

附件

# 《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备 目录（2021年版）》供需对接指南之五： 化工固废综合利用技术装备

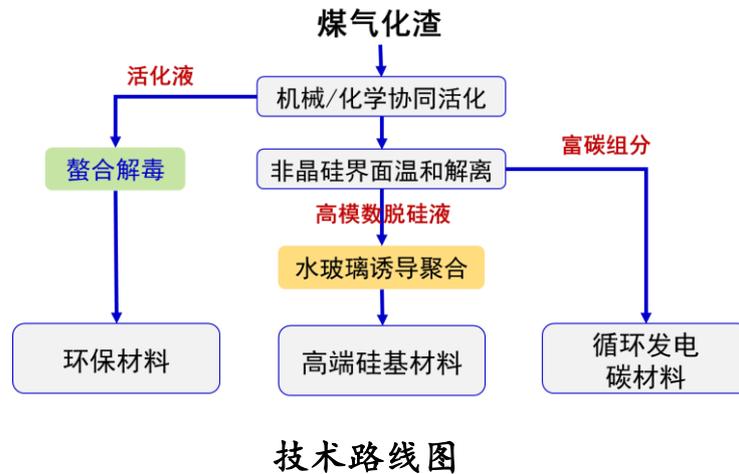
## （一）气化渣脱碳与铝硅资源分质利用技术

### 1.适用范围

煤化工行业产生的气化渣综合利用

### 2.技术原理及工艺

基于气化渣水粹过程产生的大量非晶相资源特点，将其置于由工业废盐制备的活化液中，通过化学活化预处理工艺高效脱除杂质，实现金属元素与硅碳组分的高效分离，并大幅提高非晶相硅反应活性；活化液通过聚合调控，将重金属的螯合解毒后得到净水剂产品，可用于煤化工废水处理。经分离的硅碳组分进一步通过稀碱解离工艺实现硅碳的界面解离，得到低杂质高模数水玻璃产品和富碳粉，水玻璃可用于制备硅基催化剂载体、VOCs 吸附材料、白炭黑等功能填料；富碳粉通过水热改性可制备高比表面积活性炭产品，用于 VOCs 吸附。技术路线如下图所示：



### 3.技术指标

(1) 得到的净水剂产品氧化铝含量 $>8\%$ ，水玻璃模数 $>3.2$ ，氧化硅含量 $>26\%$ ；活性炭产品比表面积 $>260\text{m}^2/\text{g}$ ，产品均满足国标和行标要求；

