

## 附件

# 《建材工业鼓励推广应用的技术和产品目录（2025年本）》

| 序号           | 技术/产品名称              | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景                     | 备注     |
|--------------|----------------------|--|---|----------------------------|--------|
| <b>一、高端化</b> |                      |  |   |                            |        |
| 1            | 基材增强型二氧化硅气凝胶复合绝热制品   | 气凝胶具有低密度、良好的防火性能以及极低的导热系数，是目前已知保温绝热性能最为优异的材料之一。气凝胶通过与玻璃纤维、陶瓷纤维等材料复合，可满足建筑节能、工业窑炉等领域对保温隔热材料的需求。 | 1.导热系数：<br>25°C时，≤0.021 W/(m·K)；<br>100°C时，≤0.023 W/(m·K)；<br>300°C时，≤0.037 W/(m·K)；<br>500°C时，≤0.072 W/(m·K)；<br>2.燃烧性能等级 A2 (GB 8624)；<br>3.憎水率≥98%。  | 该产品适用于建筑节能、工业窑炉及管道等多个领域。   | 绝热保温材料 |
| 2            | 真空绝热板                | 该产品导热系数极低，可以满足所有地区近零能耗建筑的设计使用需求。   | 1.导热系数≤0.005 W/(m·K)；<br>2.燃烧性能等级 A2 (GB 8624)。   | 该产品可应用于建筑节能、家电、冷链等多个领域。    | 绝热保温材料 |
| 3            | 现浇聚氨酯发泡颗粒复合材料外墙外保温技术 | 该技术通过现浇复合隔热保温材料，能够大幅度降低外墙材料的传热系数，满足建筑节能的需求的同时，提升墙体防火性能和服役寿命。                                   | 1.燃烧性能等级 A2 (GB 8624)；<br>2.导热系数 0.038~0.046 W/(m·K)；<br>3.一体化系统，无空腔无接缝；<br>4.耐候耐久，服役期长与墙体同寿。   | 该技术应用于内外墙、屋面、管道等保温隔热领域。    | 绝热保温材料 |
| 4            | 锂电池用高性能隔热材料          | 该产品应用于新能源行业电池领域，用于电芯间、电池与车身间的隔热层，阻止热失控蔓延，保障电动汽车以及储能电站的财产安全。                                    | 1.高性能气凝胶隔热毡：<br>(1) 导热系数≤0.020 W/(m·K) (25°C) 、≤0.045 W/(m·K) (500°C) 、≤0.080 W/(m·K) (800°C) ；<br>(2) 憎水率≥98%；<br>(3) 燃烧性能等级 A2 及以上 (GB 8624)；<br>(4) 绝缘性能：绝缘阻值≥500 MΩ (GB/T 10064)；<br>(5) 耐压性能：不发生击穿、跳火，漏电流<1 mA (GB/T 1408.1)。<br>2.隔热阻燃玄武岩纤维布： | 该产品应用于新能源汽车电池包、储能电池隔热阻燃防护。 | 绝热保温材料 |

| 序号 | 技术/产品名称            | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景                                | 备注     |
|----|--------------------|---|--|---------------------------------------|--------|
|    |                    |   | (1) 耐温 $1000^{\circ}\text{C} \geq 30 \text{ min}$ 不烧穿;<br>(2) 绝缘电阻 $\geq 500 \text{ M}\Omega$ ;<br>(3) 耐击穿电压 $\geq \text{DC } 3000 \text{ V}$ ;<br>(4) 燃烧性能等级 A2 及以上 (GB 8624)。  |                                       |        |
| 5  | 隔热保温涂料用空心玻璃微珠      | 空心玻璃微珠因其特殊的中空球形结构,具有轻质高强、低导热、阻燃、耐久等特点,引入无机保温材料中,可以解决当前建筑保温材料易燃、易脱落、不耐用等问题,并同时实现节能保温、A 级防火、装配装饰一体化等功能。   | 1.外观及结构: 显微镜下呈透明、中空、球形;<br>2.粒径 $2\sim 120 \mu\text{m}$ ;<br>3.真密度 $0.1\sim 0.9 \text{ g/cm}^3$ ;<br>4.堆积密度 $0.07\sim 0.45 \text{ g/cm}^3$ ;<br>5.抗压强度 $300\sim 23000 \text{ MPa}$ ;<br>6.导热系数 $0.04\sim 0.06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  | 该产品开发及应用技术不断创新发展,在建筑保温等领域推广应用前景广阔。    | 绝热保温材料 |
| 6  | 墙体屋面高隔热保温复合制品及部品部件 | 该产品针对我国低碳节能建筑对墙体屋面材料的高要求,通过墙体材料制品与绝热材料复合,制备高隔热保温复合制品及部品部件,不但能够大幅度降低制品的传热系数,满足建筑节能的需求,确保我国建筑节能的要求,且能提升墙体防火性能、服役寿命。   | 传热系数 K 达到建筑节能要求:<br>1.严寒地区:<br>屋面 $\leq 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;<br>外墙 $\leq 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。<br>2.寒冷地区:<br>屋面 $\leq 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;<br>外墙 $\leq 0.35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。<br>3.耐火极限 1.5 h。  | 该产品在建筑节能领域具有较好应用前景。                   | 墙体材料   |
| 7  | 建筑用防火封堵材料及复合系统     | 该产品包括可瓷化防火封堵材料、超高层建筑钢结构复合防火涂料、高层/超高层建筑幕墙楼层间防火封堵板材。<br><br>可瓷化防火封堵材料及密封系统通过陶瓷化、助熔与阻燃一体化技术,实现硅橡胶材料的高阻燃性、优异耐火性能和低烟气毒性,且力学性能、气密性和耐候性良好。<br><br>超高层建筑钢结构复合防火涂料,基于复层设计的思路,在保证超长耐火极限的同时兼顾了轻质、施工便捷性与优异的耐久耐候性。<br><br>高层/超高层建筑幕墙楼层间防火封堵板材,系统的耐火极限比现有标准要求提升 50%,可实现 | 1.可瓷化防火封堵材料:<br>(1) 极限氧指数 $> 40\%$ (GB/T 2406.2)、垂直燃烧性能 V <sub>0</sub> 级 (GB/T 2408)、烟气毒性 AQ <sub>1</sub> 级 (GB/T 20285);<br>(2) 耐火极限 $\geq 3.0\text{h}$ , 耐水性 $> 9\text{d}$ , 堵耐湿热性 $> 720\text{h}$ , 耐冻融循环 $> 30$ 次 (GB 23864)。<br>2.超高层建筑钢结构复合防火涂料:<br>(1) 涂层厚度 38 mm 时, 耐火极限 4.0h、粘结强度 0.16MPa、面密度 15.8 kg/m <sup>2</sup> (GB 14907);<br>(2) 耐久耐候性通过 720h 耐曝热性试验、504h 耐湿热性试验、15 次耐冻融循环性试验、30 次耐盐雾腐蚀性试验、60 次耐紫外线辐照性试验 (GB 14907)。<br>3.高层/超高层建筑幕墙楼层间防火封堵板材: | 该产品在电缆竖井、电缆隧道/管廊、换流站阀厅等场景防火领域有较好应用前景。 | 防火材料   |

| 序号 | 技术/产品名称    | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景                          | 备注   |
|----|------------|---|--|---------------------------------|------|
|    |            | 建筑幕墙大尺寸空腔防火封堵,有效阻止建筑幕墙楼层间竖向火蔓延。   | (1) 燃烧性能等级 A1 (GB 8624) ;<br>(2) 烟气毒性 AQ <sub>1</sub> 级 (GB/T 20285) ;<br>(3) 幕墙楼层间防火封堵构造耐火极限 1.5h(GB/T 9978)。   |                                 |      |
| 8  | 烧结空心条板     | 该产品具有强度高、防水防火性强、与建筑同寿命、绿色低碳环保等特点,能够解决了现有墙体材料开裂、吸水率高、空鼓等质量通病问题,填补了涉水部位装配式墙体材料空白。   | 1.抗压强度 10 MPa 以上;<br>2.含水率小于 3 wt%;<br>3.隔声大于 50 分贝;<br>4.燃烧性能等级 A2 以上 (GB 8624) 。   | 该产品应用于建筑内隔墙和围护墙填充等领域。           | 墙体材料 |
| 9  | 新型显示用高性能玻璃 | <p>该产品主要包括 8.5 代 TFT-LCD 超薄基板玻璃、高性能锂铝硅玻璃、超薄柔性玻璃、超薄触控玻璃。</p> <p>8.5 代 TFT-LCD 超薄基板玻璃大尺寸、高强、超薄等性能,能够满足液晶显示产业对基板玻璃的相关要求。</p> <p>锂铝硅玻璃是以 <math>\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2</math> 为基础成分的玻璃新材料,具有优异的力学性能,可用于手机、平板电脑等电子产品,也可用于航空航天领域风挡玻璃。</p> <p>柔性玻璃是指厚度小于等于 0.1 mm 的玻璃,具有轻薄、高模量、高应变点、可弯折等优异性能,是折叠屏手机和卷绕屏关键基础材料。</p> <p>超薄触控玻璃指厚度在 0.1~1.1 mm 的玻璃,是平板电脑、可穿戴设备的关键原材料。目前我国已实现厚度 0.25 mm 的超薄触控玻璃产业化。</p> | <p>1. 8.5 代 TFT-LCD 基板玻璃:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 应变点 &gt; 660 °C;</li> <li>(2) 退火点 720~750 °C;</li> <li>(3) 软化点 970±10 °C;</li> <li>(4) 线热膨胀系数 <math>(3.0 \sim 3.8) \times 10^{-6} /^\circ\text{C}</math> (<math>20 \sim 300^\circ\text{C}</math>) ;</li> <li>(5) 杨氏模量 72~79 GPa;</li> <li>(6) <math>250^\circ\text{C}</math> 体积电阻率 <math>\geq 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}</math>;</li> <li>(7) 耐酸性 (<math>10\%</math> HF, <math>25^\circ\text{C}</math>, 20 min) <math>\leq 6.2 \text{ mg/cm}^2</math>;</li> <li>(8) 耐碱性 <math>\leq 1.0 \text{ mg/cm}^2</math> (<math>5\%</math> NaOH, <math>90^\circ\text{C}</math>, 20 h) 。</li> </ul> <p>2. 高性能锂铝硅玻璃:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 氧化锂 <math>\text{Li}_2\text{O} \geq 3 \text{ wt\%}</math>, 氧化铝 <math>\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 19 \text{ wt\%}</math>;</li> <li>(2) 表面压应力 <math>\geq 850 \text{ MPa}</math>;</li> <li>(3) 应力层深度 <math>\geq 75 \mu\text{m}</math>;</li> <li>(4) 弹性模量 <math>\geq 75 \text{ GPa}</math>。</li> </ul> <p>3. 超薄柔性玻璃:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 厚度 <math>\leq 100 \mu\text{m}</math>;</li> <li>(2) 弯折半径 <math>\leq 2 \text{ mm}</math>;</li> <li>(3) 动态弯折次数 (<math>R=3 \text{ mm}</math>) <math>\geq 20</math> 万次;</li> <li>(4) 落笔高度 <math>\geq 10 \text{ cm}</math>。</li> </ul> <p>4. 超薄触控玻璃:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 厚度 <math>0.25 \pm 0.03 \text{ mm}</math>;</li> </ul> | 该产品在 TFT-LCD、OLED 等新型显示领域中广泛应用。 | 玻璃   |

