

附件

国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录 (2023年版) 供需对接指南之二 钢铁冶金渣综合利用工艺技术设备

(一) 利用矿渣固废生产矿渣微粉集成技术

1. 适用范围

利用矿渣固废生产矿渣水泥微粉。

2. 技术原理及工艺

该技术以矿渣固废为原料，原料经上料系统进入矿渣立磨粉磨系统，在立磨内经过破碎、粉磨、烘干、气体输送、选粉，由热风炉提供矿渣在磨内烘干需要的热量，结合机械学、热工学、流体、液压传动、自动控制、参数监控、耐磨材料等集成技术，生产矿渣微粉。

包含矿渣上料系统、矿渣粉磨系统、热风炉供热系统、矿渣微粉存储与发运等工序。

3. 技术指标

(1) 矿渣微粉比表面积 $420\text{m}^2/\text{kg}$;

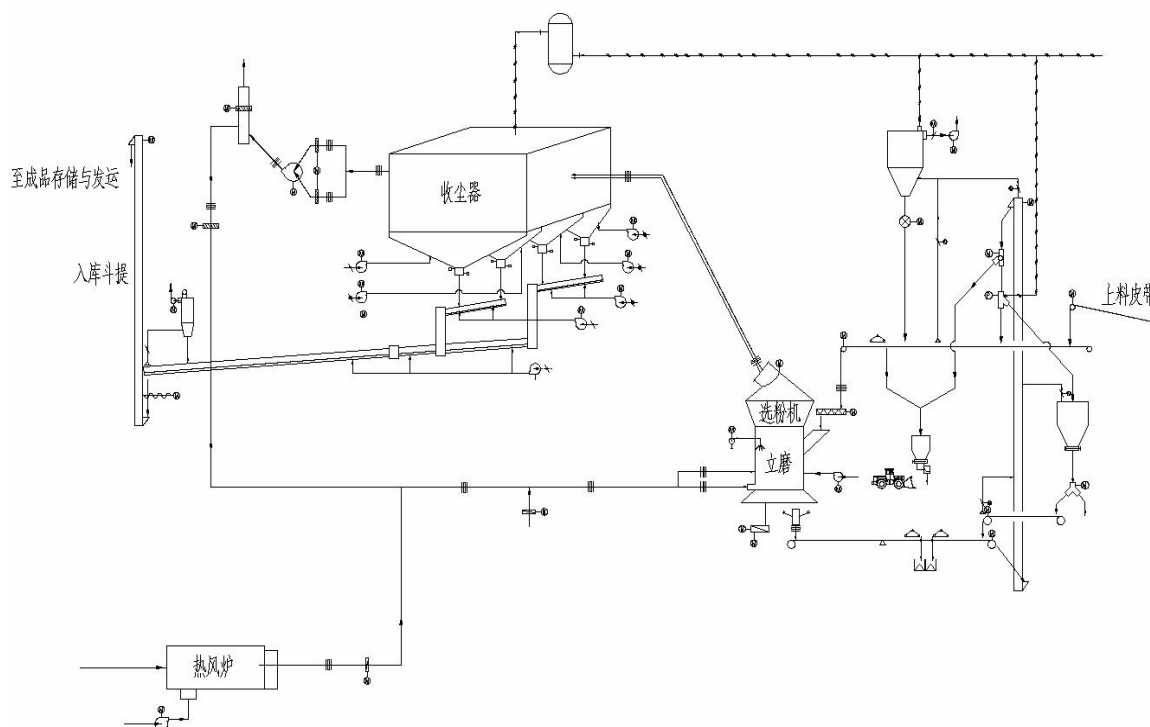
(2) 矿渣微粉系统能耗不大于 $40\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$;

4. 技术功能特性

(1) 核心装备矿渣立磨集破碎、粉磨、烘干、输送、选粉为一体。

(2) 包括堆场、物料输送、粉磨、收尘、热风系统、气流循环、中控 DCS 等技术，整体高效、环保、节能。

(3) 矿渣固废掺加量可达到 100%。



工艺流程图

5.应用案例

技术提供单位为中信重工机械股份有限公司，在唐山六九年产 120 万吨矿渣微粉 EP 总包项目、罗源闽光年产 120 万吨矿渣微粉 EPC 总包项目、信阳钢铁年产 80 万吨矿渣微粉项目进行工程应用。

