

## 14. 钢铁烟尘及有色金属冶炼渣资源化清洁利用新技术

技术依托单位：鑫联环保科技股份有限公司

技术发展阶段：推广应用

适用范围：可处理钢铁、有色、电镀、化工等行业的多种冶金固危废，包括钢铁烟尘、含重金属有色废渣、电镀污泥等，可用于高氯含重金属固体废物的资源化处理和利用。

主要技术指标和参数：

### 一、工艺路线及参数

1. 火法工艺：将钢铁烟尘和有色冶炼渣等固危废在高温状态下，通过富氧燃烧高效节能技术使低熔点低沸点物质如锌、铅、镉、铋、锡、锑等金属及其化合物还原气化，再在烟气冷却过程中与氧结合成金属氧化物，最终形成多种有色金属的富集物-次氧化锌粉，从而实现目标金属的粗分离。

2. 湿法综合回收工艺：主要处理由火法回转窑挥发得到的氧化锌粉，通过湿法提取工艺，将其中的有价金属锌、铅、铜、镉、铋等金属提取出来。

3. 合金工艺：锌熔铸及锌合金深加工工艺以湿法工艺产出的电积锌片和铝锭、残阴极为主要原料，经工频感应电炉熔化的锌水送入至合金配方炉、保温炉、铸锭等工序后，产出锌合金锭与锌浮渣。

4. 窑渣综合利用技术：将回转窑渣经过选矿分离得到还原铁粉和细铁精粉，同时实现尾矿干排，还原铁粉经过粉碎

后采用高温耦合焙烧脱碳—湿法分离得到 100 目纯化铁粉，细铁精粉采用高温耦合焙烧脱碳—湿法分离—氢还原脱氧得到 200 目和 325 目超细化铁粉。

5. 水处理工艺：处理湿法回收工序产生的碱洗高盐废水及生产过程产生的低浓度含盐废水，回收碘及钠钾混盐，并将处理后的水回用于生产，实现废水零排放。填补了废水中提碘的技术空白，延伸了企业的产业链。

## 二、主要技术指标

锌冶炼总回收率 > 88.00%；火法锌回收率 > 93.00%；湿法炼锌回收率 > 95.00%；湿法炼锌直流电耗 2850-2950 kWh/t Zn；湿法炼锌电解效率 > 92.5%；熔铸回收率 > 99.68%；铟冶炼回收率 > 82.00%；铅直收率 > 99.00%；镉直收率 > 98.00%；新水用量 < 5.00m<sup>3</sup>/t Zn。

## 三、技术特点

从含重金属废物中提取出锌、铟、铅、镉、铋、锡、铯、碘等多种有价元素，以及铁精粉、还原铁粉等工业产品，生产流程的余热用于配套发电，无害尾渣用于生产环保建材，全流程零排水、零排渣；回收钢铁烟尘中的碘，填补了我国从废水中提取紧缺资源碘技术的空白，并为钢铁烟尘的资源化综合利用开发了新产品。

## 四、技术推广应用情况

2013 年 12 月，鑫联环保科技股份有限公司个旧分公司

的含重金属固（危）废物资源化利用项目通过验收，年处理钢铁烟尘等含重金属固危废 40 万吨。

衢州市业胜金属材料有限公司的含重金属钢铁烟尘（泥）资源化综合利用项目，年处理 14.5 万吨钢铁烟尘等含重金属固废部分于 2014 年 6 月通过验收，年处理 3 万吨含重金属危废部分于 2019 年 4 月通过验收。

