



脉冲反吹滤袋捕粉装置在喷雾干燥系统中的应用研究

刘殿宇

(华禹乳品机械制造有限公司, 黑龙江 安达 151400)

摘要: 脉冲反吹滤袋捕粉装置是利用脉冲电磁阀对输入的压缩空气气流的瞬间切换, 经由喷吹管将压缩空气喷入滤袋中, 在反向气流的作用下迫使滤袋鼓胀, 从而清除滤袋上的挂粉的过程。这种捕粉可实现不停机连续清理滤袋上的挂粉, 其清理滤袋上的挂粉比较彻底, 省时, 生产效率高, 近些年来在喷雾干燥生产的不同领域里也都得到了应用, 如用于乳品、医疗保健品、玉米深加工及大豆深加工等的喷雾干燥生产上。但也存在一些问题, 仅以MGYP01-500型立式压力喷雾干燥系统在奶粉生产中应用为例就其设计及应用注意事项加以阐述。

关键词: 脉冲反吹滤袋捕粉装置; 设计; 喷雾干燥生产; 注意事项

Application of Pulse Inverse Blow Filter Bag Dust Collector in Spray Drying System

LIU Dian-yu

(Huayu Dairy Machinery Manufacturing Co. Ltd., Anda 151400, China)

Abstract: A pulse inverse blow filter bag dust collector is a dust removal device where compressed airflow is instantaneously switched through an electromagnetic pulse valve and then sprayed into a filter bag through an injection pipe, and finally the resulting counterblast causes the filter bag to swell up, thus achieving dust removal. The dust collector can allow continuous, complete dust removal. As a time saving and efficient tool, it has recently been applied in various areas of spray drying production such as dairy products, medical and healthcare products and further processed corn and soybean products. However, there are some problems in its applications. This paper describes the design and application of a pulse inverse blow filter bag dust collector in MGYP01-500 type vertical pressure spray drying system for milk powder production. Besides, some attention points for its application are included.

Key words: pulse inverse blow filter bag dust collector; design; spray drying production; attention points

中图分类号: TS252.3

文献标识码: A

文章编号: 1671-5187(2012)05-0024-03

采用滤袋回收喷雾干燥塔排风中的粉尘, 因其回收率接近100%, 在喷雾干燥生产中应用广泛, 而清理滤袋上的挂粉目前有3种方式^[1], 一种是人工清理。这种清理是停机人工清理滤袋上的挂粉, 虽然费时, 清理效果却较为彻底, 现在仍有应用; 一种为机械振动式清理。这种清理是不停机采用机械振动滤袋的方法清理滤袋上的挂粉。20世纪80年代有应用, 由于其清理不够彻底, 采用这种清理的方法已不多见; 另外一种就是脉冲反吹滤袋的清理方法。这种方法是利用脉冲电磁阀对输入的压缩空气气流的瞬间切换, 经由喷吹管将压缩空气喷入滤袋中, 在反向气流的作用下迫使滤袋鼓胀, 从而清除滤袋上的挂粉的过程。脉冲反吹滤袋捕粉可实现不停机连续清理滤袋上的挂粉, 清理效果较好, 省时, 生产效率高, 清洗滤袋间隔时间较长, 一般对于连续生产其清洗

滤袋间隔时间可达15d以上。缺点是拆装滤袋较为费时, 滤袋易磨损。近些年来在喷雾干燥生产系统中得到了应用, 如用于医疗保健品的胶原蛋白粉、乳品中的奶粉、玉米深加工中的麦芽糊精、大豆深加工中的大豆分离蛋白粉等的生产。随着其应用领域的扩大, 在实际生产中也出现了不少问题, 这些问题既有设计上的也有使用维护上的。仅以MGYP01-500型立式压力喷雾干燥塔在奶粉生产中应用为例加以阐述。

