购使用节能和新能源汽车。</p>
时 间	政策及通知	宁夏	节 选
2021 年 12 月 29 日	《宁夏回族自治区应对气候变化“十四五”规划》	宁夏回族自治区生态环境厅	<p>推动可再生能源建筑高品质应用。因地制宜采用太阳能、浅层地热能、空气热能、生物质能等可再生能源解决建筑采暖用能需求。开展太阳能光伏在城乡建筑中分布式、一体化应用，推动光热系统在中低层住宅、酒店、学校、乡村办公建筑中应用。继续在全区推行民用建筑太阳能热水系统配建制度。在集中供暖未覆盖农村地区，大力推动太阳能阳光房、太阳能+空气源热泵（水源热泵、生物</p>

			<p>质锅炉)等小型可再生能源供热。</p> <p>加强既有建筑用能管理。严格落实严寒及寒冷地区清洁采暖要求,持续推进建筑用户侧能效提升改造、供热管网保温及智能调控改造。在城镇老旧小区改造中探索将节能改造作为基础类改造内容,形成与小区公共环境整治、适老设施改造、基础设施和建筑使用功能提升改造统筹推进的节能、宜居综合改造模式。</p>
2022 年 1 月 24 日	宁夏回族自治区人民政府关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见	宁夏回族自治区发改委	<p>开展大中型数据中心、网络机房绿色建设和改造,大型、超大型数据中心运行电能利用效率降至1.2 以下,争创国家绿色数据中心。</p> <p>大力推进绿氢生产,实现以氢换煤,加大核心技术攻关,推动氢能规模化生产、运输、储存、应用。打造宁东光伏产业园绿氢规模化生产基地,创建宁东可再生能源制氢耦合煤化工产业示范区。</p> <p>大力推动可再生能源建筑一体化发展,因地制宜推动提高太阳能、地热能等在新建建筑中的应用比例。开展超低能耗建筑试点示范,鼓励近零能耗建筑发展。</p>
2022 年 4 月 18 日	《固原市碳达峰碳中和科技支撑行动方案》	固原市科技局	<p>围绕产业低碳、零碳、负碳技术发展需求,实施一批可再生能源、氢能、储能、CCUS 重大科技成果转化项目,加强氢能、光伏、风电多能交互清洁能源示范,促进重点产业绿色转型升级。支持城市、社区(乡镇)、园区开展近零碳排放、节能减排科技成果示范,引导全社会绿色低碳生产生活方式。</p>
时 间	政策及通知	青海省	节 选
2022 年 1 月 12 日	青海省“十四五”科技创新规划	青海省人民政府办公厅	<p>(二)清洁能源高效开发。</p> <p>依托海南、海西国家大型风电光伏基地,充分发挥青海绿电资源优势,开展多能互补、智能电网、储能、可再生能源与氢能集成利用的关键技术研究,加快智能光伏产业创新升级和特色应用,创新“光伏+”模式,加快构建清洁低碳安全高效的能源体系,打造国家清洁能源产业高地,为全国能源结构转型和降碳减排作出更大贡献。</p> <p>(五)数字经济融合应用。</p> <p>促进云计算、大数据、物联网、区块链、人工智能等新一代信息技术与实体经济深度融合应用,推动高端装备制造、智能生产制造、智慧城市建设、数字文化等领域发展。依托我省能源资源优势,布局发展大数据产业,面向全国提供数据存储、大数据分析计算、数据挖掘等“一站式”服务,加快我省工业互联网平台建设,助推“数字青海”建设。</p>



### 3.央企及行业协会“碳达峰碳中和”行动方案汇编

表 3 央企及行业协会碳达峰行动方案汇编

时 间	行动方案	单 位	节 选
2022 年 3 月 2 日	“中国科学院 科技支撑碳达峰 碳中和战略 行动计划”	中国科学院	<p>“行动计划”的主要发展目标：</p> <p>到 2025 年，突破若干支撑碳达峰的关键技术，促进经济社会低碳绿色转型，探索支撑碳中和目标的颠覆性、变革性技术。明确碳汇机理，形成碳源汇监测、核算的科学方案，为国家相关决策提供科学依据；突破化石能源、可再生能源、核能、碳汇等关键技术；推进重点行业低碳技术综合示范，支撑产业绿色转型发展。</p> <p>到 2030 年，支撑碳达峰的关键技术达到国际先进水平，有力支撑碳达峰目标实现；支撑碳中和的科学原理和关键技术取得重大突破，为碳中和目标提供科技储备和解决方案。提出并验证一批原创性新原理和颠覆性技术；构建以新能源为重点的多能融合技术体系和生态系统增汇技术体系；形成重点行业低碳转型发展系统解决方案，为碳中和示范区提供系统性技术支撑。</p> <p>到 2060 年，突破一批原创性、颠覆性技术并实现应用，有力支撑碳中和目标实现。为构建绿色低碳、循环发展的经济体系和清洁低碳、安全高效的能源体系，实现碳中和战略目标提供科学基础、关键技术和系统解决方案，碳减排和固碳增汇等技术达到国际领先水平。</p>
2021 年 10 月 20 日	《中国节能环保集团有限公司碳达峰碳中和行动方案》	中节能	<p>“中国节能做好顶层设计，规划好方向和目标，构建“1+3+3”双碳战略部署。”中国节能党委书记、董事长宋鑫在致辞中指出，“1”是“以成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商为宗旨”的双碳愿景，在尽早实现自身碳达峰碳中和目标的同时，致力打造成为绿色产业高质量发展领军者以及低碳零碳负碳原创技术策源地，着力提升技术创新能力、智力供给能力以及示范带动能力，力争成为国家实现碳达峰碳中和的重要参与者、突出</p>

			<p>贡献者和积极引领者。</p> <p>第一个“3”是中国节能将分三个阶段逐步推动双碳愿景的实现，第一步：力争到 2028 年实现二氧化碳排放达峰。到 2030 年，“成为世界一流的碳达峰碳中和解决方案服务商”的目标基本实现，服务对象从传统领域扩展到新基建等新兴领域，旗下绿色产业服务社会减碳的贡献在“十三五”的基础上翻两番；第二步：努力争取到 2040 年左右实现运营碳中和。力争在重点细分领域掌握 1-2 项世界领跑、世界并跑的低碳零碳负碳技术；第三步：力争到 2050 年实现供应链碳中和，力争到 2060 年消除历史化石燃料碳排放。</p> <p>第二个“3”是中国节能将从产业发展、技术创新和自身减排三大角度做出具体工作部署，构建服务国家“双碳”战略的业务布局，持续迭代创新涉碳技术产品服务方案，积极引领中低排放型企业“双碳”行动，确保如期实现碳达峰碳中和目标。</p>
2022 年 2 月 25 日	上海证券交易所“十四五”期间碳达峰碳中和行动方	上海证交所	<p><b>扩大绿色债券发行规模。</b>推动地方政府发行专项债券用于绿色项目。组织开展宣传培训，鼓励和支持符合条件的企业在上交所发行绿色债券。深化可持续发展类债券品种创新，推进绿色债券质押回购。研究推进可再生能源项目资产证券化产品发展，推动绿色节能减排项目应收账款等证券化。支持重点领域符合国家政策导向、社会效益良好的项目开展公募 REITs 试点，推进公募 REITs 业务绿色发展。严格落实相关产业政策，引导高耗能高排放企业债券融资用于节能减排。</p>
2022 年 4 月 22 日	节能增效、绿色降碳服务行动方案	国家 节能中心	<p>（一）以降低能耗、提升能效水平压力大的地市为重点，聚焦重点用能领域，提供综合性服务，着力推动地方更好地落实节能降碳各项措施、完成“十四五”能耗控制目标任务，促进地区绿色高质量发展。</p> <p>（二）以地方产业园区绿色化改造为重点，推动产业园区在整体节能降碳、能源系统优化和梯级利用、绿色化升级等方面取得更大的成效。</p> <p>（七）开展碳达峰碳中和相关分析研究。根据服务对象目标要求，综合分析各方面条件，开展碳达峰碳中和目标实现路径方案等研究，并提出意见建议。</p>
2021 年	《中国宝武碳	宝武集团	作为全球最大的钢铁企业，中国宝武在“一基

11 月 18 日	中和行动方案》		五元”的产业布局下，主要以极致能效、富氢碳循环高炉、氢基竖炉、近终形制造、冶金资源循环利用、碳回收及利用六大低碳冶金技术路径，重申“以 2020 年为基准，2035 年降低碳排放 30%至每吨钢 1.3 吨，力争 2050 年实现碳中和”的目标。富氢碳循环高炉和氢基竖炉两条主要工艺路线加上碳资源综合利用及电加热等多项技术的有机组合，最终形成中国宝武的碳中和技术路线。
2021 年 11 月 18 日	鞍钢集团低碳冶金路线图	鞍钢集团	鞍钢集团低碳发展“五大路径”充分利用资源优势、钒钛产业优势，结合内陆与沿海、多区域、多基地布局特点，因地制宜，统筹推进低碳发展。“五大路径”在不同阶段将各自发挥主体作用，协同实现碳达峰、碳中和目标，充分体现了以绿色、低碳、可持续发展引领钢铁行业高质量发展，追求企业经济效益、生态效益与社会效益的和谐统一的原则。“十四五”期间，将以“格局流程再造”为主，实现碳达峰；2026-2035 年，通过“资源消耗减量、能源结构优化”，持续降碳；2035 年之后，在前期技术研发、试验成功的基础上，规模化应用低碳工艺技术，深度降碳，最终实现碳中和。
2021 年 12 月 15 日	《实施绿色低碳金融战略 支持碳达峰碳中和行动方案》	国家开发银行	《行动方案》提出，开发银行建立服务碳达峰、碳中和十大行动体系，包括行动方案体系、组织推进体系、信贷政策体系、碳核算体系、创新产品体系、风险管控体系、考核评价体系、人才队伍建设体系、外部合作体系、绿色运营体系，不断增强开发性金融服务碳达峰、碳中和工作质效。未来，开发银行将搭建“1+N+X+Y”的碳达峰、碳中和政策体系，出台绿色低碳专项信贷政策，打造信贷碳核算体系建设，创新绿色金融产品，做好气候风险防控，强化人才队伍建设和考核激励约束，不断深化外部及国际合作，并做好信息披露和自身运营碳达峰、碳中和工作，建立健全开发性金融支持碳达峰、碳中和的长效机制。
2022 年 3 月 10 日	《中国邮政储蓄银行落实碳达峰碳中和行动方案》	中国邮政储蓄银行	到 2025 年前，努力建设国内一流的绿色普惠银行、气候友好型银行和生态友好型银行；到 2030 年前，建成“碳达峰”银行，实现自身运营与投融资“碳达峰”，建成国内一流的绿色普惠银行、气候友好型银行和生态友好型银行；到 2060 年前，建成“碳中和”银行，实



			现自身运营和投融资“碳中和”，建成国际一流的绿色普惠银行、气候友好型银行和生态友好型银行。
--	--	--	---

## 4.本章小结

碳达峰、碳中和“1+N”政策体系框架明确以后，顶层设计已经完成，党中央国务院层面的政策发布频率明显降低，各部委、省市及行业行动方案、财政金融政策等陆续出台，如北京、上海、浙江、江苏、黑龙江等地已出台碳达峰碳中和相关的奖励、补贴政策，这是对工业及建筑节能、清洁供热等业务实质性利好的政策，对市场推动具有积极意义。

梳理自“双碳”目标提出以来的政策文件，“工业余热供暖”、“热网改造”、“热泵采暖”、“零碳园区”、“数据中心节能”等出现频率较高，如山东省计划到2025年，实施一批工业余热利用示范项目，工业余热供暖改造面积力争达到5亿平方米；陕西省拟利用发电厂余热“长距离供热”宝鸡城市采暖；重庆市利用江水源热泵进行城市建筑集中供冷/热等，在已明确提出量化指标的区域开展业务，往往会取得“事半功倍”效果。

通过政策文件的整理和分析，可以掌握国家“双碳”政策导向、市场方向、技术发展方向、政策红利等，对市场开拓、技术研发等都具有积极指导意义。

## 附：政策文件包目录

- [1] 关于印发促进工业经济平稳增长的若干政策的通知 20220218
- [2] 《“十四五”东西部科技合作实施方案》 20220303
- [3] 2022 年李克强总理政府工作报告 20220305
- [4] 国务院关于落实《政府工作报告》 20220321
- [5] “十四五”新型储能发展实施方案 20220321
- [6] 十四五现代能源体系规划 20220322
- [7] 《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》 20220323
- [8] 2021 中国碳中和与清洁空气协同路径报告 20220331
- [9] “十四五”环境影响评价与排污许可工作实施方案 20220401
- [10] 十四五能源科技创新规划 20220406
- [11] 教育部《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》 20220424
- [12] 《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025 年）》 20211231
- [13] 关于加快推进大宗固体废弃物综合利用示范建设的通知 20220104
- [14] 《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》 20211229
- [15] 国资委《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》 20211127
- [16] “十四五”公共机构节约能源资源工作规划 20210601
- [17] 《2022 年北京市高精尖产业发展资金实施指南》 20220130
- [18] 通州区绿色化改造提升项目补助资金管理办法（试行） 20211110
- [19] 《北京经济技术开发区 2021 年度绿色发展资金支持政策》 20210926
- [20] 关于贯彻新发展理念加快亦庄新城高质量发展的若干措施 20210422
- [21] 天津市电力发展“十四五”规划 20211231
- [22] 天津市“十四五”节能减排工作实施方案 20220311
- [23] 天津市加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施方案 20220325
- [24] 关于做好用能保障推动绿色发展的十项措施 20220330
- [25] 上海市产业绿色发展“十四五”规划 20220104
- [26] 《徐汇区节能减排降碳专项资金管理办法》 20220222
- [27] 《重庆市绿色建筑“十四五”规划 20211231
- [28] 重庆、四川印发成渝地区双城经济圈碳达峰碳中和联合行动方案的通知 20220223
- [29] 《重庆市严格能效约束推动重点领域节能降碳实施方案 20220302
- [30] 江苏省《关于推动高质量发展做好碳达峰碳中和工作实施意见》 20220115
- [31] 《江苏省重点行业建设项目碳排放环境影响评价技术指南（试行）》 20220118
- [32] 省政府关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见 20220124

- [33] 《2022 年度省碳达峰碳中和科技创新专项资金项目指南》2022
- [34] 江苏省生态环境厅 2022 年推动碳达峰碳中和工作计划 20220315
- [35] 江苏省省政府关于实施与减污降碳成效挂钩财政政策的通知 20220310
- [36] 南京市关于碳达峰碳中和科技创新专项的实施细则 20220317
- [37] 江苏省关于深入推进绿色认证促进绿色低碳循环发展意见的通知 20220319
- [38] 南京江北新区碳达峰碳中和行动计划 P020210817604921308672
- [39] 《关于金融支持碳达峰碳中和的指导意见》20210603
- [40] 浙江省发改委等关于严格能效约束推动重点领域节能降碳工作的实施方案 20220104
- [41] 浙江省“关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见”20220217
- [42] 浙江省关于加快推进绿色低碳工业园区建设工作的通知 20220324
- [43] 杭州市关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见 20220422
- [44] 杭州市科创领域碳达峰行动方案 20210928
- [45] 浙江宁波市碳达峰碳中和科技创新行动方案 20211222
- [46] 福建省冶金行业“十四五”节能降碳实施方案 20220307
- [47] 福建省贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案 20220311
- [48] 福建省推进资源型地区高质量发展“十四五”实施方案 20220422
- [49] 深圳市工业和信息化局支持绿色发展促进工业“碳达峰”扶持计划操作规程 20210816
- [50] 广州市黄埔区广州开发区广州高新区促进绿色低碳发展办法 20210512
- [51] 佛山市绿色建筑创建行动实施方案（2022-2025）20220318
- [52] 《深圳经济特区绿色建筑条例》20220329
- [53] 深圳市碳普惠管理办法（送审稿）20220325
- [54] 广东省碳普惠交易管理办法（征求意见稿）20220128
- [55] 广西壮族自治区加快推进既有陆上风电、光伏发电项目及配套设施建设方案 20220310
- [56] 北海市工业节能降耗实施方案 20220311
- [57] 广西关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见 20210915
- [58] 云南省人民政府关于印发 2022 年稳增长若干政策措施的通知 20220130
- [59] 海南省严格能效约束推动海南省重点领域节能降碳技术改造实施方案 20220311
- [60] 四川省“关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见”20220331
- [61] 《成都市支持绿色低碳重点产业高质量发展若干政策措施（征求意见稿）20220124
- [62] 《成都市近零碳排放区试点 建设工作方案（试行）》20220314
- [63] 四川省委关于以实现碳达峰碳中和目标为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决

