

附件：

**工业固体废物综合利用先进适用技术目录  
(第一批)**

**工业和信息化部**

**2013年3月**

## 工业固体废物综合利用先进适用技术目录

一、尾矿、赤泥综合利用技术（6项）				
编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
1	尾矿渣制备高性能微晶玻璃技术	该技术以富含 SiO <sub>2</sub> 的铁尾矿、钢渣、铬渣、钛尾矿等矿渣为主要原料，通过合理的组分设计，经熔铸成形、核化、晶化等热处理工艺制备高性能微晶玻璃。在其制备过程中还可同时消纳大量的粉煤灰、民用垃圾焚烧底灰、废玻璃等其他工业或民用废弃物。关键技术包括一次结晶连续生产技术、尾矿微晶玻璃制品大规模生产成套装备技术、离心铸造法生产微晶玻璃管材成型自动控制技术等。	该技术年处理铁尾矿、钢渣、铬渣、钛尾矿和粉煤灰 3.5 万吨。产品主要指标为：微晶玻璃管材：弯曲强度 ≥97%；压缩强度 ≥1200Mpa；耐碱度（20%NaOH）≥97%；耐酸度（1.84g/cm <sup>3</sup> ）≥98%；莫氏硬度 9 级；体积密度 2.9-3.2g/cm <sup>3</sup> ；磨耗量 ≤0.04g/cm <sup>2</sup> 使用温度 200-700℃；抗弯强度 ≥180 /Mpa；显微硬度 9Gpa。总投资 2.3 亿元，其中设备投资 1 亿元，运行费用 6000 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 15000 万元/年，投资回报年限 4 年。	该技术已在包头市推广应用，突破了以尾矿、钢渣和粉煤灰为主要原料制备高性能微晶玻璃制品的若干关键技术，而且微晶玻璃管材代替耐磨合金管成本可降低 50%，使用寿命可提高 3-4 倍。以微晶玻璃代替合金钢、铸石和陶瓷内衬管道的应用是一种发展趋势，具有推广意义。
2	粘土矿物尾矿高效综合利用技术	该技术以粘土矿物尾矿崩解技术为先导，采用高效解离分散机和新型分散药剂，优化粘土矿物尾矿的解离、分散工艺条件，研究粘土矿物尾矿减量化工艺技术及其共伴生矿物的分离和提纯技术，优化分离提纯工艺条件；目前正以高岭土尾矿为产业化对象，改进尾矿减量化工艺流程，优化并实施高岭土尾矿高效综合利用生产技术，并研究膨润土、凹凸棒石等粘土矿物的综合利用技术。	该技术年处理高岭土尾矿 5 万吨，生产线每小时可处理 15 吨尾矿，年产高岭土 1.2 万吨，硫铁矿 0.8 万吨，石英砂 3 万吨，建筑砌块 15 万立方米。总投资 3840 万元，其中设备投资 1260 万元，运行费用 853 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 1461 万元/年，投资回收年限 3 年。	该技术 2010 年 8 月投入运行，已建成一条尾矿处理能力 5 万吨/年，建筑砌块生产能力 30 万立方米/年的高效综合利用示范生产线，可回收 24% 的中低档高岭土，16% 的多金属硫化矿和 60% 的石英砂。产品广泛应用于建筑、建材、冶金、环保等领域。可以推广应用到国内其它粘土矿物企业或行业中。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
3	尾矿、高炉渣生产新型复合材料技术	<p>该技术主要以白云鄂博共伴生矿二次选矿尾矿（固体废弃物，含有极少量稀土元素）为添加剂，消化高炉渣、铬渣、金矿渣等各类冶金渣和粉煤灰、建材废料、煤矸石等各类大宗固体废弃物，制备一系列极其耐磨、耐酸、耐碱、耐高温的新型复合材料。该材料既有金属相、陶瓷相又有玻璃相，同时又易制成管、板等各种型件。</p>	<p>该技术年可消耗尾矿、高炉渣 50 万吨。制成的新型复合材料性能指标为：抗折强度 192Mpa，耐酸度 &gt;99%，耐碱度 &gt;97%，莫氏硬度 9 级，耐磨性 ≤0.04g/cm<sup>2</sup>，密度为 3.0~3.2 g/cm<sup>2</sup>。</p>	<p>该技术利用固废为主要原料生产新材料制品，一方面替代天然矿产资源，避免了矿山开采所造成的环境破坏；另一方面变废为宝，消除了工业废渣对环境的污染。该技术可以利用各地矿渣及建筑垃圾为原料，制备性能更优异的耐酸碱、耐磨材料，且制品综合特性是其他材料难以具备的，具有极广的推广前景。</p>
4	锰尾渣永磁综合分选及利用技术	<p>该技术利用工业固体废物中不同物质磁化系数的差异，采用自主研发的永磁综合分选设备对工业固体尾矿渣进行有效物理分选，尤其对分选难度较大的弱磁性矿物可以进行有效分选，回收锰精矿。主要有以下特点：1.新型永磁材料及其组合工艺；2.技术产品磁场强度大、磁场梯度高；3.能耗低、无二次污染；4.分选方法及工艺特殊。尾渣经分选、去除重金属后作为原料，制备新型墙体材料。关键技术为“永磁筒偏心内表面轴向分选方法”以及“永磁弧形槽偏心内表面轴向分选方法”等技术。</p>	<p>该技术年处理锰尾渣 15 万吨，年回收碳酸锰精矿 3 万吨，年产锰尾渣蒸压加气砌块 30 万立方米，碳酸锰精矿品位 ≥17%，蒸压加气砌块满足 GB11968-2006 标准。总投资 5020 万元，其中设备投资 3500 万元，运行费用 3600 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 7500 万元/年，投资回收年限 2 年。</p>	<p>该技术 2010 年 10 月在湖北投入运行，各项指标均达到设计要求。目前我国年产电解锰 150 万吨，产生锰尾矿渣 1200 万吨，该技术首次实现了碳酸锰尾矿渣的综合利用，预计市场需求将在 300 万吨/年，推广前景十分广泛。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
5	废石料规模化优质高效利用技术	<p>该技术以废石料为基本原料，以有机树脂和无机水泥为粘结剂，按一定的设计比例配比，经胶粘剂、固化剂、助剂等粘结，在常温下经抽真空挤压成型，再经切、磨、抛光、防护等后期处理制成优质全面高仿真天然石材，实现了工业生产过程中废石料的综合利用。关键技术为：1. 胶凝材料改进技术。2. 胚料改性技术。3. 喷色成纹技术。4. 真空振压花纹技术。5. 石板预制压片技术。6. 纳米改性表面处理技术。7. 人造石养护材料和养护技术。8. 专用系列产品生产工艺设备</p>	<p>该技术年处理废石料 10 万吨，年生产石材产品 290 万 m<sup>2</sup>，废石料掺入量≥80%，废石料利用率≥98%，产品主要性能指标：抗折强度≥15MPa，压缩强度≥80MPa，吸水率≤0.35%，光泽度≥70 度，耐磨度≤500mm<sup>3</sup>，莫氏硬度≥3；符合 GD6566 规定的 A 类要求。总投资 10650 万元，其中设备投资 6650 万元，运行费用 19171 万元/年，设备寿命 10 年，利润 1645 万元/年，投资回收年限 6.5 年。</p>	<p>该技术 2009 年 4 月投入运行，目前已经在行业内得到了初步的应用，市场占有率约为 6%。预计到 2015 年市场占有率达到 30%左右。随着市场占有率快速上升，可实现销售收入近 1350 亿元，实现利润近 90 亿元，同时该技术推广应用能够有效降低二氧化碳、二氧化硫及粉尘等污染物的排放，具有很好的环境效益。</p>
6	拜耳法赤泥回收铁技术	<p>该技术采用强磁选铁回收技术，从赤泥中回收铁。通过一条主要由隔渣筛、中磁机和两道高梯度磁选机组成的串级磁选工艺组成的选铁工业试验线，使用两台串级磁选机直接对氧化铝生产流程过程物料—洗涤赤泥浆中的铁进行选别、富集，使回收的铁精矿品位达 55%以上，作为钢铁冶炼工业的原料。其磁选工艺用水采用生产赤泥洗水，磁选尾矿浆返回生产赤泥洗涤系统，不需要额外增加新水消耗。</p>	<p>该技术年处理赤泥 250 万吨，总铁回收率≥22%，铁精矿品位≥55%。总投资 8406 万元，其中设备投资 4081 万元，运行费用 6250 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 5000 万元/年，投资回收年限 1.7 年。</p>	<p>该技术 2008 年 12 月投入运行，从氧化铝生产赤泥中回收铁，不仅使赤泥变废为宝，具有明显经济意义；同时可减少赤泥的排放量，减少对环境的影响。我国的氧化铝产量大，赤泥排放量也大，该技术有很大的推广前景。</p>

## 二、煤矸石、燃煤固废及工业副产石膏综合利用技术（5项）

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
7	煤矸石似膏体自流充填技术	该技术所采用的充填骨料为破碎到 5mm 以下的煤矸石颗粒，胶凝材料为硅酸盐水泥、粉煤灰和高效减水剂，加水后进行高速搅拌，形成质量浓度 50%左右的似膏体，沿充填钻孔和管道自流输送进行填充，关键技术为充填材料物化性能及优化配比、似膏体制备工艺技术、管道输送特性及输送技术和似膏体充填系统。	该系统每小时充填能力 110 立方米，年消纳煤矸石、粉煤灰共计 20 万吨，完成以矸换煤产量 18 万吨。利用该技术进行仰斜填充开采，保证了 100% 的填充空间，密度达到 96%以上。充填体凝固后进行压力测试，7 天后达到 0.6Mpa，14 天后达到 1.0-1.2Mpa，30 天后达到 1.5-2.1Mpa。总投资 1786 万元，经济效益 3065 万元/年，投资回收年限 0.58 年。	该技术解决了煤矸石地面堆放氧化、自燃、扬尘对空气和水资源造成的污染、减少占用土地，又限制了岩层移动和地表下沉，提高了资源回收率，经济效益、社会效益和环境效益显著。可应用于各类矿山的充填采矿。
8	泵送矸石填充技术	该技术是将原生矸石在井下集中就地破碎，加入添加剂进行搅拌，然后以矸石输送泵为动力通过管道输送充填至采空区。将矸石直接装入 2.2 吨矿车，运至卸矸场卸至矸石仓，矸石经输送机转至破碎机，后转入搅拌机，再经过溜槽、输送泵、输送管充填至采空区。关键技术为充填所用输送泵、搅拌机、碎石机等设备。	该技术年充填矸石 25 万吨，以矸换煤产量 18 万吨。HBM80-16 型输送泵输送能力为 80-110m <sup>3</sup> /h，垂直输送 300 米，水平输送 1000 米。实行采空区矸石充填前地表下沉值为 480mm，地表下沉系数为 0.34；实行泵送管道似膏体充填后地表下沉值为 112mm，泵送矸石泥浆充填地表下沉系数为 0.08 左右，减沉效果达到 77%。总投资 560 万元，经济效益 406.85 万元/年，投资回报年限 1.37 年。	该技术可使薄煤层、地质构造复杂矿井实现矸石不升井、不上山，实现以矸换煤、绿色开采的目标，可应用于各类矿山充填采矿。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
9	用粉煤灰制取活性炭技术	该技术采用摩擦电选和湿法浮选脱碳工艺，利用循环流化床锅炉产生的粉煤灰（CFB 粉煤灰）制取活性炭。首先采用摩擦电选工艺从粉煤灰中得到富炭灰，再加入捕收剂、起泡剂，采用高浓度湿法浮选脱碳工艺对富炭灰进行脱碳处理，得到精碳粉，再利用精碳粉制备活性炭。关键技术为 CFB 粉煤灰制备精碳粉工艺和精碳粉制备汽车专用活性炭技术。	该技术年处理 CFB 粉煤灰 120 万吨，年回收精炭 17 万吨，商品尾灰 45 万吨，制备活性炭 2 万吨。经摩擦电选和浮选联合作业回收炭的灰分 <8%，发热量>7000kcal/kg，炭的回收率>75%。总产值 18360 万元，总投资约 23000 万元，设备投资约 13000 万元，运行费用 160 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 7000 万元/年，投资回收年限 3 年。	该技术已在福建省应用，可实现粉煤灰资源利用率达到 99%以上，且不排水、不排渣、不排气，达到零排放，不产生二次污染，具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。
10	造气渣综合利用技术	造气渣是合成氨生产中造气工序排放的工业废渣，可燃物含量较高（25%~28%），但由于热值较低通常作为废弃物排放，且无法用作建筑材料。该技术是将造气渣全部送至热电循环流化床锅炉掺烧，解决循环流化床锅炉掺烧造气渣的点火困难、返料器 U 型阀堵灰、床体耐火材料冲刷严重、飞灰含碳量高及省煤器磨损快等问题，使循环流化床锅炉掺烧造气渣易于调节，运行稳定。关键技术为床体耐火材料防冲刷技术、返料器 U 型阀防堵灰技术、飞灰含碳量控制及省煤器防磨技术。	该技术每年可利用造气系统中煤气炉产生的炉渣 17 万吨以及产生的造气渣、水洗渣、浮选精煤 1.6 万吨，将这些炉渣置入循环流化床锅炉中燃烧转化为蒸汽。锅炉热效率达到 86%以上，燃烧效率 98%以上。总投资 2830 万元，设备投资 558 万元，运行费用 236 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 2104 万元/年，投资回收年限 1.3 年。	该造气渣掺烧综合利用技术于 2009 年试验开发成功，找出了循环流化床锅炉额定负荷下最佳配比，使循环流化床锅炉掺烧造气渣易于调节，运行稳定。通过该技术的研发，为造气渣综合利用技术找到一条新的经济适用的工艺路线。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
11	工业副产石膏生产纸面石膏板及其它新型建材技术	该技术以工业副产石膏为原料，制成建筑用石膏粉，用于制备纸面石膏板、粉刷石膏、建筑砂浆等墙体材料。首先将脱硫石膏通过烘干、静电除尘、集料后，进行煅烧脱去 3/2 个结晶水生产建筑石膏，再将该建筑石膏经球磨改性、均化、搅拌成型、湿板输送、切断、干燥等工艺后制成纸面石膏板，或以该建筑石膏为原料，加入砂子及掺合料制备成建筑用水泥粉刷石膏、砂浆等建筑材料。	该技术一条生产线的年处理工业副产石膏能力为 50 万吨，生产的纸面石膏板及建筑石膏符合 GB/T9775-2008、GB/T9776-2008 标准。总投资 6637 万元，设备投资 3752.4 万元，运行费用 10467 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 13800 万元/年，投资回收年限 3.74 年。	该技术已在山东、江西、重庆、广东等地 30 多家公司得到应用，产品已应用于万科、绿城、世博会非洲馆等建筑项目。2010 年共消纳工业副产石膏 750 万吨，有效解决工业副产石膏二次污染问题，极具推广应用价值。
<b>三、钢铁冶金工业固体废物综合利用技术（8 项）</b>				
12	钢渣综合利用技术	钢渣是钢铁企业炼钢过程中产生的废渣，一般含有 7%~10%的废钢。该技术通过磁选后，回收其中 90%的废钢，再将钢渣，脱硫渣等回收分类处理后作为建筑材料，最大限度的提高钢渣的利用率，主要工艺技术核心为：1.优化的钢渣磁选工艺；2.新型高效宽带带式磁选机；3.铁水脱硫渣的单独分类处理和磁选加工；4.铁水脱硫渣的余热回收技术；5.钢包精炼炉精炼渣压球技术；6.冶金渣中粉状含铁物料的开发利用技术。	该技术年处理转炉钢渣 74 万吨，脱硫渣 13 万吨，精炼渣 10 万吨，生产渣钢 3.2 万吨，精选粒铁 6 万吨，磁选粉 30 万吨以及 5 万吨压球产品。精选粒铁全品位大于 90%，磁选粉品位达到 42%，铁碳球全铁品位大于 50%，总投资 15000 万元，其中设备投资 3800 万元，运行费用 2600 万元/年，设备寿命大于 10 年，经济效益 7200 万元/年，投资回收年限 2.1 年。	该技术 2009 年 11 月投入运行，运行情况良好，可有效加工处理钢渣资源，分类处理，避免了资源浪费，综合利用脱硫渣的热能，节约能源，可在各大钢厂中推广应用。全国按钢渣中未被回收的金属以 5%计算，每年可回收 1690 万吨金属，总价值约 169 亿元。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
13	超细钢渣粉生产改性S95级矿渣粉技术	<p>该技术首先要制备比表面积大于 600m<sup>2</sup>/kg 的超细钢渣粉，再将超细钢渣粉、半水脱硫石膏和 S95 级矿渣粉三种混合搅拌，由于超细钢渣粉具有微集料效应，再加上高温煅烧的半水脱硫石膏能激发钢渣粉和矿渣粉的活性，促进钢渣粉和矿渣粉的水化反应进行，使得混合料强度增大，从而达到 S95 级矿渣粉的改性效果。关键技术为超细钢渣粉的制备技术和三种混合组分的最佳配比。</p>	<p>超细钢渣微粉生产线每小时处理钢渣 30 吨，入磨钢渣直径≤20mm，产品活性指数 3d≥80%，7d≥85%，28d≥90%，比表面积≥600m<sup>2</sup>/kg，改性 S95 级矿渣粉生产线，每小时处理矿渣 100 吨，产品活性指数：3 天可达到 70-80%，7 天可达到 85-95%，28 天后可达到 100-115%，比表面积≥450m<sup>2</sup>/kg。总投资 3850 万元，其中设备投资 1506 万元，运行费用 4137 万元/年，设备寿命 12 年，利润 3174 万元/年，投资回收年限 1.68 年。</p>	<p>该技术 2010 年 3 月已在上海企业投入运行，改性矿粉产品在 2010 年销售达到 6 万吨，2011 年达到 20 万吨。利用专利技术和国内的粉磨设备设计的生产线生产出的超细钢渣微粉，其技术和经济指标领先于国内外同行，凡钢铁生产所在地，国内外都可就地取材，就地生产和销售，前景看好。</p>
14	熔融钢渣热闷处理及金属回收技术	<p>该技术利用转炉钢渣回收反炼钢，并利用钢渣做建筑材料。主要过程为：将 1650℃ 熔融钢渣直接倾倒在热闷装置中，装满后盖上盖喷水产生过饱和蒸汽，高温钢渣遇水冷却时，由于各矿相体积收缩产生应力不同而断裂。过饱和蒸汽向钢渣裂缝内扩散，产生的温度应力使钢渣破裂。热闷过程中，钢渣中的游离氧化钙、游离氧化镁发生水化反应，体积膨胀 98%~148%，使钢渣粉化。</p>	<p>该技术 3 年来累计处理钢渣 3100 万吨，实现产值 60 多亿元。处理后的钢渣游离氧化钙(f-CaO)、游离氧化镁(f-MgO)充分消解，钢渣浸水膨胀率小于 2.0%。钢渣粉化率大于 60%（小于 20mm 的钢渣质量百分比），金属回收率高，钢渣铁品位大于 85%，磁选粉铁品位大于 60%，尾渣中金属铁含量小于 2%。总投资 24101.78 万元，其中设备投资 7732 万元，运行费用 6489 万元/年，设备寿命大于 10 年，经济效益 10134 万元/年，投资回收年限 4.5 年。</p>	<p>该技术 2008 年 9 月投入运行，已先后应用推广至 30 家钢铁企业，比传统处理工艺多回收金属 49.6 万吨，折合人民币约 7.43 亿元。目前国内仍有 70% 以上的钢渣采用落后的钢渣热泼处理工艺，该技术的先进性和显著的经济效益具有极强的竞争力，市场前景广阔。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
15	钢渣非金属磨料技术	<p>该技术是利用钢渣替代自然资源作为非金属磨料。将液态高温钢渣经水淬急冷、破碎、磁选等工艺处理后得到一种高硬度、渣铁分离、稳定性好的钢渣，再将其加工成各种粒径规格、颗粒吸附物含量不大于 0.5% 的非金属除锈磨料。其中 0.5-1.5mm 部分作为要求较高的特殊涂装用非金属磨料，除锈等级可以达到 Sa3.0 级。1.0-3.0mm 部分作为船舶制造与修理、钢结构、集装箱等非金属磨料，除锈等级可以达到 Sa2.5 级。</p>	<p>该技术年处理钢渣 60 万吨，年产值 5000 万元。钢渣非金属磨料使用规格：相应规格的筛分含量 <math>\geq 70\%</math>，粒径大于 3.15mm 的颗粒含量为 0，粒径小于 0.2mm 的颗粒含量 <math>\leq 5\%</math>；钢渣非金属磨料指标要求：表观密度 <math>3.3\sim 3.9\times 10^3 \text{ kg/m}^3</math>；莫氏硬度 <math>\geq 6</math> 级；含水率 <math>\leq 0.2\%</math>；电导率 <math>\leq 25\text{mS/m}</math>；可溶性氯离子含量 <math>\leq 0.0025\%</math>；钢渣非金属磨料颗粒吸附物含量 <math>\leq 0.5\%</math>。总投资 1000 万元，其中设备投资 700 万元，运行费用 1380 万元/年，设备寿命 8 年，经济效益 520 万元/年，投资回收年限 2 年。</p>	<p>该技术 2005 年 1 月投入运行，已有 10 多家船舶制造及修理单位应用 25 万吨，除锈等级达到 Sa2.5 以上，循环次数可达 8 次以上，现场粉尘含量下降明显，得到使用单位一致认同，具有良好应用前景。</p>
16	冶金渣返炼钢生产技术	<p>冶金渣中的部分钢渣的物理、化学特性与转炉冶炼过程中需要加入的某些添加剂成分相近，经生产试验，这些冶金渣对转炉冶炼具有降低熔点，提前化渣的特性，且能替代部分冶炼辅料。将这部分钢渣分类回收、配比，再通过专门的投料装置投入转炉进行炼钢生产，可以替代部分冶炼熔剂和辅料。不仅可以使这类冶金固体废弃物成为炼钢次生资源，还可以实现冶金渣最大限度的循环利用。</p>	<p>按转炉 300 吨公称容量计算，该技术每炉平均添加冶金渣 2 吨，可替代 1 吨炼钢熔剂。每年利用量 10 万吨。实际使用中的冶金渣综合利用量为 60 万吨。冶金渣配比为：转炉 D 渣、铸余渣、脱碳渣按 6:3:1 或转炉 D 渣、铸余渣按 7:3；冶金渣粒径 10~100mm，含水量低于 2%；冶金渣 S、P 含量：<math>S\leq 0.055\%</math>，<math>P\leq 0.75\%</math>。总投资 300 万元，其中设备投资 240 万元，运行费用 350 万元/年，经济效益 700 万元/年，设备寿命 5 年，投资回收年限 0.5 年。</p>	<p>该技术 2005 年 8 月投入运行。已在钢转炉进行全钢种生产使用，转炉冶炼情况正常，各项技术指标均正常。不仅可以使这类冶金固体废弃物成为炼钢次生资源，还可以实现冶金渣最大限度的循环利用，为冶金渣的短流程应用开辟新的途径，可以向国内其它钢厂进行推广。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
17	炼铁除尘灰综合利用技术	<p>该技术采用浸出-蒸发结晶联合工艺除盐，通过添加助浸剂搅拌浸出炼铁除尘中的钾离子，经沉淀净化、浓缩蒸发、结晶提纯、干燥等过程，得到钾盐产品。滤渣经搅拌造浆进行磨矿和分级，浮选产出再生碳粉。浮选后的滤渣经“磁选—重选”联合工艺回收铁，之后加入还原剂、活化剂配料进入回转窑焙烧挥发收锌，剩余窑渣经混磨分级选出作为胶凝材料。</p>	<p>该技术年处理除尘灰 10 万吨，年销售收入为 8250 万元。主要产品为：年产含铁率 55.5%铁精矿 2.81 万吨，再生碳粉 3.43 万吨，氧化锌 0.7 万吨，钾盐 0.69 万吨，胶凝材料 3.65 万吨。其中再生碳粉中碳含量 65%，氧化锌中锌含量 50%，钾盐中氯化钾含量 95%。总投资 8505 万元，其中设备投资 2800 万元，运行费用 4383 万/年，设备寿命 20 年，经济效益 2687 万元/年，投资回收年限 3.2 年。</p>	<p>该技术 2010 年 10 月投入运行，应用情况稳定，可产出多种产品，使资源得到充分利用，为企业带来可观利润，同时减少了环境污染，极具推广价值。</p>
18	硅系合金烟尘分离提纯活性二氧化硅微粉技术	<p>该技术是用专利技术改造传统的除尘器，将传统的除尘器演变为“电炉烟尘净化、烟尘分离提纯粉体成套装置”，通过该装置从大量无组织排放的废弃烟尘中提取回收粉体新材料——活性二氧化硅微粉，并将活性二氧化硅微粉大量应用在建筑、建材、橡胶塑料、防火、耐火材料等行业中。关键技术为烟气净化、烟尘分离提纯粉体成套装置。</p>	<p>该技术每台装置年处理废弃烟尘灰 3000 吨，产品的检验指标 <math>\text{SiO}_2 \geq 90-96.0\%</math>；粉体平均粒径 <math>0.225\mu\text{m}</math>；比表面积 <math>25000\text{m}^2/\text{kg}</math>；含水率小于 1%；烧失量 1.8。总投资 3000 万元，其中设备投资 1600 万元，运行费用 265 万元/年，设备寿命 8 年，经济效益 1800 万元/年，投资回收年限 1.5 年。</p>	<p>该技术 2002 年 10 月投入运行，在上海、贵州、四川等地的合金厂进行电炉除尘系统的改造，为企业在粉体材料市场带来了销售收益。而且产品已大量应用在大型、特大型建筑工程项目，已有强劲的市场需求，该技术具有良好推广前景。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
19	电解锰渣污染治理及综合利用技术	该技术采用“少量多次”洗涤原理，利用自主研发专利技术进行洗渣处理，当洗渣液的浓度提升到 12g/L 以上，将稀溶液快速蒸发浓缩制成电解锰液返回电解车间使用，或直接制成四氧化三锰、二氧化锰产品，或制成碳酸锰等产品出售。将洗渣处理后的剩余固体渣进行无害化处理用于水泥辅料。	该技术一条生产线年可处理电解锰渣 2.4 万吨，可制备 6000 立方米电解锰液，生产电解锰 210 吨，生产建筑材料 1.5 万立方米。合格液中含二价锰 35~38g/L，含硫酸铵 80g/L 左右。总投资 4500 万元，其中设备投资 2600 万元，运行费用 1100 万/年，设备寿命 15 年，经济效益 670 万元/年，投资回收年限 7.5 年。	该技术 2010 年 5 月投入运行，已建成年处理电解锰渣 2.4 万吨的示范项目。我国目前电解锰全年产量在 130 万吨左右，新增 900 万吨左右的电解锰渣，加上历年堆积，目前已有数千万吨的电解锰渣，该技术可改变锰等重金属及氨氮对环境污染的现状，具有极大的推广应用前景。

#### 四、有色冶金工业固体废物综合利用技术（7 项）

20	鼓风炉还原造钼熔炼清洁处置重金属（铅）废料技术	该技术主要用于从含铅重金属固废中富集回收重金属及贵金属。各种含铅等固体废弃物中的硫是以硫酸根或单质硫或复杂硫化物存在，在密闭熔炼过程中被碳分解、还原的同时与含氧化铁等造钼剂发生还原造钼反应，物料中的硫被以钼的形式固化下来，几乎不产生二氧化硫尾气，重金属及贵金属被还原富集综合回收。关键技术为将硫以钼的形式固化技术。	该技术年处理含铅重金属固废 4 万吨，床能力 35 吨/平方米，年综合利用粗铅产品 10000 吨，粗铅产品含：铅 96%、金 5 克/吨、银 2000 克/吨、铋 1.6%、铊 1.2%、锡 0.7%。总投资 3200 万元，其中设备投资 850 万元，运行费用 425 万元/年，设备寿命 15 年，经济效益 1500 万元/年，投资回收年限 2.2 年。	该技术 2010 年 3 月投入运行，整套工艺流程短、清洁、不再产生重金属危害，达到含铅等重金属危险固废的减量化、资源化、安全处置目的，推广前景看好，市场非常广阔。
----	-------------------------	---	--	--

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
21	银转炉渣湿法处理技术	该技术采用湿法工艺从银转炉渣中分离铋、铅、铜等金属材料。采用盐酸溶液浸出这些渣料，使铋和铜进入浸出溶液，而铅和银进入渣中，达到铋铜与铅银分离的目的。铅银渣送铅冶炼系统回收铅银，而浸出液经分步水解分别得到氯氧铋和氯氧铜，水解余下废液再返回浸出工序重复利用。氯氧铜作为炼铜原料出售给炼铜厂，氯氧铋经还原熔炼成粗铋再进一步精炼成精铋。关键技术为浸出工序及水解工序。	该技术年处理 2000 吨银转炉渣，综合回收精铋 600 吨，白银 15 吨、铜精矿 150 吨（铜含量）、电铅 200 吨。其中铋回收率 95%，银回收率 99%，铜回收率 95%，铅回收率 96%。产品精铋符合 GB/T915-2010，铜精矿含铜大于 30%。总投资 2500 万元，其中设备投资 1300 万元，运行费用 900 万/年，设备寿命 8 年，经济效益 1800 万元/年，投资回收年限 3 年。	该技术 2007 年 8 月投入运行，生产过程稳定，各种有价金属均得到分离回收，各项技术经济指标符合要求，具有对原料适应性强、金属回收率高、劳动作业条件好等优点。推广前景良好。
22	电解铝废料分离提纯技术	该技术将含有复杂成分的电解铝提纯，制得冰晶石、炭粉及碳铵等产品。通过湿式破碎、浮选、磁选，第一次去除铁和硅，分离得到碳粉和其余原料；将原料放入电炉，将氟化盐溶化，利用金属铝将废料中的有害杂质还原成单质金属态，沉淀于电炉底部，第二次除去铁和硅得到电解质。对电炉熔化系统得到的产品采用“酸法”工艺将氧化铝转化为冰晶石，并第三次除硅，同时获得副产品碳铵。关键技术为浮磁联合系统工艺、电炉系统、循环水系统等工艺技术。	该技术年处理 6 万吨电解铝废料，资源回收率可达到 99% 以上，可得到产品一级氟化盐（冰晶石），高品质碳粉（灰分 1%~2%，粒度小于 40 目，含碳量大于 95%，水分小于 1%，比电阻小于 20 欧姆），同时得到副产品碳铵。总投资 20000 万元，其中设备投资 6000 万元，运行费用 270 万/年，设备寿命 20 年，投资回收年限 4 年。	该技术 2010 年 5 月投入运行，已在云南、贵州等地使用。对电解铝含氟废料进行环保型分离、提纯、合成，实现了资源的回收利用，对改善环境、资源的循环利用，促进经济增长方式的转变具有重要意义。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
23	含锌炼铁烟尘综合利用技术	该技术将含锌尘泥转化为可用于后期应用的次氧化锌粉，并最终回收出锌、镉、铋等有色金属；含锌尘泥中的铁、碳、氯等物质则被转化为铁精矿、碳精粉、工业盐等工业原料；去除有害杂质后的废渣用于生产环保免烧砖；生产流程的余热可配套余热锅炉生产蒸汽用于湿法过程以实现节能。关键技术为火法富集—湿法分离多段集成耦合处理高炉炼铁尘技术。	该技术年处理高炉炼铁烟尘 10 万吨，年产出锌锭 10000t，铅锭 2000t，镉锭 12t，铁精矿 25000t。总投资 7600 万元，其中设备投资 5800 万元，运行费用 1800 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 9000 万元/年，投资回收年限 1.5 年。	该技术 2005 年投入运行，并逐步推广至昆明、上海、邯郸、攀枝花、武汉、张家港等地。彻底解决了炼铁高炉烟尘的重金属污染治理问题，实现钢铁企业所产高炉炼铁烟尘的资源化循环利用。
24	含硫铅渣生产粗铅、硫酸钠技术	该技术利用碳酸钠和氢氧化钠在化学助剂前提下，在液相条件下与铅渣中的硫酸铅反应，生成碳酸铅和氢氧化铅固体沉淀物，硫酸根离子与钠离子生成可溶性硫酸盐。液固分离后，滤液通过净化、浓缩、结晶、离心、干燥等操作得到副产品硫酸钠；固体滤饼就是无硫铅渣，无硫铅渣经过配料加入还原剂焦炭后于传统鼓风机中在不高于 900℃ 温度下被还原成粗铅，同时生成冰铜渣和水淬渣等物质。	该技术可年处理 2 万吨的含硫铅渣，脱硫率达到 96.8%~98%，铅回收率 98%。年产生粗铅产品 6000 吨，硫酸钠 5600 吨，其中粗铅含 Pb 量 93.7%，Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 纯度 98.7%。总投资 4620 万元，设备投资 1500 万元，运行费用 7008 万元/年，设备寿命 30 年，经济效益 1700 万元/年，投资回收年限 3.5 年。	该技术 2009 年应用于生产，目前仅湖南、江西、湖北、广东省的含硫铅渣就不少于 50 万吨。此技术既可清除二氧化硫的污染，又可免除含硫铅渣的异地运输。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
25	废旧镍铜、镍铁合金利用技术	该技术将废旧镍铜、镍铁合金进行净化，制得再生镍铜中间合金、镍铁中间合金。为获得成分均匀，纯净度高的中间合金，把经过配料的含镍废料、含铜废料等进行装炉熔炼，利用造渣脱硫，加脱氧剂脱氧，吹氩搅拌，还原精炼，喷粉脱磷，调整合金成分等一系列技术，使中间合金纯净化、成分均匀。关键技术为精确配料技术、脱硫脱氧技术，喷粉脱磷技术、吹氩搅拌去夹杂技术。	该技术年处理废旧合金 3 万吨，产品为再生镍铜中间合金、镍铁中间合金。产品检验指标： $C\leq 2\%$ ， $Si\leq 2\%$ ， $Mn\leq 2\%$ ， $Co\leq 0.3\%$ ， $P\leq 0.035\%$ ， $S\leq 0.05\%$ 。总投资 14400 万元，其中设备投资 4000 万元，运行费用 7900 万/年，产品销售收入 106800 万元/年，设备寿命 20 年，投资回收年限 3.8 年。	该技术 2008 年 10 月已在河北省投入运行。目前含有各种稀贵金属的废旧合金资源量巨大，该技术可使宝贵的资源得到充分利用，我国镍消费量每年约 50 万吨，而存储量仅有 800 多万吨，因此废旧镍资源的综合利用具有广阔发展空间。
26	利用含铜废弃物制备高纯亚微米超微细铜粉	该技术以含铜废弃物为原料，提取并制备硫酸铜或碱式碳酸铜，再采用硫酸湿法循环还原技术制备成高纯亚微米超微细铜粉。利用年产 10 万吨亚微米超微细铜粉生产线，研制出亚微米铜基精华油系列产品。关键技术为超微细铜粉粒径与形状控制技术、水解晶种与钛白增白技术及铜粉的抗氧化技术。	该技术年利用含铜废弃物 15 万吨以上，制备的硫酸铜或碱式碳酸铜最大日产量达 15 公斤以上，亚微米铜粉纯度达到 99.9% 以上，粒子大小介于 $0.1\sim 5.0\mu m$ ，粒径分布集中，粒子形状接近球形；无磁性，易分散；粒子结晶度大，抗氧化能力突出。	该技术成果推广具有重大意义：1. 扩大应用领域，为节能减排、传统产业升级改造提供材料与技术支撑；2. 通过超低品味含铜废物综合利用，缓解我国铜资源紧缺状况；3. 提高成果转化水平和应用规模，提升我国铜冶炼水平。