1 主要技术参数及结构特点

物料介质: 牛奶; 生产能力: 500kg/h; 进料质量分数: 38%~40%; 进风温度: 150~160℃;
出料质量分数: 97%~98%; 排风温度: 75~85℃;

收稿日期: 2012-06-10

作者简介: 刘殿宇(1962—), 男, 高级工程师, 本科, 研究方向为乳品机械, 轻化工机械。E-mail: ldy620519@163.com



使用蒸汽压力: 0.9MPa; 喷头只数: 1; 滤袋过滤面积: 195m²。

本脉冲反吹滤袋系统主要由袋滤器、脉冲控制阀、喷吹管、无油空压机、储气罐、冷干机、分气缸、气锤、脉冲控制仪等组成。结构特点: 采用一级独立的脉冲滤袋反吹装置回收干燥塔排风所携带的粉尘。袋滤器全部进行保温绝热处理。采用双侧阀阵相对排列。出粉口接旋转出料阀由罗茨风机将这部分细粉送回至干燥塔内作附聚造粒。

2 脉冲反吹滤袋捕粉装置的设计过程

2.1 袋滤器滤袋过滤面积及结构尺寸的确定

滤袋过滤面积按式(1)^[2-3]计算:

$$F=L/W \quad (1)$$

式中: F 为过滤面积/m²; L 为通过气体的流量/(m³/h), 实验取 $L=31200$ m³/h; W 为滤布上的单位负荷/(m³/((m²·h)), $W=100\sim 200$ m³/(m²·h), 实验取 $W=160$ m³/(m²·h)。

$$F=31200/160=195\text{m}^2。$$

本例采用的是外滤式圆形结构的滤袋, 其规格: 直径为140mm, 长度为4000mm, 鼠笼采用分体式结构。则滤袋数量为:

$$N=195/(0.14\times\pi\times4)=110.8, \text{实验取取111个滤袋。}$$

2.2 分气缸容积的确定

供应脉冲阀压缩空气的分气缸最小容积按式(2)^[4-5]计算。

$$V_{\min}=N_0RT/P_{\min}k \quad (2)$$

式中: $V_{\min}$ 为分气缸容积/L; N_0 为脉冲阀喷吹耗气量物质的量系数, $N_0=q/22.4$, 实验选工程通径DN50的脉冲阀, 当脉冲宽度为250ms其耗气量为420L, $N_0=420/22.4=18.75$; q 为单阀一次耗气量/(L/次); R 为气体常数, 8.3145J/(mol·K); T 为气体温度/K, 实验取 $T=293$ K(环境温度按20℃计算); $P_{\min}$ 为最小工作压力, 实验取 $P_{\min}=0.6$ MPa; k 为容积系数, 一般小于0.3。

分气缸的容积:

$$V_{\min}=N_0RT/P_{\min}k=(18.75\times8.3145\times293)/(0.6\times10^5\times0.3)=0.254\text{m}^3$$

分气缸容积不能小, 小了会影响分气缸的压力及正常供气。

2.3 压缩空气量计算

脉冲反吹总的压缩空气消耗量按式(3)计算。

$$Q=a(nq/1000t) \quad (3)$$

式中: Q 为耗气量/(m³/min); a 为安全系数, 可取1.2~1.4; n 为脉冲阀的数量, 这里 $n=12$; q 为每个脉冲阀喷吹一次耗气量/(L/阀次); t 为清粉周期/min, $t=5$ min。

单阀次耗气量可通过查找产品样本得到。用式(4)可算出脉冲阀每次的喷吹耗气量^[4]:

$$q=[(P_0V)/P_a]\times[1-(P_1/P_0)^{1/k}] \quad (4)$$

式中: P_0 为喷吹初始分气缸压力(绝压)/MPa, 实验取 $P_0=0.4987$ MPa; V 为分气缸的容积/m³, 实验取 $V=0.127$ m³(对称两分气缸); P_a 为标准大气压/MPa, $P_a=0.1013$ MPa; P_1 为喷吹终了分气缸压力(绝压)/MPa, 这里滤袋为负压(取85℃的压力值), $P_1=0.04236$ MPa; k 为绝热指数, 对空气 $k=1.4$ 。

