

微波干燥机在三氧化二砷干燥中的应用

马立柱 黄平峰 庞家刚

(1. 河南省黄金资源综合利用重点实验室, 河南 三门峡 472000;
2. 河南中原黄金冶炼厂有限责任公司, 河南 三门峡 472000)

[摘要] 本文对微波干燥机干燥湿物料的原理和三氧化二砷的性质进行了研究, 论证微波干燥三氧化二砷的可行性; 通过介绍微波干燥机的整体结构, 阐述其在水氧化二砷生产上存在的优缺点, 并通过试生产, 探索微波干燥机的运行参数和干燥效果。试生产表明, 三氧化二砷微波干燥机具有优质、高效、节能、环保的特点, 生产效果较好。

[关键词] 微波干燥机; 三氧化二砷; 技术参数; 生产效果

[中图分类号] TF843.5 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1008-5122(2021)02-0044-03

DOI: 10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.011

The Application of Microwave Dryer in Drying Arsenic Trioxide

MA Li-zhu, HUANG Ping-feng, PANG Jia-gang

Abstract: In this paper, the principle of drying wet materials by microwave dryer and the properties of arsenic trioxide were studied to demonstrate the feasibility of microwave dryer drying arsenic trioxide. By introducing the overall structure of the microwave dryer, the advantages and disadvantages of the microwave dryer in the production of arsenic trioxide were expounded, and the operation parameters and drying effect of the microwave dryer were explored through trial production. The trial production showed that the arsenic trioxide microwave dryer had the characteristics of high quality, high efficiency, energy saving and environmental protection, and the production effect was good.

Key words: microwave dryer; arsenic trioxide; technical parameters; production effect

0 前言

硫化铜金精矿是铜冶炼的主要原料, 其中伴生有一定量的砷。在火法冶炼过程中, 砷挥发进入烟气, 并在烟气降温后析出, 经电除尘收集后成为冶炼固废白烟尘。白烟尘中, 除了砷外, 其余主要元素为铜、铅、金、银等。对白烟尘中的有价金属回收之后, 砷以三氧化二砷的形式在溶液中结晶析出。结晶过滤得到的三氧化二砷水分含量比较高, 需要进一步

干燥后才能进行包装销售。

三氧化二砷俗称砒霜, 外观为白色结晶或粉末, 无臭无味, 有剧毒, 工业上用于冶炼砷合金及制作半导体材料, 还用作高档玻璃的澄清剂和脱色剂, 以增强玻璃制品的透光性。三氧化二砷的生产对设备及环境的要求很严格。在白烟尘资源化综合利用项目中, 某公司在国内首次采用微波干燥机对三氧化二砷进行干燥, 现场无粉尘飞扬, 取得了良好的效果。

本文介绍了微波干燥三氧化二砷的原理、微波干燥机的特点、适用范围、结构组成, 论证采用微波干燥机干燥三氧化二砷的可行性, 并探索微波干燥三氧化二砷的技术参数和生产效果。

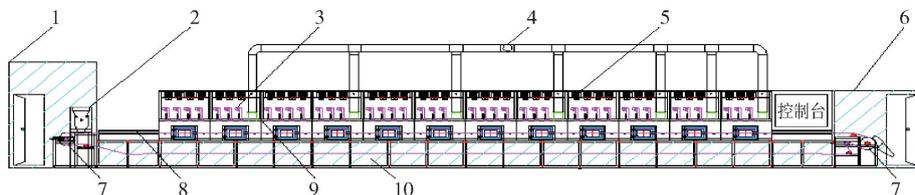
[收稿日期] 2020-11-20

[作者简介] 马立柱(1968—), 男, 河南洛阳人, 本科, 机械高级工程师, 主要从事项目建设、设备管理工作。

1 微波干燥机原理及构成

1.1 微波干燥机原理

微波干燥的原理是:当介电质置于交变电磁场中时,带不对称电荷的分子受到交变电磁场的激励,产生转动;由于物质内部原有分子的无规律热运动和相邻分子之间的作用,分子转动受到干扰和限制,产生“摩擦效应”,结果一部分微波能量转化为分子热运动动能,即以热的形式表现出来,从而加热物料^[1]。微波干燥不同于传统干燥方式,其热传导方向与水分扩散方向相同。与传统干燥方式相比,微波干燥具有干燥速率大、节能、生产效率高、干燥均匀、清洁生产、易实现自动化控制和提高产品质量等优点,因而在各个领域的干燥越来越受到重视。