2017 年 3 月，唐山鑫联环保科技有限公司含重金属固（危）废物资源化利用项目通过验收，年处理钢铁烟尘 40 万吨。

2018 年 7 月，邯郸鑫联环保科技有限公司的含重金属钢铁烟尘（泥）资源化综合利用项目通过验收，年处理钢铁烟尘 10 万吨。

## 五、实际应用案例

案例名称	钢铁烟尘及有色冶炼渣资源化综合利用工程
业主单位	鑫联环保科技股份有限公司个旧分公司
工程地址	云南省红河州个旧市鸡街镇泗水庄
工程规模	年处理含重金属固（危）废 70-80 万吨
项目投运时间	2016 年正式运行
验收情况	验收单位：云南省环境监测中心，验收时间：2013 年 12 月 24 日，验收结论：验收合格
工艺流程	大体分为火法工艺、湿法综合回收工艺、合金工艺、窑渣综合利用技术、水处理工艺五部分。 1. 火法工艺：将钢铁烟尘与有色金属冶炼渣在高温状态下，通过富氧（含氧>21%）燃烧高效节能技术使低熔点低沸点物质如锌、铅、铟、铋、镉等金属及其化合物还

	<p>原气化，再在烟气冷却过程中与氧结合成金属氧化物，最终形成含多种有色金属的富集物—氧化锌粉，从而实现目标金属的粗分离。</p> <p>2. 湿法综合回收工艺：处理由火法回转窑挥发得到的氧化锌粉，通过湿法提取工艺，将其中的有价金属锌、铅、铜、镉、铟、铋等金属提取出来。</p> <p>3. 合金工艺：锌熔铸及锌合金深加工工艺以湿法工艺产出的电积锌片和铝锭、残阴极为主要原料，经工频感应电炉熔化的锌水送入至合金配方炉、保温炉、铸锭等工序后，产出锌合金锭与锌浮渣。</p> <p>4. 窑渣综合利用技术：是窑渣联合选铁—高温耦合焙烧—湿法分离集成的窑渣综合利用新技术，工艺涉及到了湿法冶金、火法冶金、化工和选矿领域。主要生产过程包括选矿提铁改造、铁粉粉碎、100目铁粉纯化、细铁精粉纯化。</p> <p>5. 水处理工艺：是对湿法回收工序产生的碱洗高盐废水及生产过程产生的低浓度含盐废水进行处理，回收碘及钠钾混盐，并将处理后的水回用于生产，实现了废水零排放。填补了废水中提碘的技术空白。</p>																																												
<p>主要工艺运行和控制参数</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 1245 560 1294">序号</th> <th data-bbox="560 1245 874 1294">工艺技术指标</th> <th data-bbox="874 1245 1098 1294">单位</th> <th data-bbox="1098 1245 1361 1294">生产技术指标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 1294 560 1346">1</td> <td data-bbox="560 1294 874 1346">锌冶炼总回收率</td> <td data-bbox="874 1294 1098 1346">%</td> <td data-bbox="1098 1294 1361 1346">&gt;88.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1346 560 1397">2</td> <td data-bbox="560 1346 874 1397">火法锌回收率</td> <td data-bbox="874 1346 1098 1397">%</td> <td data-bbox="1098 1346 1361 1397">&gt;93.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1397 560 1449">3</td> <td data-bbox="560 1397 874 1449">湿法炼锌回收率</td> <td data-bbox="874 1397 1098 1449">%</td> <td data-bbox="1098 1397 1361 1449">&gt;95.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1449 560 1500">4</td> <td data-bbox="560 1449 874 1500">湿法炼锌直流电耗</td> <td data-bbox="874 1449 1098 1500">kWh/t<sub>Zn</sub></td> <td data-bbox="1098 1449 1361 1500">2850~2950</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1500 560 1552">5</td> <td data-bbox="560 1500 874 1552">湿法炼锌电解效率</td> <td data-bbox="874 1500 1098 1552">%</td> <td data-bbox="1098 1500 1361 1552">&gt;92.5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1552 560 1603">6</td> <td data-bbox="560 1552 874 1603">熔铸回收率</td> <td data-bbox="874 1552 1098 1603">%</td> <td data-bbox="1098 1552 1361 1603">&gt;99.68</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1603 560 1655">7</td> <td data-bbox="560 1603 874 1655">铟冶炼回收率</td> <td data-bbox="874 1603 1098 1655">%</td> <td data-bbox="1098 1603 1361 1655">&gt;82.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1655 560 1706">8</td> <td data-bbox="560 1655 874 1706">铅直收率</td> <td data-bbox="874 1655 1098 1706">%</td> <td data-bbox="1098 1655 1361 1706">&gt;99.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1706 560 1758">9</td> <td data-bbox="560 1706 874 1758">镉直收率</td> <td data-bbox="874 1706 1098 1758">%</td> <td data-bbox="1098 1706 1361 1758">&gt;98.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1758 560 1809">10</td> <td data-bbox="560 1758 874 1809">新水用量</td> <td data-bbox="874 1758 1098 1809">m<sup>3</sup>/t Zn</td> <td data-bbox="1098 1758 1361 1809">&lt;5.00</td> </tr> </tbody> </table>	序号	工艺技术指标	单位	生产技术指标值	1	锌冶炼总回收率	%	>88.00	2	火法锌回收率	%	>93.00	3	湿法炼锌回收率	%	>95.00	4	湿法炼锌直流电耗	kWh/t <sub>Zn</sub>	2850~2950	5	湿法炼锌电解效率	%	>92.5	6	熔铸回收率	%	>99.68	7	铟冶炼回收率	%	>82.00	8	铅直收率	%	>99.00	9	镉直收率	%	>98.00	10	新水用量	m <sup>3</sup> /t Zn	<5.00
序号	工艺技术指标	单位	生产技术指标值																																										
1	锌冶炼总回收率	%	>88.00																																										
2	火法锌回收率	%	>93.00																																										
3	湿法炼锌回收率	%	>95.00																																										
4	湿法炼锌直流电耗	kWh/t <sub>Zn</sub>	2850~2950																																										
5	湿法炼锌电解效率	%	>92.5																																										
6	熔铸回收率	%	>99.68																																										
7	铟冶炼回收率	%	>82.00																																										
8	铅直收率	%	>99.00																																										
9	镉直收率	%	>98.00																																										
10	新水用量	m <sup>3</sup> /t Zn	<5.00																																										
<p>关键设备及设备参数</p>	<p>处理炉型：富氧燃烧回转窑及湿法浸出综合回收。</p> <p>生产产品：可提取出多种金属产品，包括锌锭、铟锭、铅、铋、锡、碘、铯、铁精粉、还原铁粉等。</p> <p>参数：火法处理温度 1200℃左右；湿法脱氟氯在 95℃洗</p>																																												