6.未来推广前景

该技术能够消化工业固废生产矿渣水泥微粉，实现变废为宝，工艺绿色、环保、高效、节能，具有一定推广应用前景。

(二) 钢渣立磨终粉磨技术

1. 适用范围

钢渣生产微粉。

2. 技术原理及工艺

该技术通过调节选粉机转速、磨机气流量和碾磨压力，并与合适高度的挡料圈相结合，可获得要求的研磨细度。该设备集破碎、粉磨、烘干、选粉为一体，具有电耗低、密封性能好、占地面积小、流程简单等特点。

该设备采取了新型立磨研磨区结构，可实现高压少磨技术粉磨钢渣；同时也开发了系统除铁以及磨内除铁，减少了铁的富集。

3. 技术指标

系统处理能力年产 20 万吨-150 万吨，成品比表面积 $> 450\text{m}^2/\text{kg}$ ；系统电耗小于 $38\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ ，立磨主机电耗小于 $27\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ ，关键轴承类部件设计寿命 50000 小时。

4. 技术功能特性

(1) 产品细度调节灵活，可以根据需要调整物料品种。

(2) 故障率低，可靠性强。

(3) 成品的超细钢渣微粉可作为活性混合材添加到混凝土或水泥中替代熟料。

5. 应用案例

该技术由中材（天津）粉体技术装备有限公司提供，在

江苏融达再生资源集团年产 30 万吨钢渣微粉 TRMG3221 立磨项目应用。

6. 未来推广前景

钢渣粉可用于建材产品中，不仅可用作水泥混合材，也可在混凝土中用作矿物掺合料。以混凝土中钢渣粉的使用比例来看，一般混凝土中钢渣粉可取代水泥 10%，具有一定推广价值。

(三) 钢渣资源化利用集成技术

1. 适用范围

钢铁冶炼企业钢渣固废资源化利用。

2. 技术原理及工艺

钢渣经过焖箱热焖渣/滚筒裂解、筛分、破碎、磁选、磨粉等多道工序，从中选出甲级钢渣、乙级渣钢、粒子钢、混合渣粉、精矿粉等产品返回钢厂，尾渣通过钢渣微粉生产线生产微粉，作为建材原料或制作高性能土壤固化剂。



钢渣再利用处理流程图

3. 技术指标

(1) 集成技术可以实现钢渣 100%资源化利用，钢渣尾渣中的铁含量降到 3%以下。

(2) 高性能土壤固化剂其指标可对标水泥，具有高抗渗性、高抗耐磨、高抗碳化、高抗海水腐蚀、坍落度低等优点。

4. 技术功能特性

钢渣经筛分、破碎、磁选十次除铁工序，回收钢渣实现分级使用，部分可作为废钢直接在转炉回用。

5. 应用案例

该技术由宁波钢铁有限公司提供，年钢渣处理量约 50 万吨。集成技术生产线在宁钢应用 10 多年，并不断改进优化，30%含铁料返回钢厂使用，70%尾渣磨细粉加工成钢渣微粉。设备应用情况良好，按宁波钢铁生产数据，吨钢的钢渣资源化利用效益 20 元，具有一定推广价值。

