

喷雾干燥中的细粉聚结造粒工艺及设备

刘殿宇 黑龙江省乳品机械总厂 151400

摘 要 奶粉冲调性能的好坏是衡量奶粉质量的一项重要指标,也是广大消费者所关心的。我国有很多乳品厂已经或正在进行奶粉生产设备的改造,即将干燥塔排风中捕集下来的细粉重新送回干燥塔内进行聚结、造粒,就此加以阐述。

关键词 细粉 干燥塔 聚结 造粒 设备

立式压力喷雾干燥与立式离心喷雾干燥是奶粉生产的主要设备,无论哪种型式干燥过程中塔内排风中都携带一定数量的细粉,这部分细粉约占干燥塔总出粉量的20%~25%。这部分细粉都必须经过捕粉设备即布袋捕粉或旋风加布袋两组捕粉进行捕集,捕集下的粉一般是与塔内排出的粉进行混合,(袋滤器捕集下的粉量小另作它用)再经过筛后即进行包装,这样的粉极易混合不均,更主要的是由于细粉多是以单粉粒的形式存在,当混合不均时单粉粒则易聚集在一起,

其润湿性、分散性差,使奶粉冲调时间增长,甚至出现结块。细粉回收造粒设备即是解决由于细粉的存在使奶粉不好冲调的问题。以RGYP01-630型立式压力喷雾干燥塔生产脱脂乳粉为例(捕粉型式为旋风加布袋二级捕粉见图1)阐述其细粉回收造粒过程。

1 细粉回收造粒工艺过程及组成

RGYP01-630型立式压力喷雾干燥塔细粉回收聚结造粒工艺流程:

