

## 附件 2

# 工业资源综合利用先进适用技术装备 应用指南与案例

|   |    |
|---|----|
| (一) 含钾尾矿溶解转化-热溶结晶法生产氯化钾技术.....              | 4  |
| (二) 滚筒干燥系统.....                             | 5  |
| (三) 铅锌共生氧化矿和锌浸渣强化熔炼技术与装备.....               | 6  |
| (四) 组合式强磁选技术与装备.....                        | 7  |
| (五) 无动力防卡梳篦筛及前端砂石同产技术.....                  | 7  |
| (六) 烧结复合自保温砌块技术.....                        | 8  |
| (七) 煤矸石烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术与装备.....            | 10 |
| (八) 低阶煤干馏粉煤回收利用技术.....                      | 11 |
| (九) 超细粉煤灰机械活化球磨机.....                       | 12 |
| (十) 粉煤灰超细粉研磨技术.....                         | 13 |
| (十一) 工业副产石膏动态水热法生产 $\alpha$ 型高强石膏技术与装备..... | 14 |
| (十二) 工业副产石膏生产建筑石膏和纸面石膏板装备.....              | 15 |
| (十三) 低品位铜镉渣高效清洁生产技术与装备.....                 | 16 |
| (十四) 锌冶炼浸出渣挥发窑无害化处理技术.....                  | 17 |
| (十五) 复杂多金属物料清洁生产技术与装备.....                  | 18 |
| (十六) 钢渣辊压破碎-余热有压热闷处理技术与装备.....              | 19 |
| (十七) 熔融炉处理钢铁厂固体废料技术.....                    | 20 |
| (十八) 蓄热式转底炉处理铜冶炼渣回收铁、锌技术与装备.....            | 21 |
| (十九) 建筑垃圾生产再生骨料及再生无机混合料技术.....              | 22 |
| (二十) 建筑垃圾再生利用破碎机.....                       | 23 |
| (二十一) 建筑废弃物再生惰/活性砂粉技术与装备.....               | 24 |
| (二十二) 工业化建筑排(烟)气管道集成设备.....                 | 25 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| （二十三）建筑垃圾整形筛分处理系统.....               | 26 |
| （二十四）轻集轨道升降保温砌块日光养护窑技术.....          | 27 |
| （二十五）工业固废生产高性能混凝土技术.....             | 28 |
| （二十六）灰渣混凝土空心板挤压成型装备.....             | 29 |
| （二十七）工业灰渣混凝土空心隔墙条板自动化生产技术.....       | 30 |
| （二十八）混凝土新型复合矿物掺合料技术.....             | 31 |
| （二十九）高幅概率组合筛分机.....                  | 32 |
| （三十）全自动液压制砖机成套设备.....                | 33 |
| （三十一）双向加压全自动液压砖机.....                | 34 |
| （三十二）固体废物生产陶粒技术与装备.....              | 35 |
| （三十三）工业固体废弃物生产新型墙材成套装备.....          | 36 |
| （三十四）固体废物生产新型喷筑墙体技术与装备.....          | 37 |
| （三十六）硫酸法钛白硫酸亚铁综合利用技术.....            | 39 |
| （三十七）HQ 高碳铸钢丸生产技术与装备.....            | 40 |
| （三十八）龙门式液压废钢剪切机.....                 | 41 |
| （三十九）高效、节能型废金属破碎技术.....              | 42 |
| （四十）再生铝双室自动熔化铝铁分离设备.....             | 43 |
| （四十一）废弃冰箱无害化回收处理与资源综合利用技术与装备.....    | 44 |
| （四十二）印刷线路板电子元器件自动分离设备.....           | 45 |
| （四十三）废旧线路板破碎分离技术与装备.....             | 46 |
| （四十四）废铅酸蓄电池全自动破碎分选技术.....            | 47 |
| （四十五）废铅蓄电池机械破碎分离技术与装备.....           | 48 |
| （四十六）储能系统-废旧汽车动力电池梯级利用技术.....        | 49 |
| （四十七）PE/PP 500 型废塑料再生技术与装备.....      | 49 |
| （四十八）废塑料柔性优化技术与装备.....               | 50 |
| （四十九）多光谱智能塑料分选装备.....                | 51 |
| （五十）废旧橡胶、废旧塑料生产新型环保热塑性弹性体及其制品技术..... | 52 |
| （五十一）废旧轮胎生产高性能环保再生橡胶技术.....          | 53 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| （五十二）多阶螺杆连续脱硫制备颗粒再生橡胶技术与装备.....    | 54 |
| （五十三）环保节能型万吨级废轮胎再生橡胶技术与装备.....     | 55 |
| （五十四）废旧轮胎生产高强力橡胶制品技术与装备.....       | 56 |
| （五十五）工业连续化环保节能型废轮胎热裂解设备.....       | 57 |
| （五十六）节能型废轮胎自动化粉碎技术与装备.....         | 58 |
| （五十七）废旧轮胎常温机械法制取橡胶粉技术.....         | 59 |
| （五十八）废轮胎常温双轴全封闭自动化破碎技术.....        | 60 |
| （五十九）节能环保型废橡胶串联冷却再生罐设备.....        | 61 |
| （六十）废橡胶智能化再生利用装备.....              | 62 |
| （六十一）废矿物油预处理加氢再生技术.....            | 63 |
| （六十二）废润滑油再精炼技术.....                | 64 |
| （六十三）废润滑油生产再生油成套装备.....            | 65 |
| （六十四）旋风闪蒸-薄膜再沸+NMP 双向溶剂精制技术.....   | 66 |
| （六十五）生物柴油甘油酯化技术.....               | 68 |
| （六十六）纺织废料生产可纺纤维技术与装备.....          | 69 |
| （六十七）紫胶桐酸提取废弃物生产钢结构防腐剂技术.....      | 70 |
| （六十八）废玻璃分拣处理后再生产啤酒瓶技术与装备.....      | 71 |
| （六十九）FCC 废催化剂复活技术与装备.....          | 72 |
| （七十）基于物联网的废纸验收管理系统.....            | 73 |
| （七十一）工业废氨气回收利用技术与装备.....           | 74 |
| （七十二）竹缠绕复合管技术.....                 | 75 |
| （七十三）有机固体废物 UTM 超高温好氧生物处理技术.....   | 76 |
| （七十四）风化煤催化氧化改性生产水溶性肥料专用黄腐酸钾技术..... | 77 |
| （七十五）市政污泥无返料干化处置技术与装备.....         | 78 |
| （七十六）病死动物高温常压无害化处理及油脂提取技术与装备.....  | 79 |

## （一）含钾尾矿溶解转化-热溶结晶法生产氯化钾技术

### 1. 技术原理

采用低钾尾矿,经原地溶钾技术或洗涤溶钾技术,将尾矿中的氯化钾溶解制得含钾卤水,输送至盐田晒制钾石盐精矿,钾石盐通过热溶结晶工艺生产出高品位氯化钾。热溶结晶法工艺是将钾石盐矿用循环母液加热到90℃以上进行溶浸,氯化钾全部溶解于母液中,绝大部分的氯化钠仍以固体存在,经离心分离后除去;澄清的氯化钾饱和液经真空冷却结晶出氯化钾产品。关键技术有尾矿熔洗钾盐回收率控制技术、钠盐池、调节池溶浸过程中钾溶解率的控制技术、钾石盐矿的高效晒制技术、热熔真空结晶技术。设备主要有溶洗装置和热熔装置。该技术工艺流程示意图见图1:

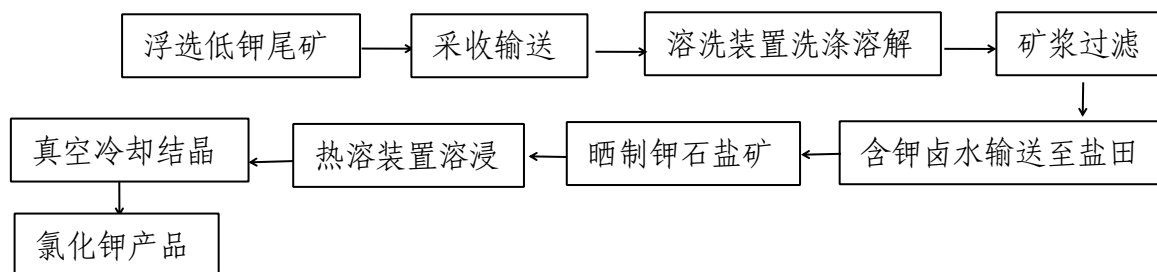


图1 含钾尾矿溶解转化-热溶结晶法生产氯化钾技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2012年1月,青海盐湖三元钾肥股份有限公司在青海格尔木察尔汗建设了10万吨/年利用含钾废盐制取精制氯化钾项目,一次性投资26570万元,其中设备投资11157.11万元,设备寿命10年,年利税4600万元。2015年综合利用470万吨“钾肥生产浮选尾矿”,制得氯化钾15.5万吨,氯化

钾产品氯化钾含量平均95%，综合利用产值达29679.21万元。

## （二）滚筒干燥系统

### 1. 技术原理

采用顺物料方向热烟气干燥的方式干燥煤泥、铁泥，通过高温热烟气与高水分煤泥、铁泥的充分接触，达到去除煤泥、铁泥水分的目的。在干燥过程中，湿物料经缓冲给料机、螺旋推进器均匀地推进滚筒干燥机，与此同时，热风炉产生的热烟气进入滚筒干燥机，在干燥机内物料反复被扬起、洒落，与热烟气进行充分的热量交换，干后物料经密封排料器排入出料运输设备，产生的粉尘经旋风除尘器、湿式除尘器充分除尘，合格的水蒸气排入大气。关键技术有螺旋入料、密封出料技术。主要设备为滚筒干燥机扬料板、破碎、清扫装置、缓冲给料设备。该技术工艺流程示意图见图2：

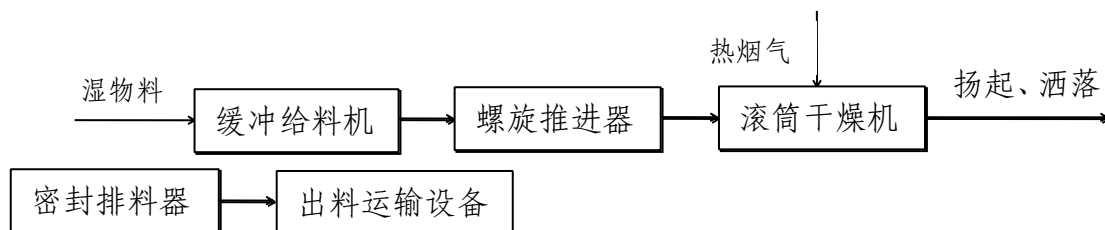


图2 滚筒干燥系统工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2013年10月，达拉特旗茂盛泉煤业有限公司在达拉特旗投产了煤泥脱水提质项目，一次性投资3350万元，其中设备投资1868万元，设备寿命15年，年利税2472万元。2015年处理煤泥130万吨，脱水率达90%。

### (三) 铅锌共生氧化矿和锌浸渣强化熔炼技术与装备

#### 1. 技术原理

侧吹炉熔炼属于熔池熔炼,在该反应体系中,液态铅锌炉渣为连续相,煤颗粒和空气泡为分散相,夹带煤粒的空气泡在熔渣中呈高度分散状,气体喷射搅拌熔池引起的混合现象是熔池熔炼的重要特征。剧烈运动的气固混合分散相对溶体产生强烈搅动,强化了气-液-固相之间的传热传质过程,加速了粉煤燃烧和金属氧化物的还原反应和挥发过程。关键技术有同时处理铅锌共生氧化矿和锌浸渣强化熔炼技术、全冷料开炉方法、氧化锌+氨酸法联合脱硫工艺。设备主要有新型立式带炉缸的侧吹炉。该技术工艺流程示意图见图3:

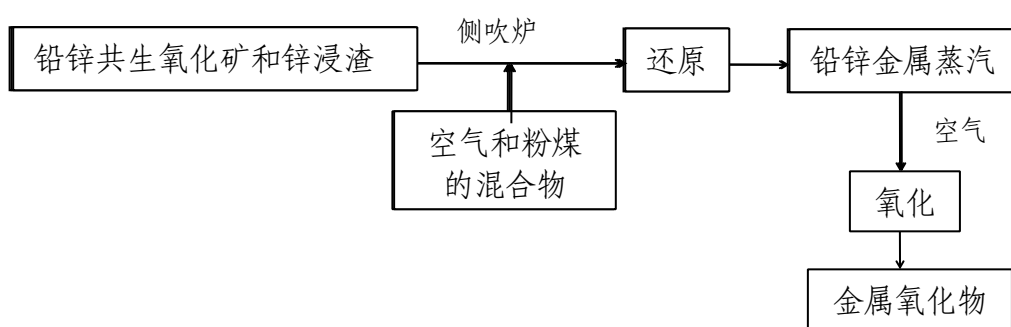


图3 铅锌共生氧化矿和锌浸渣强化熔炼技术与装备工艺流程示意图

#### 2. 应用案例

2014年1月,云南驰宏资源综合利用有限公司在云南省曲靖市会泽县华泥村投产了会泽16万吨/年技改侧吹炉项目,一次性投资4500万元,其中设备投资2500万元,设备寿命8年,年利税255万元。2015年综合利用铅锌共生氧化矿和锌浸渣12万吨,综合利用产值1.32亿元。

## （四）组合式强磁选技术与装备

### 1. 技术原理

采用对称磁极、分选盘和分选介质构成闭合磁路，由磁极上的激磁线圈供磁，并通过不同磁极参数和分选介质参数设计，产生不同的两段高梯度感应磁场，按矿物比磁化系数与颗粒大小作用于分选的矿物，实现矿物的分段磁选。关键技术为梳理式分选技术，关键设备为ZH组合式强磁选机，由独特的磁系结构、平行尖缘状分选介质、稳定高效的传动系统、多孔交错给矿系统、高效的高压定量节水冲洗系统、智能控制系统等组成。该技术工艺流程示意图见图4：

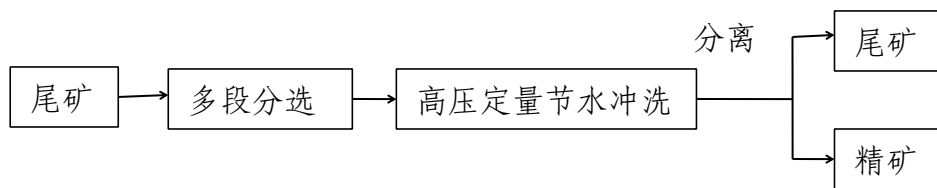


图 4 组合式强磁选技术与装备工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2015年12月，中国铝业广西分公司在广西平果县投产了赤泥高磁选铁项目，一次性投资18000万元，其中设备投资6620万元，设备寿命20年。强磁生产指标：铁精矿品味56.5%，作业铁回收率39.51%，尾矿铁品味17.52%。铁精矿产量在原有基础上增加了近一倍。

## （五）无动力防卡梳篦筛及前端砂石同产技术

### 1. 技术原理

无动力防卡梳篦筛是一种一层多产篦条溜振筛，用于对有粗料和细料的物料进行筛分及給料系统。传统砂石骨料生产常采用电动筛进行筛分，

碎石、制砂各为一条生产线，能耗较高。该技术通过创新筛条结构和布局，利用物体自身重力滑落，无阻防卡，筛分设备本身不需消耗电能即可实现骨料筛分。同时，将碎石、制砂两条生产线高效集约成一条生产线，实现砂石同产，提高能效和资源利用率。关键技术为独立前端大粒径清洁直产、奇数篦条宽度、厚度均大于偶数篦条，并高低错落式设置。主要设备为无动力防卡梳篦筛。该技术工艺流程示意图见图5：

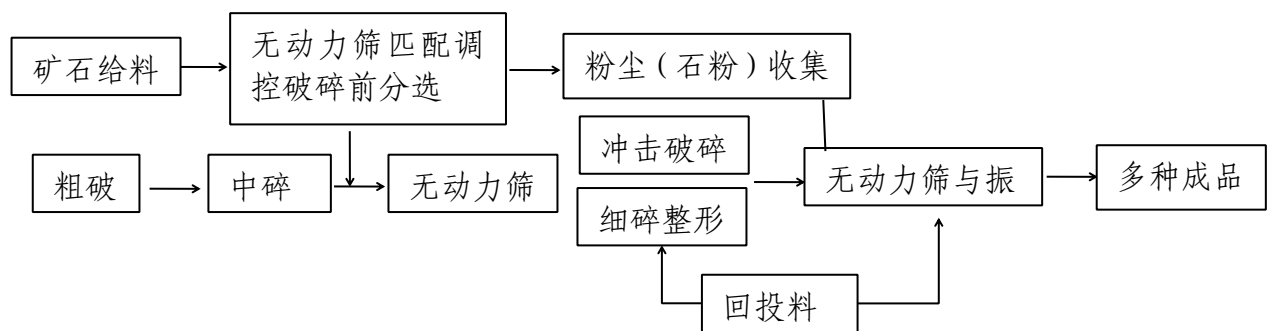


图 5 无动力防卡梳篦筛及前端砂石同产工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年5月，包头市大松工贸有限公司在包头市昆区投产了（碎石厂）碎石、制砂生产线，全盘引进无动力防卡篦条溜筛及前端砂石同产专利设备和生产工艺，一次性投资25万元，其中设备投资25万元，设备寿命 20 年，年利税37万元。2015年综合利用废石30万吨，综合利用产值900万元。

### （六）烧结复合自保温砌块技术

#### 1. 技术原理

该技术主要是利用煤矸石、页岩通过粉碎、挤压成型、干燥和焙烧生产烧结复合自保温砌块，其中的填充料为经过两次预发泡、熟化、成型、成型后熟化工序形成的聚苯乙烯微粒。预发泡指EPS颗粒在预发泡机内，



温度达到90℃左右，颗粒软化，发泡剂受热体积膨胀使颗粒内压大于外压，从而粒子体积膨胀数倍得到泡粒。熟化过程为使内外压达到平衡，需将发泡后泡粒送入料仓放置4~12小时，使空气充分进入泡粒内。成型过程中，将熟化良好的泡粒充填到砌块孔和模具内，加热至110~120℃，使泡粒表面融结在一起，紧密贴附在砌块内壁上，冷却后制品成型。关键技术有EPS颗粒发泡工艺。设备主要有给料机、除铁器、锤式粉碎机、元盘机、强力搅拌机、硬塑出砖机、搅拌挤出机等。该技术工艺流程示意图见图6。

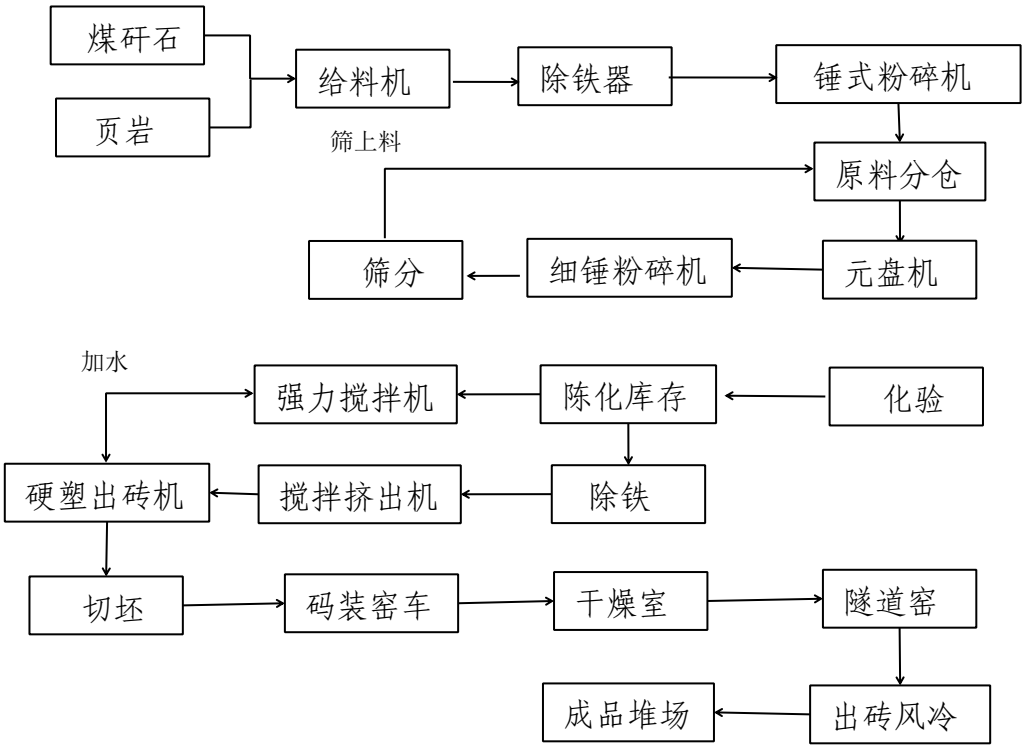


图 6 烧结复合自保温砌块技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年10月，日照市金砖砖业有限公司在五莲县汪湖镇投产了建筑节能与结构一体化项目，一次性投资5080万元，其中设备投资4656万元，设

备寿命10年，年利税1327万元。2015年综合利用煤矸石25万吨，综合利用产值6904万元。

### (七) 煤矸石烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术与装备

#### 1. 技术原理

将煤矸石烧结砖隧道窑冷却带950~200℃的砖坯余热通过在隧道窑顶部安装辐射换热式余热锅炉吸热后产生2.45MPa、400℃蒸汽，余热锅炉利用后的200℃以下的低温余热再用于砖坯干燥，在不影响原生产工艺、不增加燃料消耗和不影响煤矸石砖坯质量的前提下，实现煤矸石烧结砖隧道窑余热的梯级利用。产生的蒸汽直接用于煤矸石砖厂的生产、生活或推动汽轮发电机组发电。关键技术有反渗透+混合离子交换的水处理技术、工业锅炉技术、分段梯级换热技术、过热蒸汽恒温技术、热工检测技术、火力发电等。设备主要有隧道窑余热发电装置、隧道式窑炉余热锅炉、超内燃烧结砖隧道窑余热锅炉。该技术的工艺流程示意图见图7：

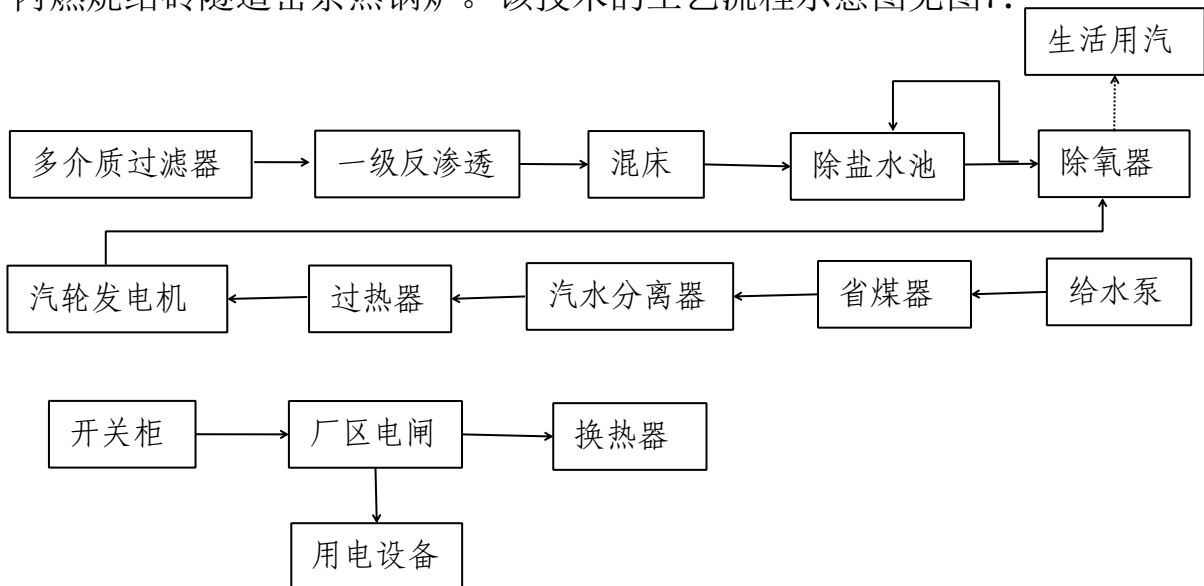


图 7 煤矸石烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年9月，辽源矿业（集团）有限责任公司九台新型墙体材料分公司在吉林省长春九台市投产了煤矸石烧结砖隧道窑辐射换热式余热利用项目，该项目一次性投资2100万元，其中设备投资1250万元，设备寿命超过20年，年利税达到73万元。2015年消纳煤矸石43万吨（余热电站供电量 $1.45 \times 10^7 \text{kW} \cdot \text{h}$ 、供气量22000吨），综合利用产值850万元。