(2) 气化渣脱碳率 $>90\%$ ，杂质脱除率 $>90\%$ ，重金属脱除率 $>85\%$ ；全过程无二次污染物产生。

### 4.技术功能特性

(1) 该技术以工业固废煤气化灰渣和副产废盐酸为原料，通过工艺创新和调控生产净水剂和水玻璃产品，可有效替代天然铝土矿和石英砂资源。

(2) 本技术采用常压低温条件对气化渣进行活化除杂与分离反应，较传统火法制备工艺，反应条件温和，工艺对设备材质要求低、投资小，能耗、物耗、成本皆可大幅降低。

### 5.应用案例

该技术由中科院研发，处于千吨级中试阶段，产品性能均优于国标要求，并获得第三方 CMA 检测认证。下一步，

中科院将与中石化、陕煤研究院、榆林洁净能源技术创新院合作推进产业化应用。

## **6.未来推广前景**

预计3年后将建成一条5000t/年工业示范线，按照当前市场需求估算，未来推广前景广阔。

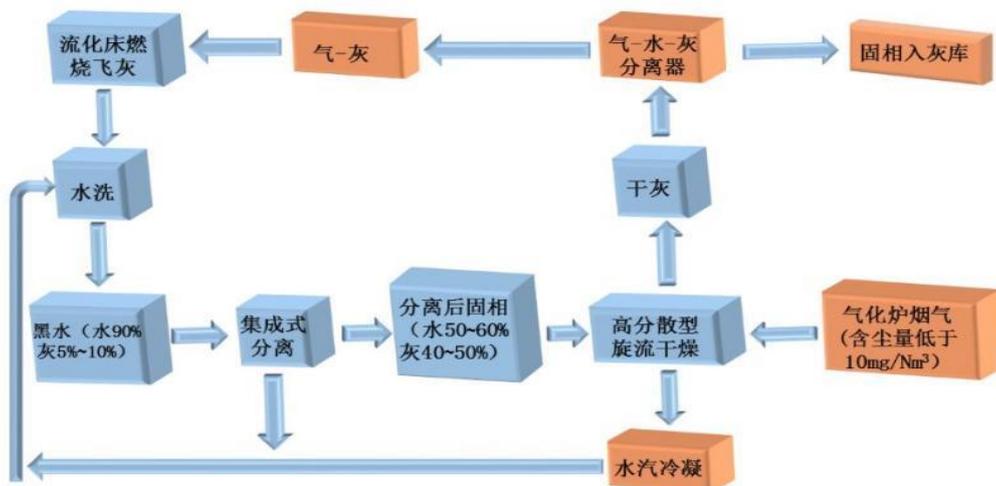
## **(二) 煤化工气化炉湿煤灰掺烧系统**

### **1.适用范围**

煤化工领域粉煤灰综合利用。

### **2.技术原理及工艺**

该系统以煤化工行业循环流化床锅炉或气化炉水冷湿排产生的煤灰细渣为原料，经集成式增压离心过滤机和多级过滤分离装备及工艺进行过滤，将含水量降至50~60%后，送入高分散旋流干燥装备，以高温废热烟气为热源，将固相快速降至含水率30%以下，被加压后经锅炉给料器送入循环流化床锅炉密相区燃烧，滤液和自干燥器出来的液体均回用利用。工艺路线如下图所示。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

- (1) 废气排放符合有关标准要求；
- (2) 输送能耗降低 50%，运行成本降低 50%。

### 4.技术功能特性

该系统集离心、吸滤、粉碎、输送、反冲洗等过程为一体，与传统的输送方式相比具有管道封闭无污染、管道布置灵活节省空间、基建费用大幅降低、流量控制精确、系统环节简单造价低廉、运行可靠维护简便、可无人值守连续作业、管内长期存料再次启动无困难、实时监控和集散监控以及遥控均可实现等一系列突出优点，可以做到“全封闭、高浓度、长距离、易控制、低损耗”，解决了煤化工企业存在的污染和浪费问题。

### 5.应用案例

安徽昊源化工集团有限公司应用安徽恒宇环保设备制造股份有限公司研发的煤化工气化炉湿煤灰掺烧系统，改造

后节煤率可达到 20%以上。

## 6.未来推广前景

预计该系统 3 年后行业普及率达到 40%以上。

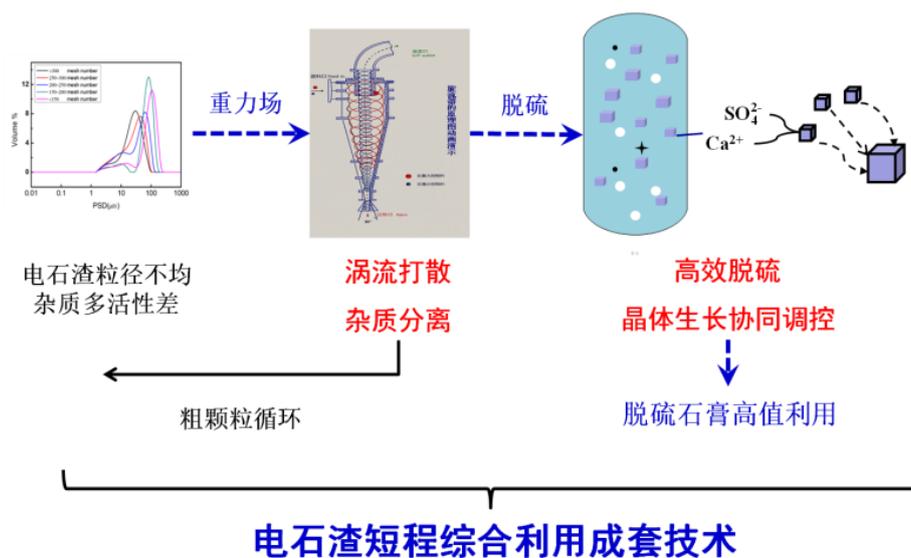
### (三) 电石渣规模化短程回用制备低碳脱硫材料

#### 1.适用范围

电石渣综合利用生产脱硫剂。

#### 2.技术原理及工艺

将湿法电石渣装入多级旋流杂质快速分离装备，进行物理分选；加入添加剂对电石渣中的还原性组分进行预氧化处理，实现净化除杂，高效制备环保脱硫材料。技术工艺原理如下图所示。



技术原理图

### **3.技术指标**

产品中钙含量>48%，粒度 150 目颗粒数>90%，产品中固废基物质含量>98%。

### **4.技术功能特性**

(1) 该技术产品可大幅提高脱硫效率，并可控制脱硫石膏的物相形貌，解决了新型脱硫剂高效脱硫-硫酸钙结晶的协同控制问题。

(2) 实现电石渣固废的资源化利用，替代石灰石进行烟气脱硫，有力支撑能源化工行业减排。

### **5.应用案例**

华能沁北发电有限责任公司 600MW 机组低碳脱硫剂高效脱硫项目应用了中国科学院过程工程研究所、北京巨源环保有限公司联合研发的电石渣规模化短程回用制备低碳脱硫材料，年减排二氧化碳 8 万吨。