## 五、建材及新材料工业固体废物综合利用技术（5项）

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
27	废弃砼资源循环利用技术	该技术利用废弃砼破碎后得到的粗细骨料，用于制备路面、路基材料等。根据再生集料特性找出与再生集料水泥稳定碎石抗压强度、稳定性有关的因素，分析再生集料、天然集料和水泥组成的混合料作为基层时其回弹模量随着大、小主应力而变化的非线性特点，并进行工程应用，从而提出合适的基层材料类型及施工技术要求。关键技术为废弃砼的破碎筛分除铁技术和集料用于公路水泥稳定碎石基层技术。	该技术所用破碎机每天可以破碎 500 吨以上的废弃混凝土，年破碎量在 50 万吨以上，混凝土破碎后可以达到 100% 的利用率。粒径在 2.36mm 以下的再生石可以用于路边石、砌块及路面砖等部位，粒径在 2.36mm 以上的再生石可以用于混凝土、路基材料等部位。总投资 1004 万元，其中设备投资 430 万元，运行费用 390 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 231 万元/年，投资回收年限 5 年。	该技术 2007 年 6 月投入运行，再生集料水泥稳定碎石的施工在确保基层材料的性能和满足道路工程质量要求的同时，还可以实现废弃混凝土的再利用，一方面减少了固体废弃物的数量，另一方面，由于原材料的重复利用，减少了石料的开采，对于保护自然资源具有重要意义。
28	利用陶瓷废料生产干挂空心陶瓷板技术	该技术利用陶瓷废料、低质原料作为主要原料，通过原料破碎、配料、混合、挤出成形、干燥、烧成的工序，生产出一种空心陶瓷板技术。具体工艺流程为：原料破碎→配料→过筛→干混→湿混→真空练泥→陈腐→真空挤出成形→切坯→干燥→清灰→烧成→拣选→切割→入库。关键技术为坯体配方、挤出成形技术和坯体干燥技术。	该技术年利用废陶瓷 1000 吨，年产 200 万平方米的干挂空心陶瓷板产品。生产出的产品规格：400×1200×30mm；导热系数≤0.47w/m·k；陶瓷废料用量≥15%；产品合格率≥90%。产品主要理化性能按 JC/T1080-2008《干挂空心陶瓷板》标准进行检验。总投资 15000 万元，其中设备投资 10000 万元，运行费用 4500 万元/年，设备寿命 15 年，经济效益 20000 万元/年，投资回收年限 4 年。	该技术 2008 年 6 月投入运行，属国内首创，填补了国内技术空白，为陶瓷行业提供了新工艺和新产品；其次该成果在低质原料和工业废渣的利用方面较大的突破；另外干挂空心陶瓷板的研发成功为我国的建筑节能提供了一种新型建筑材料，它与其他材料一起构成外墙外保温体系。生产环节同高档瓷质砖相比节能可达 20% 左右，同时可节约大量优质原料，所以该产品的市场前景良好。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
29	废旧玻璃生产无铅玻管技术	<p>该技术是将主要成分为无铅玻璃和掺合多种金属残留物的废旧玻璃，经过掺比石英砂及各种化工原料，在玻璃窑炉中形成复杂的化学反应，制造成高科技无铅玻管。工艺路线：碎玻璃→清杂→清洗→粉碎→拌和→窑炉生产→成品。技术的关键点在于碎玻璃在窑炉中化学反应的控制。</p>	<p>该技术一条生产线年可处理碎玻璃 6000 吨，年产无铅玻管 5000 吨，产品符合 RoSH 标准。总投资 2300 万元，其中设备投资 2000 万元，运行费用 1200 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 260 万元/年，投资回收年限 10 年。</p>	<p>该技术 2009 年 3 月投入运行，废旧玻璃在无铅玻管生产中的应用技术有着巨大的市场前景，单就盐城市建湖县来讲，节能灯企业 300 多家，每年玻管需求量近 8 万吨以上，节能灯产业增加量占全县 GDP 的 28.5%，销售达 40 亿元以上，将大幅带动无铅玻管的应用，市场前景看好。</p>
30	固体废物生产复合增强纤维技术	<p>该技术利用旧报纸、旧麻袋等废弃保温材料生产环保、可降解、无污染纤维。工艺流程为：先将原料进行切割，在通过离心机水洗除渣得竹纤维，并控制主纤维中渣球含量小于 0.5-1%，加入麻纤维、木质纤维及云母粉或陶粉进行高速混合，混合后进行烘干，即得复合增强纤维。关键技术为：1.无机材料合成技术；2.植物纤维分解技术；3.功能性纤维技术。</p>	<p>该技术年利用废弃保温材料 1.5 万吨，主要原材料利用率为：1.边角岩棉板利用率 90%；2.废旧报纸利用率 90%；3.废旧麻袋利用率 85%。电力能耗降低 15%。总投资 150 万元，其中设备投资 50 万元，运行费用 60 万元/年，设备寿命 3 年，经济效益 900 万元/年，投资回收年限 3 年。</p>	<p>该技术 2007 年 8 月在南京投入运行，产品经数十家用户使用，处于国内行业领先水平。产品的市场占有率大、面广，规模化制造应用，前景广泛。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
31	硅片线切割废砂浆再生技术	该技术利用线切割废液的杂质和碳化硅的物理化学性质不同,进行加速度分离和化学反应得到碳化硅,再依据碳化硅不同颗粒度重新进行调整;再经过适当的化学处理,强化碳化硅微粉的切割性能,从而得到理化指标与新品碳化硅相似的回收碳化硅成品。该技术的关键点在于通过多级固液分离、浮选机干燥等手段,将无毒无害的碳化硅及聚乙二醇基水溶性悬浮液混合物进行分选处理,将砂浆再生技术、工艺以及设备不断升级,以获得可再生循环使用的碳化硅微粉及悬浮液产品。	该技术年处理硅片切割砂浆 7.5 万吨,砂浆含量为:硅 40%、碳化硅 50%和金属 10%。碳化硅的粒度集中在 8-10 微米,硅的粒度集中在 1-3 微米,可将其中 95%以上的硅和碳化硅进行回收。总投资 28778 万元,其中设备投资 7980 万元,运行费用 7800 万元/年,设备寿命 10 年,经济效益 6600 万元/年,投资回收年限 3.5 年。	该技术 2008 年 12 月投入运行,在使用硅片生产企业则可以达到砂浆综合利用率达 75%的效果,节约生产加工成本 30%以上。硅片切割砂浆的循环利用已经成为全球所有硅片加工企业的大势所趋,至今为止已经没有硅片企业再将砂浆单独使用一次后就废弃,而是全部需要循环利用。
<b>六、多种固废协同综合利用生产建材技术 (3 项)</b>				
32	新型半干法建通窑利用工业固体废物烧制水泥熟料技术	建通窑技术运用全新的窑体设计理念,完全利用工业固废,开发高饱和比、高硅率、低液相、多晶种、多尾矿等固废低排、保质低能耗的新配方,保证熟料的烧结性能,并组合创新智能自控系统,实现了窑内风量和上火速度的有效可控,同时改进预加水成球系统,改善窑内横截面积通风分布状况,并利用烟气调节控制,确保废渣配方熟料煅烧达到深暗火操作。形成了低环境负荷水泥生产工艺技术。关键技术为窑炉工艺技术的改进。	该技术一条生产线可年处理工业废渣 160 万吨,能用 100%工业废渣替代熟料原料,年生产水泥熟料 100 万吨,熟料产品 3 天强度可达到 32 兆帕,28 天强度达到 58 兆帕,均达到干法旋窑优等熟料标准。总投资 12000 万元,其中设备投资 5000 万元,运行费用 14000 万元/年,设备寿命 20 年,利润 6000 万元/年,投资回收年限 3 年。	该技术 2004 年 9 月投入运行,已在全国 17 个省试用,全国共有 90 多条生产线投入运行。该技术利用熟料生产工艺消纳工业固废,可以解决因工业废弃物造成的环境污染和占用土地问题,带动环境效益和经济效益,具有很好的推广前景

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
33	固体废弃物制作新型墙材技术	<p>该技术是以粉煤灰、尾矿、炉渣以及建筑垃圾等固体废物为主要原料，添加生石灰、石膏及骨料等生产蒸压砖的节能环保技术。适用于不同的原材料体系及不同工艺配方，并可实现多次加压与排气，生产粉煤灰蒸压砖、灰砂蒸压砖等产品，各种坯体的成型质量高。关键技术为砖坯压制成型技术。</p>	<p>该技术每年可消纳粉煤灰约 10 万吨，尾矿砂约 14 万吨，年产 6000 万块粉煤灰标砖。产品符合标准 JC239-2001《粉煤灰砖》及 JC/T422-2007《非烧结垃圾尾矿砖》。总投资 965 万元，其中设备投资 719 万元，运行费用 1091 万元/年，设备寿命 8 年，经济效益 802 万元/年，投资回收年限 1.2 年。</p>	<p>该技术 2010 年 10 月投入运行，已在 40 余家企业推广使用，生产线运行正常。国内对新型墙材生产技术及装备需求旺盛。该技术装备可以减少废弃物堆放占用土地，生产的新型墙材也可代替传统粘土砖使用，同时该技术生产过程比传统粘土砖生产过程节能 30%-50%，具有很好的市场前景。</p>
34	工业废渣粉料计量与控制系统	<p>该技术基本原理为：(1)计量原理：基于科里奥利力学原理，通过测量物料匀速转动的测量盘时产生的力矩而获得被测粉煤灰等工业废渣粉料流量大小的信号；(2)系统原理：针对粉煤灰等工业废渣粉料自身的材料特性，从系统工程角度出发，将粉料掺量控制与其关联的工艺系统作为一个具有特定功能的有机整体，对粉煤灰等工业废渣特性、储存、输送、助流、给料等进行全方位计量和控制。关键技术为工业废渣粉料掺量控制和与其关联的工艺系统。</p>	<p>目前该技术装备每年计量及控制的工业废渣粉料总量至少 3000 万吨以上。</p> <p>设备主要技术指标和技术特点如下：1、量程范围达到 1000m<sup>3</sup>/h；2、计量准确度优于±0.5%；3、控制精度优于±1.0%；4、允许物料水分&lt;3%；5、允许物料粒度≤3mm；6、可实现在线标定功能；7、耐磨测量盘等易损件使用寿命可达 3 年以上；8、在线通过式连续计量；9、计量过程为全密封状态，无环境污染；10、解决了大流量粉体物料稳定给料技术难题。以年产百万吨水泥生产企业外掺粉煤灰混合材为例，在没有准确计量与控制装备情况下，水泥企业化验室一般按减比例控制(减量达 3~5%)控制外掺量。应用于本技术成果，保证了企业可以</p>	<p>目前已销售 470 余套设备，已在 100 余条新型干法水泥熟料生产线和粉磨站上广泛运用，并出口巴西、越南等国家。产品配套程度占市场 10% 左右，在水泥粉磨站、混凝土搅拌站、老厂改造领域存在市场空间，有广泛应用前景。</p>

			根据熟料标号，按照国家标准上限控制粉煤灰掺加量，若按增加 1%粉煤灰外掺量计算，仅此一项，每年即可为企业带来 70 万元直接经济效益（一般粉煤灰同熟料粉每吨差价在 70 元以上）。单台设备投资约 25 万元，投资回收年限仅 0.4 年。由于成果使用寿命长，易损件价格低，大大节省了企业长期运行成本。	
--	--	--	---	--

### 七、石化及化工固体废物综合利用技术（6 项）

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
35	废润滑油生产再生基础油技术	该技术主要是靠不同物质分子运动平均自由程的差别实现分离。当废润滑油沿加热板流动并被加热，轻、重分子会逸出液面而进入气相，由于轻、重分子的自由程不同，因此，分子从液面逸出后移动距离不同，则轻分子达到冷凝板被冷凝排出，而重分子达不到冷凝板沿混合液排出。这样，可将基础油从废润滑油中分离出来，再通过络合脱氮、低温吸附技术进行精制，生产出合格再生基础油。关键技术为热管式分子蒸馏技术及脱氮剂、吸附剂合成技术。	2 万吨/年废润滑油再生基础油项目建设期为 2 年，投产当年生产负荷设定为 85%，次年达到 100%，以后每年均按 100%生产负荷计，产出润滑油基础油 16400 吨及副产品 3000 吨。润滑油基础油产品满足中石化“Q/SHR001-95 润滑油基础油”标准要求。总投资 7963.04 万元，经济效益 2079.29 万元/年，投资回报年限 5.12 年。	由于国内基础油的不足，而消费需求大幅增长，预计 2015 年国内基础油需求量为 1030 万吨，缺口将超过 220 万吨。此技术生产的再生基础油成本较低，具有明显价格优势。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
36	废弃油脂制备生物柴油成套技术	<p>该技术利用废弃油脂经脱杂、酸炼、脱胶、水洗、沉降、干燥脱水和过滤后制得精制油，利用催化剂使精制油与甲醇进行酯交换反应，生成脂肪酸甲酯。反应过程中对未反应的甲醇回收循环利用，并将生成的甲酯处理后得到混合粗甲酯，再利用三塔连续真空精馏方式分离混合粗甲酯，得到燃料油、生物柴油、棕榈酸甲酯、重油。关键技术为油脂改性均质化预处理技术、新型化学助剂脱胶技术、高压电场脱水技术、两步酸催化的生物柴油合成技术、有机酸催化生物柴油合成技术及混合甲酯三塔连续精馏分馏技术。</p>	<p>该技术年处理废弃油脂 20 万吨，成品收率达到 95%；成品酸值达到 0.5mgKOH/g 以下，混合脂肪酸甲酯的精确分离精度达到 99%。总投资 6.4876 亿元，经济效益 2.25 亿元/年，投资回收年限 3 年。</p>	<p>该技术 2009 年应用于生产。此技术突破了原有技术对原料利用率低、成本高、选择性强的技术难题；解决了酸值与产品收率存在矛盾的问题和因原料变化而造成生物柴油质量变化的难题。使生物柴油的品质、附加值和产量得到极大提升，为拓展生物柴油的应用领域、开发生物柴油产业链奠定坚实的基础。</p>
37	丙烯酸及酯类废油资源化处理技术	<p>该技术可从丙烯酸及酯类废油中高效提取丙烯酸和酯类产品，回收率达到 85%以上。首先对产生的废水进行技术处理产出水渣浆，再输送到燃烧炉前进入雾化燃烧器，在二次空气的混合下进行燃烧。产生的延期温度高达 1200℃，对其收集再利用。关键技术在于自主研发的丙烯酸及丙烯酸酯类废油回收装置，PCC-250 型化工残渣处理焚烧炉和资源化处理办法。</p>	<p>该技术年综合利用丙烯酸废油 12000 吨；丙烯酸酯废油回收率≥85%；丙烯酸酯转化率≥98%；产品丙烯酸丁酯含量≥99.5%；裂解废渣焚烧率≥99%；焚烧热能回收利用率达到 100%，三废排放达标率 100%。总投资 5680 万元，经济效益 1520 万元/年，投资回收年限 6 年。</p>	<p>该技术 2005 年应用于生产，年处理丙烯酸及酯类废油 1.2 万吨，年产值 1 亿元，此技术解决了丙烯酸及酯类废油对地表水和地下水的污染问题，实现了资源的有效利用。具有推广意义。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
38	精对苯二甲酸(PTA)残渣资源综合利用技术	<p>该技术采用热水溶解、固液分离、精馏等集成技术，从 PTA 化工残渣中分离出醋酸、苯甲酸、对苯二甲酸等化工产品，总的产品回收率可达 60%左右，其余废渣进入免助燃焚烧炉进行焚烧处理，产生的热能通过有机热载体炉或蒸汽锅炉回送到资源化利用装置再利用，产生的烟气经过净化后达标排放，并从富集灰渣中提取钴、锰等贵金属。关键技术为高效固液分离技术、灰渣中提取钴锰等重金属技术等。</p>	<p>该技术年利用 PTA 残渣 3 万吨，生产的苯甲酸、对苯二甲酸等化工产品 18000 吨。产品质量达标率≥98%，排放烟气(包括二噁英)优于国家标准 GB18484-2001。总投资 4500 万元，经济效益 2800 万元/年，投资回收年限 3 年。</p>	<p>该技术 2008 年应用于生产。此技术填补了国内空白，我国 PTA 产能已超过 1200 万吨/年，残渣产生量约 20 万吨/年，该技术可使 PTA 残渣得以充分利用。具有推广价值。</p>
39	废弃四氯化碳生产四氯乙烯技术	<p>该技术利用废弃的四氯化碳与天然气、氯气在反应温度为 600℃和反应压力为 0.3Mpa 的条件下进行反应生产粗品四氯乙烯，再经过脱氢、精馏、中和、干燥等工序得到高品质四氯乙烯。技术的关键在于生产控制指标和工业化装置的改进。</p>	<p>该技术年处理废弃四氯化碳达到 5000 吨，年产四氯乙烯 7000 吨，产品中四氯乙烯主含量 99.99%，水分 50PPm，酸度 1PPm，游离氯 0.1PPm，pH 值在 6.5~7.5 之间，色度≤5。总投资 1.0573 亿元，经济效益 2400 万元/年，投资回收年限 4.5 年。</p>	<p>该技术 2007 年应用于生产，该技术特别适用于甲烷氯化物生产厂家，可彻底解决副产四氯化碳的出路问题，同时产生较好的经济效益。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
40	碱回收白泥生产轻质碳酸钙技术	该技术利用从纸浆造纸碱中回收的白泥制备轻质碳酸钙。基本原理为：利用压滤机去除原绿液软杂质、解絮机解絮细化白泥并保持其基本粒度结构、旋振筛去除石灰硬杂质、碱炉烟道气碳化过量灰等，使碱回收白泥达到商品轻质碳酸钙的性能指标和使用要求。关键技术为滤液压滤，预挂洗碱，旋振筛分，炉气碳化和解絮细化等工艺。	该技术一条生产线年处理白泥 6 万吨，回收率可达 100%。生产的碳酸钙产品指标为：细度：500 目，白度：90%，D98 粒径：28 $\mu$ m，D50 粒径：5 $\mu$ m，沉降体积：2.4 ml/g，325 目筛余物：0.3%，pH 值：8.5~9.5，盐酸不溶物：0.3%，游离碱：0.05%，残碱：0.3%，尘埃度：0.1mm <sup>2</sup> /g，磨耗值：2.5mg。总投资：1530 万元，其中设备投资：1410 万元，运行费用：810 万元/年，设备寿命 15 年，经济效益：690 万元/年，投资回收年限 2.2 年。	按照目前国内已配套运行的 200 条碱回收生产线推算，每年的白泥产量就接近 200 万吨。如果能全部配套碱回收白泥制备轻质碳酸钙项目，每年至少能消除近 200 万吨的白泥二次污染，压缩 200 万吨工业碳酸钙的开采和生产，减排 15 万吨的二氧化碳，相当于节省 14 个亿的原材料消耗，同时还能节约 5 个多亿的生产成本。

#### 八、废橡胶、废塑料、废纸综合利用技术（4 项）

41	废橡胶处理及综合利用技术	该技术利用废旧橡胶生产再生橡胶，主要技术包括“废轮胎自动化成套处理技术”和“橡胶再生常压高温连续脱硫技术”。前者技术是将原有条形刀硬质合金堆焊结构组成的破碎磨面，改为网状环绕形破碎结构，该结构分为三个梯形区域：粗碎区、中碎区和细碎区，可任意调整胶粉细度。并通过磁选、分选一次性 100%分离出高品质精细胶粉、钢丝、纤维。后者技术是用管道流动床，取代压力罐，采用变频无极调速和数显控温，从而达到稳定、优质的产品质量。从而制备出再生橡胶。	该技术年处理废旧橡胶 53425 吨，年产再生橡胶 41096 吨，年产值达到 34241 万元。橡胶再生常压高温连续脱硫工艺技术达到国标 GB/T13460-1992 再生橡胶优级品指标，符合特技轮胎再生橡胶的性能。总投资 6886 万元，经济效益 2311 万元/年，投资回收年限 2.63 年。	此技术已经在四川省、浙江省得以应用。四川省项目 2010 年开始运行，年处理废橡胶 1000 吨，年产值 481 万元。浙江省项目 2010 年开始运行，年处理废橡胶 3100 吨，年产值 1443 万元。此设备技术能耗低，投资回报率高。整个生产过程无味、无污水、无废气、无废渣。
----	--------------	---	--	--

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
42	废橡胶生产稳定型橡胶沥青技术	<p>该技术利用废旧橡胶制作橡胶沥青。其原理为胶粉吸收沥青中的芳香分而膨胀，软化，沥青中的芳香分减少，导致沥青粘度增大，沥青和橡胶粉的界面逐渐模糊，生成一种高弹性凝胶状物质，形成整体性能明显优于基质沥青的复合胶结材料。</p>	<p>该技术年回收处理废轮胎 3 万吨，全部用于生产橡胶改性沥青，沥青混合料的针入度、软化点、粘度、弹性恢复等各项性能指标稳定，具有不离析、不沉淀、可储存、可长距离运输等特点。产品成品储存时间在 90 天以上，常温弹性恢复大于 70%，177℃表观粘度要小于 2.0Pa.S。总投资 2000 万元，经济效益 500 万元/年，投资回收年限 5 年。</p>	<p>该技术已在厦门海沧区投入使用，利用废旧轮胎橡胶粉作为改性剂制作的橡胶沥青性，能有效延缓路面反射裂缝，具有降低路面噪音等效果，而且废橡胶粉的价格远低于目前常用的改性剂，使废旧橡胶粉改性沥青路面也迎来了发展机遇。</p>
43	纸塑铝复合包装废弃物分离技术	<p>该技术采用渗透软化剂和缓蚀剂法纸塑分离工艺、铝塑分离工艺，将不可降解铝塑纸复合包装废料有效、彻底地分离，并充分利用分离出的材料，制成再生纸浆、再生聚乙烯、再生铝屑等。既能保证产品有较高的质量，又能提高原材料的综合回收率，降低原材料的使用成本。</p>	<p>该技术年处理 8 万吨复合包装材料，其中包括 3 万吨纸塑复合材料，5 万吨铝塑复合材料。年产再生纸浆 1.8 万吨、再生塑料（颗粒）4 万吨、再生铝屑 0.4 万吨。总投资 14000 万元，其中设备投资 6549.19 万元，运行费用 4000 万元/年，设备寿命 5-10 年，经济效益 5245 万元/年，投资回收年限 5.86 年。</p>	<p>该技术已经连续运行多年。渗透软化剂和缓蚀剂法具有成本低、污染小、能耗低、操作容易、药剂可循环使用等特点，工艺、配方可推广至国内各纸塑铝复合包装回收材料生产上。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
44	废纸脱墨浆生产超薄包装纸	<p>该技术使用 80% 自制废纸脱墨浆生产 12g/m<sup>2</sup> 超薄包装纸, 利用公司脱墨车间自制的废纸脱墨浆与进口针叶木商品浆板按一定配比, 并通过工艺流程调整和工艺技术的改造, 使用新型化学品等技术, 研发生产超低定量的薄型包装纸。关键技术为脱墨工艺、漂白工艺、废纸脱墨浆与针叶木浆分开打浆工艺等。</p>	<p>该技术年处理废纸 20 万吨, 生产的包装纸指标如下: 纸张定量: 12.0g/m<sup>2</sup>; 紧度: 0.50g/cm<sup>3</sup>; 裂断长: 2.37km; 撕裂度: 71.5mN; 白度: 89.4%; (0.3~1.0) mm<sup>2</sup> 尘埃度: 36; 其中 (0.3~1.0) mm<sup>2</sup> 黑色尘埃: 4; 大于 1.0~2.0 mm<sup>2</sup> 的尘埃度: 0; 水分: 6.9%。各项质量指标除纸张定量外, 完全达到 14g/m<sup>2</sup> 薄页包装纸的要求。总投资: 3800 万元, 其中设备投资 3200 万元, 设备寿命 8 年, 经济效益 21786 万元/年, 投资回收年限 0.2 年。</p>	<p>该技术目前正在福建省投产, 形成年产 3 万吨到 6.7 万吨的生产能力。市场销售情况为: 产量占福建省产量 60% 以上, 约占国内市场的 12%。市场准入门槛比较高, 竞争对手少, 市场前景看好。</p>
<b>九、制革工业固体废物综合利用技术 (3 项)</b>				
45	铬泥生产铬鞣剂技术	<p>该技术通过水解方法去除铬泥中大部分与铬盐结合的有机物, 再通过氧化方法去除残余的有机物, 然后通过碱度和浓度调整得到具有良好鞣性的铬鞣剂, 干燥后得到铬粉产品, 该产品可以代替商品铬粉用于制革生产。水解产生的蛋白液经过改性后可以制成用于制革的复鞣剂, 回用于制革生产。关键技术为铬泥中杂质蛋白的去除和铬盐鞣性的恢复技术。</p>	<p>该技术年处理铬泥废弃物 2000 吨, 利用率达到 99.9% 以上, 年产铬鞣剂和复鞣剂 800 吨; 总投资 60 万元, 其中设备投资 40 万元, 运行费用 40 万元/年, 设备寿命 20 年, 经济效益 400 万元/年以上, 可节约 240 万元/年的危废物处理费用, 投资回收年限 0.2 年。</p>	<p>该技术已经在福建省、江苏省、山东省和浙江省近十家企业得到应用。综合利用产品为铬鞣剂和复鞣剂, 该技术既节约了危废物填埋的成本, 又节约化工材料, 为制革厂带来良好的经济效益, 具有很好的市场前景。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
46	利用铬革屑生产再生纤维革技术	<p>该技术采用湿法开纤方法对铬革屑进行处理得到皮革纤维绒，再使用水力解纤得到真皮纤维的水分散液，然后通过染色加脂和混胶，得到真皮纤维浆料并使用连续生产线进行持续铺网、滤水、真空脱水、挤水、微波干燥、烘干后得到再生真皮纤维革坯，革坯经过熨压、磨革、移膜和压花后得到再生真皮纤维革产品。关键技术为铬革屑的湿法开纤、水力解纤、染色加脂和成型整理技术。</p>	<p>该技术年处理 5000 吨铬革屑废弃物，再生利用率达到 99.9%以上，年产纤维革产品量 3000 吨。总投资 1000 万元，其中设备投资 400 万元，运行费用 1000 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 500 万元/年，投资回收年限 2 年。</p>	<p>该技术已经投入生产近两年，在河北省已建成年处理能力 10000 吨的铬革屑生产线。将铬革屑制备成为再生纤维革产品，既节约了危废物填埋的成本，又具有良好的经济效益，市场前景良好。</p>
47	制革废渣生产制革用蛋白填料技术	<p>该技术利用保毛脱毛工序产生的废牛毛、鞣制前产生的废灰碱皮渣和鞣制后产生的含铬废皮渣为原料，运用酶降解及化学方法对废毛和废皮渣进行一系列预处理、水解、改性后再经浓缩干燥制成蛋白填料，用于制革的复鞣填充。</p>	<p>该技术年处理制革废毛 1700 吨、废灰碱皮渣 800 吨、含铬废皮渣 500 吨，生产制革用蛋白填料共约 800 吨。蛋白质填料中的蛋白质≥70%，水分 10~15%，pH 值 6~7。总投资 3000 万元，其中设备投资 1000 万元，运行费用 200 万元/年，设备寿命 7 年，经济效益 800 万元/年，投资回收年限 5 年。</p>	<p>该技术 2008 年 4 月投入运行，两年的生产期间，共处理制革废渣 2140 吨，利用制革废渣生产制革复鞣用蛋白填料 600 吨，减少化学需氧量（COD）产生量 430 吨，减少总氮产生量 58 吨。整体技术具有国际领先水平，环境效益、经济效益和社会效益显著，推广应用前景广泛。</p>

## 十、其他有机固体废物综合利用技术（5项）

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
48	剑麻渣提取剑麻皂素技术	该技术将剑麻渣用压榨机榨取汁液，汁液在发酵池中发酵，过滤掉发酵物中水分并在低温下干燥得到麻膏，将麻膏在酸性条件下水解，水解物钙化后进行乙醇回流提取，将提取液脱色并加入适量助剂后浓缩结晶，得到剑麻皂素初品，初品重结晶得到剑麻皂素产品。关键技术为采用密闭体系降低乙醇的消耗，优化传统纯化工艺等。	该技术年处理剑麻麻渣 20 万吨，年产剑麻皂素 100 吨。剑麻皂素质量分数 85%~100%，熔点 196℃~206℃，澄清透明，外观呈白色粉末或晶体，乙醇消耗量≤10T。总投资：2200 万元，其中设备投资 1260 万元，运行费用：600 万元/年，设备寿命 10 年，经济效益 4200 万元/年，投资回收年限 3 年。	该技术已建立完成年产 100 吨剑麻皂素水解和提取车间。由于皂素市场前景好，薯蓣（黄姜）资源过度开发，已面临枯竭，而利用剑麻皂素、番麻皂素等合成部分药物工艺要比薯蓣皂素更简单容易，因此剑麻皂素的市场前景看好。
49	果皮果渣提取果胶联产辛弗林技术	该技术将果皮果渣粉碎后进入洗渣反应釜，经高温洗脱后废水进入树脂吸附塔，固体进入萃取反应釜，再次经过高温萃取，得到含果胶的液体，经降膜浓缩后，加入提取液，经卧螺离心机固液分离，糊状物经喷雾干燥得到果胶半成品，进一步粉碎包装后为成品果胶。提取液经蒸馏塔回收酒精，残液会同洗渣废水进入树脂吸附塔，吸附后经洗脱、三效降膜蒸发器浓缩后，经喷雾干燥过筛制成辛弗林成品。萃取后果渣经加工处理形成生物质燃料供锅炉燃烧。	该技术年处理新鲜果皮果渣 25 万吨，年生产果胶 300 吨，辛弗林 100 吨，生物质燃料 12000 吨。果胶产品胶凝强度达到 180°（±5°），总半乳糖醛酸≥89.5%，反应收率可达到 13%以上；辛弗林含量≥98%，反应收率达到 5%以上。总投资 4745 万元，其中设备投资 2358 万元，运行费用 8739 万元/年，设备寿命 15 年，经济效益 530.6 万元/年，投资回收年限 9.6 年。	该技术实现了“资源—产品—再生资源”的物质循环流程，所有原料和能源都在这个循环中得到合理利用。对促进我国果业现代化发展起到带头作用，体现出典型的绿色循环经济特征。

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
50	无害化处理废弃酒糟工艺技术	<p>该技术对废弃酒糟进行链式资源化开发利用，生产复糟酒、蒸汽和白炭黑。首先在废糟中加入糖化酶进行糖化，然后再加入固体酵母进行发酵，发酵结束后出窖蒸馏制酒，使其残淀&lt;7%，再将废糟经烘干送至采用室，利用室燃与层燃相结合的燃烧技术的特种酒糟锅炉生产蒸汽。燃烧后含碳量&lt;10%的灰渣在 95℃下与氢氧化钠溶液反应，经冷却、洗涤得水玻璃后，继续升温熟化，在 42℃下加入稀硫酸熟化，90℃加入硫酸升温至 95-100℃熟化，最后经冷却、洗涤、干燥、研磨得白炭黑。关键技术为先糖化、后发酵固态酿酒技术、废糟作燃料生产蒸汽技术、低压液相法生产白炭黑技术等。</p>	<p>该技术年处理废酒糟 50 万吨，年产复糟酒 15000 吨、锅炉蒸汽 90 万吨、白炭黑 5000 吨。产品符合 HG/T3061~3073-1999 标准。环保过滤烟尘控制在 200mg/m<sup>3</sup> 以下。总投资 43000 万元，其中设备投资 30660 万元，运行费用 1800 万元/年，设备寿命 20 年，经济效益 38900 万元/年，投资回收年限 10 年。</p>	<p>该技术 1999 年 6 月投入运行，正常运行 12 年，形成废弃酒糟链式综合利用技术及产业链，实现了对废弃酒糟的充分利用。</p>
51	固废制备生物质颗粒设备技术	<p>该技术采用平模生物质颗粒机制备颗粒，以农林三剩物、工业固体废物为生产原料，将经过烘干或晾晒，水分在 13%左右的原料通过重力喂送至主机，压辊转动压缩，将原料完全压入模具，在生产过程中不使用任何添加剂、粘合剂，在设备制料室完成生物质原料热裂解过程、将压入模具的原料物理固化，在物理固化过程中，自然成型颗粒。从而解决了环模压缩过程中直接挤出而没有固化成型过程所生产出的颗粒结构疏松、抗碎性差、不能充分燃烧的问题。</p>	<p>以年产 4.5 万吨生物质固体成型燃料为例，年回收利用工业固体废物、农林三剩物 15 万吨，每年为国家节约标准煤 10 万吨，减少大量的二氧化碳、二氧化硫排放量。总投资 1500 万元，其中设备投资 950 万元，设备寿命 5 年，经济效益 3600 万元/年，投资回收年限 7.9 年。</p>	<p>该设备技术于 2010 年 5 月投入运行，可使工业固体废物、农林三剩物等得到综合利用，制备节能环保清洁燃料，用途广泛，既可作为可再生能源替代燃煤、汽油、柴油等，又可作为原材料制作竹炭。随着全球范围的大力倡导“低碳生活”，生物质燃料推广应用前景广泛。</p>

编号	技术名称	技术简介	技术经济指标	技术应用情况及推广前景
52	工业有机剩余物节能环保处理及资源化技术	<p>该技术利用先进的机械设备对高含水量的木薯酒糟渣、淀粉渣、糖厂滤泥、工厂化养殖禽畜粪便等工业有机剩余物进行脱水，使其达到生物发酵的起始水分要求，再结合生物好氧发酵技术，对脱水后的有机剩余物直接进行槽式动态好氧发酵，依靠有机剩余物自身的生物质能，在发酵腐熟过程中，实现物料干燥，最终实现有机剩余物资源化为有机原料。技术核心是高效机械脱水技术和高效槽式动态好氧发酵技术。</p>	<p>(1) 脱水设备技术指标：处理含水量 85-90% 有机剩余物的能力为 8 万吨/年，压滤后含水量 60% 的有机剩余物产量 3-5 吨/小时，产品耗电 2-3 度/吨；(2) 发酵技术指标：处理含水量 60% 的有机剩余物能力为 4 万吨/年，单机处理得到发酵腐熟含水量 30% 的有机原料 2 万吨/年，耗电 20 度/吨。总投资 560 万元，其中设备投资 397 万元，运行费用 526 万元/年，设备寿命 12 年，经济效益 239 万元/年，投资回收年限 3 年。</p>	<p>该技术于 2010 年 9 月投入运营，能够与排放企业的生产线直接对接，可将大批量工业有机剩余物实现规模化、多元化和清洁化利用。在避免二次污染的同时，还能大幅降低废渣处理成本，经济效益显著，具有广阔的市场推广前景和价值。</p>

附件 2

# 工业固体废物综合利用先进适用 技术简介

中华人民共和国工业和信息化部

2013 年 3 月

# 目 录

<b>I 尾矿、赤泥综合利用技术</b>	
一、尾矿渣制备高性能微晶玻璃技术.....	32
二、粘土矿物尾矿高效综合利用技术.....	33
三、尾矿、高炉渣生产新型复合材料技术.....	36
四、废石料规模化优质高效利用技术.....	37
五、锰尾渣永磁综合分选及利用技术.....	40
六、拜耳法赤泥回收铁技术.....	42
<b>II 煤矸石、燃煤固废及工业副产石膏综合利用技术</b>	
七、煤矸石似膏体自流充填技术.....	44
八、泵送矸石填充技术.....	47
九、用粉煤灰制备活性炭技术.....	49
十、造气渣综合利用技术.....	51
十一、工业副产石膏生产纸面石膏板及其它新型建材技术.....	53
<b>III 钢铁冶金工业固体废物综合利用技术</b>	
十二、钢渣综合利用技术.....	55
十三、超细钢渣粉生产改性 S95 级矿渣粉技术.....	57
十四、熔融钢渣热闷处理及金属回收技术.....	59
十五、钢渣非金属磨料技术.....	61
十六、冶金渣返炼钢生产技术.....	63
十七、炼铁除尘灰综合利用技术.....	65
十八、硅系合金烟尘分离提纯活性二氧化硅微粉技术.....	67

十九、电解锰渣污染治理及综合利用技术.....	69
<b>IV 有色冶金工业固体废物综合利用技术</b>	
二十、鼓风炉还原造钨熔炼清洁处置重金属（铅）废料技术.....	71
二十一、银转炉渣湿法处理技术.....	73
二十二、电解铝废料分离提纯技术.....	75
二十三、含锌炼铁烟尘综合利用技术.....	77
二十四、含硫铅渣生产粗铅、硫酸钠技术.....	78
二十五、废旧镍铜、镍铁合金利用技术.....	81
二十六、利用含铜废弃物制备高纯亚微米超微细铜粉.....	82
<b>V 建材及新材料工业固体废物综合利用技术</b>	
二十七、废弃砷资源循环利用技术.....	83
二十八、利用陶瓷废料生产干挂空心陶瓷板技术.....	85
二十九、废旧玻璃生产无铅玻管应用技术.....	87
三十、固体废物生产复合增强纤维技术.....	88
三十一、硅片线切割砂浆再生技术.....	90
<b>VI 多种固废协同综合利用生产建材技术</b>	
三十二、新型半干法建通窑利用工业固体废物烧制水泥熟料技术..	92
三十三、固体废弃物制作新型墙材技术.....	94
三十四、工业废渣粉料计量与控制系统.....	96
<b>VII 石化及化工固体废物综合利用技术</b>	
三十五、废润滑油生产再生基础油技术.....	99
三十六、废弃油脂制备生物柴油成套技术.....	101