### （八）低阶煤干馏粉煤回收利用技术

#### 1. 技术原理

采用在线利用高温提质煤粉技术，将旋风-膜式组合除尘器捕集下来的提质煤粉，经间断卸料至中间仓泵，此时温度为 $300 \sim 450^\circ\text{C}$ 。然后在线气体输送至喷烧储料中间仓（燃烧炉或流化床热风炉中间储料仓），经下料阀、双级管式螺旋下料至气体输送管内，送至烧嘴或燃烧室燃烧。实现 $300 \sim 450^\circ\text{C}$ 高温提质煤粉的在线、连续、安全卸料、输送与安全高效能燃烧。关键技术有高温旋转动态密封技术、燃气多管道梯级供热、智能化精确温控技术、旋风-膜式组合除尘技术。设备主要有煤热解油气除尘系统、煤热解油气粉尘过滤器。该技术的工艺流程示意图见图8：

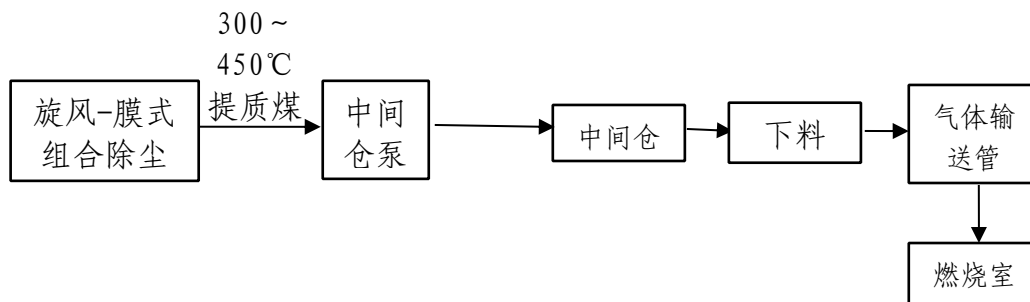


图 8 低阶煤干馏粉煤回收利用技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年6月，河北龙成煤综合利用有限公司在西峡县回车镇投产了煤清洁高效综合利用项目，一次性投资25500万元，其中设备投资21000万元，设备寿命20年，年利税4300万元。2015年综合利用煤粉20万吨，综合利用产值1170万元。

### (九) 超细粉煤灰机械活化球磨机

#### 1. 技术原理

由电厂来的原状粉煤灰经气力输送系统进入磨前仓，经粉煤灰秤计量后送入粉煤灰磨机，经粉磨加工后超细粉煤灰成品经斜槽由提升机送入成品暂存仓，再由仓式泵送入汽车散装库或或火车散装库，出磨产生废气由气箱脉冲收尘器处理后排入大气中，整条生产线系统由DCS操作系统进行控制。全部生产过程处于密闭状态下进行，没有粉尘外溢。关键技术有专用研磨体级配技术、变频调速技术。设备主要有高性能陶瓷耐磨衬板、铸造衬板、隔仓板以及粉煤灰专用磨机。该技术的工艺流程示意图见图9：

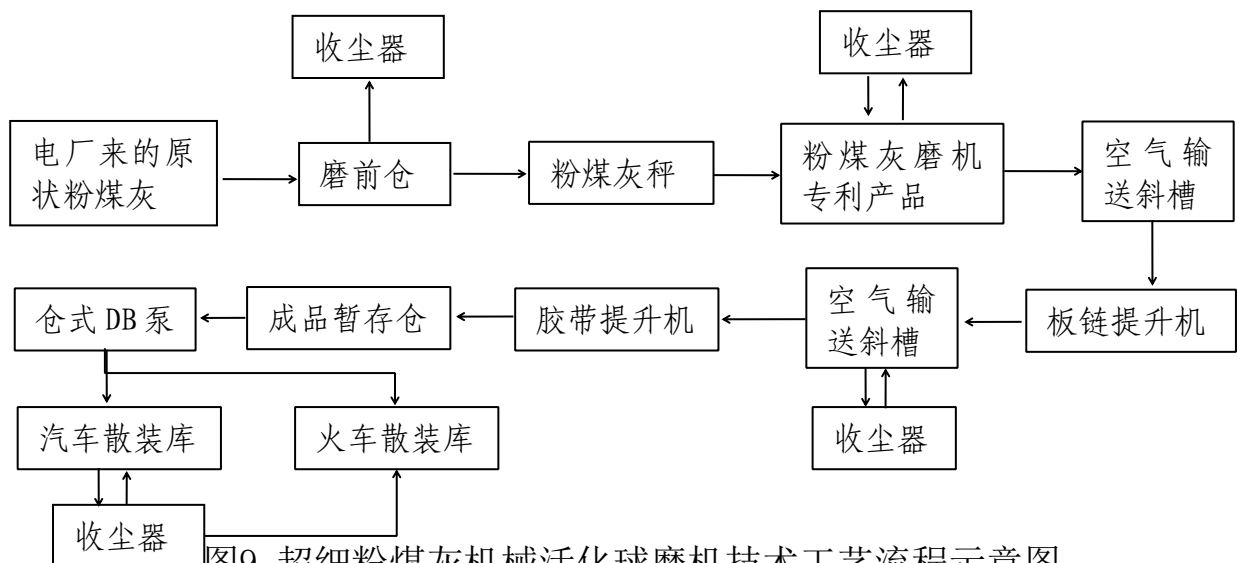


图9 超细粉煤灰机械活化球磨机技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年5月，呼伦贝尔市盛伟科技实业有限公司在呼伦贝尔市鄂温克旗华能益民电厂投产了日产5000吨超细粉煤灰生产线工程项目，一次性投资14200万元，其中设备投资8500万元，每年的运行成本7050万元，设备寿命达到20年，年利税11496万元。2015年综合利用粉煤灰50万吨，综合利用产值2000万元。

### （十）粉煤灰超细粉研磨技术

#### 1. 技术原理

生产过程中将原状粉煤灰通过气力输送装置存入原状粉煤灰库，在粉煤灰需要磨细加工时，再将物料通过库底气力输送和外部提升装置输出，送入磨细区粉煤灰磨，磨后的粉煤灰经过选粉机筛选出合格产品送入产品仓，最后装车对外销售，不合格产品存储于中间仓，再回到粉煤灰磨再次磨细。粉煤灰超细磨是运用传统管磨（内部结构与研磨体级配改变）加高效选粉机形成闭路磨粉系统。关键技术有粉煤灰超细粉研磨技术。设备主要有传统管磨（内部结构与研磨体级配改变）、高效选粉机。该技术的工艺流程示意图见图10：

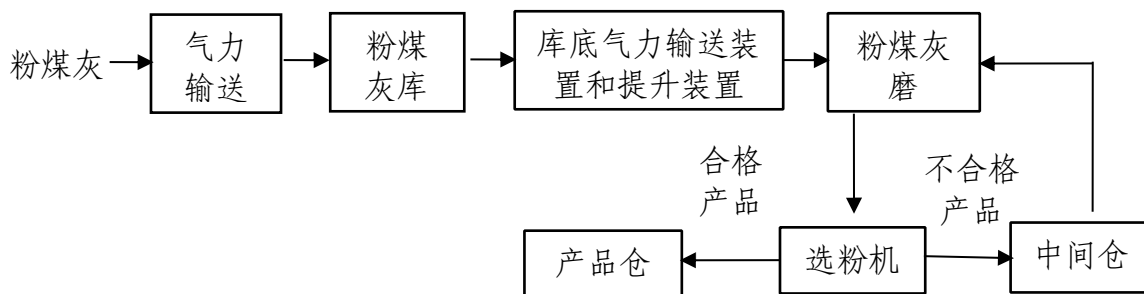


图10 粉煤灰超细粉研磨技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年12月，陕西建业环保科技有限公司在咸阳市正阳镇投产了年产24万吨粉煤灰超细粉项目，一次性投资8600万元，其中设备投资6139万元，设备寿命15年，年利税达到572万元。2015年综合利用粉煤灰24万吨，综合利用产值2255.38万元。

### (十一) 工业副产石膏动态水热法生产 $\alpha$ 型高强石膏技术与装备

#### 1. 技术原理

以工业副产石膏、天然石膏为原料，采用“动态水热法”制备 $\alpha$ 型高强石膏、超细石膏纤维、超细石膏粉等产品。液相法生产 $\alpha$ 型高强石膏的基本原理是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在加热过程中受热脱水生成 $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ ，石膏在脱水过程中随着外界条件的不同而生成不同晶形的 $\alpha$ 相或 $\beta$ 相半水石膏。当蒸压釜内的压力高于一个大气压时，釜内的 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 以“溶解-再结晶”的机理进行脱水，从而形成结构致密的 $\alpha$ 相 $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ 。关键技术有动态水热法和钙法脱硝。设备主要有 $\alpha$ 高强石膏固液分离的石膏离心机、振动筛、热风炉、换热器、转晶釜、闪蒸干燥机、旋风收集器、布袋除尘器等。该技术的工艺流程示意图见图11：

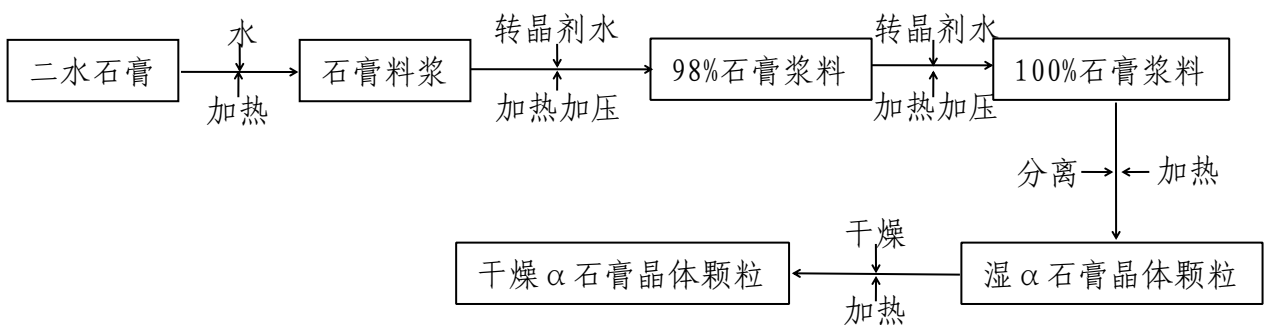


图11 工业副产石膏动态水热法生产 $\alpha$ 型高强石膏技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年1月，江苏金石阳光环保科技有限公司在江苏连云港投产了15000吨/年 $\alpha$ 型高强石膏项目，一次性投资2830.11万元，设备寿命10年，年利税735万元。2015年年产 $\alpha$ 型高强石膏1.5万吨，综合利用产值1764万元。

### (十二) 工业副产石膏生产建筑石膏和纸面石膏板装备

#### 1. 技术原理

针对脱硫石膏易粘、含水量大、石膏粒径分布集中，细度在40~60mm，研究开发以脱硫石膏为原料的建筑石膏生产关键技术和大型纸面石膏板生产线关键技术，实现100%脱硫石膏的利用，生产出优质的建筑石膏，并在此基础上生产质量优良、价格低廉的纸面石膏板或石膏砂浆等石膏制品。该套设备主要是以脱硫石膏为原料生产建筑石膏和大型纸面石膏板。关键技术有气流干燥、气流煅烧、炒锅煅烧等工艺技术。设备主要包括卸料器、打散机、建筑石膏陈化均化装置、脱硫石膏烘干系统、炒锅、冷却器、纸面石膏板新型节能干燥剂机及自动控制系统组成。该技术的工艺流程示意图见图12：

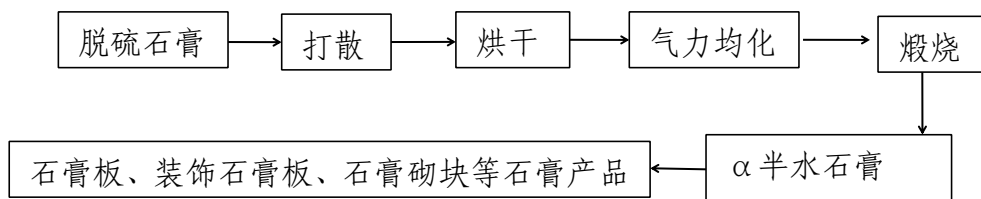


图12 工业副产石膏生产建筑石膏和纸面石膏板装备技术

工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年6月，圣戈班石膏建材（葫芦岛）有限公司在葫芦岛投产了年产3000万平方米纸面石膏板项目，一次性投资19000万元，其中设备投资12100万元，设备的寿命是15年，年利税2400万元。2015年综合利用脱硫石膏28万吨，综合利用产值18000万元。

### （十三）低品位铜镉渣高效清洁生产技术与装备

#### 1. 技术原理

将湿法炼锌净液产生的低品位铜镉渣用锌电解废液进行硫酸选择性浸出，硫酸浸出始酸浓度10~15g/L，过程中控制矿浆酸度2~10g/L，浸出过程中溶液中的锌、镉绝大部分浸出，浸出终点控制pH值5.0~5.2，此时溶液中的三价铁基本水解沉淀，铜镉渣中的As、Sb也随三价铁沉淀入渣，部分溶解的铜也水解沉淀。浸出渣经酸洗得富铜渣，送铜冶炼厂回收铜，洗水返回铜镉渣浸出工段。关键技术有铜镉分离技术、海绵镉还原熔炼工艺、无氧铸锭技术、粗镉自动加料技术、镉连续真空蒸馏技术、塑烧板除尘技术等。设备主要有新型连续精馏炉、塑烧板收尘器、粗镉自动加料装置、底部放粗镉及碱渣的装置。该技术的工艺流程示意图见图13：

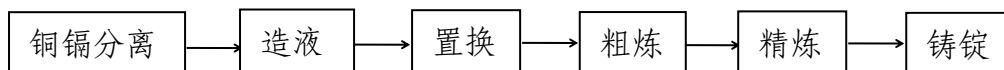


图13 低品位铜镉渣高效清洁生产技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2011年4月，云南驰宏锌锗股份有限公司在云南省曲靖市投产了800吨精镉生产工程项目，一次性投资2493.16万元，其中设备投资806.52万



元，设备寿命8年，年利税207万元。2015年综合利用量2498吨，综合利用产值2180万元。

#### (十四) 锌冶炼浸出渣挥发窑无害化处理技术

##### 1. 技术原理

项目采用挥发窑富氧助燃技术，具体的技术方案为：配料、氧气制备、氧气储压、气体混合、浓度调试、给风方式等工艺步骤。配料环节以浸出渣与煤炭质量比例为1:35~1:40，混合料含碳12~16wt%；在挥发过程中，添加混合料重量5~10%的熟石灰；在气体混合环节将体积浓度90%以上、给氧压力0.4~0.5MPa的氧气通入，在窑头混气罐混氧，混合气体体积浓度控制在25~45%；在挥发环节控制在1200~1350℃下挥发产出氧化锌铅烟尘。关键技术有挥发窑富氧助燃技术以及烟气脱硫制取精亚硫酸钠的工艺。设备主要有锌渣挥发窑、湍动吸收塔。该技术的工艺流程示意图见图14：

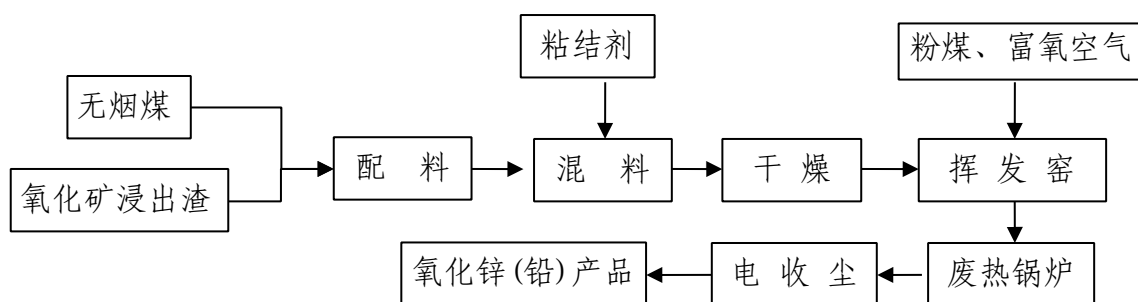


图14 锌冶炼浸出渣挥发窑无害化处理工艺流程示意图

##### 2. 应用案例

2012年12月，祥云县龙盘矿业有限责任公司在祥云县财富工业园区投

产了30万吨/年浸出渣无害化处理项目，一次性投资2亿元，其中设备投资11553万元，设备寿命10年，年利税78万元。项目新增就业人员250人，2015年回收氧化锌铅2.63万吨，综合利用产值37306万元。

## （十五）复杂多金属物料清洁生产技术

### 1. 技术原理

从废杂铜、废铜渣、铜泥中提取铜、锌、锡、铅、铟等有价金属。通过再生还原炉熔炼，浇铸成阳极板直接电解生成标准电解铜；通过溶剂萃取-电积技术从烟尘中提取电解锌；氧压浸出渣、铜阳极泥、锌浸出渣通过电炉熔炼生产粗锡合金，含锡物料通过“还原熔炼-真空分离-电解精炼”技术生产精锡，从而提高多种有价金属的综合回收能力。关键技术有火法还原熔炼、电解精炼、萃取分离提纯技术。设备主要有烟气炉余热蒸汽利用系统、用于夹持风管的移动小车、二级脱硫系统、烟化炉加料系统、烟化炉粉煤给煤系统、三级逆流漂洗装置等。该技术的工艺流程示意图见图15（见下页）：

### 2. 应用案例

2015年1月，江西自立环保科技有限公司在抚州市抚北工业园投产了多金属综合利用改扩建工程项目，一次性投资82000万元，其中设备投资51000万元，设备可使用年限是15年，年利税3800万元。2015年综合利用低品位铜泥、废铜渣等达到22万吨，综合利用产值38亿元。

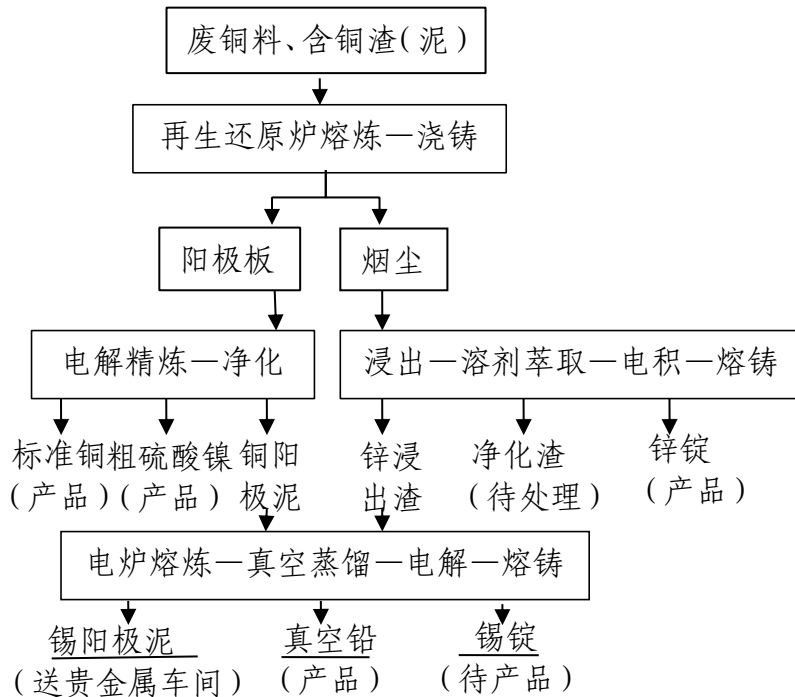


图 15 复杂多金属物料清洁生产技术工艺流程示意图

## (十六) 钢渣辊压破碎-余热有压热闷处理技术与装备

### 1. 技术原理

钢渣先经辊压破碎机破碎至粒度300mm以下；温度由1600℃降至800℃，再进热闷罐，利用钢渣余热，在0.2~0.4MPa工作压力下热闷，该工作压力比常压池式热闷工艺提高了约100~200倍，增大了水蒸气在钢渣中的渗透压，加快了水蒸气与钢渣中游离氧化钙的反应速率，使钢渣在1.5小时左右即达到预期的粉化和稳定化处理效果。关键技术有钢渣辊压破碎-余热有压热闷工艺方法。设备主要有钢渣余热有压热闷装置、钢渣辊压破碎装置、钢渣渣罐倾翻车(机)。该技术的工艺流程示意图见图16:

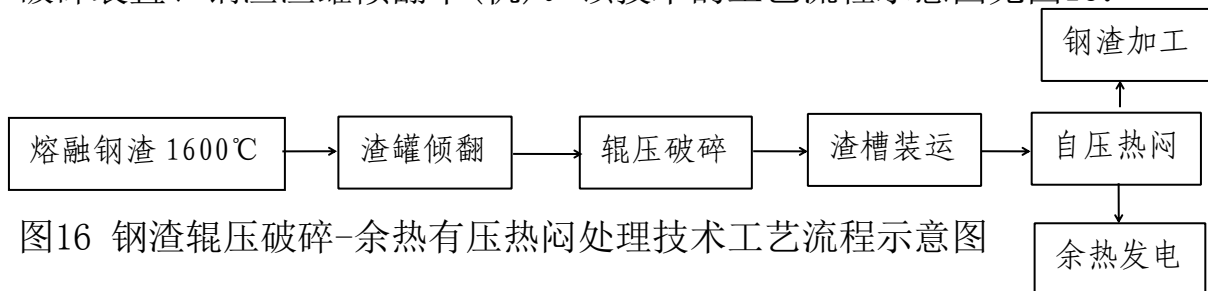


图16 钢渣辊压破碎-余热有压热闷处理技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年11月，珠海中冶环保建筑材料有限公司在珠海市高栏港区粤裕丰钢厂投产了珠海中冶环保50万吨/年钢渣处理生产线，一次性投资9000万元，其中设备投资4907.29万元，设备寿命20年，年利税2656.47万元。2015年综合利用钢渣50万吨，综合利用产值10232.1万元。

### (十七) 熔融炉处理钢铁厂固体废料技术

#### 1. 技术原理

利用钢铁厂生产的各类尘、泥、渣、铁皮等作为主要原材料，采用高温火法提取有价元素新工艺处理含铅、锌尘泥，同时相应配套建设次氧化锌粉湿法产出硫酸锌，湿法分离提取高纯铟、银、铋等。关键技术有基于金属化球法处理钢厂含铅、锌、铁等有价元素回收技术、有价元素回收处理工艺研究、熔融炉处理钢铁厂固体废料工艺方法。设备主要有钢铁固体废弃物基础性能检测平台、熔融炉烟气磁化处理设备。该技术的工艺流程示意图见图17：