定 20211208

[64] 江西省生态环境厅 江西省发展和改革委员会关于印发江西省“十四五”应对气候变化规划的通知 20220119

[65] 江西省“《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》”20220406

[66] 湖南省“关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的实施意见”20220319

[67] 湖南省住房和城乡建设厅关于规范高品质绿色建造项目建设管理的实施意见(征求意见稿)20220328

[68] 安徽芜湖繁昌区节能降碳若干措施的通知 20220309

[69] 安徽省能源局关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的通知 20220126

[70] 合肥市重点领域节能降碳技术改造实施方案 20220324

[71] 河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划的通知 20220222

[72] 河南省关于加强能耗和煤炭指标保障支持重大项目建设的通知 20220121

[73] 河南省“十四五”生态环境保护和生态发展规划的通知 20220223

[74] 郑州市坚决遏制“两高”项目盲目发展行动方案 20220125

[75] 陕西省人民政府办公厅关于印发蓝天碧水净土保卫战 2021 年工作方案的的通知 20220415

[76] 河北省促进绿色消费实施方案 20220318

[77] 河北省 2022 年工业绿色发展工作要点 20220401

[78] 《山东省能源科技创新“十四五”规划》 20220105

[79] 山东省“十四五”绿色低碳循环发展规划 20220309

[80] 山东省《绿色低碳转型 2022 年行动计划》 20220407

[81] 《临沂市推进绿色低碳县城建设实施方案》 20220222

[82] 辽宁省“十四五”生态发展规划 20220103

[83] 辽宁省加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系任务措施 20211116

[84] 吉林省“关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见”20211216

[85] 吉林省委省政府关于深入打好污染防治攻坚战的实施意见 20220113

[86] 黑龙江省建立健全绿色低碳循环发展经济体系实施方案 20220211

[87] 黑龙江省推动工业振兴若干政策措施 20220316

[88] 黑龙江省“十四五”节能减排综合工作实施方案 20220330

[89] 《宁夏回族自治区应对气候变化“十四五”规划》的通知 20211229

[90] 宁夏回族自治区人民政府关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见

20220124

[91] 宁夏“固原市碳达峰碳中和科技支撑行动方案”20220418

[92] 青海省“十四五”科技创新规划 20220112

[93] 中科院发布科技支撑碳达峰碳中和行动计划 20220302

[94] 中国节能碳达峰碳中和行动方案 20211025

[95] 上海证券交易所“十四五”期间碳达峰碳中和行动方案 20220225

[96] 国家节能中心《节能增效、绿色降碳服务行动方案》20220421

[97] 中国宝武碳中和行动方案 20211118

[98] 鞍钢集团低碳冶金路线图 20211228

[99] 国家开发银行《实施绿色低碳金融战略 支持碳达峰碳中和行动方案》

[100] 中国邮政碳达峰碳中和行动方案 P020220311353906516010

# 标准篇

## ——电子产品碳足迹核算

碳足迹作为碳减排的一个可量化参数，其分析与评价是近年来学术领域的研究热点。通过核算电子信息产品碳足迹，有助于生产者分析产品制造、使用等主要温室气体排放阶段中各个单元过程的温室气体排放量，并由此采取可行的措施优化温室气体排放量高的单元过程，进而降低产品碳足迹，推动电子信息制造业低碳绿色发展。

### 1. 电子产品碳足迹计算标准

无论是发达国家，还是发展中国家，企业作为减排主体的碳足迹测量评估，是国家推动减排决策的信息基础。未来企业要打造低碳战略领先，其低碳领导力和竞争力的重要指标将依据标准确定。目前，国内碳足迹评价标准体系已覆盖电子电器产品行业，但不同层面的标准对于系统边界、数据收集等方面还存在差异。因此，本节将从国家、行业、地方、团体四个层面对国内已发布的电子产品碳足迹核算标准进行介绍，为后续核算我司电子产品 PCB 板碳足迹打下基础。

#### 1.1 系统边界

产品系统边界设定出被评价产品的生命周期的哪些过程在数据收集和碳排放计算方面应包括在 GHG 评价范围内<sup>1</sup>。系统边界的选择应与评价目标保持一致，设定的准则应给予说明并文件化。系统边界的确定应按下述步骤进行：

——沿着产品的生命周期找出与产品直接关联的过程——将这些过程组成产品生命周期的各阶段

——识别每个过程的 GHG 排放源

——绘制一张过程图来描述产品生命周期的所有过程

通常电子产品系统边界应包含如下五个阶段：a) 原材料获取阶段 b) 制

造阶段 c) 销售阶段 d) 使用阶段 e) 废弃阶段。国内标准中关于电子产品系统边界的范围具体见表 1-1。

表 1-1 国内标准中关于电子产品系统边界的范围

国家标准	GB/T 37552-2019《电子电气产品的生命周期评价导则》 <sup>2</sup>	原材料获取及制造阶段、分销阶段、安装阶段、使用阶段、生命末期阶段。 电子电气产品：对最终产品应开展全生命周期评价（从“摇篮到坟墓”），即从原材料获取及制造阶段到生命末期阶段；对中间产品可开展部分生命周期评价（从“摇篮到大门”），即原材料获取及制造阶段。
行业标准	SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	原材料获取阶段、产品制造阶段、储运和销售阶段、使用阶段、回收处理及处置阶段。
	SJ/T 11718-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶电视机》 <sup>4</sup>	
	SJ/T 11735-2019《产品碳足迹 产品种类规则 便携式计算机》 <sup>5</sup>	
	SJ/T 11736-2019《产品碳足迹 产品种类规则 台式微型计算机》 <sup>6</sup>	
地方标准	DB44/T 1503-2014《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	原材料获取阶段、制造阶段、销售阶段、使用阶段、废弃阶段。
	DB11/T 1860-2021《电子信息产品碳足迹核算指南》 <sup>7</sup>	制造阶段、使用阶段
团体标准	T/CECA-G 0096-2021《家用电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	原材料获取阶段、产品制造阶段、分销阶段、安装阶段、使用阶段、生命末期阶段。 对家用电器，可以对最终产品开展全生命周期评价（即从原材料获取阶段直到生命末期阶段），也可以开展部分生命周期评价（如从原材料获取阶段到产品制造阶段）。
	T/CEESTA 001-2018《电器电子产品碳足迹评价通则》 <sup>9</sup>	根据产品的数据获取难易情况和排放情况的不同而不同。包含下列五种形式： a) 涵盖整个生命周期阶段（从“摇篮到坟墓”）的产品碳足迹评价；及原材料获取和准备阶段、制造阶段、分销/零售阶段、使用阶段、废弃处置阶段； b) 从原材料获取到产品离开生产组织（从“摇篮到大门”）的产品碳足迹评价； c) 从生产阶段到使用阶段的产品碳足迹评价； d) 生产阶段的产品碳足迹评价； e) 使用阶段的产品碳足迹评价。

电子产品生命周期包括：原材料的获取及加工、产品及部件的生产与组装、部件和成品的储存运输及销售、用户使用、废旧产品的回收与处置。但由于上游供应端的碳足迹数据库资料不完善、信息收集困难，因此为便于计算，不同标准对于系统边界的规定也略有不同。如表 1-1 所示，国标 GB/T 37552-



2019《电子电气产品的生命周期评价导则》与团标 T/CECA-G 0096-2021《家用电器生命周期评价导则》对产品生命周期的定义与 PAS 2050 一致，如果是生产中间产品的商业到商业（B2B）模式，则产品的生命周期为“从摇篮到大门”；如果是生产最终成品的商业到消费者（B2C）模式，则产品的生命周期为“从摇篮到坟墓”。

广东地标 DB44/T 1503-2014《家用电器碳足迹评价导则》指出系统边界的选择应与评价目标保持一致，通常包含原材料获取阶段、制造阶段、销售阶段、使用阶段、废弃阶段五个阶段。北京地标 DB11/T 1860-2021《电子信息产品碳足迹核算指南》提出核算产品碳足迹应核算电子信息产品的主要温室气体排放阶段，即产品在制造阶段、使用阶段的温室气体排放。

产品碳足迹-产品种类规则（CFP-PCR）是一组特定规则，为一个或多个产品种类开发的产品碳足迹量化和交流的要求和指南。电子行业已发布了 4 项产品种类规则，分别为液晶显示器、液晶电视机、便携式计算机以及台式微型计算机。其中对系统边界的确定均为原材料获取阶段、产品制造阶段、储运和销售阶段、使用阶段、回收处理及处置阶段。

团体标准 T/CEESTA 001-2018《电器电子产品碳足迹评价通则》规定在不会显著改变产品碳足迹评价总体结论的前提下，允许不考虑部分生命周期阶段、单元过程。但应清晰阐述忽略的具体情况，并说明忽略的原因及其影响。

1.1.1 原材料阶段

原材料获取阶段从自然界材料提取时开始，在原材料产品到达部件生产工厂时终止。不同标准对这一阶段包含的范围不同，详见表 1-2。

表 1-2 各类标准在原材料阶段包含的范围

GB/T 37552-2019《电子电气产品的生命周期评价导则》 <sup>2</sup>	在原材料获取及制造阶段考虑以下过程： a) 构成基准产品的材料、零部件和组件的制造： ——制造零部件所必需的原材料的生产（开采、处理和成型等）和运输，包括制造过程中各种流相关的废弃材料，直至其最终废弃物状态； ——零件、部件和产品的工业成型和制造过程； ——从材料、零部件和组件供应商的生产地点到产品组装地点和（或）包装地点之间的运输。 b) 包装材料生产（开采、处理和成型等）和从包装材料生产地点到产品包装地点的运输。包装应包括基准产品的包装、产品手册和产品标识。 c) 组装基准产品和包装的工业过程。
---	--

	d) 将包装好的产品从包装地点运至制造商的物流中心的运输。 注：可使用材料清单（BOM）确定边界并获得数据。
SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	原材料获取阶段从自然界材料提取时开始，在原材料产品到达部件生产工厂时终止。除了提取天然材料，还包括再生材料的获取，将原材料进行预处理以及将原材料投入到生产运输设备，以及原材料运输过程。特殊地，能源的获取和供应也包括在该阶段中，而用于产品生命周期内的资产性商品的获取和供应不应包括在产品生命周期的任何阶段。 原材料获取阶段的流程包括： a) 采矿和提取（材料或化石燃料）； b) 再生材料的加工（回收塑料等）； c) 保证原材料满足客户要求的附加过程，例如物理形式和化学成分：1) 金属加工；2) 塑料定型加工；3) 再生材料的转换； d) 能源（如电力）的生产； e) 将材料或能源运送或输送到生产设施，以及相应的前处理设施。
DB44/T 1503-2014《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	始于从大自然开采原材料，结束于预加工的材料进入制造厂大门。这个阶段归属的过程包括，但不限于： ——所有金属材料的开采和提炼以及塑料的合成（包括从矿石开采原材料、化石燃料的开采、化石燃料转化成石化和塑料等）； ——原材料坯料的生产； ——各种原材料坯料到制造工厂之间的运输。
T/CECA-G 0096-2021《家用电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	原材料获取阶段应包括： a) 构成基准产品的材料、零部件和组件的制造。包括制造零部件所需的原材料的生产（开采、处理和成型等）和运输，零部件的成型与制造过程，从材料、零部件和组件供应商的生产地点到产品组装地点和（或）包装地点之间的运输。 b) 包装材料的生产运输，包括基准产品的包装、说明书、标识等。

### 1.1.2 制造阶段

产品制造阶段始于原材料进入零部件厂或整机生产厂，结束于成品离开工厂进入分销商仓库，各标准在这一阶段所包含的范围详见表 1-3。

表 1-3 各类标准在制造阶段包含的范围

SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	产品制造阶段从产品原材料进入工厂开始，到最终产品离开工厂终止。在作为最终产品离开生产阶段之前，产品可能通过许多前端生产过程和相应的中间设施，比如元器件、部件和组件的生产。产品制造过程所涉及各类设施（如工厂、仓库、办公室）的运行都包括在这一阶段。在这个阶段要考虑生产时期形成的任何副产品或废弃物。 产品制造阶段的流程包括： a) 化学处理； b) 元器件、部件和组件生产； c) 半成品和生产过程中的运输； d) 装配和组装； e) 检验与包装； f) 其他生产制造过程。
DB44/T 1503-2014	始于原材料进入零部件厂或整机生产厂，结束于成品进入分销商

《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	仓库，制造阶段涉及的过程包括，但不限于： ——零部件（包括包装）制造； ——产品的组装（整机装配）； ——厂区内物流； ——整机厂与分销仓库之间的运输。
DB11/T 1860-2021 《电子信息产品碳足迹核算指南》 <sup>7</sup>	产品制造阶段包含： ——元器件、零部件、组件制造过程； ——元器件、零部件、组件运输过程； ——最终产品装配与组装过程； ——上述过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的过程。
T/CECA-G 0096-2021 《家用电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	组装基准产品并进行包装的阶段，包括将包装好的产品运输至物流中心的过程，是产品形成的核心阶段。可以使用材料清单（BOM）帮助确定边界。

### 1.1.3 分销阶段

分销阶段从最终产品离开工厂开始，到消费者得到产品结束。现有标准对这一阶段包含的范围详见表 1-4。

表 1-4 各类标准在分销阶段包含的范围

GB/T 37552-2019《电子电气产品的生命周期评价导则》 <sup>2</sup>	应在分销阶段考虑包含以下过程： a) 从制造商的物流中心至区域物流中心之间的产品及其包装的运输； b) 如适用，产品包装材料从物流中心至最终废弃物状态的生命末期管理。
SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	储运和销售阶段从最终产品离开工厂开始，到消费者得到产品结束。一个产品在储运和销售阶段可能发生多段式存储、运输和销售，适用情况下包括在物流中心和零售地点的存储。 储运和销售阶段的流程包括： a) 工厂仓库、销售地点间的各类运输，包括空运、船运及陆路运输；b) 装载；c) 收货及入库；d) 储存；e) 批发及零售。 注：一般情况下，储运和销售阶段可总体划分为两个部分，一个是从生产工厂到物流中心或销售地点，另一个是从物流中心或销售地点到消费者手中。
DB44/T 1503-2014《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	始于产品在分销商仓库的储存，结束于产品进入使用地点，销售阶段涉及的过程包括，但不限于： ——产品在分销商仓库里储存（照明、空调、通风、物流等）； ——在销售商店进行销售活动（照明、空调、通风、试机等）； ——产品（含包装）从分销点仓库到消费者使用点的运输。
T/CECA-G 0096-2021《家用电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	从物流中心至区域物流中心之间的产品运输，以及后续可能的二级运输。