6. 未来推广前景

钢渣历史堆存量，占用土地资源，同时造成环境污染。按照粗钢产量的 13% 计算，全国每年钢渣产量达到 1.35 亿吨，该技术具有一定推广价值。

(四) 钢渣/矿渣辊压机终粉磨系统技术

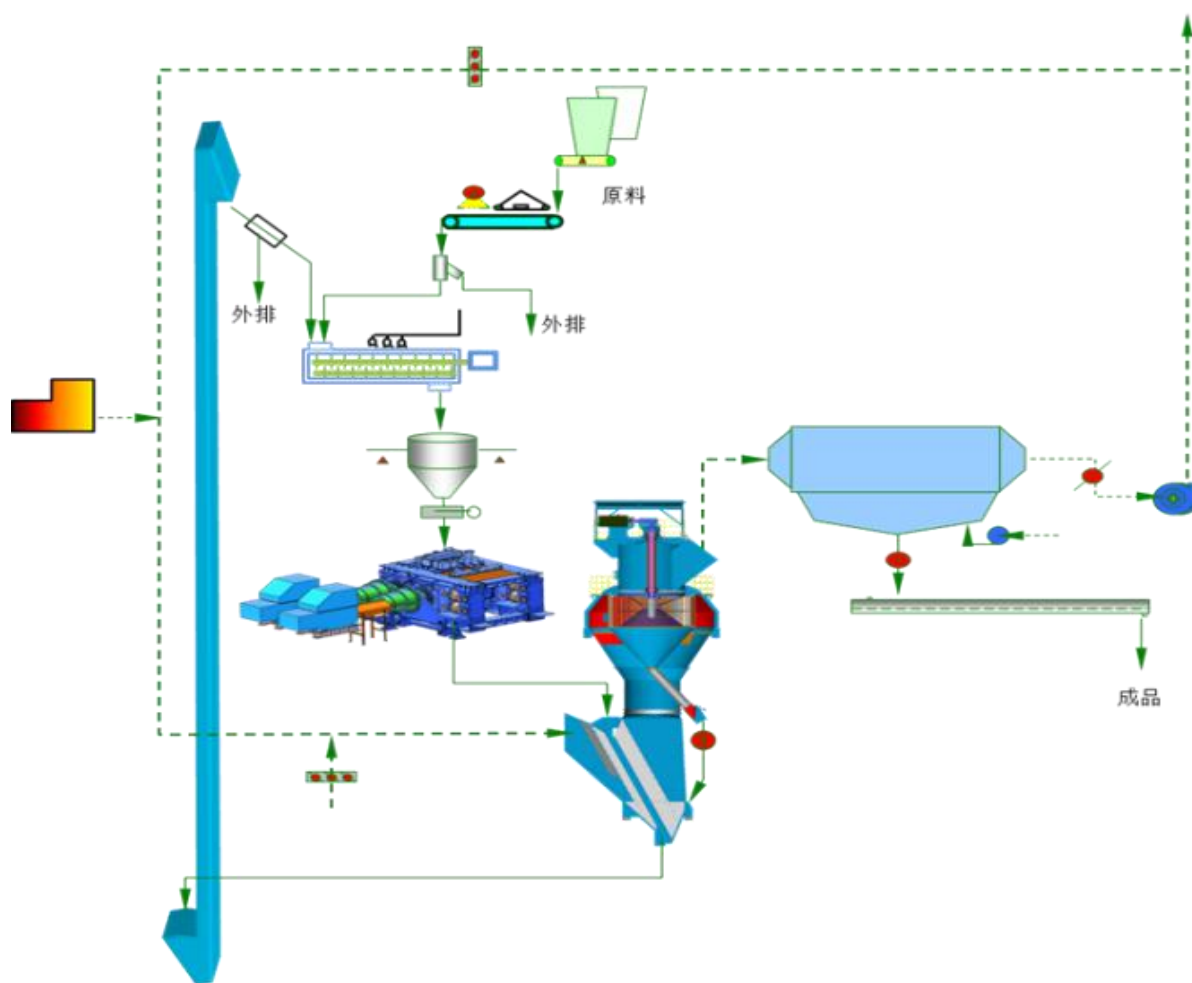
1. 适用范围

冶金行业的废渣（钢渣、矿渣）或粒度不大于 60mm 的物料，粉磨至比表面积不大于 $700\text{m}^2/\text{kg}$ 的超细粉。

2. 技术原理及工艺

该设备由辊压机、组合选粉机、收尘器和风机等组成。

物料经计量配料和提升输送，经预处理后，进入辊压机上方的荷重小仓，继而喂入辊压机被挤压粉磨。经过粉磨后的物料直接进入选粉机烘干和分选。烘干热源来自热风炉产生的热风，分选后的粗料返回辊压机被再次挤压，而合格的成品被风带入收尘器收集后送至成品库储存。



工艺流程图

3. 技术指标

矿渣粉成品比表面积 $420\text{m}^2/\text{kg}$ 时，系统电耗不大于 $35\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ ，个别系统小于 $30\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 。

