

附件：

轻工行业重点领域节能降碳先进技术建议清单

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
产品节能降碳技术					
1	热泵换热器可变分流技术	家电行业	针对冷凝与蒸发对换热器最佳换热流路需求不同，导致传统固定流路的换热器换热效率低的行业难题，利用制冷剂在冷凝、蒸发不同模式时管内流向相反的特征，引入顺逆通断阀，构建出可变流路结构的换热器，并提出了阶梯不对称串并混联多流路等阻均液理论，综合材质、流阻特性、关闭驱动力等要素，完成了对顺逆通断阀体系统性的设计，实现了冷凝/蒸发模式各自最佳流路独立且共存的可变融合。同时，针对大冷量机组存在反向折弯压损大、支路多难均分、工艺复杂成本高等难题，开发了分组段集成式可变模组结构，解决质量流量分配不均、通断阀压损高的问题，具有结构简单、阻力小、性能再提升的优势。	能效等级：以 1.5P 挂机为例，按国家标准 GB 21455 测试：额定制冷量 3500W、额定制热量 5600W、最大制冷量 5800W、最大制热量 7600W；全年能效（APF）5.6，比国家标准 GB 21455-2019 能效等级 1 级要求高 12%。	与 APF5.28 行业能效较高空调进行对比，同配置只分流不同，可变分流产品年耗电量 597kWh，同配置一级高能效产品年耗电量 634kWh，每年可省电 37kWh/台；若与五级入门产品对比，五级产品全年耗电量 986kWh，每年可省电 389kWh/台。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
2	超低温冷媒循环与压比动态协同节能控制技术	家电行业	针对超低温工况下,传统单膨胀阀控制导致冷媒循环量不足、排气温度过高,引起制热量衰减的行业难题,本技术创新双阀耦合控制技术、压比动态调节控制技术和智能除霜策略,配合智慧能源管理平台,实现空调宽温域运行、超低温制热不衰减,提高了能效。双阀耦合控制技术利用主电子膨胀阀基于水温、频率精准调控系统过冷度,确保冷媒相态稳定;辅助电子膨胀阀通过补气过热度动态控制,实现补气侧气态冷媒最大化输入,实现超低温环境制热不衰减。压比动态调节控制算法,基于实时高低压参数自动调整压缩机频率,使系统运行能效保持最优。智能除霜策略,构建热流密度与蒸发温度动态平衡模型实现按需除霜与能量最优分配,形成低温下节能高效的运行体系。	1.宽温域运行:热泵机组制冷环境最高运行温度可达 48℃,制热环境最低运行温度可达-30℃,最高热水出水温度可达到 60℃; 2.能效等级:单台空气源热泵机组额定制冷量 ≥ 150 kW,制冷 COP ≥ 3.20 ,额定制热量 ≥ 160 kW,制热 COP ≥ 3.5 ,循环水流量 0.172m ³ /(kW·h),机组能效可达一级能效等级要求。	以临沂大学能源改造空气源热泵应用项目为例,通过采用海信科龙低温强热型商用空气源热泵机组替代原有冷水机组与市政供热系统,全年总用电量较改造前节约了 111 万 kW·h,节能率达 60%,折合节约标准煤约 1351.6 吨,碳减排量达到 6387.74 吨 CO ₂ ,碳减排率为 60%。
3	多场景下环境参数智能解耦与气流自适应协同调控技术	家电行业	针对普通空调无法兼顾低温高湿区域除湿需求,节能运行牺牲用户舒适性的难题,创立了不需要增加硬件设备的温湿分控技术,实现了温度、湿度二维精准控制;将复杂的 PMV 方程解耦成可工程化应用的温湿度模型,创新温湿度自寻优算法求解出每阶段最佳温湿度值,实现将温湿度控制到舒适区间并节能 18.5%。 针对普通空调冷风下沉直吹人,热风上浮不落地,房间上热下冷造成能量浪费的难题,提出基于康达原理的出风流道设计模型,研制了柔性双驱多自由度全域舒适送风机构,开发了复合康达效应风道冷上热下分流送风技术。制冷运行,在不损失制冷量的前提下实现全域防直吹,避免了热风上浮造成的能量浪费。	1.在相同目标温度下相对湿度调控范围下限较常规除湿扩展 15%~26%; 2.