1 - 进料封闭空间; 2 - 摇摆式制粒装置; 3 - 磁控管; 4 - 抽湿收尘管; 5 - 电源; 6 - 出料装置;
7 - 机头机尾动力辊; 8 - 微波抑制器; 9 - 微波加热箱; 10 - 回程带封闭空间

图1 微波干燥机结构示意图

1.2.1 进料布料装置及出料装置

进料布料装置包括进料封闭空间、摇摆式制粒装置、筛网、加料斗、振动式铺料槽和物料刮片。装置的工作原理是把物料加入摇摆式制粒装置,摇摆式制粒装置的滚筒进行正向和反向的旋转,使刮刀对湿物料产生挤压和剪切作用;在滚筒的正向、反向旋转作用下,物料强制性通过筛网,形成直径约10 mm的颗粒,然后进入三氧化二砷下料仓(下料仓腔体的设计采用无死角结构,方便停机清洁);接着物料颗粒通过带振动功能的铺料槽进行均匀铺料;铺料终端通过物料刮片进行厚度控制,以精确控制物料均匀度和厚度。

设备机尾装有可拆卸的出料装置。出料装置采用密封防尘的物料收集口,还配有出料刮板,确保输送带清洁以及物料无损收集,同时避免三氧化二砷粉尘溢出。出料端安装有在线水分检测仪,用于监控出料水分含量是否合格。

1.2.2 微波干燥机主体装置

微波干燥机主体装置由多段腔体拼接而成,腔体之间通过螺栓连接。机头机尾动力辊筒和换向辊筒采用包胶工艺,箱体托辊采用25 mm微波专用陶

瓷精密加工制造而成,物料输送带的材质为聚四氟乙烯。机头机尾端均设置有两边翘起的导板,保证物料不会从输送带两边散落,同时还配套张紧装置和自动纠偏装置,防止输送带跑偏。传动装置采用变频电机,可进行无级线性调速。

微波装置主要由电源、磁控管、波导管、微波加热箱、微波抑制器组成。

微波电气采用多源多口宽带馈入,微波分布采用自上而下的方式馈入微波能,既可保证微波功率密度高也可保证平均分配。磁控管安装水冷却套,通入冷却水,可防止电气元件温度过高。波导管采用铝板材制造,特殊的隔热设计杜绝了热量传导到激励腔,避免磁控管损坏;波导管口法兰采用聚四氟乙烯板材密封。干燥机进口、出口各装一套微波抑制器,防止微波从通道泄漏。

1.2 三氧化二砷微波干燥机的构成

微波干燥机主要由进料布料装置、出料装置、主体装置、抽湿收尘装置等组成,具体结构如图1所示。

抽湿装置的作用主要是将干燥产生的水蒸气排除。干燥机整机进行外观封闭(包含进料端、出料端和回程带封闭空间),由于是静态干燥,微波箱体内几乎不会产生扬尘,但会有水蒸气产生,所以在每个箱体顶部设置一个抽湿风口,每个风口配套

瓷精密加工制造而成,物料输送带的材质为聚四氟乙烯。机头机尾端均设置有两边翘起的导板,保证物料不会从输送带两边散落,同时还配套张紧装置和自动纠偏装置,防止输送带跑偏。传动装置采用变频电机,可进行无级线性调速。

微波装置主要由电源、磁控管、波导管、微波加热箱、微波抑制器组成。

微波电气采用多源多口宽带馈入,微波分布采用自上而下的方式馈入微波能,既可保证微波功率密度高也可保证平均分配。磁控管安装水冷却套,通入冷却水,可防止电气元件温度过高。波导管采用铝板材制造,特殊的隔热设计杜绝了热量传导到激励腔,避免磁控管损坏;波导管口法兰采用聚四氟乙烯板材密封。干燥机进口、出口各装一套微波抑制器,防止微波从通道泄漏。

1.2.3 抽湿收尘装置

抽湿装置的作用主要是将干燥产生的水蒸气排除。干燥机整机进行外观封闭(包含进料端、出料端和回程带封闭空间),由于是静态干燥,微波箱体内几乎不会产生扬尘,但会有水蒸气产生,所以在每个箱体顶部设置一个抽湿风口,每个风口配套

