

膏状非牛顿流体输送与雾化技术的开发及应用*

汪建文 李振法 田瑞 施志钢

(内蒙古工业大学动力系 呼和浩特 010062)

摘要 通过国内外对一般膏状非牛顿流体干燥方法的介绍和对含水率60%~70%饲料金霉素膏状物的物料特性分析,提出了物料输送、雾化的难点及采取的措施,给出了该项技术开发应用的实例。

关键词 膏状物 非牛顿流体 输送 雾化 干燥

中图分类号 TQ022.4 TQ051

在化工、食品、制药行业中,很多产品都是呈稀浆料形式采用喷雾干燥提取,含水率有的高达90%以上,如触媒进料含水率92%(湿基,以后均为湿基),饲料金霉素进料含水率91%。这种干燥方法提取产品耗能极大。如果将物料先通过机械板框压滤脱水,变成含水率为60%~70%的滤饼膏状物,然后采用喷雾干燥进行提取,将节约能源3~5倍^[1],单位体积单位时间内的生产能力可提高4~10倍^[1],避免了喷雾干燥的粘壁问题。

但是,膏状物绝大部分属于非牛顿流体,随着物料的不同及水份的变化,其物理特性及流变特性千差万别,十分复杂,直接喷雾干燥难度很大。本文以含水率为60%~70%的饲料金霉素物料为介质,基本解决了输送、雾化问题,成功地采用了直接喷雾干燥,取得了较好的效果。

1 物料特性

含水率为60%~70%的饲料金霉素是发酵液(含水率91%)经过板框滤后的物料,有关该物料流变特性和参数的报道尚未见到。根据作者初步研究结果,发现该物料粘附性极强,在料仓中其物料的休止角超过45°,基本失去流动性。这是一种高粘度时变性非牛顿流体,在恒定变形速率 $\dot{\gamma} = du/dy$ 下,其表现粘度 η 随剪切时间 t 而变小,如图1所示,这种流体称为触变性流体。

除此之外,该物料还具有粘弹性流体法向应力差的一些特性,如威森堡效应(Weissenberg Effect)一爬杆现象^[2]、挤出物膨胀现象(Jet Swell),如图2、图3所示。

经实测物料的其它部分流变特性及热敏性参数见表1。

收稿日期:1999-03-01

* 内蒙古自治区教委重点领域 ZL98007 资助项目

表 1 饲料金霉素(60%~70%含水率)部分物性参数

表观粘度/Pa.s	与水的压降损失比(在 0.2~0.3m/s 流速下,在相同流速,相同管径时)	物料休止角/°	熔点/°C
$1.5 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$	16000~48000	45~60	174

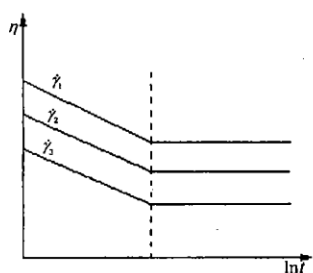
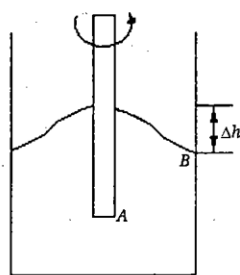
图 1 物料 η — $\ln\dot{\gamma}$ 关系曲线
 $\dot{\gamma}_3 > \dot{\gamma}_2 > \dot{\gamma}_1$ 

图 2 威森堡效应

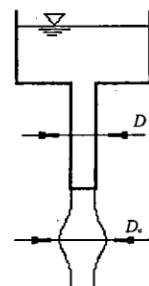


图 3 挤出膨胀现象

2 膏状物输送与雾化的难点、措施

2.1 国内外膏状物干燥方法及其进展

国内外对于膏状物的干燥主要有以下四种方法:

(1)隧道干燥法. 把盛于浅盘里的物料装在小车上,将小车送入狭长的隧道,使小车上的物料与隧道内的热空气接触加热物料,达到干燥的目的.