| 序号 | 技术/产品名称   | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标  | 推广应用前景                            | 备注 |
|----|-----------|---|---|-----------------------------------|----|
|    |           |   | (2) CS 值 $>580\text{ MPa}$ ;<br>(3) 透光率 T $>90\%$ ;<br>(4) 8 寸强化翘曲值 $<0.25\text{ mm}$ 。   |                                   |    |
| 10 | 中硼硅药用玻璃管  | 该产品具有优异的内表面耐水性、耐冷冻、耐酸碱等性能，是疫苗以及其他高端药品包装的关键基础原材料。  | 1.线热膨胀系数 $(4.9\sim5.4)\times10^{-6}/^\circ\text{C}$ (20~300 $^\circ\text{C}$ );<br>2.直线度 $\leq0.5\%$ ;<br>3.化学稳定性: 121 $^\circ\text{C}$ 颗粒耐水性 1 级, 耐酸性 1 级, 耐碱性 2 级;<br>4.规格尺寸符合 GB/Z 12414。  | 该产品已应用于疫苗等生物医药制品的生产。              | 玻璃 |
| 11 | 建筑用薄膜光伏组件 | 该产品主要包括碲化镉光伏组件和铜铟镓硒光伏组件，具有轻质、弱光发电、组件转化效率高，颜色、透明度、尺寸形状可定制等特点，适用于光伏建筑一体化领域。                 | 1.碲化镉光伏组件:<br>(1) 光电转换效率 15% 以上;<br>(2) $200\text{ W/m}^2$ 以下平均弱光发电因子大于 90%;<br>(3) 力学承受最大值 2400~5400 Pa;<br>(4) 电池标称工作温度 $55\pm2\text{ }^\circ\text{C}$ ;<br>(5) 温度范围-40~+85 $^\circ\text{C}$ ;<br>(6) 短路电流温度系数 $+0.08\% /K$ ;<br>(7) 开路电压温度系数 $-0.24\% /K$ 。<br>2.铜铟镓硒光伏组件:<br>(1) 光电转换效率 13% 以上;<br>(2) 力学承受最大值 2400~5400 Pa;<br>(3) 电池标称工作温度 $40\pm5\text{ }^\circ\text{C}$ ;<br>(4) 温度范围-40 $^\circ\text{C}$ ~+85 $^\circ\text{C}$ ;<br>(5) 最大功率温度系数 $-0.32\% /K$ ;<br>(6) 开路电压温度系数 $-0.18\% /K$ ;<br>(7) 短路电流温度系数 0% /K;<br>(8) 产业化良率 97.5% 以上。 | 该产品已实现产业化，可满足建筑节能以及特殊环境下房屋光伏建设需求。 | 玻璃 |
| 12 | 高性能节能玻璃   | 该产品主要包括高性能三银节能玻璃、高性能遮阳玻璃、以及真空玻璃。<br>高性能三银节能玻璃的太阳热能透过率仅为单银 Low-E 玻璃的 1/8、双银 Low-E 玻璃的 1/3, | 1.高性能三银节能玻璃:<br>(1) 辐射率 $\leq0.03$ ;<br>(2) 光热比 $\leq1.9$ ;<br>(3) 红外热能总透射比 $\leq0.06$ 。  | 该产品已实现产业化，对于建筑领域节能降碳有较大应用前景。      | 玻璃 |

| 序号 | 技术/产品名称          | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景                               | 备注   |
|----|------------------|--|---|--------------------------------------|------|
|    |                  | 高性能遮阳玻璃可有效阻隔太阳光透过,真空玻璃具有极低的传热系数,适用于被动房或超低能耗建筑领域。                                 | 2.高性能遮阳玻璃:<br>(1) 对 780~1800 nm 波段晒热阻隔率 $\geq 85\%$ ;<br>(2) 可见光透射比 $\geq 60\%$ ;<br>(3) 可见光反射比 $\leq 30\%$ 。<br>3.真空玻璃:<br>(1) 传热系数 $\leq 0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;<br>(2) 预期寿命 30 年。   |                                      |      |
| 13 | 高性能氮化硅陶瓷制品       | 该产品具有高强度、低密度、耐高温,烧结时不收缩等优良性质,是高端装备制造、半导体领域关键原材料。                                 | 1.等静压氮化硅陶瓷球:<br>(1) 材料性能达到 ASTM F2094 2018a 中 I 级;<br>(2) 抗弯强度 $\geq 900 \text{ MPa}$ ;<br>(3) 断裂韧性 $6\text{--}9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ;<br>(4) 硬度 HV10 $\geq 1480 \text{ kg}/\text{mm}^2$ ;<br>(5) 圆度 $\leq 0.1 \mu\text{m}$ ;<br>(6) 批直径变动量 $\leq 0.10 \mu\text{m}$ 。<br>2.高导热基片:<br>(1) 热导率 $\geq 80 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ;<br>(2) 抗弯强度 $\geq 600 \text{ MPa}$ ;<br>(3) 断裂韧性 $\geq 6 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 。<br>3.高纯氮化硅粉体:<br>(1) $\alpha$ -氮化硅 $\geq 95\%$ 以上;<br>(2) D50 在 $0.5\text{--}0.8 \mu\text{m}$ ;<br>(3) 氧含量 $\leq 0.8 \text{ wt\%}$ ;<br>(4) 碱金属、碱土金属总量 $\leq 0.05 \text{ wt\%}$ 。 | 该产品应用于高端精密机床主轴、航空领域、航天发动机、大型医疗装备等领域。 | 先进陶瓷 |
| 14 | 铌酸钾钠基无铅压电陶瓷及换能器件 | 铌酸钾钠基无铅压电陶瓷作为一种新型环保型电子功能材料,在电子器件、传感器、医疗设备等人类长期接触领域能够替代有铅压电材料,对于保障人民生命健康安全具有重要意义。 | 1.铌酸钾钠基无铅压电陶瓷材料:<br>(1) 室温压电常数 $d_{33} > 600 \text{ pm/V}$ ;<br>(2) $20\text{--}120^\circ\text{C}$ 内温度变化率 $< 10\%$ 。<br>2.医用无铅超声雾化元件:<br>(1) 最大雾化量 $> 0.25 \text{ ml/min}$ ;<br>(2) 中位粒径 $D_{50} < 3.1 \mu\text{m}$ 。<br>3.铌酸钾钠基无铅压电陶瓷元件:   | 该产品已实现产业化,在高端医疗装备、深海探测领域具有良好的应用前景。   | 先进陶瓷 |

| 序号 | 技术/产品名称       | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注   |
|----|---------------|---|--|--|------|
|    |               |   | (1) 规模化生产能力>100 万片/年;<br>(2) 批次间性能差异率<5%。  |  |      |
| 15 | 高性能陶瓷平板膜材料    | 该产品具有过滤精度好、机械强度高、使用寿命长等特点,能够有效解决有机类膜材料在工程应用中存在的可靠性差、寿命短等问题,是膜法水处理技术的核心。   | 1.分离膜平均孔径 100~130 nm;<br>2.弯曲强度 $\geq$ 30 MPa;<br>3.纯水通量 $\geq$ 450 LMH (25 °C, 40 KPa);<br>4.耐酸碱腐蚀 $\geq$ 98%。  | 该产品可满足污水处理领域需求。  | 先进陶瓷 |
| 16 | 高性能氧化铝连续纤维及制品 | 该产品通过溶胶凝胶法、干法纺丝成型技术等实现连续生产,具有高强度、高模量、耐高温等优良性能,同时具有较好的高温抗氧化性、耐腐蚀性和电绝缘性,特别用于制作高温结构件。  | 1.产品成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 98\%$ , 晶相为 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ;<br>2.连续使用温度 1200 °C;<br>3.单丝直径 12~14 $\mu\text{m}$ ;<br>4.密度 3.8 g/cm <sup>3</sup> ;<br>5.单丝拉伸强度 2.8 GPa (标距 25.4 mm);<br>6.单丝拉伸模量 350 GPa。  | 该产品可应用于发动机部件、窑炉耐火材料、高温结构陶瓷件、防火涂料、消防建材设施。                                   | 先进陶瓷 |
| 17 | 高性能混凝土制品      | 该系列产品包括风电塔筒超高性能混凝土管片、高性能混凝土预制桩。<br><br>风电塔筒超高性能混凝土管片优化全尺寸设计以及采用高流态、免振捣 UHPC 制备等工艺技术,解决了 UHPC 粉料掺量高、钢纤维投料分布不均、多配筋结构拌合物填充不密实、大尺寸构件养护阶段水化热高易开裂等问题,能够满足风电塔筒对 UHPC 管片的需求。<br><br>高性能混凝土预制桩技术基于高性能混凝土起效机理,研发的新型混凝土预制桩技术及产品具有超高强、高耐久等性能,拓展了预制桩在工程建设应用领域。 | 1.风电塔筒超高性能混凝土管片:<br>(1) UHPC 的抗压强度 $>150$ MPa;<br>(2) 抗拉强度 $\geq 7$ MPa;<br>(3) 抗拉强度标准值/弹性极限抗拉强度 $\geq 1.0$ ;<br>(4) 氯离子扩散系数 $\leq 20 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$ 。<br><br>2.高性能混凝土预制桩:<br>(1) 超高强混凝土预制桩强度达 C105~C125;<br>(2) 耐腐蚀预制桩耐久性指标超 100 年设计使用要求;<br>(3) 混合配筋预制桩桩身位移延性系数超 3.25;<br>(4) 超大尺寸及大长宽比预制桩直径达 $\varphi 1200 \sim \varphi 1600$ mm, 长宽比大于 2。 | 该产品可应用于新能源、海洋工程、核工业等对混凝土结构有超高强、超耐候要求的领域, 及工业与民用建筑、水利水运、公路市政、轨交航空等基础、支护工程等。 | 混凝土  |
| 18 | 早强型高稳定性无碱速凝剂  | 该产品可降低混凝土回弹率,增加一次喷射厚度,降低净喷射时间,解决喷射混凝土早期强度低(8h 强度)回弹率大的问题。   | 1.无碱、无氯、无氟;<br>2. 6h 抗压强度 $\geq 1.5$ MPa, 1d 抗压强度 $\geq 12$ MPa;<br>3. 20 °C以下存储稳定性超过 95d。   | 该产品可在水电站、地铁隧道、铁路等工程中应用。  | 混凝土  |