### **6.未来推广前景**

该技术预期 1—2 年内将在新疆、内蒙、山东等地建立 3—4 套产业化工程，年消耗电石渣 60 万吨，解决当地 30~40% 电石渣排放问题。

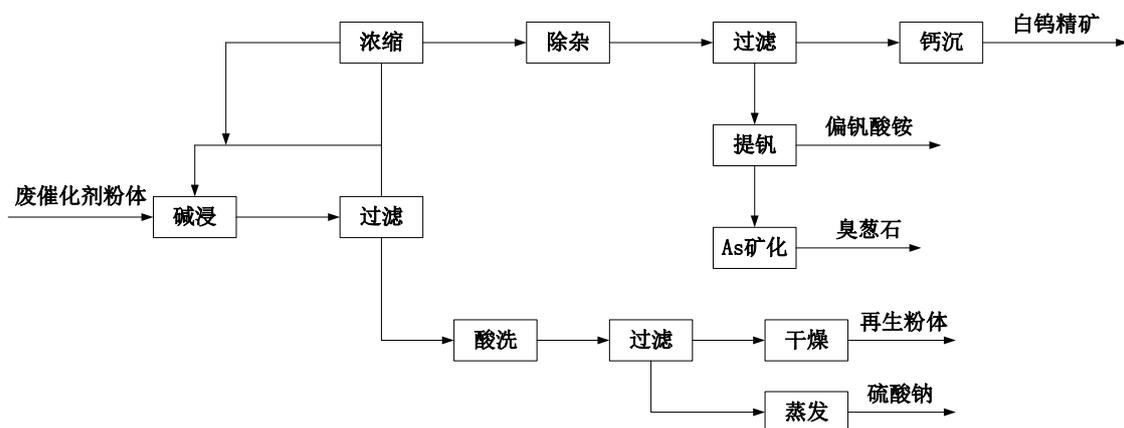
## **(四) 废 SCR 脱硝催化剂高效循环利用技术**

### **1.适用范围**

脱硝催化剂再生利用

## 2.技术原理及工艺

废催化剂经过清灰、粉磨后，与碱性介质反应，通过调控介质浓度、温度、时间、助剂等参数，控制载体二氧化钛向偏钛酸钠转化的比例，打通、拓展原有孔道，从而形成特殊的颗粒结构和形貌，实现比表面积和孔体积的显著提升。同时，在氧化性助剂的作用下，利用废催化剂中钒(V)组分对类芬顿反应的催化作用，实现杂质砷(As)的高效脱除。经过碱浸反应后的废催化剂，在还原性稀酸体系中脱除其中的钾、钠等碱金属杂质和氧化铁杂质。通过上述过程，实现废催化剂杂质的深度净化和载体孔道结构恢复，所得粉体产品可大掺量循环回用至新催化剂生产，掺加量比例达到70%以上。工艺流程如下图所示。



工艺流程示意图

围绕碱浸过程中浸出至液相的钒(V)、钨(W)、砷(As)、硅(Si)等组分，通过膜分离、浓缩等方式实现上述组分的富集，从而达到碱液循环使用的目的。针对富集后的混合盐，

通过 pH 调控除杂、钙化沉钨、砷矿化固定等过程制备人造白钨（主要成分为钨酸钙）和偏钒酸铵产品，并实现砷元素的稳定化处置。

### 3.技术指标

(1) 钨、钼回收率 >98%，钒回收率 >90%。

(2) 砷含量 <50 $\mu$ g/g，钾含量 <200ppm，钠含量 <500ppm，铁含量 <1500ppm。

(3) 所得粉体产品可大掺量循环回用至新催化剂生产，掺加量达到 70%以上，实现砷元素的稳定化处置。

### 4.技术功能特性

(1) 该技术突破废脱硝催化剂砷、铁杂质深度净化、二氧化钛载体孔道重构、强碱性低浓度溶液钒、钼高效回收等关键技术。

(2) 整体工艺无废水、废气排放，硅、铝、铁等杂质以氧化物形式作为一般固废排放，每吨废催化剂产生一般固废量约为 15 公斤。

### 5.应用案例

安徽思凯瑞环保科技有限公司应用了中国科学院过程工程研究所研发的废 SCR 脱硝催化剂高效循环利用技术，建成万吨级废脱硝催化剂循环利用生产线。

### 6.未来推广前景

本工艺可有效推动废催化剂回收再利用，提高我国钒、钼、钛等金属的资源利用率，预期年节约钒、钼、钒等矿产资源百万吨以上，市场推广前景广阔。