

# 复式沸腾干燥器设计原理\*

杨学军

(宿州工业学校 宿州·234100)

**摘要:** 本文在常用食品沸腾干燥器的基础上,设计了复式沸腾干燥器,它具有防漏料、防返料、防喷料装置和可以调节的出口,提高了成品的产量和质量,保护了工作环境,有效地克服了普通沸腾干燥器的缺陷,是一种新型高效的食品干燥设备。

**关键词:** 干燥器; 导料板; 导流板

**中图分类号:** TS203. **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-1295(2000)04-0009-03

## The Principle of Designing Combined Boiling and Drying Machine

**Abstract:** This article introduces the design of combined boiling and drying machine on the base of common food boiling and drying machine. This new machine has some good advantages of preventing leak, returning and spilling of the food. It has an adjusting exit. It can increase the quality and quantity of the production and protect the environment of the work. It avoids the disadvantages of the common boiling and drying machine. It is a new effective food drying equipment.

**Key words:** drying machine; guiding food board; guiding flowing board

## 1 引言

在食品生产过程中,对于一些不易流化的物料(如颗粒太粗或太细易粘成块等),以及对产品质量有特殊要求的物料(如保持完整晶体,晶体闪光点等),常用沸腾干燥器进行干燥,其工艺流程如图1所示。含湿物料1从加料口2加入,由于筛面3的振动,使物料逐渐前移,同时与热空气进行热交换,水分迅速蒸发掉。在物料前移的过程中,细粉从网眼漏下,成品从出料口5排出,少量微颗粒则由排气口6排出。

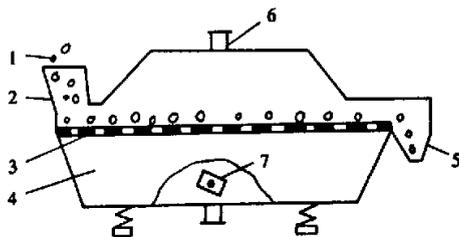


图1 工艺流程图

- |       |       |        |      |
|-------|-------|--------|------|
| 1-物料  | 2-料斗  | 3-筛网   | 4-气室 |
| 5-出料口 | 6-排气口 | 7-振动电机 |      |

这种沸腾干燥器存在下述三个难以避免的问题:

(1) 细粉由网眼落致气室并积存在下部机壳内难以回收,同时导致对颗粒要求不严的成品产量减少;

(2) 在干燥室内,由于干燥过程的微正压(干燥室内的压力大于一个大气压),在进料口处有部分热气流外溢与进料路径交叉,出现物料外溢及返料现象,同时在出料口由于物料在压力下流出而出飞扬的喷料现象,导致不能正常进、出料和污染工作环境。

(3) 少量微粉随乏气排出,也污染环境和影响产量。

对于以上存在问题,我们在普通沸腾干燥的基础上设计了复式沸腾干燥器,完全克服了上述缺点。

## 2 复式沸腾干燥器的工作原理

### 2.1 复式沸腾干燥器的结构特点

复式沸腾干燥器的结构如图2。它具有如下特点:(1)它由两种床面组成,一是具有普通干燥

\* 收稿日期: 2000-06-24

作者简介: 杨学军(1964-),男,宿州轻工业学校,讲师。

器相同的开孔的水平筛面3,二是有与水平筛面成倾斜角 $\alpha_0$ 若干无孔的斜板即导料板9组成的斜面,这种一平一斜的两平面组成了复式沸腾干燥器的防漏装置。(2)在进、出料口处分别设置了导流板7,8,构成了防返料、喷料装置。(3)在物料出口处设计了二个出料口5和6,细粉和正常物料可分别出料,也可由一个出料口出料。(4)在废气出口处安装了旋风分离器,回收废气中的微粉。

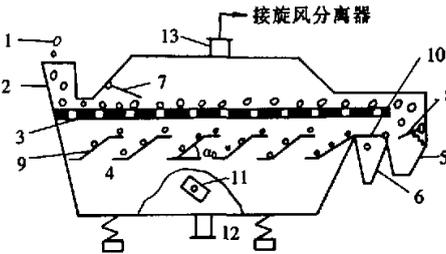


图2 结构图

- 1-物料 2-料斗 3-筛网 4-气室 5-成品出料口
- 6-细粉出料口 7,8-导流板 9-导料板 10-活动板
- 11-振动电机 12-热风出口 13-排气口