三十七、丙烯酸及酯类废油资源化处理技术.....	105
三十八、精对苯二甲酸 (PTA) 残渣资源综合利用技术.....	107
三十九、废弃四氯化碳生产四氯乙烯技术.....	109
四十、碱回收白泥生产轻质碳酸钙技术.....	111
<b>VIII 废橡胶、废塑料、废纸综合利用技术</b>	
四十一、废橡胶处理及综合利用技术.....	113
四十二、废橡胶生产稳定型橡胶沥青技术.....	116
四十三、纸塑铝复合包装废弃物分离技术.....	118
四十四、废纸脱墨浆生产超薄包装纸.....	120
<b>IX 制革工业固体废物综合利用技术</b>	
四十五、铬泥生产铬鞣剂技术.....	122
四十六、利用铬革屑生产再生纤维革技术.....	124
四十七、制革废渣生产蛋白填料技术.....	125
<b>X 其他有机固体废物综合利用技术</b>	
四十八、剑麻渣提取剑麻皂素技术.....	127
四十九、果皮果渣提取果胶联产辛弗林技术.....	130
五十、无害化处理废弃酒糟工艺技术.....	131
五十一、固废制备生物质颗粒设备技术.....	132
五十二、工业有机剩余物节能环保处理及资源化技术.....	134

# 一、尾矿渣制备高性能微晶玻璃技术

**1.技术名称：**尾矿渣制备高性能微晶玻璃技术

## 2.技术简介

### 2.1 基本原理

富含 SiO<sub>2</sub> 的铁矿尾矿、钢渣、铬渣、铁尾矿等矿渣均可用来制备微晶玻璃，在其制备过程中还可以同时消耗大量的粉煤灰、民用垃圾焚烧底灰、废玻璃等其它工业或民用废弃物。因此，微晶玻璃已经成为各种矿渣处理的一种重要形式，其板材产品已经在建筑领域得到了应用。根据包头及周边地区的白云鄂博二次选后尾矿、钢渣、粉煤灰的成分特点和各成分在微晶玻璃中的基本作用规律和原理基础上，通过合理的组分设计和长期的熔铸成形、核化、晶化等热处理工艺的探索来优化组分与工艺，突破了原料成分波动影响性能、熔窑设计、熔料控制等多项技术难题，最终制备了一种高性能微晶玻璃，形成了一整套高性能矿渣粉煤灰微晶玻璃制品产业化集成技术。该技术经过三年的检验，得到的产品性能指标为：微晶玻璃管材：弯曲强度 ≥ 97%；压缩强度 ≥ 1200Mpa；耐碱度（20%NaOH）≥ 97%；耐酸度（1.84g/cm<sup>3</sup>）≥ 98%；莫氏硬度 9 级；体积密度 2.9-3.2g/cm<sup>3</sup>；磨耗量 ≤ 0.04g/cm<sup>2</sup> 使用温度 200-700℃；抗弯强度 ≥ 180 /Mpa；显微硬度 9Gpa。

### 2.2 工艺路线

技术的工艺路线为：基础玻璃组分设计 → 配料称量 → 混料 → 基础玻璃熔制、澄清、均化 → 浇铸成型 → 退火 → 核化 → 晶化。

### 2.3 关键技术

成分设计、基础玻璃熔窑设计、熔料控制技术、结晶控制技术、一次结晶连续生产技术、尾矿微晶玻璃制品大规模生产成套装备技

术，离心铸造法生产微晶玻璃管材成型自动控制技术。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术 2009 年 3 月已在包头市华科稀土陶磁新材料有限公司和包头市天龙混凝土有限责任公司应用，生产车间各设备运转正常，以白云鄂博再选废弃物、粉煤灰等固体废弃物为主要原料，生产过程中除燃料本身排放气体外，无再生有害气体产生，并且生产中废品及用后废品可以作为原料重新再利用，不会对环境产生二次污染。典型项目的投资与收益情况见表 1。

表 1 典型项目的投资与收益情况

总投资	23000 万元	其中:设备投资	10000 万元
运行费用	6000 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	15000 万元/年	投资回收年限	4 年

### 4.推广前景

目前工业领域所用的管径较细耐磨输送管道，通常采用合金高材料或高分子材料，由于其耐磨性较差，需要频繁更换管道，不利于提高劳动生产率、较低生产成本。采用该技术生产的微晶玻璃管材代替耐磨合金管，管道成本可降低 50%，使用寿命可提高 3-4 倍。因此以微晶玻璃代替合金钢、铸石和陶瓷内衬管道的应用是一种发展趋势，具有推广意义。

## 二、粘土矿物尾矿高效综合利用技术

**1.技术名称：**粘土矿物尾矿高效综合利用技术

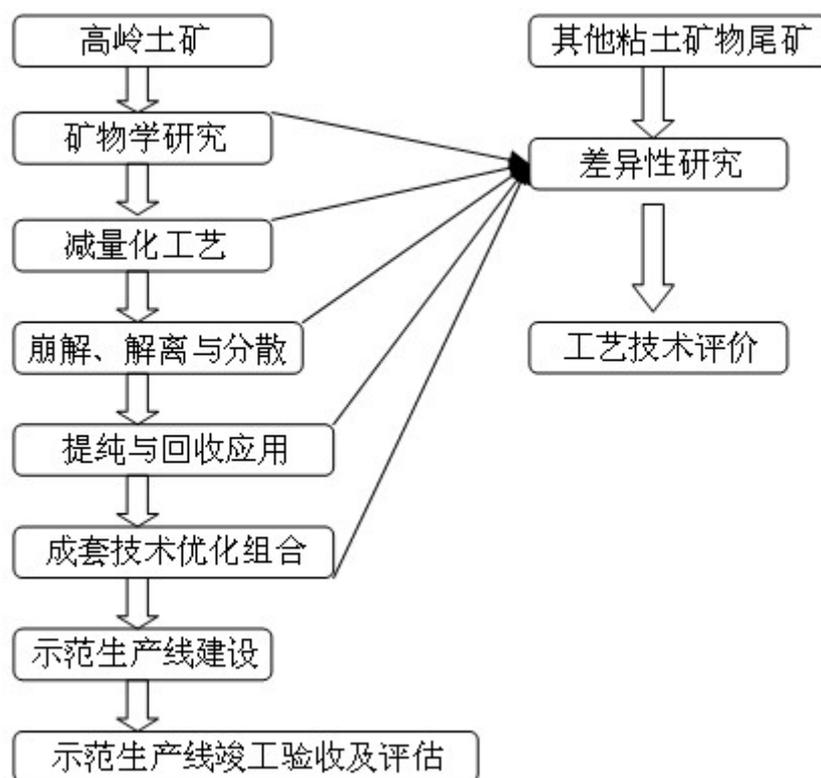
**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

以粘土矿物尾矿崩解技术研究为先导，结合高效解离分散机和新

型分散药剂组合，优化粘土矿物尾矿的解离、分散工艺条件；以粘土矿物及其共伴生矿物工艺矿物学研究为指导，研究粘土矿物尾矿减量化工艺技术及其共伴生矿物的分离和提纯技术，优化分离提纯工艺条件；根据市场需求，制定石英砂产品利用方案和途径；以高岭土尾矿为产业化对象，改进并改造尾矿减量化工艺流程，优化并实施高岭土尾矿高效综合利用生产技术，建设高岭土尾矿高效综合利用生产示范线，实现矿物资源的高效综合利用；在高岭土尾矿高效综合利用的基地上，研究膨润土、凹凸棒石等粘土矿物的尾矿综合利用技术。

## 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

(1) 新型高效分散药剂的研制。通过研究不同分散剂的分散机理，选择合适的组合配比及用量，研制出高效分散组合药剂。

(2) 低能耗新型解离分散机的研制。通过改变解离分散机的结构，

并采用可调速电机，根据矿物的组成和解离需要来调节电机转速，能改善尾矿解离分散效果，并降低能耗。

(3)粘土矿物尾矿分选装置的改进及分选参数的优化。通过改善传统摇床结构，改变冲程，改变进浆浓度等方式，确定合适的分选多数。

(4)粘土矿物尾矿中共伴生低品位金属硫化矿物回收技术。通过对尾矿进行元素分析、物相分析、矿物组成分析，再采用特殊的流程和药剂制度，在不磨矿或者磨矿的条件下，分别实现了高岭土尾矿中铅、铸的回收。

(5)粘土矿物尾矿中离子吸附型稀土与粘土矿物同步回收技术。通过在制浆时加入稀土浸出药剂，研究投料数量、运行时间、水量、电量、药剂用量、矿浆流量、浓度等，并计算各级产率、总产率及生产运行成本，实现高岭土提纯与稀土回收同步进行。

(6)粘土矿物尾矿高效综合利用成套工艺技术及优化设计。将高岭土尾矿处理过程中的各项工艺重新优化组合，建成一条示范生产线，并制定了工艺规范。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术为中国高岭土公司 2010 年 8 月应用于生产，已在两家单位的资源综合利用项目中应用，已建成尾矿处理能力 5 万吨/年生产线，该生产线每小时可处理 15 吨尾矿，建筑砌块生产能力 30 万立方米/年的高效综合利用示范生产线，可回收 24%的中低档高岭土，16%的多金属硫化矿和 60%的石英砂。年产高岭土 1.2 万吨，硫铁矿 0.8 万吨，石英砂 3 万吨，建筑砌块 15 万立方米。项目涉及的产品可广泛应用于建筑、建材、冶金、环保等领域。典型项目的投资与收益情况见表 2。

表 2 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	3840万元	其中:设备投资	1260万元
运行费用	853万元/年	设备寿命	20年
经济效益	1461万元/年	投资回收年限	3年

#### 4.推广前景

据粘土协会统计,目前高岭土行业选矿过程中产生的尾矿废渣的排放量达 2000 万吨/年,这已严重影响了高岭土行业的发展。该项技术目前正在向整个高岭土行业进行推广,国内其它大型高岭土企业,如广东茂名高岭科技有限公司、广西北海高岭土有限公司、福建龙岩高岭土有限公司等都正在着手这方面的工作。同时该成果可以推广应用到国内其它粘土矿物企业或相关行业中,对推动我国高岭土及粘土行业尾矿高效综合利用水平的进步和非金属矿行业的循环发展模式具有积极作用。

### 三、尾矿、高炉渣生产新型复合材料技术

**1.技术名称:** 尾矿、高炉渣生产新型复合材料技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

该技术以粉煤灰、建筑废料、煤矸石和其他矿山的尾矿为基本材料,在高温熔制过程中通过添加剂中微量稀土的作用,形成新的晶体和结构。以不同配方和熔制工艺,制备了一系列耐酸、耐碱、耐磨、耐高温的新型复合材料。

**2.2 工艺路线**

主要包括:成分设计、基础矿渣玻璃熔窑设计工艺,熔料控制工艺、结晶控制工艺、一次结晶连续生产工艺、尾矿新材料制品大规模生产成套装备工艺、离心铸造法生产新材料管材成型自动控制工艺。

## 2.3 关键技术

多孔新材料制备技术，富稀土、铈。萤石稀选尾矿新材料及制造方法，超声波滚筒磁选机，从铁、稀土、铈共生矿选铈工艺等。

## 3.技术应用情况及典型项目

该技术主要采用白云鄂博共伴生矿二次选矿尾矿为添加剂，已应用于内蒙古地区，并建成该系列材料综合利用生产基地。

## 4.推广前景

该技术利用固废为主要原料生产新材料制品，一方面替代天然矿产资源，避免了矿山开采所造成的环境破坏；另一方面变废为宝，消除了工业废渣对环境的污染。该技术可以利用各地矿渣及建筑垃圾为原料，制备性能更优异的耐酸碱、耐磨材料，且制品综合特性是其他材料难以具备的，具有极广的推广前景。

# 四、废石料规模化优质高效利用技术

**1.技术名称：**废石料规模化优质高效利用技术

## 2.技术简介

### 2.1 基本原理

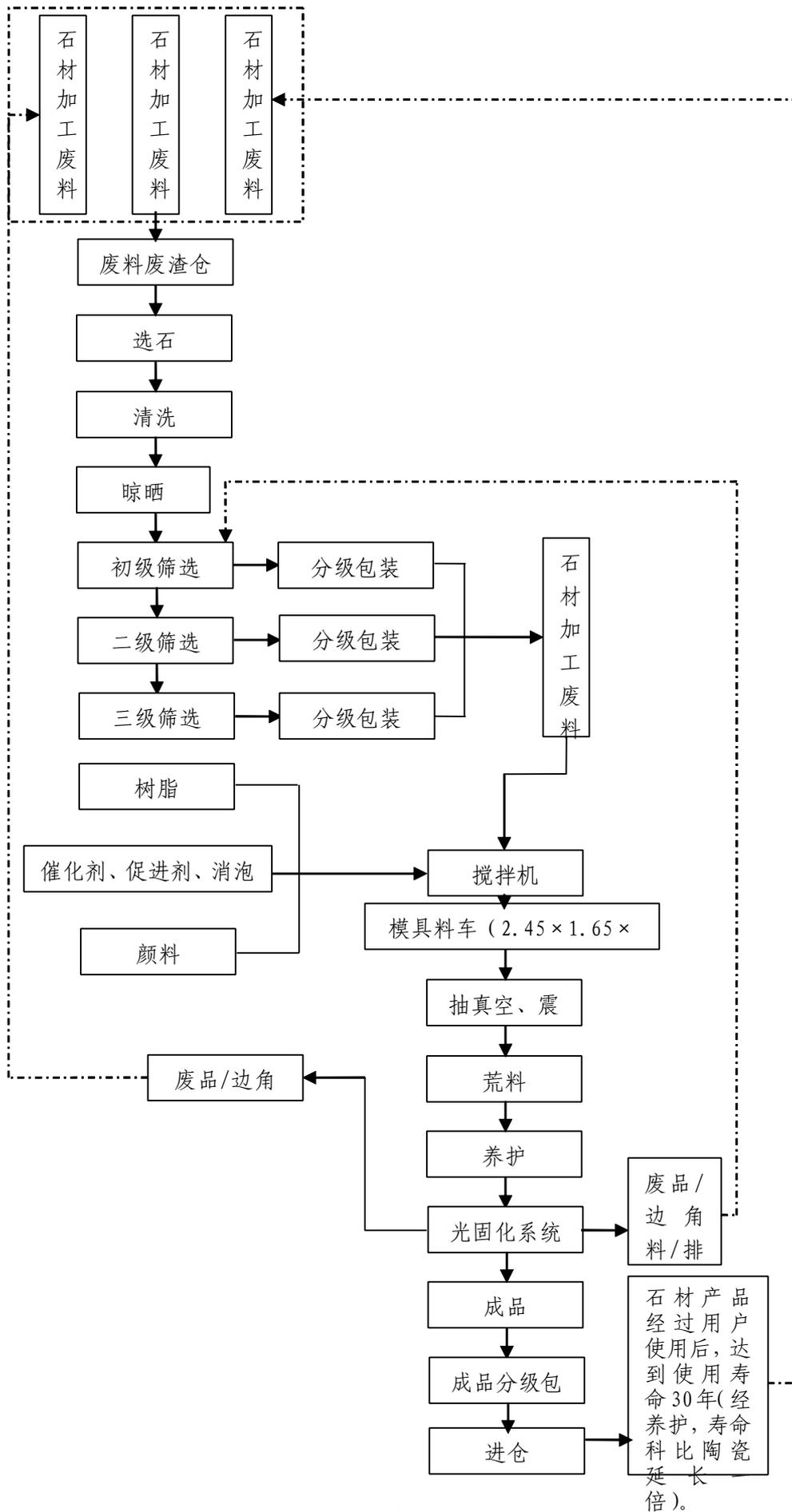
以废石料为基本原料，以有机树脂和无机水泥为粘结剂，按一定的设计比例配比，经胶粘剂、固化剂、助剂等粘结，在常温下经抽真空挤压成型，再经切、磨、抛光、防护等后期处理制成优质全面高仿真天然石材，实现了工业生产过程中废石料的综合利用。

### 2.2 工艺路线

见下页

### 2.3 关键技术

(1) 胶凝材料改进技术；(2) 胚料改性技术；(3) 喷色成纹技



术；（4）真空振压花纹技术；（5）石板预制压片技术；（6）纳米改性表面处理技术；（7）人造石养护材料和养护技术；（8）专用系列产品生产工艺设备。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由万峰石材科技有限公司提供，目前已经在行业内得到了初步的应用，市场占有率约为6%。该技术可年处理废石料10万吨，年生产石材产品290万m<sup>2</sup>，废石料掺入量≥80%，废石料利用率≥98%，产品主要性能指标：抗折强度≥15MPa，压缩强度≥80MPa，吸水率≤0.35%，光泽度≥70°，耐磨度≤500mm<sup>3</sup>，莫氏硬度≥3；符合GD6566规定的A类要求。随着市场占有率快速上升，预计到2015年可实现销售收入近1350亿元，实现利润近90亿元，创造税收近105亿元，2020年实现销售收入近3000亿元，实现利润约210亿元，创造税收约235亿元。另一方面，该技术推广应用能够有效降低二氧化碳、二氧化硫及粉尘等污染物的排放，具有很好的环境效益。典型项目的投资与收益情况见表4。

表 4 典型项目的投资与收益情况

总投资	10650 万元	其中:设备投资	6650 万元
运行费用	19171 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	1645 万元/年	投资回收年限	6.5 年

### 4.推广前景

技术推广应用后，将产生巨大的资源效益。再利用的废石料本身就是一种宝贵的资源，2015年全国将回收废石料资源约3000万吨，2020年将回收废石料资源约5000万吨，每年可替代天然石料开采近1.5~2.5亿吨，将有效缓解我国天然（优质）石料短缺的现象。同时通过废石料的回收利用，将释放出大片被废石料占用的土地资源，每年释放出约1000万~3000万平方米的土地资源。

## 五、锰尾渣永磁综合分选及利用技术

### 1.技术名称： 锰尾渣永磁综合分选及利用技术

### 2.技术简介

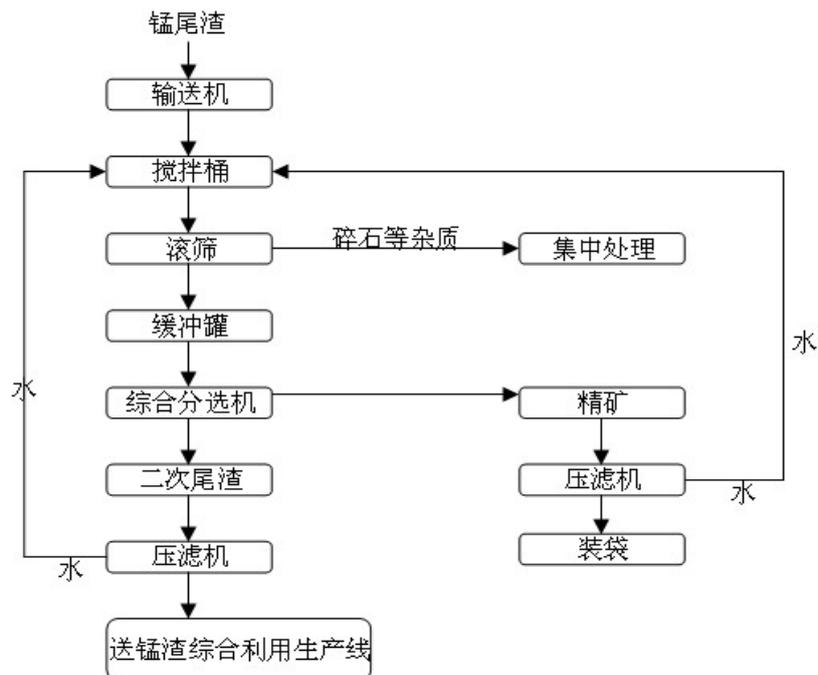
#### 2.1 基本原理

超强高梯度永磁综合分选技术利用工业固体废弃物中不同物质比磁化系数的差异，对其进行综合物理分选。

根据工业固体废弃物资源的具体现状，我们在对工业尾渣的分选工艺，分选磁场的特性如磁场强度，磁场梯度的大小、方向、分布等进行研究的基础上，确立了尾渣分选所需最佳磁场强度、磁场力以及磁极的等参数等之间的关系。

弱磁性矿物的磁性要比强磁性矿物的磁性小多个数量级，它们的磁化强度与磁场强度成正比，其磁化系数是一个常数，在目前的条件下达不到饱和值，分选的难度较大。为了有效地分选弱磁性矿物，必须采用很强的磁场强度及磁场梯度。

#### 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

特殊的永磁分选方法主要包括：永磁筒偏心内表面轴向分选方法”（发明专利号：ZL200910061341.9）以及“永磁弧形槽偏心内表面轴向分选方法”（发明专利号：ZL200910061407.4）等技术。

## 3.技术应用情况及典型项目

该技术为湖北声荣环保节能科技有限公司专利技术，而且锰渣综合分选及利用项目已实现工业化生产，项目自生产运行以来，各项技术指标均达到要求，年可处理锰尾渣 15 万吨，年回收碳酸锰精矿 3 万吨，年产锰尾渣蒸压加气砌块 30 万立方米，碳酸锰精矿品位  $\geq 17\%$ ，蒸压加气砌块满足 GB11968-2006 标准。项目回收的碳酸锰精矿的品位（Mn 含量）均在商业级品位以上，利用综合分选后、去除重金属的二次电解锰尾渣通过专利技术复配制成的电解锰尾渣蒸压加气砌块经湖北省建材产品质量监督检验站的检测，符合国家标准（GB11968-2006 蒸压加气混凝土砌块）的要求。典型项目的投资与收益情况见表 5。

表 5 典型项目的投资与收益情况

总投资	5020 万元	其中:设备投资	3500 万元
运行费用	3600 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	7500 万元/年	投资回收年限	2 年

## 4.推广前景

分选技术不仅能用于电解锰尾渣的综合分选及利用系统中，同时对其它金属或非金属工业尾渣，如废催化剂、铝渣赤泥、铜尾渣、镍钼渣、赤铁矿渣、褐铁矿等尾渣，均能进行有效分选，技术应用范围广，市场前景巨大。

## 六、拜耳法赤泥回收铁技术

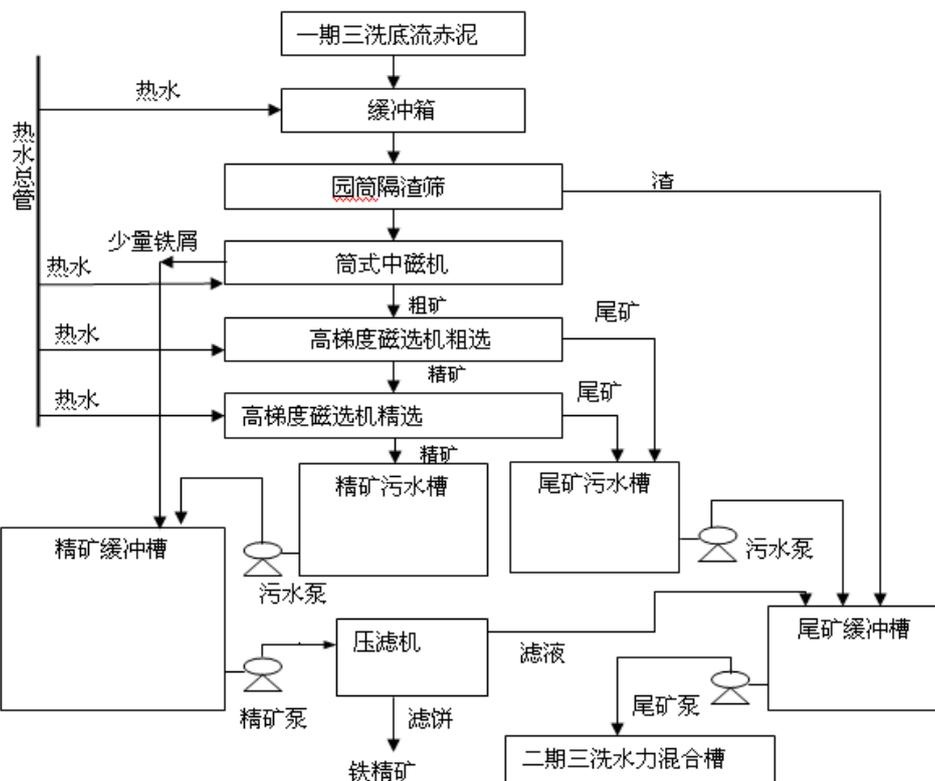
### 1.技术名称：拜耳法赤泥回收铁技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

采用强磁选铁回收技术，通过研究设计一条主要由隔渣筛、中磁机和两道高梯度磁选机组成的串级磁选工艺组成的选铁工业试验线，通过两台串级磁选机直接对氧化铝生产流程过程物料—洗涤赤泥浆中的铁进行选别、富集，使回收的铁精矿品位达 55% 以上，作为钢铁冶炼工业的原料。其磁选工艺用水采用生产赤泥洗水，磁选尾矿浆返回生产赤泥洗涤系统。

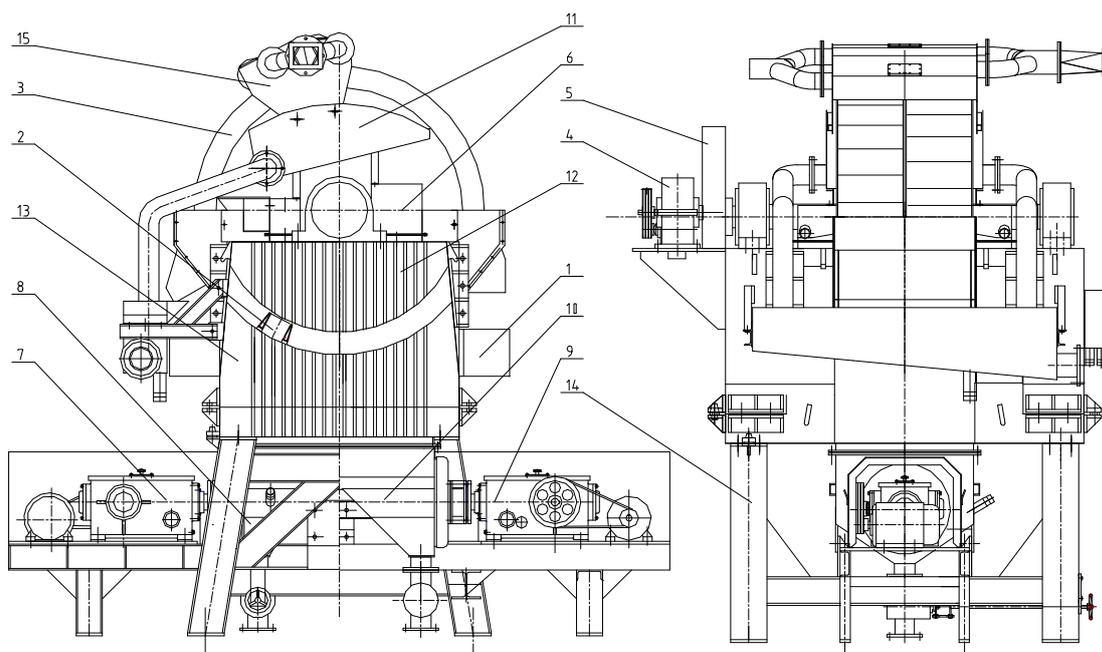
#### 2.2 工艺路线



#### 2.3 关键技术

赤泥选铁一条生产线由两台磁选设备组成，其设备示意图如图：

当激磁线圈 1 给入大电流的直流电时，在分选空间内形成强度很高的磁场，聚磁介质 2 在磁场中其表面能形成很高的磁场力。分选环 3 由传动电机及减速机 4 和一对齿轮 5 带动顺时针方向转动，其下部通过上磁极 12 和固定在机架 14 上的下磁极 13 形成的弧形分选空间，分选环 3 上的每一个分选小室中都充满聚磁介质。矿浆由给矿斗 6 均匀地进入分选空间，由于磁场力的作用，磁性矿物颗粒被吸附在聚磁介质 2 表面上，调整尾矿脉冲机构 9 使得脉冲频率和峰值较小，这样产生的流体动力很小，磁性极弱和非磁性颗粒受到的磁场力极小，它们受到矿浆的流体动力大于磁场力，不能被聚磁介质 2 吸住而通过其空隙进入尾矿斗 10；剩下吸附在聚磁介质 2 表面上的颗粒群随分选环 3



1—激磁线圈； 2—介质； 3—分选环； 4—减速机； 5—齿轮； 6—给矿斗； 7—中矿脉冲机构； 8—中矿斗； 9—尾矿脉冲机构； 10—尾矿斗； 11—精矿斗； 12—上磁极； 13—下磁极； 14—机架； 15—气水卸矿装置

### 设备示意图

转动，调整中矿脉冲机构 7 使得脉冲频率和峰值增大，这样产生的流体动力随之增强，此时其它磁性较弱的颗粒和连生体受到的磁场力小于流体动力，它们就会脱离聚磁介质 2 表面通过其空隙进入中矿斗 8；而不脱落的磁性较强的颗粒群受到的磁场力大于流体动力被牢固的

吸在聚磁介质 2 表面上继续随同分选环 3 转动，逐渐脱离磁场，进入磁性产品卸矿区，由于磁场在该区很弱，用气水卸矿装置 15 将磁性物从聚磁介质 2 表面冲洗下来并进入精矿斗 11 中，即为磁性产品。从而使磁性不同的颗粒群得到有效的分离。

### 3. 技术应用情况及典型项目

本技术应用于中国铝业广西分公司，年处理赤泥 250 万吨，总铁回收率  $\geq 22\%$ ，铁精矿品位  $\geq 55\%$ 。占地面积 10 万平方米，年产值 12500 万元，典型项目的投资与收益情况见表 6。

表 6 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	8406 万元	其中:设备投资	4081 万元
运行费用	6250 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	5000 万元/年	投资回收年限	1.7 年

### 4. 推广前景

该项目从氧化铝生产废弃赤泥中回收铁，不仅使赤泥变废为宝，具有明显经济意义；同时可减少赤泥的排放量，减少对环境的影响，具有积极的环保意义。我国的氧化铝产量大，赤泥排放量也大，该技术有很大的推广前景。

## 七、煤矸石似膏体自流充填技术

### 1. 技术名称：煤矸石似膏体自流充填技术

### 2. 技术简介

#### 2.1 基本原理

该技术所采用的充填骨料为破碎至合格粒度(5mm 以下)的煤矸石，胶凝材料为普通硅酸盐水泥，管道输送性能改良剂为粉煤灰和高效减水剂。上述各料在搅拌桶中加水进行高速搅拌，形成质量浓度为

50%左右的似膏体，沿充填钻孔和管道自流输送至充填采场（空区）进行充填。

## 2.2 工艺路线

煤矸石→皮带运输机→煤矸石堆场→电溜子→缓冲漏斗圆盘给料机→带式输送机核子秤→搅拌桶→井巷充填管路→充填采场

## 2.3 关键技术

本技术关键部分主要分为以下四个专题：

### 1. 充填材料物化性能及优化配比组合试验

(1) 主要充填材料(煤矸石、掺和细粒料)物理力学性质及化学成分测定；

(2) 煤矸石作为胶结充填骨料性能评价；

(3) 似膏体充填(煤矸石、掺和细粒料、外加剂)配比室内实验；

(4) 最优配比似膏体流变特性研究；

(5) 似膏体形成过程与力学特性研究；

(6) 似膏体硬化体微观结构的 SEM 电镜分析。

### 2. 似膏体制备工艺技术

(1) 充填物料输送、储存工艺与设施；

(2) 充填物料混合、搅拌工艺；

(3) 似膏体制备工艺流程及系统方案设计；

(4) 似膏体制备主要设备选型。

### 3. 管道输送特性及输送技术

(1) 煤矸石控制粒径确定；

(2) 似膏体管输特性及主要技术参数研究(管径、流量、似膏体流动性、可塑性、稳定性等)

(3) 似膏体管输水力计算

(4) 主要设备选型

(5) 输送管路设计

#### 4. 似膏体充填系统工业

(1) 试验采场选择

(2) 系统空载试验

(3) 系统工业试验

(4) 系统技术经济分析与评价

### 3. 技术应用情况及典型项目

该技术应用于泰安新业建材有限公司，技术系统每小时充填能力可达 110 立方米，年消纳煤矸石、粉煤灰共计 20 万吨，完成以矸换煤产量 18 万吨。采用仰斜填充开采方式，保证了 100% 的填充空间，密度达到 96% 以上。充填体凝固后进行压力测试，7 天后达到 0.6Mpa，14 天后达到 1.0-1.2Mpa，30 天后达到 1.5-2.1Mpa。解决了孙村煤矿煤矸石堆放难题，释放占地面积近 200 亩的煤矸石山，不仅回收当前价值达 4000 万元的用地和解放城镇下 1600kt 的保安煤柱，而且彻底解决煤矸石地面堆放氧化、自燃、扬尘对新泰市区空气质量和相邻柴汶河水质造成的严重污染，有效限制岩层移动和地表下沉。典型项目的投资与收益情况见表 7。

表 7 典型项目的投资与收益情况

总投资	1786 万元	其中:设备投资	560 万元
运行费用	278 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	3065 万元/年	投资回收年限	0.58 年

### 4. 推广前景

由于我国煤矿普遍存在煤矸石处理压力和提高资源回收率的迫切要求，在研究成功的城镇下煤柱开采煤矸石似膏体管道自流充填技术具有广阔的推广应用价值。彻底解决煤矸石地面堆放氧化、自燃、扬尘对空气质量和水质造成的严重污染;有效限制岩层移动和地表下

沉，保护地表地物;提出沿工作面倾斜方向，煤矸石非胶结干式充填构筑挡墙、煤矸石似膏体管道自流输送充填采场的综合充填工艺，不仅降低了成本，而且减少了新增煤矸石上山量，避免了新增煤矸石产生的新污染。

## 八、泵送矸石填充技术

**1.技术名称：** 泵送矸石填充技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

该技术就是将原生矸石在井下集中就地破碎，加入添加剂进行搅拌，然后以矸石输送泵为动力通过管道输送充填至采空区的方法。将井下矸石经皮带转载到 2.2t 矿车内，矸石由矿车经大巷运至卸载站，矸石经 SK-630 型梭矿溜子提至 PCS1200 型碎石机喂料口，碎石机对矸石进行粉碎，矸粉及颗粒卸至矸石仓，通过皮带输送机进入 JJ21 型搅拌机加水充分搅拌成胶结体，再用溜槽溜至 HBM80-16 型煤矸石输送泵经直径 159mm 管路充填采空区。

**2.2 工艺路线**

掘进矸石 → 2.2t 双底卸式矿车 → 碎石机 → 矸石仓 → 矸石搅拌机 → 输送泵 → 输送管 → 采空区。

**2.3 关键技术**

(1) HBM80-16 型输送泵：每小时输送能力达到 80 - 100m<sup>3</sup>，垂直输送 300 米，水平输送 1000 米。

(2) JJ21 型搅拌机：一次搅拌就能达到泵送要求。

(3) PCS1200 型碎石机：一次破碎后的矸石细粉和颗粒含量达到泵送要求。

(4) 耐 30MP 高压管路和双槽管卡：保证了输送工作的安全可

靠性。

(5) 蜗牛型碎石机筛板: 使矸石破碎后粗细颗粒满足泵送条件, 小于 0.25mm 的细颗粒与水混合形成浆体粘附在粗颗粒级表面, 并填充其空隙。小于 20  $\mu\text{m}$  细颗粒含量占 18%, 在泵送矸石充填管路输送过程中极易趋向于管路内周壁, 形成润滑层, 并阻止粗颗粒下沉和堆积, 极大地降低管路输送阻力, 减少管路磨损, 使充填料浆具有触变性能, 静止时浆体内聚力和粘性加大, 运动时则减小, 采用强制搅拌机, 加水量 15 - 18%、充分搅拌均匀, 具有良好的保水性能, 充填料不离析、不失浆、使坍落度控制在 180 ~ 200mm, 矸石顺利实现泵送。

### 3. 技术应用情况及典型项目

该技术应用于泰安恒驰工贸有限公司, 占地面积 220 平方米。自 2008 年实验成功泵送矸石充填矸石开采以来。采用的 HBM80-16 型输送泵输送能力为 80-110 $\text{m}^3/\text{h}$ , 垂直输送 300 米, 水平输送 1000 米。实行采空区矸石充填前地表下沉值为 480mm, 地表下沉系数为 0.34; 实行泵送管道似膏体充填后地表下沉值为 112mm, 泵送矸石泥浆充填地表下沉系数为 0.08 左右, 减沉效果达到 77%。2008-2010 年充填换煤累计采出产量 64.15 万吨, 占总产量 18.4%, 占回采产量 19.3%。典型项目的投资与收益情况见表 8。