| 序号 | 技术/产品名称           | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景                             | 备注     |
|----|-------------------|--|--|------------------------------------|--------|
| 19 | 土壤污染治理矿物功能材料      | 该产品能够有效固化土壤中的重金属，调节修复土壤酸碱度。  | 1.有效钾 $\geq 5\%$ ;<br>2.pH 9.5~11.5;<br>3.生物菌 $>2.48\times 10^{13} /kg$ ;<br>4.重金属固化率 $>90\%$ ;<br>5.相关环保控制指标符合 HG/T 20713-2020 重金属铅、锌、镉、铜、镍污染土壤原地修复技术规范要求。  | 该产品可用于受重金属污染严重地区的土壤治理。             | 矿物功能材料 |
| 20 | 锂电池负极材料前驱体预碳化成套技术 | 该技术装备可解决高温下锂电池负极材料回转窑的绝氧密封、管路堵塞、筒体寿命短、磨损严重等问题，实现回转窑的长期安全稳定运行和余热发电。 | 1.温度动态监测：物料温度 $\geq 980 ^\circ C$ 。<br>2.出料产品指标：<br>(1) 振实密度 $\geq 1 t/m^3$ ;<br>(2) 挥发份 $\leq 0.6\%$ ;<br>(3) 比表面积 $1.2\sim 1.4 m^2/g$ ;<br>(4) 粒度均匀。<br>3.能源循环利用：<br>(1) 热解气焚烧后进入加热炉膛回用；<br>(2) 通过在筒体下方设置部分补热烧嘴，实现精准控温和补热。 | 该技术可应用于锂电池负极材料预碳化加工领域，具有良好的推广应用前景。 | 矿物功能材料 |

| 序号 | 技术/产品名称    | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注  |
|----|------------|---|--|--|-----|
| 21 | 石墨烯改性及复合材料 | <p>该产品主要包括石墨烯改性导电浆料、石墨烯改性橡胶、石墨烯基热界面材料、石墨烯高温大功率瞬热材料、石墨烯地暖及红外烘烤房、石墨烯透明加热膜、石墨烯纳米复合材料发热管、石墨烯自控温发热布、石墨烯重防腐涂料、石墨烯复合金属材料、单层石墨烯冷冻电镜载网、石墨烯基电磁屏蔽薄膜、石墨烯电催化膜水处理设备、石墨烯硅-碳负极材料、石墨烯场发射 X 射线材料、高导热塑胶用石墨烯材料。</p> <p>石墨烯改性导电浆料具有优异的导电性、导热性和高纯度，基于分散技术、包覆技术、复合技术开发的第 3 代石墨烯导电浆料产品用作高端锂电池导电剂。</p> <p>石墨烯改性橡胶可制成石墨烯基低滚阻轮胎，能够降低滚动阻力，提高轮胎强度、导电性、抗老化性及寿命，达到降低能耗，提高新能源汽车续航里程的目标。</p> <p>石墨烯基热界面材料可在 5G/6G 手机和通讯设备中示范应用，实现石墨烯导热膜替代进口高定向聚酰亚胺膜（PI 膜），降低成本，提高通讯产品稳定性与可靠性。</p> <p>石墨烯高温大功率瞬热材料可实现红外辐射穿透表面增强烘培效果、免预热、降低能耗 50% 的目标。同时，在电热源、橡塑成型、涂层烘干等工业装备中的应用，可实现被加热物定向加热、降低能耗、节省空间的目标。</p> <p>石墨烯地暖及红外烘烤房是一种基于石墨烯材料的新型清洁供暖或加热技术，利用石墨烯的高导电、高导热特性，将电能高效转化为远红外热能，实现快速、均匀、节能的室内供暖以及红外烘烤。</p> | <p>1.石墨烯改性导电浆料：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 石墨烯平均层数&lt;5 层；</li> <li>(2) 石墨烯表观粒径 1~10 <math>\mu\text{m}</math> 可调控；</li> <li>(3) 金属杂质含量 Fe&lt;10 ppm, 其它&lt;5 ppm；</li> <li>(4) 水份含量&lt;1000 ppm；</li> <li>(5) 石墨烯静含量&gt;5 wt%；</li> <li>(6) 浆料粘度&lt;10000 cp@10s<sup>-1</sup>；</li> <li>(7) 浆料放置 3 个月无明显沉降。</li> </ul> <p>2.石墨烯改性橡胶：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 电导率&gt;1×10<sup>-5</sup> S/m；</li> <li>(2) 滚动阻力下降 10%以上；</li> <li>(3) 拉伸强度提升 10%以上；</li> <li>(4) 生热下降 10%以上。</li> </ul> <p>3.石墨烯基热界面材料：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 石墨烯微片平面尺寸 1~20 <math>\mu\text{m}</math> 内可调；</li> <li>(2) 石墨烯微片含氧量 5%~20% 内可调；</li> <li>(3) 石墨烯导热膜平面热导率&gt;1600 W/(m·K)；</li> <li>(4) 厚度 20~200 <math>\mu\text{m}</math> 内可调。</li> </ul> <p>4.石墨烯高温大功率瞬热材料：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 额定功率启动升温到 300°C 的时间≤10 秒；</li> <li>(2) 寿命≥10000 小时；</li> <li>(3) 电-红外转换率≥75%。</li> </ul> <p>5.石墨烯透明加热膜：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 石墨烯透明加热膜透光率≥85%；</li> <li>(2) 法向远红外发射率≥0.87；</li> <li>(3) 石墨烯加热器使用寿命≥5000 小时。</li> </ul> <p>6.石墨烯地暖：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 电热转化率 99.99%以上；</li> <li>(2) 电热辐射转化效率&gt;70%；</li> <li>(3) 燃烧性能等级 A 级 (GB 8624)；</li> </ul> | <p>该系列产品在新能源汽车、通信、电子、智慧家电、农机装备、取暖、低压到特高压输变电、生物医药领域等领域广泛应用。</p> | 石墨烯 |

| 序号 | 技术/产品名称 | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景 | 备注 |
|----|---------|---|--|--------|----|
|    |         | <p>石墨烯透明加热膜实现 PET、PEN 和 PI 基材的石墨烯薄膜卷材制造，宽度≥20 cm，单卷长度&gt;500 米，可用于防雾、取暖和水加热器等应用场景，相比传统加热单元显著提高效率。</p> <p>石墨烯纳米复合材料发热管是一种新型高效发热材料,其采用远红外辐射,穿透力强,具有高能量密度,可将快速传递热量,能够应用于机场道路除雪、风电叶片除冰等领域。</p> <p>石墨烯自控温发热布采用无纺布卷料耐搓揉,可车缝、可热压,发热时温度更加均匀可控。</p> <p>石墨烯重防腐涂料利用石墨烯大比表面积和独特二维结构的覆盖能力、优异的导电特性,形成对金属基材的双重防护,填补了国内气相法石墨烯在工业防腐领域规模化应用的空白。</p> <p>石墨烯复合金属材料产品主要包括石墨烯增强铝基复合材料、高导电石墨烯铜复合材料。石墨烯增强铝基复合材料,具有高强度、高导电、高耐热稳定性,可用于电网架空输电线路电力输送部件、线缆,有效降低输电线路异常发热引起的输电线路安全问题。石墨烯铜复合材料,具有体电阻低,高电弧转移特性,有利于断路器快速灭弧,以及电寿命优异等优点,在低压电器市场发展空间巨大。</p> <p>单层石墨烯冷冻电镜载网利用超平整单晶石墨烯薄膜平整度高、导电性能优异特性,通过晶圆级超平整石墨烯单晶薄膜精准合成、无损洁净单层石墨烯载网支撑膜可控转移等技术制备,可解决冷冻电镜载网高度依赖进口,解析分辨率低、进孔率差、取向单一等问题。</p> | <p>(4) 法向全发射率≥0.89;</p> <p>(5) 防水等级&gt;IPX7;</p> <p>(6) 工作寿命&gt;100000 小时无衰减;</p> <p>(7) 符合 n 型电气设备防爆要求 (GB/T 3836.8) 。</p> <p>7.石墨烯红外烘烤房:</p> <p>(1) 电热辐射转化效率&gt;75%;</p> <p>(2) 电热转化率&gt;99%;</p> <p>(3) 燃烧性能等级 A 级 (GB 8624) ;</p> <p>(4) 工作寿命&gt;100000 小时无衰减;</p> <p>(5) 法向全发射率≥0.897;</p> <p>(6) 符合 n 型电气设备防爆要求 (GB/T 3836.8) 。</p> <p>8.石墨烯纳米复合材料发热材料:</p> <p>(1) 热态绝缘电阻≥500 MΩ;</p> <p>(2) 最高耐受温度 600 °C, 最高维持温度 350 °C, 最低安装温度-60 °C;</p> <p>(3) 腐蚀速率&lt;0.005 mm/a。</p> <p>9.石墨烯自控温发热布:</p> <p>(1) ≤12V 安全特低电压供电, 绝缘电阻≥500 MΩ;</p> <p>(2) 使用温度-40°C~100°C, 异常温升≤37°C;</p> <p>(3) 燃烧性能等级 A 级 (GB 8624) ;</p> <p>(4) 防水等级 IPX8;</p> <p>(5) 标准洗烘 60 次, 功率变化&lt;5%。</p> <p>10.石墨烯重防腐涂料:</p> <p>(1) 油性防腐体系: 耐中性盐雾实验≥4600h, 体系耐盐雾≥8000h, 附着力 1 级别, 耐冲击≥70cm;</p> <p>(2) 水性防腐体系: 耐体系盐雾≥6000h, 耐湿热性≥2000h, 附着力 ≥5 MPa ; 表面电阻率和体积电阻率为 <math>4 \times 10^5 \sim 10^9 \Omega \cdot m</math>。</p> <p>11.石墨烯增强铝基金具型材:</p> <p>(1) 抗拉强度≥160MPa;</p> |        |    |

