

滚筒式分级机滚筒直径和长度的计算方法

厦门水产学院 陈木荣

摘要 滚筒直径和长度是滚筒式分级机的两个主要尺寸,以往的设计计算均用试算法确定,其过程相当繁杂。本文提出一种较为简便合理的计算方法,供设计时参考应用。

关键词 滚筒直径 滚筒长度 长径比 排数 排孔数

滚筒式分级机广泛用于蘑菇和青豆的分级,它的两个主要尺寸——滚筒直径与长度,在以往的设计计算中均采用试算法确定,计算过程相当繁杂。本文提出一种较为简便合理的计算方法,供设计计算时参考应用。

1 各级孔数配置计算

滚筒式分级机滚筒上的筛孔直径是分区段依次增大的,整个滚筒分为若干区段(比等级数少一个区段),一个区段就是一个等级段。每个区段上的筛孔直径相同,进口区段的筛孔直径小,出口区段的大。

1.1 各级孔数计算

滚筒上各级筛孔孔数是计算直径和长度的依据之一,各级筛孔孔数可表示为

$$Z_i = a_i \cdot b_i \cdot Z_0 \quad (i=1, 2, \dots, k-1, \text{下同}) \quad (1)$$

式中 a_i ——原料粒径分布比例系数,相应等级粒径分布比例较大的,其值亦较大,可由实测确定;

b_i ——原料沿滚筒轴向分布比例系数,相应等级段物料分布比例大的,其值亦大,可由实测确定;

Z_0 ——基准孔数;

K ——分级等级数。

1.2 基准孔数计算

整个滚筒的筛孔总数为

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^{k-1} Z_i = \sum_{i=1}^{k-1} a_i \cdot b_i \cdot Z_0 \\ &= Z_0 \sum_{i=1}^{k-1} a_i \cdot b_i \end{aligned} \quad (2)$$

因此基准孔数

$$Z_0 = \frac{Z}{\sum_{i=1}^{k-1} a_i \cdot b_i} \quad (3)$$

滚筒的筛孔总数 Z 可根据生产能力公式*求得,即按

$$Z = \frac{G}{36\lambda \cdot m} \cdot 10^4 \quad (4)$$

式中 G ——生产能力(t/h);

λ ——在同一秒内从筛孔落下物料系数,与分级机型式和物料性状有关,滚筒式可取 0.01~0.025,青豆取大些,蘑菇取小些;

m ——一只物料平均质量(g)。

计算时,先根据生产能力由式(4)计算筛孔总数,再由式(3)计算基准孔数,最后根据式(1)计算各级孔数,并圆整化。

2 筛孔排数与排孔数计算

2.1 基准级排数计算

各级滚筒筛孔的排数和每排孔数分别是决定滚筒的直径和长度的参数之一,因此它们的计算应根据滚筒的长径比进行,滚筒长径比

$$\mu = \frac{L}{D} \quad (5)$$

滚筒筛孔通常采用正三角形排列,如展开图所示。为简化计算,其中有一侧的边缘尺寸 f_i 暂不计入滚筒长度当中,因此,滚筒长度可表示为

* 无锡轻工业学院,天津轻工业学院;食品工厂机械与设备,轻工业出版社,1981,P47

$$L = \sum_{i=1}^{k-1} L_i = \sum_{i=1}^{k-1} \frac{Z_i}{c_i P_o} (d_i + e_i) \\ = \frac{1}{P_o} \sum_{i=1}^{k-1} \frac{Z_i}{c_i} (d_i + e_i) \quad (6)$$

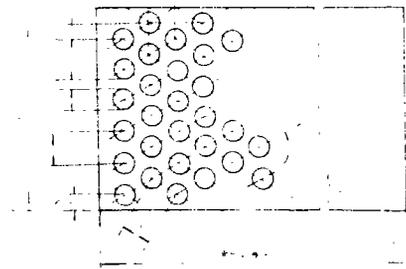


图1 滚筒展开示意图

式中 P_o ——基准级的排数(通常以第一级为基准级);

d_i ——各级筛孔直径;

e_i ——各级的筛孔间隙值;

c_i ——筛孔直径及间隙对排数的影响比例系数,相应等级筛孔直径及孔隙之和较大的,其值较小。

现以第一级为基准级,其滚筒直径为

$$D_1 = \frac{\sqrt{3} (d_1 + e_1) \cdot c_1 \cdot P_o}{2\pi} \quad (7)$$

所以

$$\mu = \frac{L}{D} = \frac{L}{D_1} = \frac{\frac{1}{P_o} \sum_{i=1}^{k-1} \frac{Z_i}{c_i} (d_i + e_i)}{\frac{\sqrt{3} (d_1 + e_1) \cdot c_1 \cdot P_o}{2\pi}}$$

从而解得基准级排数

$$P_o = \sqrt{\frac{2\pi \sum_{i=1}^{k-1} \frac{Z_i}{c_i} (d_i + e_i)}{\sqrt{3} \cdot \mu (d_1 + e_1) \cdot c_1}} \quad (8)$$

