

旋转气流喷动干燥机在漂粉精干燥工艺上的应用

汪国屏, 金卫东

(常州市明星机械设备有限公司, 江苏 常州 213126)

摘要:常规的盘式干燥机在干燥漂粉精中存在能耗大、粉尘多以及 DCS 的控制连续性等问题。阐述了旋转气流喷动干燥机的工作原理、特点及其部件设计方案, 设计并制造了二叶后掠式旋转搅拌器、密封装置及其他辅助设备。通过试验证明了旋转气流喷动干燥机在漂粉精工业生产中替代盘式干燥机的可行性: 可节省占地面积 50%, 节省设备投资 10%, 生产 1t 漂粉精的蒸汽消耗可节省 1.28t, 产品收率 > 98%。

关键词: 旋转气流喷动干燥机; 漂粉精; 盘式干燥机

中图分类号: TQ051.892

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2005)04-0055-03

Application of revolving air spraying dryer flow in the drying process of bleaching powder concentrate

WANG Guo-ping, JIN Wei-dong

(Changzhou Mingxing Mechanical Equipment Co.Ltd., Changzhou 213126, China)

Abstract: There are many problems with the conventional plate dryers used in the bleaching powder production, such as high specific power consumption, much dust and problems in continuous control of data control system (DCS), etc. The working mechanism, characteristics and part design scheme of the spin flash dryer are elaborated. The 2-blade sweep agitator, seal unit and other auxiliary equipment have been designed and manufactured successfully. The pilot plant tests of these designs and parts have proved that it is feasible to replace the conventional plate dryer with the spin flash dryer in the bleaching powder production, which can save 50% of the areas, 10% of capital investment for equipment and 1.28 t steam consumption per ton of bleaching powder with the product yield over 98%.

Key words: spin flash dryer; bleaching powder; plate dryer

次氯酸钙(俗名漂粉精)生产工艺流程中干燥是一个关键的操作单元。在我国化工企业中,除了几个产量不大的企业采用钙法工艺生产漂粉精外,一般都采用加拿大凯密迪公司(Chemitics Intexnational of Canada)的钠法生产工艺。由于漂粉精在 150℃时会剧烈分解放出氧气,具有爆炸性,所以从国外引进的全套生产工艺装置中采用的都是盘式干燥机。盘式连续干燥机与其他类型干燥机相比具有许多特点:运转平稳,加热盘的数量、加热介质的温度和物料停留时间均可根据时间进行调整,操作比较简单。但是其存在占地面积大、投资成本高、系统密封困难、工作环境差、热效率低等缺点。

1 旋转气流喷动干燥机的工作原理

旋转气流喷动干燥机是由丹麦 Anhydro 公司于 1970 年首先研制并投入生产的,主要是将喷动流化

床和气流干燥相结合,且在一个干燥体内完成干燥操作。它主要由加料器、搅拌室、蜗壳风分布器、热风环形喷动口、干燥筒体、分级器、辅助配套部件组成。其工作原理是:热空气经风分布器进入干燥室,同时物料经过加料器也进入干燥室。在搅拌和高速喷动的热空气共同作用下,物料被迅速分散粉碎,并且和热空气进行充分传质、传热和干燥,干燥后的产品从干燥室由气体经过分级器携带出去。

旋转气流喷动干燥机的特点主要有:①能处理膏糊状物料。湿物料能一次干燥成为粒度均匀、湿度合格的产品,而无须进一步粉碎。②物料在干燥室内的停留时间可调,有利于热敏性物料和易分解物料的干燥。③干燥强度高,设备紧凑,生产操作环境符合 ISO 14 000 标准要求,占地面积小。

国内外未见把旋转气流喷动干燥机应用到漂粉精干燥工艺中的相关报道,为此常州市明星机械设

收稿日期:2004-12-09;修回日期:2005-01-24

作者简介:汪国屏(1961-),男,大学,工程师,总工程师,长期从事化工机械设备的技術研究及生产制造加工工作,0519-5971010,13809072092, czzwangfl@ezinfo.net。