| 序号 | 技术/产品名称 | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景 | 备注 |
|----|---------|--|---|--------|----|
|    |         | <p>石墨烯基电磁屏蔽薄膜结合了石墨烯的高导电性产生优异电磁屏蔽性能，可应用于可穿戴设备、医疗及特种防护等领域。</p> <p>石墨烯电催化膜水处理设备采用立式石墨烯材料复合碳纤维多孔材料作为导电反应膜，通过阴极电催化技术对水进行处理。</p> <p>石墨烯硅-碳负极材料通过在硅颗粒表面原位生长立式石墨烯材料，构成的新型电储能负极材料。</p> <p>石墨烯场发射 X 射线材料具有低剂量成像的核心优势，在牙科 X 光机、DR 拍片机、医疗 CT 等领域有广泛应用空间。</p> <p>高导热塑胶用石墨烯材料利用高导热石墨烯材料的高导热、低粉化率、易添加、易加工等特点，添加到塑胶中能够大幅度提升材料的轻量化和导热性能，在低空飞行器、人形机器人、通讯、照明、新能源汽车等领域具有良好的应用前景。</p> | <p>(2) 屈服强度<math>\geq 130\text{ MPa}</math>;</p> <p>(3) 延伸率<math>\geq 18\%</math>;</p> <p>(4) 导电率 59%~61% IACS;</p> <p>(5) 耐热稳定性<math>&gt;300^\circ\text{C}</math>;</p> <p>12.石墨烯增强铝基线缆（直径 3.5mm）：</p> <p>(1) 抗拉强度<math>\geq 210\text{ MPa}</math>;</p> <p>(2) 延伸率<math>\geq 3\%</math>;</p> <p>(3) 导电率 59%~61% IACS;</p> <p>(4) 相对于传统 1 系线缆，强度提高 20% 以上，塑性提升 1 倍，保持导电率。</p> <p>13.石墨烯铜触点：</p> <p>(1) 电阻率<math>\leq 2.8 \Omega\cdot\text{cm}</math>;</p> <p>(2) 电寿命<math>\geq 1.5</math> 万次。</p> <p>14.单层石墨烯冷冻电镜载网：</p> <p>(1) 功能薄膜厚度<math>\leq 2\text{ nm}</math>，粗糙度<math>\leq -1</math>;</p> <p>(2) 石墨烯膜完整度 (%) <math>\geq 85</math>，单层率 (%) <math>\geq 95</math>;</p> <p>(3) 气液界面吸附蛋白占比 (%) <math>\leq 35</math>;</p> <p>(4) B 因子绝对值 (<math>\text{\AA}^2</math>) <math>\leq 80</math>;</p> <p>(5) 最薄冰层（液膜）厚度 (nm) <math>\leq 20</math>。</p> <p>15.石墨烯基电磁屏蔽薄膜：</p> <p>(1) 屏蔽效能 90dB (200k~18GHz)，弯曲循环 1000 次屏蔽性能稳定;</p> <p>(2) 抗摩擦大于 500 万次;</p> <p>(3) 电导率 <math>1.2 \times 10^5 \text{ S/m}</math>，方块电阻 <math>0.2 \Omega/\text{sq}</math>;</p> <p>(4) 抗拉强度 200 MPa。</p> <p>16.石墨烯电催化膜水处理设备：</p> <p>(1) 处理量为 0.6 吨/小时;</p> <p>(2) 难降解有机物去除率<math>&gt;90\%</math>, CODcr 去除率 30%~90%;</p> <p>(3) 不产生浓水、饱和吸附剂、污泥、膜化学清洗废液等二次污染，不产生易燃、易爆副产物，常温常压安全运行。</p> |        |    |

| 序号 | 技术/产品名称       | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注   |
|----|---------------|--|--|--|------|
|    |               |  | <p>17.石墨烯硅-碳负极材料:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 容量 1744mAh/g;</li> <li>(2) 首次效率&gt;90%;</li> <li>(3) 循环寿命 500~800 次;</li> <li>(4) 膨胀率 48%~70%。</li> </ul> <p>18.石墨烯场发射 X 射线材料:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 电流发射阈值 0.8 V/<math>\mu\text{m}</math>;</li> <li>(2) 电流发射密度&gt;70 mA/cm<sup>2</sup>;</li> <li>(3) 焦点尺寸 0.5mm×0.5mm, 焦点电流 4 mA/mm<sup>2</sup>, 出射电流能量分布集中。</li> </ul> <p>19.高导热塑胶用石墨烯材料:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 石墨烯材料堆积密度&gt;0.3 g/cm<sup>3</sup>, 40 目筛余量&gt;40%, 碳含量&gt;90 wt%, 可填充范围 0~70%;</li> <li>(2) 填充到塑胶后垂直热导率&gt;5 W/(m·K), 水平热导率&gt;30 W/(m·K)。</li> </ul> |  |      |
| 22 | 硫化锌/硒化锌光学窗口晶体 | 该产品是红外探测系统光学元件的关键核心材料, 对系统的工作波段、使用场合、探测精度、分辨率等具有决定性作用, 具有重要的军事和高端民用价值。 | <p>1.硫化锌:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 透过率≥70% @1~10 <math>\mu\text{m}</math>;</li> <li>(2) 透过率≥65% @450~750 nm;</li> <li>(3) 单炉最大生产能力 1300 kg;</li> <li>(4) 单炉平均电耗≤80 kw/t。</li> </ul> <p>2.硒化锌:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 透过率≥70% @ 0.6~14 <math>\mu\text{m}</math>;</li> <li>(2) 单炉最大生产能力 1000kg;</li> <li>(3) 单炉平均电耗≤80kw/t。</li> </ul>   | 该产品已在红外制导系统、前视红外系统、红外热像仪、激光测距及激光探测和制导系统以及工业二氧化碳激光器等领域应用, 市场前景广阔。 | 人工晶体 |

| 序号 | 技术/产品名称         | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注     |
|----|-----------------|--|--|--|--------|
| 23 | 电子级玻璃纤维及制品      | <p>该产品主要包括低介电玻璃纤维纱/布以及超薄电子布，广泛应用于航空航天、国防军工、超级计算机、5G 通讯等领域。低介电电子级玻璃纤维纱具有介电常数 <math>D_k</math> 低、介电损耗因子 <math>D_f</math> 低两大特性，与传统 E 玻璃纤维相比，其制品具有优异的加工性能与电气特性。</p> <p>超薄电子布是由超细玻纤纱通过表面处理、高压水刺开纤、新型纺织工艺等技术制备而成，具有耐高温、拉伸强度高、化学稳定性和绝缘性好等特点。</p> | <p>1.低介电电子级玻璃纤维纱/布：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 介电常数 <math>D_k(10 \text{ GHZ})</math>:4.5~4.7;</li> <li>(2) 介电损耗 <math>D_f(10 \text{ GHZ})</math><math>\leq</math>0.0028。</li> </ol> <p>2.超薄电子布：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 单重每平米<math>\leq</math>32 g;</li> <li>(2) 厚度<math>\leq</math>35 <math>\mu\text{m}</math>。</li> </ol>   | 该产品作为高端 CCL 和 PCB 的关键原材料，在 5G 基站、高频通信、大数据中心、云计算中心建设等领域具有非常广阔的应用前景。 | 纤维复合材料 |
| 24 | 光伏用玻璃纤维增强复合材料制品 | <p>该产品主要用于替换现有光伏用铝制边框和支架产品，应用于水面光伏、屋顶光伏及沙漠地区光伏等细分市场，提升耐腐蚀、耐候性，降低产品碳排放水平，降低产品综合生产成本。</p>  | <p>1.结构支撑材料：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 弯曲强度<math>&gt;400 \text{ Mpa}</math>;</li> <li>(2) 弯曲模量<math>&gt;30 \text{ GPa}</math>;</li> <li>(3) 巴氏硬度<math>&gt;40</math>;</li> <li>(4) 氧指数<math>&gt;28\%</math>。</li> </ol> <p>2.密封固定材料：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 纵向弯曲强度<math>\geq 850 \text{ MPa}</math>;</li> <li>(2) 直线度<math>\leq 1.0 \text{ mm/m}</math>;</li> <li>(3) 角码拉拔力<math>\geq 300 \text{ N}</math>;</li> <li>(4) 纵向拉伸和弯曲剩余强度<math>\geq 600 \text{ MPa}</math>。</li> </ol>                            | 该产品已在多个建筑屋面应用，运行情况良好。  | 纤维复合材料 |
| 25 | 高性能耐碱玻璃纤维及制品    | <p>高性能耐碱玻璃纤维采用池窑生产的含氧化锆超过 16% 的耐碱玻璃纤维纱，经过交织织造、涂覆耐碱高分子材料而成。</p> <p>耐碱玻璃纤维复合筋材通过优化纤维受力体和改性树脂基体，不仅具有轻质、高强、耐腐蚀、抗疲劳、绝缘、隔热、透电磁波等特性，还具有更高的耐碱性和耐久性以及更好的力学性能，可作为传统高耗能钢筋的替代品，能够有效解决传统钢筋混凝土构筑物因腐蚀造成的安全性和后期维护等问题。</p>                                  | <p>1.高性能耐碱玻璃纤维：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 弹性模量 72 GPa;</li> <li>(2) <math>160 \text{ g/m}^2</math> 产品断裂强力超过 <math>1500 \text{ N/5 cm}</math>;</li> <li>(3) 耐碱后断裂强力达到 <math>1200 \text{ N/5 cm}</math>;</li> <li>(4) 氧化锆含量<math>\geq 16\%</math>。</li> </ol> <p>2.耐碱玻璃纤维复合筋材：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 抗拉强度<math>\geq 1000 \text{ MPa}</math>;</li> <li>(2) 弹性模量<math>\geq 60 \text{ GPa}</math>;</li> <li>(3) 剪切强度<math>\geq 180 \text{ MPa}</math>;</li> <li>(4) 24 小时吸水率<math>\leq 0.1\%</math>;</li> </ol> | 该产品可用于建筑、公路、核电设施、航天军工、海洋工程等领域。                                     | 纤维复合材料 |

