



产品列表

- ZX 干燥系列设备
- ZX 制粒系列设备
- ZX 粉碎机系列
- ZX 混合机系列
- ZX 筛分系列设备
- ZX 除尘系列设备
- ZX 热风炉系列
- ZX 污泥干化设备

· 新闻动态

> 首页 > 新闻动态

### 喷雾干燥热风分布器的设计原则

发布日期：2010-1-7

由于**喷雾干燥**具有流程简短、可处理热敏性物料、易大型化等优越性，已经在许多领域得到应用。改革开放以后，我国出现了一大批专业化的**干燥设备**企业。近十年内**喷雾干燥**技术已取得了长足进步，产品质量已可与世界著名厂商相媲美，不仅满足了国内轻化工、环保行业的需要，而且已向国外市场拓展。

长期以来，对**喷雾干燥**装置的注意，一般着力于：

- (1) 雾化器（机）的选择；
- (2) 足够风量和热量的配置；
- (3) 粉末回收及排放。

王喜忠等指出：“一个成功的**喷雾干燥器**的设计，应包括与雾化器相适应的热风进出口的方式和热风分布装置”[1]。K.Master's也提到在干燥塔内水分蒸发速率随着雾滴与热风的相对速度增加而增加[2]。

唐金鑫等在热风分布器设计要求中，提出三条重要的原则[3]，都强调了热风分布对**喷雾干燥**的重要性。在随后出现的装置中，发现大多数企业仍然没有给予足够的重视，只是从结构上做到“形似”而实质仍未掌握，以致出现以下情况：

- (1) 在塔内同一截面上温度差较大，导致物料局部粘壁；
- (2) 由于气液两相接触不合理，使干燥强度大为下降，于是干燥塔的面积越做越大；
- (3) 在一台比原设计处理量大为减小的干燥塔中，未注意热风分布的流速范围，降低了干燥强度，物料仍然大量粘壁；
- (4) 热效率很低，出塔风温难以下降。

因此，我们认为热风分布器的设计正确与否，直接影响到干燥系统运行的成败。本文拟在以前知识的基础上，提出气液两相接触的合理方式，以求对热风分布器设计有正确的分析和指导。

#### 1 理论依据

K.Masters[2]提出在有相对速度下雾滴的蒸发存在以下关系式：

$$\text{传质} \quad Sh=2+K1Re^{Scy} \quad (1)$$

$$\text{传热} \quad Nu=2+K2Re^{x'} \quad Pr^{y'} \quad (2)$$

式中：谢伍德数 $Sh=KgD/Dv$ ，努塞特数 $Nu=hcD/Kd$ ，施密特数 $Sc=\mu_a/Dv\rho_a$ ，普朗特数 $Pr=Cp\mu_a/Kd$ ，雷诺数 $Re=Dv\rho_a/\mu_a$ 。D为液滴直径， $\rho_a$ 为干燥介质密度， $\mu_a$ 为粘度， $Cp$ 为定压比热容， $Kd$ 为液滴周围气态膜的平均热传导率， $hc$ 为对流传热系数， $Kg$ 为传质系数， $Dv$ 为扩散系数。(1)、(2)式中的 $x$ 、 $y$ 、 $x'$ 、 $y'$ 和 $K1$ 、 $K2$ 尚有争论，多数人趋向于：

$$x=x' =0.5 \quad (3)$$

$$y=y' =0.33 \quad (4)$$

式(3)中的 $x$ 为平均值，随 $Re$ 增加而增加； $Re$ 由1增至104时， $x$ 从0.4增加到0.6。遗憾的是式(1)~(4)的试验范围其 $Re$ 值均不超过1000。但从中已经可以看出，干燥的传质和传热系数随 $Re$ 的增大而增大，即假设干燥介质和被

产品内容检索：

关键字：

范围：

干燥物料的性质不变时,  $Re$ 起着重要的影响。而对 $Re$ 起直接影响的, 可认为是相对速度 $v$ 。在传统的液体无相对对流传热系数计算中, 普遍应用Dittus和Boelter关联式[4],

$$Nu=0.023Re^{0.8}Pr^{0.4} \quad (5)$$

或 (6)

- $\alpha$ —给热系数;
- $\lambda$ —液体热导率;
- $d$ —粒径;
- $v$ —气液相对流速;
- $\mu$ —液体动力粘度;
- $C_p$ —一定压比热容;
- $\rho$ —液体密度。

式中的 $Re$ 值 $\geq 10000$ ,  $0.7 < Pr < 120$ 。

式(1)与式(5)相比较可以看出,  $Re$ 数湍流层范围内的幂值增加可以从0.4提高到0.8。这就可以理解K.Master'等强调的“水份蒸发率随雾滴与空气的相对速度增加而增加”了。在 $Re$ 值处于湍流范围时, 大约呈0.8次方关系。