每个脉冲阀的耗气量为:

$$q=[(0.4987\times0.127)/0.1013]\times[1-(0.04236/0.4987)^{1/1.4}]$$

$$q=0.518\text{m}^3/\text{阀次}$$

脉冲阀耗气总量为:

$$Q=1.3\times(12\times518/(1000\times5))=1.616\text{m}^3/\text{min}$$

从计算可看出分气缸进入脉冲阀的压力越高则耗气量也就越大, 一般进入脉冲阀的压缩空气压力不宜超过0.6MPa。所以, 从空压机或储气罐至分气缸的压缩空气的压力要设置减压阀并可调。空压机的排气量一般按脉冲阀总耗气量的1.5~2倍选择。因此, 可选择排气量为3.2~3.6m³/min空气压缩机即可满足需要。

2.4 喷吹管及喷吹孔径的计算

喷吹管的直径可根据选择的脉冲阀的口径确定即可, 如本例可选择通径DN50的直角型脉冲阀。

喷吹管上喷吹孔径按式(5)^[4-5]计算。

$$d=\sqrt{\frac{c'd'^2}{n'}} \quad (5)$$

式中: d 为喷吹孔径/mm; c' 为系数, 取0.5~0.65; d' 为脉冲阀出口直径/mm, 实验取 $d'=53$ mm; n' 为喷吹孔数量, 实验取 $n'=12$ (两台)。

$$d=\sqrt{\frac{0.5\times53^2}{6}}=15.29\text{mm}$$

脉冲气流从脉冲阀喷出后沿喷吹管的长度方向上其速度及静压力分布是不均匀的, 离阀远的喷吹孔径要小于离阀近的喷吹孔径0.5~2mm。

本例采用的是导流管式的喷嘴结构, 导流管外径通常为喷吹孔径的2~3倍。

导流管长度按式(6)计算。

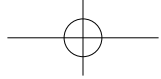
$$L=C_0(d/k_0) \quad (6)$$

式中: L 为导流管长度/mm; C_0 为系数, $C_0=0.20\sim 0.25$; k_0 为射流紊流系数, 柱形射流, $k_0=0.08$ 。

$$L=0.2(15.29/0.08)=38.2\text{mm}, \text{取}40\text{mm}。$$

2.5 喷吹管至滤袋入口端部距离计算

喷吹管至滤袋入口端部的距离确定不合适会影响喷吹效果, 还会加剧滤袋的磨损。



喷吹管至滤袋入口端部距离按式(7)进行计算:

$$h=(R-48)/0.353 \quad (7)$$

式中: h 为喷吹管至滤袋入口端部距离/mm; R 为滤袋口径/mm, $R=140\text{mm}$ 。

$$h=(R-48)/0.353=(140-48)/0.353=260.62\text{mm}$$

导流管口至滤袋入口距离: $h_1=260.62-40=220.62\text{mm}$ 。

3 脉冲反吹滤袋装置设计、制造、安装及使用应注意事项

3.1 压缩空气的除湿处理

根据计算选择合适的压缩机,用于乳品生产的空压机要选择无油的且带有储气罐。这是因为储气罐能提高空气压缩机输出气流的连续性及压力的稳定性,同时还能进一步沉淀分离压缩空气中的油分及水分,最终保证供给充足的压缩空气。不仅如此,从储气罐输出的压缩空气还必须进行除湿处理。要提供当地空气环境的相对湿度等基本资料及要除湿的程度,由冷干机生产厂家协助选择合适的除湿机。经过除湿后的压缩空气然后通过脉冲阀喷入至每只滤袋的空气才不会结露有水分带入袋中,这样就会避免黏袋现象发生。