| 序号 | 技术/产品名称           | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注     |
|----|-------------------|--|--|--|--------|
|    |                   |  | (5) 延伸率 $\geq 1.8\%$ ;<br>(6) 60 °C高 pH 值碱性溶液中浸泡 90 天, 抗拉强度保留率 $\geq 88\%$ 。   |  |        |
| 26 | 碳纤维复合材料<br>储氢气瓶   | 该产品采用高性能碳纤维缠绕并经高温固化成型, 承压超 50 MPa, 疲劳寿命超过 15000 次, 是盛装氢气、CNG 等压缩高压气态天然气主要产品之一。   | 1.车船用燃料电池氢气瓶:<br>(1) 工作压力与使用寿命满足 35 MPa、15 年, 70 MPa、10 年;<br>(2) 质量储氢密度 4.0%。<br>2.燃料电池无人机用氢气瓶:<br>工作压力 35 MPa, 使用寿命 5 年, 质量储氢密度 7.0%。  | 该产品主要用于氢气运输。   | 纤维复合材料 |
| 27 | 高性能微纤维玻<br>璃棉制品   | 高性能微纤维玻璃棉制品采用微纤维玻璃棉(纤维直径 $\leq 4.5 \mu\text{m}$ ), 通过自动 DCS 控制、在线质量检测系统、新型材料配方等生产技术, 产品包括航空用隔音隔热材料、核工业用过滤材料。航空用隔音隔热材料制品具有体积密度小、热导率低、保温绝热、吸音性能好、化学性能稳定、阻燃的特点; 核工业过滤材料具有过滤效率高、使用寿命长、可靠性高、耐辐照等优点。 | 1.航空用隔音隔热材料:<br>(1) 平均纤维直径 $\leq 4 \mu\text{m}$ ;<br>(2) 隔音性能 $\geq 10 \text{ dB}@4000\text{Hz}$ ;<br>(3) 导热系数 (25 °C) $\leq 0.018 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。<br>2.核工业空气过滤材料:<br>(1) 平均纤维直径 $\leq 1 \mu\text{m}$ ;<br>(2) 经 $\gamma$ 射线辐照后横向强度 $\geq 0.35 \text{ kN/m}$ , 过滤效率 $\geq 99.992\%$ ;<br>(3) 横向湿抗张强度 $\geq 0.17 \text{ kN/m}$ 。<br>3.核反应堆水过滤材料:<br>(1) 平均纤维直径 $\leq 3 \mu\text{m}$ ;<br>(2) 过滤精度 0.1~20 $\mu\text{m}$ ;<br>(3) $\text{SiO}_2$ 析出 $\leq 200 \text{ ppm}$ 。 | 该产品作为隔音隔热材料和过滤材料, 在航空、核工业、高铁、船舶、新能源汽车、家电、冷链、绿色建筑等领域推广。 | 纤维复合材料 |
| 28 | 连续玄武岩纤维<br>复合材料管道 | 该产品具有耐腐蚀性能优异、使用寿命长、水力性能好、输送流量大、强度高、重量轻、成本低等优势, 在气候恶劣的地区的给排水、农田灌溉工程中具有良好的推广应用前景。  | 1.密度: 1.7~1.9 g/cm <sup>3</sup> ;<br>2.管道环向拉伸强度 $\geq 300 \text{ MPa}$ ;<br>3.内壁糙率系数: 0.0084;<br>4.耐高低温性能, 可以在-40~100°C情况下安全使用;<br>5.耐腐蚀性优良, 可输送酸、碱、盐等各种腐蚀性流体, 和饮用水、雨水、污水及众多化学流体;<br>6.设计使用寿命可达 50 年。  | 该产品可应用于城市引水输水、市政供水管网、城市雨污管网、农田灌溉、水利水电、石油化工等领域。         | 纤维复合材料 |

| 序号 | 技术/产品名称       | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景   | 备注      |
|----|---------------|--|---|--|---------|
| 29 | 二氧化硅绝缘电缆      | 该产品采用高纯度二氧化硅作为绝缘材料,具有一定的发泡度和柔韧性,能在超高温、超低温、强辐射、高真空等极端环境下稳定工作。 | 1.温度相位特性平滑,无突变,相位变化比 PTFE 电缆降低 80%以上;<br>2.使用寿命不低于 40 年;<br>3.抗拉强度 45~225kg;<br>4.射频功率容量不低于 1KW (CW@10GHz) 。  | 可应用于航空、航天、船舶等领域,未来可在量子计算、高能物理等前沿领域拓展应用方向。                | 无机非金属材料 |
| 30 | 高性能耐火材料       | 该产品主要包括水泥窑、玻璃窑用低导热长寿命耐火材料采用轻量化低导热系列耐火材料,具有节能效果显著和结构安全稳定的特点。  | 1.水泥窑低导热多层复合镁铁/镁铝尖晶石砖:<br>(1) 体积密度 $\geq 2.75 \text{ g/cm}^3$ ;<br>(2) 综合导热系数 $< 2.2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , 比传统镁尖晶石质耐火材料降低 20%;<br>(3) 荷重软化温度 $\geq 1700^\circ\text{C}$ ;<br>(4) 热振稳定性( $1100^\circ\text{C}$ , 水冷) $\geq 6$ 次。<br>2.玻璃窑长寿命高锆耐火砖:<br>(1) $1300^\circ\text{C}$ 气泡析出率为“0”;<br>(2) 密度及元素分布均匀性 99%, 内部缺陷及孔洞率 $< 1\%$ ;<br>(3) 玻璃相渗出率为 0, 抗侵蚀性及冲刷性为 AZS 材料的 3.5 倍;<br>(4) 使用温度可达到 $2000^\circ\text{C}$ ;<br>(5) 40 小时 $1800^\circ\text{C}$ 曲线加热循环完整。 | 该产品节能减排效果明显,适应性强,可用于水泥、玻璃等行业及其他窑炉行业使用,应用前景广阔。            | 耐火材料    |
| 31 | 高导热金刚石金属复合材料  | 该产品主要包括金刚石铜复合材料、金刚石铝复合材料,作为一种高导热电子封装新材料,可有效解决高功率半导体器件的散热瓶颈。  | 1.金刚石铜复合材料:<br>(1) 热导率 $> 800 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ;<br>(2) 弯曲强度 $\geq 220 \text{ MPa}$ ;<br>(3) 热膨胀系数 $\leq 9 \times 10^{-6}$ 。<br>2.金刚石铝复合材料:<br>(1) 热导率 $> 600 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ;<br>(2) 弯曲强度 $\geq 300 \text{ MPa}$ ;<br>(3) 密度 $\leq 3 \text{ g/cm}^3$ 。   | 该产品可用于新一代电子封装材料,在 5G 通讯子、智能算力、功能模块、新能源汽车、雷达等高科技领域中的应用广泛。 | 超硬材料    |
| 32 | 聚乙烯胎预铺增强型防水卷材 | 该产品以高密度聚乙烯高分子材质为胎体材料,胎体上、下层及卷材表面覆不同的改性涂层,热尺寸                 | 1.拉力 $\geq 800 \text{ N/50mm}$ ;<br>2.断裂延伸率 $\geq 160 \%$ ;   | 该产品可应用于民用建筑地下室以及地铁、                                      | 防水材料    |

| 序号           | 技术/产品名称        | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注 |
|--------------|----------------|--|--|--|----|
|              |                | 性稳定，拉伸性能优异，不透水性强，卷材胶质柔软，易于施工，胎体强度大，抗破损能性强。   | 3.不透水性≥0.9 MPa, 120 min;<br>4.热尺寸稳定性≤0.5%;<br>5.接缝剥离强度≥3.0 N/mm。   | 隧道、人防、市政建设等防水工程。   |    |
| <b>二、智能化</b> |                |  |  |  |    |
| 33           | 水泥工厂智能制造系统解决方案 | 该方案通过智能矿山、原燃材料堆场管理、生产优化控制、质量控制、设备诊断运维、能效管理、安全管理、包装发运等系统进行水泥工厂的智能化改造升级，实现原燃材料堆场全自动控制及可视化管理、关键工艺环节智能优化、质量检测过程无人化以及水泥包装、装车、发运的无人化操作和数字化管控等，支撑水泥工厂的智能化改造升级。  | 1.实时盘点误差不高于 3%;<br>2.关键过程控制参数采集率 100%、波动变化率 3%~5%;<br>3.质量检测准确率提升 3%~5%;<br>4.能源利用率提升 3%;<br>5.插袋成功率 99%，系统在线率 98%，装车台时 100~120 t/h;<br>6.5000 t/d 生产线定员 60~80 人;<br>7.水泥强度波动减少 50%。<br>8.人员进入机械作业区域避碰成功率为 100%。 | 该技术已应用于多条水泥生产线，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于引导水泥企业开展智能工厂建设或改造，可在水泥行业推广应用。 | 水泥 |
| 34           | 水泥全自动化实验室      | 该方案集成水泥矿山钻孔岩样自动化检测系统、生产过程物料智能化检测系统、基于 MLD 法的全自动熔片检测系统、全自动胶砂强度检测系统及出厂水泥智能化管理系统组成，矿山钻孔岩样、过程物料（生料、熟料、出磨水泥）原材料、成品水泥等通过自主研发的自动取样、自动输送（无人机输送、管道输送、AGV 无人导航小车输送、空中轨道式输送）、样品制备（研磨压片一体法、自动熔片法、全自动胶砂强度成型脱模养护）、自动检测（XRF、XRD、激光粒度仪、抗折抗压一体等）等技术实现成分分析、岩相分析、粒度分析、强度检测等主要质量指标的信息化、无人化、智能化，应用基于大模型的人工智能搜索引擎进行质量分析、反馈及诊断，贯穿水泥生产全流程质量检测与控制的智能化，并能够根据质量预测结果及时调整原料配料，实现生产过程动态优化。 | 1.检验频次由 2~4 小时/次提升为 1 小时/次;<br>2.研磨压片视觉识别成品率大于 99%，检测时间小于 18 min，自动熔片样品制备时间小于 20 min;<br>3.减少 40%~70% 的人工作业量;<br>4.胶砂强度成型至养护无人化，单次作业时间小于 15 min/组;<br>5.三率值合格率提高 5%，设备运行率大于 98%;<br>6.降低劳动强度及安全风险。               | 该技术已应用于多条水泥生产线，技术成熟度高，应用效果较好，适用于指导水泥企业建设全自动化实验室，可在水泥行业推广应用。    | 水泥 |