在不损失制冷量的前提下实现全域防直吹,制冷全域最大风速 0.28m/s,低于标准定义的无风感 0.30m/s,将温湿度控制到舒适区间的同时节能 18.5%; 3.制热运行,热气流贴附墙壁和地面流动,实现足部温度高于头部温度,垂直温差突破 0℃做到 -0.3℃,避免了热风上浮造成的能量浪费,房间气流组织更合理,节能 10.5%。	搭载环境参数智能解耦的舒适节能控制技术与多场景自适应气流分配技术的产品在制冷场景下将温湿度控制到舒适区间的同时节能 18.5%,在制热场景下使热量利用更合理,实现节能 10.5%。按照应用该技术的产品以年均销量 223 万台计算,经测算平均每年节能 5.46 亿 kW,节能率为 15.6%,碳减排量为 1.69 万吨标煤,碳减排率为 15.6%。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
4	整体式空调节能降碳关键技术	家电行业	针对空调冷凝水利用效率低导致整机能效低,以及高湿工况冷凝水累积导致频繁停机等问题。本技术通过冷凝水飞溅蒸发与冷凝器非均匀散热协同,强化传热技术、高效利用冷凝水提升能力与能效,通过 R290 主动排险与泄漏诊断安防技术,有助于 R290 空调推广。冷凝水飞溅蒸发与冷凝器非均匀散热协同技术,将半排换热器后置,提前合并支路,充分利用高温的翅片面积,实现高温区和雾化区协同,使冷凝水在大温差下非均匀散热,实现能效提升,并能在极限高湿工况(27°C、97%RH)下连续运行。	采用冷凝水飞溅蒸发与冷凝器非均匀散热协同免排水强化传热技术,相比原技术,可消除高温区,提升出风湿度,实现冷凝水高效利用,能效提升 4.5%。	采用冷凝水飞溅蒸发与冷凝器非均匀散热协同免排水强化传热技术,相比原技术能效提升 4.5%。按三年合计销量 240.3 万套计算,年均减少 3.172 万吨二氧化碳排放,三年合计减少 9.516 万吨二氧化碳排放。
5	R600a 碳氢工质变频制冷压缩机技术	家电行业	本技术围绕高 ODP 高 GWP 传统制冷剂替代和全工况高效能量转换两大全球性行业需求,针对“新工质安全性差和宽变工况能效低”两大“卡脖子”问题,提出了全环保碳氢工质(R600a)高效变频压缩机技术,研发了控液降阻流程抑爆和部件质性调控的本安技术,创新了碳氢压缩机本安抑爆方法;发明了最佳 COP 换相电角度矢量变频驱动底层算法,研创了宽变频工况下构件、流道、电驱最优效率的构型设计和超大批量一致性数字制造技术。本技术解决了新一代制冷压缩机绿色、安全、效率、成本的相互制约难题,建立了我国 R600a 变频制冷压缩机的成套关键技术体系。	1.制冷量范围: 65~215W 2.最高 COP 值: 2.25W/W 3.转速范围: 800~6300rpm 4.整机高度: 140mm 5.冷重比: 35 (W/kg)	按年销售 50 万台该技术产品计算: 1.年节能量 与定频产品对比: 年节电量约 3000 万 kW·h,折合标准煤 9300 吨标煤; 与 R134a 产品对比: 年节电量约 6300 万 kW·h, 折合标准煤 19530 吨标煤。 2.节能率 与定频产品对比: 节能率约 18%(基准能耗约 52000 tce); 与 R134a 产品对比: 节能率约 32%(基准能耗约 63000 tce)。 3.碳减排量(基于电网碳排放因子 0.5942 kgCO ₂ /kWh) 与定频产品对比: 年碳减排量约 18000 吨; 与 R134a 产品对比: 年碳减排量约 38000 吨。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