### 1.1.4 使用阶段

使用阶段从消费者得到产品开始，到产品废弃后运输到回收处理厂结束。各标准使用阶段所涉及的过程见表 1-5。

表 1-5 各类标准在使用阶段包含的范围

GB/T 37552-2019《电	基准产品使用阶段应考虑产品在正常条件下运行。
-------------------	------------------------

子电气产品的生命周期评价导则》 <sup>2</sup>	应在使用阶段考虑包含以下过程： a) 产品在基准寿命期间的运行过程； b) 如适用，产品在基准寿命期间的维护过程。
SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	使用阶段从消费者得到产品开始，到产品废弃后运输到回收处理或处置点时结束。 注 1：使用阶段的流程因消费者的不同使用习惯而存在较大差异。 注 2：由于在使用过程中长期耗能，液晶显示器在使用阶段的温室气体排放量占整个生命周期的比重较大，其实际温室气体排放量很大程度上取决于产品的能效表现和服务寿命。
DB44/T 1503:2014《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	始于消费者拥有该产品，结束于该产品寿命终结时被废弃，运送到回收处理厂，使用阶段涉及的过程包括，但不限于： ——产品在寿命期内的使用 ——使用阶段的维修和维护 ——废弃后送到回收点的运输
T/CECA-G 0096-2021《家用电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	基准产品在设计寿命周期内正常条件下的运行过程，以及该期间所必要的维护过程。

### 1.1.5 回收处理及处置阶段

回收处理及处置阶段从产品废弃后运输到回收处理或处置点开始，到产品回归到自然或分配到另一种产品的生命周期结束。现有标准回收处理及处置阶段所涉及的过程见表 1-6。

表 1-6 各类标准在回收处理及处置阶段包含的范围

GB/T 37552-2019《电子电气产品的生命周期评价导则》 <sup>2</sup>	应在产品生命末期阶段考虑包含以下过程： a) 收集生命末期产品所需要的运输，以及从产品收集地点至最终处理地点的运输； b) 处理过程，直至最终处置。
SJ/T 11717-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》 <sup>3</sup>	回收处理及处置阶段从产品废弃后运输到回收处理或处置点开始，到产品回归到自然或分配到另一种产品的生命周期结束。该阶段主要考虑对产品和产品包装采取不同的处理处置方式，包括填埋、回收、焚化等。 回收处理及处置阶段的流程包括： a) 收集和运输废弃产品和包装； b) 废弃产品拆解； c) 破碎和筛选； d) 拆解及破碎产物分类； e) 焚烧； f) 填埋和垃圾填埋场的维护； g) 其他回收处理及处置过程。
DB44/T 1503:2014《家用电器碳足迹评价导则》 <sup>1</sup>	始于产品进入拆解处理厂，结束于产品以废物形式回归到大自然或以二手材料形式进入另一个产品的生命周期，废弃阶段涉及的过程包括，但不限于： ——拆解 ——破碎和分拣 ——零部件再用 ——废物处置 ——转化成回收材料（二手材料）
T/CECA-G 0096-2021《家用	收集生命末期产品所需要的运输，包括从使用者至产品收

电器生命周期评价导则》 <sup>8</sup>	集地点，再至最终处理地点的运输阶段，以及废弃产品拆解处理和处置的过程。
--------------------------	-------------------------------------

图 1 为电子产品生命周期过程图，详细描绘出电子产品生命周期的哪些部分属于 GHG 评价范围，有助于确定产品的系统边界以及后续的数据收集。

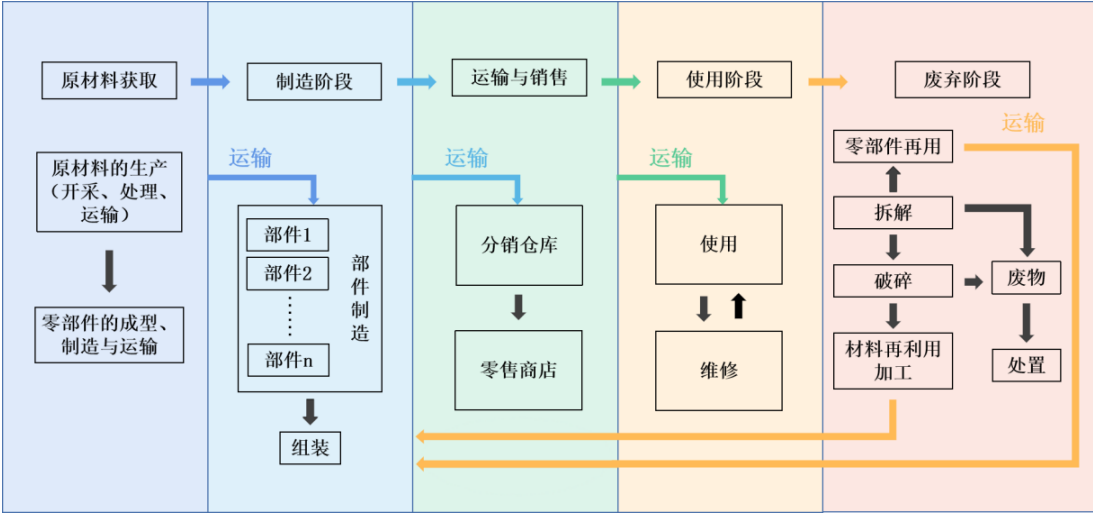


图 1 电子产品生命周期过程图

## 1.2 数据收集

收集系统边界内所有单元过程的定性资料和定量数据。通过测量、计算或估算而收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出<sup>[9]</sup>。数据类型主要包括每个生命周期阶段归属的每个过程的每个排放源或材料流的活动数据和对应的排放因子<sup>[1]</sup>。数据包括原始数据和次级数据。

### （1）原始数据

对于电子产品制造商拥有或控制的所有过程，应收集原始数据。对电子产品制造商拥有或控制以外的过程，对碳排放贡献显著时，宜收集原始数据。

原始数据应包括该过程所有相关的输入和输出。例如，输入可以是能量、水、材料等；输出可以是产品、副产品、排放等。而排放可以分为三类：向大气的排放、向水体的排放、向土壤的排放。

如果某产品在多个生产场地进行，则通过每个生产场地的同一类原始数据而得出的平均数据也被认为是原始数据。

原始数据可以通过现场直接测量得到的或通过间接测量值乘以排放因子的计算得到的。这些数据可能需要放大、缩小或其它形式的数理处理，从而使

它们与评价单元相关联。

典型的原始数据来源包括，但不限于：

- 过程或工厂层面的能量或材料消耗数据
- 耗材的账单及库存变化
- 排放测量值（浓度和废气体积）
- 废物及产品的组成成分
- 采购部门和销售部门

## （2）次级数据

对电子产品制造商拥有或控制以外的过程，且其原始数据很难获取时，才可使用次级数据。应记录次级数据的来源并形成文件。应明确次级数据，在时间、地域和技术等方面与所研究的范围一致。次级数据的来源包括，但不限于：

- 来自于文献或科学论文中的数据；
- 来自于生命周期清单数据库、行业协会报告、政府统计的行业平均的生命周期的数据；
- 来自于制造商或供应商的另一个类似过程或活动中的数据。

在有多个次级数据源可供使用时，应按照如下顺序优先选用：地域上的相关性、年代的相关性和技术相关性<sup>[1]</sup>。

### 1.2.1 GB/T 37552-2019《电子电气产品的生命周期评价导则》

类型	考虑因素
电力消费	对于除了使用阶段以外的所有生命周期阶段，电力消费应按该阶段的地域考虑。 对于使用阶段，电力消费宜按使用阶段的代表性地域考虑。 如有可用的生命周期清单数据库，宜使用数据库且按地域考虑。
运输	应考虑运输阶段的运输数据（运输重量、运输距离、运输类型）。
基准产品的使用	如适用，应考虑以下数据的依据： ——适用于产品种类的法规； ——适用的标准； ——在专业领域技术委员会中制定的行业规则； ——制造商组织或行业组织的建议。 使用情景应至少规定： ——基准寿命； ——负载水平、活动水平； ——关键的使用情景假设条件（例如：在基准寿命期间的使用率）。 上述准则应使消费和（或）消散的能量和其他流可测量。 制造商说明的运行、维护条件应包括： ——如适用，维护频率；

	——用于基准产品维护/运行的零件、产品和溶剂； ——产品运行所需的耗材。
生命末期处理	应对生命末期的所有要素考虑以下处理情景： a) 产品/材料循环利用（再使用、再生利用）； b) 产品/材料处置过程（能量回收、填埋，包括处置过程中产生的二次废料）。 如果无法获得生命末期处理的数据，则应采用平均生命末期产品运输距离以及废弃物的材料种类获取数据。原材料和零部件的可再生利用率示例可参见 IEC/TR62635。

### 1.2.2 SJ/T 11717-2018 《产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器》

阶段	数据收集项目
原材料获取阶段	a) 与各原材料开采/生产/成型/精炼过程； b) 与各原材料运输过程； c) 与能源生产/输送过程； d) 与上述过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的 GHG 排放，其中委外处理的仅计算其运输过程。 原材料获取阶段收集的数据可使用次级数据。
产品制造阶段	a) 与器件、部件、组件制造过程； b) 与各元器件、部件、组件运输过程。 c) 与最终产品装配与组装过程； d) 与上述过程所产生的废气废水、废弃物处理相关的过程。 产品制造阶段收集的数据应优先选择初级活动水平数据。该阶段初级活动水平数据收集项目所产生的 GHG 排放量合计，应大于或等于原材料获取阶段及产品制造阶段 GHG 总排放量的 10%。产品制造阶段应依照下列优先次序收集初级活动水平数据： a) 与最终产品组程序相关的 GHG 排放； b) 与主组件件、元器件制造过程相关的 GHG 排放，如显示面板、印刷线路板等； c) 与其他件部件器件制造过程相关的 GHG 排放； d) 其他相关 GHG 排放。
储运和销售阶段	a) 产品重量，含包装材料； b) 销售区域/销售地点或客户指定仓储与销售量/出货量； c) 运输工具，包括种类、载重量与承载率； d) 使用能源种类与相关的 GHG 排放量； e) 运输距离； f) 可行时，与储存特定产品相关的 GHG 排放量； g) 可行时，与销售特定产品相关的 GHG 排放量。 可行时，储运和销售阶段收集的数据应优先选择初级活动水平数据。
使用阶段	a) 产品使用时的能耗； b) 产品使用时数与使用寿命； c) 与产品使用电力相关的 GHG 排放量； 使用阶段收集的数据可使用次级数据。
回收处理及处置阶段	a) 与废弃产品（含废弃包装物）运输至处理设施相关的 GHG 排放； b) 与废弃产品回收、处置过程相关的 GHG 排放； c) 废弃产品回收、处理及处置方式的比例。 回收处理及处置阶段收集的数据可使用次级数据。



### 1.2.3 DB44/T 1503:2014《家用电器碳足迹评价导则》

阶段	数据收集	取舍准则
原材料获取阶段	<p>活动数据：收集单个家电产品的所有组成材料（包括包装材料）的质量（kg 或 g），原材料清单（BOM 表）。这些数据宜为原始数据。</p> <p>排放因子：收集各种原材料开采的排放因子，来自于材料生命周期数据库，这些数据为次级数据。</p> <p>注：本标准建议尽可能所有排放因子数据都采用同一数据库，以保持统一。</p>	原材料从提炼厂到产品制造厂之间的运输以及原材料坯料的生产过程，可被排除。
制造阶段	<p>零部件的制造</p> <p>活动数据：收集每个部件的制造过程的输入和输出数据。收集各部件制造过程中的能耗。如果制造过程中产生了任何 GHG 气体释放或逃逸，则要收集相关的 GHG 数据。如果制造场所使用了二氧化碳灭火器，则收集二氧化碳灭火器中的碳排放。这些数据通常为次级数据。</p> <p>排放因子：收集国家的电能的排放因子，如使用了柴油/汽油等能量，则收集国家/行业的柴油/汽油的排放因子。这些数据通常为次级数据。</p> <p>产品的组装</p> <p>活动数据：收集与产品组装相关的过程所消耗的能量。收集产品组装厂每年的生产量数据、每年的耗电量、燃料耗用量、运输耗能量等，然后依据能量的消耗来分配。</p> <p>注：生产量是指合格品的产量。</p> <p>如果组装过程中产生了任何 GHG 气体（包括制冷剂）释放或逃逸，则要收集相关的 GHG 数据。如果使用了二氧化碳灭火器，则收集二氧化碳灭火器中的碳排放。这些数据通常为原始数据。</p> <p>排放因子：收集方法与零部件的制造相同。</p>	各零部件厂与整机厂之间的运输所产生的碳排放可忽略；与零部件制造过程产生的废物的处理相关的碳排放可忽略。
销售阶段	<p>活动数据：有关分销商仓库与整机厂、销售商店到客户之间的运输过程的数据收集；收集典型家电销售商店的用电量（照明、空调、试机、通风），作为销售过程的用电量；如果组装场所使用了二氧化碳灭火器，则收集二氧化碳灭火器中的碳排放。这此数据通常为次级数据。</p> <p>排放因子：收集国家的电能的排放因子，以及收集国家或行业的柴油/汽油的排放因子。这些数据通常为次级数据。</p>	-
使用阶段	<p>在收集使用阶段的数据时，首先应确定出产品的使用标准情景数据，包括但不限于：产品的使用年限、每天使用多少小时、每年使用多少月、工况（如空调的制冷温度、热水器的热水温度、冰箱的冷冻及冷藏温度）。</p> <p>活动数据：应收集与电能使用相关的数据，如产品的使用标准情景数据、能效、功率等。通过这些数据计算出产品使用阶段的总用电量。除使用标准情景数据外，其它数据通常为原始数据。</p> <p>排放因子：收集国家的电能的排放因子。这些数据通常为次级数据。</p>	产品维修和零部件更换可忽略。产品废弃时送到回收点的运输可忽略。
废弃处理阶段	<p>活动数据的收集包括，但不限于：</p> <p>——收集被破碎部分的重量、可燃废物的重量、被填埋废物的重量、被单独处理的有毒有害物质的重量；</p> <p>——收集破碎过程的数据，包括破碎机械的功率、生产率以及被破碎部分的重量等。</p>	当拆解过程是由人工手工完成时，与这个过程相关的碳排放

	<p>以上活动数据通常为原始数据。</p> <p>——收集废物（液态、气态）处置时各工艺相关的能耗数据；</p> <p>——收集被破碎材料回收利用相关的数据，如金属或塑料熔炼相关的能耗。</p> <p>以上活动数据通常为次级数据。</p> <p>注：废弃处理阶段的数据可使用次级数据。按照行业的平均水平来收集数据。</p> <p>排放因子：国家电能的排放因子、汽油、柴油相关的排放因子等。这些数据通常为次级数据。</p>	<p>放可忽略。</p> <p>不考虑零部件的重复使用带来的碳排放减少。</p>
运输过程	<p>对于上述五个阶段中涉及的运输过程，数据收集如下：活动数据的收集：</p> <p>——运输方式（汽车、火车、轮船、飞机等）及相应的运输距离；</p> <p>——如果同一过程采用了不同的运输方式，则选择一种代表性的运输方式；</p> <p>——运输半径可以使用统一的核定数据；</p> <p>——载货量。</p> <p>对于家电制造商拥有或控制的运输，则数据为原始数据，而对于非家电制造商拥有或控制的运输。则数据可以为次级数据。</p> <p>排放因子：各种运输工具的排放因子。这些数据通常为次级数据。</p>	-