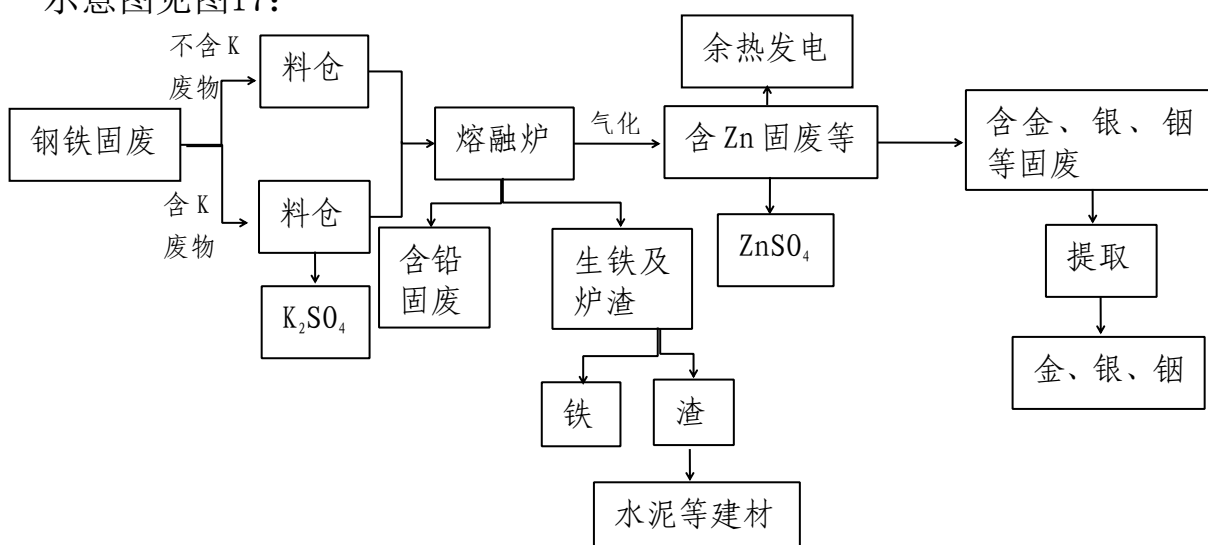


图 17 熔融炉处理钢铁厂固体废料技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年9月，卢龙宏赫废料综合利用有限公司在卢龙县刘家营乡投产了冶金废料资源化处理项目，一次性投资13174万元，其中设备投资5715万元，设备寿命10年，年利税4855万元。2015年的综合利用钢铁厂生产的尘、泥、铁皮等28万吨，综合利用产值7720万元。

### （十八）蓄热式转底炉处理铜冶炼渣回收铁、锌技术与装备

#### 1. 技术原理

将铜渣、还原剂、添加剂和粘结剂混合均匀后制成含碳球团，烘干后入转底炉、在炉内1200~1400℃的还原区将含碳球团还原为金属化球团，球团中的ZnO还原成金属Zn，金属锌挥发，进入烟气中再氧化生成ZnO，再通过对烟尘的收集可以得到富含ZnO的二次粉尘，而生产出的金属化球团可采用燃气炉熔分、磨矿磁选两种工艺处理。关键技术有蓄热式燃烧技术和蓄热式转底炉直接还原技术。设备主要有煤基直接还原铁转底炉。该技术的工艺流程示意图见图18（见下页）：

#### 2. 应用案例

2016年7月，甘肃金川神雾资源综合利用技术有限公司在甘肃省金昌市投产了金川弃渣综合利用一期工程—铜尾矿综合利用项目，一次性投资108309万元，其中设备投资53563.43万元，设备寿命15年，年利税17528万元。项目年综合处理金川集团铜冶炼厂浮选尾矿80万吨，可实现冶炼厂当年生产中产出铜尾矿的全部综合利用，综合利用率近100%。

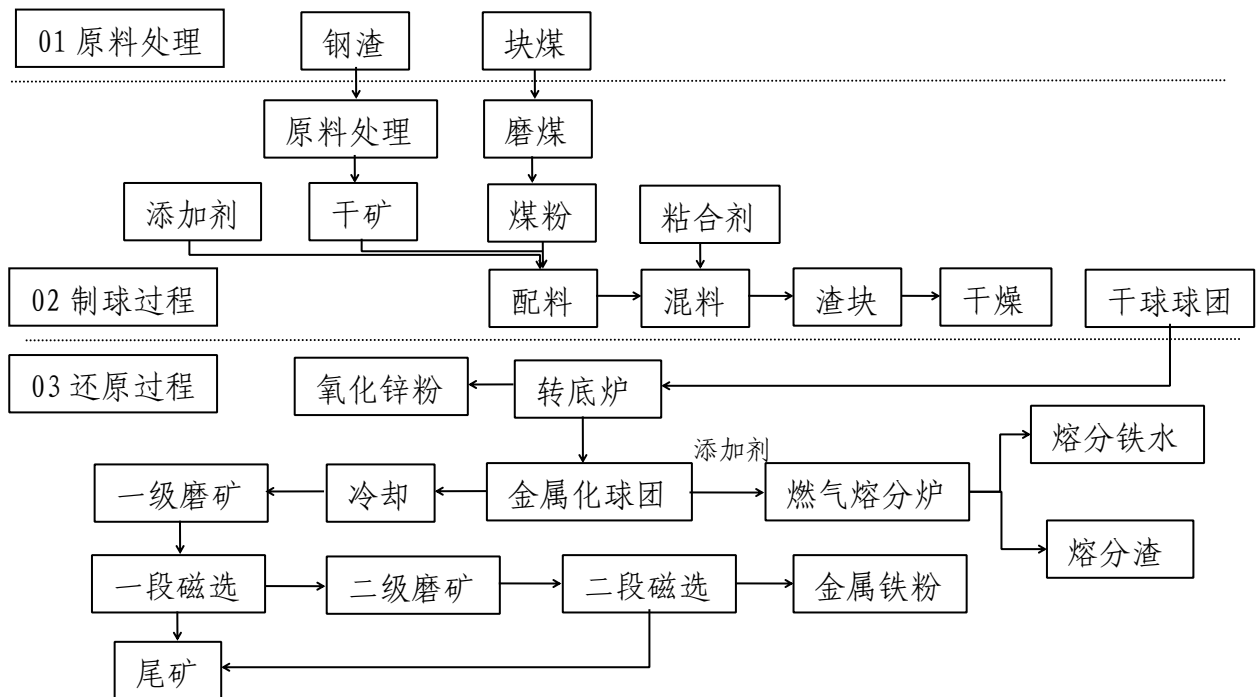


图 18 蓄热式转底炉处理铜冶炼渣回收铁锌技术工艺流程示意图

### (十九) 建筑垃圾生产再生骨料及再生无机混合料技术

#### 1. 技术原理

建筑垃圾经分类堆存后为废混凝土类和废砖瓦类两种类型建筑垃圾，分批次上料至受料斗，通过棒条振动给料机，均匀给料至颚式破碎机进行建筑垃圾的初级破碎。初破后物料经人工拣选、一级磁选选出部分杂物和废金属后，输送至振动筛进行渣土的筛分。筛下渣土输送至渣土堆场，筛上物经风选选出轻质垃圾后，进入水力浮选完成进一步深度的除杂分选环节。经初破、分选后的物料进入反击式破碎机，实现二级破碎和颗粒整形的功能。破碎后物料经二级磁选后，送至筛分机，筛上物返回二级破碎机继续破碎。筛下物根据原料品质及后续再生建材制品的需求，调整筛分功能，可筛分出不同粒级、不同品质的再生骨料供给后续再生建材制品生产

线。关键技术有建筑垃圾资源化处理工艺技术。设备主要有建筑垃圾水力浮选关键设备和刮板式洗选机。该技术的工艺流程示意图见图19:

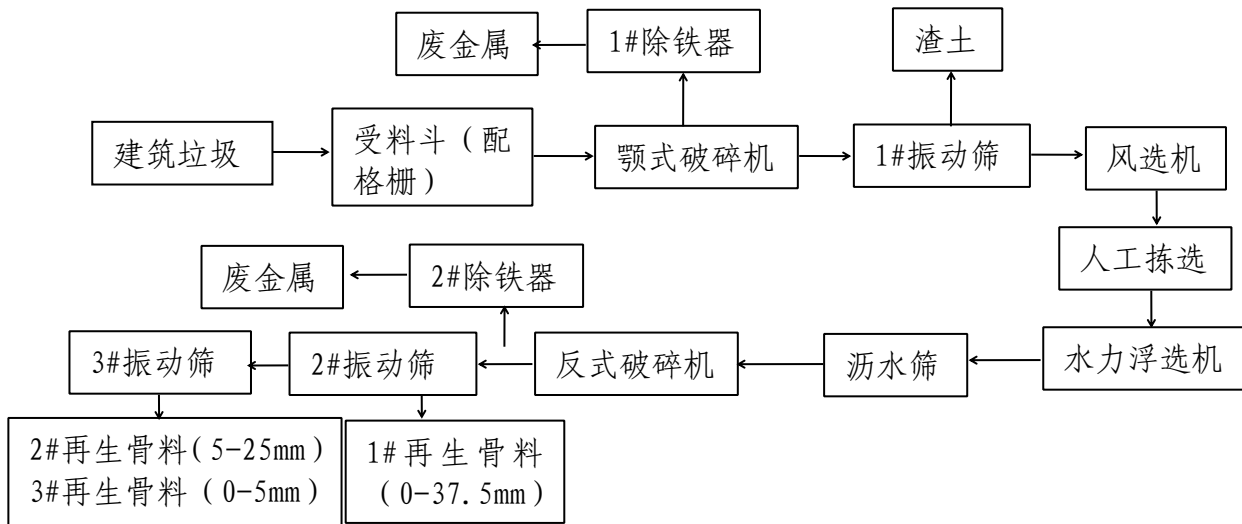


图 19 建筑垃圾生产再生骨料及再生无机混合料技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年12月,北京首钢资源综合利用科技开发公司在科技开发公司院内投产了首钢建筑废弃物资源化处理示范项目,一次性投资5656万元,其中设备投资2600万元,设备寿命15年,年利税816万元。2015年综合利用建筑废弃物9.8万吨,综合利用产值751.8万元。

### (二十) 建筑垃圾再生利用破碎机

#### 1. 技术原理

应用改造的建筑垃圾再生利用破碎机突破了传统建筑垃圾破碎技术,将现有的建筑垃圾再生利用破碎机进行重组创新及各项指标配套。突破建筑垃圾破碎机较大物料破碎及钢筋、轻质物分离的核心技术,进而成功处

理建筑垃圾中的较长钢筋、较大物料粒径，成功分离建筑垃圾资源化处理过程中再生骨料的含土成分与轻质物。关键技术有较大物料破碎及钢筋、轻质物分离的核心技术。设备主要有建筑垃圾再生利用破碎机。该技术的工艺流程示意图见图20：

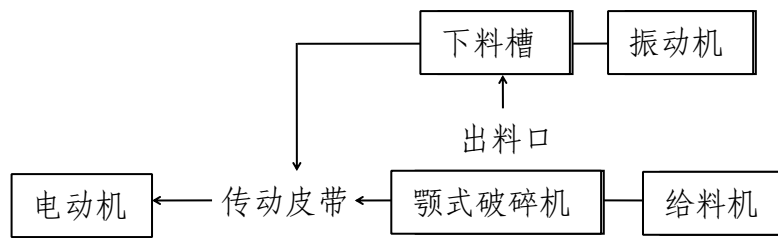


图 20 建筑垃圾再生利用破碎机技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年7月，伊犁腾瓴新型墙体材料有限责任公司在伊宁市达达木图投产了建筑垃圾及建材工业固体废弃物资源综合利用建设项目，一次性投资1900万元，其中设备投资1265万元，设备寿命15年，年利税110万元。2015年综合利用建筑垃圾及建材工业废弃物35万吨，综合利用产值2215万。

### （二十一）建筑废弃物再生惰/活性砂粉技术与装备

#### 1. 技术原理

通过对建筑固废资源化处置先进工艺方法的研究，结合我国建筑固废的成分特点，对建筑固废资源化处置生产线装备及制造进行关键技术研究，对建筑固废进行杂质（粗细钢筋、泥土、有机物）分拣和惰/活性再生材料动态分离，形成建筑固废再生惰/活性砂粉，成套装备是实现其目标的关键技术手段，从而由建筑再生新型高附加值、高纯度绿色替代型建



筑材料（再生惰/活性砂粉），替代河沙和水泥。关键技术有“再生惰/活性砂粉”工艺、细钢筋分离技术、有机物分拣技术、泥土分离技术、惰性材料和活性材料动态分离技术、智能控制技术。设备主要有振动棒条式喂料机、颚式过钢筋挤压破碎机、台阶式垃圾分拣滚筒筛、辊压机、磨机、选粉机。该技术的工艺流程示意图见图21：

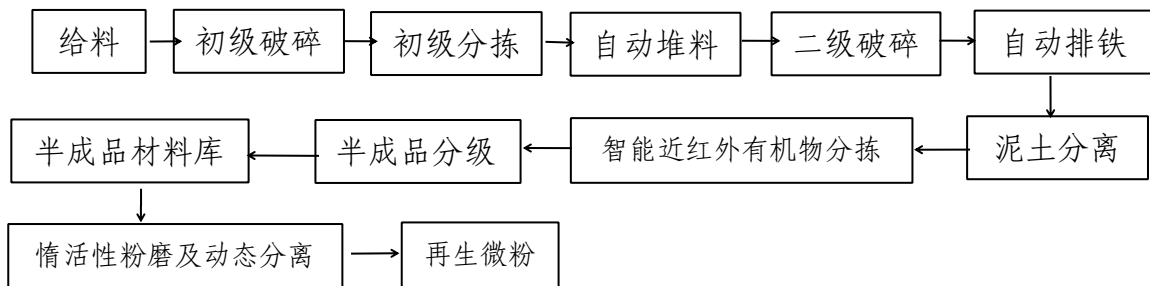


图21 建筑废弃物再生惰/活性砂粉技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年4月，南通德滨再生资源发展有限公司在南通市港闸区投产了南通市区建筑垃圾资源化项目，一次性投资6500万元，设备寿命30年，年利税2500万元。2015年综合利用建筑废弃物75万吨，综合利用产值7000万元。

### （二十二）工业化建筑排（烟）气管道集成设备

#### 1. 技术原理

运用混凝土立式升芯振动挤压原理、芯模与外模精确定位自动控制技术，以水渣和沙子为原料，生产排（烟）气管道。其中，水泥管仓、搅拌机、输送机等设备主要用来制备和输送水泥排气道制管所用的砂浆，配合主机来完成整个制管流程。输送机将砂料和水泥计量后输送至搅拌机，通

过计量水泵泵入一定量的水，在搅拌机中进行搅拌，形成生产所需要的砂浆，再通过皮带机送至主机，进行生产。关键技术有混凝土立式升芯振动挤压技术、芯模与外模精确定位自动控制技术、立式生产立式养护技术。设备主要有水泥罐仓、搅拌机、砂石配料机、上料皮带机、主机等。该技术的工艺流程示意图见图22：

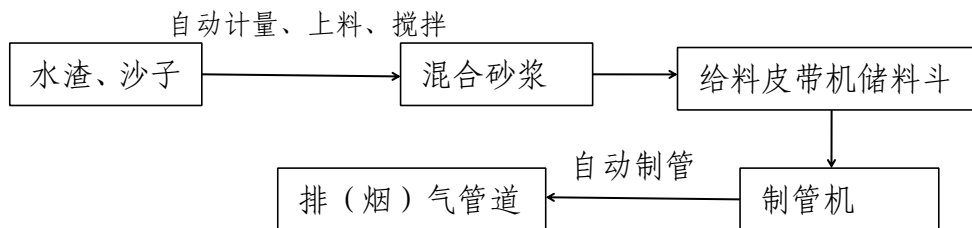


图22 工业化建筑排（烟）气管道集成设备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年3月，北京银盾华通建材有限公司生产的产品在北京东湖房地产有限公司的东湖湾名苑项目中得到了应用。设备生产线一次性投资1500万元，其中设备投资800万元，设备寿命20年，年利税288万元。2015年综合利用矿渣8400吨，综合利用产值2160万元。

### （二十三）建筑垃圾整形筛分处理系统

#### 1. 技术原理

该套系统采用独特的给料系统和筛分系统，主要由建筑垃圾整形筛分装置和水洗装置组成，建筑垃圾通过整形筛分装置，在设备内部摔打和互相研磨，去除内部裂缝及表面棱角，达到对再生骨料品质强化的目的；水洗装置利用水的浮力作用，有效去除再生骨料中的轻质物含量控制在1%

左右，远远超过国标1%的标准。关键技术及设备有给料机、颚式破碎机、滚筒筛、振动筛、水洗装置。该技术的工艺流程示意图见图23：

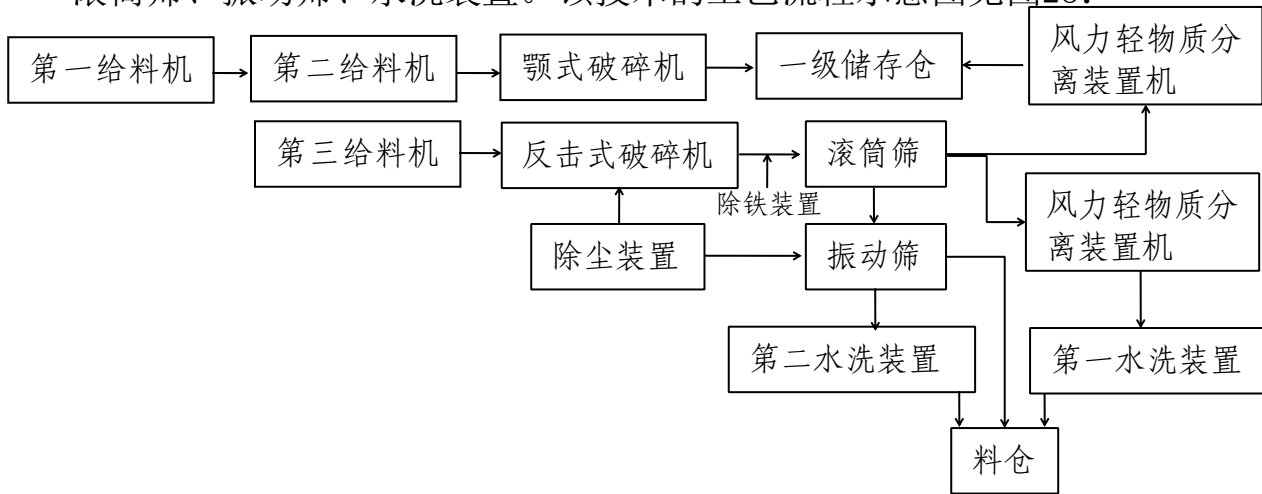


图23 建筑垃圾再生惰/活性砂粉技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年7月，陕西建新环保科技发展有限公司在西安市未央区投产了年处理200万吨建筑废弃物资源化利用项目，一次性投资3000万元，其中设备投资900万元，设备寿命10年，年利税1200万元。2015年综合利用建筑废弃物达到200万吨，综合利用产值6000万元。

### （二十四）轻集轨道升降保温砌块日光养护窑技术

#### 1. 技术原理

以工业废弃垃圾、粉煤灰、炉渣等做为骨料，用废旧苯板、泡沫、聚氨脂废弃料、家电废弃包装箱等废弃轻质材料做保温浆料，通过轻集轨道升降保温砌块日光养护窑合成自保温墙体材料。可综合利用建筑垃圾、公路废砣、小区改造废料、废旧泡沫、家电包装箱等多种固废。关键技术有建筑外墙自保温与围护结构系统化技术。设备主要有轨道升降立体空间日

光保温砌块养护窑、自保温砌块生产线集阵定位装置、轻集料自保温砌块低能耗生产装置、塑料回收制空心砖泡沫填充料装置、自动保温浆料灌注机。该技术的工艺流程示意图见图24:

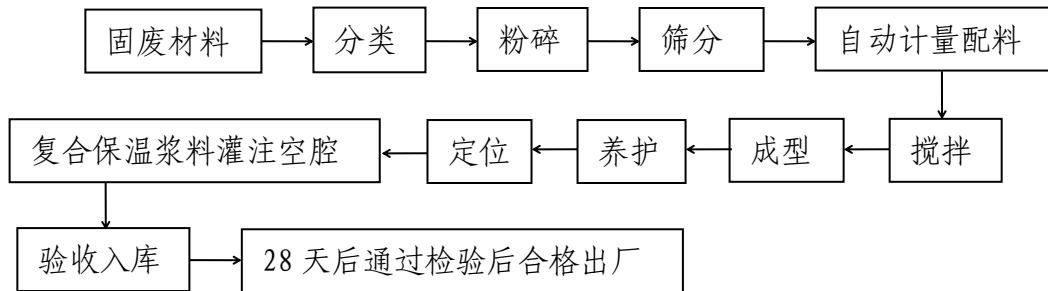


图24 轻集轨道升降保温砌块日光养护窑技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年4月，该技术生产的产品已在宁鑫地产、石油管理局房建公司的阳光佳苑二期、三期、四期、区政府办公楼等十几处的工程项目中投入使用。生产线一次性投资370万元，其中设备投资230万元，设备寿命10年，年利税68万元。2015年综合利用建筑垃圾、粉煤灰等多种固废20万吨，综合利用产值400万元。

### (二十五) 工业固废生产高性能混凝土技术

#### 1. 技术原理

以钢渣、尾矿、矿渣、脱硫石膏等工业固体废弃物为原料，利用国际领先技术水平的德国莱歇立磨LM46. 2+2S和国内 $\phi 3.2 \times 13\text{m}$ 管磨生产线，达到管磨和立磨的生产工艺协同配合和相互优化，并采用全流程13道流态板框式高效磁选机与磁转鼓分离器协同选铁，实现钢渣化学性质与粒度级配

的高度稳定化，矿渣活性与级配的高度可控化，生产低成本、高效率、高强度、高性能的胶凝材料。关键技术有立磨和管磨的初粉磨和终粉磨的相互配合工艺，磁选和筛选的升级优化，选料、配料的革新优化，中控全程全自动化调控。设备主要有全流程13道流态板框式高效磁选机、磁转鼓分离器、立磨LM46.2+2S、 $\phi 3.2 \times 13\text{m}$ 管磨。该技术的工艺流程示意图见图25：

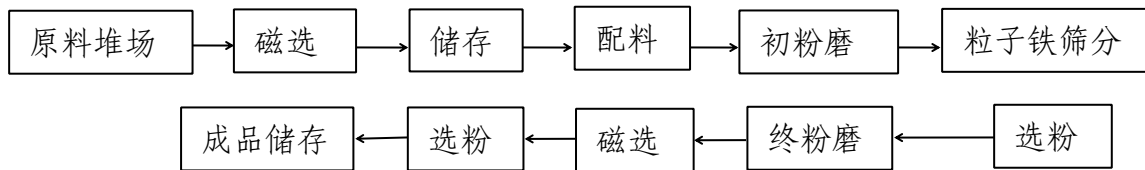


图25 工业固废生产高性能混凝土技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年5月，金泰成环境资源股份有限公司在沙河市白塔镇投产了厂区基础建设项目，一次性投资1.9亿元，其中设备投资8600万元，设备的寿命是20~30年，年利税765万元。2015年综合利用钢渣、矿渣尾矿等25万吨，综合利用产值5100万元。