(2)振动流化床干燥法. 干燥床由振动电机产生激振力,物料在给定方向激振力的作用下跳跃运动,同时流化床底部输入的热风使物料处于流化状态,物料与热风充分接触,达到理想干燥效果.

(3)旋转闪蒸干燥法^[3]. 物料通过螺旋输送机被送到干燥室,加热空气以切线方向进入干燥室,高速旋转热气流由塔底向上流动与物料充分接触,使物料处于稳定的平衡化状态. 在塔内搅拌器的机械撞击和旋转气流动能的共同作用下,料块被分散,形成不规则颗粒,较大未干颗粒向室壁运动落到干燥室下部重复上一过程,随着物料的被分散和物料间的互磨,干燥后的细小颗粒随气流一起被排放到收集器,从而得到干燥制品达到干燥目的.

(4)喷雾干燥法^[4]. 将溶液、浆液或微粒的悬浮液喷成雾状细滴分布于干燥塔的热气流中,使水分迅速汽化,物料达到干燥目的.

国内外对膏状物干燥的研究在 70 年代末比较活跃^[5,6,7],尤其值得一提的是我国某颜料厂对膏状物铬黄采用直接喷雾干燥稳定地投入了生产应用中^[8],取得了可喜的成绩. 但是,到目前为止,对于其它膏状物的喷雾干燥还未取得进展.

2.2 膏状物输送与雾化的难点及措施

由上述的四种干燥方法可见,膏状物的干燥最好采用直接的喷雾干燥法,因为它具有(a)热利用率高,节能显著;(b)体积小,生产能力大;(c)不粘壁,基本实现一步制粒;(d)适合热敏性物料,效价不被破坏. 但采用这项技术有以下几个难点需要解决:

(1)入料问题. 本物料呈膏糊状、滤饼状,象胶泥,基本失去了流动性. 如何将这种物料进入输送增压设备的入口这是首要解决的问题. 采取措施:利用物料的时变性,通过进料装置将膏状物具备初步的流动性,再经过挤压将物料送入输送设备的入口. 这时进料装置的转速与物料含湿量关

系较大,在设计中应尽可能使一种转速适应较大范围物料的含湿量。

(2)输送问题. 对于液体和固体的输送一般比较好解决,但对膏状物的输送难度很大. 采取措施:通过改进了的往复式灰浆泵实现了这种物料的输送,保证了较好的雾化效果。

(3)雾化问题. 膏状物料粘附性极强,不易分散,易于使已分散的物料重新粘结成团. 水分和物料的结合状态属毛细管水、渗透水、吸附水和结构水,故水份在物料中的传递阻力大,必须设法将物料分散成很小的颗粒,以减少传热传质阻力,才能大幅度降低干燥时间,提高干燥过程的热效率. 采取措施:在一个喷嘴内实现一次物料三次气流的二内一外旋转混合的雾化器,便于拆卸安装,直径不超过 10mm 的杂物不会受堵,达到比较理想的雾化效果。