#### 1.2.4 DB11/T 1860:2021 《电子信息产品碳足迹核算指南》

阶段	数据收集项目
制造阶段	<p>——元器件、零部件、组件制造过程；</p> <p>——元器件、零部件、组件运输过程；</p> <p>——最终产品装配与组装过程；</p> <p>——上述过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的过程。</p>
使用阶段	<p>——产品各种使用状态的能效；</p> <p>——产品各种状态使用时间与使用寿命；</p> <p>——与产品使用电力相关的 GHG 排放量。</p>

#### 1.2.5 T/CECA-G 0096-2021 家用电器生命周期评价导则

阶段	数据收集要求
运输和储存	该阶段的数据应根据运输参数（运输方式、运输类型、运输距离等）和储存参数进行各个阶段中运输相关的能源消耗、耗材、污染物排放数据的收集。
原材料获取阶段	<p>可采用原材料的 LCA 背景数据，优先采用供应商提供的符合 GB/T 24044-2008 要求的、经过第三方独立验证的上游生命周期评价报告中的数据。使用前应对报告及其数据进行确认，以确定其评价目的、系统边界、数据收集与质量、影响评价等内容是否符合家用电器的评价要求。</p> <p>如无，应优先采用经过验证的代表性背景数据，数据的参考年限应优先选择近三年内的数据。背景数据的系统边界应从资源开采到这些原辅材料产品的出厂为止。</p>
产品制造阶段	<p>生产阶段包括部件生产过程和成品的组装，主要采用生产现场数据。</p> <p>现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均应转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。</p>

安装和使用阶段	<p>使用阶段包括消费者或终端用户获得并使用产品，以及必要的产品维修与保养。</p> <p>收集的数据应包括：</p> <p>a) 安装过程中必需的材料（适用时）；</p> <p>b) 产品使用/消费的模式，包括使用寿命、使用频率；</p> <p>c) 产品使用过程的耗材、污染物排放；</p> <p>d) 产品修理和维护过程的耗材、染物排放。</p> <p>其中，产品使用/消费的模式及修理过程数据可以通过用户调查获得，也可以采用行业通用的估计或产品设计数据，宜使用代表性地域数据；产品使用及维护过程的耗材、污染物排放优先采用行业通用的估计或产品设计数据，适用时可参考相关产品的能效标准。</p>
生命末期阶段	<p>a) 产品/材料的循环利用，包括再使用和再生利用；</p> <p>b) 产品/材料的废弃处置过程。</p> <p>上述数据可以通过对回收、再生、处置过程调查获得，也可以采用行业通用的估计数据或背景数据库，宜使用代表性地域数据。</p>

### 1.2.6 T/CEESTA 001-2018《电器电子产品碳足迹评价通则》

#### （1）数据收集

数据类型主要包括活动数据和排放因子等。活动数据包括原材料、能源消耗和废弃物量等，通常应当使用初级数据，初级活动数据的收集应采用产品生产和使用过程中能源消耗计量数据形成的台账或统计报表来确定。能源消耗量的测量仪器应符合《GB17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则实施指南》。排放因子可参考国家或行业发布的数值。

#### （2）取舍准则

产品碳足迹评价应包括所界定的系统边界内可能对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体排放与清除，忽略的单元过程不得超过系统边界定义的总排放量的 5%。

#### （3）数据质量要求

产品碳足迹计算宜使用能尽可能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的数据。应选取能满足评价目标和内容的初级数据和次级数据。数据的质量应从定量和定性两个方面来衡量，衡量时宜涉及数据的以下方面：

a) 时间跨度：应优先考虑最近年份的数据和收集数据的最短时间期限。初级数据应是最近一年的平均数据。如果为生产不到一年的新产品，平均数据应从产品生产初始开始收集。

b) 地理范围：应优先考虑电器电子产品所在地域所取得的具体数据。

c) 技术覆盖面：应优先考虑针对电器电子产品某项具体技术所取得的具体数据。

d) 准确性：是指所收集到的数据值与真值的接近程度。应优先考虑最准确的数据。

e) 精确性：对某数据（如活动数据）的重复估计数值彼此之间的接近程度，即对每个数据值变率的度量（如方差）。应优先选择更精确（即具有最小统计方差）的数据。

f) 完整性：包括由测量得到的数据所占的百分比，数据能代表利益相关方的程度，以及样本容量是否足够大、测量频率是否足够高等方面。

g) 一致性：在分析的各个部分中是否以统一的方式开展了数据选择，这需要作出定性评价。

h) 可再现性：有关方法和数据值的信息能在多大程度上允许独立的专人再现研究报告的结果，这需要作出定性评价。

## 1.3 信息汇总

阶段	边界范围	数据收集
原材料获取阶段	a) 构成基准产品的材料、零部件和组件的制造。包括制造零部件所需的原材料的生产（开采、处理和成型等）和运输，零部件的成型与制造过程，从材料、零部件和组件供应商的生产地点到产品组装地点和（或）包装地点之间的运输。 b) 包装材料生产（开采、处理和成型等）和从包装材料生产地点到产品包装地点的运输。包装应包括基准产品的包装、产品手册、说明书和产品标识等。 c) 组装基准产品和包装的工业过程。 d) 将包装好的产品从包装地点运至制造商的物流中心的运输。	活动数据： 收集单个家电产品的所有组成材料（包括包装材料）的质量（kg 或 g），原材料清单（BOM 表） 排放因子： 收集各种原材料开采的排放因子（材料生命周期数据库）
制造阶段	a) 化学处理； b) 元器件、部件和组件生产； c) 半成品和生产过程中的运输； d) 装配和组装； e) 检验与包装； f) 其他生产制造过程。	活动数据： 收集每个部件的制造过程的输入和输出数据。收集制造组装过程中的能耗。 排放因子： 收集各种原类能耗的排放因子
分销阶段	a) 产品重量，含包装材料； b) 销售区域/销售地点或客户指定仓储与销售量/出货量； c) 运输工具，包括种类、载重量与承载率；	活动数据： 收集运输数据（种类、重量、距离）；收集典型家电销售商店的用电量（照明、空调、试机、通

	d) 使用能源种类与相关的 GHG 排放量; e) 从制造商的物流中心至区域物流中心之间的产品及其包装的运输距离; f) 产品在分销商仓库里储存 (照明、空调、通风、物流等); g) 在销售商店进行销售活动 (照明、空调、通风、试机等); h) 产品 (含包装) 从分销点仓库到消费者使用点的运输。	风), 作为销售过程的用电。 排放因子: 收集国家的电能、柴油、汽油等的排放因子。
使用阶段	a) 产品在基准寿命期间的运行过程; b) 产品在基准寿命期间的维护过程; c) 废弃后送到回收点的运输。	活动数据: 收集与电能使用相关的数据, 排放因子: 收集国家的电能的排放因子。
回收处理及处置阶段	a) 收集和运输废弃产品和包装; b) 废弃产品拆解; c) 破碎和筛选; d) 拆解及破碎产物分类; e) 焚烧; f) 填埋和垃圾填埋场的维护; g) 其他回收处理及处置过程。	活动数据: 收集各部分的重量; 收集破碎过程、废物 (液态、气态) 处置时各工艺相关的能耗、被破碎材料回收利用相关的数据。 排放因子: 收集国家的电能、柴油、汽油等的排放因子。

## 2. 电子产品碳足迹计算案例

本节以液晶显示器、笔记本电脑和 iPhone 手机为例, 采用生命周期评价方法, 测算各阶段的碳足迹, 确定节能减碳控制关键点, 为后续计算我司电子产品 (PCB 板为主) 碳足迹奠定基础。

### 2.1 液晶显示器碳排放计算案例<sup>[10]</sup>

#### 2.1.1 液晶显示器的拆分

本小节以薄膜晶体管液晶显示器 (TFT-LCD) 为例, 探究电子产品整个供应链的碳足迹分布。由于复杂产品组件零部件数目繁多, 为了方便对液晶显示器碳足迹的研究, 需要对整体产品进行模块划分。根据复杂产品拆分信息模型<sup>[11]</sup>, 将 TFT-LCD 进行拆分 TFT-LCD 主要是由液晶显示屏、背光模块、驱动电路三大核心部件组成。LCD 显示屏包括 TFT 玻璃、彩色滤光片、偏光片、玻璃基板和液晶材料。通过归纳整理某款液晶显示器产品的零件 BOM 表, 结果见表 2-1 所示。

表 2-1 LCD 液晶显示器部件与材料

部件	原材料	重量/g	CO <sub>2</sub> 排放系数 (kgCO <sub>2</sub> /kg)
前框	高聚酯	930	2.20765
偏光片	PVA 膜 (Polyvinyl Alcohol, 聚乙烯醇)	33.81658	4.718
	TAC 膜 (Triacetate Cellulose film, 三醋酸纤维素膜)	278.9212	2.006
	剥离膜 PET (对苯二甲酸乙二醇酯) 膜	49.17821	4.457
	保护膜——为单侧涂布 EVA 层 (乙烯醋酸乙烯共聚物) 的 PEC 聚乙烯膜	62.50168	2.709
玻璃基板	SiO <sub>2</sub>	2293.76	1.970
彩色滤光片	金属铬 (Cr)	1.887436	4.911
	玻璃基板	7.53664	1.970
	着色感光材料	5.046272	
液晶	环己基 (联) 苯类、二苯乙炔类、二氟乙烯类液晶化合物	1.02	19.60784314
薄膜晶体管 (TFT)	硅化物气体、氢化非晶硅	300	44.13
驱动 IC、OSD 按键板主控 IC 模块	三氯化铁	2356.34	1.753E+003
	敷铜板、电极		3.021E+003
背光源	冷阴极灯管	300	39.67
反射板	聚氯乙烯 PVC	12	7.033
	PET 树脂	187	8.625
胶框	透明 PC 材料	300	21.7
扩散板 (3 片)	PS (聚苯乙烯--热塑性塑料)	1584	1.066919
导光板	光学级亚克力 (PMMA)	683	1.053
背板	铝制 (主要)	470.783	2.279E+004
金属屏蔽罩	铁合金	1325	1.753E+003
点灯器	三氯化铁	48	1.753E+003
	敷铜板、电极		3.021E+003
底座	高聚酯	415	2.20765
外壳	高聚酯	320	2.20765
定杆	高聚酯	145	2.20765
滚珠	铝制	150	2.279E+003
平衡杆	高聚酯	134	2.20765
支架金属实体	铁合金	2150	1.753E+003
螺钉	不锈钢	20.60	2.142
后盖	高聚酯	3145	2.20765
包装	epe 纸箱	1164	1.9390
	epe 珍珠棉纸箱	1746	1.9390

### 2.1.2 液晶显示器碳排放计算

由于液晶显示器的零部件比较复杂，下文以模块为单位来计算碳足迹。现以模块 5 为例，介绍模块单元的碳足迹计算方法。模块 5 包括前框和后盖，其碳足迹分为两个部分，一个是前框生命活动中的碳排放，另一部分是后盖生命

活动的碳排放。具体公式如下：

$$CCF = \text{原材料获取} + \text{生产过程} + \text{仓储库存} + \text{运输} + \text{使用} + \text{维修} + \text{回收碳排放} + \text{非实质环节} \quad (1)$$

$$\text{原材料获取排放} = \text{原材料重量} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (2)$$

$$\text{生产过程碳排放} = \text{生产过程能耗} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (3)$$

$$\text{运输过程碳排放} = \text{运输耗油量} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (4)$$

$$\text{使用碳排放} = \text{使用过程能耗} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (5)$$

由调研可知，该后盖生产企业年电能消耗量是 1752000 kW。

$$\text{后盖生产过程碳排放} = \frac{\text{年电能消耗量}}{\text{年生产后盖的个数}} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (6)$$

通过计算可以得出后盖在原材料获取、生产过程、运输过程中的碳排放分别为 6.94305925、5.94694075、0.02569213 kgCO<sub>2</sub>-e。同样可以得到前框在以上过程中的碳排放，因而可以得出模块 5 整体的碳排放为 17.4916 kgCO<sub>2</sub>-e。

其他模块单元计算方法如上，除 LCD 显示屏是由生产商直接生产，其碳排放需要另外计算。

(1) 原材料获取。根据液晶显示器的拆分得到其主要部件，从而通过实地调研和资料调查得到部件的主要材料。原材料获取阶段主要考虑的是铁、铜、铝、PET 树脂等材料生产过程中能源损耗导致温室气体的间接排放和直接排放，根据 GABI 基础数据库，获取其主要原材料生产过程的碳排放因子数据。

(2) 生产制造阶段。生产制造阶段的主要考虑液晶显示器各模块主要零部件制造、模块组装等过程的电能消耗及温室气体直接排放。由于在生产过程中不会产生副产品，各关键零部件的生产工艺过程在同一生产线进行，所以可以采用平均分配的方式，认为每件零部件的生产能耗相同。本小节把液晶显示器的生产过程看作是一个组装的过程，除了液晶显示屏是由制造商自主生产外，其他部件从供应商运至公司进行组装生产。

电能来源设定为华东电网，通过调研得到该车间一年的生产耗电量为 92772000 kW，该车间一年总共生产 108 万台显示器，从而得到每台显示器的生产电能消耗量，最终得到生产过程中的碳足迹。

$$\text{生产过程碳排放} = \frac{\text{车间一年电能消耗量}}{\text{一年生产的显示器台数}} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数} \quad (7)$$

通过计算可得每台显示器生产过程释放的碳排放量为 140.017 kgCO<sub>2</sub>-e。



(3) 仓储库存阶段。仓储库存阶段分为原材料储存和成品储存两个部分，由于液晶显示器零部件储存一般没有特殊要求，主要是通过计算库房的单位平方米能耗来衡量储存环节的碳排放。零部件中液晶有防潮、防晒以及通风的存储要求，会产生额外的碳排放，本小节仓储库存阶段的数据主要是参考经典文献得到的。

(4) 运输阶段。运输阶段包括从原材料供应商到生产商的供货过程、生产商到销售商的分销过程、产品从销售商到消费者手中的过程。依据省略原则，本小节对购买过程中没有涉及必要运输环节，且重要性远低于其他阶段的运输做了舍弃处理。

本小节运输阶段的数据主要来自企业调研以及部分假设处理，该款液晶显示器主要运输阶段的数据清单如表 2-2 所示。

表 2-2 某款液晶显示器主要运输阶段数据清单

运输物	运输重量/g	起点	终点	方式	里程数/km	燃料种类
前框、后盖	4075	苏州	苏州	公路	4.2	油
反射板、扩散板、偏光片	2195.42	苏州	苏州	公路	19	油
玻璃基板	2293.76	上海	苏州	公路	80	油
彩色滤光片	14.47035	苏州	苏州	公路	5	油
液晶	1.02	苏州	苏州	公路	24.3	油
薄膜晶体管(TFT)	300	昆山	苏州	公路	35	油
驱动 IC 与印制电路板、主控 IC	1022.9	上海	苏州	公路	84	油
背光源	300	深圳	苏州	公路	1771	油
胶框、导光板	2060	深圳	苏州	公路	1750	油
背板	1770.8	苏州	苏州	公路	6.4	油
点灯器	48	吴江	苏州	公路	21.4	油
支架	1942.67331	苏州	苏州	公路	18	油
其他材料	43.748659	苏州	苏州	公路	19.5	油
成品	20378.7961	苏州	苏州	公路	173	油

