

# 凸轮间歇分割器设计方法研究

张光金 张光磊 姜伟健

山东德泰机械制造有限公司 山东新泰 271200

**摘要:** 借助现代计算机辅助设计技术, 通过弧面凸轮工作廓面及滚子曲面的共轭原理, 弧面凸轮间歇分割器的常用运动规律、工作循环图、主要计算公式、弧面凸轮特性值及弧面凸轮位移方程式, 完成了凸轮间歇分割器与弧面凸轮的设计, 达到了设计的目的, 满足了凸轮间歇分割器的生产需求。

**关键词:** 凸轮间歇分割器; 弧面凸轮; 设计

## 1 前言

凸轮间歇分割器是替代槽轮机构、棘轮机构、不完全齿轮机构、气动控制机构等传统机构实现间歇运动的理想机构。通过解析法, 利用分割器的规律方程式及特性, 借助现代计算机辅助设计技术, 制造高精度的凸轮间歇分割器以成为当下发展的趋势。

## 2 主要计算公式

### 2.1 滚子尺寸:

滚子半径  $r_0$  和宽度  $B_0$  根据接触刚度用类比法设计

### 2.2 从动盘计算公式:

$$r_f = \frac{r_0}{\sin \frac{\tau_h}{4}} \pm (1 \sim 5\text{mm}) \text{ 或 } r_f = \frac{C}{1 + \frac{\tau_h V_m}{\theta_h \tan[\alpha_m]}}$$

式中,  $r_f$ —从动盘节圆半径;  $r_0$ —滚子半径;  $B_0$ —滚子宽度;  $\tau_h$ —分度角;  $\theta_h$ —动程角;  $G_m$ —凸轮头数;  $m$ —滚子数;  $C$ —中心距;  $V_m$ —运动规律无因次最大速度;  $\alpha_m$ —允许最大压力角。

2.3 从动盘基圆半径  $r_{f0}$  和从动盘最大外圆半径  $r_{fm}$  计算公式:

$$r_{f0} = \sqrt{(r_f - \frac{1}{2}B_0)^2 + r_0^2}, \quad r_{fm} = \sqrt{(r_f + \frac{1}{2}B_0)^2 + r_0^2}$$

式中,  $r_{f0}$ —从动盘半径;

$r_{fm}$ —从动盘最大外圆半径;

注:  $r_{f0}$  涉及从动盘的设计与制造,  $r_{fm}$  是装配中需要保证的, 它影响  $r_f$  并且用于零件之间是否干涉的检测。

### 2.4 径距比 $K_{rc}$ 计算公式:

$$K_{rc} = \frac{r_f}{C} \leq \frac{1}{1 + \frac{\tau_h \bullet V_m}{\theta_h \tan[\alpha_m]}}$$

注: 径距比影响压力角、曲面的曲率等参数, 分度

数越大, 径距比可以取得较大。

### 2.5 凸轮计算公式:

$$R_{CH} = r_{f0} + (1 \sim 5\text{mm}), \quad D_{cm} \approx 2(C - R_{CH} \cos \tau_h) - 2r_0 \sin \tau_h,$$

$$B_c \approx 2[r_f \sin \frac{\tau_h}{2} + \frac{r_0}{\cos \frac{\tau_h}{2}}]$$

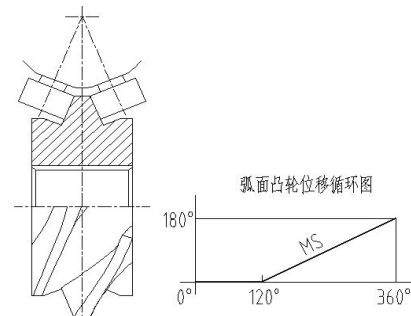
$h = (1.1 \sim 1.25) B_0$ , 式中,  $D_{cm}$ —凸轮最大外圆直径;  $R_{CH}$ —凸轮弧面半径;  $B_c$ —凸轮宽度;  $h$ —凸轮槽深度

## 3 修正正弦曲线 (MS)

特性值一览表

重要度	$V_m$	$A_{pm}$	$A_{mm}$	$J_{pm}$	$J_{mm}$	$Q_{pm}$	$Q_{mm}$	$R_m$
GI	1.760	5.528	-5.528	69.47	-23.16	5.458	-5.458	1.132
T值	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$
	0	0.125	0.125	0.5	0.5	0.875	0.875	1

## 4 修正正弦加速度规律



凸轮动作循环示意图

图中凸轮连续转动, 输出法兰盘在  $0^\circ \sim 120^\circ$  为停歇期,  $120^\circ \sim 360^\circ$  为分度期, 凸轮旋转一周从动盘由当前滚子位置转到下一滚子位置。

### 4.1 常数

$$T_1 = \frac{1}{8}, \quad T_2 = 1 - T_1, \quad A_m = \frac{\pi^2}{2\pi T_1 + 2 - 8T_1} = \frac{4\pi^2}{\pi + 4}$$

$$V_1 = V_2 = \frac{2T_1}{\pi} A_m \quad S_1 = \frac{2T_1}{\pi} A_m (T_1 - \frac{2T_1}{\pi}), \quad S_2 = 1 - S_1$$

4.2 弧面凸轮位移方程

$$0 \leq T \leq T_1$$

$$S = \frac{2T_1}{\pi} A_m (T - \frac{2T_1}{\pi} \sin \frac{\pi T}{2T_1})$$

$$T_1 \leq T \leq T_2$$

$$S = \frac{4(T_2 - T_1)^2}{\pi^2} A_m [1 - \cos \frac{\pi(T - T_1)}{2(T_2 - T_1)}]$$

$$T_2 \leq T \leq 1$$

$$S = \frac{4(T_2 - T_1)^2}{\pi^2} A_m [1 - \cos \frac{\pi(T - T_1)}{2(T_2 - T_1)}] + V_2(T - T_2) + S_2$$