| 序号 | 技术/产品名称          | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景  | 备注 |
|----|------------------|--|---|---|----|
| 35 | 玻璃工厂智能制造系统解决方案   | 该方案包括制造运营管理、窑炉智能控制系统、物流仓储系统、智能理片系统、深加工智能控制系统、切割在线优化系统等，可实现玻璃原料、热端、冷端、深加工等工序的柔性制造、精益生产、精确追溯，基于AGV的高精度定位和自动纠偏的智能管理，基于玻璃跟踪算法、调距算法、智能切割和精准识别算法等的深加工自动控制和在线优化等，支撑玻璃工厂智能化改造升级。                     | 1.生产效率提升 20%;<br>2.窑炉温度控制目标值下降 5 °C以上;<br>3.中间库存降低 30%;<br>4.设备稼动率提升 10%;<br>5.工厂人员减少 10%;<br>6.人员进入机械作业区域避碰成功率为 100%。  | 该技术已应用于多条玻璃生产线，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导玻璃企业开展智能工厂建设或改造，可在玻璃及深加工企业推广应用。  | 玻璃 |
| 36 | 建筑陶瓷工厂智能制造系统解决方案 | 该方案包括制造执行系统、抛光智能控制系统、全自动拣选包装系统、全自动捆扎覆膜系统、在线检测系统、仓储物流系统、能源管理系统等，可实现基于陶瓷抛光工艺的数字孪生模型的抛光、磨边、涂覆制膜、检测等工艺过程优化控制，基于视觉检测、多轴运动控制、DCS/PCS、数据互联与传递等的无人化拣选包装，砖包或砖块的视觉智能码放、栈板分配等的全自动捆扎覆膜等，支撑建筑陶瓷工厂智能化改造升级。 | 1.工厂人员减少 50%;<br>2.生产效率提高 20%;<br>3.设备联网率高于 60%;<br>4.产品合格率提升 2%;<br>5.单位能耗降低 5%;<br>6.设备利用率>90%。   | 该技术已应用于多家建筑陶瓷企业，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导建筑陶瓷企业开展智能工厂建设或改造，可在建筑陶瓷行业推广应用。 | 陶瓷 |
| 37 | 智能矿山综合解决方案       | 该方案包括矿山数据中心、数字采矿平台、生产执行平台、三维可视化管控平台以及云控调度系统、无人运输系统等，可实现矿山空间数据、关系数据以及实时数据的标准化管理、便捷化调用共享，基于虚拟仿真和精细配矿、无人驾驶等算法的矿山开采、生产执行、安全管控、机械集群精准调度等，支撑矿山智能化改造升级。   | 1.矿山资源综合利用率不低于 95%;<br>2.采场出矿品位稳定控制，入选品位合格率达到 90%;<br>3.矿山一线生产人员减少 10%;<br>4.采运效率提升 3%~12%;<br>5.无人驾驶单台车日均运量不低于人工单台车日均运量;<br>6.设备有效作业时间提升 5%;<br>7.运输环节安全事故率降为 0。 | 该技术已应用于多家矿山企业，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导建材企业开展智能矿山建设或改造，可在建材非金属矿山领域推广应用。  | 矿山 |

| 序号 | 技术/产品名称           | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景   | 备注    |
|----|-------------------|--|---|--|-------|
| 38 | 机制砂石工厂智能制造系统解决方案  | 该方案包括智能化制砂中控系统、精益生产管理系统、智能装车装船调度系统、设备远程运维系统等，可与智能矿山平台集成，通过破碎筛分工艺参数自适应匹配纠偏、北斗定位与 AI 算法融合、振动频谱智能诊断、关键部件寿命预测及故障自愈策略生成等，全面实现生产监控、设备管理、质量管理、成本管理、安全环保、决策指挥等数字化管理应用，支撑机制砂石工厂智能化改造升级。 | 1.电耗降低 3%~5%;<br>2.生产效率提升 40%;<br>3.设备运转率提升 30%;<br>4.设备维护成本降低 10%;<br>5.机制砂空隙率低于 40%。                                    | 该技术已应用于多条机制砂生产线，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导机制砂石企业开展智能工厂建设或改造，可在砂石行业推广应用。        | 机制砂石  |
| 39 | 预拌混凝土工厂智能制造系统解决方案 | 该方案包括自动配料管理、无人值守过磅、分料仓位检测、混凝土生产控制、试验室数据实时监控、车联网及智能调度、运营管理与决策分析等系统，通过集成高精度传感器与动态补偿算法、仓位电子标识、基于大数据分析的产品质量智能抽检、路径规划与智能调度等，支撑预拌混凝土工厂智能化改造升级。                                       | 1.工厂人员减少 50%;<br>2.生产效率提高 50%。  | 该技术已应用于多家预拌混凝土企业，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导预拌混凝土企业开展智能工厂建设或改造，可在混凝土行业推广应用。     | 预拌混凝土 |
| 40 | 加气混凝土工厂智能制造系统解决方案 | 该方案包括原料制备、料浆检测、钢筋网笼制备、浇筑配方自动生成、自动排产、自动网笼挂网、自动蒸压养护配汽、自动下线分拣包装、设备智能运维等系统，通过料位监测、AI 配比优化算法、融合视觉定位、工艺规则知识库与动态路径规划算法、多目标配方智能生成模型、装备集群控制与智能包装优化算法等，支撑加气混凝土工厂智能化改造升级。                 | 1.相较传统同规模生产线人员数量减少 50%;<br>2.产品切割合格率不低于 99%;<br>3.下线合格率不低于 95%;<br>4.质量检测准确率不低于 95%;<br>5.原料制备效率提升 10%;<br>6.设备稼动率提升 10%。 | 该技术已在加气混凝土头部企业成功应用，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导加气混凝土企业开展智能工厂建设或改造，可在加气混凝土行业推广应用。 | 加气混凝土 |

| 序号 | 技术/产品名称           | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景  | 备注    |
|----|-------------------|---|--|---|-------|
| 41 | 砖瓦工厂智能制造系统解决方案    | 该技术包括智能原料处理系统、自动化陈化库系统、智能挤出或压制坯体成型系统、智能码坯系统、智能干燥系统、智能焙烧系统、全自动卸砖打包系统或智能包装系统、智能运行转运执行系统、智能环保运行等系统，可实现原料配料、粉碎、搅拌混合及输送，物料陈化，卸垛、码垛、包装，卸砖打包等全过程的无人化。                  | 1.原料协调处理能力 130 t/h 以上;<br>2.物料陈化能力 650 t/d 以上;<br>3.智能挤出或压制坯体成型系统及智能码坯系统实现无人值守，生产合格坯体、多规格码坯 2.5 万块标准砖/小时以上;<br>4.智能干燥系统及焙烧系统实现无人值守，每日干燥、焙烧 20 万块标准砖以上;<br>5.单线包装成本降低 150 万元/年;<br>6.托盘周转损耗降低 20%;<br>7.打包效率不低于 3.5 万块标准砖/小时;<br>8.人员进入机械作业区域避碰成功率为 100%。 | 该技术已应用于多家砖瓦企业，应用效果较好，适用于指导砖瓦企业开展智能工厂建设或改造，可在砖瓦行业推广应用。                 | 砖瓦    |
| 42 | 装配式构件工厂智能制造系统解决方案 | 该技术包括智能设计与协同管理、柔性化智能生产、全流程质量管控、智能仓储与物流调度、设备预测性维护、能效与碳足迹管理等系统，可实现基于 BIM 的多专业协同设计与自动化出图、构件拆分优化，基于 AGV 自动换模等的柔性生产，基于机器视觉的缺陷检测，构件自动分拣、堆垛及出库管理等，支撑 PC 构件制造工厂智能化改造升级。 | 1.生产效率提高 60%;<br>2.运营成本降低 20%;<br>3.设备故障预测准确率提升 3%~5%;<br>4.质量检测准确率提升 3%~5%;<br>5.构件尺寸合格率提升 3%~5%，混凝土强度标准差降低 30%~50%;<br>6.单位构件能耗降低 10%~15%，碳排放强度下降 20%~25%;<br>7.减少生产安全事故和安全违规事件。   | 该技术已应用于多个构件工厂，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导装配式构件生产企业开展智能工厂建设或改造，可在装配式构件行业推广应用。 | 装配式构件 |
| 43 | 基于工业互联网的碳排放管理平台   | 该技术适用于水泥、玻璃、陶瓷等建材企业，基于工业互联网平台架构，结合生产工艺流程，对碳排放、碳足迹进行全生命周期管理，为建材企业进行碳盘查提供精准、高效、可溯源的数字化工具，构建全过程碳排放模型，测算工厂碳排放量，通过碳配额核定，对企业碳排放情况进行诊断，并给出节能减排解决方案建议。                  | 1.实现各工序碳排放数据采集与统计;<br>2.提高碳排放数据的科学性、时效性、准确性;<br>3.助力企业挖掘减碳潜力。  | 该技术已应用于多个建材企业，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导建材企业建设碳排放管理平台，可在建材行业推广应用。           | 建材    |