表 8 典型项目的投资与收益情况

总投资	560 万元	其中:设备投资	500 万元
运行费用	60 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	406.85 万元/年	投资回收年限	1.37 年

### 4. 推广前景

泵送矸石充填技术, 可使薄煤层、地质构造复杂矿井实现矸石不升井、不上山, 实现以矸换煤、绿色开采的目标, 将产生巨大的经济效益、环境效益和社会效益, 本技术的成功实施, 可在工作面实施沿

空留巷；用于工作面防灭火；大巷煤柱以矸换煤；有利于实施井下煤矸分离工程，减缓主运压力，提高原煤煤质；利用钻孔和矸石泵送技术，对采空区进行充填等，具有广泛的应用价值。在煤炭行业矸石充填技术方面，可起到以点带面、全面突破的指导和示范意义。该技术对原生矸石的就地充填技术具有广泛的指导意义，具有广泛的应用前景。

## 九、用粉煤灰制备活性炭技术

**1.技术名称：**用粉煤灰制备活性炭技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理及技术指标**

本技术涉及循环流化床锅炉产生的粉煤灰（CFB粉煤灰）的绿色处理，采用摩擦电选和高浓度湿法浮选脱炭新技术，提取其中的炭，制备活性炭。其基本原理为：粉煤灰中未燃尽的碳具有与活性炭分子相同的结构，并且粉煤灰也具有很强的吸附能力，因此采用脱炭新技术从CFB粉煤灰提取炭粉作原料，经过联合炭化、活化工序，可生产出煤质活性炭。

**2.2 工艺流程**

见下页

**2.3 关键技术**

1、CFB粉煤灰制备精碳粉工艺改进

---粉煤灰与循环水的比例；

---捕收药剂配方及其使用；

---起泡剂配方及其使用。

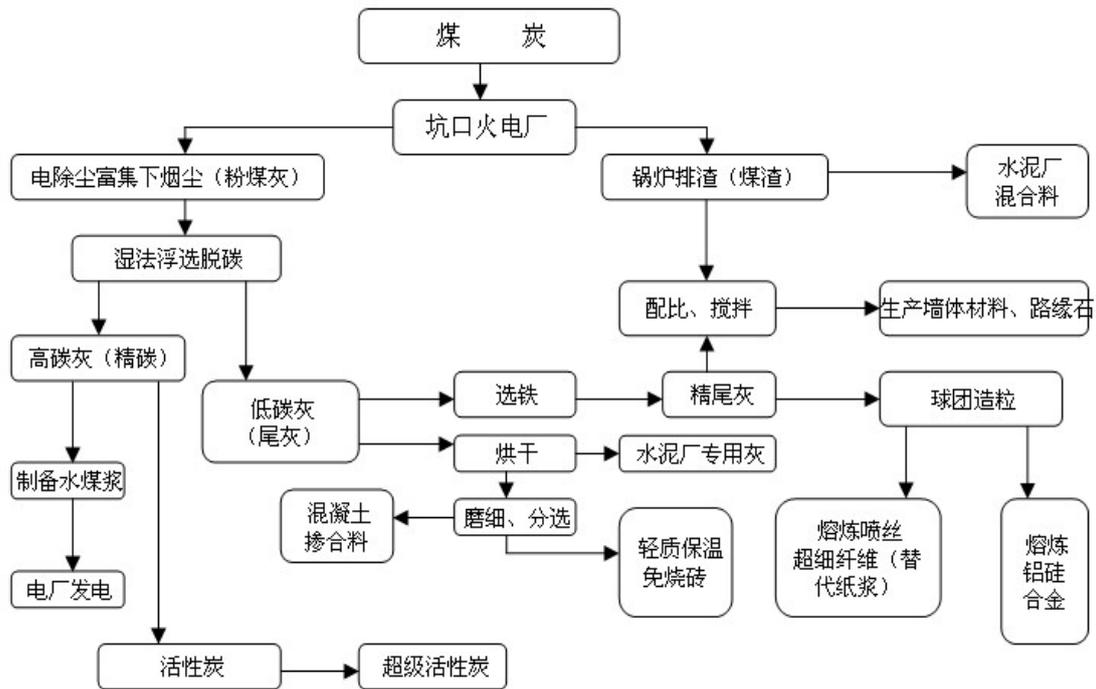
2、精碳粉制备汽车专用活性炭

---精碳粉的制取；

---二次碳化前，低灰硫高热卡粉煤灰、碳酸氢氨活化剂、水、木质素的混合配比；

---二次碳化技术；

---微波干燥技术。



粉煤灰制备活性炭生产流程工艺

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术提供单位为福建省龙岩龙能粉煤灰综合利用有限公司，该公司 2008 年 12 月将该技术投入运营，设计年处理粉煤灰生产线能力为 120 万吨，实际处理能力可达到 200 万吨/年，每年可回收精碳 17 万吨，商品尾灰 45 万吨，制备活性炭 2 万吨，利用尾灰制备轻质保温免烧砖 2000 万块，合计产值 18360 万元，创利税 6300 多万元，吸纳就业 200 人。经检验，技术及产品指标为：炭的灰分<8%，发热量>7000kcal/kg，炭的回收率>75%。典型项目的投资与收益情况见表 9。

表 9 典型项目的投资与收益情况

总投资	约 23000 万元	其中：设备投资	约 13000 万元
运行费用	160 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	7000 万元/年	投资回收年限	3 年

#### 4.推广前景

该技术可实现粉煤灰资源利用率达到 99%以上，且不排水、不排渣、不排气、达到零排放，不产生二次污染，具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。

## 十、造气渣综合利用技术

### 1.技术名称：造气渣综合利用技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

造气渣是合成氨生产中造气工序排放的工业废渣，可燃物含量普遍较高(25%-28%)，但因发热值(2000kcal/kg 左右)比一般煤炭低且难于燃烧，通常将其作为废弃物排掉，也无法用来制作建筑材料。造气渣综合开发利用技术是将造气渣全部送至热电循环流化床锅炉掺烧，解决循环流化床锅炉掺烧造气渣的点火困难、返料器 U 型阀堵灰、床体耐火材料冲刷严重、飞灰含碳量高及省煤器磨损快等问题，使循环流化床锅炉掺烧造气渣易于调节，运行稳定，达到长周期运行。锅炉产蒸汽发电后，送化工生产用，产生的锅炉渣作为副产品外销。

#### 2.2 工艺路线

见下页

#### 2.3 关键技术

点火方式、床体耐火材料防冲刷技术、返料器 U 型阀防堵灰技



床锅炉掺烧造气渣易于调节，运行稳定。通过该技术的研发，为造气渣综合利用技术找到一条新的经济适用的工艺路线，具有推广价值。

## 十一、工业副产石膏生产纸面石膏板及其它新型建材技术

**1.技术名称：**工业副产石膏生产纸面石膏板及其它新型建材技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

该技术采用工业副产石膏（脱硫石膏、磷石膏）制备纸面石膏板及新型墙体材料。

纸面石膏板制备原理：将磷石膏、脱硫石膏按其重量比作为一定的比例进行配备，通过输送装置送到烘干机中进行烘干，除去混合料的游离水分，经筛分或选粉后送入沸腾炉进行煅烧，除去混合料中的剩余结晶水，再送入料仓冷却、陈化，使其定性，得到建筑石膏，供生产纸面石膏板。利用磷石膏、脱硫石膏二者结合为原料制取建筑石膏粉，能调整酸碱程度，与天然石膏相近，避免出现不粘纸现象和防止离析分层现象的出现。

新型墙体材料制备原理：利用电厂自身热能、电能资源将脱硫石膏制成需要的建筑石膏，根据不同用途加入不同添加物生产各种新型墙体材料，此类材料完全可以替代传统内墙类水泥砂浆和天然石膏建筑材料并在性能上更加优越。

#### 2.2 工艺流程

1.制备纸面石膏板工艺流程：

将磷石膏、脱硫石膏按照一定重量比例混合，经过高效回转烘干机进行预烘干，除去石膏中的游离水，再经沸腾炉进行连续煅烧，去石膏中的部分结晶水，然后经冷却、陈化制取建筑石膏，用于生产纸

面石膏板。

## 2.制备新型墙体材料工艺流程

(1) 利用电厂脱硫石膏加工成需要的建筑脱硫石膏

(2) 以此脱硫石膏作为原料，加入砂子及一定的掺合料和专用复合添加剂均匀搅拌，制成粉刷石膏、砂浆等建筑材料。

## 2.3 关键技术

- 1.建筑石膏快速煅烧技术工艺
- 2.纸面石膏板热风烘干技术
- 3.大型纸面石膏板自动控制技术
- 4.纸面石膏板余热回收技术
- 5.脱硫石膏制备建筑用石膏的配方技术

## 3.技术应用情况及典型项目

生产纸面石膏技术应用于泰山石膏有限公司的下属 30 余个分厂，2010 年综合利用脱硫石膏和脱磷石膏 750 万吨，已经实现 100% 利用工业副产石膏，生产的纸面石膏板及建筑石膏符合国家标准 GB/T9775-2008、GB/T9776-2008。该技术已经分布于全国 25 个分厂，33 条生产线上推广。年生产纸面石膏板 7.5 亿平方米，综合利用工业副产石膏 750 万吨。“十二五”期间将建设生产基地 8-10 条生产线，产量达到 5 亿平方米，年消耗脱硫石膏和磷石膏 500 万吨左右。

生产新型墙体材料技术已应用于上海每天节能环保科技有限公司、浙江每天建材科技有限公司。产品应用于万科、绿城、远洋、坤和、野风、杭州师大、红会医院、世博会非洲联合馆和波黑馆等项目，技术产品项目辐射全国范围，遍及江苏、浙江、上海、北京、天津、武汉、山东、辽宁、广东、广西、福建、海南等地。典型项目的投资与收益情况见表 11。

表 11 典型项目的投资与收益情况

(石膏板)总投资	6637 万元	其中:设备投资	3752 万元
运行费用	10467 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	13800 万元/年	投资回收年限	3.74 年
(墙体材料)总投资	1200 万元	其中:设备投资	300 万元
运行费用	900 万元/年	设备寿命	12 年
经济效益	600 万元/年	投资回收年限	2 年

#### 4.推广前景

利用工业副产石膏生产纸面石膏板及新型墙体材料技术生产的产品在新增住房面积 2000 万立方米使用可解决 132 万吨脱硫石膏的二次污染,可减少 3300 吨燃煤损耗,减少 5.28 万吨废气排放。有效解决传统工艺所不能解决的通病(空鼓、开裂),生产施工机械化程度高、副产石膏利用率高,有效减少 CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 大气排放问题,有极大的发展前景。

## 十二、钢渣综合利用技术

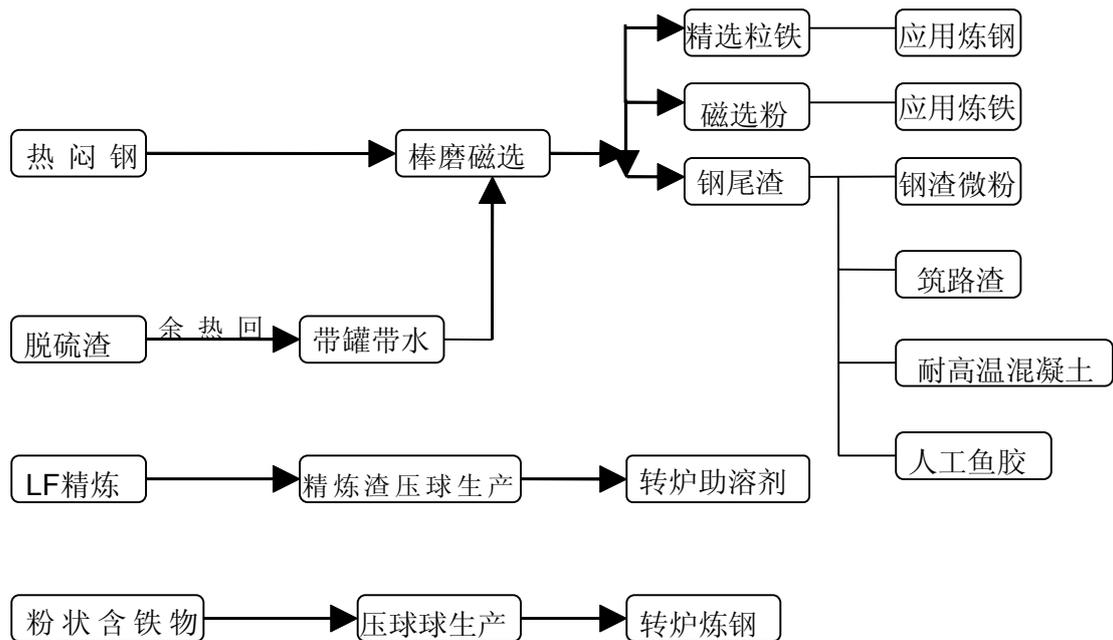
### 1.技术名称: 钢渣综合加工利用技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

钢渣是钢铁企业炼钢过程中产生的废渣,钢渣中一般含有 7%~10%的废钢,磁选加工后,可回收其中 90%左右的废钢。除部分废钢外,钢渣的主要矿物组成为硅酸二钙、铁酸钙及 RO 相等,与水泥熟料化学成分相似,可作为建材材料。转炉炼钢除主要产生转炉钢渣外,还会产生铁水脱硫渣、精炼钢渣等钢渣种类,这些钢渣如果充分利用,都可以成为宝贵的资源。

#### 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

- 1、优化的钢渣磁选工艺。
- 2、新型高效宽带带式磁选机。
- 3、铁水脱硫渣的单独分类处理和磁选加工，粉状物料 100%回收利用。
- 4、铁水脱硫渣的余热能源回收技术，利用余热用于采暖。
- 5、LF 炉精炼渣压球技术。
- 6、冶金渣中粉状含铁物料的开发利用技术。

## 3.技术应用情况及典型项目

本技术应用于鞍山钢铁集团公司矿渣开发公司，建有 100 万吨钢渣磁选加工线、5 万吨制球生产线、脱硫渣带罐打水翻渣厂房，占地面积 65000 平方米。年处理转炉钢渣 74 万吨，脱硫渣 13 万吨，精炼渣 10 万吨，生产渣钢 3.2 万吨，精选粒铁 6 万吨，磁选粉 30 万吨以及 5 万吨压球产品，精选粒铁全品位大于 90%，磁选粉品位达到 42%，铁碳球全铁品位大于 50%。典型项目的投资与收益情况见表 12。

表 12 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	15000 万元	其中:设备投资	3800 万元
运行费用	2600 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	7200 万元/年	投资回收年限	2.1 年

#### 4.推广前景

该技术 2009 年 11 月投入运行,运行情况良好,可有效的加工处理钢渣资源,分类处理,避免了资源浪费,综合利用脱硫渣的热能,节约能源,可在各大钢厂中推广应用。全国按钢渣中未被回收的金属以 5%计算,每年可回收 1690 万吨金属,总价值约 169 亿元。

### 十三、超细钢渣粉生产改性 S95 级矿渣粉技术

**1.技术名称:** 超细钢渣粉生产改性 S95 级矿渣粉技术

#### 2.技术简介

##### 2.1 基本原理

超细钢渣微粉制备技术:针对钢渣和金属铁层层包裹的特点,在该领域率先提出“循环除铁、循环粉磨”的创新粉磨理论,并已成功建成比表面积  $\geq 600\text{m}^2/\text{kg}$  的超细钢渣微粉示范生产线,攻克了钢渣粉磨“除铁不净”和能耗高的技术难题。

改性 S95 级矿渣粉的制备方法:比表面积  $\geq 600\text{m}^2/\text{kg}$  的超细钢渣微粉有微集料效应;经高温煅烧的半水脱硫石膏粉能激发钢渣粉和矿渣粉的活性,促进它们的水化反应进行和强度发展。

##### 2.2 工艺路线

超细钢渣微粉制备技术:将预粉磨闭路循环除铁工序和终粉磨闭路循环除铁工序串联,即组合成二段法超细钢渣微粉生产工艺。

改性 S95 级矿渣粉的制备方法:将  $600\text{m}^2/\text{kg}$  比表面积超细钢渣微粉、半水脱硫石膏和 S95 级矿渣粉三种成分经电子计量秤配料后通过

搅拌器均匀搅拌即完成改性工艺过程。

### 2.3 关键技术

超细钢渣微粉制备技术：选用柱磨机和 V 型选粉机组成预粉磨闭路循环除铁工序；选用高细磨合 K 式选粉机组成终粉磨闭路循环工序，在二段闭路循环工艺上再配以合适的除铁设备。

改性 S95 级矿渣粉的制备方法：筛选出“超细钢渣微粉，半水脱硫石膏和 S95 级矿渣粉”三组分的最佳配合比，能提升矿渣粉产品等级，使活性指数接近或超过 S105 级国家标准规定值。

### 3.技术应用情况及典型项目

产品目前主要供应上海建工材料公司，构件公司等企业，应用过程中，超细钢渣微粉生产线每小时处理钢渣 30 吨，入磨钢渣直径  $\leq 20\text{mm}$ ，产品活性指数：3 天后达到 80%，7 天后达到 85%，28 天后达到 90%，比表面积  $\geq 600\text{m}^2/\text{kg}$ ；改性 S95 级矿渣粉生产线每小时处理矿渣 100 吨，产品活性指数：3 天可达到 70-80%，7 天可达到 85-95%，28 天后可达到 100-115%，比表面积  $\geq 450\text{m}^2/\text{kg}$ 。改性矿粉产品每天发货量 900-1200 吨。产品 2010 年销售达到 6 万吨，2011 年达到 20 万吨。典型项目的投资与收益情况见表 13。

表 13 典型项目的投资与收益情况

总投资	3850 万元	期中：设备投资	1506 万元
运行费用	4137.6 万元/年	设备寿命	12 年
经济效益	3174 万元/年	投资回收年限	1.68 年

### 4.推广前景

120 万吨--改性 S95 级矿渣粉产业化项目采用该技术和国内的粉磨设备设计生产线可以生产出比表面积  $> 600\text{m}^2/\text{kg}$  的超细钢渣微粉，其技术和经济指标领先于国内外同行，凡钢铁生产所在地，国内外都可就地取材，就地生产和销售，前景看好。

## 十四、熔融钢渣热闷处理及金属回收技术

### 1.技术名称：熔融钢渣热闷处理及金属回收技术

### 2.技术简介

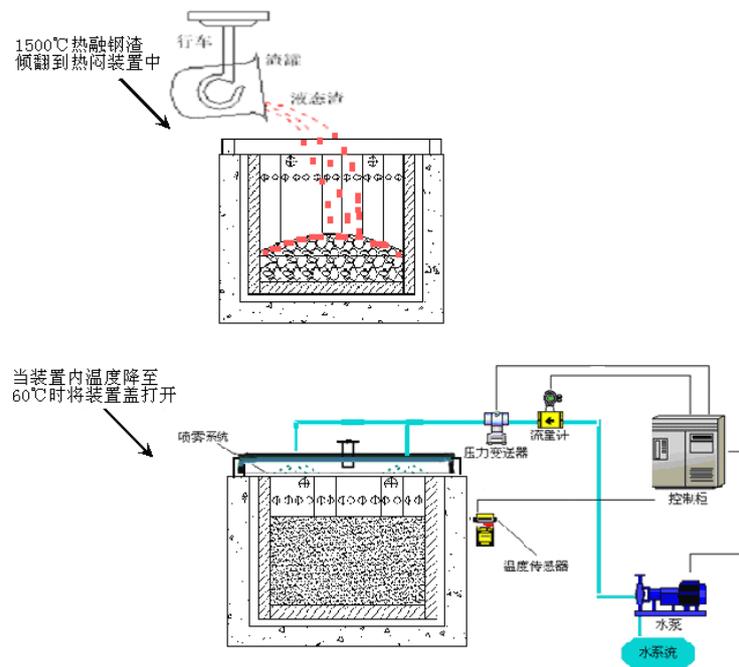
#### 2.1 基本原理

(1) 1650℃钢渣在遇水冷却时，由于各矿相体积收缩产生应力不同而断裂；各矿相由液态变固态，晶相变化而产生应力； $\beta$ - $C_2S$ 相在 675℃转变为 $\gamma$ - $C_2S$ 相，产生的应力在上述物理作用下碎裂。

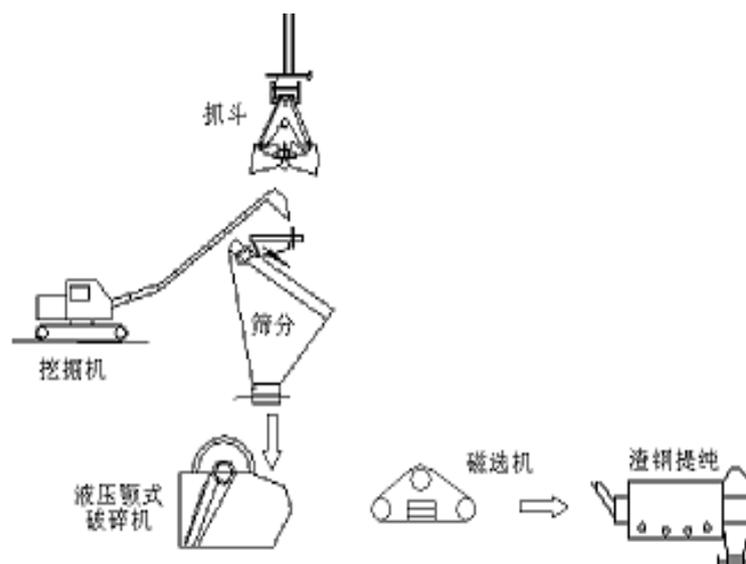
(2) 过饱和蒸汽向钢渣裂缝内扩散，产生的温度应力使钢渣碎裂。

(3) 热闷过程中，钢渣中的 f-CaO、f-MgO 发生水化反应，体积膨胀 98%~148%使钢渣粉化。

#### 2.2 工艺路线



钢渣热闷处理生产线



钢渣加工生产线

## 2.3 关键技术

- (1) 热闷工艺参数：钢渣温度与喷水量、工作压力。
- (2) 渣水比、热闷时间。
- (3) 安全技术参数及规格。
- (4) 棒磨机物料量与钢棒装入量关系。
- (5) 物料粒度与物料流量的关系。

## 3. 技术应用情况及典型项目

中冶建筑研究总院有限公司(中国京冶工程技术有限公司是以中冶建筑研究总院有限公司核心技术与管理力量为主体成立的全资子公司)通过工程设计、设备供货、EPC 工程总承包和 BOO 投资运营等方式,先后将该成果应用到鞍钢鲅鱼圈钢铁分公司、首钢京唐钢铁公司、日照钢铁公司、本溪钢铁公司、新余中冶环保资源开发有限公司、天铁资源公司等 20 家钢铁企业,采用本技术正在建设的生产线有宝钢湛江钢铁基地、武钢昆明钢铁公司、攀枝花西昌钢铁公司、吉林建龙钢铁公司等 10 家钢铁企业。2010 年全国转炉钢渣产生量为 7331 万吨,采用本技术处理的钢渣总量为 1771 万吨,占钢渣总量的

24.16%。该成果应用 3 年来累计处理钢渣 3100 万吨，实现产值 60 多亿元，多回收金属 49.6 万吨，折合人民币约 7.43 亿元。典型项目的投资与收益情况见表 14。

表 14 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	24102 万元	其中:设备投资	7732 万元
运行费用	6489 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	10134 万元/年	投资回收年限	4.5 年

#### 4.推广前景

目前国内仍有 70%以上的钢渣采用落后的钢渣热泼处理工艺，该技术的先进性和显著的经济效益具有极强的竞争力，市场前景广阔。

## 十五、钢渣非金属磨料技术

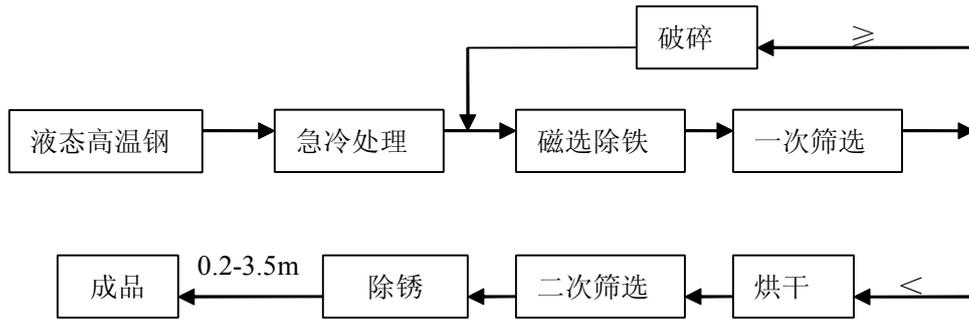
### 1.技术名称：钢渣非金属磨料技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

该项目是将钢渣急冷、破碎、磁选等处理后得到的一种高硬度、渣铁分离、稳定性好的钢渣，再将其加工成各种粒径规格、颗粒吸附物含量不大于 0.5%的非金属除锈磨料使用。其中 0.5-1.5mm 部分作为要求较高的特殊涂装用非金属磨料，除锈等级可以达到 Sa3.0 级。1.0-3.0mm 部分作为船舶制造与修理、钢结构、集装箱等非金属磨料，除锈等级可以达到 Sa2.5 级。钢渣非金属磨料不仅可以满足国际标准 ISO11126 所有指标要求，而且相对目前大量使用的铜矿砂、石英砂等除锈磨料有着硬度高、循环利用率高、游离二氧化硅低等优良特性，同时也拓宽了钢渣的利用途径，提高了钢渣的附加值。

#### 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

1. 以炼钢产生的固体废弃物代替自然资源作为非金属磨料，具有明显的新颖性，开辟钢渣综合利用新途径，实现钢渣“变废为宝”。

2. 钢渣替代自然资源作为非金属磨料，是非一般的简单替代，减少污染是钢渣非金属磨料开发的根本出发点，通过颗粒吸附含量指标控制磨料本身的粉尘含量，并将尾料也 100%应用于水泥中，真正实现环保利用的目的。

3. 除了钢渣本身相对石英砂游离结晶硅含量极低外，还通过全过程除尘吸尘，控制粉尘含量，使钢渣非金属磨料的粉尘含量下降 50%以上，从而达到作业环境清洁的效果。

## 3. 技术应用情况及典型项目

年产 10 万吨级的钢渣非金属磨料生产线，上海宝冶钢渣综合开发实业有限公司于 2006 年建成投产运行，工程占地 5000 平方米，年处理钢渣 60 万吨，年产值 5000 万元，钢渣非金属磨料使用规格：相应规格的筛分含量  $\geq 70\%$ ，粒径大于 3.15mm 的颗粒含量为 0，粒径小于 0.2mm 的颗粒含量  $\leq 5\%$ ；钢渣非金属磨料指标要求：表观密度  $3.3 \sim 3.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ；莫氏硬度  $\geq 6$  级；含水率  $\leq 0.2\%$ ；电导率  $\leq 25\text{mS/m}$ ；可溶性氯离子含量  $\leq 0.0025\%$ ；钢渣非金属磨料颗粒吸附物含量  $\leq 0.5\%$ 。满足典型项目的投资与收益情况见表 15。

表 15 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	1000 万元	其中:设备投资	700 万元
运行费用	1380 万元/年	设备寿命	8 年
经济效益	520 万元/年	投资回收年限	2 年

#### 4.推广前景

中国船舶制造和修理行业正以前所未有的步伐向前跨越,数据表明,中国已成为世界上最大的造船和修船基地之一。船厂使用钢渣商品型砂代替钢丸、铜矿砂用于除锈磨料已得到了成功实践。据统计,在国内,崇明、舟山、深圳、大连、温州等上海周边地区的船厂每年对除锈磨料的需求量 100 万吨以上,铜矿砂由于资源稀缺价格居高不下,随着钢渣用除锈型砂市场的进一步开拓,钢渣代替铜矿砂作除锈磨料在船舶制造和修理行业的影响日趋扩大,已有马钢、苏钢等多家钢厂开始涉及该领域,并有产能扩大之势,市场份额竞争一触即发。虽然全球金融危机的爆发使船舶行业一度陷入低迷,但伴随世界经济的复苏,船厂对非金属磨料的需求也将迅速扩大。

2006 年至今,中海集团粤海船厂、南通顺友船舶有限公司、南京虎家嘴船厂、舟山新亚船厂等 10 多家船舶制造及修理单位应用 25 万吨,除锈等级达到 Sa2.5 以上,循环次数可达 8 次以上,现场粉尘含量下降明显,得到使用单位一致认同,加之即将发布的推荐性国家标准,因此该技术具备大规模工业化推广应用的市场条件和良好应用前景。

## 十六、冶金渣返炼钢生产技术

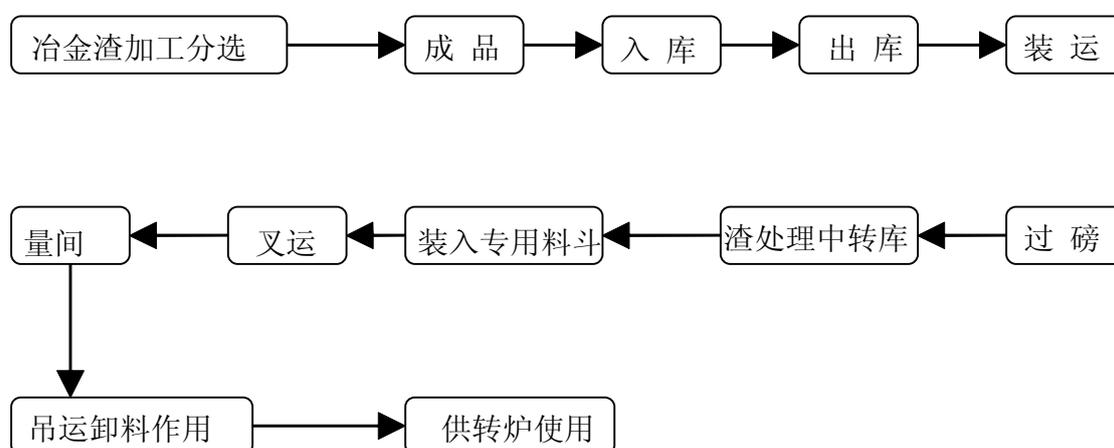
**1.技术名称:** 冶金渣返炼钢生产技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

冶金渣中的部分钢渣的物理、化学特性与转炉冶炼过程中需要加入的某些添加剂成分相近，经生产试验。这些冶金渣对转炉冶炼具有降低熔点，提前化渣的特性，且能替代部分冶炼辅料。如果将这部分钢渣分类回收、配比，再通过专门的投料装置投入转炉进行炼钢生产，可以替代部分冶炼熔剂和辅料，不仅可以使这类冶金固体废弃物成为炼钢次生资源，还可以实现冶金渣最大限度的循环利用，为冶金渣的短流程应用开辟新的途径，具有极大的经济和社会效益，促进钢厂循环经济，社会意义深远。

## 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

对各类冶金渣进行了化学成分和物理性质分析，转炉渣、连铸余渣、脱碳渣含有 CaO 等可利用成分，将其进行分类回收、加工，颗粒度介于 10~100mm 的钢渣，按照一定的标准混合配比返回炼钢转炉生产利用。

## 3. 技术应用情况及典型项目

2005 年 7 月底宝钢分公司炼钢厂、制造部和宝冶协力分公司共同协商，制定了冶金渣采购技术标准和工艺流程，并由炼钢厂出具了关于《冶金渣扩大使用通知》的技术联络单，标志着冶金渣返炼钢利用的正式全面启动。现已经在宝钢分公司一炼钢三座转炉中生产应用：

平均 85 炉/日以上，加入量 2 吨左右/炉，每日小计 170 吨左右，从 2005 年 8 月份开始实施，年利用冶金渣 60 万吨，年产值 5000 万元。典型项目的投资与收益情况见表 16。

表 16 典型项目的投资与收益情况

总投资	300 万元	其中:设备投资	240 万元
运行费用	350 万元/年	设备寿命	5 年
经济效益	2000 万元/年	投资回收年限	0.5 年

#### 4.推广前景

2005 年 8 月在一炼钢转炉进行全钢种生产使用，转炉冶炼情况正常，各项技术指标均正常。根据报告分公司炼钢厂现有冶炼实际情况，将在二炼钢和电炉进一步推广，还可以向国内其它钢厂推广。

## 十七、炼铁除尘灰综合利用技术

### 1.技术名称：炼铁除尘灰综合利用技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

采用浸出除盐、浮选选碳、磁重联合选铁、焙烧挥发收锌、混磨分级等一系列流程，产出钾盐、再生碳粉、铁精粉、氧化锌、胶凝材料等多种产品。

#### 2.2 工艺路线

采用浸出-蒸发结晶联合工艺除盐，通过添加助浸剂搅拌浸出炼铁除尘灰中的钾离子，经沉淀净化、浓缩蒸发、结晶提纯、干燥等过程，即可得到钾盐产品。滤渣进行经搅拌造浆进行磨矿和分级，料浆进行二粗一精一扫浮选产出再生碳粉。浮选尾矿采用"磁一重"联合工艺回收铁。重选尾矿由渣浆泵送至直径 12m 的浓密机进行脱水至浓度约 45%，再进入压滤车间进行压滤，最终得到含水 15%的滤饼。滤

饼中添加还原剂、活化剂配料后进入回转窑培烧挥发收锌，在1100-1300℃的高温下，浸出渣中的锌、铅等有价金属(主要呈氧化物状态，部分呈硫化物状态存在)被还原为金属而挥发进入烟气，在烟气中被氧化成氧化锌，随烟气离开回转窑，烟气经余热锅炉进行余热利用，然后进入表面冷却器冷却，再进入袋式收尘器内，得到烟道氧化锌与布袋氧化锌，包装为氧化锌产品。回转窑培烧挥发后的窑渣，闷渣后陈化3~5天后进入辊压机破碎，添加激发剂混磨，磨后的物料经选粉机选别合格后作为胶凝材料成品，包装后外卖，不合格的物料返回混磨流程再磨。

### 2.3 关键技术

高效利用炼铁除尘灰，全部转化为产品，实现固体废物的高效利用，循环利用工艺用水，并对回转窑余热进行利用，工艺实现了资源能源利用效率的最大化。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术2010年10月应用于莱钢集团泰东实业有限公司，年处理炼铁除尘灰十万吨，年产含铁率55.5%铁精矿2.81万吨，再生碳粉3.43万吨，氧化锌0.7万吨，钾盐0.69万吨，胶凝材料3.65万吨。其中再生碳粉中碳含量65%，氧化锌中锌含量50%，钾盐中氯化钾含量95%。年销售收入为8250万元。整个工艺流程设计合理，满足生产要求，各项生产指标、经济指标均达到设计要求，典型项目的投资与收益情况见表17。

表17 典型项目的投资与收益情况

总投资	8505 万元	其中:设备投资	2800 万元
运行费用	4383 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	2687 万元/年	投资回收年限	3.2 年

### 4.推广前景

项目不仅变废为宝，产出多种产品，使资源得到充分利用，为企业带来可观的利润，促进当地经济发展，增加当地政府财政收入，同时节约了堆存占地，减轻了环境污染，使得当地环境得到改善，减轻了政府环境保护压力，减少了当地由环境问题引起的纠纷，有利于当地经济社会和谐发展，实现了经济效益、社会效益和环境效益的统一，因此本项目具有很高的推广价值。