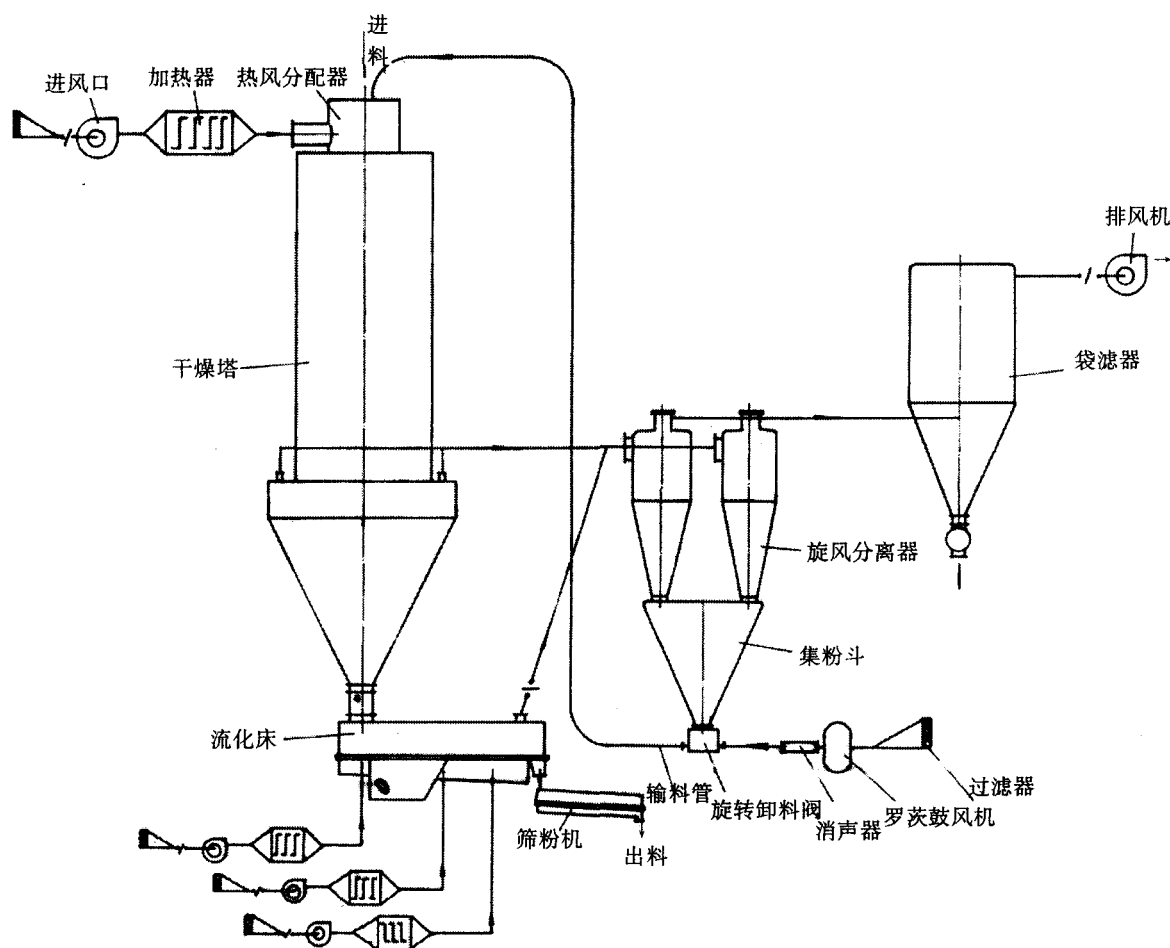


图1 RGYP01-630型喷雾干燥塔细粉回收造粒简图

细粉→旋风分离器→集粉斗→旋转卸料阀

空气→过滤→罗茨鼓风机——↑

→喷雾干燥塔→聚结造粒→二次流化干燥→筛粉→包装。

细粉的聚结造粒是在干燥塔中完成的,设备主要由罗茨鼓风机、旋转卸料阀,风送粉管路、喷嘴等组成。另外这样的粉一般塔下都接有流化床作为二次流化干燥。凡与物料接触部位均采用1Cr18Ni9Ti不锈钢制造。风力输送粉采用压送。

2 工作原理

由旋风分离器捕集下来的细粉经过旋转卸料阀连续地把细粉排下。由罗茨鼓风机通过输料管把细粉送至喷雾干燥塔雾化区,被雾化的料液或正在干燥的奶粉吸附、粘结。细粉造粒过程大致可以分成3种情况,即细粉进入干燥塔内,一部分迅速被雾化的料液吸附、一部分则粘附于干燥中的奶粉粒子上,只有少量的细粉没有聚结成较大颗粒而落入排粒口,最终绝大多数都聚结成较大的颗粒,粒子直径多在100~250 μm之间。有的直径更大些,从干燥塔排出即进入流化床进行二次流化干燥使奶粉完全干燥。这样的粉只含少量的细粉而且具有较高的流动性、润湿性、分散性。

3 冲调性

细粉经过重新送回干燥塔内进行聚结造粒,再经过流化床流化干燥使奶粉进一步团粒化,其物理性质大为改变,润湿、沉降和分散性能均获很大改善,这是因为原有的单粉粒被转变为多孔的聚集体,水与这些聚集体接触后迅速进入孔内将粉粒润湿,粉粒沉入水内、散开并被溶解,因此速溶。造粒后的奶粉颗粒均匀,粒径在100~250 μm之间,就奶粉的外观而言也好于未经造粒的奶粉。

4 细粉回收造粒的主要部件设计

4.1 输料管的计算

细粉回收风力输送粉采用压送(图1)气流输送系统中单位时间输送的物料质量wskg/h与单位时间所需要的空气质量wakg/h的比值Us称为混合比。

$$Us = Ws / Wa$$

输送乳粉Us=1~4,一般多取中间值,如果气流速度Ua m/s 输送管内径D,

$$\text{则 } D = \sqrt{4Va / 3600 \pi Ua m}$$

式中:Va为风量:m³/h

对输送乳粉气流速度多在18~25 m/s。

RGYP01360型立式压力喷雾干燥塔排风中粉尘携带量G为189kg/h,设计输送物料量Ws应有一定富裕量多为Ws=(1.2-1.5)W,Ws=189×1.5=283.5kg/h。所需空气质量由下式求出。

$$Us = Ws / Wa \quad Wa = 283.5 / 2 = 141.75 \text{ kg/h (这里 } Us = 2)$$

风量:

$$Va = 141.75 / 1.205 = 117.6 \text{ m}^3/\text{h} \quad (20^\circ\text{C 空气密度 } 1.205 \text{ kg/m}^3)$$

实际进风量按理论进风量的1.2~1.25倍选取,
V=117.6×1.25=147m³/h

则D=√(4×147/3600π)=53.8mm(这里Ua取8m/s)

