

单管变螺距输送机研究^{*}

姜大志 孙俊兰

(盐城工专机械工程系,盐城,224003)

摘要 针对气力提升中使用的单管变螺距螺旋喂料机过早磨损和功耗较大的情况,进行详细的分析,并对水泥生产中的生料粉和水泥成品进行压缩试验,为变螺距的设计提供依据,同时提出设计时应该注意的事项因素。

关键词 输送 螺距 压缩 压力

分类号 TH22

概述

单管变螺距螺旋输送机是粉体气力输送时常用的一种喂料装置,它不仅可以提供稳定的给料量,同时又可以起到料封作用,以隔绝压力气体与料仓之间的气流通道。单管变螺距输送机具备这样的特点,主要是由于有变螺距的结构,如图1所示,送料螺旋从进料端到出料口螺距逐渐变小,料管中的物料也从进料端到出料端变得越来越密实,并在出料口形成一定的压力,这样才能与出料口的气体压力相平衡,防止压力气体外泄。但被输送物料可压缩多少,产生的压力是多大,螺距变化选多大合适,目前还没有参考的依据。为了保证使用中的可靠性,一般设计中都选择较大的变化量,因而在出料端产生较高的压力和较大的摩擦,导致磨损加剧、功耗

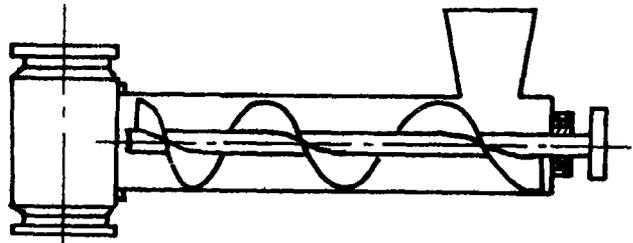


图1 单管变螺距输送机结构示意图

提高。如某水泥厂 $\varnothing 150 \times 1000$ 的单管喂料机,输送量为20—22t/h,出料端的叶片一般两周就需修理,选用电机功率为6.5—7.5kW,这种功率配置远高于同样规格的其它螺旋输送机。

1 粉体的压缩与压力的测试

粉体受压过程中粉体体积的变化量与受压中产生的压力之间的关系,是选择螺距变化量的依据。对不同的粉体,这种对应关系是不同的。水泥生产中需要采用气力输送的,主要是水泥生料和水泥熟料经研磨后的水泥成品。为了了解这两种产品的受压特性,特对这两种粉体在WE-10A型液压式万能压力试验机进行了测试,试验数据和曲线分别见表1和图2。

从以上试验曲线可以看出,无论是那种粉体,在受压过程中,初期随着体积的变化压力上升较慢,并且呈线性关系;当体积进一步缩小,曲线的斜率开始上升,经过过渡区后,压力上升

* 收稿日期:1995-12-10

表1 水泥生料及水泥成品压缩量与压力的测试数据

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 生料受压 kN | 1.2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 生料压缩量 mm | 38.0 | 40.5 | 42.5 | 43.5 | 44.5 | 45.5 | 46.0 | 46.5 | 47.0 | 47.6 | 48.0 | 48.5 | 49.0 | 49.3 | 49.5 | 49.6 |
| 生料体积变化 | 0.27 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | .325 | .329 | .332 | .336 | .341 | .343 | .346 | .350 | .351 | .353 | .354 |
| 生料内压力 N/cm ² | 6.8 | 11.4 | 17.0 | 22.7 | 28.4 | 34.1 | 39.8 | 45.5 | 51.1 | 56.8 | 63.1 | 68.2 | 73.9 | 79.5 | 85.2 | 90.6 |
| 水泥受压 kN | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.2 | 4.2 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 | 16.0 | 18.0 |
| 水泥压缩量 mm | 24.0 | 30.0 | 33.0 | 35.0 | 38.0 | 39.0 | 40.0 | 41.2 | 42.0 | 43.0 | 43.9 | 45.0 | 46.0 | 47.0 | 47.5 | 48.0 |
| 水泥体积变化 | 0.16 | 0.2 | 0.22 | .233 | .235 | .260 | .267 | .275 | .280 | .287 | .293 | .300 | .307 | .313 | .317 | .320 |
| 水泥内压力 N/cm ² | 2.83 | 5.66 | 8.49 | 11.3 | 18.1 | 23.8 | 28.3 | 34.0 | 39.6 | 45.3 | 50.9 | 56.6 | 67.9 | 84.9 | 90.6 | 102. |

很快,体积微小的变化,压力就会有相当大的增量。粉体相当于微小的颗粒群,受压初期随着压力的上升,颗粒间的空隙在减小,且具有线性关系;当颗粒间的空隙接近于零时,微小的压缩也会产生很大的压力,到达完全密实状态就成了不可压缩的固体。各种粉体受压时曲率的变化是各不相同的,最大可压缩量取决于粉体的细度和重度,当然是细度越高、重度越大,粉体的可压缩性越小,如水泥细度高于生料粉的细度,可压缩性就比生料要小。从试验曲线中可以看出水泥的最大压缩量小于0.33,生料粉的最大压缩量小于0.37。