## 十八、硅系合金烟尘分离提纯活性二氧化硅微粉技术

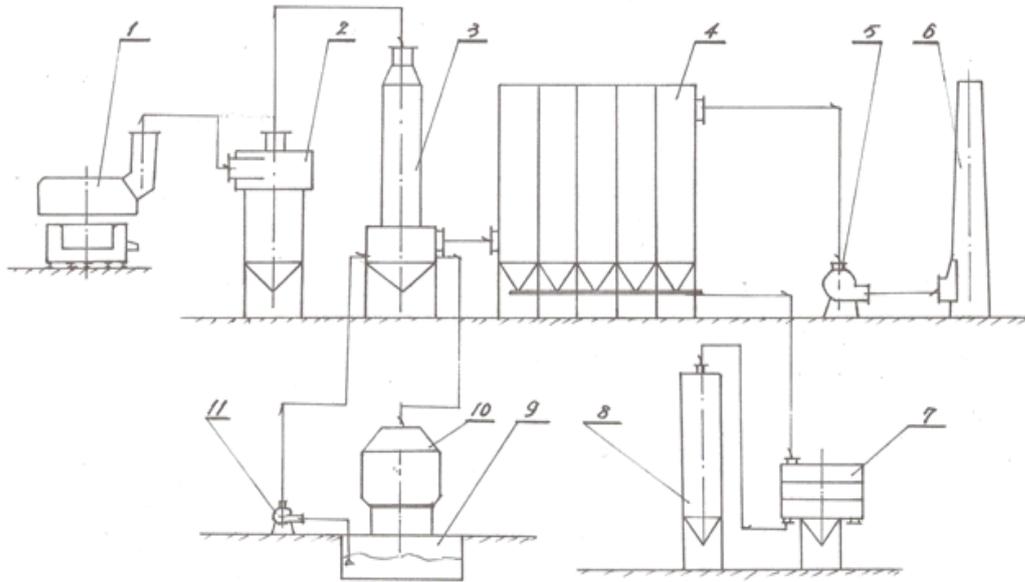
**1.技术名称：**硅系合金烟尘分离提纯活性二氧化硅微粉技术

### **2.技术简介**

#### **2.1 基本原理**

冶炼铁合金、工业硅、磨料是用电热法应用的是矿热电弧炉。在冶炼硅系合金、工业硅与棕刚玉中，冶炼过程中由石英矿、焦炭、铁屑还原后产生有 15-20%的一氧化硅烟尘气，当烟气尘随着烟道向炉外排放时与空气氧接触，形成具有二氧化硅成份的混合废弃烟气尘，传统的矿热电炉在设计制造安装矿热炉时都配套有除尘装置。这类标准化设计的除尘器，只承担的除尘责任而未考虑到大量的除尘灰收集后无法利用，到处掩埋、堆弃。这类废弃收集烟尘会给环境造成二次污染的源头，在环境保护的压力和理念指导下，以冶炼环保中高新技术设计方案，用专利技术改造传统的除尘器，将传统的除尘器演变为“电炉烟尘净化、烟尘分离提纯粉体成套装置”，将大量无组织排放的废弃烟尘经过系列技术创新改造的装置回收粉体新材料——活性二氧化硅微粉，并将活性二氧化硅微粉大量应用在建筑、建材、橡胶塑料、防火、耐火材料等行业中。

#### **2.2 工艺路线**



- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1、冶金电炉（废气源） | 7、粉尘分离机      |
| 2、重力旋风除尘器   | 8、粉料贮存罐及加密装置 |
| 3、烟气冷却塔     | 9、循环水池       |
| 4、烟气净化室     | 10、水冷却塔      |
| 5、引风机       | 11、循环水泵      |
| 6、净化烟气烟道    |              |

### 2.3 关键技术

技术以轻资产的无形资产投入，运用环保设施第三方运营的技术管理手段，将铁合金、磨料冶炼企业的传统环保除尘器进行技改为“烟气净化、烟尘分离提纯粉体成套装置”和粉体材料应用市场与技术的知识产权，将铁合金、磨料冶炼行业无组织排放的废弃烟尘收集转化生产“活性二氧化硅微粉”矿物外加剂掺合料。对冶炼企业获得是烟尘污染治理，环保达标，并达到清洁生产的要求。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由贵州海天铁合金磨料有限责任公司提供，该技术每台装置年处理废弃烟尘灰 3000 吨，产品的检验指标  $\text{SiO}_2 \geq 90-96.0\%$ ；粉

体平均粒径 0.225 $\mu\text{m}$ ；比表面积 25000 $\text{m}^2/\text{kg}$ ；含水率小于 1%；烧失量 1.8。生产的粉体产品已在市场中销售并有一席之地，主要应用在大型、特大型建筑工程项目，涉及高强高性能混凝土耐久性结构，例：2003 年上海洋山港深海国际集装箱码头工程，包括延伸陆面的东海大桥的基础；杭州湾大桥工程基础段；2009 年通车连接浙江沿海岛屿的舟山群岛海上大桥应用活性二氧化硅微粉（硅灰）粉体新材料。这类以烟尘分离提纯的粉体新材料应用范围广，如在新型外墙外保温节能建材中使用；冶金耐火材料；防水、防火涂料及精细化工材料、橡胶塑料中作填料。典型项目的投资与收益情况见表 18。

表 18 典型项目的投资与收益情况

总投资	3000 万元	其中:设备投资	1600 万元
运行费用	265 万元/年	设备寿命	8 年
经济效益	180 万元/年	投资回收年限	1.5 年

#### 4.推广前景

2009 年国家 4 万亿投资项目中基础建设投资达 70%，这些投资项目中，全国高速铁路线、海港、海上连接大桥、机场、高速公路的桥隧施工，都将应用这类粉体新材料。高强高性能混凝土用矿物外加剂—硅灰是建筑设计工程建设中必选的中间体产品。2010 年开工建设的港珠澳海上大桥、贵广高速铁路、沪昆高速铁路等涉入 RPC 混凝土（活性粉末混凝土结构）以及在建的多项国家重大重点高强高性能耐久性建设工程，都要用上活性二氧化硅微粉，已具有强劲的市场需求。

## 十九、电解锰渣污染治理及综合利用技术

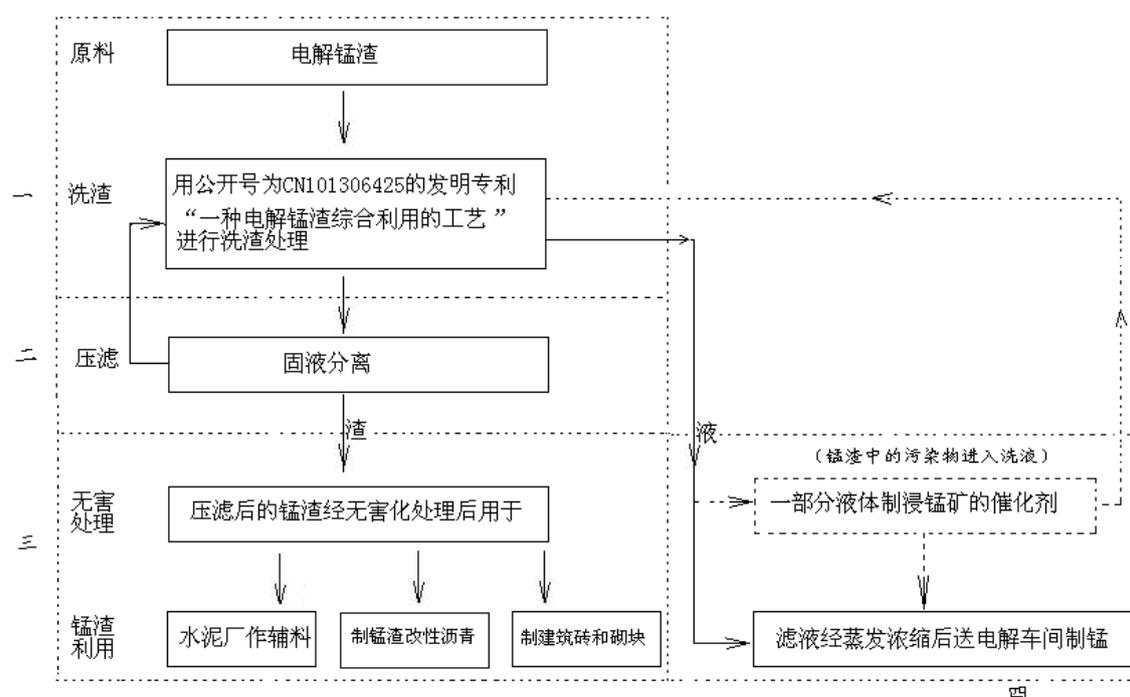
**1.技术名称：** 电解锰渣污染治理及综合利用技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

采用“少量多次”洗涤原理，用已经授权的国家发明专利技术进行洗渣处理，当洗渣液的浓度提升到 12g/L 以上，利用太阳能和风能进行稀溶液快速蒸发浓缩操作，实现了洗渣液的节能浓缩，浓缩制成电解锰的合格液返回电解车间使用或直接将洗渣液氧化制成四氧化三锰、二氧化锰产品或在未浓缩的洗渣液中直接加入碳酸钠等将其制成碳酸锰等产品出售；经洗渣处理后的剩余固体渣用少量清水化浆后加进 3%~8%（固体质量份）的石灰对电解锰渣进行彻底的无害化处理，处理后的无害渣用于水泥厂作辅料和制成建筑材料。

## 2.2 工艺路线



(电解锰渣污染治理及综合利用) 工艺技术流程总图

## 2.3 关键技术

①采用“少量多次”洗涤原理和发明专利技术“一种电解锰渣的综合利用工艺”（专利号 ZL 2008 1 0044775.3）进行洗渣处理，变污染物为化工产品；②加进 3%~8%的石灰对渣浆进行无害化处理；③用“一种制备电解锰渣砖的新配方和工艺方法”（专利号 201110345175.2）等技术将电解锰渣制成建筑材料消耗掉；④利用太

阳能和风能进行稀溶液快速蒸发浓缩操作，实现洗渣液的节能浓缩。

### 3.技术应用情况及典型项目

重庆新红和科技发展有限公司与重庆望明锰业有限公司合作建成年处理电解锰渣 2.4 万吨的示范项目，已正常生产运行 1.5 年。年可处理电解锰渣 2.4 万吨，可制备 6000 立方米合格液，生产电解锰 210 吨，生产建筑材料 1.5 万立方米。合格液中含二价锰 35~38g/L，含硫酸铵 80g/L 左右。典型项目的投资与收益情况见表 19。

表 19 典型项目的投资与收益情况

总投资	4500 万元	其中:设备投资	2600 万元
运行费用	1100 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	670 万元/年	投资回收年限	7.5 年

### 4.推广前景

我国是世界第一产锰大国，电解金属锰生产占了全世界的 90% 以上，仅 2010 年全年就产锰 130 万吨左右，新增 900 万吨左右的电解锰渣，加上历年堆积下来的电解锰渣，目前在全国各地已经有数千万吨的电解锰渣。渣中的重金属和氨氮正在对环境造成灾难性的污染并成为巨大的安全隐患，党和国家高度重视，已经采取了一系列的紧急措施并收到了显著的效果。该技术若在全国锰行业推广应用，必将彻底改变锰等重金属及氨氮对环境污染的现状，同时产生巨大的经济效益和社会效益。电解锰渣污染和锰渣堆积的安全隐患已经严重制约着电解锰行业和钢铁工业的发展，制约着国民经济的发展，治理锰污染已经成为经济发展的瓶颈工作，因此、该技术具有极大的推广应用前景。

## 二十、鼓风炉还原造钽熔炼清洁处置重金属（铅）废料技术

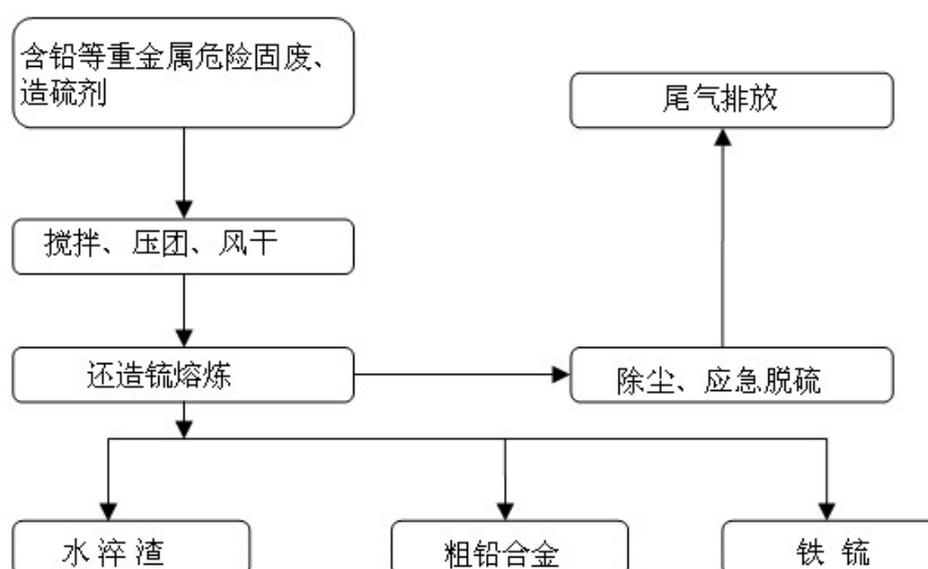
### 1.技术名称：鼓风炉还原造钽熔炼清洁处置重金属（铅）废料技术

## 2.技术简介

### 2.1 基本原理

各种含铅等固体废弃物中的硫是以硫酸根或单质硫或复杂硫化物存在，在密闭熔炼过程中被碳分解、还原的同时与含氧化铁等造钼剂发生还原造钼反应，物料中的硫被以钼的形式固化下来，几乎不产生二氧化硫尾气。重金属及贵金属被还原富集综合回收。

### 2.2 工艺路线



### 2.3 关键技术

硫以钼的形式被固化下来，重金属及贵金属同时被还原富集综合回收。尾气二氧化硫、重金属尘、重金属蒸汽排放都远远低于国家标准。

## 3.技术应用情况及典型项目

本技术应用于柳州市国大有色金属冶炼有限公司的鼓风炉还原造钼熔炼清洁处置重金属（铅）废料新技术产业化示范工程占地 50 亩，建设厂房 1000 平方米，封闭原料库 4500 平方米，危险固废中转封闭库 800 平方米，水淬渣临时中转库 1000 平方米。年处理 4 万吨固废，年综合利用 10000 吨粗铅，粗铅产品含：铅 96%、金 5 克/吨、银 2000

克/吨、锑 1.6%、铋 1.2%、锡 0.7%。典型项目的投资与收益情况见表 20。

表 20 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	3200 万元	其中:设备投资	850 万元
运行费用	425 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	1500 万元/年	投资回收年限	2.14 年

#### 4.推广前景

本工艺所有投进去的含铅等重金属固废和含氧化铁等造钼剂通过还原造钼反应，产出的是粗铅合金、铁钼、水淬渣。粗铅合金已富集物料中的多种金属及贵金属是下游企业电解分离的最佳原材料，铁钼是替代生铁的配重原材料，水淬渣是制备水泥的原材料，没有一点弃渣。没有水外排。整套工艺流程短、清洁、不再产生重金属危害，达到含铅等重金属危险固废的减量化、资源化、安全处置目的。结合国家危险固废处置政策，资源综合利用、综合回收政策，推广前景非常看好、市场非常广阔。

## 二十一、银转炉渣湿法处理技术

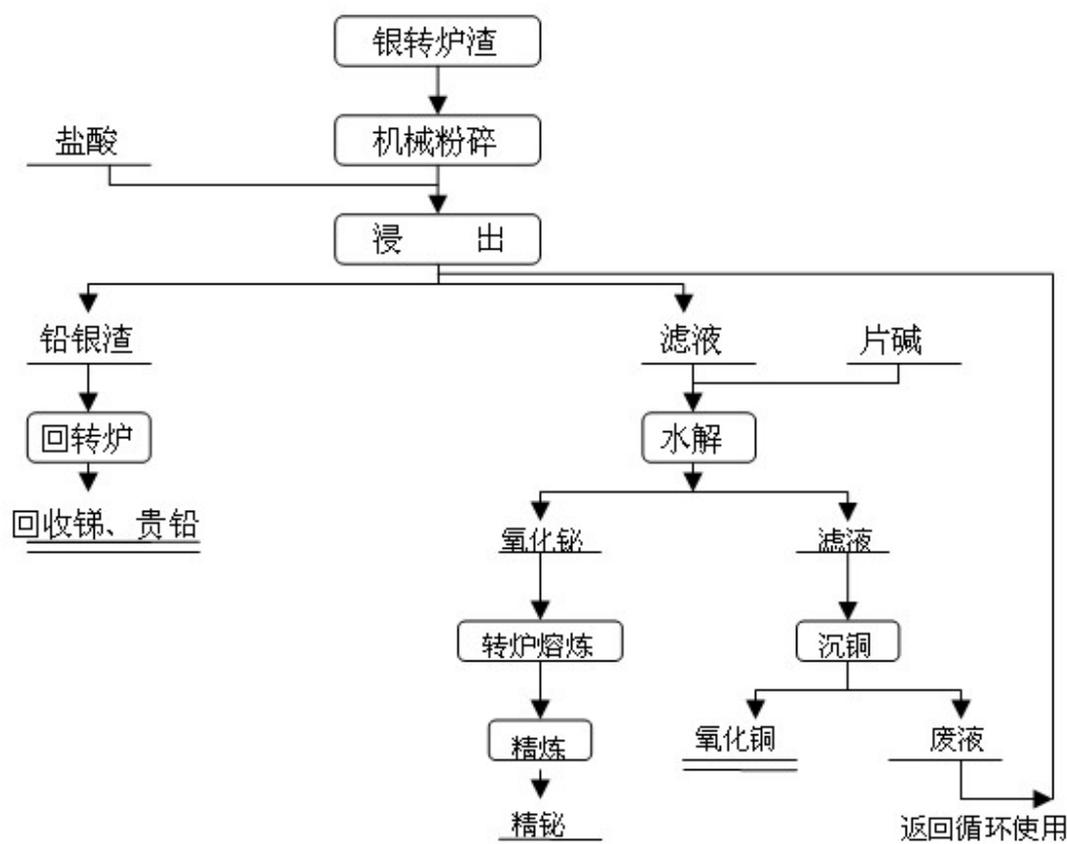
**1.技术名称：**银转炉渣湿法处理技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

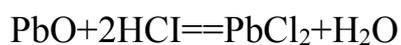
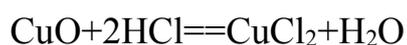
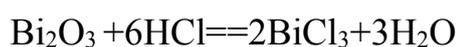
本工艺采用湿法工艺将渣中铋铅铜等分离，即用盐酸溶液浸出这些渣料，使铋、铜进入浸出溶液，而铅和银进入渣中，达到铋、铜与铅银分离的目的。铅银渣送铅冶炼系统回收铅银，而浸出液经分步水解分别得到氯氧铋和氯氧铜，水解余下废液再返回浸出工序重复利用。氯氧铜作为炼铜原料出售给炼钢厂，氯氧铋经还原熔炼成粗铋再进一步精炼成精铋。

## 2.2 工艺路线

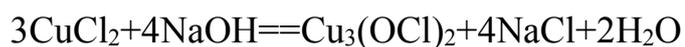
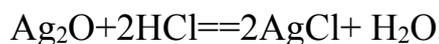


## 2.3 关键技术

浸出工序:



水解工序:



## 3. 技术应用情况及典型项目

本技术用于郴州金贵银业股份有限公司，生产过程稳定，各种有价金属均得到分离回收，各项技术经济指标符合要求。年可处理 2000 吨银转炉渣，综合回收精铋 600 吨，白银 15 吨、铜精矿 150 吨（铜

含量)、电铅 200 吨。其中铋回收率 95%,银回收率 99%,铜回收率 95%,铅回收率 96%。产品精铋符合 GB/T915-2010,铜精矿含铜大于 30%。典型项目的投资与收益情况见表 21。

表 21 典型项目的投资与收益情况

总投资	2500 万元	其中:设备投资	1300 万元
运行费用	900 万元/年	设备寿命	8 年
经济效益	1800 万元/年	投资回收年限	3 年

#### 4.推广前景

本技术用于生产中,生产过程稳定,各种有价金属均得到分离回收,各项技术经济指标符合要求。具有对原料适应性强、金属回收率高,劳动作业条件好等优点。

## 二十二、电解铝废料分离提纯技术

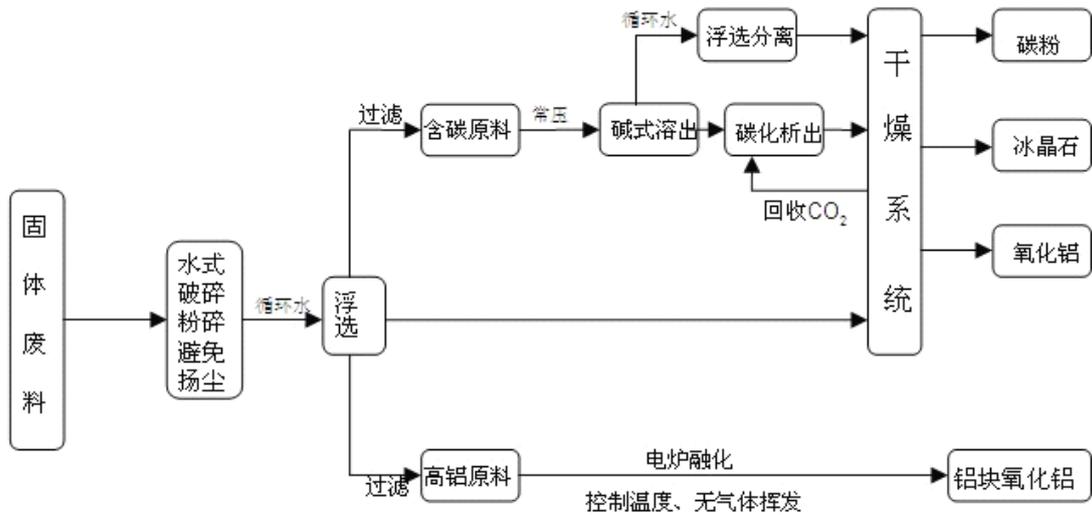
**1.技术名称:** 电解铝废料分离提纯技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

本项目的理论创新点在于,提出来"以铁带杂"的技术思路,利用了铁离子广泛存在的特点,用以二硫酸钠为主的还原剂对所有带有铁离子的颗粒进行表面还原,并在磁选设备中得以部分消除。在电炉熔融系统中,利用废料中必然存在的金属铝颗粒,在高温下将电位高于铝的金属全部还原成单质金属态沉淀于电炉底部,大幅降低了杂质含量,为资源的回用提供了保障。

**2.2 工艺路线**



### 2.3 关键技术

关键技术主要有：(1) 磁选机改造，还原剂的选择，浮磁联合系统的工艺制定；(2) 电炉系统的建立，新型耐高温、抗腐蚀炉体材料的应用；(3) 各系统的有效整合，使得整个工艺环节环环相扣，保证产品质量；(4) 循环水系统的有效运行。

### 3. 技术应用情况及典型项目

从 2010 年开始，项目已应用到云南东源曲靖铝厂、四川其亚铝业等公司，应用反馈良好。可年处理 6 万吨电解铝废料，资源回收率可达到 99% 以上，可得到产品一级氟化盐（冰晶石），高品质碳粉（灰分 1%~2%，粒度小于 40 目，含碳量大于 95%，水分小于 1%，比电阻小于 20 欧姆），同时得到副产品碳铵。技术企业能够快速完善技术、工艺、设备，完成项目的中试，进入产业化阶段。典型项目的投资与收益情况见表 22。

表 22 典型项目的投资与收益情况

总投资	20000 万元	其中:设备投资	6000 万元
运行费用	270 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	5000 万元/年	投资回收年限	4 年

### 4. 推广前景

随着经济发展，我国资源相对不足的矛盾日益突出。开展资源综合利用，是我国一项重大的技术经济政策，也是国民经济和社会发展中一项长远的战略方针。本项目的实施对与改善环境、资源的循环利用，促进经济增长的方式由粗放型向集约型转变，实现资源优化配置和可持续发展都具有重要的意义。

## 二十三、含锌炼铁烟尘综合利用技术

**1.技术名称：**含锌炼铁烟尘综合利用技术

**2.技术简介**

### 2.1 基本原理

核心专利技术“火法富集-湿法分离多段集成耦合处理高炉炼铁烟尘技术”，可对含锌尘泥进行彻底的无害化处理，并在环保生产的前提下实现全面的综合回收与循环利用。经过红河锌联的专利技术处理，含锌尘泥被转化为可用于后期应用的次氧化锌粉，并最终回收出锌、铟、铋等有色金属；含锌尘泥中的铁、碳、氯等物质则被转化为铁精矿、碳精粉、工业盐等工业原料；去除有害杂质后的废渣用于生产环保免烧砖；生产流程的余热可配套余热锅炉生产蒸汽用于湿法过程以实现节能。整个生产过程实现环保生产，无二次污染，环保完全达标。

### 2.2 工艺路线

①工序包括：火法挥发富集工序、窑渣联合选矿工序、湿法提锌工序、提锌残渣湿法提铟工序、提铟残渣湿法提铋工序、终渣火法熔炼并分离锡铅工序。②产出产品多达五类九种，即纯金属锭类；粗金属锭类；金属精矿类；能源产品类（碳精粉）；非金属类（建材辅料）。③使用技术手段多，包括了二套火法冶金技术、三套湿法冶金技术、一套联合联矿技术。同时合理融入自主创新技术，使之有机组合，浑

然一体，先进适用。④各道工序基本上均采用成熟、常规、适用的工业设备，并进行合理必要的改进与组合，实现了集成创新。⑤整套工艺是闭路循环，除火法工序不可避免地(达标)排放烟气外，无废水、固废物的产出与排放。

### 2.3 关键技术

核心专利技术：“火法富集—湿法分离多段集成耦合处理高炉炼铁尘技术”。

### 3.技术应用情况及典型项目

此技术为红河锌联专利技术，已在该企业建成应用。回转窑挥发生产线可年处理 10 万吨高炉炼铁烟尘，同时相应配套建设高氯锌粉湿法提锌，湿法分离提取高纯镉及铅铋，选矿处理回转窑渣回收铁精矿及冶炼产出电铅的生产线。年可产出锌锭 10000t，铅锭 2000t，镉锭 12t，铁精矿 25000t。典型项目的投资与收益情况见表 23。

表 23 典型项目的投资与收益情况

总投资	9000 万元	其中:设备投资	6000 万元
运行费用	10828 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	9000 万元/年	投资回收年限	1.5 年

### 4.推广前景

此技术可对我国大量的含锌尘泥进行资源化、无害化处理，实现固体废弃物的综合利用，进一步消除环境污染，同时创造经济效益与社会效益，并为有色金属冶炼提供新的再生原料来源，对推进循环经济、节能减排、建立清洁生产模式具有重要的示范作用，对可持续发展有重要的现实意义。

## 二十四、含硫铅渣生产粗铅、硫酸钠技术

### 1.技术名称：含硫铅渣生产粗铅、硫酸钠技术

## 2.技术简介

### 2.1 基本原理及关键技术

主要利用碳酸钠、氢氧化钠，氯化钠、氯化钙等在液相条件下与铅渣中的硫酸铅反应，先用氯化钠、氯化钙浸出铅元素，浸出的铅与碳酸钠、氢氧化钠生成碳酸铅和氢氧化铅固体沉淀物，硫酸根与钠离子生成可溶性硫酸盐。液固分离后，滤液通过净化、浓缩、结晶、离心、干燥等单元操作得到副产化工产品硫酸钠；固体滤饼就是无硫铅渣，无硫铅渣经过配料高温烧结，加入还原剂焦炭后在传统鼓风炉中在不高于 900℃ 温度下被还原成粗铅，同时生成冰铜渣和水淬渣等物质。

铅渣脱硫的目的是避免在铅渣烧结过程生成大量的二氧化硫污染大气，把生成二氧化硫的源头硫酸根转化成硫酸钠。

无硫铅渣在液相条件下的脱硫是液相催化反应，其中化学助剂的选择是关键，活性高的助剂能显著促进脱硫反应，硫元素以可溶盐的形式脱除，同时可以选择性地采用搅拌、加热等措施加速反应。

### 2.2 工艺路线

含硫铅渣催化法液相脱硫生产粗铅、硫酸钠工艺流程图见下页：

## 3.技术应用情况及典型项目

2009 年 10 月，技术应用于湘潭冶炼厂易俗河含硫铅渣脱硫炼铅综合利用工程，在湘潭县吴家巷工业开发区正式投产，项目可年处理 2 万吨的含硫铅渣，脱硫率达到 96.8%~98%，铅回收率 98%。年产生粗铅产品 6000 吨，硫酸钠 5600 吨，其中粗铅含 Pb 量 93.7%， $\text{Na}_2\text{SO}_4$  纯度 98.7%。实现年收入 1700 万元，为社会提供近 300 个就业岗位。项目用地面积 40 亩，其中厂区 30 亩，办公楼（含中心试验室、化验室）生活区 10 亩。典型项目的投资与收益情况见表 24。

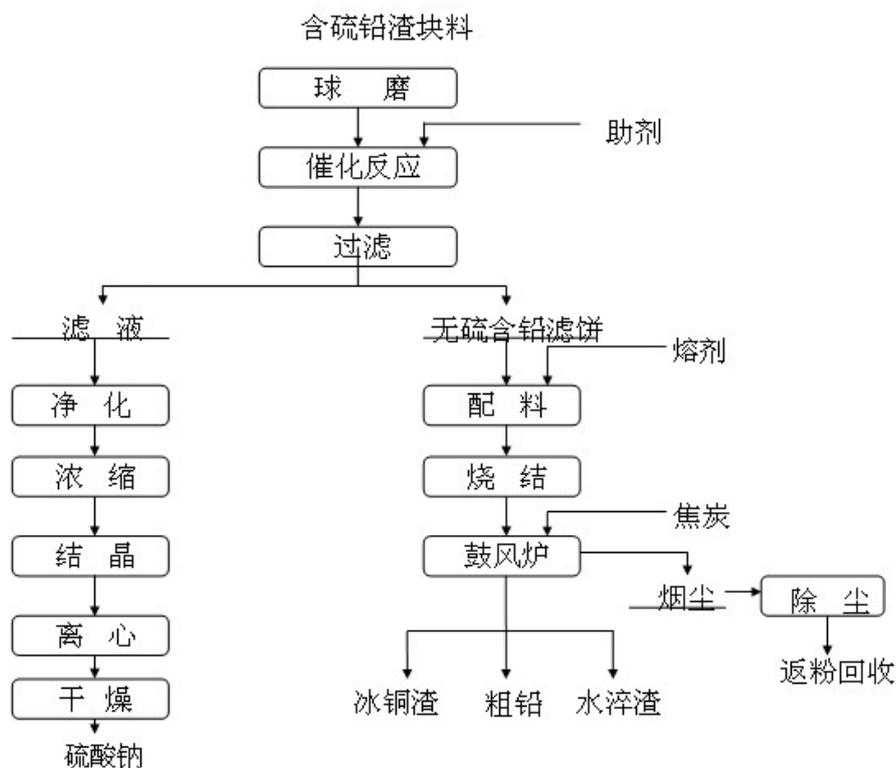


表 24 典型项目的投资与收益情况

总投资	4620 万元	其中:设备投资	1500 万元
运行费用	700 万元/年	设备寿命	30 年
经济效益	1700 万元/年	投资回收年限	3.5 年

#### 4.推广前景

目前,仅湖南、江西、湖北、广东等省的含硫铅渣就不少于 50 万吨/年。含硫铅渣若不脱硫直接用于炼铅将会产生大量的二氧化硫,即使后续烟气进行脱硫处理产生的二氧化硫量也不容小觑。含硫铅渣液相法脱硫技术,技术成熟,工艺简单,锌盐生产企业只需做少量改造,便可利用现成设备对含硫铅渣进行液相脱硫。液相脱硫后的无硫铅渣用于鼓风机炼铅,可完全消除烧结工序二氧化硫的污染。此项技术既可消除二氧化硫的污染,又可免除含硫铅渣的异地运输,在环境友好型、资源利用型社会,含硫铅渣催化法液相脱硫生产粗铅、硫酸钠工艺具有突出的推广应用前景。

## 二十五、废旧镍铜、镍铁合金利用技术

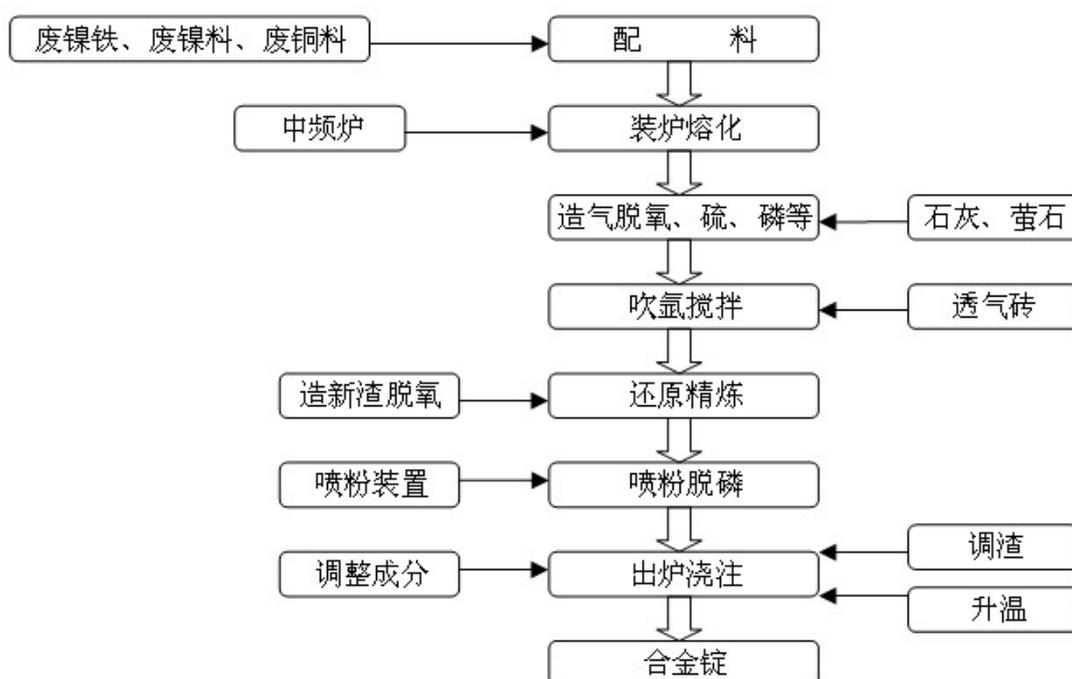
### 1.技术名称： 废旧镍铜、镍铁合金利用技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

该技术将废旧镍铜、镍铁合金进行净化，制得再生镍铜中间合金、镍铁中间合金。为获得成分均匀、纯净度高的中间合金，把经过配料的含镍废料、含铜废料等进行装炉熔炼，利用造渣脱硫，加脱氧剂脱氧，吹氩搅拌，还原精炼，喷粉脱磷，调整合金成分等一系列技术，使中间合金纯净化、成分均匀。

#### 2.2 工艺路线



#### 2.3 关键技术

精确配料技术、脱硫脱氧技术，喷粉脱磷技术、吹氩搅拌去夹杂技术。

### 3.技术应用情况及典型项目

中航上大金属再生科技有限公司已建成年产各种再生合金 3 万吨的再生应用生产线，占地面积 76 亩。实际应用中，每年可净化处理废旧合金 36000 吨，制得再生镍铜中间合金、镍铁中间合金。产品检验指标： $C \leq 2\%$ ， $Si \leq 2\%$ ， $Mn \leq 2\%$ ， $Co \leq 0.3\%$ ， $P \leq 0.035\%$ ， $S \leq 0.05\%$ 。年销售收入 10.68 亿元，年均净利润 7817 万元，年均纳税 2847 万元。该技术经投入生产实际应用后，取得良好效果，主要技术指标达到标准要求，同时也取得了良好的经济效益和社会效益。典型项目的投资与收益情况见表 25。

表 25 典型项目的投资与收益情况

总投资	14400 元	其中:设备投资	4000 万元
运行费用	7900 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	106800 万元/年	投资回收年限	3.8 年

#### 4.推广前景

该技术可应用于各种中间合金的净化处理，尤其适用于合金再生领域。目前含有各种稀贵金属的废旧合金资源量巨大，是宝贵的再生资源，我国镍消费量由 2000 年的 4.8 万吨增至 2010 年的 50.5 万吨，增长 10 倍多，在 2005 年我国已成为了全球最大的镍消费国，占全球镍消费量的 34.5%，年消费量达 50.5 万吨。我国镍资源储藏量 828.16 万吨，仅占全球的 5.1%，自给率仅为 18%，应用此技术可使宝贵的资源得到充分利用。

## 二十六、利用含铜废弃物制备高纯亚微米超微细铜粉

**1.技术名称：**利用含铜废弃物制备高纯亚微米超微细铜粉

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

将钛白副产废硫酸加入到粉碎后的含铜废渣、废铜矿石、低品

质氧化铜等含铜废弃物中进行氨浸和酸浸，过滤分离制取偏酸性硫酸铜溶液。利用自生晶种控制技术解决超微细铜粉粒径与形状控制，并试验总结出粉体抗氧化处理工艺的最佳条件，为工业化成产奠定了基础

## 2.2 工艺路线

含铜废液、低品位矿、含铜废渣→加氨水、硫酸浸泡→硫酸铜溶液→精滤→碱式碳酸铜→过滤→洗涤→铜浆→表面处理→过滤→亚微米铜浆

## 2.3 关键技术

- (1) 超细铜粉粒径与形状控制技术
- (2) 水解晶种与钛白增白技术
- (3) 亚微米超细铜粉抗氧化技术

## 3. 技术应用情况及典型项目

已建成世界上第一条年产 10 吨规模硫酸法化学循环还原亚微米超细铜粉生产线，产品可应用于电气、轻工、机械制造、化学、建筑、国防等。

## 4. 推广前景

该技术成果推广具有重大意义。1、扩大应用领域，为节能减排、传统产业升级改造提供材料与技术支撑；2、通过超低品味含铜废物综合利用，缓解我国铜资源紧缺状况；3、提高成果转化水平和应用规模，提升我国铜冶炼水平。