4. 技术功能特性

(1) 辊压机终粉磨系统生产高比表面积、高活性超细粉的料床稳定技术、系统除铁技术。

(2) 物料预处理工艺，同一套大型辊压机终粉磨系统可粉磨块度大、均匀性差的钢渣类物料，也可以粉磨粒度小、均匀性好的矿渣类物料。

5. 应用案例

该技术由天津水泥工业设计研究院有限公司提供，应用于邯郸市邦信建筑材料有限公司、兴隆县中泰建材有限公司、莒县城阳水泥有限公司等。

6. 未来推广前景

该技术粉磨效率高，除铁效果好，系统阻力低，具有节电效果，有一定推广价值。

(五) 电解锰渣资源化综合利用工艺技术

1. 适用范围

电解锰废渣处理。

2. 技术原理及工艺

本工艺主要包括锰渣煅烧脱硫和烟气制硫酸两个工段，及后续脱硫锰渣的资源化利用，情况如下：

(1) 锰渣煅烧脱硫工段

根据电解锰渣的物化特性，采用回转窑煅烧的方式脱出锰渣的硫，产生的脱硫锰渣可作为生产水泥的原料或混合材料，破碎筛分后代替建筑再生骨料或中细砂用于混凝土和各

类水泥砖生产。

(2) 烟气制硫酸工段

利用高温煅烧电解锰渣，产生含二氧化硫和少量氨气的混合气体，气体经过脱氨、净化、干燥后采用“两转两吸”工艺生产硫酸，净化工段产生的硫酸铵废水经汽提脱氨生产氨水，尾气经处理后达标排放。

3. 技术指标

硫和氨资源回收利用率达 99.8%、锰渣实现无害化和资源化利用。

电解锰渣无害化和利用后满足以下标准：

Q/TY0002-2015《活化脱硫锰渣用于水泥原料、混合材料技术标准》

Q/TY0003-2018《用于水泥中的脱硫锰渣》

2021-0130T-JC《水泥和混凝土用脱硫锰渣》

4. 技术功能特性

烟气制硫酸技术是含二氧化硫和少量氨气的混合气体经过脱氨、净化、干燥后采用“两转两吸”工艺生产硫酸，净化工段产生的硫酸铵废水经汽提脱氨生产氨水，尾气经处理后达标排放。脱硫锰渣可用于水泥生产的原料。

5. 应用案例

该技术由宁夏天元锰业集团有限公司提供，已用于该公司年产 1500 万块标准生产线，产品符合国标要求。

6. 未来推广前景

该技术可用于电解锰废渣制硫酸，并将脱硫锰渣作为水泥生产原料，具有一定推广价值。

(六) 钒渣亚熔盐法钒铬共提与产品绿色制造集成技术

1. 适用范围

含钒资源高效利用与固废减量化。

2. 技术原理及工艺

钒渣在 NaOH 亚熔盐介质中经微气泡强化溶出，获得含钒铬的浸出液，再经脱硅、冷却结晶、蒸发结晶获得钒酸钠、铬酸钠和结晶母液；结晶母液全部返回溶出工序循环使用；钒酸钠经钙化-铵化工艺制备纯度在 99.5% 以上的高纯氧化钒产品；提钒尾渣脱钠后作为烧结矿全量化利用；五氧化二钒、铬酸钠产品性能均达到或优于行业标准要求。