一个电动调节风门,通过控制电动调节风门使箱体处于微负压状态。排出的湿气经过烧碱板除尘器收尘后,送到专用尾气处理系统进行处理。

1.3 微波干燥三氧化二砷湿性物料的特点

1.3.1 干燥效率高

微波干燥是一种新型的干燥方式。干燥时,微波直接作用于介质分子转换成热能,由于微波具有穿透性,能同时加热介质内外,不需要热传导,所以加热速度非常快,对含水量在 30% 以下的物料,干燥时间可缩短数百倍。常规方法干燥物料时,被加热物料表面温度高,内部温度低,这种温度分布不利于水分迅速蒸发。而微波干燥物料时,不管物料为任何形状,物料的介质内外同时受热,同时因为物料表面更容易散热,往往是内部温度高于外部,温度梯度方向和水分梯度方向相同,传热和传质方向一致,促使物料内部水分迅速蒸发,在内部形成压力梯度,使水分很快扩散到表面挥发,干燥时间大为缩短,提高干燥效率。同时,由于物料的内外温差小,受热均匀,不会产生常规加热中外焦内生的状况,干燥质量大大提高。与传统干燥方式(热风、蒸气、电加热等)相比,微波干燥具有优质、高效、节能、环保的特点^[3]。

1.3.2 能耗低

微波干燥三氧化二砷湿性物料时,微波进入物料内部,瞬间转化为热能,微波直接加热三氧化二砷而不加热空气。加热装置是一个由特殊金属材料制成的封闭腔体,壁面完全反射微波,避免了微波泄漏,因此微波基本上被湿物料完全吸收,加热过程基本没有热量耗散,实现节能减耗^[4-5]。

1.3.3 扬尘少

传统的带式干燥机干燥物料时,由于采用热风,不可避免产生大量粉尘,而桨叶干燥机同样因为桨叶的搅拌导致物料飞扬。在微波干燥三氧化二砷过程中,布料器把物料均匀分布在输送带上,物料缓慢进入微波干燥箱体,干燥过程平稳,干燥温度非常稳定,物料没有丝毫搅动,基本上不产生粉尘^[6]。

1.3.4 自动化控制程度和安全性能高

联锁微动开关是微波干燥机的一组重要安全装置,具有多重联锁作用。例如,当炉门未关闭好或炉门打开时,它会断开电路,使微波炉停止工作。设备的运行情况可通过 PLC 设定过程温度、传输速度、抽排湿模式、微波功率等参数,并通过光缆连接中央仪表室实现 DCS 远程控制。

1.3.5 设备一次性投资较高

三氧化二砷微波干燥机的价格约为传统带式干燥机的 3 倍,所以微波干燥特别适合用于干燥高价值、高毒性、易产生粉尘类物料。

2 三氧化二砷微波干燥机的生产使用效果

2.1 微波干燥参数

三氧化二砷在温度高于 135 °C 时会发生升华现象,由固态直接转变为气态,从而被尾气带走,造成产品损失的同时还存在砷蒸汽泄露的安全隐患,因此在干燥过程中,必须严格控制干燥温度。为确保安全,干燥温度通常要求小于 100 °C。能否准确有效地控制整个干燥过程的温度,防止温度局部过高,是判断微波干燥机能否用于三氧化二砷物料干燥的关键之处。

在三氧化二砷产品的相关国家标准中,产品中的水分要求不超过 1.0%。干燥后出料产品水分是否达标,是判断干燥机是否可行的核心指标。因此,应保持干燥机进料装置正常工作,维持稳定的进料量,每隔 30 min 监控干燥机的运行参数,检测进料及出料口物料的水分。

2.2 微波干燥三氧化二砷实践

微波干燥机生产操作过程为:首先开启引风机及除尘装置,使微波干燥系统处于微负压状态,再开启微波干燥机的物料输送带,调节输送带转速,然后开启摇摆式进料输送机,通过变频器调节进料速度,控制物料在输送带上的厚度为 10 ~ 15 mm,然后开启微波发生器电源,系统将根据物料温度自动控制磁控管的开启数量,自动控制干燥温度。根据出料端检测到的物料水分含量,可以通过调节摇摆式进料装置的转速控制进料量,加大或减少微波干燥机的处理能力,达到灵活生产的目的。

利用微波干燥机进行了 5 次生产实验,原料为含水量 8.2% 的三氧化二砷物料,控制输送带转速为 0.5 r/min,监测中段温度、出料温度、出料水分等指标,生产运行数据见表 1。

从表 1 可以看出,干燥机内物料温度小于 100 °C,能够确保三氧化二砷在干燥过程中不会因温度过高而直接升华,而且干燥过程温度控制比较稳定;同时出料水分能确保小于 1.0%,满足产品技术指标的要求。

(下转第 50 页)