# 二十七、废弃砷资源循环利用技术

**1. 技术名称：**废弃砷资源循环利用技术

**2. 技术简介**

## 2.1 基本原理

废弃砼通过颚式破碎机→反击式破碎机→筛分后得到不同粒径的粗细骨料，完成建筑垃圾的有效处理（安装永磁除铁器及喷雾、喷淋装置）。砼破碎筛分后分规格出料，用于不同的工程中，可以达到100%再生利用。2.36mm以下的可以掺用到路边石、砌块及路面砖等部位；2.36mm以上可以分粒径用于砼、路基材料等部位。

破碎出的集料用于公路半刚性水泥稳定碎石基层。水泥稳定碎石作为公路沥青面层下的主要承重层，是以级配碎石作骨料，采用一定数量的胶凝材料和足够的灰浆体积填充骨料的空隙，按嵌挤原理摊铺压实。由于再生集料的一些性能离散性很大，采用再生集料和天然集料混合使用的方式，可以对水泥稳定碎石的性能有所改善，从而可以确保安全使用。

## 2.2 工艺路线

通过室内试验，结合理论分析，研究再生集料的物理力学性能，根据再生集料特性找出与再生集料的水泥稳定碎石抗压强度、稳定性有关的因素，分析再生集料、天然集料和水泥组成的混合料作为基层时其回弹模量随着大、小主应力而变化的非线性特点，对采用再生集料的水泥稳定碎石进行探索性试验，提出再生集料用于水泥稳定碎石的方式。

## 2.3 关键技术

再生砼破碎筛分后分规格出料，达到100%利用率，达到零废弃；送料皮带输送机上安装两套永磁除铁器，用于铁类杂质的剔除；安装喷雾、喷淋装置降尘；废弃砼经过破碎筛分处理后的粗细集料用于公路水泥稳定碎石基层。

## 3. 技术应用情况及典型项目

该技术所有单位为中冶天工集团有限公司，2007年8月投入生

产，已应用于上海吴淞市政建设总公司、无锡市永杰市政建设工程有限公司两家生产单位的综合利用项目。年破碎量在 50 万吨以上，混凝土破碎后可以达到 100%的利用率。实践表明，这种处置方式不但达到了无害化、减量化，同时亦实现了资源化利用。使用再生集料的水稳应用到道路中作为基层，其运输、摊铺、碾压、成型与全天然集料水稳的基本相似，需要注意的用水量、养护等几个环节的控制也是很容易做到的；因此，带来经济效益的同时并没有增加施工难度，更没有增加施工成本。典型项目的投资与收益情况见表 27。

表 27 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	1004.17 万元	其中:设备投资	430.04 万元
运行费用	390 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	231 万元/年	投资回收年限	5 年

#### 4.推广前景

在城市化进程中，废弃混凝土是城市发展的负担，世界上许多城市均有过建筑垃圾围城局面。废弃混凝土是城市固体废弃物，而如今，其被认为是最具开发潜力的，永不枯竭的“城市矿藏”资源。再生混凝土集料用于水泥稳定碎石，可用于道路建设，对环境又不造成二次污染。这种处置方式不但达到无害化、减量化，同时亦实现了资源化利用，将为我国建筑垃圾的处理技术中开辟一个新的领域。

### 二十八、利用陶瓷废料生产干挂空心陶瓷板技术

**1.技术名称：**利用陶瓷废料生产干挂空心陶瓷板技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

利用陶瓷废料、低质原料作为主要原料，通过原料破碎、配料、混合、挤出成形、干燥、烧成等工序，生产出一种空心陶瓷板技术。

## 2.2 工艺路线

原料配料→破碎→过筛→干混→湿混→真空练泥→陈腐→真空挤出成形→切坯→干燥→清灰→烧成→拣选→切割→入库。

## 2.3 关键技术

关键技术是坯体配方、挤出成形技术和坯体干燥技术。

## 3.技术应用情况及典型项目

咸阳陶瓷研究设计院和福建华泰集团有限公司就双方共同合作实施“利用陶瓷废料生产空心陶瓷干挂板技术”项目达成协议，由咸阳陶瓷研究设计院提供原料研究、配方设计、以及生产工艺参数，并且福建华泰集团有限公司年产 200 万平方米干挂空心陶瓷板生产线由咸阳陶瓷研究设计院设计，该项目于 2007 年 3 月开始设计，2008 年 6 月建成投产。经过实际生产考核，整条生产线运行安全、平稳、可靠、经济合理，实践证明整条生产线是先进的，工艺技术是成功的。各项技术参数达到了协议规定的指标，取得了较好的经济效益。典型项目的投资与收益情况见表 28。

表 28 典型项目的投资与收益情况

总投资	15000 万元	其中:设备投资	10000 万元
运行费用	4500 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	20000 万元/年	投资回收年限	4 年

## 4.推广前景

我国每年新建建筑面积达 20 亿平方米，其中 95%以上是高能耗建筑。每年新建建筑中最少新增 5%以上是节能型建筑，这样每年必须有 1 亿 m<sup>2</sup> 的建筑采用新型建筑材料，从我国的消费习惯来看，人们对陶瓷砖情有独钟，本项目技术生产的产品装饰效果自然、古朴典雅，符合现代人们的审美要求，并且产品具有高效的保温、隔热和隔

声效果；另一方面在生产环节同高档瓷质砖相比节能可达 20%左右，同时可节约大量优质原料，所以该产品的市场前景良好。

## 二十九、废旧玻璃生产无铅玻管应用技术

**1.技术名称：**废旧玻璃生产无铅玻管应用技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

碎玻璃系节能灯管生产中的废弃物，其主要成份为无铅玻璃和掺合其中的多种金属残留。碎玻璃与石英砂，各种化工原料，经复杂的化学反应在玻璃窑炉中生产，制造成高科技无铅玻管。

**2.2 工艺路线**

碎玻璃→清杂→清洗→粉碎→拌和→窑炉生产→成品

**2.3 关键技术**

碎玻璃在窑炉中化学反应的控制。

**3.技术应用情况及典型项目**

该技术由盐城市旭园节能灯管件有限公司提供，技术 2009 年 3 月已应用于生产，一条生产线年可处理碎玻璃 6000 吨，年产无铅玻管 5000 吨，产品符合 RoSH 标准。明显减少能源消耗。典型项目的投资与收益情况见表 29。

表 29 典型项目的投资与收益情况

总投资	2300 万元	其中:设备投资	2000 万元
运行费用	1200 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	260 万元/年	投资回收年限	3 年

**4.推广前景**

废旧玻璃在无铅玻管生产中的应用技术有着巨大的市场前景，建湖县是全国首家被授予节能电光源制造基地，拥有世界四分之一节能

灯生产和出口份额，是中国绿色照明企业的聚集地，而玻管生产工业链的第一道，单就建湖县而言，有节能灯企业 300 多家，每年玻管需求量近 8 万吨以上，产业增加值占全县 GDP 的 28.5%，销售达 40 亿元以已形成支柱产业，所以无铅玻管处于供不应求状况，市场前景十分广阔。

## 三十、固体废物生产复合增强纤维技术

**1.技术名称：**固体废物生产复合增强纤维技术

**2.技术简介**

### 2.1 基本原理

该工艺方法简单，生产成本低廉(原料 90%以上是保温材料用后的边角岩棉板，废弃的旧报纸，旧麻袋)，适于摩擦材料的生产。该摩擦材料用无石棉复合增强纤维由以下重量份的原料组成:矿岩棉或粒状棉 50-80 份，麻纤维占 2-10 份，木质纤维 3-8 份，云母粉或陶粉 2-20 份，偶联剂或相容剂 1-5 份。

### 2.2 工艺路线

首先取上述分量原料，先将矿岩棉或粒状棉进行切割，再通过离心机水洗除渣得主纤维，并控制渣球含量小于 0.5-1%，加入麻纤维、木质纤维及云母粉或陶粉进行高速混合，混合后进行烘干，烘干的过程中喷入偶联剂或相容剂，烘干温度 105-150℃，烘干时间 1-2 小时，到得复合增强纤维。

### 2.3 关键技术

(1)研发的产品可以降解，主要通过无机材料合成；(2)对材料本身要求低，增强性强，摩擦系数稳定，通过添加植物纤维，能够分解；(3)在研制过程中，主要在产品中添加了一定的功能性纤维，通过有机偶联复制而成。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由南京索沃新材料科技有限公司提供，已处于批量生产阶段，年利用废弃保温材料 1.5 万吨，主要原材料利用率：（1）边角岩棉板利用率 90%；（2）废旧报纸利用率 90%；（3）废旧麻袋利用率 85%；使用该技术后，厂内电力能耗比之前降低 15%。目前产品已经推向市场，产品经数十家用户使用后，都表示满意。已批量使用该产品的典型用户有：杭州菲英汽车零部件有限公司，十堰市九霄摩擦材料有限公司，乳山韩京摩擦密封材料有限公司，卡莱制动产品(杭州)有限公司，湖南博云汽车制动材料有限公司，山东鑫牒麟刹车系统有限公司，上海华信摩擦材料有限公司，常山县飞航工贸有限公司，上海乐丰高速机车摩擦密封材料有限公司，福建冠良汽车配件工业有限公司，福建创峰汽车配件有限公司，山东大王信义载重汽车配件有限公司等。典型项目的投资与收益情况见表 30。

表 30 典型项目的投资与收益情况

总投资	150 万元	其中:设备投资	50 万元
运行费用	60 万元/年	设备寿命	3 年
经济效益	900 万元/年	投资回收年限	3 年

### 4.推广前景

用料后的边角岩棉板，采用的植物纤维是纸质纤维，即废弃的旧报纸，麻纤维是使用后的旧麻袋，可节省 70%的能源。产品 100%无石棉，环保可降解，是对环境十分友好的新型环保材料。生产过程中废水、废气、废渣排放量为零，对周围环境不会造成任何污染。本项目研究开发的新产品在摩擦材料生产过程中是主纤维，平均用量在 12- 25%重量比，即按目前国内摩擦密封材料生产产量的要求年需求量在 30 万吨左右，随着摩擦密封材料发展，对纤维的要求即将完全无石棉化，产品材料在国内市场有发展前景，因此技术具有推广意义。

## 三十一、硅片线切割砂浆再生技术

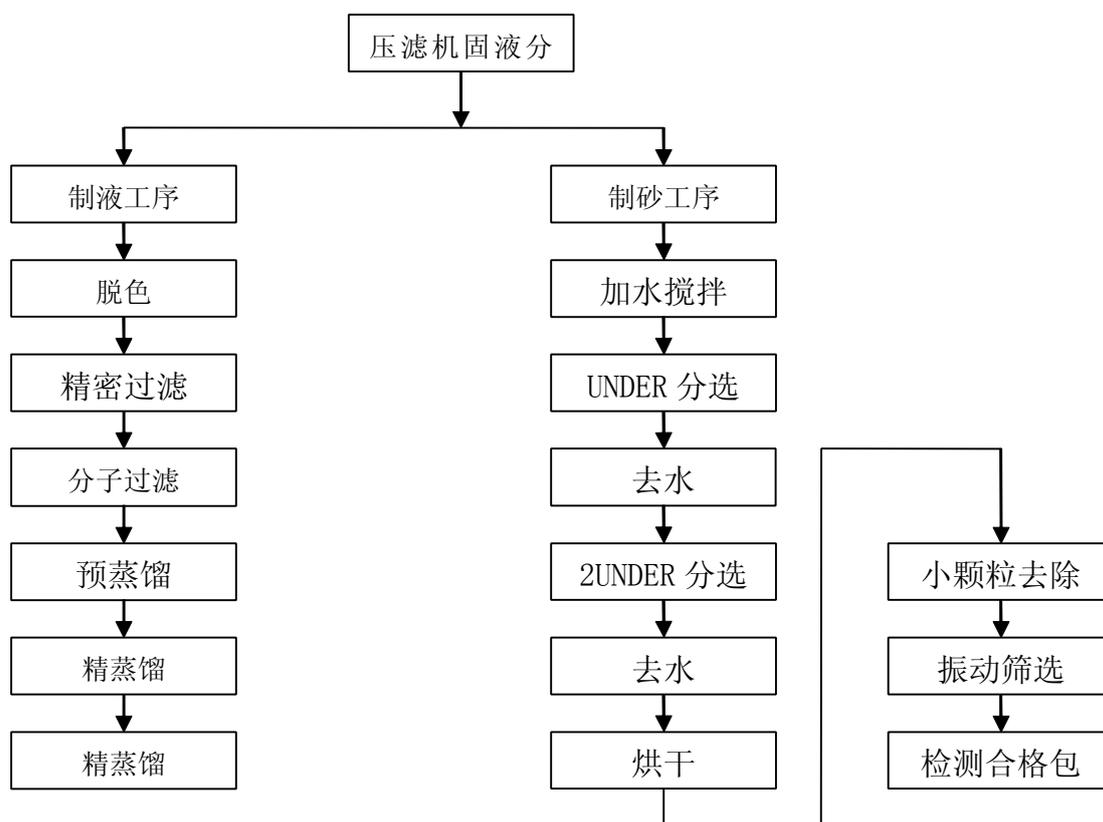
**1.技术名称：** 硅片线切割砂浆再生技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

本项目利用线切割废液的杂质和碳化硅的物理化学性质不同，进行加速度分离和化学反应得到碳化硅，再依据碳化硅不同颗粒度将其作颗粒度重新调整；再经过适当的化学处理强化碳化硅微粉的切割性能，从而得到理化指标与新品碳化硅相似的回收碳化硅成品。

**2.2 工艺路线**



**2.3 关键技术**

通过多级固液分离、浮选机干燥等手段，将为无毒无害的碳化硅及聚乙二醇基水溶性悬浮液混合物进行分选处理，将砂浆再生技术、

工艺及设备不断升级,以获得可再生循环使用的碳化硅微粉及悬浮液产品。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术为华研精粹科技(北京)有限公司 2006 年 6 月投入生产,年处理硅片切割砂浆 7.5 万吨,砂浆含量为:硅 40%、碳化硅 50%和金属 10%。碳化硅的粒度集中在 8-10 微米,硅的粒度集中在 1-3 微米。可将其中 95% 以上的硅和碳化硅进行回收,其中的硅可以用于单(多)晶硅铸锭、高纯硅溶胶和高纯气相二氧化硅等的原料;碳化硅可以用于切削液、抛光粉和高级陶瓷等材料的原料。典型项目的投资与收益情况见表 31。

表 31 典型项目的投资与收益情况

总投资	28778 万元	其中:设备投资	7980 万元
运行费用	7800 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	6600 万元/年	投资回收年限	3.5 年

### 4.推广前景

硅片切割砂浆的循环利用已经成为全球所有硅片加工企业的大势所趋,至今为止已经没有硅片企业再将砂浆单独使用一次后就废弃,而是全部需要循环利用。由于不同的砂浆处理企业所提供的产品品质不同,大部分硅片生产企业只能少量的循环使用砂浆,而选用了华研精粹的硅片生产企业则可以达到砂浆综合利用率达 75%的效果,节约生产加工成本 30%以上。因此,作为全球最大的硅片生产国,我国拥有极为广阔的市场资源,且随着硅片生产竞争的激烈,越来越多的硅片生产企业会选择拥有独立自主技术,质量稳定的供应商来进一步降低硅片生产成本。

## 三十二、新型半干法建通窑利用工业固体废物烧制水泥熟料技术

**1.技术名称:** 新型半干法建通窑利用工业固体废物烧制水泥熟料技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

该项工艺运用全新的窑体设计理念,采用利废低排、保质低能的新配方:组合创新智能自控系统,并探索总结出整套科学合理的操作方法,实现了窑内风量和上火速度的有效可控;形成了完整科学的环境低负荷水泥生产工艺技术。

#### 2.2 工艺路线

见下页

#### 2.3 关键技术

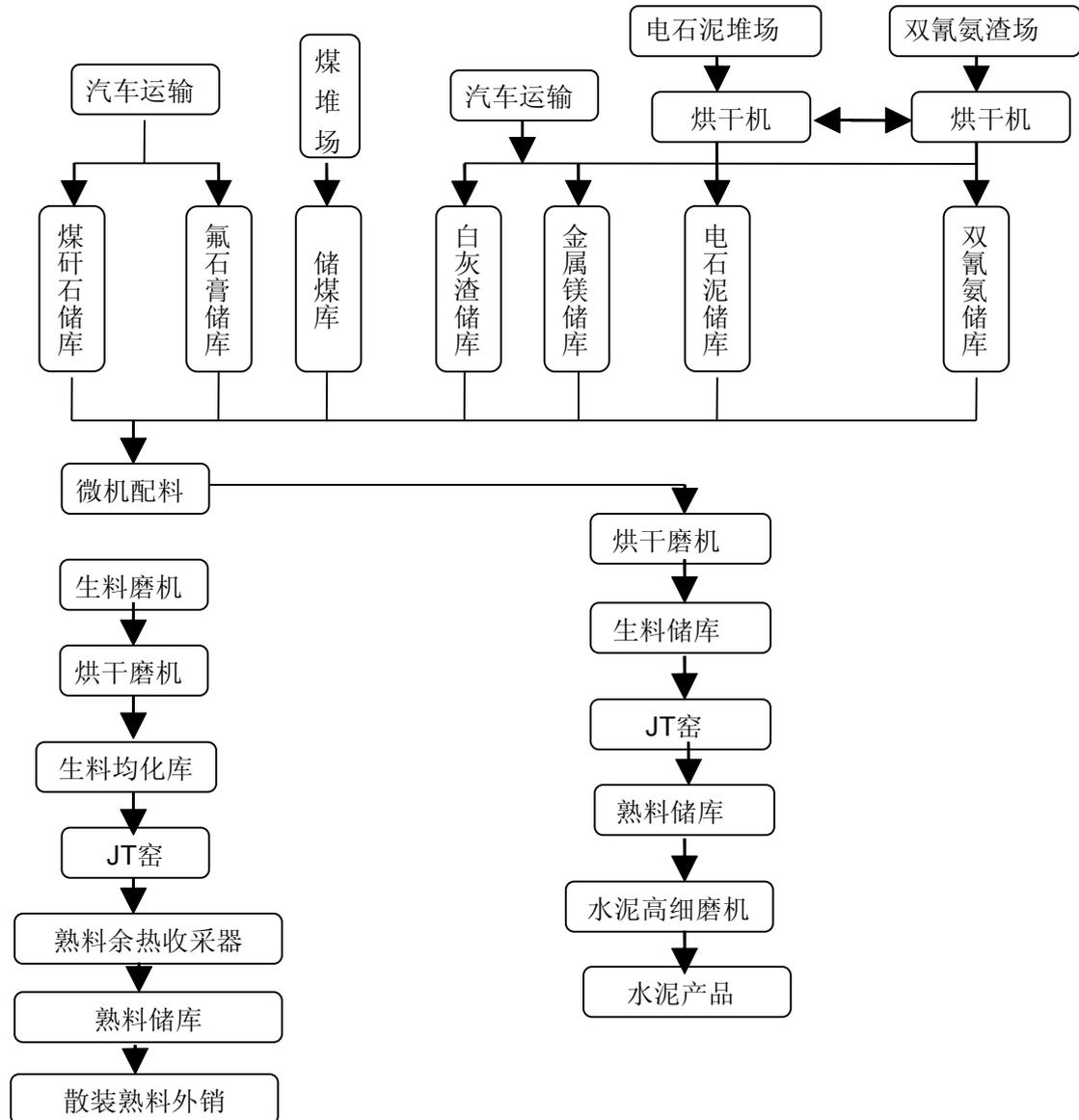
1、完全利用工业固体废渣,开发高饱和比、高硅率、低液相、多晶种、多尾矿新的废渣配料方案,保证熟料的烧结性能,使窑内烧成气带形成稳定的、透气性良好的、通风均匀的底火层。

2、修正了窑炉工艺,从窑炉结构上满足废渣配方低烧失量的特性,达到窑内“中心供风足、边风不过剩”的难题。

3、开发出锻烧操作智能控制技术,最大限度的减少人为误判和操作滞后的问题,使废渣配料在窑内锻烧按照设定的目标进行。

4、改进了预加水成球系统,弥补废渣配方塑性差的缺陷,确保小料球含量及球径的均匀性,以改善窑内横截面积通风分布状况。

5、开发出烟气调质控制技术,防止结露、保证大布袋收尘器正常运行,确保废渣配方熟料锻烧达到深暗火操作:实现了最小热损失,大大下降了烧成配热。



### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由石嘴山市惠磊建材有限公司提供，已在全国 17 个省市试用，全国共有 90 多条线投入运行，其中，青海华夏水泥厂，宁夏惠磊建材有限公司均取得节能减排、高比例利用工业固体废渣的实际效果。一条生产线可年处理工业废渣 160 万吨，能用 100% 工业废渣替代熟料原料，年生产水泥熟料 100 万吨，熟料产品 3 天强度可达到 32 兆帕，28 天强度达到 58 兆帕，均达到干法旋窑优等熟料标准。典型项目的投资与收益情况见表 32。

表 32 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	12000 万元	其中:设备投资	5000 万元
运行费用	14000 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	6000 万元/年	投资回收年限	3 年

#### 4.推广前景

我国有多个国家重点能源开发基地，煤炭制品、能源化工、合金材料等行业的快速发展，产生了大量的工业废渣，对 PVC 电石泥、氰胺渣、铁厂水渣、氟化铝渣、金属续渣等大量未开发应用工业废渣，采用填埋方式处理。本技术的优点是能充分利用熟料生产工艺消纳工业废渣，这样不仅可以变废为宝，而且还可以解决因工业废弃物所造成的环境污染和占用土地的问题，同时带来较好的企业经济效益和社会效益。

### 三十三、固体废弃物制作新型墙材技术

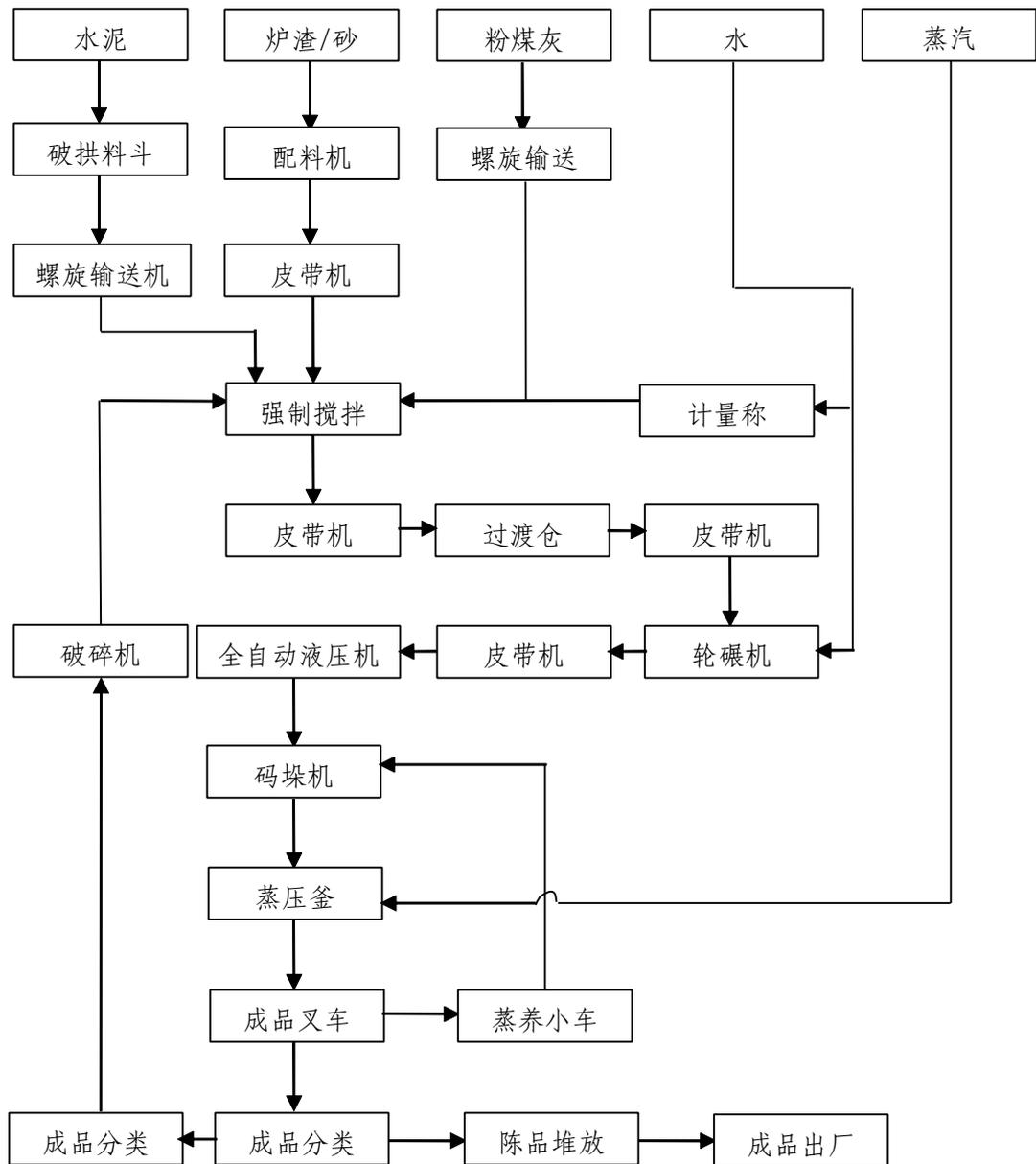
**1.技术名称：** 固体废弃物制作新型墙材技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

固体废弃物制作新型墙材技术是以粉煤灰、尾矿、炉渣以及建筑垃圾等固体废弃物为主要原料，添加生石灰、石膏以及骨料等生产新型墙材的节能环保技术。该项技术适用于不同的原材料体系及不同的工艺配方，生产不同类型的产品如:粉煤灰蒸压砖、灰砂蒸压砖等等，通过更换模具还可生产不同规格的、不同空心率的各种新型墙体砖。

**2.2 工艺路线**



## 2.3 关键技术

蒸压砖生产线核心技术为砖坯压制成型，全自动蒸压砖自动液压机工艺使用广泛，采用浮动模框压制成型，可实现多次加压与排气，对各种坯体成型质量高；液压系统全部采用比例控制，全数字化调节，控制精度高，调节非常方便，系统高度集成，性能稳定；电气控制系统先进，采用 PLC 程序控制，对压力、时间及行程等关键参数进行实时监测与显示，设备操作、参数调整和故障排除非常方便。已推出的 KDQ 系列蒸压砖自动液压机为不同规模的用户提供了多种选择。

### 3.技术应用情况及典型项目

该固体废弃物制作新型墙材技术及装备由马鞍山科达机电有限公司 2008 年 11 月应用于生产,该技术每年可消纳粉煤灰约 10 万吨,尾矿砂约 14 万吨,年产 6000 万块粉煤灰标砖。产品符合标准 JC239-2001《粉煤灰砖》及 JC/T422-2007《非烧结垃圾尾矿砖》。目前已有 40 余家企业使用,生产线运行正常,各项技术指标达到或超过用户预期水平,用户反馈意见良好。典型项目的投资与收益情况见表 33。

表 33 典型项目的投资与收益情况

总投资	965万元	其中:设备投资	719万元
运行费用	11091万元/年	设备寿命	8年
经济效益	802万元/年	投资回收年限	1.2年

### 4.推广前景

目前国外生产新型墙体砖的技术和装备基本不向国内生产企业提供,而国内新型材料的墙体发展时间较短,技术及设备发展尚不完善。与巨大的墙材市场需求相比,我国新型墙材技术及装备发展相对落后,马鞍山可达机电有限公司开发了工业固体废弃物制作新型墙材技术及其成套装备。该套技术装备的推广首先可以减少废弃物堆放占用土地,其次生产的新型墙材可以代替传统红砖的使用,同时该技术生产过程比传统红砖生产过程节能 30%~50%,具有很好的市场前景。

## 三十四、工业废渣粉料计量与控制系统

**1.技术名称:** 粉煤灰等工业废渣粉料计量与控制系统

**2.技术简介**

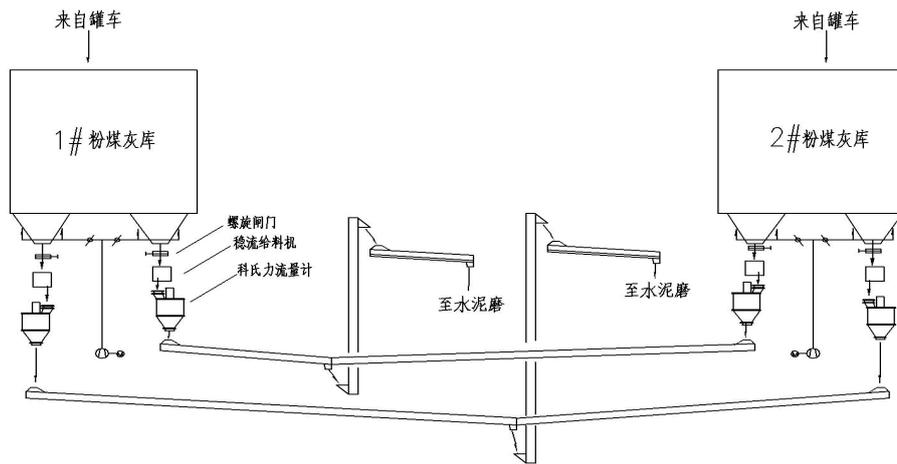
**2.1 基本原理**

(1) 计量原理：基于科里奥利力学原理，通过测量物料通过匀速转动的测量盘时产生的力矩而获得被测物料流量信号。

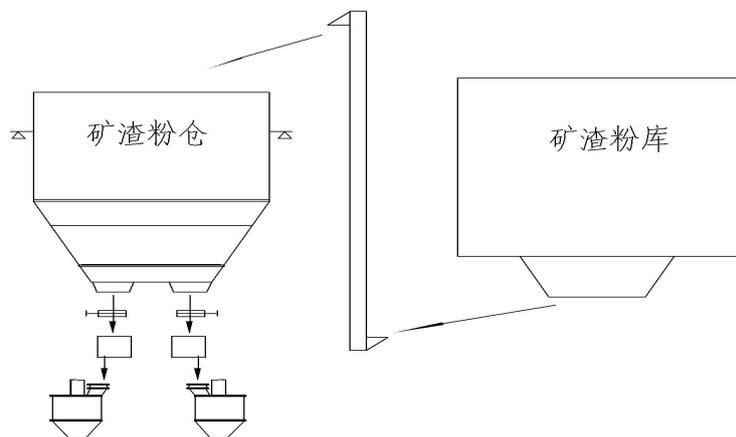
(2) 系统原理：针对粉煤灰等工业废渣粉料自身的材料特性，坚持以相关联工艺研究为条件，以粉料计量装置研究为核心，以关键配套设备研制为重点的研究路线。从系统工程角度出发，将粉料掺量控制与其关联的工艺系统作为一个具有特定功能的有机整体，对粉煤灰特性、储存、输送、助流、给料、计量、控制等进行全方位研究。为用户提供的不仅仅是技术先进、性能可靠的计量与控制装备，而是完整的系统解决方案。

## 2.2 工艺路线

(1) 粉煤灰计量与控制工艺流程图



(2) 矿渣粉计量与控制工艺流程图



## 2.3 关键技术

(1) 从系统工程角度出发, 将粉煤灰等工业废渣粉料掺量控制与其关联的工艺系统作为一个具有特定功能的有机整体, 对工业废渣粉料特性、储存、输送、助流、给料、计量、控制等进行全方位研究, 为用户提供完整的系统解决方案, 解决了长期以来存在的粉料掺量计量与控制难题;

(2) 针对国情, 成功研制出多种组合形式的稳流给料装置及系统(例如单层或多层稳流给料机、专用给料阀、密封卸料阀系统等), 可以因地制宜、灵活组配, 满足不同给料能力和工艺条件的要求;

(3) 研制成功最大计量能力可达  $400\text{m}^3/\text{h}$ , 计量准确度优于  $\pm 0.5\%$  的计量秤装置, 可以满足大流量粉煤灰在线计量与控制的需要;

(4) 对计量秤测量盘表面进行高分子特种防粘结材料覆层处理, 消除了因测量盘粘料厚度不均匀对计量精度造成的影响;

(5) 采用自主开发的金属复合材料技术, 对测量盘表面做高耐磨覆层处理, 处理后的测量盘表面洛氏硬度  $\text{HRC} > 68$ , 彻底解决了粗灰或矿粉等高磨蚀物料对测量盘快速磨损问题;

(6) 对国内外用户现场的技术装备进行远程监视、控制、诊断以及软件下载, 有效提高技术保障力度和售后响应速度, 全面提升国产装备档次。

## 3. 技术应用情况及典型项目

技术拥有单位已将该技术应用于蒙自瀛洲水泥有限责任公司的年产 100 万吨新型干法水泥生产线粉磨系统工程, 为提高粉煤灰和矿渣粉等混合材的利用率提供了保障。技术应用过程中, 计量准确度优于  $\pm 0.5\%$ , 控制精度优于  $\pm 1\%$ , 计量范围为  $3\text{-}400\text{m}^3/\text{h}$ , 适应物料水分  $\leq 2\%$ , 适应物料细度  $\leq 12\%$ 。按粉煤灰与水泥熟料吨差价 90 元,

矿渣粉与水泥熟料吨差价 80 元，年产 100 万吨水泥生产规模计算。粉煤灰多掺加 1%，企业增收 90 万元/年，矿渣粉多掺加 1%，增收 80 万元/年。年处理废物 1900-2500 万吨，年产值 1900-2500 万元。典型项目的投资与收益情况见表 34。

表 34 典型项目的投资与收益情况

总投资	25 万元	其中:设备投资	25 万元
运行费用	0.5 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	40 万元/年	投资回收年限	0.6 年

#### 4.推广前景

产品广泛用于粉煤灰、矿渣粉、电石渣、钢渣粉、熟料粉、火山灰、窑灰、磷渣粉等工业废渣粉料的计量与控制，目前已销售 470 余台套，已在海螺、冀东、中联、南方水泥、天瑞、蒙自瀛洲、金隅水泥等 100 余条新型干法水泥熟料生产线和粉磨站上均有广泛应用，并已出口到巴西、越南等国家。

以 2009 年我国新型干法水泥生产线 1100 余条计算，本产品配套程度仅占 10%，潜在市场空间巨大；在水泥粉磨站、商品混凝土搅拌站、老厂改造领域应用前景广阔；在电力、矿业、化工、冶金等行业也具有巨大的市场拓展潜力。

### 三十五、废润滑油生产再生基础油技术

**1.技术名称：** 废润滑油生产再生基础油技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

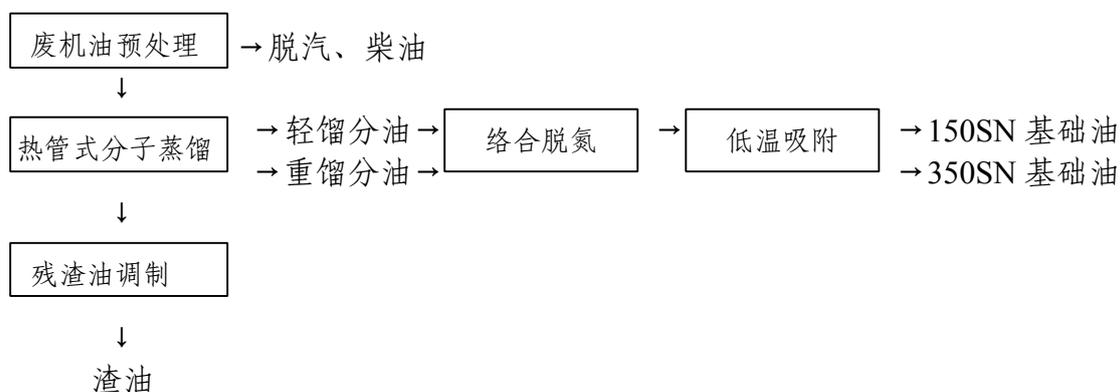
分子蒸馏是一种特殊的液--液分离技术，它不同于传统蒸馏依靠沸点差分离原理，而是靠不同物质分子运动平均自由程的差别实现分离。当液体混合物沿加热板流动并被加热，轻、重分子会逸出液面而