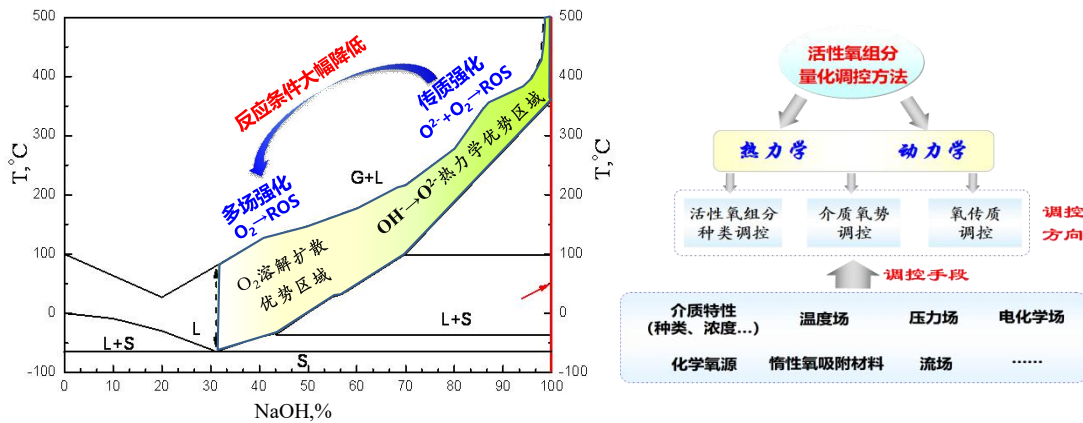


图 1 基于活性氧量化调控的亚熔盐技术原理图

工艺流程：以中科院原创亚熔盐平台技术为依托，以钒渣中钒铬资源的高效清洁利用为目标，形成了钒渣亚熔盐法钒铬共提及产品绿色制造工艺。

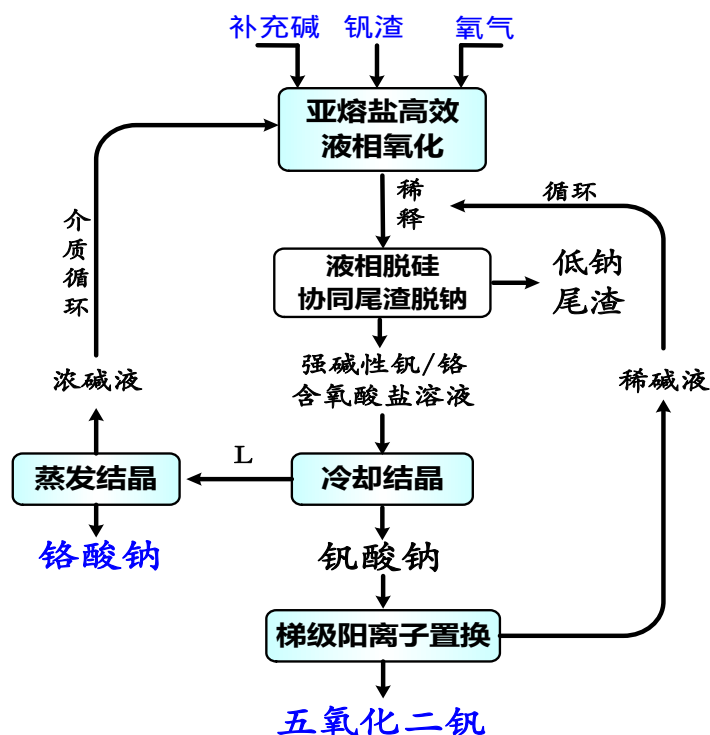


图 2 亚熔盐非常规介质处理钒渣的原则流程与目标

3. 技术指标

钒回收率 90%以上, 铬回收率 80%以上; 废气减量 74.4%; 五氧化二钒、铬酸钠产品分别达到 YB/T 5304-2017 和 HG/T 4312-2012 标准要求。

4. 技术功能特性

(1) 通过微气泡强化亚熔盐液相氧化技术实现钒铬高效同步氧化溶出, 钒提取率 > 90%, 铬提取率 > 80%;

(2) 采用全湿法工艺提取钒铬, 源头避免有害窑气产生; 介质高效封闭循环, 源头避免工艺废水废液产生; 尾渣全量化配矿炼铁, 无固废排放;

(3) 采用钒酸盐梯级阳离子置换, 实现钠/钒分离与产品提纯的耦合, 短流程获得纯度 $\geq 99.5\%$ 的氧化钒产品; 采用重结晶技术, 低成本获得铬酸钠产品;

(4) 整体工程可实现模块化设计，有利于推广应用。

5. 应用案例

该技术由承德钒钛新材料有限公司提供。承德钒钛和中科院过程工程研究所联合攻关，开发了亚熔盐法钒铬共提与产品绿色制造集成技术。2017年6月建成投用了钒渣亚熔盐法高效提钒清洁生产示范工程。目前，该技术正在第三方企业进行年处理10万吨钒渣的推广应用。

6. 未来推广前景

我国攀西地区高铬型钒钛磁铁矿铬含量比钒含量高，甚至可达到钒含量的2倍，占我国铬资源总量的80%。高铬型钒钛磁铁矿的开发利用一直是我国金属冶炼行业的重大课题，亚熔盐钒铬共提技术，可用于攀西高铬钒钛磁铁矿的开发利用，短流程、清洁获得高纯钒产品，具有一定推广价值。