### 2.2 防漏料装置的工作原理

含湿物料进入干燥室后,在热气流和振动力场的共同作用下呈流态化,并由进口沿水平筛面向出料口逐渐移动,在移动程中进行充分的热交换,使其水分迅速蒸发成为干品。

在此干燥过程中,会有部分微细颗粒物料沿水平筛面的孔眼下落到带有倾斜角 $\alpha_0$ 的导板上,在激振力的作用下,由一块导料板滑移到相邻的下一块导料板上,导料板是置于气室4中的,热气流充满整个气室,因此,漏下的物料在若干块导料板上移动的全程都是在热力场中进行的,由于导料板的振动使物料从进口向出料口方向移动,同时完成干燥过程,最后汇同水平筛面上的物料一同由出料口排出。上述工作原理说明了,复式沸腾干燥器不再存在普通干燥器必然产生漏料并积存在气室底部的固有缺点,是一种生产率较高的干燥设备。

### 2.3 导料板倾角的确定

具有n块向上倾角 $\alpha_0$ 的导料板在激振力的作用下,是一无筛孔的非连续的纵向运动的直线振动筛(图3),物料能否从前一块导料板移动到下一块导料板的关键在于导料板倾角 $\alpha_0$ 的大小。

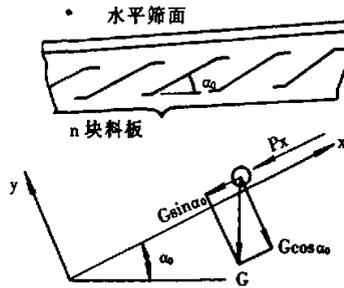


图3 直线振动筛受力图

为分析向上倾角 $\alpha_0$ 的n块导料板上物料的运动,做如下假设:①运行的料层厚度较薄,对物料颗粒间的相互作用力予以忽略。②物料对导料板作相对运动,在X、Y坐标的相对位移、速度、加速度各为: $\Delta x, \Delta y, \Delta \dot{x}, \Delta \dot{y}, \Delta \ddot{x}, \Delta \ddot{y}$ 。

已知:物料受的力有重力G、摩擦力 $f_0 G \cos \alpha_0$ ( $f_0$ 为静摩擦系数),沿X轴方向的惯性力 $P_x$ 和正压力N各为:

$$P_x = m(ax + \Delta \ddot{x}) + G \sin \alpha_0 \quad (1)$$

$$N = m(ay + \Delta \ddot{y}) + G \cos \alpha_0 \quad (2)$$

式中  $m, G$  ——物料颗粒的质量与重量;

$\Delta \ddot{x}, \Delta \ddot{y}$  ——物料颗粒相对于工作面在X方向与Y方向的相对加速;

$\alpha_0$  ——导料板工作面倾角,向下输送时取+号,向上输送时取-号。

当物料相对工作面滑动时,物料对导料板的工作面始终保持接触,

$$\text{则 } N \geq 0, \Delta \ddot{y} = 0;$$

当物料出现抛掷运动时,

$$\text{则 } N = 0, \Delta \ddot{y} \neq 0$$

在物料与导料板工作面接触的情况下,工作面对物料的极限摩擦力为

$$F = \pm f_0 N \quad (3)$$

取(-)号对应于正向滑动,取(+)号对应于反向滑动。

这是因为当有正向滑动趋势时摩擦力与座标方向相反,反向滑动时摩擦力与座标方向一致。

滑动开始瞬间,物料对工作面的相对加速

$$\Delta \ddot{x} = 0$$

因未出现抛掷运动, $\Delta \ddot{y}$ 也为零,所以P与F之和为零,即

$$P + F = 0 \quad (4)$$

将(1)、(3)代入(4)式,并将

$$a_y = -\lambda\omega^2 \sin\omega t \cdot \sin\delta$$

$$a_x = -\lambda\omega^2 \sin\omega t \cdot \cos\delta$$

( $\delta$ 为振动方向与导料板工作面的夹角)

代入便得下式

$$m\omega^2 \lambda \sin\omega t \cos\delta + G \sin\alpha_0 \\ \mp f_0 (-m\omega^2 \lambda \sin\omega t \sin\delta + G \cos\alpha_0) = 0 \quad (5)$$

