

探究微波干燥技术在钨精矿加工中的应用

王勇斌 姚琴琴 徐敬莹
(江西铁山垅钨业有限公司 江西 赣州 342307)

摘要: 传统的钨精矿干燥采用燃煤烘干, 已不能满足环保要求。为此在钨精矿干燥工艺改造中, 选用微波干燥技术。在实际应用过程中对发现的问题进行解决, 探索出适应钨选厂钨精矿干燥的新工艺。

关键词: 干燥工艺; 微波; 钨精矿; 应用

0 引言

江西铁山垅钨业有限公司钨精矿干燥采用燃煤烘干工艺, 燃煤产生的烟尘及 SO₂、CO₂ 和 NO_x 等不但潜在威胁着操作工的身体健康, 同时对环境的污染也不容小觑。按照国家环境保护“十二五”、“十三五”以及“十四五”规划具体要求, 该公司采用的传统的煤烘干工艺已不能达到企业环评要求, 着手对现有钨精矿产品烘干设施进行改造。

1 微波干燥技术的优势及应用范围

微波作为能源的应用始于 20 世纪 50 年代后期, 至 60 年代末, 微波能应用随着微波炉的商品化进入家庭而得到大力发展。微波干燥技术具有节能、加热均匀、对环境无污染, 便于自动化连续生产的独特性能和优势, 微波加热设备已由家用烹调用的微波炉逐渐扩展到制造工业生产用的工业微波加热设备。目前微波加热现已被广泛应用于食品、橡胶、塑料、化学、陶瓷、木材加工、造纸、印刷、卷烟等工业中。

2 微波干燥设备的设计定型

2.1 微波干燥工艺实验情况

为确定微波干燥技术对钨精矿的干燥效果, 以及微波蒸发钨精矿水分的能力, 先期开展了小型实验机的微波干燥实验。通过实验确定了微波烘干时长与各种钨精矿的关系、烘干时长与物料含水的关系、烘干时长与不同水重量的关系。试验结果表明:

(1) 微波烘干对不同种类的钨精矿都能烘干, 达到水分含量 ≤ 1% 的要求, 烘干后的钨精矿不结块。

(2) 同种物料水分含量越高, 所需烘干的时间越长。烘干时间与钨精矿总含水量的多少成正比。

(3) 实验表明, 不同种类的钨精矿以及混合, 对烘干时长的影响不明显, 相同的水分含量, 烘干时长差不多。

(4) 达到干燥后的钨精矿水分含量小于等于 0.5% 时, 提水速率平均值为 0.05kg/min, 每小时每 kW 微波提水 = $0.05 \times 60/5 = 0.6$ kg。

2.2 微波干燥设备所需功率的计算

依据实验数据即每小时每 kW 微波提水 = $0.05 \times 60/5 = 0.6$ kg, 结合近两年的各类钨精矿产量, 确定设备微波功率, 计算过程如下:

(1) 选矿厂月均各类钨精矿产量 199670kg, 各类钨精矿综合含水量为 12739kg。按照每月工作 22 天, 每天 2 班、每班 7 小时计算, 设备台时处理矿量为 $199670\text{kg} \div 22$

天 $\div 2 \div 7$ 小时 / 天 = 648kg / 小时, 设备每小时提水重量: $12739\text{kg} \div 22$ 天 $\div 2 \div 7$ 小时 / 天 = 41.3kg / 小时。

(2) 每小时每 kW 微波平均提水 0.6kg 水计算, 设备实际需要微波功率为 70kW。考虑到微波设备检修维护时间, 每天进出物料和换品种调节工艺需要, 确定设备微波功率为 80kW。

2.3 微波干燥设备设计

(1) 按设备微波功率 80kW 进行设计, 微波干燥设备由微波谐振腔 (加热腔)、微波发生源、微波抑制器、传输系统、电气控制与检测系统、排潮系统、冷却系统、喂料系统组成。

(2) 设备主要技术参数

① 设备总长度 16 米, 高 2.6 米, 宽 2.5 米。微波设备有效加热长度 10 米。传送设备的输送带有效料宽度 0.8 米。进出口包括防微波泄露装置长为 6 米。

② 微波功率 80kW, 微波频率 2450kHz, 装机容量 110kVA。

③ 微波泄露 < 5mW/cm² (符合国家标准)。

④ 传动装置为连续传输, 传输辊直径 Φ240mm。传输带为特氟龙, 宽 900mm; 变频调速。传动电机 1.5kW。

⑤ 进料口上方配有旋刀给料器料仓, 磁钢条除铁器。

⑥ 微波发生源装于微波加热腔两侧, 由进口到出口按 3:2:1 呈阶梯形分布于微波加热区两侧, 激励腔为 Te 模, 波导为 2450MHz 标准波导。

⑦ 排潮系统风机为 4kW, 变频调速。

⑧ 电器冷却系统: 强制风冷。

⑨ PLC 自动采集物料温度自动控制微波功率输出, 加热温度可控制在 80 ~ 140℃, 超过设定温度设备可自动停止工作且同时报警。

⑩ 人机界面采用触摸屏式, 可根据需要设定各类钨精矿干燥工艺。

3 设备调试和试运行出现的问题及解决办法

3.1 布料器布料未达到实际效果要求

原布料器采用旋刀结构的布料装置, 转速较高。在布料器调试过程中发现, 该布料器的布料效果未达到设计要求, 出现布料厚度不均匀, 遇水分较高时断断续续成团出料。针对布料器出现的问题, 具体解决方法如下:

