

10. 利用粉煤灰提取氧化铝及废渣综合利用技术

技术依托单位：内蒙古蒙西鄂尔多斯铝业有限公司

技术发展阶段：工程示范

适用范围：单线氧化铝生产规模 40 万吨/年及以上的利用高铝粉煤灰、电石渣等工业废渣生产冶金级氧化铝，废渣生产水泥等建材产品。

一、工艺路线及参数

将高铝粉煤灰、电石渣等工业废渣磨细配比混匀，在日产 5000t 的新型干法窑内 1320° C-1400° C 下焙烧，形成以铝酸钙和硅酸二钙为主要成分的氧化铝熟料。在熟料冷却过程中通过温度控制使熟料产生自粉化，采用碱溶法在自粉化后的氧化铝熟料中提取氧化铝后，低碱废渣（主要成分为活性硅酸钙）用于生产水泥等建筑材料。各环节烟气经净化后达标排放。产 1t 氧化铝约消耗 3.3t 粉煤灰，消耗 3t 以上电石渣。

二、主要技术指标

产品执行《氧化铝》（YS/T 274）中冶金级砂状氧化铝一级标准，氧化铝综合提取率不小于 80%，提取氧化铝后的废渣——硅钙渣碱含量小于 0.80%。

三、技术特点

高铝粉煤灰、电石渣等等工业废渣做原料，从低品位原料中提取氧化铝，废渣用于生产水泥等建筑材料，废水回用，

整条生产线无废水和固废外排，资源综合利用效益突出；在熟料生产阶段采用无碱配料煅烧、熟料自粉化工艺，节能增效。

四、实际应用案例

案例名称	内蒙古蒙西鄂尔多斯铝业有限公司利用粉煤灰年产 40 万 t 氧化铝项目
业主单位	内蒙古蒙西鄂尔多斯铝业有限公司
工程地址	内蒙古鄂尔多斯市蒙西高新技术工业园区
工程规模	利用粉煤灰年产 40 万 t 氧化铝
项目投运时间	2014 年 10 月
工艺流程	将粉煤灰与石灰石磨细配比混匀，在 1320° C-1400° C 下焙烧，形成以铝酸钙和硅酸二钙为主要成分的氧化铝熟料。在熟料冷却过程中通过温度控制使熟料产生自粉化，采用碱溶法在自粉化后的氧化铝熟料中提取氧化铝后，废渣（主要成分为活性硅酸钙）用于生产水泥。各环节烟气经净化后达标排放。产 1t 氧化铝约消耗 3.3t 粉煤灰。
污染防治效果和达标情况	年产 40 万 t 氧化铝，可消耗粉煤灰 132 万 t，同时产出氧化铝赤泥-活性硅酸钙 3304000t 用于生产水泥熟料，实现固废零排放。
二次污染治理情况	主要大气污染源是熟料烧成窑和氢氧化铝焙烧炉，其中的主要污染物为物料粉尘、SO ₂ 和 NO _x ，另外物料贮运、破碎等过程中有少量粉尘产生。窑炉烟气通过收尘系统和脱销系统处理后，烟气中粉尘浓度小于 50mg/Nm ³ 、NO _x 浓度小于 240mg/Nm ³ ，满足《工业炉窑大气污染物排放标准》。除尘器回收的粉尘同入口新料一起进入窑体得到回收。对于其它原料输送、破碎、筛分等所有产尘点均采用袋式除尘器处理，处理后烟气中粉尘浓度小于

	<p>50mg/Nm³，满足《大气污染物综合排放标准》（浓度限值120mg/Nm³）。主要固体废物为氧化铝生产过程中产生的活性硅酸钙，用于生产水泥。噪声源主要有原料磨、溶出磨等的机械噪声和空压机、二氧化碳压缩机、原料泵、鼓风机等的动力性噪声。这些噪声设备的单机声值在80-105 dB(A)范围内。设计对噪声较大的设备均设于专门隔音间或车间内，通过房屋隔声可较好地降低噪声对室外环境的影响。同时对其它噪声设备也采取了相应的治理措施，使得厂界噪声控制在昼间60 dB(A)，夜间50 dB(A)以下，满足《工业企业厂界噪声标准》的要求。氧化铝生产过程中的用水均循环利用，生产废水不外排，只有各车间有少量的生活污水外排，经污水站处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后方可排入蓄水池作为生产循环用水或厂区绿化用水。</p>
<p>主要工艺运行和控制参数</p>	<p>出磨生料指标：水分≤1.0，合格率≥80；细度≤K±1.5，合格率≥80；KH 1.02±0.02，合格率≥80。入窑生料指标：细度≤K±1.5，合格率≥90；KH K±0.02，合格率≥90；水分≤1.0，合格率≥90。平盘过滤母液浮游物<2g/L，白泥洗液浮游物<2g/L，成品氢铝 SiO₂≤0.02%、Fe₂O₃≤0.02%、Na₂O≤0.4%、水分≤8%，氧化铝 SiO₂≤0.02、Fe₂O₃≤0.02、Na₂O≤0.5、灼减≤0.8%。</p>
<p>关键设备及设备参数</p>	<p>带分解炉五级旋风预热器 5000t/d。回转窑生产能力 5500t/d，型式单传动、单液压挡轮，斜度 4.0%（正弦），转速主传动时 0.396-4r/min、辅助传动时 8.56r/h。加压过滤机：介质温度 90~95℃，介质浓度（Na₂O）<15g/L，Al₂O₃<15g/L，S=120m²。隔膜泵输送能力 300m³/h，冲次：6次/min（以最终设计为准），连续运转率>93%，吸入压力 0.15MPa，排出压力 2.5MPa。</p>
<p>投资费用</p>	<p>总投资估算为 251644.78 万元，其中建设投资估算为 247209.01 万元，每吨氧化铝投资为 6180.23 元。</p>
<p>运行费用</p>	<p>吨氧化铝制造成本 2139.35 元，其中包括原燃材料成本 1452.97 元，动力电费用 233.75 元，辅助材料费用</p>

	38.97 元，包装物费用 31.34 元，人员工资费用 97.47 元，折旧费用 246.93 元，制造费用 37.93 元。
能源、资源节约和综合利用情况	<p>随着我国电力工业的迅猛发展，发电厂每年排放的粉煤灰可达几亿吨，目前我国粉煤灰的堆存量已达到几十亿吨。粉煤灰占用了大量土地、污染大气和地下水，是我国排放量较大的工业固体废物之一，急需加以综合利用。本项目利用火力发电厂排出的固体废物——粉煤灰做原料提取氧化铝，由窑尾废气中提取的二氧化碳经净化后用于氧化铝生产流程，提取氧化铝过程中产生的固体废物——活性硅酸钙用于联产水泥，形成了低排放、低污染、低成本、高产出的循环产业链。每年可综合利用粉煤灰 132 万 t，每年可利用 CO₂ 32 万 t(1.64 亿 Nm³)。本项目的实施，有利于下游产业节能减排。提取氧化铝后的固体废物——活性硅酸钙与水泥熟料的矿物组成十分接近，是一种优质的水泥原料，用其制造水泥熟料可提产 30%、降低热耗 20%，吨水泥可降低热耗折合标煤 20 多公斤，每年可节约热量折合标煤近 7 万 t；用活性硅酸钙作水泥原料，相比传统的石灰石粘土作水泥原料吨水泥可减少 CO₂ 排放量 350kg，每年可减少 CO₂ 排放量 110 多万 t。</p>