针对导料板的运行情况,并将

$$f_0 = \mu_0 G \quad (\mu_0 \text{为静摩擦角})$$

$$G = mg$$

代入并化简后,得正向滑行系数为  $D_k$

$$D_k = K \frac{\cos(\mu_0 - \delta)}{\sin(\mu_0 - \alpha_0)} \quad (6)$$

式中:  $K = \omega^2 \lambda / g$ ——振动强度;

$\omega$ ——为圆周频率;

$\lambda$ ——为单振幅。

解(6)式得

$$D_k = \mu_0 - \sin^{-1} \left[ \frac{1}{KD_k} \cos(\mu_0 - \delta) \right] \quad (7)$$

(7)式中  $D_k$  可取 2~3, 当振动器的振动强度  $K$  值确定后, 由(7)式可求得导料板倾角  $\alpha_0$ , 其值小于  $\mu_0$ 。实践中也证明了对于绝大多数振动机械, 工作面倾角  $\alpha_0$  小于摩擦角  $\mu_0$ 。依(7)式可知,  $\alpha_0$  与物料特性有关, 不同的物料对应的  $\alpha_0$  应有所不同。

即  $f_0 = \mu_0 G$      $\mu_0 = \mu_0^{-1} f_0$     得

$$\alpha_0 < \mu_0 = \mu_0^{-1} f_0 \quad (8)$$

例: 当取物料对工作面的静摩擦系数  $f_0 = 0.1 \sim 0.2$  时, 则可由(8)式求得

$$\alpha_0 \leq \mu_0^{-1} f_0 = \mu_0^{-1} (0.1 \sim 0.2) = 5.7^\circ \sim 11.3^\circ$$

一般由(8)式确定的在不同物料下导板的倾角  $\alpha_0$ , 可以取得较理想的效果。

### 2.4 出料口结构及工作原理

出料口结构如图4所示。当对成品颗粒要求不严时, 出料口位置如4(a)图, 细粉、正常物料从同一出料口排出。当对成品颗粒有特殊要求时, 出料口位置如4(b)图, 细粉、正常物料分别排出。

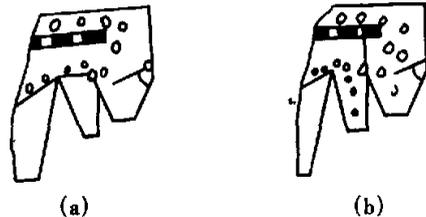


图4 出料口结构图

## 3 结束语

复式沸腾干燥器具有防漏料、防返料、防喷料装置和可以调节的出口, 从根本上改变了常用的沸腾干燥器的缺陷, 提高了成品产量和质量, 同时保护了工作环境, 是一种新型高效的食品沸腾干燥器。

参考文献:

- [1] 金国森. 干燥设备设计. 化学工业出版社, 1986
- [2] 王家襄. 轻工业机械设计. 轻工业出版社, 1992
- [3] 涂国材. 食品工厂设备. 轻工业出版社, 1991

## 来 稿 册 知

1. 来稿用方格稿纸书写或为打字稿; 字迹清楚, 标点符号正确, 文字符合“简化字总表”。

2. 稿件字数一般控制在 5000 字以内, 一稿不得复投, 登载来稿时本刊有删改权。来稿请自留底稿, 稿件如不录用, 本刊恕不退稿。

3. 稿件请按以下顺序抄写: 题目, 作者工作单位及邮编, 作者姓名, 200 字以下中文摘要(含关键词 2~5 个), 正文, 参考文献, 作者简介(姓名、性别、工作单位、职称职务、出生年月、主要从事工作、论文和专著数、科研成果获奖数); 另附英文题目、作者姓名、作者单位名称、英文摘要(含关键词)。摘要应突出论文关

键内容, 不应过于简单。尤其英文摘要更应逐句认真推敲, 力求准确无误。

4. 文稿中插图需要符合要求, 请在白纸上按工程图标准绘图, 图中说明文字用宋体打印或抄贴上去。插图要简明、清晰、说明问题, 除去不必要的多余部分。

5. 参考文献的著录项目要齐全。被引用期刊论文等单篇文献时, 其著录顺序与符号为“顺序号”, 作者, 题名, 刊名, 年, 卷(期); 起止页”。被引用为图书等整本文献时, 其著录顺序与符号为“顺序号, 作者整本文献题名, 出版地, 出版者, 出版年”。(本刊)