6	基于数据和物理混合强化学习代理模型的空调节能关键技术	家电行业	本技术基于 AI 技术提升各类空调舒适性且节能，在系统“无干扰”运行的前提下，安全高效地获取差异化数据，并有效、动态地利用高价值数据进行训练，同时基于融合模型算法，自主构建神经网络模型，模型综合考量舒适性与节能性且自适应能力强，最终达到越用越节能的目标。	能效等级：单台空气源热泵机组额定制冷量 ≥ 150 kW，制冷 COP ≥ 3.20 ，额定制热量 ≥ 160 kW，制热 COP ≥ 3.5 ，循环水流量 $0.172\text{m}^3/(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，机组能效可达一级能效等级要求。	以 35B1 空调为例，节能率按 18% 计算，一套 AI 节能空调每年制冷季和制热季分别可为用户节省约 58 千瓦时和 30 千瓦时
7	节能舒适变频控制技术	家电行业	本技术针对空调功耗大、控温波动大，极限工况下保护停机等问题，提出了节能舒适变频控制技术。通过基于参数辨识的效率最优控制技术，解决电机最佳效率点因参数变化而偏移的问题，实现整机能效 APF 提升。通过全工况高可靠的参数自适应电机驱动技术，解决工况变化导致参数偏差的兼容问题，可靠运行的高压压力和温度得到提升，提升了能源利用率。通过精确模型的低频控制技术，降低低频控温阶段能耗，全工况下空调最低运行频率降低，控温精度提升，杜绝频繁停机导致温度波动大的问题，提高空调舒适性。	1.最低运行频率 1Hz，控温精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，综合节能 30%；2.空调能效提升，APF 提升 0.3（5.32 $\rightarrow$ 5.62）；3.全频率范围内排气压力 4.7Mpa 稳定运行；4.可靠工作温度范围-32 $^{\circ}\text{C}$ 至 60 $^{\circ}\text{C}$	本技术使空调总体 APF 提升 0.3，轻负荷运行时运行到更低频率，夜间空调平均稳定运行频率从 30Hz 降低到 20Hz，节能约 30%。
8	LED 储能路灯技术	照明行业	本技术整合了储能、物联网、智能控制及先进照明等技术，实现了高效节能照明及“削峰填谷”的智能用电策略，在紧急断电状况下可提供持续稳定的照明。先进照明技术采用超高光效 LED 光源，结合高效光学系统与精准配光设计，在实现良好照明效果的同时提升视觉舒适度；灯具物联及智能化技术，支持远程监控与管理功能，实时数据采集与运行监测，具备故障报警与诊断能力，提升照明系统稳定性；分布式储能模式，通过“削峰填谷”的智能用电策略，实现对电网负荷的调节，并利用峰谷电价差异优化用电成本；应急照明模式可实现断电自动切换至储能供电照明，有效应对突发性断电事件，提升公共设施的韧性。	1.高效照明系统：采用系统光效达 200lm/W 以上的高光效灯具，配合定制化配光方案，在维持同等路面亮度条件下，较常规 LED 路灯可实现节电率超过 40%。 2.智能控制系统：动态调整充电策略与照明参数，实现额外 20%~30%的运行节能，故障响应与处置效率提升约 60%。 3.分布式储能：实现“削峰填谷”的智能用电功能。	1.以拱墅区上祥路运行的 7 盏 LED 储能路灯设备为例，经实测验证，其节能率未进行调光高达 43%，有效节省费用共计 520.05 元。 2.以深圳运行的 46 盏 LED 储能路灯设备为例，经实测验证，其节能率未进行调光高达 30%，有效节省费用共计 2959.76 元。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
9	基于物联网控制智慧照明数字化节能技术	照明行业	采用智慧路灯+物联网单灯控制+管理平台整体系统解决方案，通过在每个照明节点上安装基于 NB-IoT/4G cat1 通讯的单灯控制器，以物联网单灯控制器为核心，智慧照明连接边缘计算处理前台和数据中心后台，分析感知数据并进行相应的动作，实现路灯远程智能控制以及路灯运行数据统计和分析，达到路灯数字化、智能化管理目的。	1.高光效 LED 智慧路灯，整灯光效可达 160lm/W（3000K），显色指数（Ra）：>70； 2.单灯控制器，支持 NB-IOT/4G cat1 智能控制，可实现对每个路灯的动态实时管理和程序控制，实现单灯可控可达； 3.通过管理平台，设备上线率≥99.5%，报警准确率≥99.9%。	1.与传统钠灯相比，项目技术应用改造传统钠灯项目节电率可达 50% 以上； 2.实现二次节能，通过单灯控制+管理平台，可以做到按需照明和精细化管理，实现二次节能，二次节能后整体项目节能率在 55%以上。