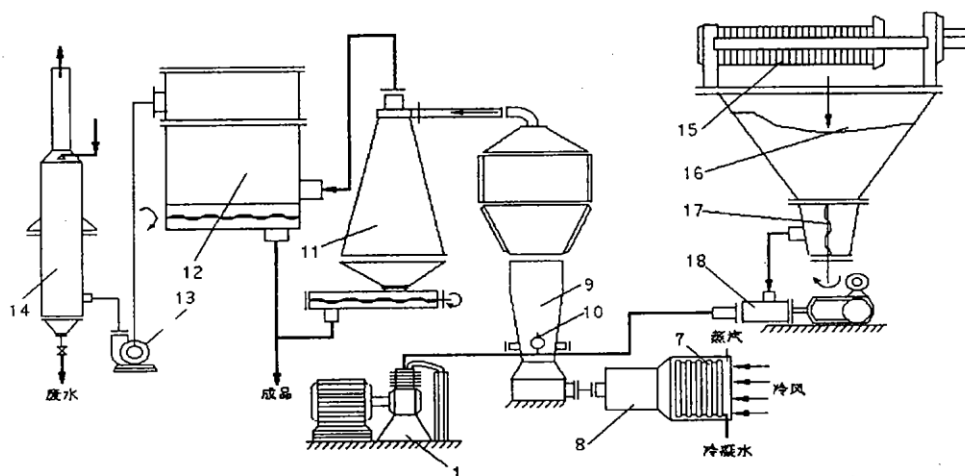


图 4 膏状物直接喷雾干燥的工艺流程图

2.3 膏状物直接喷雾干燥的工艺流程

如图 4 所示,含水率 91%浆液经板框机(15)压滤脱水,压滤后含水率为 60%~70%的滤饼落入储料斗(16),经立式锥形送料器(17)把物料送至灰浆泵(18),由泵加压后通过管路送至雾化器(10),与来自空压机(1)的压缩空气在喷嘴内接触,把物料雾化成细小颗粒喷入塔(9)内. 空气经翅片加热器(7)(实际为热风炉)加热后进入喷塔(9)内作为干燥气流,尾气经旋风分离器(11),脉冲袋滤器(12)进行气固分离后进入引风机(13),引风机出口排至湍球塔(14)经净化后排空。

3 应用结果

含水率 60%~70%的饲料金霉素物料其粘性和流动阻力比含水率 50%铬黄要大,但作者设计和研制的饲料金霉素(60%~70%含水率)膏状物直接喷雾干燥装置在某企业的试生产中,得到含水率 30%左右的颗粒状产品,为以后二步干燥创造了极好的条件,取得了较好效果. 其主要运行参数如表 2。

表 2 膏状饲料金霉素喷雾干燥装置运行参数

物料含水率/%		生产能力/ kg/h	温度/℃		热效率/%		颗粒直径/ mm	动力消耗/ kw/t 产品	平均干燥强度/ kg 水/h
初始	终了		进塔	出塔	最高	最低			
60~70	30~35	700	180~230	70~80	73.8	56.4	0.1~2	130	930

4 结束语

实现对膏状非牛顿流体的输送与雾化,为其干燥技术提供了开发、应用前提条件,同时也避免了长期以来喷雾干燥的粘壁问题。要想达到满意的雾化效果,除了首要解决入料和输送问题外,还应保证使雾化器前的进料均匀、平稳及喷嘴内压缩气流的有效利用。影响膏状非牛顿流体输送与雾化的因素很多、很复杂,许多问题还有待今后进一步研究、认识和解决。

参 考 文 献

- 1 化学工程手册编委会,化学工程手册:第 16 篇干燥.北京:化学工业出版社,1989. 196
- 2 Weissenberg K. A continuum theory of rheological phenomena. *Nature*, 1947, 159, 310 ~ 311
- 3 Werner H. Study of spray dry. *Chem Eng Tech*, 1972, 44(8): 570
- 4 Brit. BCD & process technology. *Chem Eng*, 1972, 17(2): 105
- 5 Masters K. Recent Development in Spray Drying. *Chem Age of India*, 1979, 30(11): 44 ~ 49
- 6 日本粉体工业协会.干燥装置マニエワル.日本:日刊工业新闻社,1978.76 ~ 81
- 7 桐荣良三.干燥装置.日本:日刊工业新闻社,1982.23 ~ 26
- 8 天津油漆厂.膏状物流喷雾干燥.染料工业,1979,24(2):24 ~ 29

The Development and Application of Feeding and Spraying Technique of Pasty Non-newtonian Fluid

Wang Jianwen Li Zhenfa Tian Rui Shi Zhigang

(Power Engineering Department, Inner Mongolia Polytechnic University, 010062, Huhehot, PRC)

Abstract According to the introduce of drying method to general pasty non-newtonian fluid and material properties analyses to pasty chlortetracycline in which the moisture content is 60% ~ 70% in domestic and abroad, the paper presents the difficult points and method which solving it in feeding and spraying material. And the paper gives out the instance in feeding and spraying the technique.

Key words pasty material non-newtonian fluid feed spray drying