目前，我国货车平均油耗在 0.05~0.07 kg/(t·km)左右，本小节选取了中间值 0.06 kg/(t·km)。通过计算，得出运输过程中的碳排放为 1.457813517 kgCO<sub>2</sub>-e。

(5) 使用阶段。该阶段电能供应来源于华东区域电网，由查阅资料可知该款液晶显示器产品的每小时耗电量为 45 W/h，待机功率为 2 W，关机功率为 0.25 W，使用寿命设定为 15 年，假设每天工作 4 h，使用阶段耗能约

1814.147239 kW。

$$C_{ui} = 15 \times 365 \times 4 \times 45 \times \frac{1}{1000} \times CO_2 \text{排放系数} \quad (8)$$

由上式可得使用阶段的碳排放为 2957.06 kgCO<sub>2</sub>-e。

（6）维修阶段。该阶段衡量的是液晶显示器各个零部件在维修过程中的碳排放，由于液晶显示器零部件数量比较多，重用和维修也比较复杂，本小节主要是根据零部件的平均拆换使用率来计算碳足迹。

（7）回收阶段。一般产品的回收方式主要包括了破碎、焚烧填埋、材料和零部件回收等几种，而对液晶显示器产品的零部件进行回收时要根据实际情况采取相应的回收方式。对于废弃 LCD 的主要处理流程，对其金属铜、液晶、面板玻璃、塑料等有价值的材料进行回收利用，对其中含有汞的背光灯、电容等具有危害性的零件进行专门化的处理。由于回收阶段技术比较复杂，本小节根据该阶段的能耗来计算回收阶段的碳排放。设定该阶段的电能供应源是华东区域电网，根据调研结果，得到该阶段耗电约 12.886 kW，通过计算得到该阶段的碳排放为 21.0044 kgCO<sub>2</sub>-e。

（8）非实质环节。该阶段主要衡量的是在原材料获取、生产制造等环节人员活动所带来的碳排放。该阶段的碳足迹很难具体计算，根据经典文献，可以得到人员活动所产生的碳排放占总排放量的 0.5%~1%，本小节折中取 0.75%。根据占总排放量的 0.75%，可以得到该阶段的碳排放量为 2.589 kgCO<sub>2</sub>-e。

2.1.3 液晶显示器数据分析

采用上述碳足迹量化及分配方法，液晶显示器各模块单元的碳足迹分布结果如表 2-3 所示。

表 2-3 液晶显示器产品及其各模块单元碳足迹分析结果（kgCO<sub>2</sub>e）

模块	液晶显示器	原料生产	产品制造	仓储库存	运输配送	使用	维修	回收处理	非实质环节
模块 1	LCD 显示屏	98.34	140.01	2.264	0.0376	1338.64	3.76	12.87	1.51
模块 2	背光模块	46.22	17.64	0.68	0.8055	1284.67	0.78	5.36	0.52
模块 3	支架	25.82	10.95	0.35	0.1131	-	0.41	1.41	0.27
模块 4	主控 IC 模块	8.68	3.96	0.118	0.2334	24.15	0.136	0.18	0.09
模块 5	前框、后盖	8.996	7.38	0.05	0.0300	-	-	0.417	0.004
模块 6	OSD 按键板	7.43	3.44	0.0996	0.0669	35.44	0.11	0.16	0.076

模块 7	驱动 IC 模块	15.63	6.82	0.114	0.1704	52.16	0.247	0.37	0.057
模块 8	包装模块	5.64	2.92	0.046	-	-	-	0.243	0.058
总量		118.42	53.11	1.4576	1.4193	1396.42	1.683	8.14	1.075
1583.951337									

从本次研究的结果来看，供应商和生产商节点产生的碳排放量占总的供应链碳足迹的比重较大，在这两个阶段中，碳足迹主要来自产品的生产转化活动，因此从企业内部的生产转化过程来寻求减排方法更具有针对性。同时，连接上下游企业的运输和存储活动产生的碳排放也占到了一定的比例，表明供应链企业之间可以通过协同合作，共同减少供应链碳足迹。

## 2.2 笔记本电脑碳足迹核算案例<sup>[12]</sup>

### 2.2.1 功能单位的确定

本节选定惠普 14 寸的某型号笔记本电脑作为研究对象，各项配置参数来源于笔记本电脑的配置说明书。如表 2-4 所示：尺寸大小 14 寸、4GB 内存、2.5 英寸 640GB 的硬盘、总重量为 2.42 kg。

表 2-4 笔记本电脑相关参数

类别	数量	相关参数
笔记本电脑	2.42 kg	
显示屏	1P	14 寸
内存	1P	4GB
硬盘	1P	2.5 英寸

### 2.2.2 系统边界的确定

根据 PAS 2050 设定的产品 B2C 生命周期形式，对笔记本电脑系统边界进行确定（如图 2 所示）。产品的生命周期过程应该涵盖笔记本电脑从原料提取到最终处理的过程，包含生产中的主要生产工艺过程，并分析这些过程中的各项能耗以及排放。由于笔记本电脑的生产是非常繁复的，部分数据的得到非常困难，根据相关原则，本研究只考虑了环境影响比较重要的过程。

从生产制造、产品销售运输、使用到最终处理环节，整个生命周期包含了这四大主要的环节。零部件到成品的组装的运输过程能耗低，也不利于统计，忽略不计。本小节着重考虑了零部件生存中的物料消耗和能耗。整个周期中，生产是最复杂的环节，也是对环境造成较大影响的环节。

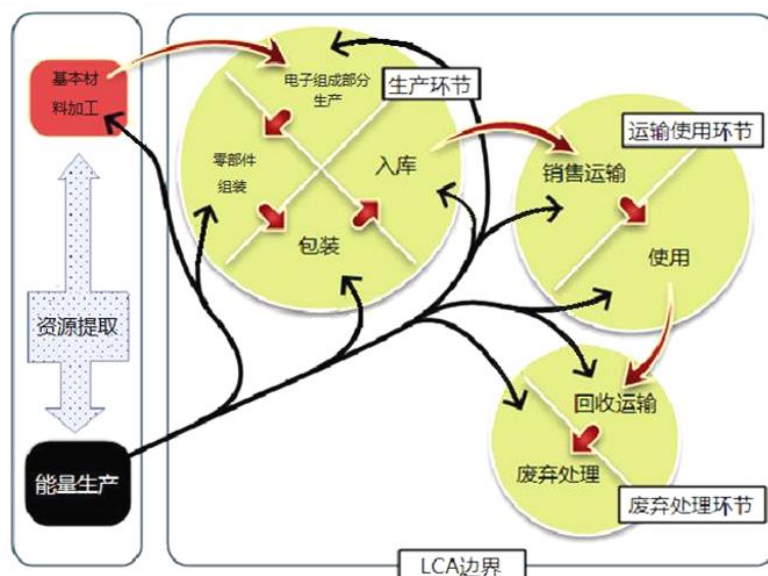


图 2 笔记本电脑系统边界

### 2.2.3 数据来源、评估以及限制

考虑到笔记本电脑原材料来源的特殊性以及数据的可获得性，建立了下表来描述笔记本生命周期阶段与范围。如表 2-5 所示，部件生产中，材料和比重数据来源于调研、Ecoinvent 数据库。由于生产过程中涉及到部件的进出口，本小节设定在中国部分的生产能耗（如电力）均使用中国数据。

表 2-5 笔记本电脑生命周期范围及数据来源

阶段	过程	数据来源	范围	评估与限制
产品生产	原材料的采取	Ecoinvent data	全球	
	基本元件生产	Ecoinvent data	全球	
	零部件生产	Ecoinvent data 文献、调研数据	中国/全球	
	电脑装配		中国	
运输距离	公路运输		中国	出口点到出厂距离
	航海运输		全球	出口点到进口销售点距离
使用	国外使用费电	Ecoinvent data	国外	平均每天耗电 0.5 kWh， 每年使用 300 天，使用年限设定为 4 年
废弃物处理	回收			塑料 50%、铝、贵金属 以及钢 40%
	填埋			金属
	焚烧			塑料

由于在研究过程中数据搜集的限制，本小节对一些数据进行了假设，这些假设源于调查以及对结果的考量：

- (1) 运输距离：包括从出厂到海关的距离、海关到进口国的距离。
- (2) 使用过程：设定笔记本电脑使用年限为 4 年，平均每天电耗为 0.5 kWh，每年使用 300 天。
- (3) 废弃处理：参考国外的处理方式，构建废弃处理场景。

### 2.2.4 笔记本电脑清单分析过程与数据收集

笔记本电脑主要由主板、LCD 显示屏、硬盘、光驱、电源适配器、锂电池、外壳构件组成，其中主板、LCD、硬盘光驱等为核心零件，详见表 2-6。下面将对笔记本电脑的构成以及涉及到的主要生产工艺进行详细介绍。

表 2-6 一台普通笔记本电脑的零件分布

笔记本电脑零件	重量/含量	笔记本电脑零件	重量/含量
锂电池	0.216 kg	外壳	0.544 kg
硬盘	0.16 kg	主板	1P
LCD 显示屏	0.2523 kg	无线插头	0.15 kg
光驱	1P	网络电缆进出口插头	1P
电源适配器	1P		

数据来源：文献资料、企业调研、数据库

#### 一、生产过程

##### (1) 硬盘生产过程

硬盘由盘片、磁头、盘片主轴、控制电机、磁头控制器、数据转换器、接口、缓存等几个部份组成。整个硬盘生产装配过程，主要的能耗是电耗，几乎在每个流程中都有电力的参与。依据参考数据得到，全球平均水平生产硬盘的电耗是 1.7125 kWh（来源：Simapro 数据库）。由于硬盘的数据来源为国外，所以电力的数据依然采用国外的平均水平。

##### (2) CD/DVD 驱动器生产过程

CD/DVD 驱动器是电脑用来读写光碟内容的机器。由于文献中未找到相应的资料，故做出如下假设：

$$N_1 = \text{研究对象总重量} / \text{Simapro 笔记本电脑总重量}$$

将数据库中现有的驱动的各项参数乘以  $N_1$ ，得到的数据作为本研究驱动的参数，如下表 2-7 所示。

表 2-7 CD/DVD 的物料构成

组成材料	规格	主要工艺
ABS	0.015269 kg	注塑

铜	0.014749 kg	印刷电路板安装
铬钢	0.0051613 kg	印刷电路板组合焊接
PC	0.0083731 kg	热轧
HDPE	0.039422 kg	钢轧制
低合金钢	0.14223 kg	板材轧制、型材轧制、铜拉丝

### (3) 显示屏生产过程

显示屏是笔记本电脑的核心零件，也是笔记本电脑最重要的零件之一。显示屏主要由背光源、显示器件、以及外框等原件组成，显示屏的零部件非常多，而且产业链长，显示模块装配工序多，所用的材料也多，本小节在对显示屏进行评价的时候，关注了显示屏中比重最大的几种以及可能对环境会造成较大影响的一些物料。

笔记本电脑重量是由屏幕大小所决定的，而屏幕的大小也直接决定了显示屏本身的重量以及各物料的分配。因此，作出如下假设：

本文选用的是 14 寸的显示屏，长宽比为 4：3。14 寸是屏幕玻璃对角线的长度，即 35.56cm，利用勾股定理换算出 14 寸笔记本电脑面积为  $S_{14}=\text{长} \times \text{宽}$ 。

Simapro 数据库里面的显示屏尺寸为 15 寸，依据上面的方法，换算出它的长宽面积为  $S_{15}=\text{长} \times \text{宽}$ 。

最后，将两个面积进行相比得

$$N_2=S_{14}/S_{15}$$

将 Simapro 数据库中显示屏各个参数乘以系数，得到的数据作为本研究显示屏的物料参数。

### (4) 笔记本电脑外壳生产过程

大多数笔记本外壳都是 PC 材料和合金材料。所以本小节设定笔记本电脑外壳为 60%PC 材料和 40%合金材料。由于各个类型笔记本电脑外壳的生产工艺比较统一，生产用料也统一，外壳数据采用相同大小的废旧笔记本电脑拆解后外壳的重量（数据来源：实际称量）。下表 2-8 为一普通笔记本电脑外壳的材料构成。

表 2-8 笔记本电脑外壳物料

部件名称	材质	规格	主要工艺
外壳	抗高压 PC	0.3262 kg	塑料拉伸挤压
	镁合金	0.2178 kg	镁合金压铸

### （5）主板生产过程

笔记本电脑的主板安装在机体内，是电脑最基本的也是最重要的部件之一。主板的物料分布，在文献资料中不完全，且数据库中也没有主板的参考数据，因此使用文献中的所能查到的笔记本电脑主板的主要物料输入，如表 2-9 所示，主板材料中 ABS 含量以及铜铝金属的含量较高，除此之外印刷线路板的含量也在 100 g 以上。

表 2-9 笔记本电脑主板物料

组成材料	规格	主要工艺
ABS	166 g	注塑
铜	51 g	主板印刷电路板安装
铝	13.5 g	印刷电路板组合焊接
铅	4.5 g	
铁	17 g	
镍	4.5 g	

### 二、运输

运输距离为笔记本电脑装配出厂至销售地点的距离。由于研究产品为出口产品，所以运输距离考虑了国内与国外的运输距离，主要有公路运输与航海运输。国内运输距离为电脑装配厂到出关处地点的距离，而出口距离则为出关地到最终的销售地点的距离。结合上文分析，对运输距离作出如下假设：

1、依据上文中的条件所知，我国是笔记本电脑出口大国，且笔记本电脑的装配主要集中在长江三角洲，以苏州昆山为最主要的装配点，完成装配包装后选取周边最近的出口港口——即上海；

2、由于美国是最大的笔记本电脑进口国，则选取美国作为本研究的进口点考虑。公路运输距离以苏州到上海距离，航海距离以上海到美国的距离，并进行合理分配。

表 2-10 运输距离

公路运输距离	113 km
航海距离	15078 km

### 三、设备的运行

设备设计运行寿命为 4 年，平均每天耗电 0.5 kWh，每年电脑使用天数为 300 天，则电脑消耗的总电量为 600 kWh。

### 四、设备的末端处置

国外对电子废弃物的处置，主要有三种方法：



(1) 填埋法：在垃圾场采用填埋的办法处理废旧电子材料，电子废弃物中含有多金属，对于回收利用率较低的金属，国外多是采用填埋处理。

(2) 回收转移：对于电子废弃物中还能再利用的，多半是兜售或捐赠给国外的二手市场，有小部分是国内自己回收。

(3) 拆解处理：日本对废电脑基本上采用人工拆解的方法，重点回收和处理含铅玻璃，作为生产荧光屏的原料。对废电路板的处理，一般采用火法处理，得到各种金属的合金后再进行精炼。

现以国外的电子废弃物处置手段为参考，结合笔记本电脑自身材料的组成特点，构建出笔记本电脑的末端处置场景。笔记本电脑最终一部分进入二手市场，另一部分则进行专门的回收机构进行拆解，其中笔记本电脑大部件可人工手动拆解，然后再进行机械分选。拆解后，锂电池用混合冶金法进行处理，印刷电路板则通过拆解后回收部分，塑料回收 50%，铝、钢以及其它金属回收 40%，其余部分的塑料与非金属进行焚烧与填埋。