4.2 压力损失计算

风机风量、输料管径计算完后还必须计算出合适的风机风压,即在输送物料中的压力损失计算。根据图1物料走向,它包括以下几方面的计算。

(1) 加速段压力损失△Pac

加入物料管的物料,在气流方向的初速度为零,要靠气流的动能将物料加速到稳定的输料状态,物料达到一定速度,这段产生的压力损失为加速段损失,按下式计算。

$$\Delta P_{ac} = (C + Us) \gamma a / 2 \mu a^2$$

式中:C供料系数,其值在1~10之间,连续供料取小值,间段供料取大值。

Us混合比

γa空气密度,kg/m³

(2) 水平输料管中压力损失△P_{HL}

$$\Delta P_{HL} = \alpha_H \lambda a L / D \cdot \gamma a / 2 \mu a^2$$

式中:λa-空气磨擦系数可近似表示

$$\lambda a = K (0.0125 + 0.0011 / D)$$

光滑管K=1.0

式中:L-输料管水平长度,m。

D-输料管内径,m。

α_H-系数,无因次。

$$\alpha_H = \sqrt{30 / Ua} + 0.2Us$$

(3) 垂直输料管中的压力损失△P_{VL}

$$\Delta P_{VL} = a_v \lambda a L / D \cdot \gamma a / 2 \mu a^2$$

式中:a_v-系数,无因次。

$$a_v = 250 / Ua^{3/2} + 0.15Us$$

(4) 弯输料管的压力损失 ΔP_{el}

$$\Delta P_{el} = \varepsilon a U_s \gamma a / 2 U a^2$$

式中: εa -阻力系数

(5) 空气管的压力损失 ΔP_{ex}

$$\Delta P_{ex} = \lambda a L / D \gamma a / 2 U^2 \text{ (直管)}$$

式中: U -空气在管中的车速 m/s

空气管中的气流速度, 一般在 $6 \sim 14 m/s$ 的范围。

气流输送系统总的压力损失 ΔP

$$\Delta P = P_{ac} + \Delta P_{HL} + \Delta P_{VL} + 3 \Delta P_{el} + \Delta P_{ex}$$

实际风机风压

$$P = (1.1 \sim 1.2) \Delta p$$

4.3 风机消耗功率

$$N = VP / \eta$$

式中: V -空气体积 m^3/s

η -效率, 无因次 $0.5 \sim 0.7$

RGYP01-360 型立式压力喷雾干燥塔细粉输送管沿程压力损失计算如下。

$$\Delta P_{ac} = (3+2) 1.205/2 \times 18^2 = 976 Pa \text{ (这里 } C \text{ 取 } 3)$$

$$\Delta P_{HL} = 1.69 \times 0.0329 \times 20/0.0538 \times 1.205/2 \times 18^2 = 1008.7 Pa \text{ (水平输送管长 } L \text{ 为 } 5m)$$

$$\Delta P_{VL} = 3.574 \times 0.0329 \times 20/0.0538 \times 1.205/2 \times 18^2 = 8532.97 Pa \text{ (垂直管长 } L \text{ 为 } 20m)$$

$$\Delta P_{el} = 3 \times 1.5 \times 2 \times 1.205/2 \times 18^2 = 1756.89 Pa \text{ (阻力系数取 } 1.5, 3 \text{ 个弯头)}$$

$$\Delta P_{ex} = 0.0329 \times 2/0.0538 \times 1.205/2 \times 14^2 = 144 Pa$$

总的压力损失

$$\Delta P = 976 + 1008.7 + 8532.97 + 1756.89 + 144 = 12418.56 Pa$$

实际风机风压

$$P = (1.1 \sim 1.2) \times 12418.56 = 14902 Pa$$

风机功率

$$N = 0.0283 \times 14902/0.5 = 0.843 KW$$

输送乳粉的实际电机功率多按理论值的 $4 \sim 5$ 倍选取。

5 其它注意事项

采用上述方法生产脱脂速溶奶粉效果很好。此法

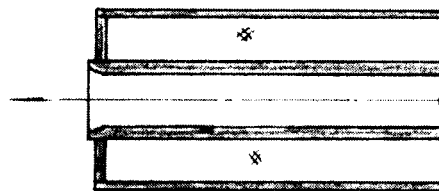


图2 喷嘴

还可以生产全脂速溶奶粉, 不过应加卵磷脂速溶化处理, 一般在卧式振劝流化床内完成。全脂奶粉的凝聚可改善分散性, 但不能改善可湿性, 这是因为全脂奶粉中有游离油脂成分, 尽管含量微小也会转移到粉粒的表面上, 使粉粒呈斥水性。油脂的移动可靠物料手段制止, 即加少量表面活性剂如卵磷脂, 来改善可湿性, 使奶粉在冷水中速溶。因此加少量附属设备就可以生产不结块的全脂速溶奶粉, 乳清粉等。立式压力喷雾干燥塔细粉输料管可以从热风分配器顶部进入, 也可以从塔体旁侧将细粉送至料液雾化区; 而离心喷雾干燥塔的细粉输料管则是从干燥塔旁侧把细粉送到料液雾化区。需要注意的是进入干燥塔一段管应采用套管式的结构并加保温 (见图2)。过小的曲率半径阻力大容易造成堵塞, 曲率半径多在 $600 \sim 1200 mm$ 之间。为了方便清理清洗输料管, 有的采用食用无毒塑料管代替不锈钢管。效果良好。风力输送粉的空气必须经过严格的过滤, 空气相对湿度不超过 80% , 否则要对空气除湿加热, 防止奶粉持壁导致输料管堵塞。其次是各接关处应联接牢固严密, 不得漏气以防料管堵塞。旋转卸料阀的电机应加过载报警装置以防卸料阀超载运行, 尤其是生产全脂速溶奶粉时应防止卸料阀出现“抱轴”, 这样的例子在实际应用中是发生过的。

参考文献

- 1 [丹麦]K. 马其托思著. 喷雾干燥手册. 黄照柏, 冯尔健等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983, 8.
- 2 华南工学院等编著. 发酵工程与设备. 北京: 轻工业出版社, 1990, 9.