工业节能降碳技术					
10	磁悬浮真空泵节能技术	造纸行业	针对目前国内外市场上广泛应用的传统水环真空泵存在低效率、高能耗、高污染、高噪音、高耗水、高故障等问题，攻克高速稳定悬浮支承系统、高效磁悬浮动力驱动系统、高效长寿命压缩系统、高速高效远程运维系统等磁悬浮节能技术四大技术难题，设计一种磁悬浮节能技术一体机，形成磁悬浮真空泵节能技术，可实现多应用场景下的高性能可靠运行，显著提升全工况能效。	1.磁悬浮高速电机效率高达 97% 以上； 2.磁轴承控制精度<10μm； 3.系统等温压缩效率达 79% 以上； 4.与传统水环真空泵相比，平均节电 40%以上。	截至 2025 年 4 月累计实现销售量 567 台，相比传统技术，年可实现社会节电量 35067.5 万 kWh，年节能量 108709.25 吨标煤，年二氧化碳减排量约 20 万吨，社会经济效益巨大。同时，该技术使其噪声降到 80 分贝左右，减少了生态环境污染及人体伤害。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
11	白酒企业数字化智慧能源管控技术	酿酒行业	本技术针对白酒行业厂区计量分散、数据采集量大、传输不稳定等问题，通过部署安装高精度的智能计量仪表，摄像头，以及环境监测传感器、烟雾报警传感器等感知设备。基于有线+无线结合的物联网手段，实现能源与用能安全数据的全面采集。开发应用智慧能源管理平台，实现全面的能源管控和用能安全管理。该平台充分利用物联网技术和国内领先的能碳管理软件，具备可靠性、先进性和可扩展性。通过对各项能源业务的全面感知、互联互通，提供了涵盖能源数据采集与分析、用能情况监测、用能安全管理、碳排管理、节能空间挖潜等功能。结合车间现场 PLC 稳压控制系统的接入，实现远程蒸汽调节和管控。高效精准实施能源管控，实现节能降碳目标。	（1）智能监测。通过智能网关解析能耗信号，结合高精度校准（误差≤0.5%），生成设备级能效热力图与碳排放强度矩阵。 （2）AI 分析。利用 LSTM 模型预测 72 小时能源需求，对比分解至 36 个生产单元的定额指标实时计算偏差，实现秒级（≤3 秒）异常溯源与告警（如包装线能耗超限）。 （3）闭环引擎。基于强化学习动态优化蒸汽阀门开度、冷冻水流量等 128 项关键参数，并联动 DCS 系统智能启停设备。	本技术应用后，2024 年江苏洋河酒厂股份有限公司节约蒸汽 4.52 万吨，节约成本 840.72 万元；累计排查渗漏点位 40 余处，年节约深井水 6.48 万吨，自来水 31.27 万吨，总节约费用达到 190.28 万元。
12	环境友好型建筑陶瓷绿色低碳制造关键技术	陶瓷行业	本技术以制造绿色低碳陶瓷、实现陶瓷低碳制造为目标，在原料使用方面，开发陶瓷原料固废利用及产品薄型化技术，突破低质原料应用瓶颈，从消耗资源向消化固体废弃物发展，实现产品薄型化；在生产制造方面，开发陶瓷低碳生产技术，针对球磨、喷雾制粉、烧成三大关键耗能工序进行联合技术攻关，减少陶瓷生产过程中的能源消耗；在节能减排方面，通过对生物质能在建陶行业运用的关键技术进行攻关并引进分布式光伏发电项目，同时开发全自动节能型干法脱硫技术和建筑陶瓷生产污水循环利用技术，实现建筑陶瓷制造节能减排。	固废掺量≥50%；煤耗降低约 20.332kgce/t；尾气中 SO2 浓度降至 20mg/m3 以下；粉料产量达 83T/h。	通过高效喷雾干燥技术和生物质燃料替代天然气的协同应用，每吨粉料可实现节能 20.33kgce（相当于减少 17kg 燃煤和 3.36kWh 电力消耗）和降碳 144.64kgCO ₂ （其中工艺优化贡献 47.18kg，生物质替代贡献 93.31kg）。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