### (二十六) 灰渣混凝土空心板挤压成型装备

#### 1. 技术原理

采用隔墙板移动翻转机构将成型后的建筑隔墙板翻转至一养护输送机构上。隔墙板移动翻转机构包括一翻转机架，翻转机架的一端旋转设置，翻转机架上滑动设置隔墙板固定板，成型后的建筑隔墙板放置在该隔墙板固定板上后，翻转机架旋转翻转后将建筑隔墙板翻转至养护输送机构上；该养护输送机构位于输送养护窑内，建筑隔墙板通过该养护输送机构平移输送，并在窑内进行定型养护。关键技术有多螺旋封闭模腔挤出工艺、机

械自动翻转转运、全程自动化无托板连续输送。设备主要有建筑板材安装用的竖立车、搅拌装置、建筑墙板的生产装置、挤压机专用螺杆、建筑隔墙板的流水线生产装置、挤压机专用传动箱等。该技术的工艺流程示意图见图26:

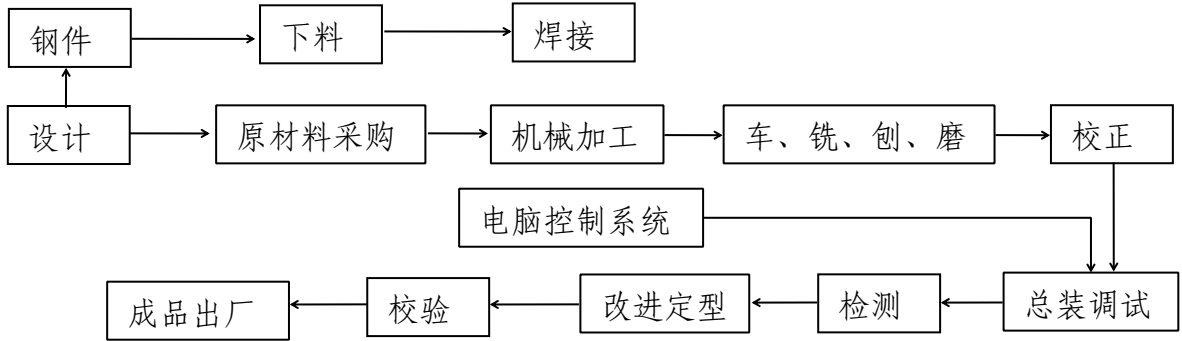


图26 灰渣混凝土空心板挤压成型装备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年7月，宁夏赤阳春新型建材有限公司在银川市西夏区投产了轻质墙材自动化生产线建设项目，一次性投资4351.57万元，其中设备投资1398万元，设备寿命12年，年利税370万元。2015年综合利用炉渣、粉煤灰、建筑垃圾等4.93万吨，综合利用产值4459万元。

### (二十七) 工业灰渣混凝土空心隔墙条板自动化生产技术

#### 1. 技术原理

把炉渣、水渣、有色金属灰渣、机砂、建筑废弃物、水泥、水按一定比例计量配料然后输送到混合搅拌站进行搅拌；通过混凝土输送带将搅拌好的料送到主机段进行挤压成型、同步切割、二次修切、检验、码垛、然后送到养护棚进行初凝养护，初凝养护完成后再通过智能穿梭摆渡车把墙板输送到脱模段进行脱模，脱模完成后对墙板进行捆扎打包，再用叉车把

捆扎好的墙板送到露天场地上进行自然养护，待养护完成后检验出厂。关键技术有Profibus-DP现场总线应用技术、孔隙加工工艺、挤压螺旋加工工艺。设备主要有自动运板系统、脱模分吊机、挤压螺旋两侧辅助送料装置、震动成形装置、分切装置同步送板辊、水平振动器等。该技术的工艺流程示意图见图27：

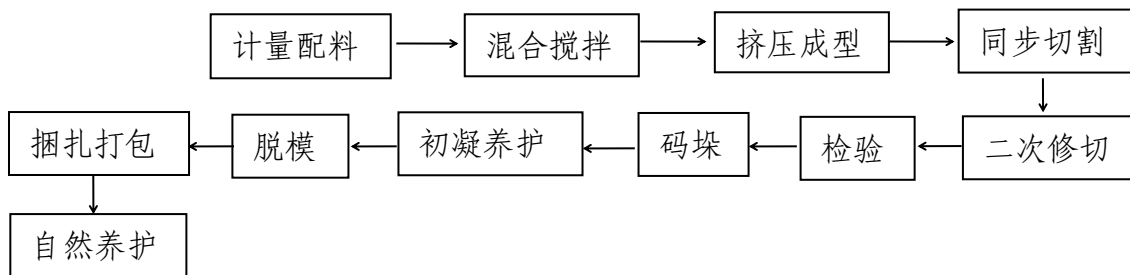


图27 工业灰渣混凝土空心隔墙条板自动化生产技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年05月，云南玉溪怡达新型建材有限公司在玉溪市投产了年产150万 $m^2$ 工业灰渣混凝土空心隔墙条板项目，一次性投资5000万元，其中设备投资3000万元，设备寿命30年，年利税100万元。2015年综合利用建筑垃圾、粉煤灰等10万吨，综合利用产值8333万元。

### （二十八）混凝土新型复合矿物掺合料技术

#### 1. 技术原理

利用粉煤灰、脱硫石膏、石灰石尾矿（采矿碎屑）、粒化高炉矿渣等，经过科学的配料方案按一定比例搭配，分批进入预粉磨设备、粉磨设备、混料设备等技术装备，进行颗粒细化级配，通过此物料机械活化技术，使各废渣激发产生各自的活性，生产具有较高活性指数的复合矿物掺合料，

掺加复合矿物掺合料能够显著改善混凝土的工作性能、力学性能和耐久性，实现高性能混凝土的生产。关键技术有机械活化技术、均化技术、硅灰库配装气力输送。设备主要有烘干设备、球破机、球磨机、均化混合机、硅灰库配装气力输送装置。该技术的工艺流程示意图见图28：

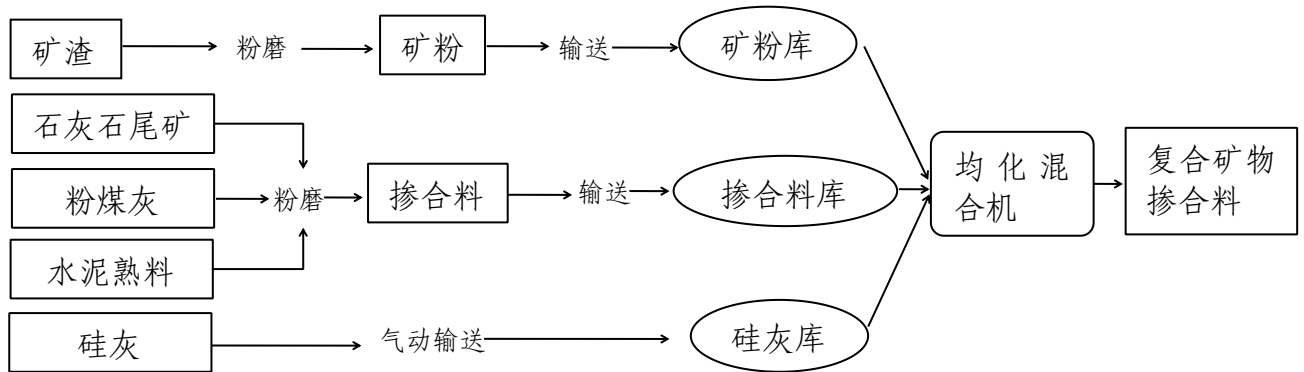


图28 混凝土新型复合矿物掺合料技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年4月，宁夏金海效力商贸有限公司在大唐精细化工业园区投产了玉隆矿物掺合料生产线，一次性投资13000万元，其中设备投资9800万元，设备寿命10年，年利税1800万元。2015年综合利用石灰石采矿碎屑、粉煤灰等57万吨，综合利用产值10146万元。

### （二十九）高幅概率组合筛分机

#### 1. 技术原理

高幅概率组合筛应用多项筛分技术：一是利用薄层筛分技术。筛分机给料端增加给料宽度与筛面宽度之比近1:1的布料装置，确保给料的均匀性；全宽度布料，降低料层厚度，使物料分层更容易，物料透筛更快捷，且大大降低了筛面的局部磨损量。二是利用概率筛分技术。筛分机采用双



层筛面，上层筛面与下层筛面使用不同的筛孔，使物料快速通过筛面，降低或减少在筛分过程中堵塞筛孔的现象。三是大振幅筛分技术。筛分机每段筛面采用大振幅、大振动强度、较低振频完成湿粘物料的筛分过程。大振幅、大振动强度有利于切断物料之间的粘结力，迫使物料强制透筛，有效的防治物料粘接在筛网上。关键技术有概率筛分、组合筛分、分路筛分、防堵弹簧筛网技术、防堵落煤管设计、筛芯快速移出技术。设备主要有加分流布料器、高幅概率组合筛分机。该技术的工艺流程示意图见图29：

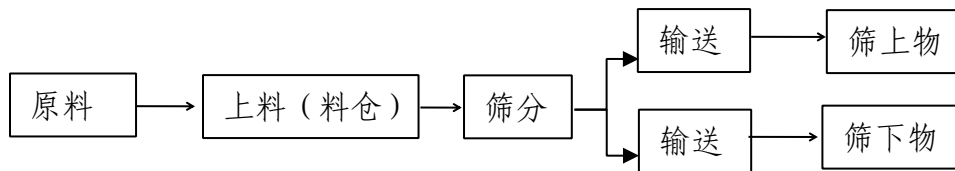


图29 高幅概率组合筛分机技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年1月，伊犁新天煤化工有限责任公司在新疆伊犁州伊宁市投产了年产20亿Nm<sup>3</sup>煤制天然气项目，一次性投资330万元，其中筛分机设备投资330万元，设备寿命10年，项目年利税80000万元。2015年综合利用粉煤灰11.6万吨，项目总产值33亿元。

### （三十）全自动液压制砖机成套设备

#### 1. 技术原理

本套设备包括核心设备JYM-1280型全自动液压成型机及其重要辅助设备JMP-76型全自动码坯机、JXJ-70B型连续式消解仓、JBDC4.6-3型高性能摆渡车等，成型机采用三梁四柱结构、液压下压式分阶段加压，基于西门子S7-300逻辑可编程控制器，实现对主机、码坯机、顶推机等多种设备

的在线运行控制，以粉煤灰、煤矸石、钢渣、尾矿、建筑垃圾等固废为原料，一机压制标砖、空心砖、多孔砖、路面砖、广场砖等多种制品。关键技术有复合布料技术、PLC控制技术。设备主要有全自动液压成型机、全自动码坯机、连续式消解仓、高性能摆渡车。该技术的工艺流程示意图见图30：

图30：

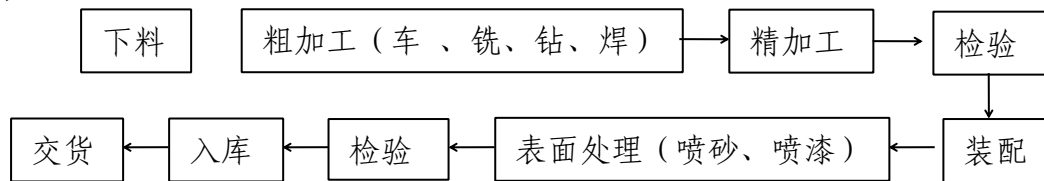


图30 全自动液压制砖机成套设备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年1月，郑州太隆实业有限公司在郑州市惠济区投产了年产6000万块粉煤灰蒸压砖（折标砖）项目，一次性投资1000万元，其中设备投资600万元，设备寿命30年，年利税515万元。2015年综合利用粉煤灰、建筑垃圾等10万吨，综合利用产值1500万元。

### （三十一）双向加压全自动液压砖机

#### 1. 技术原理

采用半干法双向静压多次排气、数字化生产数据库及先进控制等集成技术，通过码坯机横向并坯定位装置、悬浮式模芯安装结构多孔砖模具、砌块自动化码垛设备及其码垛工艺的创新设计，以粉煤灰、煤矸石、钢渣、尾矿等为原料生产新型建材产品，实现新型建材规模化生产及固体废弃物资源化处理。关键技术有半干法双向静压多次排气技术、数字化生产数据库及先进控制集成技术。设备主要有TY系列双向加压全自动液压砖机、

砌块自动化码垛设备、薄膜气缸柔性夹砖器等。该技术的工艺流程示意图见图 31:

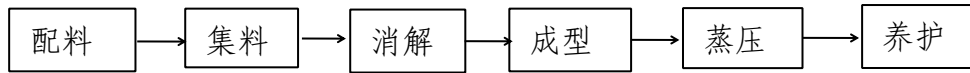


图31 双向加压全自动液压砖机技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年3月，麻城市飞龙建材有限公司在麻城市南湖区投产了年产5万立方米煤矸石页岩砖生产线工程项目，一次性投资1200万元，设备寿命是10年，年利税480万元。2015年生产液压砖6万立方米，综合利用产值1800万元。

### (三十二) 固体废物生产陶粒技术与装备

#### 1. 技术原理

以粉煤灰等固体废弃物为原料生产陶粒，通过科学配比、成核、成球、横辊筛分、烧结成型等工艺生产陶粒，具有轻质、高强、比表面积大、耐火保温、吸水率低，化学稳定、抗渗防腐、吸声性好、热聚变性强等特点。采用螺旋输送法经过准确的计量（采用静态计量法），即原料仓下面分别有计量仓进行计量，分别由螺旋输送机输入到仓式泵内进行均化，通过气力输送进入下一个混合料仓即缓冲料仓，再进入卧式搅拌机。进入下一步成球工艺，成球后进入摆动皮带机、辊式筛分机到烧成系统，采用负压除尘、余热回收工艺。关键技术有成球、烧结技术，静态计量，螺旋输送技术。设备主要有储料系统、计量給料系统、搅拌成核、成球系统、点火烧成系统、负压除尘系统、成品筛分系统、自动控制系统。该技术的工艺流

程示意图见图32:

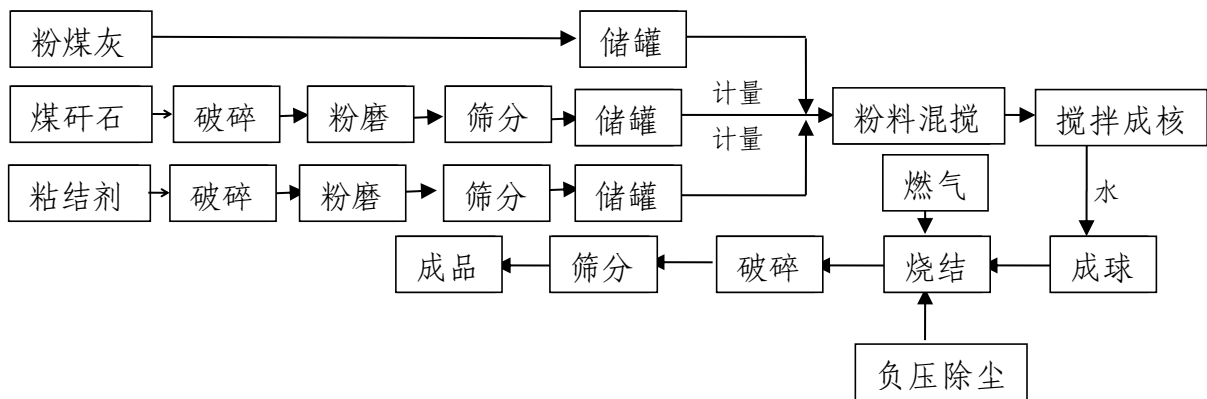


图32 固体废物生产陶粒技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2007年4月，包头市精正高新建材有限公司在包头市包头东华热电厂投产了20万立方米粉煤灰陶粒生产线项目，一次性投资8209万元，其中设备投资6700万元，设备寿命20年，年利税1235万元。2015年综合利用粉煤灰、煤矸石等10万吨，综合利用产值1860万元。

### （三十三）工业固体废弃物生产新型墙材成套装备

#### 1. 技术原理

通过对固体工业废渣的理化性能的化验分析和科学配比，满足压制需求，实现新型墙体材料的压制；利用新型墙体材料液压成型技术完成压制过程；压制完成后，由智能码垛机器人将制品从液压成型机的模腔中抓出，运用高精度的交叉码垛技术码放在蒸养小车中；由蒸养小车运送至蒸养釜中进行蒸养；蒸养完成后，进入自动包装机组，进行整垛包装，最后由卸砖机实现整垛的装卸运输。关键技术有液压成型技术、智能码垛机器人全自动交叉码垛技术、交叉码垛的无托盘包装技术。设备主要有全自动新型

墙体砖液压成型机、墙材制品智能码垛机器人。该技术的工艺流程示意图见图33:

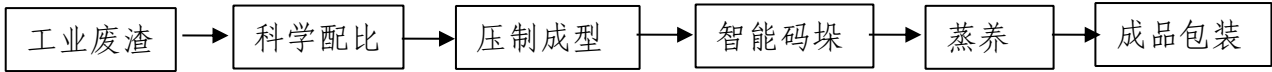


图33 工业固体废物生产新型墙材成套装备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年8月，山西国盛建材有限公司在晋中市榆次区投产了新型墙体材料智能生产线项目，一次性投资1150万元，其中设备投资440万元，设备寿命15年，年利税1120万元。2015年的综合利用粉煤灰20万吨，综合利用产值2350万元。

### （三十四）固体废物生产新型喷筑墙体技术与装备

#### 1. 技术原理

以工业固体废物为原料，以轻钢龙骨为墙体骨架，通过现场喷浆机整体喷涂施工制成墙体。喷筑建筑技术完成的墙体以轻型钢材作为墙体骨架，重量是加气混凝土墙重量的1/2。采用整体喷涂施工，填充浆料对钢网有极强的附着能力。施工中无需使用模板，轻钢龙骨现场全部以快拼的方式进行安装。关键技术有整体喷涂技术。设备主要有烘干设备、混合设备、提升输送设备、喷涂设备。该技术的工艺流程示意图见图34:

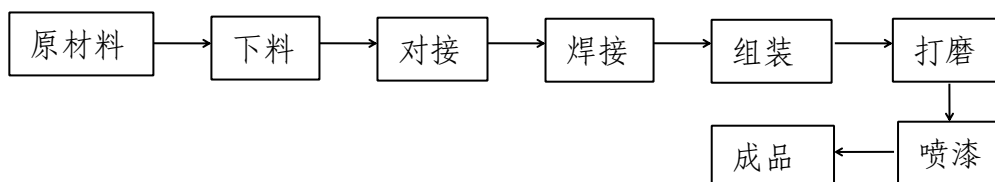


图34 固体废物生产新型喷筑墙体技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年7月，新乡市北海砂浆成套设备有限公司在国家新乡化学与物理电源产业园区投产了新型喷筑墙体与机械化施工装备项目，一次性投资2000万元，其中设备投资2000万元，设备寿命10年，年利税1500万元。2015年综合利用建筑垃圾、磷石膏、粉煤灰等固废50万吨，综合利用产值3000万元。

### (三十五) 固体废物全自动生态透水砖生产技术

#### 1. 技术原理

以废弃陶瓷、废矿尾砂等为原料生产生态透水砖，先将原料通过颚式破碎机、干法雷蒙机破碎分类存放，按配方通过双轴搅拌机搅拌原料，然后经1780T压机静压成型，通过窑炉余热形成的烘干窑烘干，最后在170M辊道窑中烧制成型，成品打包入库，残次品回收破碎利用。关键技术有静压成型、全自动喷吹技术。设备主要有颚式破碎机、干法雷蒙机、双棍搅拌机、1780T压机、170M辊道窑。该技术的工艺流程示意图见图35：

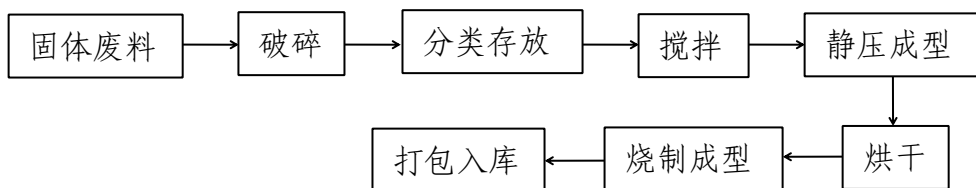


图35 固体废物全自动生态透水砖生产技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年8月，产品在桂东市园林建设总公司的桂东市幸福路工程建设中使用，2015年共利用2160万块生态透水砖，可使用年限10年，生态透水砖在使用年限到期后还可回收再生产。

## (三十六) 硫酸法钛白硫酸亚铁综合利用技术

### 1. 技术原理

结合硫酸法钛白硫酸制备装置，将硫酸亚铁掺烧入硫铁矿中，生成的二氧化硫气体用于后序工序制取硫酸供钛白主线使用，掺烧生成的硫酸渣四氧化三铁外销用于配矿炼钢，实现硫酸法钛白工业废弃物硫酸亚铁的综合利用。关键技术有提高硫酸亚铁过滤性能技术、七水硫酸亚铁再利用技术、高比例掺烧硫酸亚铁的硫精砂制酸技术。设备主要有推料离心机、热烘炉、沸腾炉、干燥塔、余热锅炉。该技术的工艺流程示意图见图36：

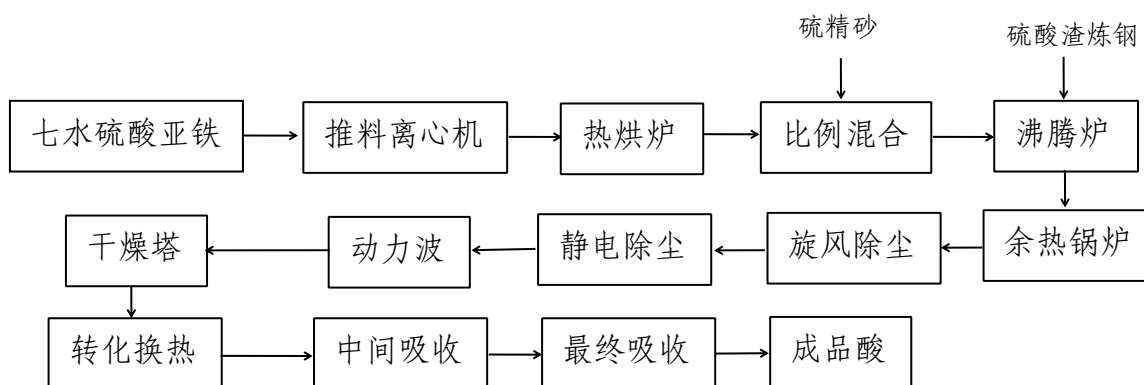


图36 硫酸法钛白硫酸亚铁综合利用技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2015年4月，攀枝花东方钛业有限公司在攀枝花投产了硫酸法钛白亚铁规模化处理制酸项目，一次性投资7900万元，其中设备投资7800万元，设备寿命10-15年，年利税300万元。2015年综合利用硫酸亚铁11.5万吨，综合利用产值1.2亿。项目新增就业200余个。

## (三十七) HQ 高碳铸钢丸生产技术与装备

### 1. 技术原理

原材料打包机压缩后，放入电炉熔炼，熔炼过程中进行精炼和调质处理，对钢液的成分C、Si、Mn、S、P进行检测，并向钢液中加入添加剂，1600℃出炉浇注。通过离心机雾化并急冷成形钢丸，离心雾化工艺是利用高速旋转的离心机将钢液甩出，钢液在空气中因为表面张力的作用自收缩成丸，然后落入水中定型。高碳钢丸经斗式提升、烘干、振动筛粗分、锥面螺旋通道选圆、淬火、回火、振动筛精后包装入库。关键技术有离心雾化技术、斗式提升技术、回火处理技术。设备主要有熔炼炉、离心雾化、干燥器、提升机、筛分机、压碎机、淬火炉、螺旋通道锥面选圆机、沸腾连续通过式回火炉、烘干炉等。该技术的工艺流程示意图见图37：