| 序号 | 技术/产品名称                  | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注    |
|----|--------------------------|--|--|--|-------|
| 44 | 基于数字孪生技术的数字化工厂管理平台       | 该技术以完整准确的数字孪生工厂模型为基础，运用 3D 扫描与 BIM 技术，构建工程管理数字模型，建立统一的数据标准和信息交互机制，应用物联网、工业互联网等技术，打造涵盖数字设计、数字采购、数字物流、数字建造、数字调试、数字交付的全业务链解决方案，缩短建设周期，降低建设成本，提高工程质量，建设虚实映射的数字化工厂，为数字化管理提供可视化平台和数据支撑。基于工厂数字孪生模型，通过模拟仿真对具体业务需求持续优化改进，提升自动化程度及生产流水线的精益管理，实现规划、生产、运营全流程数字化管理。 | 1.工程造价工作量减少 90%；<br>2.设计错漏碰缺减少 80%；<br>3.数据一体化度提升 80%；<br>4.模型与数据集成度提升 70%。  | 该技术已在国内外水泥、玻璃工厂项目中成功应用，应用效果较好，适用于指导水泥、玻璃企业建设数字孪生工厂，可在行业推广应用。                 | 水泥、玻璃 |
| 45 | 基于视觉识别的在线质量检测系统          | 该技术适用于玻璃、陶瓷企业实现机器视觉技术与质量检测的融合应用，搭建质量在线检测系统，通过工业相机结合自动化控制系统，自动获取高精度样本图像，建立分级分色智能检测算法，快速检测产品图像信息，包括缺陷信息及坐标信息，进行缺陷类别及缺陷等级的判定，通过判定逻辑下发指令进行智能优化控制，将质量信息反馈给工作人员，同时将相关信息与 ERP、MES 等系统对接，开展质量分析与趋势预测，为决策者提供全面的数据支撑。  | 1.玻璃行业应用指标：<br>(1) 质量检测率 100%；<br>(2) 质量问题定位率 100%；<br>(3) 产品损失降低 5%。<br>2.陶瓷行业应用指标：<br>(1) 算法纹理拼接成功率达到 100%；<br>(2) 单类颜色辨别差异≤5%；<br>(3) 检测准确率达到 98.90%；<br>(4) 缺陷最小检测精度≤0.1 mm；<br>(5) 误检、漏检率≤1%。 | 该技术已应用于玻璃、陶瓷行业，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导玻璃、陶瓷企业建设在线质量检测系统，可在行业推广应用。               | 玻璃、陶瓷 |
| 46 | 基于工业互联网和人工智能的建材产品数字化检测系统 | 该技术适用于混凝土、玻璃等建材产品的检测，重点包括合规管理、物料自动流转、信息追踪、自动化检测、智能问答、能耗监测自控等系统，融合工业互联网、区块链、大数据等信息技术，基于视频识别、图像分析、缺陷分析等算法模型，集成射频感知芯片、协作机器人、自动导引运输车、自动检测等设备，实现检测样品流转、追溯、检测流程少人化，人员资质等的合规性智能识别及提醒，建材   | 1.人员数量减少 15% 以上；<br>2.建材检测效率提升 20%；<br>3.物料可追溯率达到 100%；<br>4.智能问答准确率达 90% 以上；<br>5.综合能耗降低 20%；<br>6.数据不可篡改、可追溯率达到 100%。  | 该技术已应用于多个建材检测实验室，检测材料包括混凝土、钢筋、板材、玻璃等，应用效果较好，适用于指导建材检测实验室进行数字化智能化升级，可在行业推广应用。 | 建材    |

| 序号           | 技术/产品名称          | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标  | 推广应用前景  | 备注 |
|--------------|------------------|---|---|---|----|
|              |                  | 产品检测知识、规范等的智能问答等，建材产品检测全过程数据贯通及追溯。  |   |   |    |
| 47           | 基于工业互联网的工厂安全管控平台 | 该技术适用于水泥、玻璃、陶瓷等建材企业，通过应用智能视觉算法，整合区域 DCS 监控数据、主辅机设备振动温度集采数据、视频监控系统，采用高频远程视频巡检方式，对视频图像中的人员、车辆、设备/物品、环境四类目标进行智能实时分析，实现违章隐患自动识别，环境风险及时感知、设备运行安全监测、视频自动巡检，在隐患未造成重大影响之前提前发现并警示，降低安监人员工作强度，提升安全监管效率。 | 1. 算法准确率不低于 95%；<br>2. 系统响应时间小于 3 s；<br>3. 提升企业安全管理水 平，降低安全风险。  | 该技术已应用于多家建材企业，满足企业安全管控需求，技术成熟度高，且应用效果较好，适用于指导建材企业建设安全管控平台，可在建材行业推广应用。 | 建材 |
| <b>三、绿色化</b> |                  |   |   |   |    |
| 48           | 大型生料终粉磨辊压机系统     | 该产品集成了料床稳定和控制技术、硬质合金柱钉耐磨辊面技术及单机和系统智能化控制技术，并采用了高效低阻型动静态组合式选粉机，实现了生料粉磨系统无人化运行，具有良好的社会经济效益。  | 1. 单套最大生产能力：580~650 t/h；<br>2. 系统电耗<10 kWh/t；<br>3. 辊面寿命>30000 h。<br>4. 产品电耗相对传统球磨粉磨技术降低 40%以上。   | 该产品已成功应用于新建水泥生产线的原料粉磨，和现有水泥生产线原料粉磨系统的节能改造。                            | 水泥 |
| 49           | 第四代中置辊破篦冷机       | 该产品位于篦床中间部位，高温热熟料在第一段篦床冷却后，经中置辊式破碎机破碎成小于 25 mm 的颗粒，再由第二段篦床二次冷却。此种结构冷却机熟料冷却效果好，用风量更少。具有高热回收率、高输送效率和高运转率，超低磨损的特点。   | 1. 单位篦面积产量：42~46 t/(m <sup>2</sup> ·d)；<br>2. 单位冷却风量：单位冷却风量<1.7 Nm <sup>3</sup> /kg.cl；<br>3. 热回收效率≥75%；<br>4. 出料温度≤65 °C+环境温度（粒度≤25 mm）；<br>5. 运转率≥99%；<br>6. 电耗≤5 kWh/t.cl。 | 该产品已应用于多条水泥生产线，情况良好。  | 水泥 |
| 50           | 水泥立磨终粉磨技术        | 该技术以外循环终粉磨立磨为核心粉磨装备，开发了高压力、低研磨次数的粉磨结构以及比表面积与细度双向控制的选粉结构。同时与高效梯度分选技术匹配，优化了水泥立式辊磨的工艺管道布置，满足了水泥立磨对循环风的工艺需求。该技术具有系统阻力低、磨机运行稳定、成品质量可控等特点。  | 1. 生产能力 200~400 t/h；<br>2. 比表面积>350 m <sup>2</sup> /kg；<br>3. 系统电耗≤22 kWh/t。  | 该技术已成功应用于国内外多个水泥粉磨项目中，适用于新建粉磨站以及水泥粉磨技改。                               | 水泥 |

| 序号 | 技术/产品名称   | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景                           | 备注 |
|----|-----------|---|--|----------------------------------|----|
| 51 | 水泥窑协同处置技术 | 该技术主要包括两个方向。一是将满足或经过预处理后满足入窑要求的生物质垃圾、生活垃圾等固体废物投入水泥窑，在进行水泥熟料生产的同时实现对废物的无害化处置。二是采用包括电石渣、磷石膏、氟石膏、锰渣、赤泥、钢渣、镁渣及市政污泥等工业废渣废弃物，替代石灰石等作为水泥生产用原料，通过含钙固体废弃物资源综合利用，节约大量的天然矿产资源，降低天然原料的消耗，有效减少水泥生产工艺过程的二氧化碳排放。                 | 1.生活垃圾、污泥、生物质等可燃物在水泥窑系统中热值替代率不低于 40%；<br>2.其他固体废物满足相应的标准规范要求；<br>3.原料替代率 10%以上，产品和能耗满足相关标准；<br>4.垃圾卸料口周边设置的硫化氢监测报警装置与卸料口的水平距离< 2m；<br>5.大气污染物排放符合国家相关标准。   | 该技术已在多家水泥熟料生产企业投入使用，具有较好的推广应用前景。 | 水泥 |
| 52 | 低碳水泥技术    | 该产品主要包括两个方向。一是突破现有硅酸盐水泥熟料矿物组成的限制，提高低钙矿物含量和引入新的低钙矿物，从源头减少碳酸钙用量，从而减少 CO <sub>2</sub> 排放，主要包括高贝利特硫铝水泥和硫硅酸盐水泥。二是硅酸盐水泥熟料用量，增加不需煅烧的水泥胶凝组分，从而减少 CO <sub>2</sub> 排放，主要包括少熟料硅铝质低碳水泥（熟料系数 50%以下）和石灰石煅烧粘土 LC3 水泥（熟料系数约 50%）。 | 1.高贝利特低热/中热硅酸盐水泥熟料矿物中硅酸二钙由当前的 20%提升至 40%以上；<br>2.贝利特-硫铝酸钙-硫硅酸钙新型低碳熟料及其制备技术石灰石用量降低 30%以上；<br>3.高贝利特硫铝酸盐水泥，3 天强度≥35MPa，28 天强度≥60MPa，吨熟料较硅酸盐水泥熟料碳排放降低 25%以上；<br>4.硫硅酸盐水泥，3 天水化热≤230kJ/kg，3 天强度≥30MPa，28 天强度≥55MPa，吨熟料较硅酸盐水泥熟料碳排放降低 30%以上；<br>5.少熟料硅铝质低碳水泥，满足 PO 42.5 性能要求，熟料系数 50%以下，吨水泥碳排放降低 50%以上；<br>6.石灰石煅烧粘土 LC3 水泥，满足 PO 42.5 性能要求，熟料系数约 50%，吨水泥 CO <sub>2</sub> 排放量降低 30%以上。 | 该技术已进行研发和应用，具有较好的推广应用前景。         | 水泥 |