## 2.2.5 笔记本电脑的建模

完成数据清单的收集整理后，采用 Simapro 数据库对笔记本电脑的生命周期进行建模，如表 2-11 所示，输入各项过程数据：

表 2-11 笔记本电脑生产清单

录入名称	数量	单位
铝	0.1298	kg
铝材成型挤压	0.1298	kg
18/8 铬钢	0.4266	kg
钢材成型挤压	0.4266	kg
铜	0.0104	kg
锂电池	0.216	kg
CD/DVD 驱动	1	P
硬盘	1	p
LCD 显示屏	0.2523	kg
电源适配器	1	P
主板印刷电路板安装	0.1569	kg
印刷电路板组合焊接	0.1523	kg
镁合金	0.2178	kg
镁合金压铸	0.2178	kg
板材轧制	0.2178	kg
抗压 PC	0.3261	kg
无插头 5 号网络电缆	0.12	m
网络输入输出插头	1	P
聚苯乙烯泡沫板	0.089	kg

瓦楞纸板、双层	0.6438	kg
电力	1.6667	kWh
水	1620	kg
公路运输	0.6368	tkm
航海运输	67.819	tkm

表中包含了笔记本电脑的物料构成以及生产耗能和运输距离，为之后的笔记本电脑评价分析提供了数据基础和参考依据。

### 2.2.6 笔记本电脑的碳足迹评价分析

通过搜集国内外笔记本电脑的相关数据，并结合 Simapro 基础数据库里的数据，利用生命周期评价法对笔记本电脑的生产阶段以及整个生命周期的碳足迹进行分析，结果如表 2-12 所示。

表 2-12 笔记本电脑生命周期各过程对碳足迹贡献分布 (kgCO<sub>2</sub>e)

阶段	制造生产阶段	使用阶段	废弃处置阶段
各阶段碳排放	482	309	0.992
各阶段占比	61%	39%	不到 1%

在笔记本电脑的整个生命周期中，生产阶段的碳足迹贡献最大，为 482 kgCO<sub>2</sub>e，使用阶段为 309 kgCO<sub>2</sub>e，废弃处理阶段为 0.992 kgCO<sub>2</sub>e。造成制造阶段碳足迹贡献最大的原因是：LCD 显示屏的生产及燃煤供电。通过核算得出笔记本电脑在生命周期各个阶段碳排放的分布以及主要排放过程的数据，为出口笔记本电脑碳转移核算提供基础与参考。


## 2.3 iPhone7 生命周期碳足迹评价<sup>[13]</sup>

### 2.3.1 目标范围设定

#### 2.3.1.1 产品系统

研究对象为 2016 年 9 月苹果公司上市的 32G 黑色 iPhone7。包括 iPhone7 主机、配件以及所有包装(如表 2-13)。

表 2-13 iPhone7 组成、配件及包装图

	<p>①复合纤维包装盒 165g ②塑料透明薄膜 5g</p>
---	-------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> <li>①iPhone7 主机 138g</li> <li>②Lightning 接口耳机 1m/3g</li> <li>③Lightning 转 USB 数据线 1m/4g</li> <li>④USB 电源适配器 10g</li> <li>⑤资料(包括说明书、资料壳) 100g</li> <li>⑥Lightning 转 3.5mm 耳机转接线 0.1m/1g</li> <li>⑦卡针*1 1g</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>①触摸 LED 屏幕 :4.7 英寸 41g</li> <li>②铝合金外壳 54g</li> <li>③锂电池锂离子聚合电 池 26g</li> <li>④印刷电路板(嵌 A10 Fusion 芯片) 11g</li> <li>⑤卡托</li> <li>⑥听筒</li> <li>⑦前像头排线</li> <li>⑧摄像头</li> <li>⑨天线连接器</li> <li>⑩开机排线</li> <li>⑪Taptic Engine</li> <li>⑫尾插排线</li> <li>⑬射频连接线</li> <li>⑭扬声器</li> <li>⑮Touch ID 组件</li> </ul>

数据/图片来源:iFix、Apple Inc.

### 2.3.1.2 功能单元

本研究的功能单元是从零部件加工到寿命终止的一部 iPhone7 及其配件和包装,同时考虑了手机网络使用情况和三种不同的使用情景的影响。

### 2.3.1.3 系统边界

根据 ETSI/国际电联 LCA 联合标准,系统边界限定在除了原材料开采阶段“摇篮到坟墓”的生命周期阶段,主要包括零部件生产、手机组装和包装、产品分销、iPhone7 使用、以及回收处理五大阶段(如图3)。

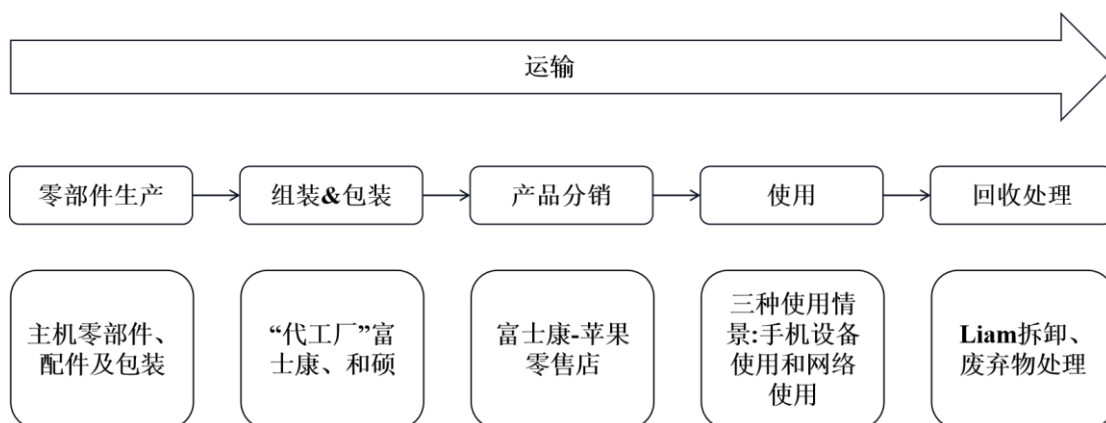


图3 iPhone7 生命周期评价系统边界

其中主要零部件有 A10 Fusion 芯片、印刷电路板、锂离子聚合电池、触

摸 LED 屏幕以及铝合金外壳和其他零部件。其中零部件生产、手机组装和包装在后续建模中划分到生产阶段来计算，零部件运输、产品分销和回收处理运输划分到运输过程来计算。对于在手机营销过程中，零售店营业过程中能源消耗以及第三方营销服务的影响没有包括在产品系统中；对于手机因质量问题导致的维修阶段为考虑到模型中。

本节所有生命周期过程涉及到的人力资本的输入而带来的环境影响忽略。

### 2.3.2 清单分析

本研究对 iPhone7 生命周期各阶段进行划分，选取 Ecoinvent 3.3 和 ELCD 生命周期数据库部分数据，运用 OpenLCA 软件，构建了 iPhone7 生命周期碳足迹评价模型。

#### 2.3.2.1 生产阶段

对于 iPhone7 生产阶段主要分为 iPhone7 主机生产、配件生产、包装生产和组装。

##### (1) iPhone7 主机生产

iPhone 主机共 138 g，其中印刷电路板（含 A10 Fusion 芯片）11 g，锂离子聚合电池 26 g，触摸 LED 屏幕 41 g，铝合金外壳 54 g，以及其他零部件共计 6 g。集成电路芯片是智能手机最核心的部件，其生产工序复杂且对生产精度要求极高，目前还主要依靠国外生产商生产，运输成本高，所以本次清单分析将 iPhone7 A10 Fusion 集成芯片作为单独部件考虑。

##### (a) A10 Fusion 芯片生产

A10 Fusion 芯片尺寸为 125 mm，有 33 亿晶体管，A10Fusion 处理器采用台积电 16 纳米加强版鳍式场效晶体管（FF+）制程，以及最先进的整合扇外型晶圆级封装（InFO WLP）。集成电路生产过程伴随着大量的能源和材料消耗，是目前单位质量排放最大的生产过程。芯片的制造过程可分为晶圆处理工序、晶圆针测工序、封装工序和测试工序。本节用 Ecoinvent 3.3 中逻辑芯片的加工进程来模拟 A10 Fusion 芯片的生产过程。

##### (b) 印刷电路板生产

印刷电路板是 A10 Fusion 芯片的载体，集结了众多金属和电子元器件锻造而成，本节用 Ecoinvent 3.3 中无铅表面嵌入的印刷电路板的加工进程来模

拟。

#### （c）锂离子聚合电池生产

iPhone7 使用不含铅、镉、贡的锂离子聚合电池，生产阶段经过正负极制片、隔膜烘烤、卷绕、短路检验、注液封口、密封性检验、再到分容、包装出厂等工序。本节采用 Ecoinvent 3.3 中圆柱形可充电锂离子电池来模拟生产过程。

#### （d）触摸 LCD 屏幕生产

iPhone7 屏幕是 IPS 屏幕，俗称“Super TFT”。显示屏是无汞 LED 背光屏，显示玻璃采用无砷材质。本节采用的 Ecoinvent 3.3 数据库中非嵌入式 LCD 生产过程是典型的 TFT 生产过程，与平板玻璃盖板的相结合模拟触摸 LCD 生产过程。

#### （e）铝合金外壳

iPhone7 铝合金外壳材料由 7000 系列铝合金、Solvay-PEEK 材料、不锈钢等融合而成。经过 CNC 切割、抛光、阳极氧化染色、塑形钻孔，压印 Logo 等工序后，基本可以完成，其每个工序均来自 Ecoinvent 3.3 数据的基本进程数据。（f）其他零部件

摄像头、扬声器、听筒等小部件，采取近似电子元件处理。其所有生产进程均来自 Ecoinvent 3.3 中未特指的活性电子零部件加工数据。

#### （2）iPhone7 配件加工

iPhone7 装机清单（见表 2-13）包括额定功率 5 W 的 USB 电源适配器、Lightning 转 USB 数据线、耳机、Lightning 转 3.5mm 耳机转换线、SIM 卡针。其中电源适配器由于加工流程的不可获得性，借用笔记本电脑 0.1 单位的当量作为模型输入量。配件接口近似用 Ecoinvent 3.3 电子连接器作为模型输入。说明书材料全部使用可回收的复合纤维纸进行喷墨打印。

#### （3）iPhone7 包装加工

iPhone7 的外包装盒采用可回收的纤维板、不含木材的纸板，材料由竹子、废甘蔗、再生纸等加工而成。外包装盒采用 ELCD 3.2 数据库中复合可回收纤维的瓦楞纸板生产过程数据。在产品最外面的塑料薄膜包装主要成分为低密度聚乙烯，通过热塑挤压制成。

#### (4) iPhone7 组装

iPhone7 组装在富士康郑州科技园区中进行，整个流程被称作“最终组装、测试和包装”(FATP)。富士康郑州生产基地有 94 条生产线，共用 1 万台 Foxbot 机器人参与 iPhone7 的组装。组装一部 iPhone 需要大约 400 个工序，包括抛光、焊接、钻孔和上螺丝，平均一天能生产 50 万部 iPhone 手机。以此粗略估计，如果每台 Foxbot 机器人 24 小时持续工作，则平均一天可以生产 50 台 iPhone，即组装每台 iPhone7 的生产可占用 Foxbot 机器人 0.48 小时。根据 Foxbot 机器人使用说明 (FOXBOT 产品手册介绍, 2012)，其运行功率约 700 W，即每生产一台 iPhone7 大约消耗 0.336 kW·h，由于电力使用过程中会有输电线路损耗，根据 2012 年中国线损率 6.69%，由此可以得到每台 iPhone 如果使用 Foxbot 机器人组装需要发电量 0.361 kW·h。

从装配线下线后，iPhone7 主机连同配件会包装到白色纤维板盒子里，封装塑料薄膜，然后通过木质托板传送上运输卡车。假设此过程无物质流输入，只有机器电能消耗，由于机器种类和物理参数不能获得，本节取组装电力消耗的 50% 为参照量，即包装出厂阶段需要发电量为 0.181 kW·h。由于河南省 2015 年大力推行光伏发电政策，本文组装过程发电数据选取中国光伏发电网络的低压电输出数据。

#### 2.3.2.2 零部件运输和分销

本节运输模型是根据生产厂地理位置、目的地位置和运输方式构建的。对于距离和运输方式不明确的运输过程，建立了平均运输模型来代替。运输距离通过 Google 网络地图测量获得。假设运输过程中所有组件都以某种方式打包，则包装质量需要考虑在内，取包装因子  $F$  为 1.25 计入货物总重量。

##### (1) 零部件运输

iPhone7 是典型的代工产品，苹果公司将零部件生产和组装加工外包给台湾等地专业的零部件生产厂，而这些公司的生产基地大多在中国大陆境内设厂。根据苹果公司 2017 年公布的供应商名单和市场研究公司 IHS Markit 研究报告显示，iPhone7 除了芯片、液晶显示器面板完全由境外生产外，其他零部件均在中国大陆境内设有生产厂。本节选取了主要的零部件加工商的生产地到富士康郑州为运输路径，通过 Google 地图测算运输距离，纳入运输模型。

## （2）分销运输

iPhone7 由富士康组装完毕后，即可分销到世界各地零售点，其中美国和中国是 iPhone7 最大的消费市场，其分销路径如表 2-14。

表 2-14 iPhone7 分销运输数据表

	分销美国零售店	分销中国零售店
出厂地	富士康-郑州航空港	富士康郑州科技园
运输方式	空运，波音 747 全货机（载重 110 吨）	陆运，卡车
运输距离	8150 km	-
中转站	Anchorage,Alaska,US	-
运输方式	空运，波音 747 全货机（载重 110 吨）	-
运输距离	5901 km	943 km
物流枢纽	Louisville,Kentucky,US	苹果上海分销中心
运输方式	陆运，卡车	陆运，卡车
苹果零售店	1646 km	1079 km

数据来源：Apple Inc.；Google 地图

销往美国的 iPhone7，从郑州航空港出发，搭载一架宽体波音 747 由联合包裹服务公司（UPS）、联邦快递（FedEx）和其他货运公司发往美国阿拉斯加州的安克雷奇，再由安克雷奇发往美国主要的物流枢纽、肯塔基州的路易斯维尔或是其他地方，由谷歌地图航线测算，全程航线距离可达 14051 km，之后再由有分销点发往美国各地的苹果零售店。截止到 2017 年 9 月，根据 Apple 官网公布，美国在 45 个州设有 270 家苹果零售店，运输距离取路易斯维尔到各零售店城市的平均距离 1646 km。

销往中国的 iPhone7，只需要由海关利用电子系统现将货物标记为“出口”，再重新标记为“进口”。成为“进口”商品的 iPhone7 需要在进口价格基础上征收 17% 的增值税，随后即可被批准运往苹果在上海的分销中心，行程大约 943 km，再由上海运往全国 14 各省及直辖市的零售店，运输距离取上海到各零售店城市的平均距离 1079 km。

### 2.3.2.3 使用阶段

智能手机使用阶段的环境影响主要来自手机电池的直接使用和移动网络基础设施的间接使用。在使用阶段采用全球混合电力系统标准。

#### （1）锂电池的使用

##### （a）iPhone7 锂离子聚合电池的充电循环

对于使用过程锂离子电池的耗电量其实就是充电过程消耗的电能。根据



iPhone7 电源适配器和锂离子聚合电池的技术参数（见表 2-15）

表 2-15 iPhone7 电源适配器和锂离子聚合电池技术参数

锂离子聚合电池	充电限制电压 4.5 V	标称电压 3.8 V	额定容量 1960 mAh
电源适配器	输出电压 5 V	充电电流 1 A	充电效率 73.10%

数据来源：iPhone7 说明书，Apple Inc.