备有限公司经过大量的试验并采集各种试验数据,证明漂粉精的干燥工艺装置采用旋转气流喷动干燥机在工业生产中是完全可行的,并完全可替代盘式干燥机。

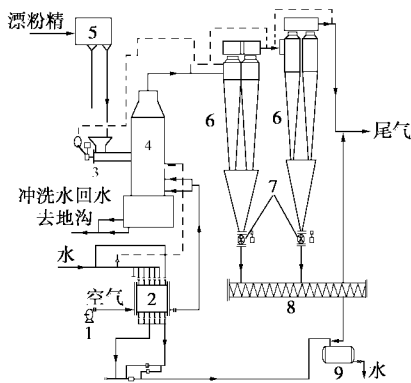
2 具体设计方案及工艺流程

2.1 工艺方案

漂粉精生产工艺中,经卧式螺旋沉降离心机出来的湿料是含水质量分数为 45% ~ 55% 的浆料。如果采用盘式干燥机对其进行干燥,要通过返回一部分干料,将含水质量分数控制在 20% ~ 26% 后再加到盘式干燥机中。而用旋转气流喷动干燥机干燥,便可直接将卧式螺旋沉降离心机分离出来的湿料进入干燥机,而不必再采用返料工艺,从而使干燥效率大为提高,能耗降低,产品得率提高,且产品质量和有效含氯量都有所提高,也节约了投资,改善了工艺条件。

2.2 工艺流程

漂粉精干燥过程的每一步操作危险系数都比较大,存在着燃烧、爆炸和灼伤刺激人体等危险因素,对工作环境的要求也比较高。所以在漂粉精干燥装置的工艺实施过程中,不仅要考虑工艺方案可行性,而且必须充分考虑每一个设备的制造。旋转气流喷动干燥机除了主机外,还需要配备热源、加料系统、收集系统、出料系统、除尘系统、送风系统以及自动控制系统。如何选好部件及部件制造方案,整个工艺流程的设计和方案就显得尤为重要,并且设备的制造还要考虑防腐材料要求。图 1 是上海某化工公司漂粉精干燥工艺中应用旋转气流喷动干燥机的工艺流程图,图中虚线为自动控制系统。



1—鼓风机;2—加热器;3—加料器;4—旋转喷动干燥机;
5—卧式螺旋沉降离心机;6—收集器;7—卸料阀;
8—螺旋输送机;9—冷凝水回收槽

图 1 漂粉精干燥工艺流程图

整个工艺由干燥机、卧式螺旋沉降离心机、加料器、加热器、旋风收集器、输料器、星形卸料阀、水浴除尘器、DCS 控制系统组成。旋转气流喷动干燥机的干燥主机是关键部件,而其旋转搅拌叶片又是核心部件,决定整个工艺流程的干燥效率、运行稳定性、可靠性、安全性、经济性、工艺性和产品质量。其次,旋转部件的密封也很关键,它决定干燥机能否可靠、连续、稳定而又安全地运行,采用水浴除尘。该工艺流程简单,干燥效率高,工作环境好,整个工艺流程采用 DCS 控制。

2.3 部件的设计与制造

2.3.1 旋转搅拌器的设计和制造

旋转搅拌器的作用是在干燥过程中把大块物料迅速破碎和适宜的流态化,以达到搅拌和破碎的目的。对旋转搅拌器进行设计时应考虑以下几点:

(1) 充分考虑其剪切、搅拌、破碎作用,并确定适合物料的适当剪切、循环比。

(2) 在搅拌器叶片的作用下,物料流动状态应呈整体循环,有利于物料传质、传热,从而可提高干燥效率,稳定产品质量。

(3) 搅拌器的叶片曲面应设计成旋涡弗朗西斯曲面形状,应用 CFX-TurboGrid 2 网络生成软件设计,达到叶片形状需要形成的流型。

(4) 为了使搅拌器的叶片便于维修、拆卸,轴毂应采用分半螺栓连接结构。

2.3.2 搅拌器形式的选择

(1) 搅拌器形式的确定

漂粉精浆料是流动状的高黏性物料,并且在干燥过程中随着水分的蒸发,其黏性越来越大。要保证这种高黏性的物料充分混合,搅拌形式必须满足传质要求,搅拌器要有合适的功率,同时应具有合适的剪切、循环比,使大的物料团块被破碎。因浆叶的混合性能与排出性能、剪切性能有关,排出性能高可使流体快速循环流动,而剪切性能高又能使气流强力湍流扩散,并且使大块物料迅速分散,这些都是搅拌过程所需要的。后掠式搅拌器具有合适的剪切、循环比,在此选用二叶后掠式搅拌器,该搅拌器具有剪切力温和、分布均匀、中速运行、能耗低等特点。

(2) 搅拌器转速的确定

笔者在设计搅拌器转速(n)时主要应用了以下公式:

$$n = 2.15kd^{-2/3}d_p^{1/3}\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)^{2/3}\left(\frac{\mu}{\rho}\right)^{-1/9}\left(\frac{V_p}{V_p}\right)^{-0.7}$$