3.2 袋滤器的设计应考虑操作方便

在设计袋滤器时必须考虑拆装滤袋是否方便。操作方便指的是拆卸及换袋要方便,喷吹管的拆卸连接要方便。长袋有的鼠笼采用分体式结构,设计要考虑连接是否牢固。由于分体式的鼠笼在袋滤器连接不佳摇摆加剧滤袋磨损现象比较常见。这里特别说明的是国内不少设计制造厂拆卸滤袋都是进入到袋滤器中完成,滤袋端部至器顶至少留有2m左右的无用空间,这种拆装滤袋十分不便,正确的应是袋滤器设计成可拆卸的上盖,上盖只要不与喷吹管发生干涉即可,这样拆卸滤袋操作者就可在袋滤器顶部的外部完成拆装的工作,这样会方便很多。

3.3 制造安装要求

喷吹管上分布若干个小孔,每个小孔必须严格的正冲着滤袋的中心不得偏离,一经发生偏斜就会导致喷出的空气偏向滤袋一侧,而另一侧风力减弱,即会影响清理效果,这样清洗滤袋间隔时间就会缩短。所以,安装时必须保证喷吹管水平。脉冲反吹滤袋系统在制造及安

装完毕现场应做气密性实验,检查并保证系统不泄漏。泄漏就会影响清理滤袋上粉尘的效果,主要容易泄漏的是气管道,滤袋端部与分布板连接处。

3.4 滤袋材料的选择

用于食品、乳品、制药、玉米深加工及大豆深加工中所选用的滤袋都是根据粉尘特性来具体确定的,材料要对粉尘无污染,透气性好,耐一定高温,其次耐磨。主要有:聚酰胺、聚丙烯、耐温烯组、涤纶等^[6-8]。

4 结 语

脉冲反吹滤袋捕粉缺点是拆装滤袋费时,尤其大生产能力的干燥塔,由于布袋多拆装一次麻烦,国外这种捕粉滤袋是不拆卸的(磨损的滤袋除外),使用一定时间即进行原位自动清洗,然后通过干燥塔的热风将其烘干。其次这种捕粉滤袋容易磨损。采用这种捕粉尤其要注意当地的环境空气相对湿度的情况。比如在我国南北方,空气相对湿度较大,尤其南方沿海地区采用脉冲反吹滤袋捕粉更加要注意。在南方生产速溶茶粉及茶多酚的比较多,而这种粉的特点暴露在空气中又极易吸潮,粉特别黏,粉尘又细,至今脉冲反吹在上述喷雾干燥生产中没有得到应用^[9-10]。

参考文献:

- [1] 姚玉英. 化工原理[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2005.
- [2] 刘殿宇. 脉冲反吹捕粉装置在奶粉喷雾干燥生产中的设计及应用[J]. 乳业科学与技术, 2006(3): 123-124.
- [3] 刘殿宇. 喷雾干燥系统捕粉结构形式的发展及其应用效果[J]. 乳业导刊, 2005(2): 23-24.
- [4] 张殿印, 王纯. 脉冲袋式除尘器[M]. 北京: 化学工业出版社.
- [5] 徐志毅. 环境保护技术与设备[M]. 上海: 上海交通大学出版社.
- [6] 刘殿宇. 奶粉喷雾干燥生产应注意的问题[J]. 中国乳业, 2010(1): 45-47.
- [7] 刘殿宇. 喷雾干燥系统调试过程出现的问题及解决方法[J]. 化工装技术, 2005(1): 7-8.
- [8] 刘殿宇. 喷雾干燥中的细粉聚结造粒工艺及设备[J]. 食品科学, 2000, 21(1): 59-61.
- [9] 刘殿宇. 压力喷雾干燥系统在速溶茶粉生产的应用[J]. 中国茶叶, 2009(7): 21-22.
- [10] 刘殿宇. 速溶茶粉喷雾干燥生产的几个问题[J]. 福建茶叶, 2009(3): 27-28.