综上所述，iPhone7 完全充电时间=电池容量/充电电流/充电效率=2.68 h;

充电耗电量=充电功率\*充电时间=充电限制电压\*充电电流\*充电时间=1.206 \* 10<sup>-2</sup> kW·h; 考虑到输电线路损率，则需发电量为 1.24 \* 10<sup>-2</sup> kW·h。

#### (b) 手机设备使用情境

由于消费者手机使用频率有很大的不同，所以导致在使用寿命过程中耗电量存在比较大的差异。本文对智能手机用户的使用情景作出以下假设（见表 2-16）。

表 2-16 iPhone7 用户使用情境分析

	重度使用者	一般使用者	轻度使用者
最大充电循环/天	1	2	3
充电量/(kW·h/年)	4.53	2.27	1.51
使用寿命/年	2	3	4
使用寿命总耗电量/kW·h	9.06	6.81	6.04

假设最具有代表性的手机使用者每两天完成一次完全充电循环，此情景下 iPhone7 手机使用寿命为 3 年，则在使用寿命期间充电所需的电力消耗为 6.81 kW·h;

重度手机使用者每天完成一次充电循环，手机使用寿命为 2 年，电力消耗为 9.06 kW·h; 轻度手机使用者每三天完成一次充电循环，电力消耗为 6.04 kW·h。电力产生的温室气体排放通过 Ecoinvent 3.3 全球混合电力系统标准建立模型计算。

#### (2) 移动网络的使用情景

移动网络的使用所产生的间接温室气体排放是不能被忽略的。网络相关影响来自移动网络（接入网和核心网）和数据网络（数据中心，数据传输和 IP 核心网络）（见表 2-17）。

表 2-17 移动网络使用情境

	重度使用者	一般使用者	轻度使用者
数据流量（蜂窝数据+Wi-Fi）使用量 3G	30 GB	11 GB	5.5 GB
运营商耗电量/（kW·h/年）	25	22	21
数据网络运营隐含碳（kgCO <sub>2</sub> e/年）	3.5	3.5	3.5
数据中心运营传输耗电量（kW·h/年）	15	8	6
运营传输隐含碳（kgCO <sub>2</sub> e/年）	2.6	2.6	2.6
其他隐含碳	0.7	0.7	0.7
Wi-Fi 运营耗电量（kW·h/年）	9	3.3	1.65
Wi-Fi 运营隐含碳（kgCO <sub>2</sub> e/年）	0.9	0.3	0.15
合计（kgCO <sub>2</sub> e/年）	7.7	7.1	6.95

数据来源：Tefficient et al.;Malmudin

目前对移动网络使用情景的生命周期评价只有针对 3G 网络运营商的相关数据，所以本文假设 iPhone7 使用者在 4G 网络运营条件下，对流量的需求是差别不大的。即代表性一般使用者每年使用 11GB 数据流量，间接产生 7.1kg 二氧化碳当量；重度使用者每年使用 30GB 数据流量，间接产生 7.7 kgCO<sub>2</sub>e；轻度使用者每年使用 5.5GB 数据流量，间接产生 6.95 kgCO<sub>2</sub>e。

#### 2.3.2.4 回收处理阶段

在电子产品回收方面，业内的标准是收集 7 年前生产的产品，然后回收重量占产品重量 70%的材料。也就是说 2016 年 9 月上市的 iPhone7 最早开始进行回收最终处理的时间为 2023 年。位于美国佛罗里达迈阿密的 Brightstar 公司、位于新加坡的 TES-AMM（伟翔）公司、香港的俐通集团以及 iPhone 制造商富士康，组成了全球回收苹果产品的网络。

整个回收流程起始于全球的苹果零售店和网店，通过礼券的方式吸引消费者将旧的或废弃的 iPhone 卖给苹果公司。成交后，苹果公司会再进行严格的测试，决定是启动回收处理还是翻新转售。

根据苹果官方报告苹果公司启用 Liam 机器人对回收的手机进行拆卸粉碎，然后分类进行回收。目前全球有两个 Liam 系统，一个在美国加利福尼亚，另一个在荷兰，但这一拆解技术并未完全普及到全球。Liam 拆卸完成后，采用海运方式运输到中国或者其他欠发达国家进行回收处理。

Liam 线每 11 秒钟可将 iPhone 分解成 8 个分立元件，每条线路每年可拆卸 120 万个 iPhone 单元。如果 Liam 生产线 24 小时全程工作，由此可以算出每个 iPhone 拆卸完成需要 0.073 小时，假设 Liam 运行功率为 1000 W，机器运行效率 80%，美国输电线路损失率 6.5%，则每个 iPhone 拆卸消耗电力 0.0976

kW·h。

将每个 iPhone7 在 Liam 生产线上的电力消耗近似看作是电能的消耗，采用全球混合电力系统数据，其他主要零部件回收过程采用 Ecoinvent 3.3 数据库废物回收流程。

2.3.3 iPhone7 各生命周期阶段碳足迹情况

以分销到美国、一般使用情景为参照，通过 CML2001 生命周期影响评价方法，对 iPhone7 各生命周期阶段二氧化碳排放进行评估（见表 2-18；图 4 和 5）。

表 2-18 iPhone7 各生命周期阶段碳足迹情况

生命周期阶段	不包含网络使用		包含网络使用	
	CO <sub>2</sub> 当量/kg	比重/%	CO <sub>2</sub> 当量/kg	比重/%
生产阶段	8.92	45.3%	8.92	21.8%
分销阶段	9.14	46.4%	9.14	22.3%
使用阶段	0.97	4.9%	22.27	54.3%
回收阶段	0.07	0.4%	0.07	0.2%
零部件运输	0.60	3.1%	0.60	1.5%
总计	19.71	100%	41.01	100%

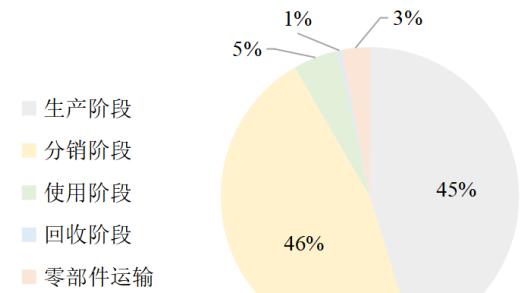


图 4 iPhone7 各生命周期阶段碳足迹情况 (不含网络使用)

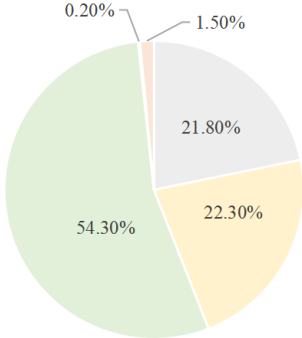


图 5 iPhone7 各生命周期阶段碳足迹情况 (含网络使用)

3. EC-Smart-Vue 碳足迹计算

Allure EC-Smart-Vue 系列产品是专门针对 Distech Controls' ECB 和 ECL 系列控制器的接口而设计的。此款带有显示屏的通信传感器产品线由八种型号组成，可提供精准的区域环境控制。不同型号提供以下的任意组合方式：温度、湿度、CO<sub>2</sub> 和移动侦测



传感器。

### 3.1 评价范围

#### 3.1.1 功能单位

本节以一台型号为 EC-Smart-Vue 的可通信传感器内的 PCB 板为功能单位。

#### 3.1.2 时间范围

活动数据采集时间范围为产品寿命期，取为六年。

#### 3.1.3 系统边界

系统边界从原材料获取到最终成品生命末期的各个阶段，属于 B2C 模式，具体包括五个阶段：原材料获取、制造生产、运输、使用及生命末期。

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到坟墓”的类型，为了实现上述功能单位，产品的系统边界见下表：

表 3-1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
a 产品 EC-Smart-Vue 的生命周期过程包括： 原材料获取+原材料运输+产品组装+销售运输+产品使用。 b 主要原材料生产过程中电力等能源的消耗。 c 组装过程电力等能源的消耗。 d 原材料运输、产品运输。 e 产品的使用。	a 资本设备的生产及维修 b 次要辅料的运输 c 销售等活动产生的运输 d 各电子元件、塑料外壳、包装的生产及运输 e 产品储存阶段的能耗 f 产品的回收利用 g 生产过程中产生的废气、废液

### 3.2 数据收集与处理

核算碳足迹需收集每个单元过程的活动数据（材料用量、能源消耗量等），或根据情景假设收集数据（运输距离、用电量等），以及对应的排放因子。数据来源见表 3-2。

表 3-2 数据来源

序号	阶段	活动内容	活动数据来源	碳排放因子来源
1	原材料	原材料的开采	由密云采购部门提供的电子元件	《中国产品全生

	获取	运输	种类与重量，反推出其原材料的种类及重量	生命周期温室气体排放系数库》
2	生产	组装时消耗的电力	由密云生产部门统计出产品组装时各工艺的电耗	
3	运输	消耗汽油	由产品营销部门统计出产品运输方式、运输距离	
4	使用	消耗电力	根据产品使用手册确定产品功耗，但产品使用时间无法确定	
5	回收	消耗电力、热力、柴油等	-	-

### 3.2.1 原材料获取阶段数据收集与处理

通过归纳整理传感器 EC-Smart-View 的 PCB 板的零件 BOM 表如下所示，其中包含部件名称、数量、质量及质量百分比信息：

表 3-3 主要零部件材料汇总清单

编号	部件名称	数量	质量（g）	质量比例
1	表贴 TVS 管	1	0.096	0.20%
2	表贴按键	3	0.9	1.85%
3	表贴场效应晶体管	1	0.03	0.06%
4	表贴磁珠 1	3	0.099	0.20%
5	表贴磁珠 2	8	0.264	0.54%
6	表贴电感	1	0.212	0.44%
7	表贴电话线插座	2	1.8	3.70%
8	表贴电容 1	14	0.322	0.66%
9	表贴电容 2	2	0.046	0.09%
10	表贴电容 3	1	0.023	0.05%
11	表贴电容 4	6	0.138	0.28%
12	表贴电容 5	2	0.046	0.09%
13	表贴电容 6	1	0.15	0.31%
14	表贴电容 7	2	0.156	0.32%
15	表贴电容 8	3	0.069	0.14%
16	表贴电容 9	5	0.115	0.24%
17	表贴电阻 1	5	0.115	0.24%
18	表贴电阻 2	15	0.345	0.71%
19	表贴电阻 3	9	0.207	0.43%
20	表贴电阻 4	1	0.023	0.05%
21	表贴电阻 5	5	0.115	0.24%
22	表贴电阻 6	3	0.069	0.14%
23	表贴电阻 7	2	0.046	0.09%
24	表贴电阻 8	1	0.03	0.06%
25	表贴电阻 9	1	0.023	0.05%
26	表贴电阻 10	9	0.207	0.43%
27	表贴电阻 11	1	0.023	0.05%

28	表贴电阻 12	1	0.03	0.06%
29	表贴电阻 13	1	0.023	0.05%
30	表贴电阻 14	1	0.023	0.05%
31	表贴电阻 15	1	0.023	0.05%
32	表贴电阻 16	1	0.023	0.05%
33	表贴二极管 1	1	0.064	0.13%
34	表贴二极管 2	4	0.096	0.20%
35	表贴二极管 3	1	0.024	0.05%
36	表贴发光管	2	0.06	0.12%
37	表贴晶体管	1	0.023	0.05%
38	表贴热敏电阻	1	0.034	0.07%
39	表贴三极管 1	3	0.084	0.17%
40	表贴三极管 2	4	0.112	0.23%
41	表贴双排插针	1	0.3	0.62%
42	表贴双向 TVS 管	2	0.128	0.26%
43	表贴芯片 1	1	0.054	0.11%
44	表贴芯片 2	1	0.22	0.45%
45	表贴芯片 3	1	0.1	0.21%
46	表贴芯片 4	1	0.016	0.03%
47	表贴芯片 5	1	0.163	0.34%
48	表贴自恢复保险丝 1	2	0.104	0.21%
49	表贴自恢复保险丝 2	1	0.149	0.31%
50	单排直插插针 1	1	0.1	0.21%
51	单排直插插针 2	2	0.4	0.82%
52	电解电容	1	0.27	0.56%
53	短路子	3	0.114	0.23%
54	条码纸 1	1	0.1	0.21%
55	条码纸 2	0.0093	0.00093	0.00%
56	液晶显示模块	1	10.3	21.19%
57	印制板	1	28	57.60%
58	直插单排插座	1	0.9	1.85%
59	直插耳机插座	1	0.9	1.85%

（注：数据来源于密云工厂元器件采购部门）

根据数据取舍准则，舍弃产品碳足迹影响较小的因素，简化数据收集过程。对于小于产品重量 1%的零部件引起的排放可舍弃，但总共舍弃的重量不宜超过产品重量的 5%。因此对于质量小于 0.128 g 部件产生的温室气体排放忽略，忽略部件质量占产品总质量比例 4.74%，小于产品重量的 5%。

产品制造生产阶段核算表贴电容 4、表贴自恢复保险丝 2、表贴电容 6、表贴电容 7、表贴芯片 5、表贴电阻 3、表贴电阻 10、表贴电感、表贴芯片

2、表贴磁珠 2、电解电容、表贴双排插针、表贴电容 1、表贴电阻 2、单排直插插针 2、表贴按键、直插单排插座、直插耳机插座、表贴电话线插座、液晶显示模块、印制板的一级供应商自身部件制造过程和供应链相关元件制造过程，以及产品组装过程的能资源消耗、污水及废气排放等。查询《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》可得各部件的排放因子，经计算原材料阶段的碳排放为 0.87 kgCO<sub>2</sub>-e。

部件	原材料	重量/g	CO <sub>2</sub> 排放系数 (kgCO <sub>2</sub> /kg)
表贴电容 4	陶瓷材料和电极材料	0.138	0.51
表贴自恢复保险丝 2	高分子有机聚合物	0.149	13.18
表贴电容 6	陶瓷材料和电极材料	0.15	0.51
表贴电容 7	陶瓷材料和电极材料	0.156	0.51
表贴芯片 5	硅片	0.163	0.59
表贴电阻 3	基材氧化铝，电阻玻璃粉	0.207	1
表贴电阻 10	基材氧化铝，电阻玻璃粉	0.207	1
表贴电感	磁芯陶瓷，铜线	0.212	6.24
表贴芯片 2	硅片	0.22	0.59
表贴磁珠 2	铁氧体磁性材料	0.264	2.29
电解电容	陶瓷材料和电极材料	0.27	0.51
表贴双排插针	锡	0.3	21.6
表贴电容 1	陶瓷材料和电极材料	0.322	0.51
表贴电阻 2	基材氧化铝，电阻玻璃粉	0.345	1
单排直插插针 2	锡	0.4	21.6
表贴按键	聚乙烯	0.9	4.49
直插单排插座	聚乙烯，铜线	0.9	7.7
直插耳机插座	聚乙烯，铜线	0.9	7.7
表贴电话线插座	聚乙烯，铜线	1.8	7.7
液晶显示模块	液晶显示屏	10.3	6.75
印制板	覆铜板	28	26.7

（注：排放因子数据来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》）

### 3.2.2 生产阶段数据收集与处理

传感器 EC-Smart-View 的 PCB 板产品生产阶段始于零部件的生产，经过一系列过程，到成品组装完毕从生产线完成生产结束。生产阶段的清单数据理应包含制造过程中的能源消耗、资源消耗、直接排放的温室气体和待处置的废弃物及其运输过程。但由于部分数据复杂、收集困难，目前仅统计出组装阶段各工艺下电耗。