其中: k 为系数,与结构形状、搅拌器型式及尺寸有

关; d 为搅拌器直径,m; $\Delta\rho$ 为气固密度差, g/cm^3 ; d_p 为固体颗粒直径,m; ρ 为气体密度, g/cm^3 ; μ 为气体黏度, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; V_p 为固体颗粒的真实体积, m^3 ; V'_p 为固体颗粒的视体积, m^3 。

以上计算公式在设计时作为参考,实际使用中还要按产品要求进行适当调整。

(3) 搅拌器功率的确定

搅拌器功率(N)的确定也是一个重要环节,如果功率小于实际功率,则搅拌过程可能无法完成;若搅拌器功率远大于实际功率,就会浪费能量,缩短设备寿命。搅拌器的功率与物料性质和流动状态有关,还与搅拌器的尺寸及操作参数等有关,笔者参照以下经验公式计算:

$$N = c \mu n^3 d^{4.1}$$

其中: c 为功率系数,0.6~1.2; μ 为物料黏度, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; n 为转速, r/min ; d 为桨叶直径,m;实际功率再按系数乘以1.10~1.18。

2.3.3 密封装置

漂粉精是强氧化剂,如果旋转部位的密封不好,不但轴承易被损坏,还会引起重大事故,所以在旋转气流喷动干燥机中机械密封特别重要。由于干燥机底部环境非常复杂,温度高,存在大量腐蚀性湿分气体、粉尘及半干的物料,所以在密封设计时必须保证这些粉尘物料不得泄漏,还必须保证制造上的精度。为此笔者参照机械密封的原理,采用多道密封结构形式,解决了在旋转气流喷动干燥生产中密封泄漏的技术难题。

2.4 设计方案

2.4.1 设计参数的确定

(1)气体进口温度的确定。气体进口温度可根据物料的特性来决定。由于漂粉精的热稳定性在 150°C 以下,所以选择气体进口温度约为 150°C 。

(2)尾气温度的确定。主要是根据物料达到终水分的要求而定。由于漂粉精在温度较高状态下容易分解,所以尾气温度选择在 70°C 左右。

(3)气体速度的确定。干燥室内的热气体螺旋轴线上上升速度取3~5 m/s,根据产品要求再做调整,取值4 m/s以上。

(4)空气消耗量的计算。根据物料衡算可得:

$$L = \frac{w}{Y_2 - Y_1}$$

式中: L 为干燥管的干空气消耗量, kg/h ; w 为干燥除去的水分量, kg/h ; Y_1 为进入干燥器热空气的湿含量, kg/h ; Y_2 为排出干燥器时空气的湿含量,

kg/h 。

(5)干燥器直径的确定。干燥器直径根据以下公式估算:

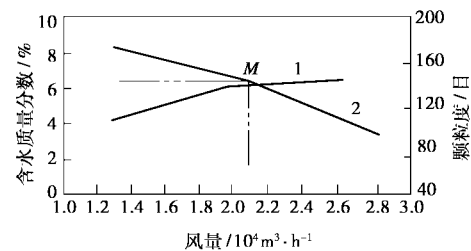
$$d = \sqrt{\frac{4V_g}{\pi v_g \cdot 3600}}$$

式中: d 为干燥室直径,m; V_g 为气体平均体积流量, m^3/h ; v_g 为热气体轴线上上升速度, m/s 。

(6)干燥器的压力损失估算。干燥器的压力损失包括摩擦阻力损失、位头损失、颗粒加入和加速引起的动压损失、局部阻力损失等,可以根据不同的压力损失公式计算。

2.4.2 其他辅助设备的选用和设计

干燥机的辅助设备主要包括收集器、出料器、除尘设备、风机等,根据工艺计算结果及漂粉精产品干燥的一些特殊要求,系统风量和温度参数的调整及匹配直接影响整个系统运行的好坏。经过多次改进和调整,系统得以稳定运行。图2为颗粒度及终水分随系统风量变化的关系曲线。



1—水分曲线;2—颗粒度曲线

图2 颗粒度及终水分随系统风量变化的关系曲线

3 技术特性与经济效益分析

设备投入运行后,经实践证明,系统工艺合理、性能可靠、运行平稳,各项技术指标均满足设计要求,表1和表2分别为经济效益分析表和技术指标分析表。旋转气流喷动干燥机的占地面积较盘式干燥机节省50%,投资节省10%。

表1 经济效益分析表

指标	单位电耗/ $\text{kW}\cdot\text{h}$	单位蒸汽耗量/ t	环境
盘式干燥	291	3.22	一般
旋转气流喷动干燥	318	1.94	好

表2 技术指标分析表

指标	工艺流程	产品有效含氮量/%	白度	收率/%	颗粒度
盘式干燥	一般	≥ 68	一等	92	好
旋转气流喷动干燥	好	≥ 68	优等	98	一般