进入气相，由于轻、重分子的自由程不同，因此，不同物质的分子从液面逸出后移动距离不同，若能恰当地设置一块冷凝板，则轻分子达到冷凝板被冷凝排出，而重分子达不到冷凝板沿混合液排出，这样，达到物质分离的目的。

热管是上世纪六十年代美国科学家为解决宇宙飞船壳体的内外温差而发明的一种高效传热元件，有着“热能超导体”之美称，由于它是利用物质（液体）的相变和蒸汽流动进行热量传递的，它的传热效率是最优良的导热金属（银、锂、铜）当量导热率的上千倍，具有导热能力大、均温性能优异、热流密度可调、对热源环境的适应能力极强等显著优点。

该废润滑油再生技术即采用了上述基本原理将基础油从废润滑油中分离出来，然后利用络合脱氧和低温吸附技术进行精制，生产出合格的再生基础油。

## 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

(1) 在国内首创了热管式分子蒸馏关键技术，用于对废润滑油进行分子蒸馏，从废润滑油中分离出基础油。

(2) 专用于再生基础油精制的络合脱氮剂 GT-01、低温吸附剂 GX-01，改变国内石油加工行业普遍采用的“湿式脱剂”为“干式脱剂”，降低了能耗、并减少脱氮剂的损耗，直接提高经济效益。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术应用于安徽国孚润滑油工业有限公司的 2 万吨/年废润滑油再生基础油项目，项目建设期 2 年，生产期设定为 14 年，占地面积 37800m<sup>2</sup>。投产当年生产负荷设定为 85%，次年达到 100%，以后每年均按 100%生产负荷计，产出润滑油基础油 16400 吨及副产品 3000 吨。典型项目的投资与收益情况见表 35。

表 35 典型项目的投资与收益情况

总投资	7963.04 万元	其中:设备投资	2955.00 万元
运行费用	11395.18 万元/年	设备寿命	14 年
经济效益	2079.29 万元/年	投资回收年限	5.12 年

### 4.推广前景

2010 年我国进口基础油 204 万吨，比前一年增长 7.4%，2011 年的前四个月比 2010 年同期增长 20%以上，这说明国内的基础油供应已严重不足，而消费需求却仍在大幅增长，预计 2015 年国内基础油需求量为 1030 万吨，缺口将超过 220 万吨。

该技术生产的再生基础油由于原料来源相对便宜，且规模化、集约化生产使再生成本大幅降低、再生产收率高，故产品的综合成本相对较低，具有明显的价格优势（同比进口基础油低 2000~3000 元/吨）。通过该技术制造的产品基础油将直销这些企业，因此，产品市场前景广阔。

## 三十六、废弃油脂制备生物柴油成套技术

**1.技术名称：**废弃油脂制备生物柴油成套技术

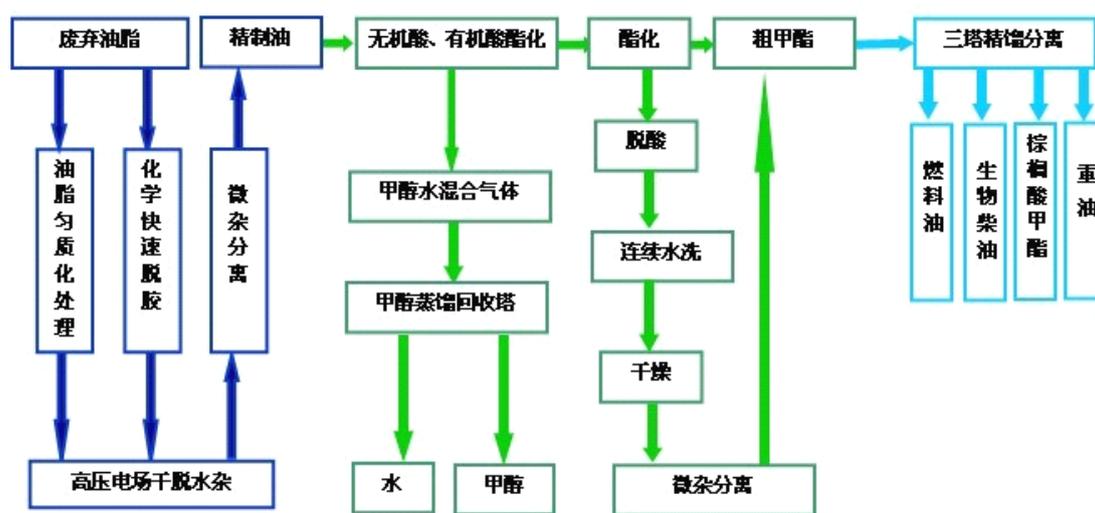
**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

废弃油脂经脱杂、酸炼、脱胶、水洗、沉降、干燥脱水和过滤后得到精制油。在催化剂存在的条件下精制油与甲醇进行酯交换反应，

生成脂肪酸甲酯。反应过程中，未反应的过量甲醇与生成的水以气相形式进入甲醇回收塔，回收甲醇循环利用。反应生成的脂肪酸甲酯经甘油分离、脱酸、水洗、干燥后得到混合粗甲酯。采用三塔连续真空精馏方式，利用混合甲酯各组分的沸点不同，将混合粗甲酯进行分离，得到了燃料油、生物柴油、棕榈酸甲酯、生物重油。

## 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

A、油脂改性均质化预处理技术。该专有技术主要针对国内废弃油脂质量指标严重参差不齐的现状，利用在助剂存在的条件下，三甘酯酯键可发生酰氧键取代反应的机理，将原料油中的甘三酯、甘油、脂溶性杂质含量调整到统一的范围内，使得各种不同指标的油脂均匀统一，其优点在于对于废弃油脂中各类胶质类物质、不皂化物有良好的去除作用，很好地改善了精炼后的油脂品质，对于生物柴油后续酯化酯交换过程提供了原料品质的保证，极大地降低了酯化过程中结焦、积碳程度。

B、新型化学助剂脱胶技术。该专有技术是对回收的地沟油、大豆酸化油、棉籽酸化油等在酯化前的处理，主要目的为脱除上述油脂中含的磷脂、蛋白质、粘液质、金属化合物等杂质，达到优质快速处

理的目的。

C、高压电场脱水技术。该专有技术针对粗甲酯生产过程中的微量水分杂质残留，利用高压电场具有将微水及颗粒富集的特性，将影响产品品质的微量水分、杂质成分进一步去除，以确保获得高品质的生物柴油。与传统负压脱水工艺相比，具有显著的节能效果。

D、两步酸催化的生物柴油合成技术。该专有技术针对废弃油脂生产生物柴油的现有技术存在的问题，提供一种新的利用废弃油脂生产生物柴油的方法。其特点是采用浓硫酸作催化剂催化废弃油脂与醇发生酯化反应和酯交换反应，不使用碱催化剂。为了提高反应效率和产品收率，在反应过程中，一方面不断分离生成的水，打破化学平衡，促进游离脂肪酸进一步反应；另一方面采取中间分离甘油的措施，移出甘油，促使油脂中的脂肪酸甘油酯进一步转化为生物柴油，该技术解决了高酸值油脂无需碱催化的技术难题。

E、有机酸催化生物柴油合成技术。该专有技术提供一种利用有机酸碱作为催化剂进行生物柴油的合成新工艺，涉及用有机酸碱进行两部法转酯化反应，可将92%精制后的废弃油脂转化为生物柴油，该发明的优点在于增加了甲醇在油脂中的溶解度，缩短了酯化反应时间，降低了综合能耗；解决了部分油脂在反应过程中炼焦积碳，堵塞反应器、严重腐蚀，水洗用水量大，乳化严重、金属皂残留量高易堵塞设备、成品生物柴油酸值高等一系列问题。

F、混合甲酯三塔连续精馏分馏技术。该技术利用高真空条件下，不同碳链长度的脂肪酸甲酯的沸点不同，进行组分分离。此技术实现了普通闪蒸分离方法无法实现的不同碳链组分的高纯度分离及游离甘油和总甘油含量难以达到国标的瓶颈。创新点在于依据相同真空度条件下的气液相平衡参数精确控制碳链相近的脂肪酸甲酯的沸点，以达到组分的精确分离，而精馏塔的设计是确保上述过程实现的关键技

术。

### 3.技术应用情况及典型项目

本技术应用于江苏恒顺达生物能源有限公司，建造生产、辅助生产建筑物总建筑面积 16939 平方米，包括 18 个 6000m<sup>3</sup> 罐、10 个 2000m<sup>3</sup> 罐，总容量达 12.8 万 m<sup>3</sup> 原料油及成品罐；3 个 200m<sup>3</sup> 甲醇罐。项目建设了倒油车间、前处理车间、醇解车间、精馏车间，同时建设了配套的公用工程系统，包括储运系统、配电系统、循环水系统、供热系统、污水处理系统。项目建成后，每年处理废弃油脂 20 万吨，成品收率达到 95%；成品酸值达到 0.5mgKOH/g 以下，混合脂肪酸甲酯的精确分离精度达到 99%。2010 年实现销售收入 102284 万元，利税 20018 万元，市场占有率达 20% 以上。典型项目的投资与收益情况见表 36。

表 36 典型项目的投资与收益情况

总投资	64876 万元	其中:设备投资	24479 万元
运行费用	127500 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	22500 万元/年	投资回收年限	3 年

### 4.推广前景

废弃油脂制备生物柴油成套技术解决各种废弃油脂的精制问题，拓宽生物柴油原料的来源渠道；解决对不同原料对合成工艺的适应性问题，突破传统生物柴油生产工艺中因原料品种及指标的波动造成原料利用率低、成本高、选择性强的技术难题；解决长期困扰生物柴油行业产品质量不稳定，酸值与产品收率存在矛盾的问题，为生物柴油进入石化销售领域奠定基础；解决因原料变化而造成生物柴油质量变化的难题，为生产优质生物柴油及高附加值产品做准备。

该套技术可使生物柴油的品质、附加值和产量得到极大的提升，使生物柴油真正进入我国石油产品的销售系统，增强企业竞争力，为

拓展生物柴油的应用领域、开发生物柴油产业链奠定坚实的基础。

## 三十七、丙烯酸及酯类废油资源化处理技术

**1.技术名称：**丙烯酸及酯类废油资源化处理技术

**2.技术简介**

### 2.1 基本原理

该技术通过原料的优化配比（丙烯酸与丁脂）、控制工艺参数、抑制产生副反应生产丁醚、优选催化剂和配比（磷酸和硫酸的配比），高效提取丙烯酸和脂类产品，回收率达到 85%以上。将提取粗丙烯酸和粗丙酸丁脂后的废渣与酯化过程产生的生产废水，通过专有技术产出稳定水渣浆。用输送泵将水渣浆加压输送到燃烧炉前，进入雾化燃烧器，在压缩空气的作用下，雾化成符合要求的粒度和雾化炬形状，在二次空气的混合下，进行着火燃烧。由于采用了多种强化着火燃烧措施，使焚烧连续稳定免燃料焚烧，烟气净化处理后优于国家标准排放。水浆渣用压缩空气雾化燃烧，产生的烟气温度高达 1200℃ 以上，从炉膛出口进入通过导热油加热炉，将导热油加热到 300℃ 以上，再送到裂解、蒸馏等进行热能的有效利用，使整个生产工艺无需外加燃料和蒸汽就能完成产品的提取，实现了资源化再利用。

### 2.2 工艺路线

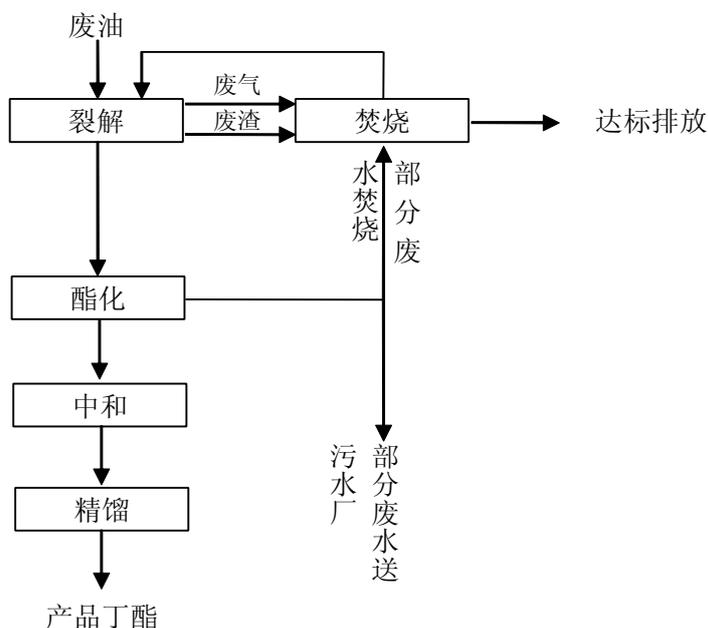
见下页

### 2.3 关键技术

（1）丙烯酸及丙烯酸酯类废油回收装置已授权实用新型专利：  
ZL200820214814.5

（2）PCC-250 型化工残渣处理焚烧炉已授权使用新型专利：  
ZL01245163.0

（3）丙烯酸及酯类资源化处理方法已授权的发明专利：



### 3.技术应用情况及典型项目

本技术应用于南京福昌化工残渣处理有限公司的丙烯酸及酯类废油资源化综合利用项目，企业原有的丙烯酸及丙烯酸酯类回收装置于2003年下半年开工建设，2005年5月试车成功开始生产，设计处理能力为3000吨/年，2007年对丙烯酸及丙烯酸酯类废油回收处理装置进行技术改造，装置处理能力增加9000吨/年，将丙烯酸及丙烯酸酯类废油的综合处理能力提高到12000吨/年，年产值可达到10060万元。应用过程中，丙烯酸酯废油回收率 $\geq 85\%$ ；丙烯酸酯转化率 $\geq 98\%$ ；产品丙烯酸丁酯含量 $\geq 99.5\%$ ；裂解废渣焚烧率 $\geq 99\%$ ；焚烧热能回收利用率达到100%，三废排放达标率100%，典型项目的投资与收益情况见表37。

表37 典型项目的投资与收益情况

总投资	5680万元	其中:设备投资	3200万元
运行费用	550万元/年	设备寿命	10年
经济效益	1520万元/年	投资回收年限	6年

## 4.推广前景

2010年全国丙烯酸及酯类产能达到360万吨，丙烯酸及酯类废油产量约为25万多吨，采用该技术，能够更好的处理丙烯酸及酯类废油，带来更多的经济效益和社会效益，极大的减少给环境带来影响，使丙烯酸及酯类废油得到资源化、减量化、无害化处理的循环经济目标，该技术在全国丙烯酸及酯类行业推广应用前景广阔。

### 三十八、精对苯二甲酸（PTA）残渣资源综合利用技术

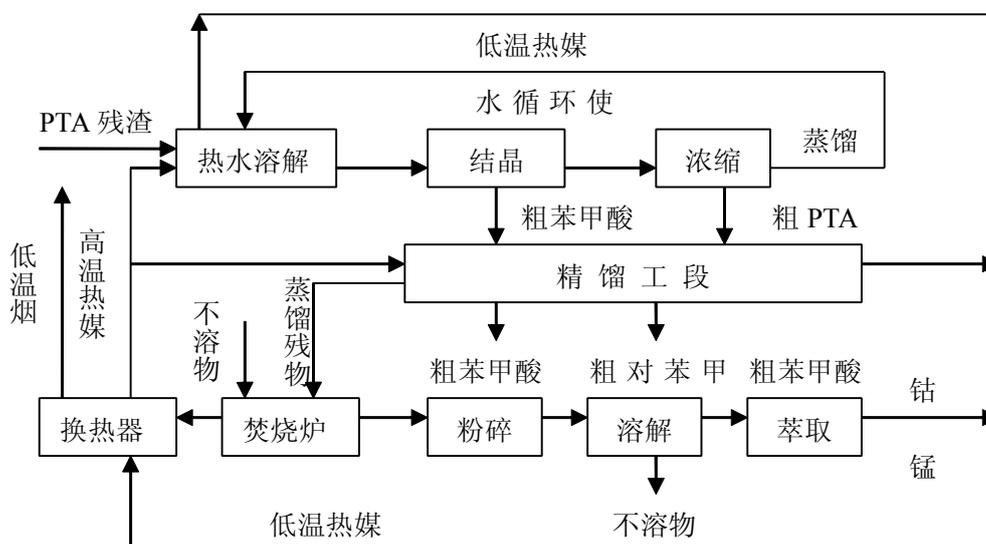
#### 1. 技术名称：精对苯二甲酸（PTA）残渣资源综合利用技术

#### 2. 技术简介

##### 2.1 基本原理

该技术将PTA残渣通过薄膜蒸发器分离提取工业醋酸、提取醋酸后的PTA残液进行高效固、液分离，分离出的水返回生产装置使用，固体残渣通过热水(50-100℃)加热溶解、过滤等工艺从中提取苯甲酸、对苯二甲酸等化工产品，回收产品后的废渣进入免助燃焚烧炉内进行高温(1100-1300℃)持续焚烧，产生的灰渣做综合回收利用，提取钴、锰等贵金属。

##### 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

(1) 采用自主研发的高效固液分离技术，发明了 PTA 生产装置废弃物处理新工艺。

将 PTA 装置薄膜蒸发器氧化残液冷却到合适温度，采用自主创新的高效固液分离技术进行固液分离，分离出的水返回生产装置中循环使用，与水分离后的 PTA 残渣运送到废物处理中心进行处理。

(2) PTA 废渣有效资源利用。

采用 PTA 残渣资源化利用和焚烧处理一体化装置，充分利用焚烧产生的余热，对 PTA 残渣进行溶解、固液分离，分离出固体的苯甲酸、对苯二甲酸等化工产品，并分离出纯度较高的工业用水，可直接排放和回用。

(3) 灰渣中提取钴、锰等贵重金属技术。

通过对 PTA 残渣进行免助燃焚烧处理后，使钴、锰富集于灰渣中，通过溶解、去杂、萃取等工艺实现高效、低成本的钴、锰回收。实现了资源进一步的综合利用。

## 3. 技术应用情况及典型项目

本技术应用于常州沈氏化工残渣处理有限公司，占地面积 48751m<sup>2</sup>，年回收处理苯甲酸、对苯二甲酸等化工残渣 3 万吨，另外还可每年从焚烧的灰渣中提取 30 吨左右金属钴及大约 60 吨的金属锰，综合经济效益可达 2800 万元。由于免助燃焚烧炉的处理，可节约燃料油 3000 吨/年，回收的热能相当于节约 12000 吨的标准煤，年节约总额约有 2460 万元。典型项目的投资与收益情况见表 38。

表 38 典型项目的投资与收益情况

总投资	4500 万元	其中:设备投资	3200 万元
运行费用	150 万元/年	设备寿命	12 年
经济效益	2800 万元/年	投资回收年限	3 年

## 4.推广前景

精对苯二甲酸(PTA)残渣资源综合利用技术及焚烧处理装置水平填补国内现有空白,达到国内领先、国际先进水平,攻克了国际上公认最难处理的PTA残渣处理难题,并对PTA残渣进行资源化处理,从中提取有用的化工产品。目前,我国PTA产能已超过1200万吨/年,残渣产生量约20万吨/年,该技术可使PTA残渣得以充分利用。不仅取得较好的环境效益、节约了大量的资源能源,还节省了很多废弃物处理费用。具有推广价值。

## 三十九、废弃四氯化碳生产四氯乙烯技术

**1.技术名称:** 废弃四氯化碳生产四氯乙烯技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

该技术的基本原理为四氯化碳+天然气+氯气在反应温度为600℃和反应压力为0.3Mpa的条件下进行反应生产粗品四氯乙烯,经过脱氢、精馏、中和、干燥等工序得到高品质四氯乙烯,反应方程式如下:



**2.2 关键技术**

(1)关键工业生产控制指标方面如氯的过量量控制指标,稀释剂的种类、加入方式和量,外供氯气的适宜加入量和外供热量的适宜供应量和反应急冷系统热平衡等。

(2)反应系统热量不平衡的解决:通过对反应热力学和动力学的计算,发现了反应热平衡对转化四氯化碳和生成四氯乙烯的重要性,通过提高进入反应器物料的整体温度,弥补反应热的不平衡。

(3)取消了反应器液相稀释系统;重新设计了原料混合器。

(4)为了使本装置生产出来的四氯乙烯产品能够达到 99.99%的高水平,从一开始就十分重视脱氢塔及产品精馏塔的设计,反复修改、调整两塔的工艺参数,板面设计及流体力学参数达十多版、次,如:塔径、孔径、开孔率、小孔速度、空塔速度、漏液控制、雾沫夹带、液体在降液管中的停留时间、液体通过降液管底的速度、稳定系数、干板压降、全塔压降和性能负荷图等。

(5)大筛孔急冷塔的开孔率问题的解决。通过结合很好地维持了塔板上液面,为急冷及分离两大功能提供了很好的传热和传质功能。

(6)结合自身技术水平和制造水平,独立自主创新设计了干燥系统,从气体喷出的方位、角度,液体下流的路径、分布,到塔的结构、材质全过程进行了创新性设计。极大地增大了汽、液接触面积,增加了气液触漏动程度,增加了填料表面的湿润程度和汽液两相流分布的均匀程度。经过一年多的实际运转,效果好,性能稳定。

(7)将高温易堵的急冷塔塔釜液输送泵由双端面机械密封改为单端机械密封,既节约了投资,又降低了检修费用。

(8)创新性地将点火器由手动改为自动,并自行设计、配置恒流型点火专用电源,成功地实现了电流给定值与电极碳棒移动距离之间的连续、自动、稳定推进。

### 3.技术应用情况及典型项目

本技术利用于自贡鸿鹤化工股份有限公司,2007年4月建设了一套12kt/a以废弃四氯化碳生产四氯乙烯装置,年处理废弃四氯化碳5000吨,年产四氯乙烯7000吨,产品纯度99.99%,水分为50PPm,酸度为1PPm,pH值在6.5-7.5之间,色度 $\leq 5$ ,年产值9600万元。典型项目的投资与收益情况见表39。

表 39 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	10573 万元	其中:设备投资	3638 万元
运行费用	7200 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	2400 万元/年	投资回收年限	4.5 年

#### 4.推广前景

本项目具备推广应用前景，尤其是甲烷氯化物生产厂家，应用本项目可彻底解决副产四氯化碳出路问题，同时具有较好的经济效益。

### 四十、碱回收白泥生产轻质碳酸钙技术

#### 1.技术名称：造纸废液碱回收白泥生产轻质碳酸钙技术

#### 2.技术简介

##### 2.1 基本原理

碱回收白泥制备轻质碳酸钙，基本原理包括：利用压滤机去除原绿液软杂质、利用解絮机解絮细化白泥并保持其基本粒度结构、利用旋振筛去除石灰硬杂质、利用碱炉烟道气碳化过量灰等，使碱回收白泥达到商品轻质碳酸钙的性能指标和使用要求。

##### 2.2 工艺路线

在碱回收车间固有苛化工段增加绿液压滤工序，新增白泥轻钙工段槽罐、设备及土建管线电控等。

##### 2.3 关键技术

①绿液压滤：将燃烧工段送来的原绿液从绿液澄清器底部抽出，压送到 XYA 绿液压滤机进行压滤过滤净化，然后再返回到绿液储存槽进入消化苛化。

②预挂洗碱：将苛化工段送来的白泥浆料，通过 YG 预挂过滤机脱水洗碱，再加水泵送到初级碳化槽溢流进入解絮前槽。

③旋振筛分：将预挂洗碱和解絮细化后的白泥，分别通过 SBN 旋

转振动筛旋振筛分去除所含的石灰硬杂质。

④炉气碳化：抽取燃烧炉烟道气，利用 LQT 炉气净化塔除尘净化后，通往初级碳化槽和二级碳化槽进行多点碳化处理。

⑤解絮细化：利用 HPCC 轻钙解絮机对白泥浆料进行解絮细化并保持其基本粒度结构，同时对所含石灰硬杂质规避细化，再泵送到二级碳化槽溢流进入成品储槽。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由廊坊亚松碳酸钙工程有限公司提供，一条生产线年处理白泥 6 万吨，回收率可达 100%。生产的碳酸钙产品指标为：细度：500 目，白度：90%，D98 粒径：28 $\mu$ m，D50 粒径：5  $\mu$ m，沉降体积：2.4 ml/g，325 目筛余物：0.3%，pH 值：8.5~9.5，盐酸不溶物：0.3%，游离碱：0.05%，残碱：0.3%，尘埃度：0.1mm<sup>2</sup>/g，磨耗值：2.5mg。国内已配套运行的 200 条碱回收生产线推算，每年的白泥产量就接近 200 万吨。典型项目的投资与收益情况见表 40。

表 40 典型项目的投资与收益情况

总投资	1530 万元	其中:设备投资	1410 万元
运行费用	810 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	690 万元/年	投资回收年限	2.2 年

### 4.推广前景

按照目前国内已配套运行的 200 条碱回收生产线推算，每年的白泥产量就接近 200 万吨。如果能全部配套碱回收白泥制备轻质碳酸钙项目，每年至少能消除近 200 万吨的白泥二次污染，压缩 200 万吨工业碳酸钙的开采和生产，减排 15 万吨的二氧化碳，相当于节省 14 个亿的原材料消耗，同时还能节约 5 个多亿的生产成本。

## 四十一、废橡胶处理及综合利用技术

### 1.技术名称：废橡胶处理及综合利用技术

### 2.技术简介

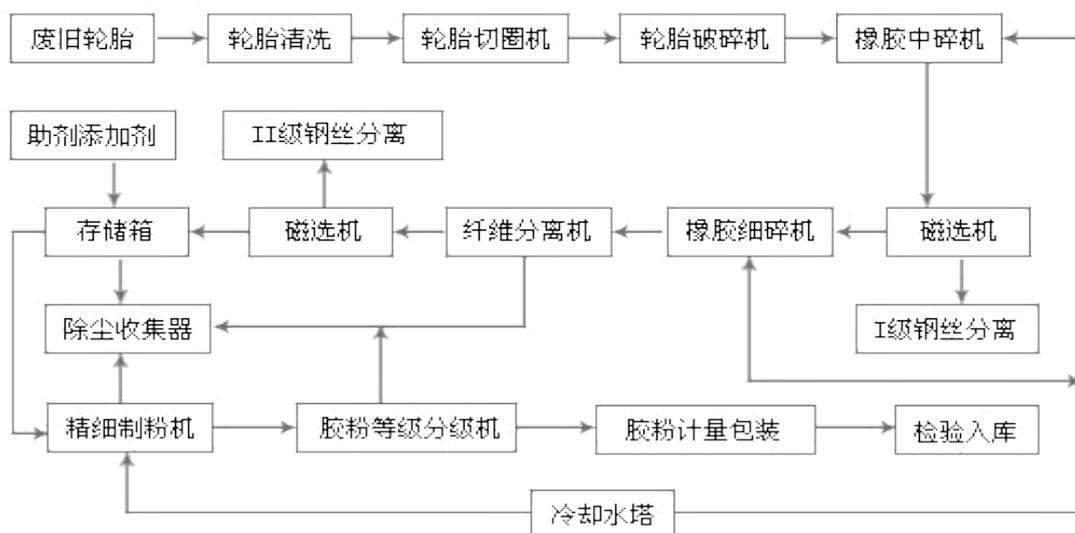
#### 2.1 基本原理

“废轮胎自动化成套处理技术”是利用以特殊的结构磨轮,机械结构逐级破碎和剪切原理,将废旧轮胎、废旧橡胶,剪切破碎并通过磁选、分选机分离出(30-150目)高品质精细橡胶粉、优质钢丝、纤维。

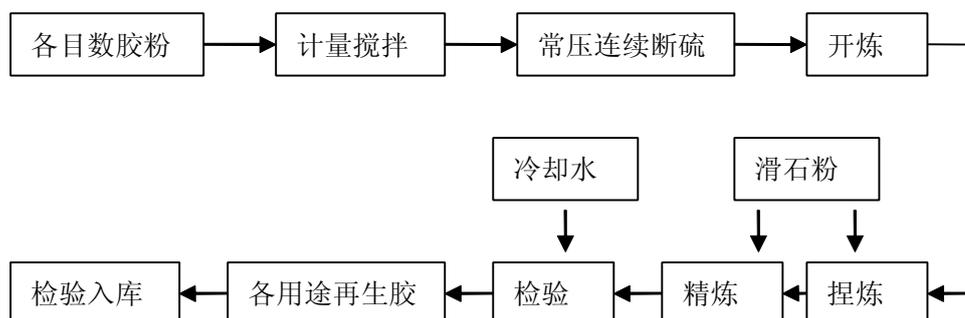
“橡胶再生常压高温连续脱硫工艺技术”是根据化学动力学的范德荷甫定律:温度每升高10℃,化学反应速度加快1倍。把脱硫反应温度适当提高,脱硫时间缩短就可以把压力罐改为管道反应,并使之连续进行。胶料在管道中滚动前进,从预热、升温,到脱硫反应,形成热裂解的滚动场,物料从弹性体变为塑性态的相变拐点,即橡胶再生的正脱硫点。

#### 2.2 工艺路线

##### A、废轮胎自动化成套处理技术工艺流程图



## B、橡胶再生常压高温连续脱硫工艺技术工艺流程图



### 2.3 关键技术

废轮胎自动化处理技术是将原有扇形结构组成的破碎磨面，改为网状环绕形设计三个梯形：粗碎、中碎、细碎区，达到可任意调整胶粉细度。并通过磁选、分选机一次性 100% 分离出高品质精细（30-150 目）胶粉，钢丝、纤维。橡胶再生常压高温连续脱硫技术是用管道流动床，取代压力罐；采用变频无极调速和数显控温，从技术上使工艺参数调整精确，随时确保控制好正脱硫点，从而得到稳定、优质的产品。通过“橡胶还原剂”将废橡胶恢复至硫化前的状态，可制造高品质再生橡胶，整个生产工艺自动化程度高，无味、无尘、无废水、无废渣，产品质量优异，综合耗能低，生产效率高。

### 3. 技术应用情况及典型项目

河南中赢橡胶科技有限公司研发的“橡胶再生常压高温连续脱硫工艺技术及设备”，2010 年已在四川、浙江等地应用，目前该技术年处理废旧橡胶总量 53425 吨，年产再生橡胶 41096 吨，年产值达到 34241 万元。橡胶再生常压高温连续脱硫工艺技术达到国标 GB/T13460-1992 再生橡胶优级品指标，符合特技轮胎再生橡胶的性能。应用过程中，设备运行正常，有效解决了再生橡胶脱硫生产的工业二次污染。达到了“动态脱硫法”的产品技术特点，生产效率高、连续化，减少投资、节约能源达 20% 以上，与“动态脱硫法装置与工

艺技术”相比，在投资、节能、降低生产成本方面，在科技含量、产品性能、节约能源、改善生态环境等方面都能优于动态脱硫法。目前该技术生产线已远销俄罗斯、哈萨克斯坦、巴西、卡塔尔、阿联酋等国家，并受到了国内外客户的一致好评。典型项目的投资与收益情况见表 41。

表 41 典型项目的投资与收益情况

总投资	6886 万元	其中:设备投资	2891 万元
运行费用	1211.76 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	2311 万元/年	投资回收年限	2.63 年

#### 4.推广前景

再生胶是橡胶工业的主要原料之一，有良好的工艺性能和物理机械性能。我国橡胶资源十分匮乏，连续多年橡胶产量在 60 万吨左右，未来产量的增长也极其有限，已成为我国继石油、铁矿石和有色金属等工业原料之后又一大宗紧缺战略性物资。70% 以上的天然橡胶和 40% 以上的合成橡胶依赖进口，其中天然橡胶的进口依存度已经高于石油、铁矿和粮食列第一位。多年来，我国天然橡胶的自给率每年都跌破了 30% 的安全保障线，橡胶产业资源的安全受到了严重挑战。以橡胶烃含量计，3 吨再生橡胶相等于 1 吨天然橡胶，2008 年我国利用废旧橡胶生产再生橡胶 245 万吨，相当于为橡胶工业提供了 80 多万吨宝贵的天然橡胶资源，比我国全年的天然橡胶产量还要多。同时，生产 1 吨再生橡胶需 1.2-1.5 吨废旧橡胶，等于直接处理了 300 多万吨废旧橡胶，有效地保护了环境。在当前中国橡胶资源紧缺的情况下，可利用废橡胶制品生产再生胶。再生胶已作为弥补橡胶资源不足的重要产品，已成为橡胶的第三资源。因此，再生胶不仅是缓解我国橡胶资源紧缺的重要途径，也是国家实施再生资源产业化工程的迫切要求。由此可见，再生胶已成为中国特色的废旧橡胶综合利用的主要途

径，市场前景十分看好。

## 四十二、废橡胶生产稳定型橡胶沥青技术

**1.技术名称：**废橡胶生产稳定型橡胶沥青技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

胶粉吸收沥青中的芳香分而膨胀，软化，沥青中的芳香分减少，导致沥青粘度增大。沥青和橡胶粉的界面逐渐模糊，生成一种高弹性凝胶状物质，形成整体性能明显优于基质沥青的复合胶结材料。该复合胶结材料是一种固-液两相混合物，存在着通过凝胶体与沥青分子相连的固体橡胶颗粒核心，因而保持着橡胶沥青的各项优点。由于加入了特殊助剂和特殊的生产工艺，和普通橡胶沥青相比该工艺生产的稳定型橡胶沥青还具有如下优点：普通橡胶沥青保存时间较短，正常只有4小时，时间久了会产生离析现象，所以只能在施工现场进行施工，无法进行厂内生产。生产时在各项性能指标稳定（针入度、软化点、粘度、弹性恢复等），具有不离析、不沉淀、可储存、可长距离运输等特点；另一方面高温粘度的降低有效提高了道路铺筑过程中的施工和易性，采用稳定型橡胶沥青生产的沥青混凝土比普通橡胶沥青生产的橡胶沥青混凝土的油石比大幅度的降低。产品成品储存时间在90天以上，常温弹性恢复大于70%，177℃表观粘度要小于2.0Pa.S。

#### 2.2 工艺路线

见下页

#### 2.3 关键技术

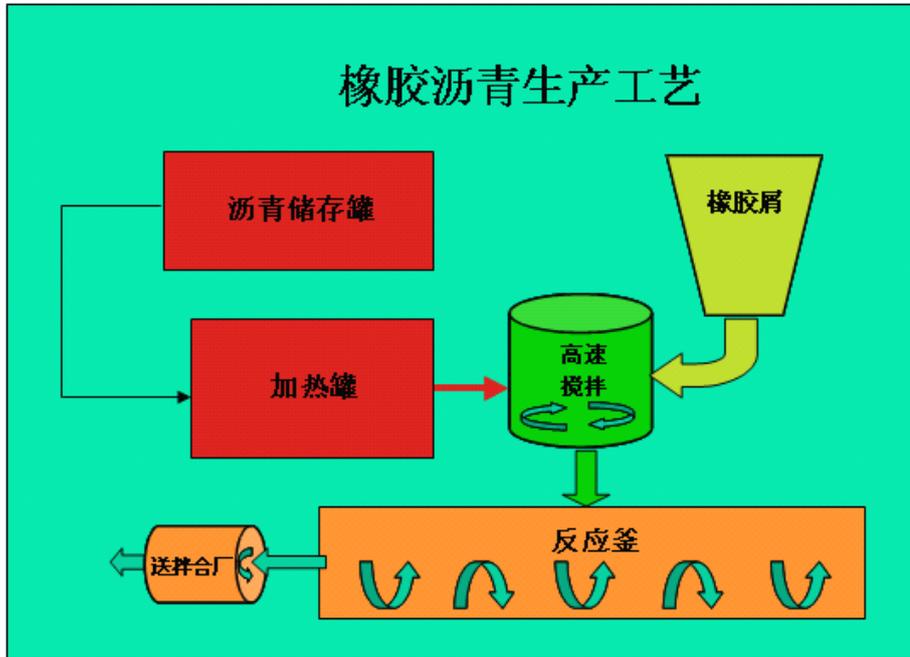
(1) 可进行厂内生产、储存，储存长达三个月质量指标稳定、不离析；

(2) 添加的外加剂的种类、数量和前后顺序；生产时各阶段的

温度控制；

(3) 改善橡胶沥青的和易性；

(4) 特殊的生产工艺及生产使用的设备。



### 3.技术应用情况及典型项目

本技术已在厦门海沧保税港区投资建设管理有限公司，南安市政综合投资开发有限公司，漳州市漳浦县建设局投产应用，应用该技术具有较好的抗剪强度、较强的抗变形能力、良好的柔韧性和良好的防水性等特点，技术指标要求符合我国当前稳定型橡胶改性沥青的生产水平，通过实体工程的验证，满足工程需要。