13	高压薄型陶瓷 低碳节能技术	陶瓷行业	采用石膏模具以高压注浆成型方式生产超大台面薄型一体化直角陶瓷盆（脸盆）节能降碳技术。开发了适合于国内卫生陶瓷企业的超大台面一体化薄型直角陶瓷盆（脸盆）坯釉料配方及烧制工艺技术，建成了与国内企业现有生产条件匹配的薄型化陶瓷盆高压注浆生产线，解决了大型直角台面陶瓷盆半成品干燥、烧制（采用竖烧工艺）的难题，产品各项技术指标达到（个别指标明显优于）传统陶瓷盆水平。	1）该技术坯料收缩率稳定在6%~8%，烧成变形率降低到6%~8%； 2）产品成瓷厚度最小达11mm； 3）石膏模型成型速度达5.2mm/60min； 4）注浆料含水率低至8.43%； 5）注浆成型生产线日产量由36件/日/条增加到120件/日/条，提高233%；生产周期由5天减少到2天，减少60%；注浆成型工人人均综合产出由13.19件/日/人提升到35.89件/日/人，提高了172%，生产效率显著提高。	1）本技术生产的薄型盆产品减薄39%，实现产品耗料减少。 2）减污降碳：FFC浆料使用煅烧过的原材料，实现单位质量FFC浆料比普通浆料，二氧化硫排放量减少342mg/kg，减少了36%硫排放量。 3）节能降耗：立烧方法对比普通薄边盆能耗降低61.29%，每条生产线的生产效率相当于普通生产线（36件/线/天）的10倍成型产出，干燥室实现2天即完成成型生产的高效模式，取代了传统的5天成型的生产模式，整体上，本技术可降低单位产品综合能耗约12~14kgce/t、碳排放约35~40kgCO ₂ /t。
减污降碳技术					
14	双吸型吸氧剂 吸氧控湿技术	食品行业	本技术利用金属腐蚀除氧原理（铁粉）与物理/化学吸湿机制（氯化物+淀粉）深度融合，实现氧化放热与吸湿降温的动态平衡。应用双层包埋技术，将浓度为500~1500g/L的金属氯化物溶液与硅系矿物混合烘干得到混合颗粒；再将混合颗粒与还原铁粉、白炭黑和高分子吸水树脂混合，经包装制成兼具除氧控湿功能的吸附剂。利用电动伸缩杆收缩时挤压预存热空气并加压，直接作用于浆料，实现球状脱氧剂快速成型烘干，提高效率并降低能耗。该技术为各类需控氧和控湿的产品提供了一体化活性解决方案。	1.氧吸收速率：24h内将容器氧浓度降至0.1%以下，脱氧剂的氧气吸收速率≥50mL/g（24h）。 2、吸湿率：吸湿率可达到50%以上，高于一般干燥剂（氧化钙干燥剂最大吸湿率为35%左右，硅胶干燥剂为38%左右），有助于产品延长保存期。	双吸型吸氧剂做到了除氧和吸湿的有机统一，年节约硅胶干燥剂用量500吨，避免了颗粒状硅胶若进入自然环境中难降解的情况，实现年节约硅胶干燥剂产线电量377.5kW·h，减少能源消耗1.977吨标煤；每年减少二氧化碳排放量3.637吨。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
15	啤酒高浓废水与市政污水协同处理减污降碳资源化利用关键技术	酿酒行业发酵行业	针对污水处理厂废水可生化性差，外购大量化学碳源进行脱氮除磷的难题，研发了啤酒高浓废水与市政污水协同处理减污降碳资源化利用技术。构建了啤酒高浓废水中生物质碳源筛选、评价技术方法，将啤酒热凝固物作为适用于市政污水处理厂的生物质碳源进行资源化利用；开发了啤酒热凝固物分离收集和资源化利用系列技术；开发了啤酒热凝固物资源化利用+啤酒废水与市政污水低碳协同处理新模式，将啤酒厂高浓废水精准投加到下游污水处理厂替代碳源，将低浓废水经过简单预处理后排入下游污水处理厂提高下游污水处理厂可生化性，实现啤酒废水 100% 资源化利用。本技术实现上下游协同减碳。	1.污水处理厂脱氮速率比传统碳源提高 30%以上 2.污水厂氨氮去除率最高可达 99.2% 3.污水处理厂磷酸盐去除率最高可达 97.5% 4.污水处理厂碳源成本降低 60%~70%	项目在青岛啤酒实施后，节省啤酒工厂污水处理设施投资建设成本 4521 万元，节约啤酒工厂废水处理成本 3783.41 万元，新增啤酒销量带来利润增加 7.44 亿元，市政污水处理厂节约碳源及降低运营成本 2050 万元。项目在 38 家啤酒企业实施后，啤酒企业减少污泥 5.4 万吨，每年节约电量 1041 万千瓦时，折标煤 1280 吨，减少 4.9 万吨碳排放；污水处理厂利用啤酒热凝固物 15.6 万吨，替代碳源 7780 吨（20% 液体乙酸钠碳源当量），沼气发电 366 万 kWh，污水处理厂减少碳排放 3.2 万吨。啤酒企业及下游污水处理厂，上下游协同减少碳排放 8.1 万 tCO ₂ e。