(1) 增大布料器墙板、挡板的强度, 防止料仓承料后

变形;

(2) 旋刀布料装置改成翻板布料装置, 达到承载仓压作用的同时, 达到定量刮料给料的作用;

(3) 减速机重新选型, 确定合适速比, 确定功率, 减速机变频可调, 达到翻板布料装置的圆周速度与输送带速度同步, 并适应不同物料不同带速的要求。

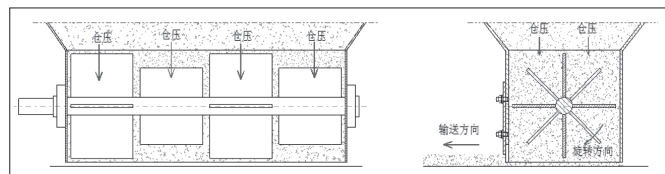


图 1 翻板布料装置布料示意图



图 2 改进后的翻板布料装置布料效果图

3.2 设计使用的特氟龙输送带材质不适用

由于钨精矿中存在铁屑, 虽然在微波烘干机前端设置了强磁条进行除铁, 但埋入底层的铁屑并不能完全去除。铁屑在微波作用下, 形成高温熔融态, 将特氟龙输送带烧损出现窟窿。

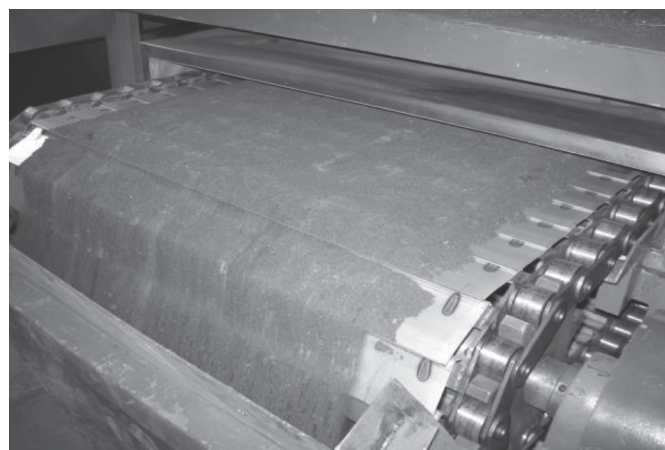


图 3 板链输送效果

后经多次实验, 最终确定使用不锈钢板链输送, 既对翻板布料器在布料过程中产生对输送带的压力有一定的承载能力, 确保布料厚度均匀, 同时不会被高温铁屑烧损。

3.3 电气元件散热不良, 表观温度高

原设计只对磁控管部分采取强制空冷方式降低磁控管温度, 升压变压器及高压电容部分的降温, 采取小功率鼓风机两侧进行鼓风降温, 风量小, 不能有效降低升压变压器及高压电容的表观温度。

通过加装强制风冷设施, 对每组变压器和高压电容直接引入风管鼓风降温以此来降低变压器等各电器元件的温度。

4 微波干燥设备生产运行情况、注意事项及进一步改进的内容

4.1 设备运行结果

设备投入生产运行后, 设备各部分运转正常。通过调整给料机频率、输送设备频率以及布料厚度, 确定了各种类钨精矿的干燥工艺, 干燥后水分含量 $< 1\%$ 。钨精矿干燥处理能力达到设计要求, 完全满足产量要求。现场作业环境得到极大改善, 工人的作业强度得到降低。

用微波泄漏检测仪进行检测, 整机周边贴近百叶门窗最大为 $2\text{mW}/\text{cm}^2$, 距离设备 0.5 米左右衰减为不到 $1\text{mW}/\text{cm}^2$, 设备进出料口在传送带布满物料时微波泄漏不到 $1\text{mW}/\text{cm}^2$, 低于国家标准微波泄露 $< 5\text{mW}/\text{cm}^2$ 要求。

4.2 设备运行注意事项

(1) 控制待干燥钨精矿的水分含量, 特别是精选摇床细泥精矿水分含量高 ($14.6\%\sim 19.3\%$), 前期脱水需达到入料水分要求, 可有效提高生产效率, 降低产品单耗。

(2) 设备操作人员做好设备的维护保养, 定期对设备积尘 (特别是电气元件) 进行清扫。

(3) 合理安排班次, 做到错峰填谷用电。

5 结语

80kW 微波干燥设备通过一年多的两班制生产运行, 期间设备运行稳定, 满足了选矿厂各类钨精矿产品的干燥需要, 改善了操作条件和作业环境, 达到了设计要求。公司通过进行钨精矿干燥工艺改造—微波干燥, 对同类型矿山企业选矿厂产品的干燥设备选型提供了新的选择, 截至目前已在多家钨矿山企业选矿厂得到推广使用。

参考文献:

- [1] R.B. 基伊 (美) 干燥原理及其应用探讨.
- [2] 廖承恩. 微波技术基础. [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社.
- [3] 王绍林. 微波加热技术的应用—干燥和杀菌. [M]. 北京: 机械工业出版社.
- [4] 刘伟强. 变频器基础及应用. [M]. 北京: 冶金工业出版社.
- [5] 机械设计手册. [M]. 北京: 机械工业出版社.