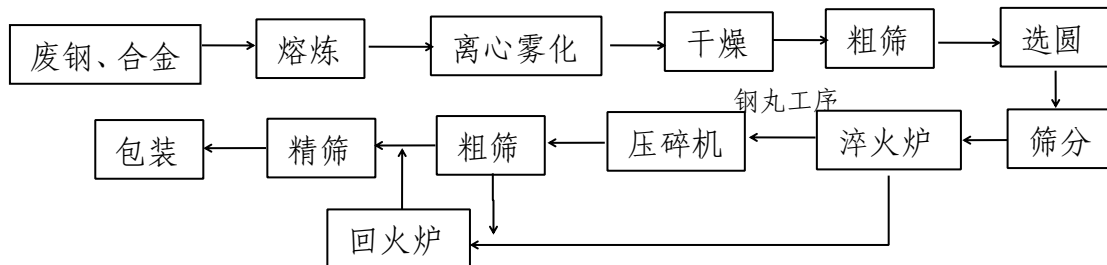


图37 HQ高碳铸钢丸生产技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2014年1月，山东开泰工业科技有限公司在山东省邹平县投产了HQ高碳铸钢丸生产项目，一次性投资12000万元，其中设备投资6500万元，年运行成本7200万元，设备寿命10年，年利税17085万元，投资回收年限4年。2015年生产高碳铸钢丸30万吨，综合利用产值65422万元。



## (三十八) 龙门式液压废钢剪切机

### 1. 技术原理

废料添加到大宽度的料箱后,通过侧压油缸驱动侧压头向中间同步压缩,由合盖油缸和门盖组成的合盖机构对料箱内的物料进行初步压缩,推料油缸带动推料头将待剪废钢推到上下剪切刃之间。装于龙门式机架压料滑槽内的压料头,在压料油缸的带动下向下移动,完成对待剪废钢的压紧,然后剪切油缸带动上剪切刃向下运动完成对废钢的剪切,剪切完毕后,上剪切刃和压料头在相应油缸带动下,向上回程,推料头在推料油缸的带动下,根据长度设定向前推进一定距离后停止,压料头上剪切刃在相应的油缸的带动下,继续进行压料、剪切和回程的动作,如此循环形成自动剪切的工况。关键技术为强制同步压缩技术、卡环式法兰联接技术、导轨间隙调整技术、刀片压紧锁紧技术、远程监测诊断技术、液压机械五级刹车技术。设备主要有液压废钢剪切机、抓钢机或电磁吸盘、出料输送机、磁选滚筒、堆料旋转输送机、喷淋水系统等。该技术的工艺流程示意图见图38:

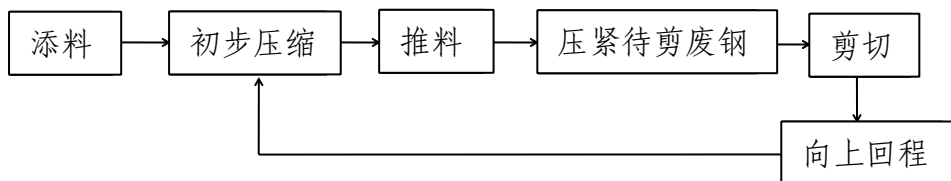


图38 龙门式液压废钢剪切机技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2014年12月,广东大兴钢铁实业有限公司在福建省福州长乐市投产了大兴钢铁炉料基地项目,一次性投资800万元,其中设备投资530万元,设备寿命15年,年利税320万元。2015年综合利用不锈钢废料7万吨,综合利

用产值7000万元。

### (三十九) 高效、节能型废金属破碎技术

#### 1. 技术原理

废金属通过加料输送线提升至碾压装置，经挤压后进入破碎机；通过破碎机主轴转子上的锤头轮流击打金属废料，实现废料破碎和揉团；破碎金属自排料机构排出，经输送机、磁选机、有色金属分选机、除尘器等进行分选、除尘，将废钢、废有色金属、残留垃圾等分类堆放。关键技术有基于高锰合金和稀土材料的破碎锤铸造、热处理技术，摆锤、摩擦锤混合排布优化技术，基于多层次的复合减震、降噪技术，负荷平衡控制与远程监测诊断技术，高效、节能型链板式输送和双排料技术。设备主要有物料输送装置、碾压装置、破碎机（含防爆装置）、磁力分拣系统（磁选机）、有色金属分选机、除尘器等。该技术的工艺流程示意图见图39：

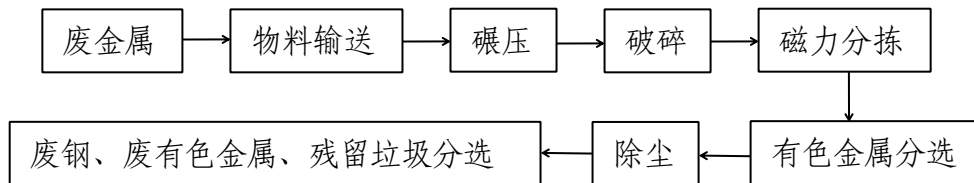


图39 高效、节能型废金属破碎技术工艺流程示意图

#### 2. 应用案例

2009年9月，甘肃联丰废金属处理有限公司在兰州市西固区新城镇投产了联丰废钢回收基地项目，一次性投资3000万元，其中设备投资950万元，设备寿命15年，年利税450万元。2015年综合利用废钢13万吨，综合利用产值1.3亿。

## (四十) 再生铝双室自动熔化铝铁分离设备

### 1. 技术原理

再生铝双室自动熔化铝铁分离炉设计为落差形式的高低炉，由保温室和熔炼室组成，两者之间相通联，有一定的位差，仅在保温室内设置燃烧器，保温室和熔炼室装填料完毕之后，开启燃烧器快速熔化，铝水温度控制在750度以内，采用自动测温实时监测温度变化。达到需要的铝水量后，关闭燃烧器通过整个炉体的倾翻使保温室的铝水通过连接通道瞬间流入熔炼室中，对其中的废杂铝进行冲刷、浸泡式熔化，使其中的铝达到熔点熔化，而达不到化铁的条件，熔化的铝水随着炉体落回原位，回到保温室，因此减少了铁与熔融的铝溶液接触的时间，减少了铁熔入铝液中。如此往复投入不同批次的废杂铝进行熔炼回收。关键技术有新型高低配置炉型及浸泡式熔炼工艺。设备主要有熔化炉、熔炼炉、燃烧器、倾翻旋转装置、炉门提升装置、余热循环利用系统、排烟系统等。该技术的工艺流程示意图见图40：

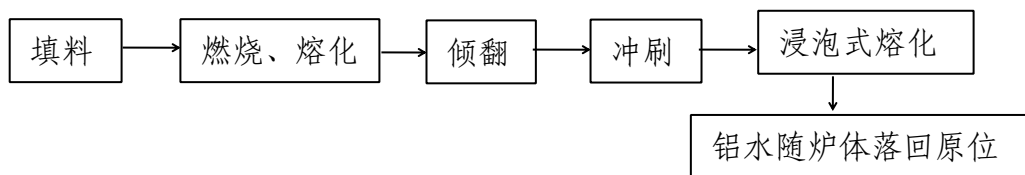


图40 再生铝双室自动熔化铝铁分离设备技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2013年9月，广州立中锦山合金有限公司在广州市增城区投产了再生铝自动熔化铝铁分离炉项目，一次性投资1136万元，设备寿命8年，年利

税1204万元。2015年综合利用废铝及含铝废件2万吨，综合利用产值24698元。

## （四十一）废弃冰箱无害化回收处理与资源综合利用技术与装备

### 1. 技术原理

废弃冰箱无害化回收处理与资源综合利用关键技术装备（生产线），采用PLC控制方式，主要由二级破碎系统、磁力分选系统、涡电流分选系统、粉尘集尘系统、PUR二次粉碎挤压处理系统、CFC-11液化收集系统、电控系统等组成。针对发泡层中的发泡气体，该生产线采用活性炭吸附脱附、冷凝液化的方式收集氟利昂CFC-11或类似发泡剂气体；同时配有监测器，当存在环戊烷或类似材料发泡剂气体时，若浓度达到易爆区间，系统将发出警告并自动稀释、对外排放或充氮保护。关键技术刀具磨损量计算方法、PLC控制技术。设备主要有塔叠式废旧冰箱破碎设备、四轴式破碎机、敲击式粉碎机、风选设备、震动分选设备、磁选设备、涡电流设备等。该技术的工艺流程示意图见图41：

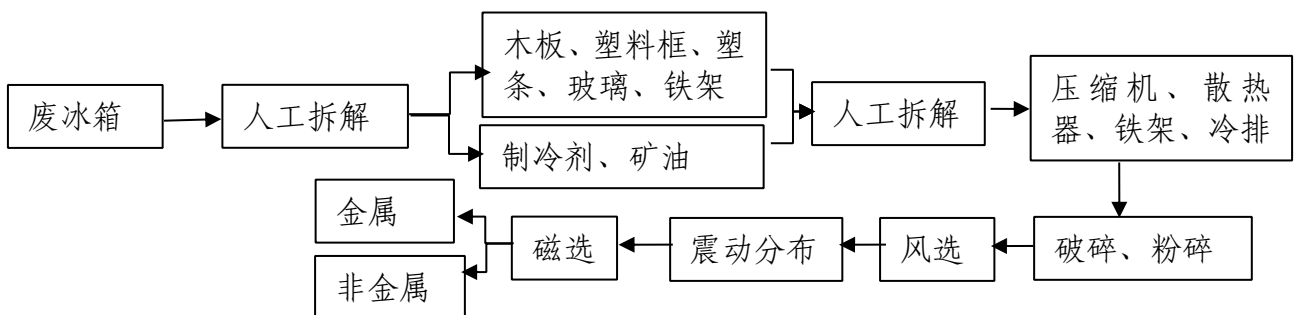


图41 废弃冰箱无害化回收处理与资源综合利用技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2012年7月，石家庄绿色再生资源有限公司在石家庄投产了废弃冰箱

无害化回收处理与资源综合利用成套装备项目，一次性投资500万元，其中设备投资400万元，设备寿命8年。2015年综合处理废弃电器电子产品5000吨。

## (四十二) 印刷电路板电子元器件自动分离设备

### 1. 技术原理

带元器件的电路板在去除塑料件、电线等材料后，通过热风分离、双炉密封处理、自动进料、高效环保的全自动进料电子元器件分离机处理后，能够实现线路板元器件快速分离、焊锡回收、综合分选及尾气的环保处理。设备采用燃气加热空气提供热源，将炉内温度准确控制在焊锡熔点（231℃）左右，同时通过炉体回转产生的离心力，使得线路板上元器件与基板分离，通过设备及人工分选得到锡渣、元器件及基板。关键技术有电子元器件热分离技术。设备主要有全自动进料电子元器件分离机、废电路板基板环保处理线。该技术的工艺流程示意图见图42：

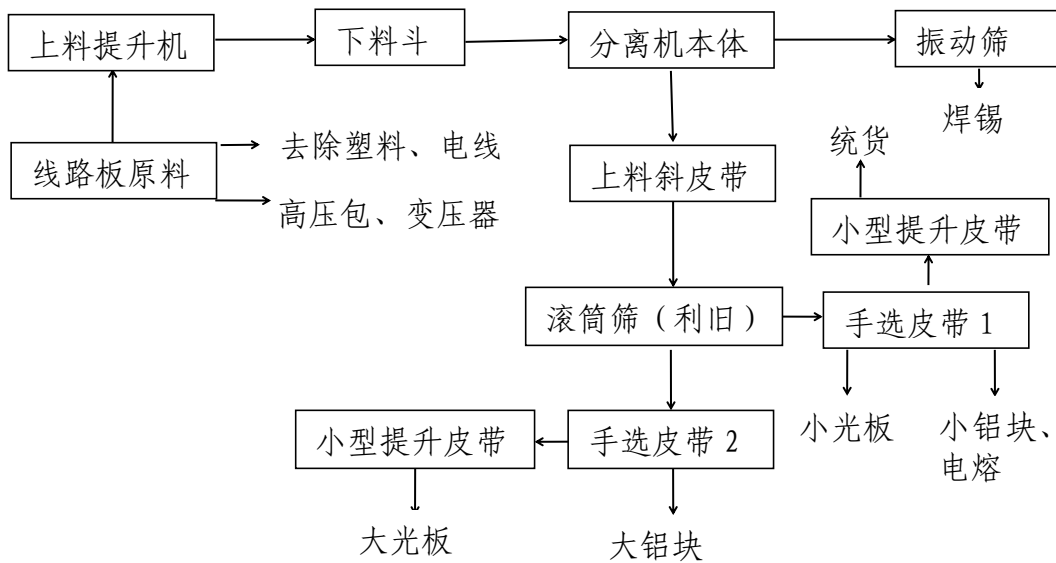


图42 印刷电路板电子元器件自动分离设备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年7月，荆门市格林美新材料有限公司在荆门市投产了废线路板绿色预处理生产线项目，一次性投资178.63万元，其中设备投资147.51万元，设备寿命20年，年利税21.42万元。2015年综合利用废弃电子电器、印刷线路板等3658吨，综合利用产值292.01万元。

### （四十三）废旧线路板破碎分离技术与装备

#### 1. 技术原理

物料经初级破碎和二级粉碎实现了金属与非金属的完全解离，粉碎后的金属及非金属粉末混合料经旋风分级、静电分选等多道工序分选后，将非金属粉末及金属粉末分类回收。整套系统采用背靠背双向设备配置延长滚筒长度，从而使处理能力较常规设备提高1.5~3倍。采用负压除尘，智能控制系统的使用实现了自动化智能生产。关键技术有废旧PCB板多级分选技术、旋风分级技术。设备主要有高压电选机、带自动疏通的给矿装置、皮带自动张紧装置、自动连续给矿器。该技术的工艺流程示意图见图43：

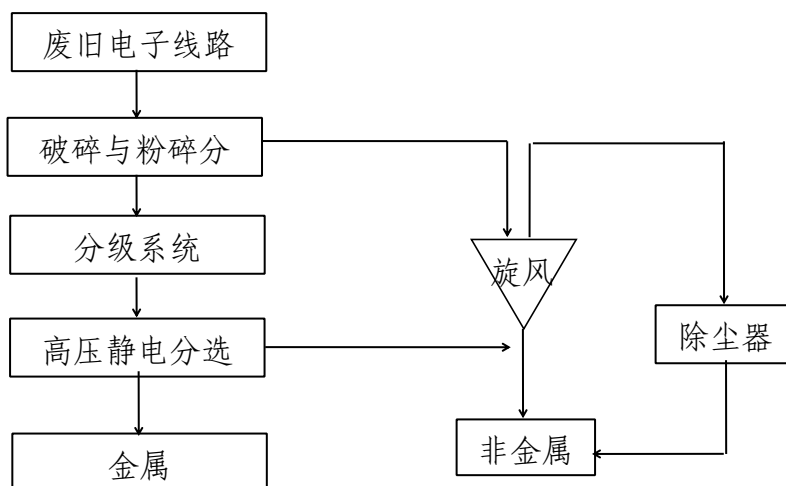


图43 废旧线路板破碎分离技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2009年，伟翔环保科技发展（上海）有限公司在上海嘉定区投产了废旧线路板破碎分选再利用项目，一次性投资903万元，其中设备投资135万元，设备寿命10年，年利税220万元。2015年综合利用废旧线路板破碎后的金属和非金属混合粉末1500吨，金属回收率达到90%以上，综合利用产值1546万元。

### （四十四）废铅酸蓄电池全自动破碎分选技术

#### 1. 技术原理

将废铅酸蓄电池通过全自动废铅酸两级破碎分选机，完成组成电池物料的精确分选，然后将含铅物料进行分段火法处置，铅零件和铅板栅进入低温节能环保炉熔炼，铅膏进入全氧侧吹还原冶炼转炉进行高温熔炼，得到相应的铅产物。关键技术有新型破碎旋转刀片及其切割技术、全自动机械化精确分选技术。设备主要有破碎分选机、全氧侧吹还原熔炼转炉、高强磁铁装置、自动化切割装置。该技术的工艺流程示意图见图44：

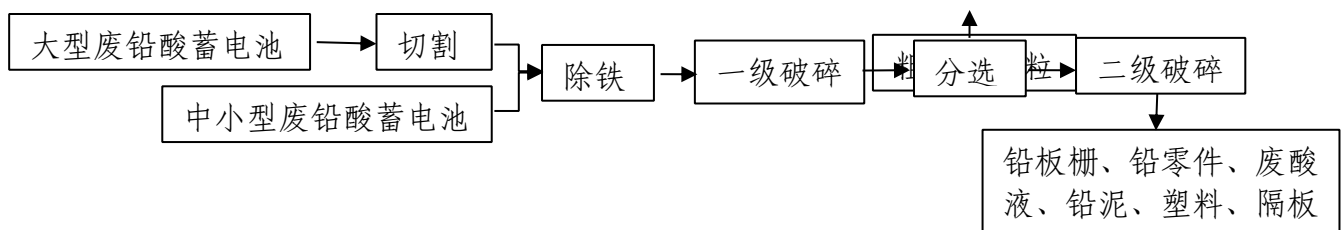


图44 废铅酸蓄电池全自动破碎分选技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年4月，甘洛县天益再生资源有限责任公司在四川凉山州甘洛县海棠工业园投产了废旧铅酸电池回收再生铅项目，一次性投资16300万元

(含土地厂房等)，其中设备投资2500万元，设备寿命10年，年利税10000万元。2015年回收再生铅10万吨，综合利用产值10亿元。

#### (四十五) 废铅蓄电池机械破碎分离技术与装备

##### 1. 技术原理

通过预破碎机将废旧免维护铅酸蓄电池破碎，使其内部的电解液稀硫酸流出，流出的电解液稀硫酸经酸液槽流到储酸池内，实现电解液分离回收。利用比重分离器和水力分离器将塑料壳、片膜、橡胶阀、铅栅在机械重力的作用下分离回收，铅泥在絮凝剂作用下沉降，压滤后实现铅泥分离回收。关键技术是废旧免维护铅酸蓄电池的破碎分离技术。设备主要要有比重分离器、加水力分离器。该技术的工艺流程示意图见图45：

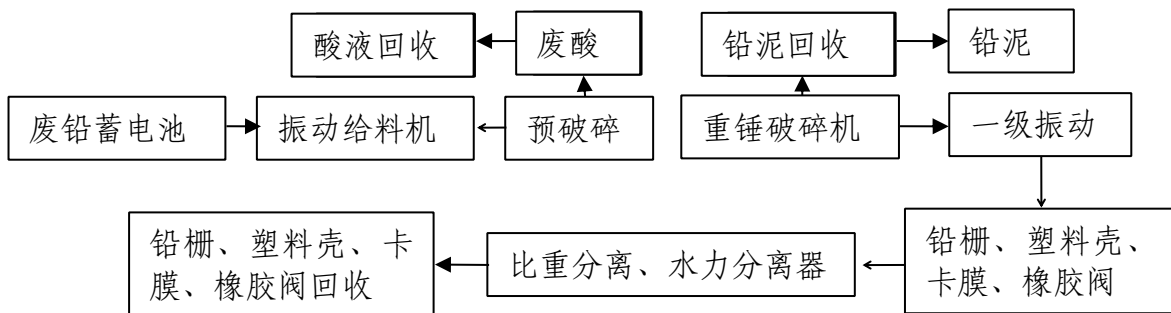


图45 废铅蓄电池机械破碎分离技术工艺流程示意图

##### 2. 应用案例

2015年1月，安徽华鑫铅业集团有限公司在界首市田营工业园区投产了年综合利用处理10万吨废旧蓄电池项目。一次性投资3000万元，其中设备投资1600万元（不含土地厂房），设备寿命10年以上，年利税15000万元。2015年综合利用废电池、含铅废料等10万吨，综合利用产值8亿元。



## (四十六) 储能系统-废旧汽车动力电池梯级利用技术

### 1. 技术原理

基于SOC/SOH多电池模组的BMS管理技术的电残值评价技术,通过对汽车使用后的动力电池进行回收、拆解、检测、评价和分类,再二次使用实现动力电池梯级利用,可实现动力电池30~60%的成本降低目的。关键技术有基于SOC/SOH多电池模组的BMS管理技术的电池残值评价技术、二次电池不同荷电下直流内阻的测试技术。设备主要有MSD固定及动力线连接装置、电梯能量回收利用保障装置、微网分布式新能源储能装置等。该技术的工艺流程示意图见图46:

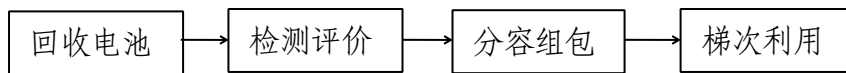


图46 储能系统-废旧汽车动力电池梯级利用技术工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2013年12月,湖南科霸汽车动力电池有限责任公司在湖南科力远园区投产了应急备用电源系统项目,一次性投资1056万元,其中设备投资756万元,设备寿命为25年,年利税14万元。项目运行过程中,根据系统运行数据,光储创能136.9万kW·h,储能调峰5.9kW·h,提供应急能力4H。

## (四十七) PE/PP 500 型废塑料再生技术与装备

### 1. 技术原理

该模块集成了工业和居民消费中废塑料中聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)的破碎清洗与再生改性同步的专用成套设备、再生改性技术、工艺制程控

制、企业资源计划(ERP)等，使一个复杂的过程可用标准化、规范化的模块形式实现快速复制。通过塑料浮选提速装置拍打分散器、多功能磨蹭机等设计优化，开发出具有工作效率高、操作方便、占地面积少、节电节水等特点的废旧塑料破碎清洗和应用水分选成套装备。关键技术有塑料破碎清洗与分选技术，塑料再生同步改性造粒工艺技术，污水、冷却水处理循环技术。设备主要有塑料破碎系统、清洗分离系统、脱水干燥、风分选系统、循环水水系统、机电控制系统及废气净化装置等。该技术的工艺流程示意图见图47：

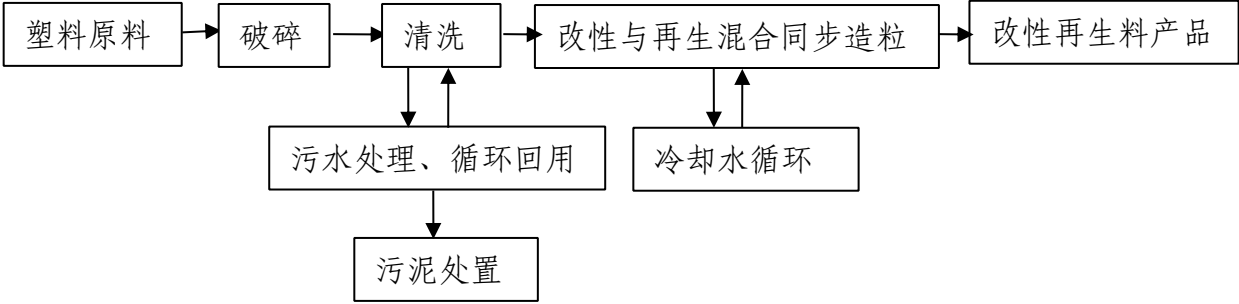


图47 PE/PP 500型废塑料再生技术与装备工艺流程示意图

**2. 应用案例**

2014年5月，陕西榆林协创资源有限公司在榆林市榆阳区古塔镇投产了聚乙烯废塑料再生改性造粒项目。一次性投资1000万元，其中设备投资500万元，设备寿命7年，年利税250万元。2015年综合利用聚乙烯类废塑料5000吨，年销售收入3500万元。