因为考虑到一侧边缘尺寸 f_1 对滚筒长度的影响,所以在应用上式计算时,长径比取值应比规定长径比(在 4~6 范围内)减小 0.1~0.2 代入计算。

2.2 比例系数 c_i 的确定

各级比例系数 c_i 可表示为

$$c_i = \frac{P_i}{P_o}$$

式中 P_i ——各级筛孔排数。

因为滚筒的周长可表示为

$$\pi D = \frac{\sqrt{3}}{2} (d_i + e_i) P_i$$

因 $s_i = d_i + e_i$, 所以

$$P_i = \frac{2\pi D}{\sqrt{3} s_i}; P_o = \frac{2\pi D}{\sqrt{3} s_o}$$

因此各级比例系数

$$c_i = \frac{P_i}{P_o} = \frac{s_o}{s_i} \quad (9)$$

因为以第一级为基准级,所以其比例系数 c_1 为 1,其余各级为

$$c_2 = \frac{s_1}{s_2}$$

$$c_{k-1} = \frac{s_1}{s_{k-1}}$$

2.3 排数和排孔数计算

根据式(8)计算出的基准级排数,不用圆整化即代入下式计算各级排数:

$$P_i = c_i \cdot P_o \quad (10)$$

计算出的数值经圆整化后作为各级排数。

各级排孔数根据下式计算:

$$Z_i = \frac{Z_1}{P_i} \quad (11)$$

计算出的数值经圆整化后作为各级滚筒每排孔的孔数。

3 滚筒直径计算

3.1 各级滚筒周长

各级周长计算式为

$$l_i = \frac{\sqrt{3}}{2} (d_i + e_i) P_i \quad (12)$$

将各级计算周长中最长的作为整个滚筒的周长 l 。

3.2 筛孔间隙值的修正

因为各级计算周长与所确定的滚筒周长 l 存在差值,必须根据下式对筛孔间隙值进行修正:

$$e'_i = \frac{2l}{\sqrt{3} P_i} - d_i \quad (13)$$

3.3 滚筒直径

(下转第 3 页)

(3)箱体结构,步进传动箱体形状采用方型外廓内肋结构,外表光滑美观,便于多面安装,剖分箱体上下用沉孔内六角螺钉连接。

(4)有关计算,传动箱的其它计算与校核内容包括:

1) 凸轮驱动扭矩 q_c

$$q_c = \frac{m y_h^2}{\theta_h t_h^2} (A \times V) + \frac{F_f y_h V}{\theta_h}$$

上式中, m 为步进移送的总质量,主要包括输送链上数个牙板的质量; y_h 为每次步进移送的行程; θ_h 为凸轮的动程角; t_h 为步进移送行程所需时间; F_f 为牙、链条与轨道之间的动摩擦系数; 而 $(A \times V)$ 和 V 分别为机构所选运动规律的无因次扭矩和无因次速度值,欲求凸轮的最大驱动矩 q_{cm} ,从偏安全考虑,应取 $(A \times V)_{max}$ 和 V_{max} 再由下式可得到传动箱所需功率 N_c ,即

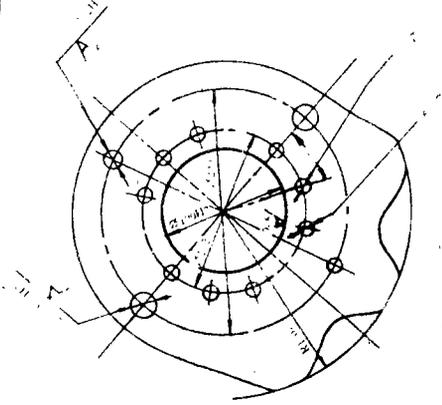


图3 凸轮零件示意图

$$N_c = q_{cm} \times n / 97400$$

(上接第5页)

滚筒周长确定后,其直径按下式计算:

$$D = \frac{1}{\pi} \quad (14)$$

4 滚筒长度计算及长径比验算

4.1 滚筒长度

计算滚筒总长度时,应将各级的一侧边缘尺寸 f_i (该尺寸不包括连接边尺寸,连接边尺寸按需要另定) 计入,因此

$$L = \sum_{i=1}^{k-1} L_i + \sum_{i=1}^{k-1} f_i$$

式中, q_{cm} 单位为 $Kg \cdot cm$; n 为凸轮转速,单位为转/分,由此得到最大功率 N_c 为千瓦。

2) 凸轮接触强度计算,主要是利用赫兹应力公式,计算出凸轮与从动滚子间接触应力,PCAM 软件可自动完成计算与校核,保证接触应力不超过许用值。

3) 滚子销轴弯曲强度校核,在滚子与凸轮接触啮合时,滚子销轴承受交变剪切应力作用,在结构设计完成后,必须对其进行强度校核。

4) 滚子轴承寿命计算。

模切机送纸机构平行分度凸轮传动箱的设计从几何造型,参数优化、廓线计算到总装配图、零件工作图绘制全部在计算机工作站上完成,大大提高了设计效率、成功率和可靠性,另外,采用直接由设计生成的后处理加工文件,在加工中心或数控铣床上对凸轮进行铣削加工,从动盘在高精度坐标镗床上镗孔,保证了很高的零件精度,本设计及传动箱样机已在数家模切机厂使用,并投入批量生产。

参考文献

- 1 彭国勋. 包装机械浅论. 北京: 机械工业出版社, 1985年11月
- 2 彭国勋, 肖正扬. 自动机械的凸轮机械设计. 北京: 机械工业出版社, 1990年12月
- 3 彭国勋, 肖正扬, 田惠民. 一种适用于包装机械的理想步进机构——平行分度凸轮机构. 包装工程, vol. 10No1, P. 33~41, 1989

如展开图所示, $f_i = \frac{S_i}{2} = \frac{1}{2} (d_i + e'_i)$,

所以滚筒长度

$$L = \sum_{i=1}^{k-1} Z_{pi} (d_i + e'_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{k-1} (d_i + e'_i) \quad (15)$$

4.2 长径比验算

用按式(15)和式(14)分别计算出的滚筒长度和直径代入式(5)进行长径比验算。长径比不得超过规定长径比 5%, 否则应对式(8)中的计算长径比取值进行调整后重新计算。