### 5 算例

已知设计条件: 输入轴转速 300r/min, 从动法兰盘 8 工位, 中心距  $C=180\text{mm}$ , 分度角  $\tau_h = 45^\circ = \pi/4$ , 运动规律无因次最大速度  $V_m = 1.760$ , 动程角  $\theta_h = 120^\circ = 2\pi/3$ , 允许最大压力角  $\alpha_m = 30^\circ = \pi/6$ , 滚子宽度  $B_0 = 24\text{mm}$

#### 5.1 类比法选用标准件

滚子半径  $r_0 = 22$ , 滚子宽度  $B_0 = 24$

#### 5.2 从动盘半径

$$r_f = \frac{C}{1 + \frac{\tau_h V_m}{\theta_h \tan[\alpha_m]}} = \frac{180}{1 + \frac{\frac{\pi}{4} * 1.760}{\frac{2\pi}{3} * \tan(30^\circ)}} \approx 83.988\text{mm}$$

从动盘基圆半径

$$r_{f0} = \sqrt{(r_f - \frac{1}{2}B_0)^2 + r_0^2} = \sqrt{(84 - \frac{1}{2} * 24)^2 + 22^2} = 75.286\text{mm}$$

$$r_{fm} = \sqrt{(r_f + \frac{1}{2}B_0)^2 + r_0^2} = \sqrt{(84 + \frac{1}{2} * 24)^2 + 22^2} = 98.489\text{mm}$$

#### 5.3 径距比

$$K_{rc} = \frac{r_f}{C} \leq \frac{1}{1 + \frac{\tau_h \bullet V_m}{\theta_h \tan[\alpha_m]}} = \frac{84}{180} = 0.467$$

#### 5.3 凸轮弧面半径

$$R_{CH} = r_{f0} + (1 \sim 5\text{mm}) = 76.286\text{mm} \sim 80.286\text{mm}$$

凸轮最大外圆直径

$$\begin{aligned} D_{cm} &\approx 2(C - R_{CH} \cos \tau_h) - 2r_0 \sin \tau_h \\ &= 2 * (180 - 76.286 * \cos 45^\circ) - 2 * 22 * \sin 45^\circ \\ &= 215.346\text{mm} \sim 221.002\text{mm} \end{aligned}$$

凸轮宽度

$$\begin{aligned} B_c &\approx 2[r_f \sin \frac{\tau_h}{2} + \frac{r_0}{\cos \frac{\tau_h}{2}}] \\ &= 2 * (83.988 * \sin \frac{45^\circ}{2} + \frac{22}{\cos \frac{45^\circ}{2}}) \end{aligned}$$

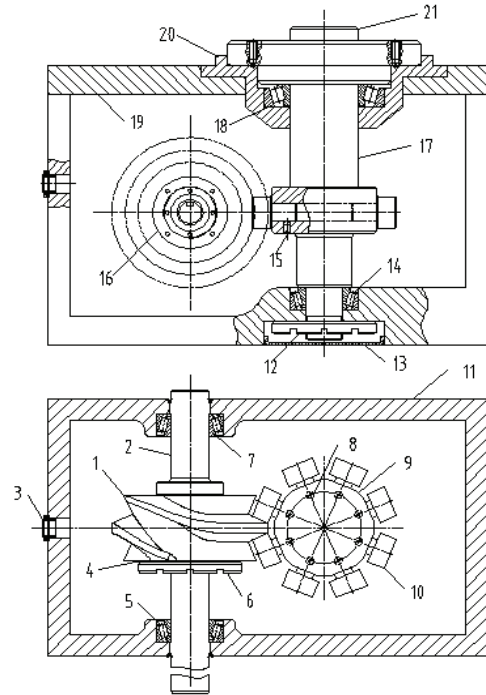
$$= 111.907\text{mm}$$

凸轮槽深度

$$h = (1.1 \sim 1.25)$$

$$B_0 = (1.1 \sim 1.25) * 24 = 26.4\text{mm} \sim 30\text{mm}$$

从动盘最大外圆半径



凸轮间歇分割器装配图

1 弧面凸轮; 2 输入轴; 3 游标; 4 止动垫圈; 5、7 输入轴圆锥滚子轴承; 6、12 开槽螺母; 8、15 紧固螺钉; 9 输出转盘; 10 滚针轴承; 11 箱体; 13 端盖; 14、18 输出轴圆锥滚子轴承; 16 调整套; 17 输出轴; 19 上盖; 20 输出轴套; 21 输出法兰

### 6 结论

由凸轮间歇分割器的计算公式, 设计参数及其特性性能, 通过实例验证确定了一种凸轮间歇分割器运动机构, 并利用现代计算机辅助设计技术绘制出了装配图及零件图供有关人员查阅参考, 达到了预期的效果, 满足了凸轮间歇分割器的生产需求。

#### 参考文献:

- [1] 陈兆荣, 陶波. 高精度弧面分度凸轮设计方法研究[J]. 工程图学学报, 2009, 30(3): 35-40.
- [2] 刘昌祺, 刘庆立, 蔡昌蔚. 自动机械凸轮机构实用设计手册. 科学出版社, 2013, 01, 01.
- [3] 杨玮, 曹巨江. 弧面凸轮机构分度装置的系列化设计[J]. 陕西科技大学学报, 2001, 19(4): 46-51.
- [4] 成大先. 机械设计手册(第三版). 化学工业出版社, 1999, 08.