**(四十八) 废塑料柔性优化技术与装备**

**1. 技术原理**

采取催化裂解的方法，在高温条件下经特种催化裂解剂作用，对废塑

料进行逆向反应，使聚烯烃大分子断链，裂化为汽油组分、柴油组分。关键技术有废塑料预处理技术、柔性油化技术、催化—热解反应、催化裂解技术、气体冷凝技术、尾气处理技术。设备主要有粉碎设备、风分选设备、热解釜、催化反应塔、冷却管、冷凝器等。该技术的工艺流程示意图见图48：

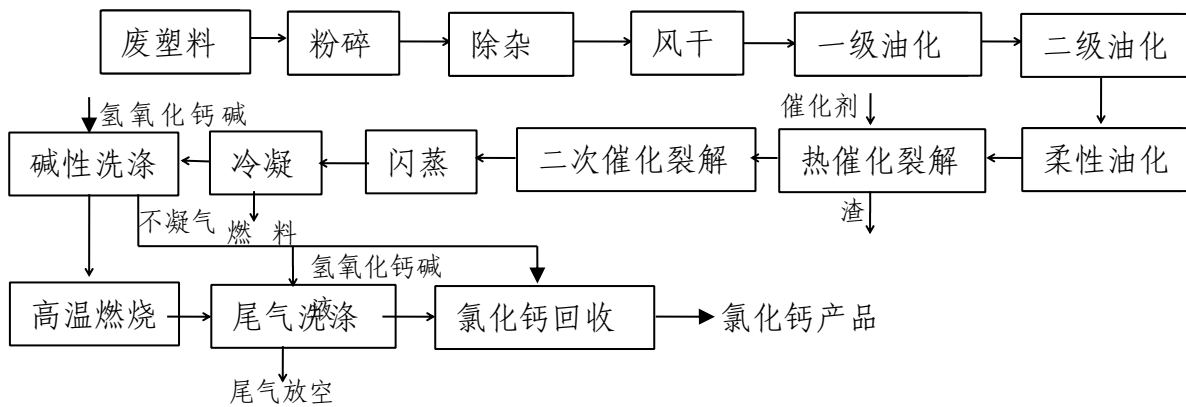


图48 废塑料柔性优化技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年5月，三河市福海特种设备制造有限公司在三河市李旗庄镇投产了废塑料柔性优化技术项目，一次性投资9000万元，设备寿命14年，年利税590万元。2015年综合利用废旧橡胶轮胎、废旧塑料5300吨，综合利用产值1273万元。

### （四十九）多光谱智能塑料分选装备

#### 1. 技术原理

物料从顶部的料斗进入机器，通过振动器的振动，沿通道加速下落进入分选室内的观察区，并从观测传感器和背景板间穿过。利用不同的吸收峰，采用合适的光源系统、图像采集系统和优化的算法，可以对不同颜色

和材质的塑料进行识别。驱动喷阀将其中剔除物吹至接料斗的废料腔内流走。剩余物料继续下落至接料斗的成品腔内，从而达到物料精选的目的。关键技术有基于聚类特征的模式识别算法、高速信号采集系统、海量数据处理系统、高速微型喷阀的实现及批量生产工艺技术。设备主要有振动器、分选室、传感器、算法处理单元、高速微型喷阀等。该技术的工艺流程示意图见图49：

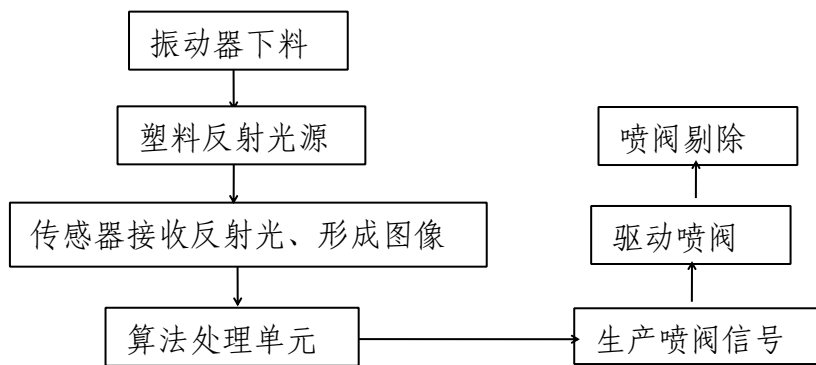


图49 多光谱智能塑料分选装备技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年1月，河北金怡化纤有限公司在石家庄市赵县烟高路工业区投产了PET热洗清洗线改进（添加色选机）项目，一次性投资40万元，其中设备投资30万元，设备寿命10年，年利税15万元。2015年综合利用聚酯油壶塑料制品等2万吨，综合利用产值1.02亿元。

### （五十）废旧橡胶、废旧塑料生产新型环保热塑性弹性体及其制品技术

#### 1. 技术原理

本技术是从废胶粉/塑料体系得到具有优良综合物理机械性能的热塑性弹性体，第一步将废胶粉与一种或多种改性剂在开炼机、密炼机或双螺杆挤出机中进行改性，第二步将改性胶粉与塑料、反应性相容剂、交联体

系、任选的防老剂等加入到开炼机、密炼机或双螺杆挤出机中进行反应加工制备的。这些热塑性弹性体通过传统的塑料成型技术制备成型制品。关键技术是胶粉改性剂与反应性相容剂的结合技术。设备主要包括开炼机、密炼机或者双螺杆挤出机等。该技术的工艺流程示意图见图50：

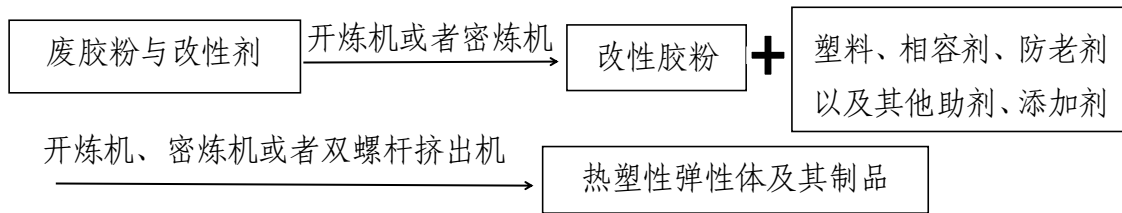


图50 废旧橡胶、废旧塑料生产新型环保热塑性弹性体及其制品技术  
工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2007年6月，包头市桓成橡胶再生有限责任公司在包头市东河区国家生态铝业示范园区投产了建筑防水卷材产品生产项目，一次性投资4000万元，其中设备投资2700万元，年利税921.69万元，投资回收年限为1年。2015年综合利用废旧橡胶、废旧塑料制品等9327.23吨，综合利用产值3165.84万元。

### （五十一）废旧轮胎生产高性能环保再生橡胶技术

#### 1. 技术原理

利用废旧钢丝子午轮胎，经过严格的原材料分拣分类，通过精磨，钢丝与胶粉分离，利用组合式胶粉干燥冷却装置对高温硫化胶粉进行急剧冷却，添加具有自主知识产权的符合欧盟标准的“新型绿色再生橡胶助剂”，经过塑化和精炼（选择合适的断硫时间和二次塑化工艺实现产品质量的稳

定性)等工序精制而成高性能环保再生橡胶。关键技术有二次塑化工艺、高温动态废旧钢丝轮胎橡胶再生工艺技术。设备主要有组合式胶粉干燥冷却装置。该技术的工艺流程示意图见图51:

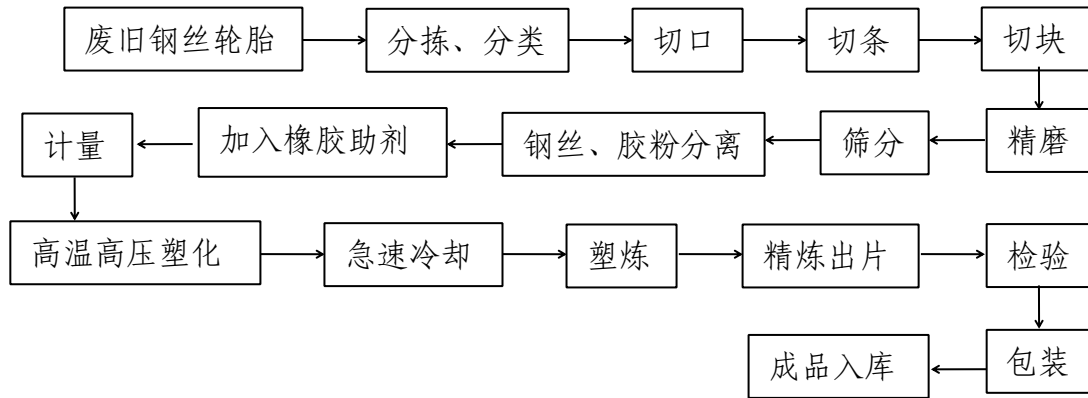


图51 废旧轮胎生产高性能环保再生橡胶技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年5月,山东高密信元橡胶有限公司在高密市投产了年产20000吨高性能环保再生橡胶项目,一次性投资2800万元,其中设备投资900万元,设备寿命10年,年利税1000万元。2015年综合利用废旧轮胎34500吨,综合利用产值8000万元。

### (五十二) 多阶螺杆连续脱硫制备颗粒再生橡胶技术与装备

#### 1. 技术原理

将废胶粉与特定配方助剂混合均匀后,经“自动计量连续配料装置”进行脱硫,温度控制在 $120^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ ,脱硫时间为2分钟~3分钟,挤出压力和料温分别为 $0\text{Mpa}\sim 0.05\text{Mpa}$ 和 $200\sim 230^{\circ}\text{C}$ ,在该装置的冷却段冷却至 $35^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 后完成脱硫工序;冷却好的物料经喂料机直接连续输送至“多螺杆连续挤出精炼装置”进行低温精炼降门尼工序,再经“连续

冷却输送装喂料装置”冷却，最终得到温度为 30℃~50℃的颗粒状的性  
能优异且稳定的再生胶产品。关键技术及设备为双螺杆连续挤出脱硫装置  
及技术、多螺杆连续挤出精炼装置及技术。该技术的工艺流程示意图见图  
52:

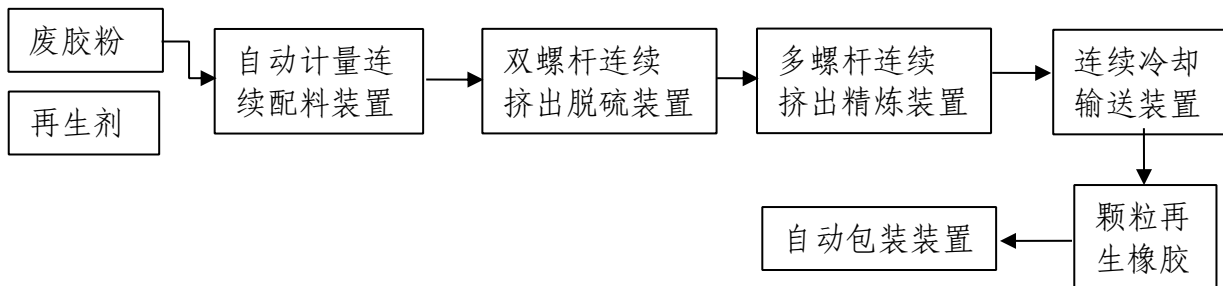


图52 多阶螺杆连续脱硫制备颗粒再生橡胶技术与装备  
工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年10月，江苏强维橡胶科技有限公司在宿迁宿豫经济开发区投产了多阶螺杆连续脱硫绿色制备颗粒再生橡胶项目，一次性投资2100万元，其中设备投资1500万元，设备寿命10年，年利税2155万元。2015年生产再生橡胶1万吨，综合利用产值5350万元。

### （五十三）环保节能型万吨级废轮胎再生橡胶技术与装备

#### 1. 技术原理

该套设备由创新集成密闭连续化、智能化与模块化的胶粒胶粉制备模块、自动输送计量预处理模块、常压连续再生模块、高效多螺杆后处理模块、滤胶成型与自动包装模块组成，通过智能远程集中控制系统实现各模块连续化生产自动控制及自动工艺调节。关键技术有常压中温生产技术、精准再生加热技术、高效三维剪切技术、密闭连续自动化生产技术、智能

化控制技术。设备主要有自动化胶粒生产及胶粉设备，常压连续再生机，高效多螺杆后处理设备，滤胶成型与自动包装设备等。该技术的工艺流程示意图见图53：

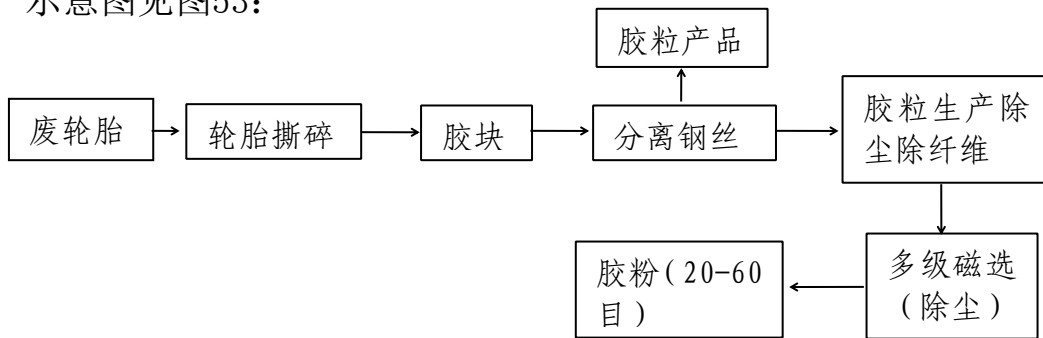


图53 环保节能型万吨级废轮胎再生橡胶技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年12月，高密市信元橡胶有限公司在密云市投产了再生胶生产项目，一次性投资5000万元，其中设备投资3000万元，设备寿命10年，年利税1300万元。2015年综合利用废轮胎15000吨，综合利用产值3875万元。

### (五十四) 废旧轮胎生产高强力橡胶制品技术与装备

#### 1. 技术原理

废橡胶的再生过程是废胶在增塑剂（软化剂和活化剂）、氧、热和机械剪切的综合作用下，使硫化橡胶的部分分子链和交联点断裂的过程。再生胶生产过程包括粉碎、再生（脱硫）和精炼工序，本项目采用的噬硫菌为氧化亚铁硫杆菌，系短杆菌，嗜酸性化能自养菌，专性好氧。其脱硫原理是利用“嗜硫”的微生物将旧橡胶中的“硫”氧化，并转化为其自身的能量，胶粉经微生物处理后，在原胶中的适用范围加大，微生物再生橡胶在原胶混合物中的用量和颗粒尺寸都有提高。再生胶生产的关键技术有



二次脱硫技术，垫带生产的关键技术是改进生产垫工艺中的脱硫工艺。设备主要有分离装置、清洗装置、破碎机、烘干机、脱硫装置、反应釜等。该技术的工艺流程示意图见图54（1）、图54（2）：

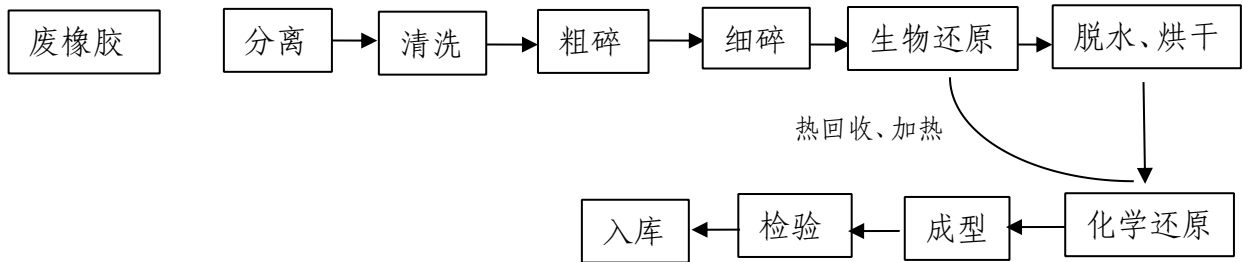


图54（1） 废旧轮胎生产再生橡胶技术与装备工艺流程示意图

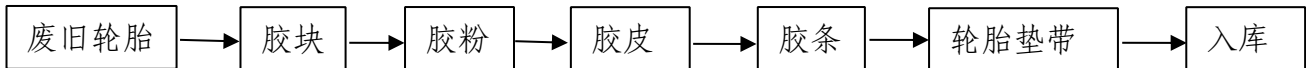


图54（2） 废旧轮胎生产汽车垫带技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2013年1月，平罗县兴业橡胶制品有限公司在平罗县黄渠桥投产了年产5万吨高强度橡胶制品项目，一次性投资10400万元，其中设备投资5800万元，设备寿命10年，年利税250万元。2015年综合利用量6.5万吨，综合利用产值10057万元。

### （五十五）工业连续化环保节能型废轮胎热裂解设备

#### 1. 技术原理

将废旧塑料、轮胎去泥沙、水分、铁丝等杂质，经脱氧处理输入微负压连续裂炉中，催化加热，馏出油蒸汽，油气通过冷凝器，可液化部分冷凝为混合油，不可液化部分通过燃气系统通入燃气燃烧器提供热能；冷凝后的混合油加入分馏处理器加热，通过催化重整工艺，馏出油蒸汽，而后

油蒸汽通过冷凝器，分馏出基础燃料油，经沉淀过滤化学处理，加入各种添加剂，制成合格的燃料油，所产生的燃烧尾气、水将进行无害化处理再排放。关键技术为中频电源加热裂解釜技术、中频电源可微调输入电源功率并能在瞬间切断技术、工业连续化生产技术。设备主要有连续催化裂解炉、冷凝器等。该技术的工艺流程示意图见图55：

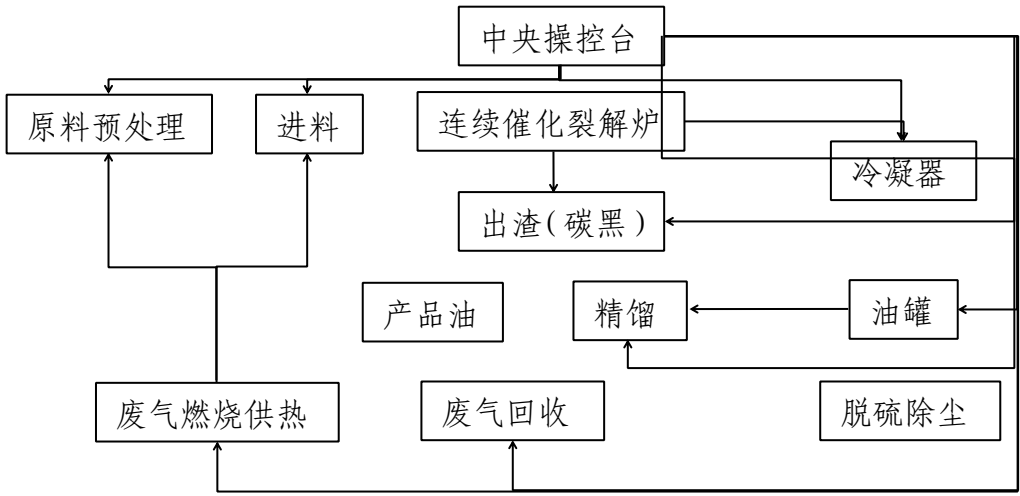


图55 工业连续化环保节能型废轮胎热裂解设备工艺流程示意图

2. 应用案例

2012年 08月，河南省废旧橡塑综合利用设备工程技术研究中心在商丘投产了废旧橡塑回收处理产业化项目。一次性投资8000万元，其中设备投资3500万元，设备寿命20年，年利税2030万元。2015年生产设备6套，可实现年热解30000吨废旧橡胶，综合利用产值2735.5万元。

(五十六) 节能型废轮胎自动化粉碎技术与装备

1. 技术原理

通过破碎和粉碎分离过程，把轮胎橡胶中的钢丝和纤维分离，经由拉

丝机、入料输送带、破碎机、粗碎机、回料系统、中碎机、振动筛、磁选机、细碎机、振动筛、纤维分离系统、磁力分选机、装袋系统、中央除尘器和PLC控制等部分组成的生产线，来制取40~120目的橡胶粉。关键技术有粗胶粒直接研磨成40~120目胶粉技术、仿人工动作筛分机技术以及特殊合金材料制造破碎机刀具技术。设备有拉丝机、高产能齿状粉碎机、粗碎机、中碎机、振动筛、磁选机、仿形筛、细碎机、纤维分离系统、磁力分选机器等。该技术的工艺流程示意图见图56：

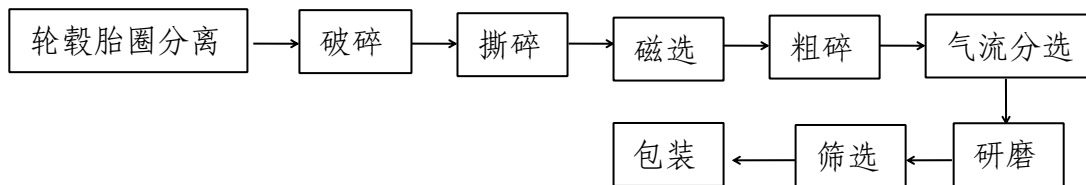


图56 节能型废轮胎自动化粉碎技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年4月，重庆市九龙橡胶制品制造有限公司在重庆长寿经济技术开发区投产了废旧轮胎综合利用项目，一次性投资1500万元，其中设备投资400万元，设备寿命10年，年利税50万。2015年综合利用废轮胎、废橡胶等1万吨，综合利用产值2800万元。

### （五十七）废旧轮胎常温机械法制取橡胶粉技术

#### 1. 技术原理

采用专用的常温胶粉DCS系统进行控制，实现对全钢子午线轮胎常温自动化产业化回收利用。系统由以下几部分组成：工业级监控计算机部分和组态软件、现场下位计算机系统和过程控制软件、设备主机电气控制系统、设备辅机电气控制系统、现场数据采集、驱动执行控制系统。关键技

术有常温胶粉DCS系统控制技术。设备主要有整胎胎圈剥离机、轮胎破碎机组、钢丝分离机、中碎机、细碎机以及筛选、输送、磁选设备等。该技术的工艺流程示意图见图57：

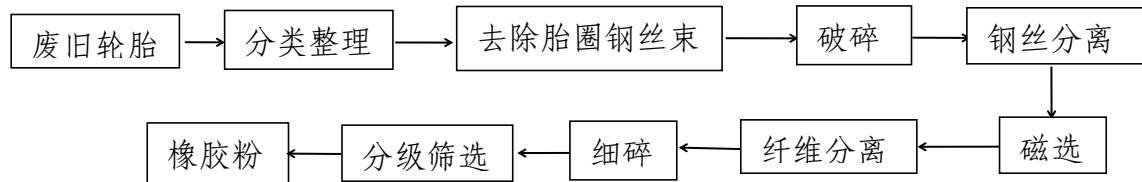


图57 废旧轮胎常温机械法制取橡胶粉技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年8月，四川中能橡胶粉有限公司在四川省崇州市投产了废旧轮胎常温机械法制取橡胶粉生产线项目，一次性投资1300万元，其中设备投资780万元，设备寿命10年，年利税200万元。2015年综合利用废旧钢丝子午轮胎1万吨，综合利用产值3800万元。

### （五十八）废轮胎常温双轴全封闭自动化破碎技术

#### 1. 技术原理

本技术属于“和谐链”生产技术，采用台湾进口刀切式、全封闭轮胎破碎、粗碎设备，采用常温细磨机及配套筛选机组，将轮胎口圈割除后，直接投入生产，将原有的破碎、粗碎和细碎三个工序联动，组成自动化生产线，并且在所有关键设备都安装除尘设备，整个生产过程物料不落地，无须人工中转物料，各生产工序中转节点设有感应装置，通过PLC电子自动控制系统监控整个生产流程。关键技术有PLC电子自动控制技术。设备主要有粗碎设备、细碎设备、除尘设备、感应装置等。该技术的工艺流程示意图见图58：