2 常见的热风分布器的性能比较在**喷雾干燥**所选用的热风分布器形式中, 曾经出现过以下形式:

#### (1) 平均地自塔顶天花板分布向下流

这种形式认为只要均匀地进风, 有足够的热量就能达到干燥的目的, **干燥塔**的空塔速率只有 $0.5\sim 0.8m/s$ , 即使塔顶缩小, 出口风速也只有 $10m/s$ , 大体处于层流状态。热风与雾化液滴没有直接的联系。这种形式不仅国内有, 在许多进口装置中也有。其结果是塔体庞大, 效率降低。

#### (2) 为了防止粘壁, 将热风分为2股或3股

设计者认为只要在塔壁上有热风流, 就可以防止未干液滴撞壁而出现粘壁现象。实际上, 边缘热风流速是不可能大的, 而且液滴达到塔壁上的流速也不会太大, 因此这两股流体的相对速度是非常低的, 故而难以实现快速干燥, 粘壁仍会出现。塔壁的热风形同虚设, 或者作用不大。

著名的MD型塔采用了冷风吹塔, 对保证物料质量有利。实际上, 这时液滴已经完成“恒速段”干燥(至少颗粒表面已经干燥), 这与粘壁并无直接的联系[5]。

当然粘壁的形式还要联系到雾化机的喷距、**干燥塔**的设计以及物料的玻璃态转变温度等。这些问题已在[1]中有详细的介绍。将热风分散处理会减少中央区的热风量, 从而降低流速, 导致热风的利用率降低。

#### (3) 热风分布器与雾化器不配套

在喷嘴式雾化器上配旋转风, 而在旋转式雾化器上配直流风。这两种形式在生产中都有看到, 其结果只能是出现粘壁或者热效率大幅度下降, 这显然是错误的。

### 3 塔顶中央热风的重要性

在所有的雾化器工作时, 液滴刚刚离开雾化器出口时的流速是最高的, 随着液滴在空气中的流动, 由于空气的阻力, 液滴流速迅速衰减, 初速能达到 $130m/s$ , 而终速可接近于零, 这就要求我们从式(1)到式(4)中去准确掌握热风应当在何处与液滴接触, 从而可以得到最佳的传质、传热速率。

既然**雾化器**(大多数)是设计在塔顶的中央处的, 就应当将热风集中到中央, 以相当于湍流形式的气流向液滴群急速冲击; 其风量和热量依可干燥颗粒表面水分所需的数量而定。其余部分可以在塔内均匀分布, 以完成其它降速段的干燥。只要颗粒表面的水分能够快速干燥, 就能够在很大程度上防止塔的粘壁。

高速气流与雾化器喷出口越接近, 其干燥效率就越高。但在考虑气流流速时, 也应同时考虑阻力降与流速平方成正比的关系, 并非风速越高就越好。况且风速越高, 会使雾滴群向下降, 丧失了部分有效的干燥空间。

具体的参数涉及各种物料的特性。但总的趋势是利用气液两相的高速区, 迅速干燥液滴表面, 从而实现大部分水分的蒸发, 这才是真正发挥**喷雾干燥**的优势。

### 4 良好的热风分布器的要素

(1) 使气液两相接触, 混合良好, 首先应当使气体分布均匀。为使分布均匀, 已经有人介绍过两种方法: ①在旋转雾化器的配套设计中, 必须用对数螺旋蜗壳[3], 使一边进入蜗壳的热风经蜗壳及内部的导风板均匀地进入塔内。②直流雾化器中的热风分布可采用各种导向直流板 [1], 但必须配置喷嘴直流式雾化器。

(2) 热风分布器出口与雾化器喷液出口尽量靠近, 并在两个方向夹角接近 $90^\circ$ , 以加大剪切力。应利用湍流阶段的优势, 缩短干燥时间。

(3) 当热风分布器出口流速过大时, 阻力会呈平方关系增加, 故应考虑“系统内的阻力降”, 气速选择要慎重。

### 5 结束语

近年来在**喷雾干燥**装置的设计和制造上, 发现有盲目加大**干燥塔**体积的趋势, 这不仅会失去**喷雾干燥**时间短的优势, 而且还增加了造价和设备占用的厂房面积(或体积), 对用户不利。

当热风分布器和雾化器合理配置时, **干燥塔**的体积应当有一个合理的范围, 不会相差很大。大的不一定好。随着科技的进步和各种强化措施的应用, **干燥塔**势必会越来越小。

热风分配器是一个重要的方面, 并不代表全部。所以在**喷雾干燥器**的设计中, 选型要根据各种物料的特性, 综合

各种参数，以期获得一个系统的最佳状态。