厦门海沧区港中路西段工程由厦门海沧保税港区投资建设管理有限公司投资建设。本工程西端起于厦漳大桥底下，止于海新路，道路全长 1940 米，涉及包括 K0+822.764—K1+940 段的路基，沥青路面，雨水，污水，路灯基础及管线预埋及 K0+000—K0+822.764 段的路基，雨水及污水。厦门海沧区港中路西段工程，2011 年 5 月 13 日~2011 年 5 月 20 日应用稳定型橡胶改性沥青施工道路面层和底层，结构为 4cm 厚的 SMA-13，底层 6cm 厚的 AC-20，施工面积有 25000

m<sup>2</sup>。典型项目的投资与收益情况见表 42。

表 42 典型项目的投资与收益情况

总投资	2000万元	其中:设备投资	1200万元
运行费用	100万元/年	设备寿命	8年
经济效益	500万元/年	投资回收年限	5年

#### 4.推广前景

利用废旧轮胎橡胶粉作为改性剂来改善沥青性能,使沥青具有了较高的高温稳定性、低温柔韧性、抗老化性、抗疲劳性、抗水损坏性等性能;因自身弹性显著,改善了沥青混合料的应力吸收和扩散效果,使之能够有效延缓路面反射裂缝,降低路面噪音等特点,其独特的路用性能在工程实践中逐渐显露出来,另外由于废橡胶粉的生产技术不断改进,也降低了橡胶粉加工成本,目前废橡胶粉的价格远低于 SBS,使废旧橡胶粉改性沥青路面也迎来了发展机遇。随着我国汽车工业的飞速发展,作为“黑色污染”的固体废弃物---废旧轮胎的数量也随之增加,严重污染环境。利用废橡胶粉替代价格昂贵的 SBS 作为沥青改性剂是一种既经济实用,又可以充分利用资源,变废为宝,消除“黑色污染”,是目前生态路面研究的一个重要课题,符合十七大提出的牢固树立生态文明观念和较大规模发展循环经济的国家可持续发展战略。应用于沥青路面施工中,是较为理想的环保型路面材料,稳定型橡胶改性沥青混凝土的市场前景非常看好。

### 四十三、纸塑铝复合包装废弃物分离技术

**1.技术名称:** 纸塑铝复合包装废弃物分离技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

废弃软包装饮料盒(利乐包)是一种不可降解铝塑纸复合包装材

料，由 70%的纸、20%的聚乙烯（PE）和 5%的铝等复合而成，其中纸为结构材料、塑料为防渗漏材料、铝箔为高阻隔材料。本项目主要研究如何将不可降解铝塑纸复合包装废料有效、彻底地分离，并充分利用分离出的材料，产出再生纸浆、再生聚乙烯、再生铝屑等宝贵的生产资料的技术。重点研究纸塑分离工艺、铝塑分离工艺，并研究一整套配合本技术工业应用的系统工艺，既保证产品有较高的质量，又能提高原材料的综合回收率，降低原材料的使用成本。同时实行清洁生产，减轻生产过程中的环保处理压力，有效防止二次污染。

## 2.2 工艺路线

废弃软包装→纸塑分离设备→再生纸浆（及塑料）→再生纸；

废弃软包装→纸塑分离设备→塑料和铝箔→铝塑分离设备→再生塑料粒子、再生铝屑

## 2.3 关键技术

铝塑分离系统是本项目工程技术先进性的核心点。自主开发的一整套包括分离、利用的连续式生产工艺技术——“V”型反应器：这是铝塑分离的核心处理设备，反应器选择“V”型设计，这种设计对控制反应速度和分离效果非常容易，可以通过控制药剂的浓度及进出料的速度来实现，充分保证了铝塑膜在进入反应器内与专用药剂的充分混合，保障了铝粉分离的效果；尽可能小的降低了反应器的截面积，使得药剂的挥发量降到了比较理想的水平；末端出料均匀，可以将铝塑膜上残留的药剂充分回收。

## 3.技术应用情况及典型项目

该技术由漳州市陆海环保产业开发有限公司提供，已经应用于实际小规模工业化生产中，通过技术改造、扩大建设规模，并已经连续运行多年。目前已达年处理 8 万吨复合包装材料能力，其中包括 3 万吨纸塑复合材料，5 万吨铝塑复合材料。年产再生纸浆 1.8 万吨、再

生塑料（颗粒）4万吨、再生铝屑0.4万吨。典型项目的投资与收益情况见表43。

表43 典型项目的投资与收益情况

总投资	14000万元	其中:设备投资	6550万元
运行费用	4000万元/年	设备寿命	5-10年
经济效益	5245万元/年	投资回收年限	6年

#### 4.推广前景

该技术开发了整套分离、利用的连续式生产工艺技术，自主研发了渗透软化剂和缓腐蚀剂，具有成本低、污染小、能耗低、操作容易、药剂可循环使用等特点，可以实现低成本、大批量、环保型的工业化生产，工艺、配方可推广至国内各纸塑铝复合包装回收材料生产上。

### 四十四、废纸脱墨浆生产超薄包装纸

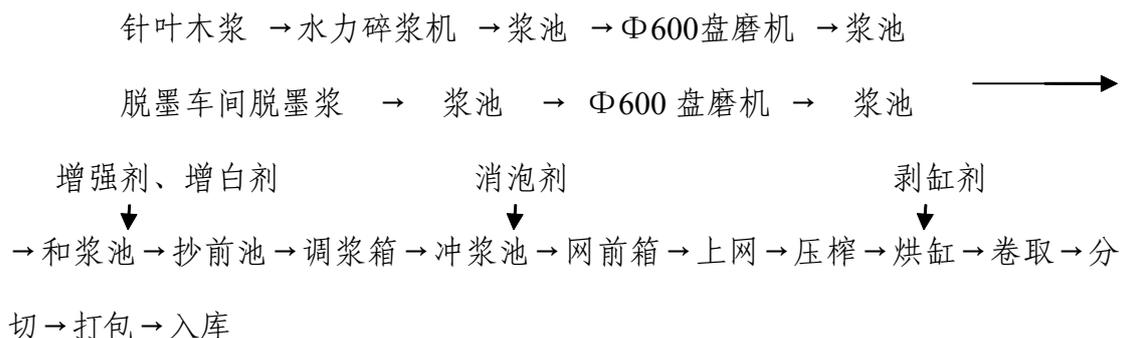
#### 1.技术名称：废纸脱墨浆生产超薄包装纸

#### 2.技术简介

##### 2.1 基本原理

12g/m<sup>2</sup>超薄薄页包装纸新产品的开发，主要是利用脱墨车间生产的废纸脱墨浆与进口针叶木商品浆板按一定配比，并通过工艺流程调整和工艺技术的改造，使用新型化学品等技术而研发生产的超低定量的薄型包装纸。

##### 2.2 工艺路线



## 2.3 关键技术

(1) 脱墨工艺主要采用生物酶脱墨剂替代传统的化学脱墨剂的脱墨方式。利用生物酶脱墨技术的油墨适应性广，油墨与纤维分离彻底，大大提高了浮选效率的特点，使脱墨浆油墨性尘埃明显下降，从而提高脱墨浆的白度；降低进入五级封闭式浮选脱墨槽浆浓，增进浮选效果；

(2) 适当增加  $\text{H}_2\text{O}_2$  用量，增强漂白效果，使得废纸脱墨浆的白度达到大于 82.0% 的要求；

(3)  $14\text{g}/\text{m}^2$  薄页包装纸为了保证木浆的纤维长度采用混合打浆，即废纸脱墨浆与针叶木浆一起打浆。而  $12\text{g}/\text{m}^2$  超薄薄页包装纸为了提高纤维的匀整性，保证成纸匀度，又充分发挥木浆强度好的特性，故而采取废纸脱墨浆与针叶木浆分开打浆的方式。

(4) 随着科学技术的进步，新型、环保的造纸化学品的性能大幅度地提高，为了增加湿纸页的强度，在和浆池加入 0.1 ~ 0.2% 的湿强剂，并在烘缸上喷洒 0.25% 剥缸剂，使  $12\text{g}/\text{m}^2$  超薄薄页包装纸的抄造成为可能。

## 3. 技术应用情况及典型项目

该技术目前主要在优兰发集团子公司投产，三家子公司年处理废纸 20 万吨。其中，福建省晋江优兰发纸业有限公司已形成年产包装纸 3 万吨的生产能力，泉州华祥纸业有限公司已形成年产 6.7 万吨的生产能力，福建希源纸业有限公司已形成年产 5.3 万吨的生产能力。产品包装纸指标如下：纸张定量： $12.0\text{g}/\text{m}^2$ ；紧度： $0.50\text{g}/\text{cm}^3$ ；裂断长：2.37km；撕裂度：71.5mN；白度：89.4%； $(0.3 \sim 1.0) \text{mm}^2$  尘埃度：36；其中  $(0.3 \sim 1.0) \text{mm}^2$  黑色尘埃：4；大于  $1.0 \sim 2.0 \text{mm}^2$  的尘埃度：0；水分：6.9%。各项质量指标除纸张定量外，完全达到  $14\text{g}/\text{m}^2$  薄页包装纸的要求。典型项目的投资与收益情况见表 44。

表 44 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	3800万元	其中:设备投资	3200万元
运行费用	万元/年	设备寿命	8年
经济效益	21786万元/年	投资回收年限	0.2年

#### 4.推广前景

12g/m<sup>2</sup>超薄薄页包装纸的研制、生产。既能为公司带来可观的利润，又能为用户降低使用成本，达到双赢。而且纸张的技术含量高，市场准入门槛比较高，竞争对手少，市场前景非常看好。

### 四十五、铬泥生产铬鞣剂技术

#### 1.技术名称：铬泥生产铬鞣剂技术

#### 2.技术简介

##### 2.1 基本原理

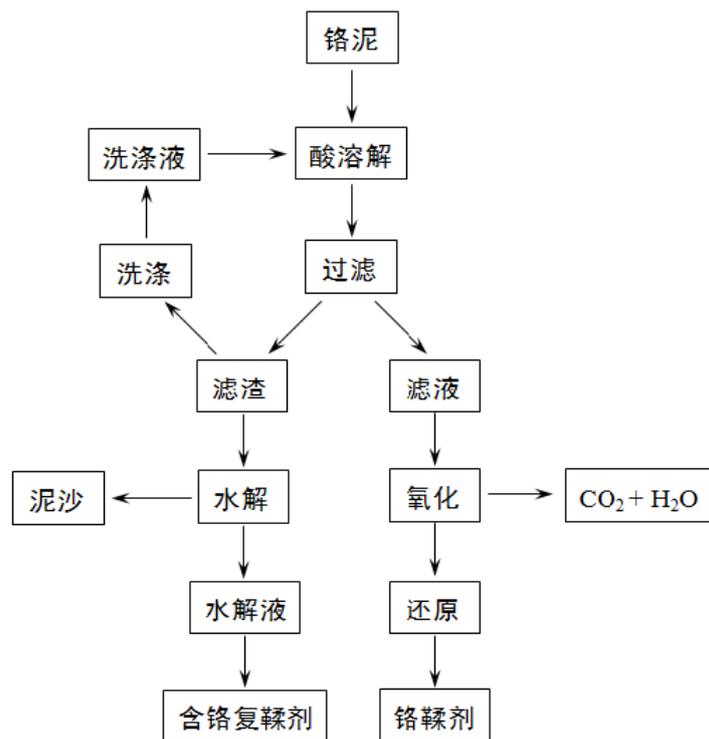
制革厂产生的铬泥废弃物含有大量与铬盐结合的有机物，致使铬盐的鞣性下降无法再应用于制革生产，本技术通过水解方法去除铬泥中大部分与铬盐结合的有机物，再通过氧化方法去除残余的有机物，然后通过碱度和浓度调整得到具有良好鞣性的铬鞣剂，干燥后得到铬粉产品，可以代替商品铬粉用于制革生产。水解产生的蛋白液经过改性后可以制革成为复鞣剂，回用于制革生产。

##### 2.2 工艺路线

见下页

##### 2.3 关键技术

铬泥中杂质蛋白的去除和铬盐鞣性的恢复技术



### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由中国皮革和制鞋工业研究院 2009 年 12 月应用于生产，目前已经在福建省、江苏省、山东省和浙江省近十家企业得到应用，各企业平均年处理铬泥废弃物 2000 吨，利用率达到 99.9% 以上，年产铬鞣剂和复鞣剂的量为 800 吨；切实解决了制革厂铬泥的处置问题，具有很好的经济效益和环境效益。典型项目的投资与收益情况见表 45。

表 45 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	60 万元	其中:设备投资	40 万元
运行费用	40 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	400 万元/年	投资回收年限	0.2 年

### 4.推广前景

由于制革生产中会产生铬泥废料，目前铬泥都是作为危废物进行填埋，处置成本很高，本技术将其制备成为铬鞣剂和复鞣剂，既节约

了危废物填埋的成本，又节约化工材料，为制革厂带来良好的经济效益，具有很好的市场前景。

## 四十六、利用铬革屑生产再生纤维革技术

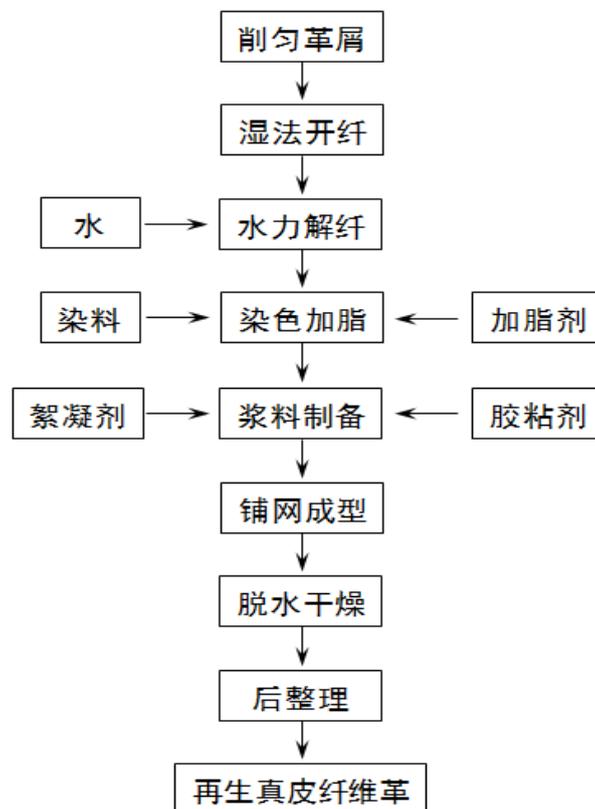
**1.技术名称：** 利用铬革屑生产再生纤维革技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

制革厂铬鞣后的削匀操作会产生大量的含铬废革屑，本项目技术采用湿法开纤方法对革屑进行处理得到皮革纤维绒，再使用水力学解纤得到真皮纤维的水分散液，然后通过染色加脂和混胶，持续得到真皮纤维浆料并使用连续生产线进行持续铺网、滤水、真空脱水、挤水、微波干燥、烘干后得到再生真皮纤维革坯，革坯再经过熨压、磨革、移膜和压花后得到再生真皮纤维革产品。

**2.2 工艺路线**



## 2.3 关键技术

铬革屑的湿法开纤、水力解纤、染色加脂和成型整理技术。

## 3.技术应用情况及典型项目

该技术来源于中国皮革和制鞋工业研究院承担的浙江省重大专项“皮革废弃物的再生利用技术及应用”，目前已经实际生产近两年时间，年可处理 5000 吨铬革屑废弃物，再生利用率达到 99.9%以上，年产纤维革产品量 3000 吨。典型项目的投资与收益情况见表 46。

表 46 典型项目的投资与收益情况

总投资	1000 万元	其中:设备投资	400 万元
运行费用	1000 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	500 万元/年	投资回收年限	2 年

## 4.推广前景

由于制革生产中会产生铬革屑废料，该技术将其制备成为再生纤维革产品，既节约了危废物填埋的成本，又能为行业带来良好的经济效益，具有良好的市场前景。

# 四十七、制革废渣生产蛋白填料技术

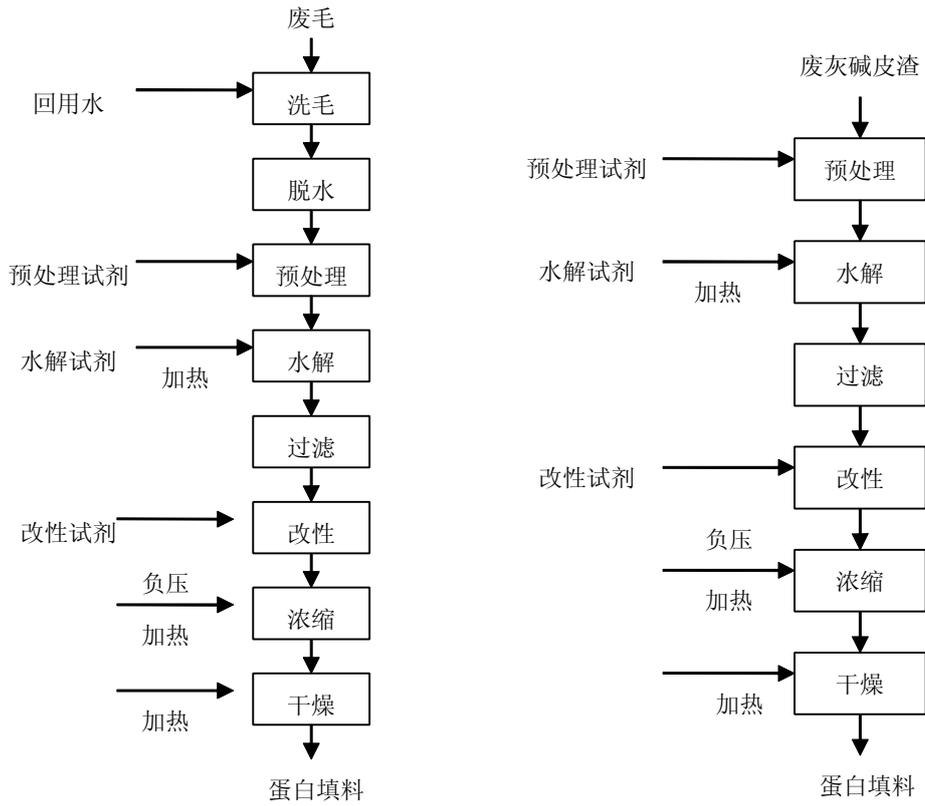
**1.技术名称：**制革废渣生产蛋白填料技术

## 4.2.技术简介

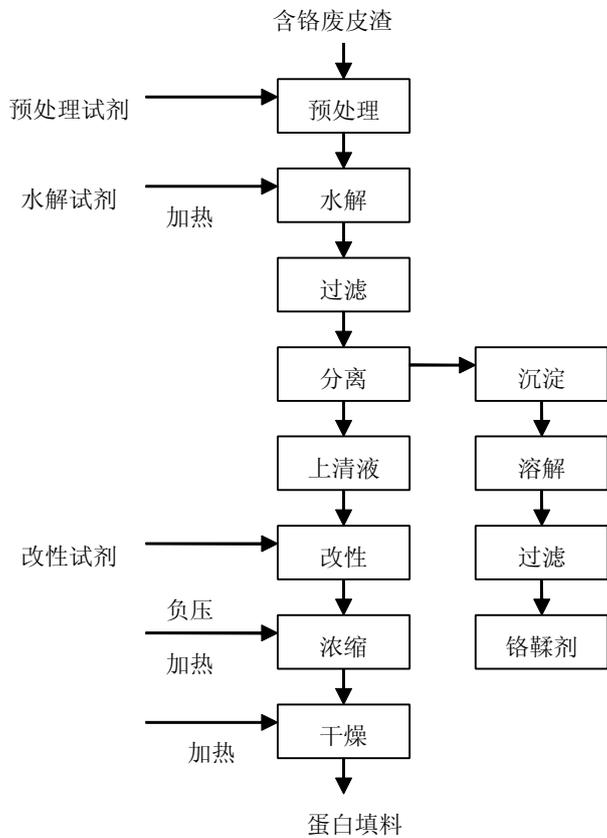
### 2.1 基本原理

利用脱毛工序产生的废毛、鞣制前产生的废灰碱皮渣和鞣制后产生的含铬废皮渣为原料，运用酶降解及化学方法对废毛和废皮渣进行一系列预处理、水解、改性后再经浓缩干燥制成蛋白填料用于制革的复鞣填充。通过控制毛和皮渣的水解蛋白的分子量，使得到的蛋白填料用于制革复鞣填充既能快速均匀地渗透，又能具有优良填充效果。

### 2.2 工艺路线



1.以废毛生产制革用蛋白填料工艺简图    2.以废灰碱皮渣产制革用蛋白填料工艺简图



3.以含铬废皮渣生产制革用蛋白填料工艺简图

## 2.3 关键技术

- (1) 以废毛为原料制备制革用蛋白填料
- (2) 以废灰碱皮渣为原料制备制革用蛋白填料
- (3) 以含铬废皮渣为原料制备制革用蛋白填料

## 3.技术应用情况及典型项目

该技术由佛山市南海兆福皮革制品有限公司提供,年可处理制革废毛1700吨、废灰碱皮渣800吨、含铬废皮渣500吨,生产制革用蛋白填料共约800吨。蛋白质填料中的蛋白质 $\geq 70\%$ ,水分10~15%,pH值6~7。在2008年3月30日至2010年10月30日中试生产期间,共处理制革废渣2140吨,利用制革废渣生产制革复鞣用蛋白填料约600吨,节约资金共计约650万元,减少COD产生量共430吨,减少总氮产生量共58吨。典型项目的投资与收益情况见表47。

表 47 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	3000 万元	其中:设备投资	1000 万元
运行费用	200 万元/年	设备寿命	7 年
经济效益	800 万元/年	投资回收年限	5 年

## 4.推广前景

该项目整体技术具有国际领先水平,环境效益、经济效益和社会效益显著,推广应用前景和示范作用良好,建议加强工程化示范,加快该项技术在制革行业内的应用推广。

## 四十八、剑麻渣提取剑麻皂素技术

**1.技术名称:** 剑麻渣提取剑麻皂素技术

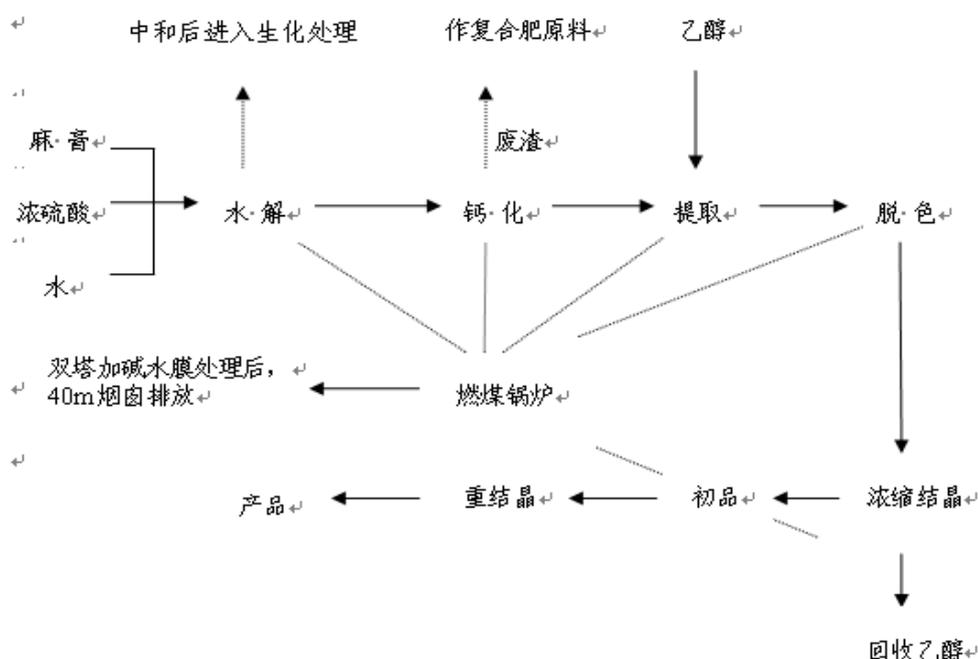
**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

剑麻皂素也称剑麻皂甙元 ( Tigogenin ), 一般以剑麻皂甙的形式广泛存在于剑麻叶片中, 具有完整的甾体骨架结构及良好的生物活性, 可用来合成 200 多种甾体激素类药物。剑麻中的剑麻皂甙元难溶于或不溶于水, 而易溶于多数常见的有机溶剂, 因此甾体皂甙元的提取方法有两种。其一是自原料中先提取粗皂甙, 将粗皂甙加酸水解, 然后用苯、氯仿等有机溶剂自水解液中提取皂甙元。其二是先用酸水解甾体皂甙, 再用乙醇提取甾体皂甙元。本技术采用的是乙醇提取甾体皂甙元的方法。

## 2.2 工艺路线

将剑麻麻渣用压榨机榨取汁液, 汁液在发酵池中发酵, 过滤发酵物中水分并在低温下干燥得到麻膏, 将麻膏在酸性条件下水解, 水解物钙化后进行乙醇回流提取, 将提取液脱色并加入适量助剂后浓缩结晶, 得到剑麻皂素初品, 初品重结晶得到产品。主要工艺路线如下:



## 2.3 关键技术

一、采用密闭体系降低乙醇的消耗量。剑麻皂素在提取、过滤、

脱色、结晶及重结晶步骤中，采用全密封体系，并用低压出料，降低乙醇消耗。二、优化传统的纯化工艺。剑麻皂素提取液中除了含有剑麻皂素外，最主要的杂质为海柯吉宁，本项目向溶液中加入助剂，使海柯吉宁转变为难溶的脲化物，过滤去除脲化物，从而摆脱了传统纯化采用的柱层析分离法。

### 3.技术应用情况及典型项目

技术已在广西崇左市扶绥县中国—东盟青年产业园建立完成年产 100 吨剑麻皂素水解和提取车间，年处理剑麻麻渣 20 万吨。生产的剑麻皂素质量分数 85%~100%，熔点 196℃~206℃，澄清透明，外观呈白色粉末或晶体，乙醇消耗量≤10T。通过投产试车，优化了工艺流程，改进和完善了配套设备，目前整个生产已正常运行一年多，产品各项指标稳定。典型项目的投资与收益情况见表 48。

表 48 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	2200 万元	其中:设备投资	1260 万元
运行费用	600 万元/年	设备寿命	10 年
经济效益	4200 万元/年	投资回收年限	3 年

### 4.推广前景

近十年来，激素药市场由医疗领域向畜牧业及饮食保健领域扩展，甾体激素类药物在世界的需求量逐年上升，甾体药品市场占整个药品市场的份额约为 6%，作为其前体的皂甙元供不应求。由于皂素市场前景好，国内多个省市的薯蓣（黄姜）资源变得过度开发，野生黄姜资源面临枯竭，人们纷纷把目光投向其他皂甙元类化合物如剑麻皂素、番麻皂素等，另外从剑麻皂素合成部分药物工艺要比薯蓣皂素更简单容易，因此剑麻皂素的推广应用前景看好。

## 四十九、果皮果渣提取果胶联产辛弗林技术

**1.技术名称：**果皮果渣提取果胶联产辛弗林技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

在充分研究现有技术的基础上，利用酸解与酶的有效结合，通过三效降膜浓缩提取果胶、同时在废液中通过树脂吸附、降膜浓缩和喷雾干燥制得辛弗林产品。

#### 2.2 工艺路线

果皮果渣经粉碎后进入洗渣反应釜经高温洗脱后废水进入树脂吸附塔，固体进入萃取反应釜，再次经过高温萃取，得到含果胶的液体，经降膜浓缩后，加入提取液，经卧螺离心机固液分离，糊状物经喷雾干燥得到果胶半成品，经粉碎包装后的成品果胶。废提取液经蒸馏塔回收酒精，残液会同洗渣废水进入树脂吸附塔，吸附后经洗脱，液体经三效降膜蒸发器浓缩后经喷雾干燥，过筛的辛弗林成品。萃取后果渣精加工处理成生物质燃料工锅炉燃烧。

#### 2.3 关键技术

该项工艺关键技术在于如何进行固液分离，该工艺在国内首次采用卧螺离心机实现固液分离，不仅节省了人力、物力资源，而且加大了物料处理量，大大节省了生产成本。

### 3.技术应用情况及典型项目

场山宁宁生物科技有限公司自 2010 年 3 月采用利用果皮果渣提取果胶联产辛弗林的新工艺技术，投产后年处理新鲜果皮果渣 25 万吨，年生产果胶 300 吨，辛弗林 100 吨，生物质燃料 12000 吨。果胶产品胶凝强度达到  $180^{\circ}$  ( $\pm 5^{\circ}$ )，总半乳糖醛酸  $\geq 89.5\%$ ，反应收率可达到 13%以上；辛弗林含量  $\geq 98\%$ ，反应收率达到 5%以上。两

年来，公司年均生产总值 7200 万元，年均利润 2200 万元，带动周地农户近 2000 户，年户均增收 2000 元。典型项目的投资与收益情况见表 49。

表 49 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	4745 万元	其中:设备投资	2358 万元
运行费用	8739 万元/年	设备寿命	15 年
经济效益	530.6 万元/年	投资回收年限	9.6 年

#### 4.推广前景

中国是一个农业大国，水果生产大国，果皮果渣来源广泛，且量比较大，不加以利用，势必造成重大污染。利用果皮果渣提取果胶联产辛弗林，该项工艺改变传统的粗糙的将果皮果渣加工成饲料，提高了果皮果渣加工的附加值。且做到了物尽其用，零排放的目标。果胶在国内尚属起步阶段，市场前景非常广阔。此项技术原料来源广泛，价格低廉，推广前景广阔。

### 五十、无害化处理废弃酒糟工艺技术

#### 1.技术名称：无害化处理废弃酒糟工艺技术

#### 2.技术简介

##### 2.1 基本原理

利用首创的先糖化、后发酵固态酿酒技术、废糟作燃料生产蒸汽技术、低压液相法生产白炭黑技术等，对废糟进行链式资源化开发利用，生产复糟酒、蒸汽、白炭黑。

##### 2.2 工艺路线

废糟中加入糖化酶进行糖化，然后再加入团体酵母进行发酵，发酵结束后出窑蒸馏酒，使其残淀<7%以下;再经烘干送至采用，用室燃与层燃相结合的燃烧技术的特种酒糟锅炉生产蒸汽。燃烧后含碳量

<10%的灰渣在 95℃下与氢氧化钠溶液混合反应，经冷却、洗涤得水玻璃后，继续升温熟化，在 42℃下加入稀硫酸熟化，90℃加入硫酸升温至 95-100℃熟化，最后经冷却、洗涤、干燥、研磨得白炭黑。

### 2.3 关键技术

先糖化、后发酵固态酿酒技术、废糟作燃料生产蒸汽技术、低压液相法生产白炭黑技术等。

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术由宜宾五粮液股份有限公司提供，1999年6月已在该公司应用于生产，年处理废酒糟50万吨，年产复糟酒15000吨、锅炉蒸汽90万吨、白炭黑5000吨。产品符合HG/T3061~3073-1999标准，环保过滤烟尘控制在200mg/m<sup>3</sup>以下，已在多家企业推广。典型项目的投资与收益情况见表50。

表50 典型项目的投资与收益情况

总投资	43000 万元	其中:设备投资	30660 万元
运行费用	1800 万元/年	设备寿命	20 年
经济效益	38900 万元/年	投资回收年限	10 年

### 4.推广前景

该技术生产的复糟酒、白炭黑等产品质量符合国家要求，形成废弃酒糟链式综合利用技术及产业链，实现了对废弃酒糟的充分利用，具有广泛的推广前景。

## 五十一、固废制备生物质颗粒设备技术

**1.技术名称：**固废制备生物质颗粒设备技术

**2.技术简介**

**2.1 基本原理**

采用高精度齿轮传动、重力压辑设计、原料坡度导入、成品早期冷却、多层套管烘干、模板下套等技术研发，以农林三剩物、工业固体废弃物为生产原料，成功解决环模制料机喷射式喂料、模具转动压缩有死角、压缩不彻底、颗粒成型率差、对生物质粗纤维、柔软性纤维制粒难等问题。采用新型压缩技术，将经过烘干后水分在 13%左右的原料通过重力喂料送到主机，压辑转动压缩，将原料完全压入模具。在生产过程中不使用任何添加剂、粘合剂，在设备制料室完成生物质原料热裂解过程、将压入模具的原料物理固化，在物理固化过程中，自然成型颗粒。从而解决了环模压缩过程中直接挤出，没有固化成型过程，生产出的颗粒结构疏松、抗碎性差、不能充分燃烧的问题。

## 2.2 工艺路线

原料进厂 - 水分检测 - 堆放 - 输送 - 磁选 - 烘干 - 冷却 - 纤维处理 - 输送 - 高压成型 - 冷却 - 制粒 - 冷却 - 精筛 - 检测真空 - 打包 - 检测 - 上盘 - 入库 - 出厂

## 2.3 关键技术

新型压缩技术。

## 3. 技术应用情况及典型项目

该技术由安徽鼎梁生物能源科技开发有限公司提供，2009 年 12 月投入生产，已形成年产 10 万吨生物质固体成型燃料的生产能力，年回收利用工业固体废弃物、农林三剩物 35 万吨。典型项目的投资与收益情况见表 51。

表 51 典型项目的投资与收益情况

总 投 资	1500 万元	其中:设备投资	950 万元
运行费用	万元/年	设备寿命	5 年
经济效益	3600 万元/年	投资回收年限	8 年

## 4.推广前景

该设备的研发主要是研究对工业固体废物、农林三剩物等得可再生能源开发利用，符合国家应对全球气候恶劣变化危机、大力发展低碳经济的产业政策，是推动当地工农业发展，带动农民工共同致富的需要。生物质颗粒是利用新技术研发的平模生物质颗粒机将竹粉、竹片、竹丝等通过干燥、粉碎、成型、冷却等工艺加工成型的粒状固体节能环保清洁燃料。其用途广泛，既可以作为可再生能源代替燃煤、汽油、柴油等，又可以作为原材料制作竹炭。

## 五十二、工业有机剩余物节能环保处理及资源化技术

**1.技术名称：**工业有机剩余物节能环保处理及资源化技术

### 2.技术简介

#### 2.1 基本原理

该技术利用先进的机械设备对高含水量的木薯酒糟渣、淀粉渣、糖厂滤泥、工厂化养殖禽畜粪便等工业有机剩余物进行脱水，使其达到生物发酵的起始水分要求，结合生物好氧发酵技术，对脱水后的蔗渣等有机剩余物直接进行槽式动态好氧发酵，依靠有机剩余物自身的生物质能，在发酵腐熟过程中，实现物料干燥，实现有机剩余物资源化为有机原料，可用于进一步深加工实现资源多元转化。

#### 2.2 工艺路线

高水分含量的有机剩余物----机械脱水----水分含量 60%左右的有机剩余物----槽式动态好氧发酵腐熟----有机原料。

#### 2.3 关键技术

- 1.高效机械脱水技术
- 2.高效槽式动态好氧发酵技术

### 3.技术应用情况及典型项目

该技术提供单位为广西力源宝农林科技发展有限公司，已在广西力源肥业科技农化有限公司、广西国营钦廉林场、广西椰岛淀粉工业有限公司、广西国营高峰林场、广西国营雅长林场、广西皇氏甲天下乳业股份有限公司等单位进行应用，应用中得到的技术指标如下：1.脱水设备技术指标：处理含水量 85-90%有机剩余物的能力为 8 万吨/年，压滤后含水量 60%的有机剩余物产量 3-5 吨/小时，产品耗电 2-3 度/吨；2.发酵技术指标：处理含水量 60%的有机剩余物能力为 4 万吨/年，单机处理得到发酵腐熟含水量 30%的有机原料 2 万吨/年，耗电 20 度/吨。该创新工艺兼具显著的经济、环保、社会效益，同时具有较强的实用性，技术体系推出后，受到一致认可，典型项目的投资与收益情况见表 52。

表 52 典型项目的投资与收益情况

总投资	560 万元	其中:设备投资	397 万元
运行费用	526 万元/年	设备寿命	12 年
经济效益	239 万元/年	投资回收年限	3 年

### 4.推广前景

据统计，我国年排放有机剩余物数量超过 40 亿吨，畜禽养殖业年排放 80%含水量的粪便达 31 亿吨；生物质能源领域的酒精、淀粉企业，年排放高含水量的糟渣超过 2800 万吨；全国制糖企业 250 多家，年排放滤泥量达 300 多万吨。该技术工艺能够与排放企业的生产线直接对接，对工业有机剩余物实现工业化、规模化同步即时节能环保处理，实现工业有机剩余物多元转化，有效避免二次污染，做到清洁生产。同时，大幅度降低处理成本，具有广阔的市场需求前景和推广价值。