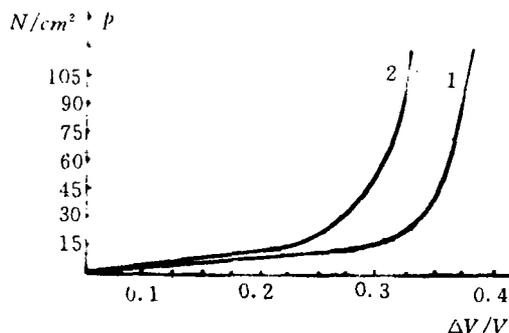


图2 水泥生料和成品压缩量与压力曲线

2 应用及注意事项

在实际使用中导致功率变大和磨损加剧,主要是粉体在输送过程中受变螺距的压缩量过大而产生太大的压力所致。要减小功率消耗和减少磨损,就必须选择合适的螺距变化产生合理的压力。有了粉体压缩量与压力的关系曲线,就给变螺距螺旋的设计提供了依据。在设计和应用中应注意如下几方面的问题:

(1)对不同的粉体应采用不同的螺距变化量。对生料粉体来说,最大压缩量应小于0.3;对水泥成品,最大压缩量应小于0.25。由此产生的压力完全可满足水泥生产中采用气力输送的压力要求。当然具体螺距变化量要根据出口的气体压力及其它因素来确定。

(2)使用单管变螺距螺旋输送机作气力输送的喂料机时,粉体总的压缩量并不等于螺距的变化量,因为一般在气力输送系统中在喂料机的进口口处都设有料仓,采用这种装置时,当粉体进入输送机时就已经有了一定的压力,也就相当受到了一定的压缩,压力值应该为

$$P_1 = rh$$

式中, r 为粉体的重度(N/m³), h 为料仓中料柱的高度(m)。由 P_1 值从曲线中查出此处的粉体预压力 δ_1 ,螺距的变化量 δ_2 应从总的压缩量 δ 中减去 δ_1 ,这里不能忽略 P_1 作用,因为粉体受压初期曲线的斜率较低,较小的压力产生的压缩量并不很小。(下转第27页)

系数 α_i 大于管外对流给热系数 α_o 。这是因为管内气体流过催化剂颗粒时湍流程度较大。管外对流给热系数由气体辐射传热系数 α_{cr} 和对流传热系数 α_{cc} 组成, 其中 α_{cr} 比 α_{cc} 大得多。所以, 只有采取措施提高 α_{cc} , 才能有效地提高总传热系数。

4 结论

在适宜的操作条件下, 利用二段转化气的余热供给一段转化反应热负荷, 实现转化系统的自然平衡是可行的。在对流换热式转化炉中, 转化反应主要受传热控制。强化传热的关键是提高管外对流给热系数 α_{cc} 。

参考文献

- 1 G. Pagani et al. proceedings of The British Sulphur Coroprration's 4th International Conference On Fertilizer Technology. 1981, 195~216
- 2 张翊人. 现代化工. 1987, 5: 13~18
- 3 王文善. 大氮肥. 1985, 1: 8~18
- 4 陈亚平. 无机化工工艺学(一). 化学工业出版社. 1981
- 5 唐洪青. 天然气化工. 1980, 5: 1~2
- 6 吕志敏. 大连理工大学研究生论文集. 1988

附录: 符号说明

| | |
|--|--|
| A_i 转化管截面积, m^2 | x 已反应的组分摩尔数与原料氮总量之比 |
| C_p 等压热容, $kJ/kmol \cdot k$ | Z 管长, m |
| d 管径, m | α 给热系数, $kJ/m^2 \cdot h \cdot k$ |
| E 活化能, $kJ/kmol$ | e 催化剂床层空隙率, m^3/m^3 |
| F 气体流量, $kmol/h$ | λ 转化管道导热系数, $kJ/m \cdot b \cdot k$ |
| k 反应速率常数, $kmol/m^3 \cdot h \cdot \frac{N}{m^2}$ | 下标: |
| n 转化管根数, | 1 CH_4 蒸汽转化反应 |
| P 压力, N/m^2 | 2 CO 变换反应 |
| q_L 单位长度反应器壁的热损, $kJ/m \cdot h$ | i 管内 |
| r 反应速率, $kmol/m^3 \cdot h$ | o 管外 |
| T 温度, K | w 管壁 |

(上接第 11 页)

(3) 设计螺距变化最好选择均匀变化, 但这可能给制造增加难度。选择分段变化, 相邻段的变化不宜太大, 否则会出现出口处达不到预压力, 而局部螺旋片磨损仍然很大, 功耗上升。

(4) 由于叶片与管道之间有间隙存在, 而且粉体在管道中有随叶片的旋转运动, 粉体的运行较理论状态略有滞后, 压力也稍低, 须考虑适当的修正系数。

参考文献

- 1 许林发. 连续运输机. 机械工业出版社. 1983
- 2 洪致育, 林良明. 建筑材料机械与设备. 建筑工业出版社. 1982