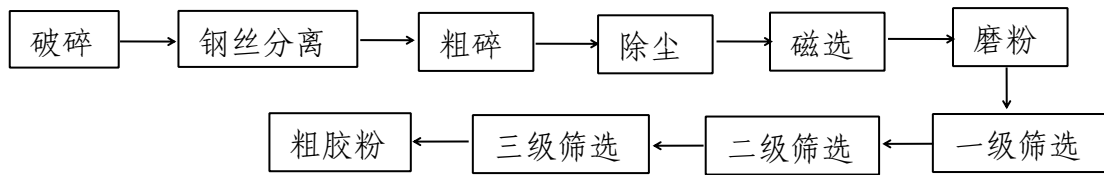


图58 废轮胎常温双轴全封闭自动化破碎技术工艺流程示意图

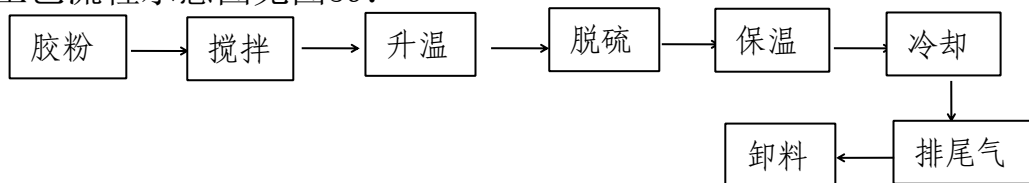
## 2. 应用案例

2014年9月，湖北华亿通橡胶有限公司在湖北省嘉鱼县投产了废轮胎常温双轴全封闭自动化破碎生产线项目，一次性投资8000万元，其中设备投资7000万元，设备寿命10年，年利税1800万元。2015年综合利用废旧轮胎2.5万吨，综合利用产值12000万元。

### （五十九）节能环保型废橡胶串联冷却再生罐设备

#### 1. 技术原理

使用两个或两个以上的再生罐串联，壳体外用远红外电热原件进行加热，胶粉在罐内搅拌充分混合加热。加热至200-230℃；后停止加热，保温一小时左右，开始第一罐料罐内带料冷却，打开冷却水阀，在冷却装置中先通40℃左右的水，再通冷水对罐内物料进行冷却，在冷却和降压过程中，同时开动搅拌装置进行搅拌，直到罐内压力降至0至-0.02Mpa，温度降至40-50℃以下后卸料。关键技术有罐内带料冷却技术、两台或多台再生罐串联技术、直接在装备本体上增加冷却系统技术和18路智能仪表控制模式。设备主要有再生罐、冷却系统和18路智能仪表+控制器。该技术的工艺流程示意图见图59：



## 2. 应用案例

2014年12月，江苏强维橡塑料科技有限公司在宿迁市投产了年产7万吨废旧橡胶综合利用项目，一次性投资3800万元，其中设备投资1000万元，设备寿命8年，年利税2200万元。2015年综合利用废旧轮胎7万吨。

### （六十）废橡胶智能化再生利用装备

#### 1. 技术原理

在热、氧、机械作用以及再生剂的化学和物理作用等的共同作用下，使硫化胶网络破坏、降解，使其从弹性状态变成具有塑性和粘性的、能够再硫化的橡胶，实现废橡胶的再生。本项目工艺方案采用五个单元集合、PLC控制连接方式进行设计布局，五个单元分别为粉碎、塑化、捏炼成型、检测、环保，控制系统分单元采用利用模块式PLC控制，最终使各个单元无缝连接并辅以远程控制方式，实现物料的平衡输送。关键技术有硫键交联网点破坏技术、干态法再生技术、环保多功能橡胶复原机、生产配方的优化技术、生产过程智能化控制技术。设备主要有分解机、破碎机、搓丝机、励磁磁选机、胶块细碎机、纤维分离机、橡胶磨粉机、气流分选筛、塑化机、捏炼机、炼焦自动化成套装置、干燥器等。该技术工艺流程示意图见图60（1）粉碎单元、图60（2）塑化单元、图60（3）提炼成型单元：

图见图60（1）粉碎单元、图60（2）塑化单元、图60（3）提炼成型单元：

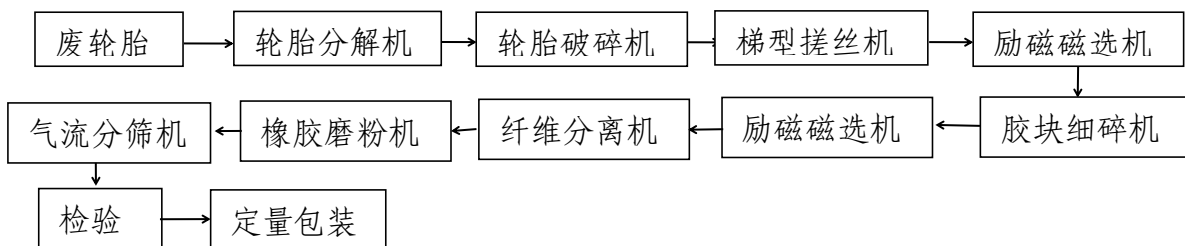


图60（1）废橡胶智能化再生利用装备粉碎单元工艺流程示意图

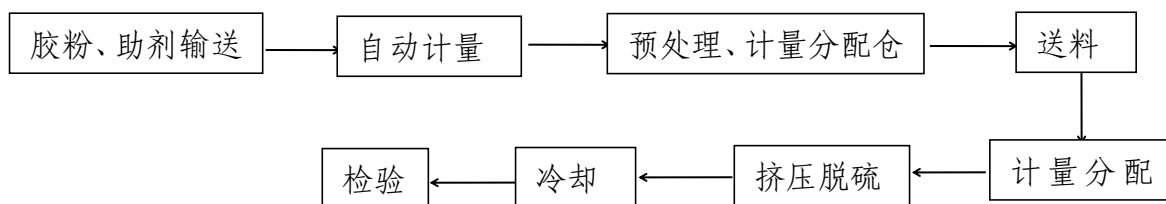


图60 (2) 废橡胶智能化再生利用装备塑化单元工艺流程示意图

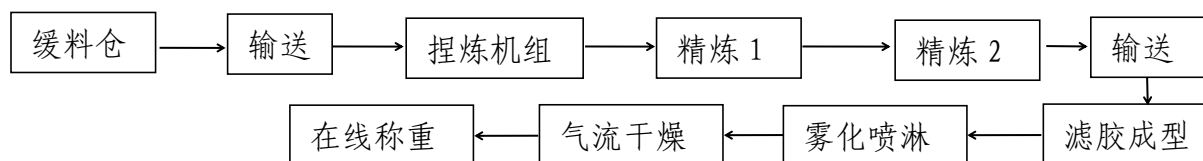


图60 (3) 废橡胶智能化再生利用装备提炼成型单元工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年3月，玉环县永发橡胶厂在台州市玉环县投产了废旧轮胎再生资源高效综合利用示范项目，一次性投资2500万元，设备寿命10年，利年税1000万元。2015年综合利用废旧轮胎等1.8万吨，综合利用产值5400万元。

## (六十一) 废矿物油预处理加氢再生技术

### 1. 技术原理

废矿物油加氢是以含工业润滑油，汽油车润滑油，柴油车润滑油的混合润滑油为原料，在通过破乳、絮凝、沉降后经卧螺离心机和碟片离心机除渣脱水后，升温至275℃闪蒸，闪蒸后的润滑油进入刮膜蒸发器减压蒸发为气相，然后气相进入减压分馏塔进行减压蒸馏，样品为减一线润滑油（汽柴油组分）、减二线润滑油、减三线润滑油、减四线润滑油。减压分馏各侧线润滑油在有催化剂和氢气存在下，将润滑油馏份中加氢精制，稳

定干燥后生产出高品质的润滑油基础油产品。关键技术主要包括废润滑油预处理工艺、废润滑油加氢工艺。设备主要有卧螺离心机、刮膜蒸发器和减压分馏塔。该技术的工艺流程示意图见图61：

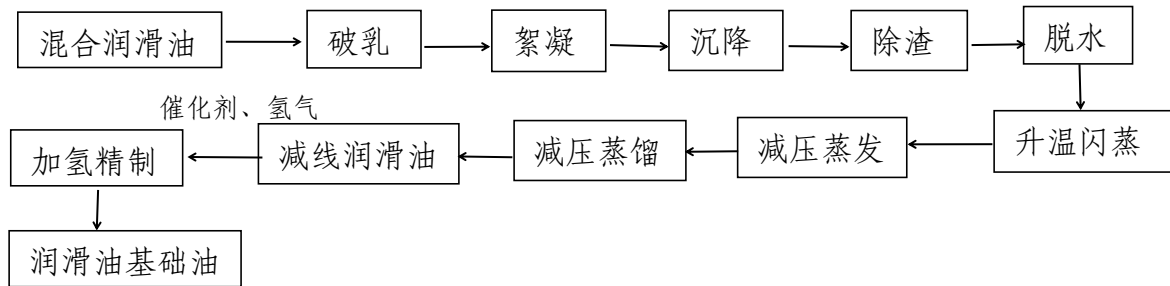


图61 废矿物油预处理加氢再生技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2015年4月，新疆聚力环保科技有限公司在乌鲁木齐市投产了5万吨废矿物油加氢扩能改造项目，一次性投资8000万元，其中设备投资4393万元，设备寿命20年，年利税5278.5万元。

## （六十二）废润滑油再精炼技术

### 1. 技术原理

采取机械过滤、沉降分离等步骤脱除机械杂质，再经减压闪蒸将乳化水和轻质油组分从油品中分离。将经过净化处理的废润滑油，以丙烷作为溶剂，经萃取、沉降分离等过程，将润滑油组份与焦沥青、无机物以及失效的添加剂等成份进行萃取分离，其中丙烷循环再用。在高真空的减压塔中进行润滑油组份的切割，以获得所需要的不同粘度等级的润滑油馏份。经减压蒸馏切割的润滑油馏份，在反应器中，在催化剂的作用下，脱除化合物中影响产品质量的含氧、硫、氮等的化合物和使部分不饱和烃变成为稳定的饱和烃，使油品的颜色、气味、氧化安定性等指标得到明显改善，



从而获得质量优异的再精炼加氢基础油。关键技术是溶剂萃取及加氢精制技术。设备主要有加氢精制反应器、高真空减压塔等。该技术的工艺流程示意图见图62：

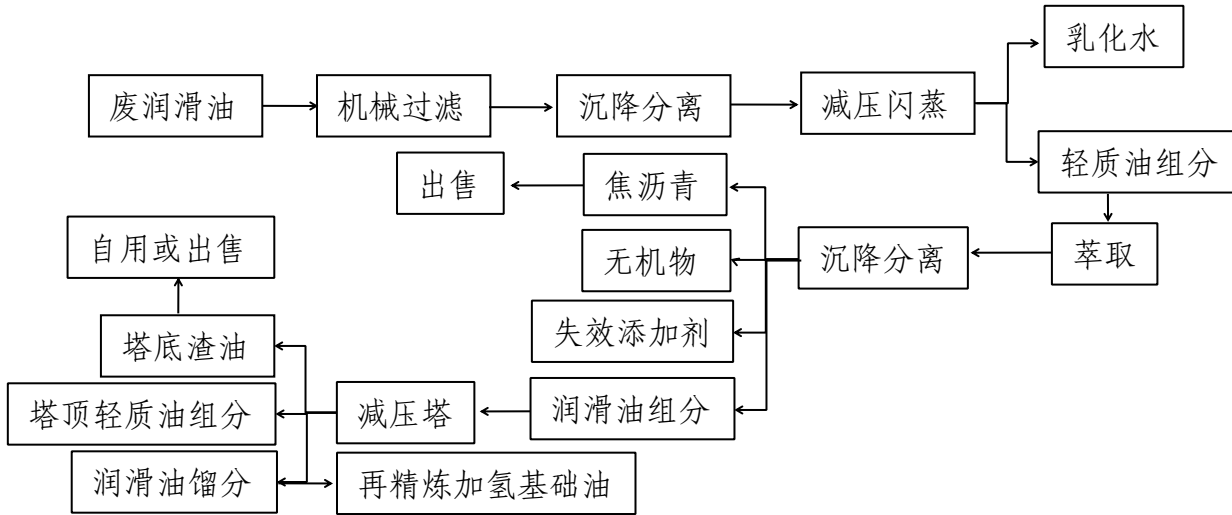


图62 废润滑油再精炼技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2008年10月，（香港）清油有限公司在香港新界投产了600吨/年废润滑油再生试验及生产装置工程项目，一次性投资709万元，其中设备投资443万元，设备寿命15年。2008-2013年调配处成品润滑油2000吨，5年的销售收入约4430万元。

### （六十三）废润滑油生产再生油成套装备

#### 1. 技术原理

在真空条件下，对废润滑油恒温加热，使蒸发面上的废润滑油一次性蒸发，有效降低废润滑油在蒸馏过程中的裂化程度，提高再生油质量。分馏段设备的真空恒温擦膜蒸发器可补偿气化时瞬时骤降的温度，配合管式

气化炉及精馏塔的联用，达到蒸发效率更高、受热时间更短，受热温度更低的效果，将一次性受热气化的连续蒸馏工艺变成现实，使得废润滑油在蒸馏过程中的裂化程度有效降低。关键技术有一次性受热汽化的连续蒸馏工艺。设备主要有恒温擦膜蒸发器、带浮动构件的减压分馏塔、旋转式丝网除沫器、高压污油泵送装置。该技术的工艺流程示意图见图63：

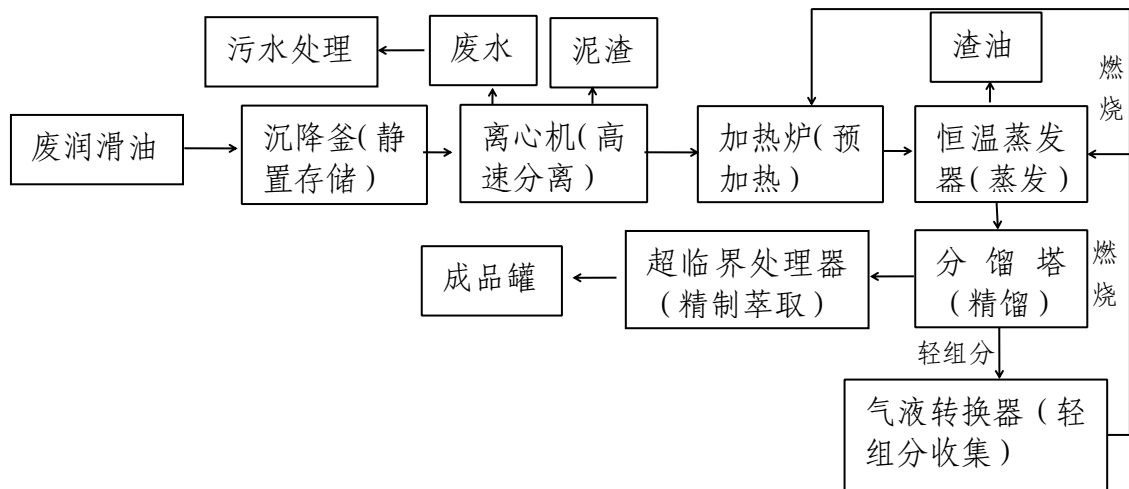


图63 废润滑油生产再生油成套装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2010年1月，新疆福克油品股份有限公司在乌鲁木齐市头屯河工业园区投产了2万吨/年废润滑油再生成套装备研发制造及产业化推广项目，一次性投资13000万元，其中设备投资6000万元，设备寿命20年，年利税3780万元。2015年综合利用废润滑油1000吨，综合利用产值3500万元。

### (六十四) 旋风闪蒸-薄膜再沸+NMP 双向溶剂精制技术

#### 1. 技术原理

采用先进适当的旋风闪蒸-薄膜再沸+NMP双向溶剂精制技术和装置，

将100%回收的废润滑油中各种杂质和老化变质的成分全部除去，将未变质的基础油成分提炼出来，再采用与天然基础油相同的添加剂配方，调配成高质量的润滑油产品。关键技术有NMP双向溶剂精制技术。设备主要有旋流闪蒸布料-薄膜再沸式热管蒸馏器、一体式升降膜蒸发装置、蒸馏塔洗涤段回流油分布装置、热管式分子蒸馏器、偏心热管式换热器。该技术的工艺流程示意图见图64：

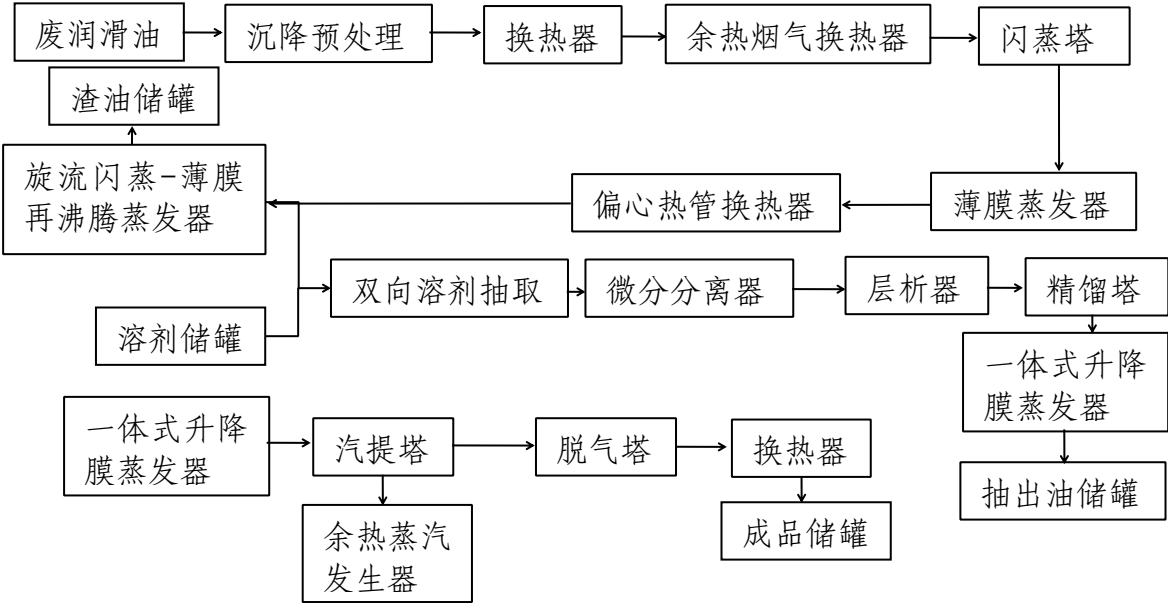


图64 旋风闪蒸-薄膜再沸+NMP双向溶剂精制技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2012年6月，安徽国孚润滑油工业有限公司在安庆市投产了2万吨/年废润滑油再生基础油项目，一次性投资7963.04万元，其中设备投资2955.00万元，设备寿命14年，年利税2079.29万元。2015年加工废润滑油1.15万吨，综合利用产值6417万元。

## （六十五）生物柴油甘油酯化技术

### 1. 技术原理

对原料油进行过滤除杂，脱水处理，得到统一的物理性质的标准油。在非酸性催化剂作用下，标准原料油中的游离脂肪酸先与甘油发生酯化反应生成甘油酯和水，然后在碱性催化剂的催化作用下甘油酯再与甲醇酯交换反应。酯交换后生成的粗甲酯中成分复杂，需要蒸馏精制，采用真空蒸馏的方式将生物柴油中的轻组分、脂肪酸甲酯和沥青分离出来。酯交换后副产物甘油里含有部分甲醇和极少量的皂，采用减压蒸馏方式，先将粗甘油调节其呈中性或者弱酸性，然后进入分离油和甘油并脱盐，回收部分油脂后，再进入蒸馏塔进行提纯。采用常压蒸馏装置进行甲醇精制，甲醇含量大于99.5%蒸馏塔中的温度通过控制回流比控制甲醇含量。关键技术有反应与分离一体化工艺、甘油酯化生产工艺。设备主要有多元式自分流减压精馏系统、酯化反应塔、连续式紊流管式反应器、强力空化器等。该技术的工艺流程示意图见图65（见下页）：

### 2. 应用案例

2014年5月，河南星火生物能源有限公司在商丘开发区投产了10万吨/年生物柴油生产项目，一次性投资12000万元，其中设备投资3200万元，设备寿命10年，年利税600万元。2015年综合利用量5万吨，综合利用产值7000万元。

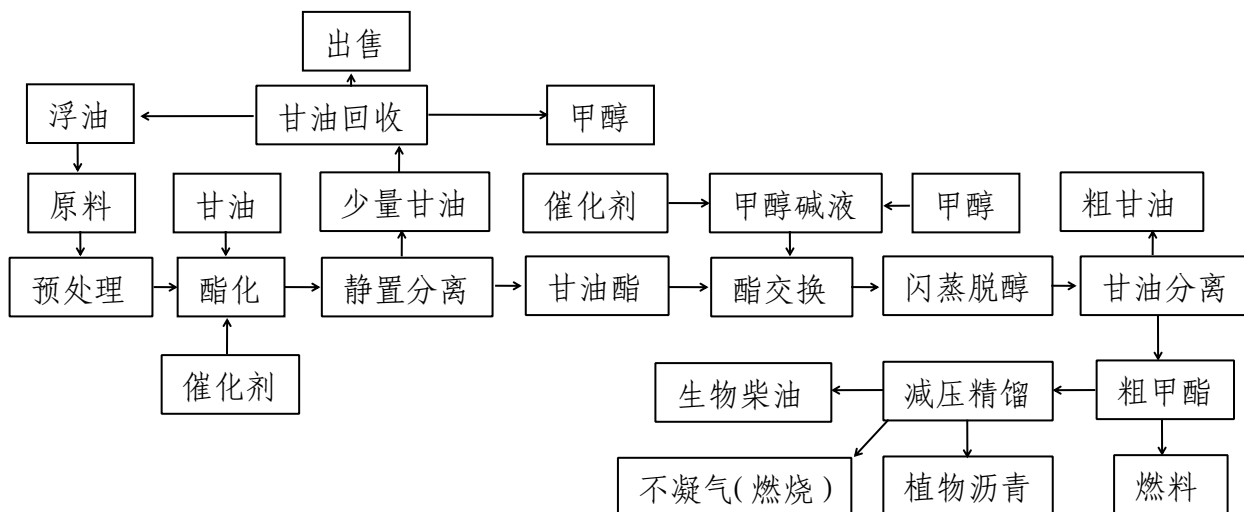


图65 生物柴油甘油酯化技术工艺流程示意图

## (六十六) 纺织废料生产可纺纤维技术与装备

### 1. 技术原理

通过研发、利用一系列先进技术和先进设备，将纺织厂的废纱、下脚料，织布厂的纺织废料以及制衣厂的边角余料经过分类、清洗、剥色、漂白、消毒、挑选分拣、切断、预开、开松、清弹、梳理等工序处理，加工成为优良的可纺纤维。这些可纺纤维根据不同品质和品种可以部分代替棉花等纺织原料广泛应用于各种纺纱工艺中。关键技术有纺织废纱回收利用成为可纺纤维的再生工艺、再生棉纤维的二步法剥色漂白工艺。设备主要有全自动清梳联前纺设备、转杯纺设备。该技术的工艺流程示意图见图66

(1)、图66 (2):

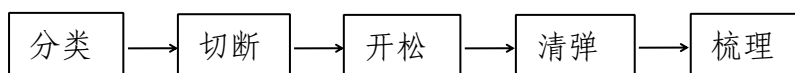


图66 (1) 纺织废料生产可纺纤维技术与装备处理废纱和下脚料（未经染色）工艺流程示意图



图66 (2) 纺织废料生产可纺纤维技术与装备处理纺织废料及边角余料工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2011年10月，澧县新伟纺织有限责任公司在澧县澧南镇投产了年产1万吨的生产线项目，一次性投资2000万元，其中设备投资500万元，设备寿命10年，年利税500万元。2015年综合利用纺织厂的废纱、下脚料、制衣厂边角料等6000吨，综合利用产值3500万元。