16	工业尾废气制取燃料乙醇的绿色节能蒸馏技术	食品行业	本技术采用四塔差压蒸馏技术，充分利用系统热能，一塔供汽，四塔工作，脱水采用新型分子筛工艺，设置 3 台吸附器，燃料乙醇蒸汽压力稳定，可以返回蒸馏工段作为蒸馏塔的热源，脱水工艺解析过程无需反冲，淡酒量≤10%，相应降低了蒸汽消耗； 蒸馏塔釜液采用循环泵强制循环加热，提高换热管内糟液流速和冲洗能力，减小结垢速度；采用舌型塔板，汽液交换时具有破沫、冲刷力强的能力，解决发酵成熟醪黏度较大、蛋白高温易变性等问题，提高附属产物质量。	1.吨燃料乙醇蒸馏脱水工段需消耗蒸汽 2.5 吨 2.吨燃料乙醇蒸馏脱水工段需消耗一次水 12 吨	本技术较三塔蒸馏工艺单产品节省蒸汽 0.5 吨，节能 15%以上；工业尾气用于制乙醇与钢铁工业尾气燃烧发电相比，生物发酵制乙醇产值是发电 2 倍以上，经济效益约是发电的 3 倍。利用钢铁工业尾气每生产 1 吨燃料乙醇可实现二氧化碳减排 1.9 吨，燃料乙醇产品应用到汽油中还可实现二氧化碳二次减排 1.5 吨，综合二氧化碳减排量为 3.4 吨/吨乙醇。

序号	技术名称	适用行业	工艺技术内容	主要技术指标	节能降碳效果
17	生物基皮革复鞣剂	皮革行业	该技术选用天然生物基原材料（如多肽及水解物，多糖及降解物，自然发酵氨基酸产物）为基础，与一定量的乙烯基单体（如丙烯酸，甲基丙烯酸，苯乙烯，马来酸酐等）进行反应，生成接枝共聚产物，通过控制反应条件与原材料配比，赋予产品多种不同的性能。	1.产品性能：使用天然可再生原材料替代石化原材料，开发出生物基聚合物，产品性能可以替代石化基产品性能。 2.产品指标：生物基产品中替代 50%~100% 的石化基原材料，大大减少石化材料的使用，促进节能减排与可持续发展。	与皮革工业常见的丙烯酸聚合物复鞣剂相比，以多肽替代 50%的乙烯基原料，仅以四川德赛尔新材料科技有限公司销售 3000 吨丙烯酸聚合物复鞣剂来计算，可少使用 450 吨丙烯酸单体，对应排放为 CO ₂ 排放为 1215 吨。
18	伞用碳素纤维基树脂复合材料制备技术	制伞行业	本技术采用碳素纤维材料来代替传统铁质材料，利用成本较低的树脂材料和碳素纤维进行复合，制备出轻量化、低成本、高性能的碳素纤维树脂基复合材料。 主要工艺：①经过原丝制备、预氧化、碳化和石墨化后形成 PAN 碳纤维；②将 PAN 碳纤维与树脂等基材复合，通过氧化处理过程使其表面具有活性；③使用模压成型方法提高厚度精度和表面品质；④使用拉挤成型法将纤维束在树脂中浸渍后，通过模具及微波加热使其迅速凝胶；⑤通过注塑成型法将调制好的树脂/短纤维混合物等储存在储罐中，通过加热过程来加速树脂的软化和熔解，制备出碳素纤维树脂基复合材料。	抗拉强度≥3500MPa；拉伸模量≥230GPa；弯曲强度≥2000MPa；耐酸碱、盐雾腐蚀，在多种化学介质中能保持稳定。	该技术可实现直接和间接降碳。 1.直接降碳：伞骨架减重约 50%，消减了电镀、盐酸酸洗、清洗、亚硝酸钠钝化等重污染工序，避免产生悬浮物、二价铁离子等有害物质，减少钢铁、盐酸、亚硝酸钠等原材料使用。实现单位产品能耗比传统铁质伞骨降低约 11.78%，每生产 1 万把晴雨伞，可减少约 443.48 千克标准煤消耗，降低 742.81 千克二氧化碳排放。 2.间接降碳：碳纤维复合材料使用寿命长、耐腐蚀性强，更换频率降低 30%，间接减少生产制造环节的碳排放。在回收阶段，相比难以回收的金属伞骨架，又可减少资源消耗与碳排放。