| 序号 | 技术/产品名称             | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注 |
|----|---------------------|--|--|--|----|
| 53 | 水泥窑炉全氧燃烧耦合低能耗碳捕集技术  | 该技术通过全氧燃烧耦合碳捕集，能够显著提升燃料燃烧效率，提升碳捕集二氧化碳浓度，从而大幅降低碳捕集能耗，为我国水泥行业碳达峰碳中和提供技术支撑。 | 1.全氧燃烧自富集系统：<br>(1) 生料分解率 $\geq 94\%$ ;<br>(2) 煤粉燃尽率 $\geq 95\%$ ;<br>(3) 预热器出口烟气 CO <sub>2</sub> 干基浓度 $\geq 80\%$ ;<br>(4) 系统电耗(含制氧系统) $\leq 110 \text{ kWh/t.CO}_2$ ;<br>(5) 综合能耗 $\leq 0.5 \text{ GJ/t.CO}_2$ 。<br>2.CO <sub>2</sub> 捕集提纯系统：<br>(1) 台时产量 $\geq 26.88 \text{ t.CO}_2/\text{h}$ ;<br>(2) CO <sub>2</sub> 回收率 $\geq 90\%$ ;<br>(3) 产品纯度：食品级 CO <sub>2</sub> $\geq 99.9\%$ ;<br>(4) 工业级 CO <sub>2</sub> $\geq 99.5\%$ ;<br>(5) 系统电耗 $\leq 250 \text{ kWh/t.CO}_2$ ;<br>(6) 综合能耗 $\leq 1.15 \text{ GJ/t.CO}_2$ 。 | 该技术可显著降低单位 CO <sub>2</sub> 捕集的综合能耗和运行成本，具有良好的推广应用前景。             | 水泥 |
| 54 | 水泥窑炉处置含有有机污染物土壤成套技术 | 该技术将水泥回转窑改造成含挥发性污染土热脱附装置，将分解炉改造成含挥发性污染物高温裂解装置，采用烟气急冷技术、干法脱酸技术等实现有机污染土修复。 | 1.热脱附污染土温度 $\geq 650^\circ\text{C}$ ;<br>2.热脱附停留时间 20~35 min;<br>3.土壤粒径 200 目~5 cm;<br>4.脱附效率 $> 99.99\%$ ;<br>5.焚烧温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$ ;<br>6.停留时间 $\geq 3 \text{ s}$ ;<br>7.有机物焚毁去除率 $\geq 99.99\%$ ;<br>8.二噁英指标不得高于 0.1 NgTEQ/Nm <sup>3</sup> 。   | 该技术适用有机污染和可高温分解的挥发性无机污染物的污染土修复。                                  | 水泥 |
| 55 | 玻璃熔窑全氧燃烧技术          | 该技术以高纯氧气代替空气助燃技术，提高火焰燃烧温度，增强火焰辐射能力，同时可减少烟气量，降低有害气体排放，提高热效率。              | 与空气助燃生产线相比，实现不同程度节能。<br>1. 650 t/d 规模窑炉，节能 10%；1000 t/d 规模窑炉，节能 5%；<br>2. 熔化单耗降低 30%；<br>3. NO <sub>x</sub> 排放浓度降低到 200mg/Nm <sup>3</sup> 以下。  | 该技术已应用于一窑四线超白压延玻璃熔窑、一窑两线超白压延玻璃熔窑以及高铝、TFT、高硼、药玻等多条特种玻璃生产线，市场前景广阔。 | 玻璃 |

| 序号 | 技术/产品名称         | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标   | 推广应用前景   | 备注     |
|----|-----------------|--|--|--|--------|
| 56 | 玻璃熔窑氢能利用技术      | 该技术采用清洁能源替代的技术路线,利用绿色氢能替代传统化石燃料,降低玻璃熔窑碳排放。                                   | 1.玻璃熔窑能耗≤1350 kCal/kg 玻璃液;<br>2.玻璃熔窑氢能替代率≥30%;<br>3.玻璃熔窑减碳指标≥25%。  | 该技术已在部分玻璃企业稳定运行,取得了较好的社会效益,对于推动行业绿色低碳发展具有重要意义。 | 玻璃     |
| 57 | 玻璃熔窑用纳米材料消泡技术   | 该技术主要通过向玻璃液表面喷洒含纳米二氧化硅、氧化铝等耐高温纳米材料的消泡剂,利用纳米材料的高导热特性,可以明显消除玻璃液表面气泡,提高玻璃液熔化效率。 | 在 1200t/d 的玻璃窑炉上应用指标如下:<br>1.窑炉碹顶温度可降低 20~30 °C;<br>2.池底温度可提高 10 °C以上;<br>3.单位产品能源消耗降低 4%~6%。  | 该技术已经在光伏玻璃生产线上实现应用,未来在建筑玻璃生产线上具有良好的推广应用前景。     | 玻璃     |
| 58 | 高能效数字化双层辊道窑技术   | 该技术具有产量大、成品率高、能耗低、智能等特点,对陶瓷产业低碳节能、绿色环保技术的进步具有积极的推动作用。                        | 1.同截面水平温差:通过测温环检测±2 °C;<br>2.零压处面板与环境温度之差≤30 °C;<br>3.干燥、烧成综合燃耗≤1.5 Nm <sup>3</sup> 天然气/m <sup>2</sup> 砖。                              | 该技术已在建筑卫生陶瓷领域,取得较好的经济、社会效益,具有良好的推广应用前景。        | 建筑卫生陶瓷 |
| 59 | 磷石膏制备轻骨料技术      | 该技术可实现磷石膏轻骨料物理性质可调可控,磷石膏综合利用率 95%以上,改性磷石膏轻骨料综合成本仅为天然集料的 80%。                 | 1.磷石膏轻骨料筒压强度达到 5 MPa;<br>2.磷石膏轻骨料堆积密度为 800~1100 kg/m <sup>3</sup> ;<br>3. 1h 吸水率≤10%;<br>4.软化系数大于 0.85。                                | 该技术在建材领域、公路工程领域具有良好的应用前景。                      | 混凝土    |
| 60 | 墙体材料隧道窑处置固废关键技术 | 该技术利用新型墙材隧道窑协同处置建筑垃圾、城镇污泥和河道淤泥等固体废弃物,不产生二次污染,实现对大宗固体废弃物无害化处置以及资源化利用。         | 1.烧结新型墙体及道路用建筑材料协同处置城市污泥、建筑垃圾等大宗废弃物(除煤矸石外)协同处置率 90%以上;<br>2.满足烧结墙体材料产品指标要求,节能水平提高到综合能耗≤44 kgce/t;<br>3.环保指标需满足烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术要求标准。 | 该技术已开始在行业应用,具有很好的推广应用前景。                       | 墙体材料   |

| 序号 | 技术/产品名称               | 技术/产品简介   | 主要技术经济指标   | 推广应用前景  | 备注      |
|----|-----------------------|---|--|---|---------|
| 61 | 烧结淤泥空心保温砖预制装配式自保温墙体系统 | 该技术以淤泥为主要原料，掺入秸秆、木屑等成孔剂，经破碎、混合、成型后，在 950~1050 °C 高温下烧结而成，成孔剂分解形成微孔结构，可显著降低导热系数，实现墙体自保温。该技术能够大量消纳污泥等固废，可助力建材行业绿色低碳发展。  | 1. 固废掺量比≥90%；<br>2. 墙体综合节能率≥65%；<br>3. 抗压强度≥5 MPa；<br>4. 严寒地区外墙传热系数≤0.25 W/(m <sup>2</sup> ·K)，寒冷地区外墙传热系数≤0.35 W/(m <sup>2</sup> ·K)。<br>5. 大气污染物排放符合国家相关标准。 | 适用于满足高能效标准的公共建筑、商业楼宇及住宅区等。                                | 墙体材料    |
| 62 | 磷石膏制备高强石膏关键成套技术       | 该技术以磷石膏为原料，采用“半液相”蒸压法，通过晶型调控、快速干燥、改性粉磨等工艺，制备高强石膏，为磷石膏高附加值规模化利用提供技术支撑。   | 1. 技术指标：高强石膏产品达到 α 石膏级别；<br>2. 环保指标：采用先进环保控制技术，水溶性五氧化二磷和水溶性氟离子含量应分别不大于 0.2% 和 0.1%。  | 该技术已开始在行业应用，具有较好的推广应用前景。                                  | 固废资源化利用 |
| 63 | 工业矿物精细分级提纯工艺技术        | 该技术通过流体力学的旋流原理，使设备在工作过程中产生数千倍的重力场，使颗粒间微小的重量差被放大数千倍，从而实现超细颗粒间沿不同路径运行分离，解决了超细材料由于粒度分布不均匀带来的产品质量问题。  | 1. 分级细度 D <sub>50</sub> : 0.3~0.5 μm；<br>2. 有效成份一次产出率>80%；<br>3. 电耗<16 kW·h/吨。   | 该技术可应用于石英、石墨等矿物的超细分级与提纯，现已在多个超细非金属矿产品和其他超细粉体的分级提纯项目中得到应用。 | 矿物功能材料  |
| 64 | 非金属矿物深度提纯超导磁选装备与技术    | 该技术利用超导的高背景磁场(3~6T)，可捕获非金属矿中一些细颗粒、弱磁性矿物，从而达到精细化的高效除杂效果。该技术可广泛应用该技术针对我国弱磁性难分选的非金属矿物，根据矿物高值化用途，建立以超导磁分离为核心的深度提纯除杂选矿技术，可以替代传统的化学除杂方法，该技术具有产能大、产率高、除杂效果优、环保节能、稳定性高等优点，推广前景良好。 | 1. 超导磁体直径≥600 mm；<br>2. 磁场强度 3~6 T 且可调；<br>3. 磁场均勻度±10%~14%；<br>4. 矿浆处理量 7~20 t/h；<br>5. 液氮动态零挥发；<br>6. 可捕获≤30 μm 微细粒、弱磁性颗粒；<br>7. 资源利用率提升 5%~12%。           | 该技术已在高岭土提纯领域实现应用，具有良好应用前景。                                | 矿物功能材料  |
| 65 | 共伴生含氟矿物氟资源回收利用工艺技术    | 该技术包括低品位共伴生萤石高效选矿分离技术，以及从磷矿中回收利用氟资源，实现共伴生萤石、磷矿中氟资源的高效利用。  | 1. 萤石选矿回收率达到 75% 以上；<br>2. 磷矿中氟资源回收率达到 50% 以上。   | 该技术已在内蒙古金鄂博、湖南有色郴州氟化学、贵州磷化等企业实现工业化运行。                     | 矿物功能材料  |

| 序号 | 技术/产品名称                | 技术/产品简介  | 主要技术经济指标  | 推广应用前景                                     | 备注   |
|----|------------------------|--|---|--|------|
| 66 | 高分子膜基自粘防水卷材生产线能效综合提升技术 | 该技术开发利用自动控制精密涂油设备、多通道刚性大直径钢制辊冷却系统等核心装备,升降式烟气收集系统及前浸入式冷却系统,导热油节能系统等技术,实现了高分子膜基自粘卷材高速生产设备的国产化。具有投资成本低,运行稳定可靠,自动化程度高及节能环保等特点。 | 1.产品能源单耗降低约 20%;<br>2.产品表观质量及内在各项性能指标对比国家标准超出 15%以上;<br>3.产线生产成品合格率在 99%以上。 | 该技术已在部分企业投入使用,生产产品已成功应用于某重点项目建设,具有较好的应用前景。 | 防水材料 |
| 67 | 预水化膨润土防渗卷材技术           | 该技术采用天然钠基膨润土经预水化工艺制备而成,具有防渗性能优良、施工便捷、环境友好等特点。  | 1.预水化膨润土防渗卷材渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-13}$ m/s;<br>2.耐静水压达到 0.5 MPa 以上。       | 该技术已在污水库、鱼塘等场景防渗工程成功应用,推广应用前景较好。           | 防水材料 |