### （六十七）紫胶桐酸提取废弃物生产钢结构防腐剂技术

#### 1. 技术原理

废弃物萜烯酸含有羧基（COOH），能与金属及其氧化物络合反应。含有双键，分子之间可以发生聚合反应；因含有羟基（有极性）和烷基（无极性）而具有表面活性剂特点，具有良好表面吸附、成膜及聚合性能。将高纯紫胶皂化，将紫胶分子直链（紫胶桐酸部分）与环链部分（萜烯酸部分）分开，提取人工合成麝香香料原料紫胶桐酸，得到固体废弃物萜烯酸。对萜烯酸部分进行醇溶，加入改性促进剂进行共聚改性，得到钢结构防腐剂产品。关键技术有紫胶深加工产品产业化提纯技术、低温脱蜡紫胶提纯技术、紫胶醇溶共聚改性技术、紫胶清漆耐热性的紫胶改性方法、紫胶基环保人造板粘合剂的制备方法。设备主要有离心机、干燥机等。该技术的工艺流程示意图见图67（见下页）：

#### 2. 应用案例

2015年1月，楚雄德尔思紫胶有限公司在楚雄州牟定县投产了紫胶桐酸提取废弃物资源化利用生产钢结构防腐剂产业化生产项目，一次性投资500万元，其中设备投资280万元，设备寿命10年，年利税1000万元。2015

年钢结构防腐剂产生量3000吨。

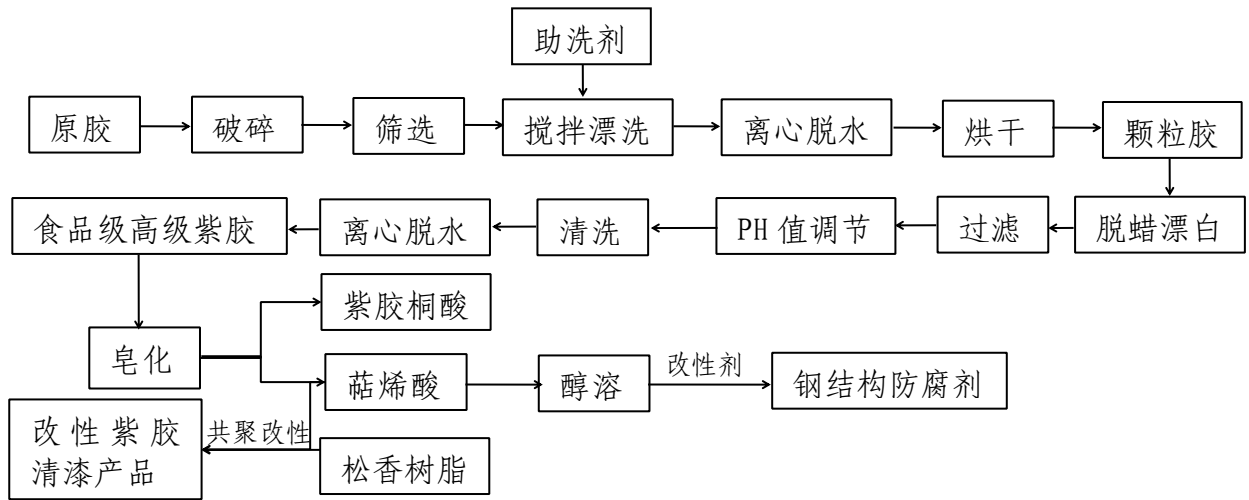


图67 紫胶桐酸提取废弃物生产钢结构防腐剂技术工艺流程示意图

## (六十八) 废玻璃分拣处理后再生产啤酒瓶技术与装备

### 1. 技术原理

采用水池搅拌分选技术，对废玻璃进行清洗筛选，废玻璃清洗干净无杂物，进行烘干与除铁处理，然后进行破碎及再破碎，最后收集放至玻璃库。再经配料，熔化，成型，热端处理，冷端处理生成啤酒瓶。运行过程中，只补充循环用水，经搅拌桶，经过清洗池，再到污水处理池除污澄清，最后再回到搅拌桶，减少了水耗。关键技术有优化配方技术，窑炉鼓泡技术、供料道燃煤气技术、制品热端蒸涂技术、制品冷端喷涂技术。设备主要有烘干机、清洗装置、筛选装置、除铁设备等。该技术的工艺流程示意图见图68（1）、图68（2）：

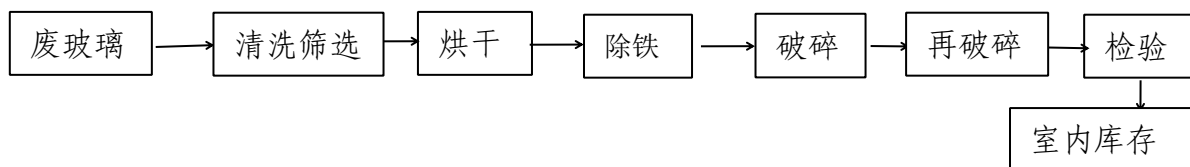


图68（1） 废玻璃分拣处理后再生产啤酒瓶技术与装备清洗破碎工艺流程示意图

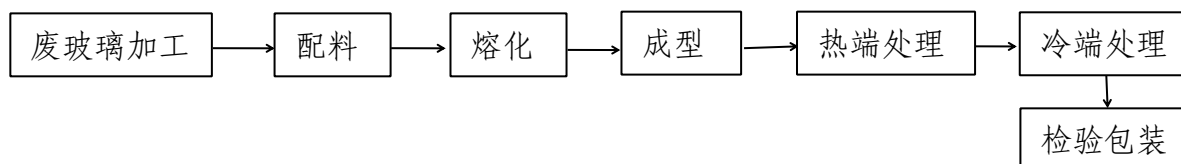


图68（2） 废玻璃分拣处理后再生产啤酒瓶技术与装备啤酒瓶制作工艺流程图示意图

## 2. 应用案例

2013年2月，湖北晶昱玻璃制品有限公司在荆门市投产了7.5万吨/年玻璃制品项目，一次性投资5200万元，其中设备投资5200万元，设备寿命10年，年利税1000万元。2015年综合利用废玻璃72000吨，综合利用产值5200万元。

## （六十九） FCC 废催化剂复活技术与装备

### 1. 技术原理

采用有机无机耦合法对所选的催化剂进行复活处理，通过无机酸的扩张作用和有机酸的配位功能，实现对废催化剂结构的重构，在重构过程中不仅完成孔道的扩张、表面缺陷的修复，同时伴随在部分脱除有毒金属的同时，达到催化剂孔结构的二次设计，实现微孔和介孔的梯度分布，提高催化剂孔隙率，改善催化剂的容焦能力和抗重金属能力，最终改善其裂化反应性能。关键技术有有机无机耦合复活技术。设备主要有气流干燥系统、高效旋风分离器、湿式洗涤塔等。该技术的工艺流程示意图见图69：



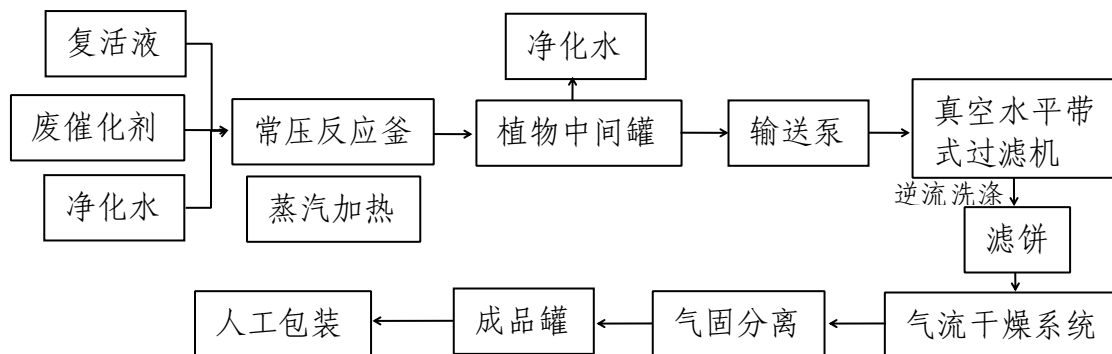


图69 FCC废催化剂复活技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2009年11月，青岛惠城环保科技股份有限公司在青岛市黄岛区投产了6000吨/年FCC废催化剂复活技术装备项目，一次性投资1624万元，其中设备投资889万元，设备寿命10年，年利税681万元。2015年综合利用催化裂化废催化剂3274吨，综合利用产值1691.7万元。

### (七十) 基于物联网的废纸验收管理系统

#### 1. 技术原理

通过发射微波扫描纸包，利用微波在不同介电常数的物质中传输时间存在差异的特性，依据最新的数学模型和优化算法，并结合实验数据库，准确测量废纸中的水分。微波水分检测仪可覆盖检测整件纸包，自动上传检测数据。废纸验收管理系统的无人值守称重监管单元、随机抽样记录单元、废纸杂质检验监督单元、后台监控指挥及数据分析单元通过对废纸验收过程的数据传输及操作进行监控，对称重、质检等数据进行对比分析，杜绝人为因素对质检环节的干扰。关键技术有废纸微波水分检测技术。设备主要有微波水分检测仪。该技术的工艺流程示意图见图70：

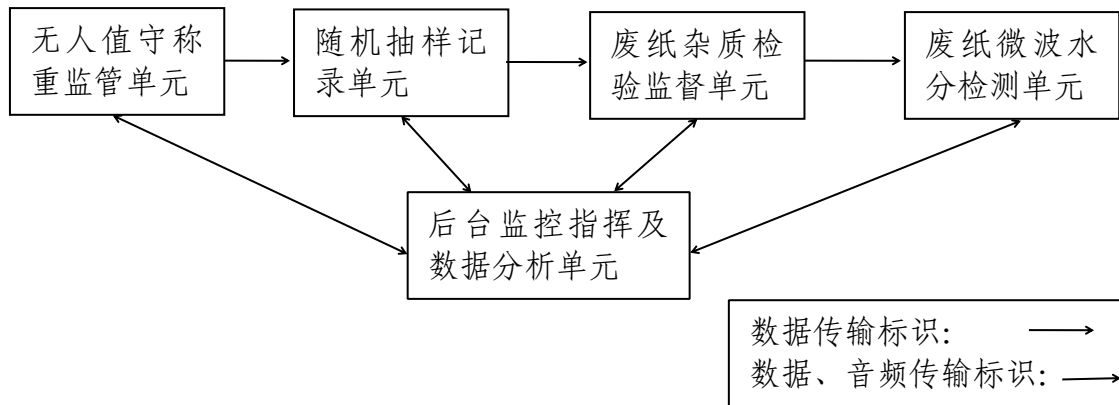


图70 基于物联网的废纸验收管理系统工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年5月，山东丰源通达电力有限公司中科生态分公司在山东省枣庄投产了瓦楞纸生产线原料验收管理系统，一次性投资120万元，其中设备投资110万元，设备寿命10年，年利税4600万元。2015年综合处理废纸25万吨，综合利用产值76000万元。

## （七十一）工业废氨气回收利用技术与装备

### 1. 技术原理

根据光线制造、空调检漏、半导体等不同行业的需求，设计相应的废氨气回收工装和管路，并利用压缩泵/压缩机的回收、加压性能，开展基于PLC技术的智能化控制技术，根据MFC的智能化控制抽速的能力，模拟控制工业废氨气的回收量和回收效率，以完成工业废氨气的回收要求。关键技术有大流量粗氨冷凝分离技术、高效滤油、干燥技术、压缩机改装技术、膜分离技术、氨气回收纯化设备自动化控制技术。设备主要有冷凝设备、干燥装置、压缩机等。该技术的工艺流程示意图见图71：

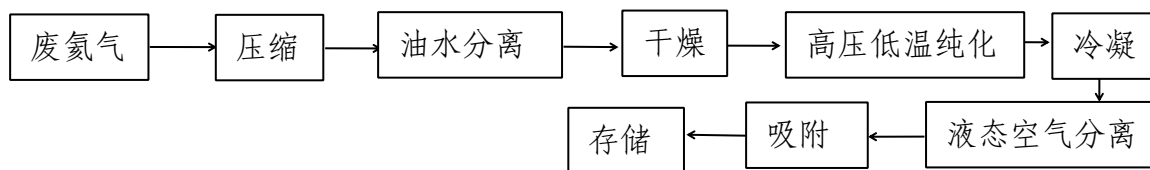


图71 工业废氮气回收利用技术与装备工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年5月，长飞光纤光缆股份有限公司在湖北武汉投产了光纤拉丝冷管废氮气回收循环利用项目，一次性投资150万元，其中设备投资100万元，设备寿命10年，年利税34万元。2015年综合利用废氮气2万立方米，综合利用产值200万元。

## （七十二）竹缠绕复合管技术

### 1. 技术原理

用竹材作为增强材料，以氨基类合成树脂作为基体材料，采用无应力缺陷的缠绕工艺，将竹纤维的轴向拉伸强度使用至最大化，并在管道结构中形成无应力缺陷分布，从而使管材达到承压要求，加工制成新型生物基管道。竹缠绕复合管加工的全过程包括竹材加工、防霉防蛀、保鲜包装、树脂改性到管材的制衬、缠绕、固化、修整、外防腐和接口及管件等。关键技术有建立竹缠绕复合管力学设计模型、竹缠绕复合管质量标准和检测方法。设备主要有竹缠绕复合管自动化成套生产线等。该技术的工艺流程示意图见图72（见下页）：

### 2. 应用案例

2015年5月，盈汉泰竹复合制造有限公司在襄阳市南漳县涌泉工业园投产了竹缠绕复合管生产单元项目，一次性投资10000万元，其中设备

投资4000万元，设备寿命10年，年利税5500万。2015年综合利用竹子4万吨，综合利用产值17160万元。

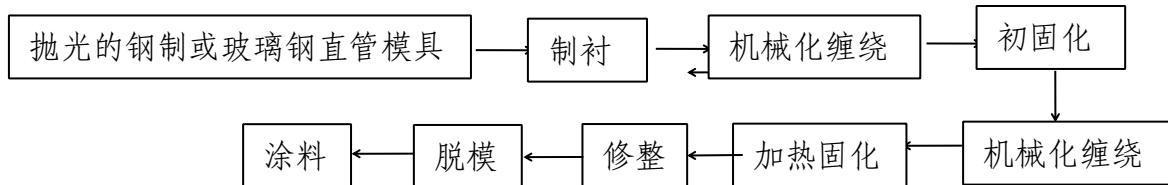


图72 竹缠绕复合管技术工艺流程示意图

### (七十三) 有机固体废物 UTM 超高温好氧生物处理技术

#### 1. 技术原理

有机废物UTM超高温好氧微生物处理技术实现了对自然界高能嗜热菌的工程驯化培养，形成了具有高效生物作用的系列化复合菌株系，可进行UTM菌剂工业化生产，并应用于有机废物处理工程生产中，产生90℃以上高温，快速降解有机物，实现有机废物处理的无害化、减量化、稳定化，能耗低、无害化彻底，可循环利用氮、磷、钾、腐殖酸和有机质资源。关键技术有臭气控制技术、有机废物单独发酵技术、复合微生物激活剂研制技术、PCR-DGGE(聚合酶链式反应—变性梯度凝胶电泳)技术、有机废物UTM超高温好氧处理过程的生物除臭技术。设备主要有搅拌机、发酵装置等。该技术的工艺流程示意图见图73（见下页）：

#### 2. 应用案例

2015年2月，北京绿源科创环境技术有限公司北京顺义区投产了污泥资源化再生利用工程项目，一次性投资3500万元，其中设备投资800万元，设备寿命20年，年利税510万元。2015年2月份投产以来，综合利用污泥17

万吨，综合利用产值2550万元。

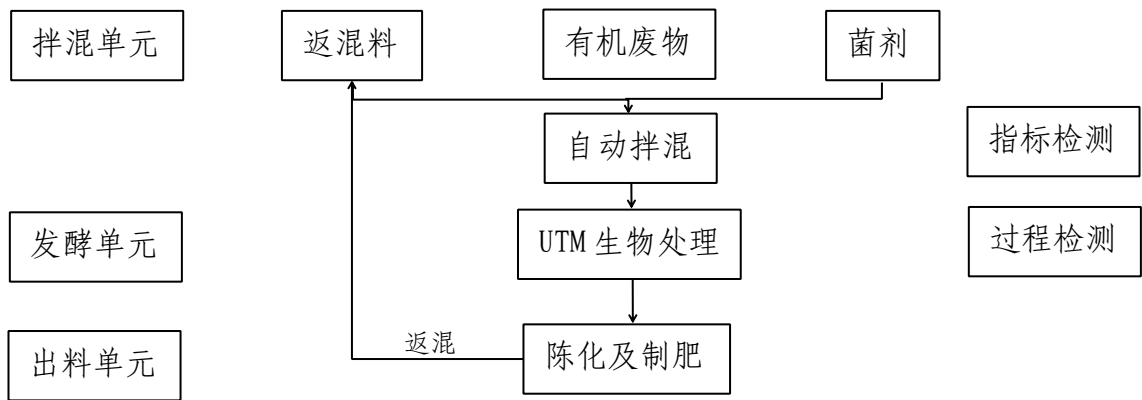


图73 有机固体废物UTM超高温好氧生物处理技术工艺流程示意图

#### (七十四) 风化煤催化氧化改性生产水溶性肥料专用黄腐酸钾技术

##### 1. 技术原理

将风化煤进行碱法催化氧化，使腐植酸部分转化生成黄腐酸，然后进行磺化，通过离心分离出无机物残渣和残余的有机物结合物，然后通过三效浓缩、喷雾干燥得到具有抗硬水性和抗酸性的粉状水溶性肥料专用黄腐酸钾产品。关键技术有“碱中和—氧化—磺化”相结合的改性活化新技术。设备主要有离心机、浓缩装置、干燥机等。该技术的工艺流程示意图见图

74:

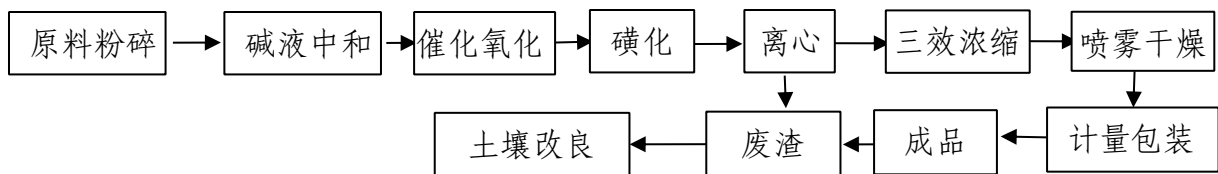


图74 风化煤催化氧化改性生产水溶性肥料专用黄腐酸钾技术工艺流程示意图

## 2. 应用案例

2014年12月，山西鑫联科技有限公司在山西省太原市投产了水溶肥专用黄腐酸钾生产线，一次性投资350万元，其中设备投资150万元，设备寿命10年，年利税180万元。2015年综合利用风化煤300吨，综合利用产值300万元。

### （七十五）市政污泥无返料干化处置技术与装备

#### 1. 技术原理

利用电厂的热源和余热，采用镶嵌式技术，利用先进的带打散的自清理回转圆筒干燥机系统，抽取电厂锅炉烟道气对含水率75~80%的城市污泥进行干化，干化后的污泥掺入电厂输煤系统，送入锅炉燃烧，在能够实现污泥燃烧热能与污泥干化热能平衡的基础上，减少发电原煤量消耗。关键技术有先进污泥干化技术、火电厂协同低成本处理市政污泥成套技术。设备主要有带打散的自清理回转圆筒干燥机系统。该技术的工艺流程示意图见图75：

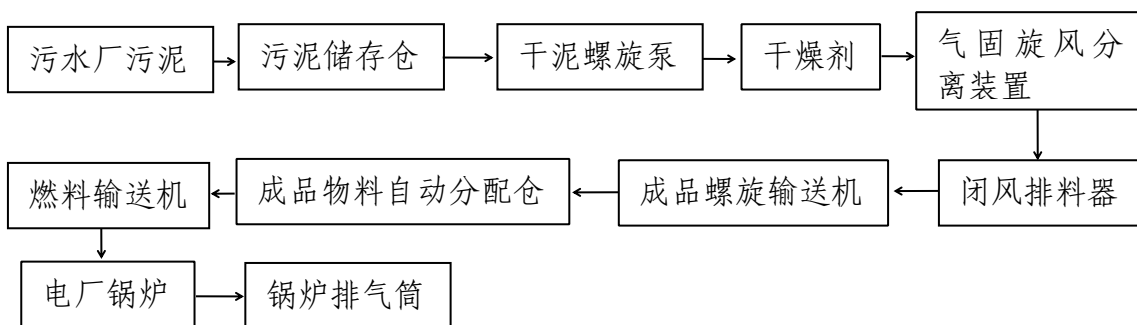


图75 市政污泥无返料干化处置技术与装备工艺流程示意图

#### 2. 应用案例

2012年3月，华电潍坊发电有限公司在潍坊高新技术开发区投产了

330MW机组污泥掺烧示范工程项目，一次性投资2080万元，其中设备投资908万元，设备寿命30年，年利税866万元。2015年综合处理污泥9.2万吨，综合利用产值3467万元。

## （七十六）病死动物高温常压无害化处理及油脂提取技术与装备

### 1. 技术原理

基于高温常压化制工艺，对病死动物尸体进行破碎处理，然后将破碎后的动物组织由螺旋输送至提炼槽，利用导热介质分时段高温（常压）杀灭病原体，并提取油脂，分离油渣。由控制模块、进料破碎模块、供热模块、油脂提取模块、废弃废水处理模块等组成。关键技术有高温常压化制工艺。设备主要有全自动动物油脂生产设备、加热装置、油脂炸制炼油系统、导热油装置、热循环式油脂提炼系统。该技术的工艺流程示意图见图76：

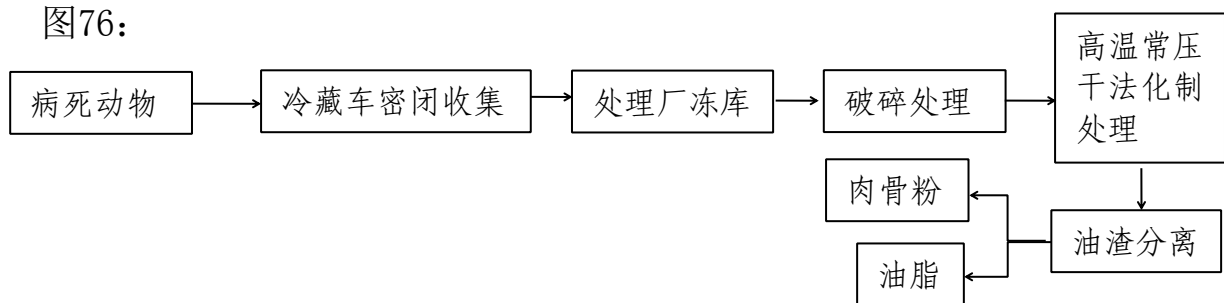


图76 病死动物高温常压无害化处理及油脂提取技术与装备工艺流程示意图

### 2. 应用案例

2015年2月，湖南盛祥环保科技有限公司在岳阳县投产了病死动物无害化处理项目，一次性投资1200万元，其中设备投资560万元，设备寿命10年，年利税12万元。2015年综合利用病死动物1400吨，综合利用产值340万元。