	<p>漆，中性酸浸提取液 pH 值控制 5.2-5.4。</p> <p>Zn 回收率：大于 88%。</p>
污染防治效果和达标情况	<p>经处理后的淡水达到《工业锅炉水质（GB1576-2001）》标准。回转窑废气均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）和《工业窑炉大气污染物排放标准》（GB9078-1996）新改扩建二级标准的要求；燃煤锅炉废气可满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）II 时段燃煤锅炉标准的要求；中温焙烧炉废气均可满足《工业窑炉大气污染物排放标准》（GB9078-1996）新改扩建二级标准的要求；二氧化硫和氮氧化物满足 GB16297-1996 要求。无组织排放污染物主要有粉尘和硫酸雾。全厂水循环利用率达 92.5%，剩余 7.5%均在循环过程中消耗及被蒸发。</p>
二次污染治理情况	<p>从含重金属废物中提取出锌、铟、铅、镉、铋、锡、铯、碘等多种有价元素，以及铁精粉、还原铁粉等工业产品，生产流程的余热用于配套发电，无害尾渣用于生产环保建材，全流程零排水、零排渣，实现了对含重金属废物的“吃干榨尽”。对冶炼生产过程的废水进行利用，回收碘及钠钾混盐，并将处理后的水回用于生产，实现了废水零排放。</p>
投资费用	<p>一次性投资费用 55000 万元，其中设备投资 12893 万元</p>
运行费用	<p>年运行成本约 5000 万元。综合经济效益 103000 万元/年，直接经济净效益 20809 万元/年。</p>
能源、资源节约和综合利用情况	<p>厂区内形成闭式循环经济链，真正实现了固体废弃物、废水的资源化综合利用，促进企业降本增效，加快形成绿色集约化生产方式，增强企业核心竞争力。</p>