型号为 EC-Smart-Vue 的可通信传感器内的 PCB 板在组装阶段消耗电力 3.505 kWh。

### 3.2.3 运输阶段数据收集

产品制造组装完成后的质量为 0.049 kg，空运至距离 10444 km 的加拿大 Distech Controls Inc.。

### 3.2.4 使用阶段数据收集与处理

EC-Smart-Vue 在使用期间的功耗为：连接控制器时，不带 CO<sub>2</sub> 的传感器为 1.0 VA，带 CO<sub>2</sub> 的传感器为 5.25 VA，这里以 1.0 VA 的传感器为例。

### 3.2.5 回收处理阶段数据收集与处理

由于目前国内缺乏实际运行中的可通信传感器 EC-Smart-Vue 的处理设施可供调研，清单数据难以获取，并且回收处理阶段的碳排放较小，故本项目暂不核算该阶段碳排放。

### 3.2.5 核算过程和结果

设定该阶段的电能供应源是华东区域电网，则型号为 EC-Smart-Vue 的 PCB 板组装阶段电力消耗产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{电耗}} = 3.505 * 0.8843 = 3.10 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

运输阶段产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{运输}} = 0.049 * 10^{-3} * 10444.0 * 1.222 = 0.63 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

由于该款温控器长时间处于待机状态，只有采集（如室温等）数据或占用者（所在房间的用户）调整这些面板的参数时才工作。因此假设产品 EC-Smart-Vue 的使用寿命为 6 年，平均每天工作 4 小时，全年 365 天持续工作。使用阶段（6 年）产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{使用}} = 1 * 4 * 365 * 6 / 1000 * 0.8843 = 7.75 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

## 3.3 EC-Smart-Vue 产品的碳足迹

$$E = E_{\text{原材料}} + E_{\text{制造}} + E_{\text{运输}} + E_{\text{使用}} = 0.87 + 3.10 + 0.63 + 7.75 = 12.35 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$



## 4. ECW-Sensor-SOF-868 碳足迹计算

Allure ECW-Sensor 系列是无线和无电池室温传感器，专门设计用于与 Distech Controls 的 Open-to-Wireless 控制器通信。所有 Allure ECW-Sensor 型号都具有集成温度传感器，用于精确的局部温度传感。全部模型由太阳能供电，对于环境光不足或传感器处于长时间黑暗状态的安装，可通过电池，为持续运行提供能量。



### 4.1 评价范围

#### 4.1.1 功能单位

本节以一台型号为 ECW-Sensor-SOF-868 的可通信传感器为功能单位。

#### 4.1.2 时间范围

活动数据采集时间范围为产品寿命期，取为六年。

#### 4.1.3 系统边界

系统边界从原材料获取到最终成品生命末期的各个阶段，属于 B2C 模式，具体包括五个阶段：原材料获取、制造生产、运输、使用及生命末期。产品系统边界具体包含的过程见下表：

表 4-1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
a 产品 EC-Smart-View 的生命周期过程包括:原材料获取+原材料运输+产品组装+销售运输+产品使用。	a 资本设备的生产及维修
b 主要原材料生产过程中电力等能源的消耗。	b 次要辅料的运输
c 组装过程电力等能源的消耗。	c 销售等活动产生的运输
d 原材料运输、产品运输。	d 各电子元件的生产及运输
e 产品的使用。	e 产品储存阶段的能耗
	f 产品的回收利用
	g 生产过程中产生的废气、废液

### 4.2 数据收集与处理

核算碳足迹需收集每个单元过程的活动数据（材料用量、能源消耗量等），或根据情景假设收集数据（运输距离、用电量等），以及对应的排放因子。数据来源与产品 EC-Smart-Vue 相同（见表 3-2）。

#### 4.2.1 原材料获取阶段数据收集与处理

传感器 ECW-Sensor-SOF-868 的部件名称、数量、质量及质量百分比信息如下表所示：

表 4-2 主要零部件材料汇总清单

编号	部件名称	数量	质量（g）	质量比例
1	表贴磁珠	1	0.033	0.0197%
2	表贴电容 1	2	0.046	0.0275%
3	表贴电容 2	1	0.023	0.0137%
4	表贴电容 3	1	0.023	0.0137%
5	表贴电容 4	1	0.015	0.0090%
6	表贴钽电容	1	0.368	0.2199%
7	直插超级电容	1	1.4	0.8366%
8	表贴电阻 1	6	0.138	0.0825%
9	表贴电阻 2	2	0.046	0.0275%
10	表贴电阻 3	2	0.046	0.0275%
11	表贴电阻 4	5	0.115	0.0687%
12	热敏电阻	1	1	0.5976%
13	表贴电阻 5	1	0.023	0.0137%
14	表贴电阻 6	1	0.023	0.0137%
15	表贴电阻 7	1	0.023	0.0137%
16	表贴电阻 8	1	0.023	0.0137%
17	表贴电阻 9	1	0.023	0.0137%
18	表贴电阻 10	1	0.023	0.0137%
19	表贴电阻 11	1	0.023	0.0137%
20	表贴电阻 12	1	0.023	0.0137%
21	表贴电阻 13	1	0.023	0.0137%
22	表贴电阻 14	1	0.023	0.0137%
23	表贴电阻 15	2	0.046	0.0275%
24	表贴电阻 16	2	0.046	0.0275%
25	表贴电阻 17	5	0.115	0.0687%
26	表贴二极管 1	1	0.031	0.0185%
27	表贴三极管	3	0.084	0.0502%
28	表贴二极管 2	2	0.024	0.0143%
29	表贴晶体管 NPN	9	0.27	0.1613%
30	表贴按键	1	0.3	0.1793%
31	旋转开关	1	2.66	1.5895%

32	直插按键	1	0.25	0.1494%
33	表贴芯片 1	3	0.3	0.1793%
34	表贴芯片 2	1	1.9	1.1353%
35	直插双排插针 1	1	0.44	0.2629%
36	单排直插插针	1	0.2	0.1195%
37	短路子	3	0.114	0.0681%
38	直插双排插针 2	1	0.6	0.3585%
39	印制板	1	25	14.9388%
40	塑料胀塞	2	2	1.1951%
41	直插电位器	1	1.27	0.7589%
42	螺丝 1	1	1	0.5976%
43	螺丝 2	1	1.3	0.7768%
44	螺丝 3	2	3	1.7927%
45	电池卡子	2	0.94	0.5617%
46	下壳	1	35	20.9143%
47	风速旋钮	1	1.5	0.8963%
48	设置旋钮	1	2.12	1.2668%
49	复位按键	1	0.53	0.3167%
50	上壳	1	36	21.5118%
51	直插电位器	1	0.425	0.2540%
52	螺旋天线	1	3	1.7927%
53	新太阳能电池	1	1.3	0.7768%
54	安装指南	1	10	5.9755%
55	牛皮纸小包装盒	1	20	11.9510%
56	条码纸	1	0.1	0.0598%
57	防静电气泡袋	1	10	5.9755%
58	自封袋	1	1	0.5976%
59	透明标签	1	0.5	0.2988%
60	条码纸 1	1	0.1	0.0608%
61	条码纸 2	1	0.1	0.0598%
62	条码纸 3	3	0.3	0.1793%

（注：数据来源于密云工厂元器件采购部门）

根据数据取舍准则，舍弃产品碳足迹影响较小的因素，简化数据收集过程。对于小于产品重量 1%的零部件引起的排放可舍弃，但总共舍弃的重量不宜超过产品重量的 5%。因此对于质量小于 1 g 部件产生的温室气体排放忽略，忽略部件质量占产品总质量比例 4.72%，小于产品重量的 5%。

产品制造阶段核算螺丝 1、自封袋、直插电位器、螺丝 2、新太阳能电池、直插超级电容、风速旋钮、表贴芯片 2、塑料胀塞、设置旋钮、旋转开关、螺丝 3、螺旋天线、安装指南、防静电气泡袋、牛皮纸小包装盒、印制

板、下壳、上壳的一级供应商自身部件制造过程和供应链相关元件制造过程，以及产品组装过程的能资源消耗、污水及废气排放等。查询《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》可得各部件的排放因子，经计算制造阶段的碳排放为 1.19 kgCO<sub>2</sub>-e。

部件	原材料	重量/g	CO <sub>2</sub> 排放系数 (kgCO <sub>2</sub> /kg)
螺丝 1	碳钢	1	2.63
自封袋	聚乙烯	1	0.57
直插电位器	陶瓷、表面经过绝缘处理 铜	1.27	6.24
螺丝 2	碳钢	1.3	2.63
新太阳能电池	多晶硅太阳能电池	1.3	18.2
直插超级电容	陶瓷材料和电极材料	1.4	0.51
风速旋钮	聚乙烯	1.5	4.49
表贴芯片 2	硅片	1.9	0.59
塑料胀塞	聚乙烯	2	4.49
设置旋钮	聚乙烯	2.12	4.49
旋转开关	聚乙烯	2.66	4.49
螺丝 3	碳钢	3	6.24
螺旋天线	铜线	3	10.9
安装指南	复印纸	10	1.76
防静电气泡袋	聚乙烯	10	0.57
牛皮纸小包装盒	牛皮纸	20	2.53
印制板	覆铜板	25	26.7
下壳	聚乙烯	35	4.49
上壳	聚乙烯	36	4.49

（注：排放因子数据来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》）

#### 4.2.2 生产阶段数据收集与处理

传感器 ECW-Sensor-SOF-868 的 PCB 板产品生产阶段始于零部件的生产，经过一系列过程，到成品组装完毕从生产线完成生产结束。但由于数据库缺失，各企业间联系不紧密，同样仅统计出组装阶段各工艺下电耗。

型号为 ECW-Sensor-SOF-868 的可通信传感器内的 PCB 板在组装阶段消耗电力 4.403 kWh。

#### 4.2.3 运输阶段数据收集与处理

产品制造组装完成后质量为 0.1673 kg，运输时加上包装总重量为 0.1743 kg，同样运输至加拿大 Distech Controls Inc.。

#### 4.2.4 使用阶段数据收集与处理

对于环境光不足或传感器处于长期黑暗状态的安装，ECW-Sensor-SOF-868 上可安装电池为持续运行提供能量。选用型号为 LS14250 的锂电池（3.6V/1.1Ah），电池使用寿命根据环境条件，约 5-10 年。

#### 4.2.5 核算过程和结果

电能来源设定为华东电网，型号为 ECW-Sensor-SOF-868 的 PCB 板组装阶段电力消耗产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{电耗}}=4.403*0.8843=3.89 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

运输阶段产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{运输}}=0.1743*10^{-3}*10444.0*1.222=2.22 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

使用阶段若是以电池提供能量，则应按照消耗电池产生的碳排放计算，而电池的放电电流以电池的容量有关，正常放电电流按容量的 1/10，假设每天工作 4 小时，连续工作 6 年，则使用阶段内产生的温室气体排放计算公式如下：

$$E_{\text{使用}}=0.12*3.6*4*365*6/1000*0.8843=3.35 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

### 4.3 ECW-Sensor-SOF-868 产品的碳足迹

$$E=E_{\text{原材料}}+E_{\text{制造}}+E_{\text{运输}}+E_{\text{使用}}=1.19+3.89+2.22+3.35=10.65 \text{ kgCO}_2\text{-e}$$

## 5. 本章小结

我司密云工程生产的产品 EC-Smart-View 与 ECW-Sensor-SOF-868 的碳足迹分布见表 5-1，从碳足迹分布情况来看，碳排放主要集中在原材料获取、生产制造和使用阶段。

表 5-1 产品碳足迹分布

阶段	EC-Smart-View		ECW-Sensor-SOF-868	
原材料获取阶段	0.87 kgCO <sub>2</sub> -e	7.04%	1.19 kgCO <sub>2</sub> -e	11.17%
制造生产阶段	3.10 kgCO <sub>2</sub> -e	25.10%	3.89 kgCO <sub>2</sub> -e	36.53%
运输阶段	0.63 kgCO <sub>2</sub> -e	5.10%	2.22 kgCO <sub>2</sub> -e	20.85%
使用阶段	7.75 kgCO <sub>2</sub> -e	62.75%	3.35 kgCO <sub>2</sub> -e	31.46%
总计	12.35 kgCO <sub>2</sub> -e	100%	10.65 kgCO <sub>2</sub> -e	100%

在电子产品碳足迹核算过程中，发现以下三个难点：首先，是上下游的碳

排放数据可获得性。供应链逐级递推，分布范围广，为范围三的碳足迹追踪增加难度；其次，是碳核算复杂且数据量大，很多碳排放以间接转换为主，转换参数较难确定，而且动辄需要追踪数万多个常用设备/部件，涉及环节繁多，增加精确测算的难度；再次，最重要的是目前针对很多产品没有统一的碳排放计算标准，且各类标准不具备兼容性也对核算增加了难度。

站在制造企业的角度，产品碳足迹=上游原料碳数据+自身生产经营的碳数据+下游产品使用碳数据。计算并切实降低产品碳足迹并非依靠一家企业、一个行业能独自完成，需要产品供应链上的所有企业在量化自身组织碳排放的基础下共享数据、协作配合、共同努力。

中国将碳达峰目标的提前，彰显了中国的大国担当。对于中国电子企业来讲，这既是投资机会，更是履行承诺，恪守责任的使命。实现“碳达峰、碳中和”目标不是一蹴而就的，因此，中国企业碳排放的外部强约束条件正在形成。未来，碳排放多的企业或产业将承受更高的生产、运营成本，将在竞争中处于劣势，甚至被淘汰出局。这就需要电子企业真正重视，提前准备变革。可参考以下5个方向：

- （1）建设绿色电子园区。在建筑、办公、运营等方面制定绿色标准。
- （2）在电子制造业中系统化地减少总体碳足迹，通过设备、工艺和技术创新实现减排。
- （3）电子产品采用绿色材料、可回收材料等，形成绿色供应链闭环；并尽量降低用户功耗。
- （4）通过其他措施实施碳抵消。
- （5）积极探索碳技术（捕集、封存、利用）与碳市场的跨界商业机会。<sup>[14]</sup>

## 参考文献

- [1] DB44/T 1503-2014,家用电器碳足迹评价导则[S].
- [2] GB/T 37552-2019,电子电气产品的生命周期评价导则[S].
- [3] SJ/T 11717-2018,产品碳足迹 产品种类规则 液晶显示器[S].
- [4] SJ/T 11718-2018,产品碳足迹 产品种类规则 液晶电视机[S].
- [5] SJ/T 11735-2019,产品碳足迹 产品种类规则 便携式计算机[S].

- [6] SJ/T 11736-2019,产品碳足迹 产品种类规则 台式微型计算机[S].
- [7] DB11/T 1860-2021,电子信息产品碳足迹核算指南[S].
- [8] T/CECA-G 0096-2021,家用电器生命周期评价导则[S].
- [9] T/CEESTA 001-2018,电器电子产品碳足迹评价通则[S].
- [10] 章玲玲,杨传明,叶爱山.电子产品供应链碳足迹优化研究[J].科技管理研究,2018,38(06):233-239.
- [11] 杨传明.复杂产品碳足迹结构元规划方法研究[J].科学技术与工程,2015,15(07):186-190+194.
- [12] 张洁琼.我国出口笔记本电脑的碳足迹研究及其政策响应[D].南京农业大学,2013.
- [13] 张梦莹.中国电子信息制造业出口贸易碳转移及产品碳足迹研究[D].北京理工大学,2018.DOI:10.26948/d.cnki.gbjlu.2018.000916.
- [14] 从三星看电子企业如何应对碳中和目标,RUNTO 洛图科技的文章,知乎 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/361428061>.