FOOD & MACHINERY 食品与机械

DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2016.06.018

灌装机中弧面凸轮建模与造型研究

Study on precision modeling of globoidal cam in filling machine

余剑武[1]　舒　新[1]　罗　红[1]　龙小兵[1]　廖志远[2]

YU Jian-wu[1]　*SHU Xin*[1]　*LUO Hong*[1]　*LONG Xiao-bing*[1]　*LIAO Zhi-yuan*[2]

(1. 湖南大学机械与运载学院,湖南 长沙　410082;2. 湖南工业职业技术学院机械工程系,湖南 长沙　410028)

(1.*College of Mechanical & Vehicle Engineering*, *Hunan University*, *Changsha*, *Hunan* 410082, *China*;
2. *Department of Mechanical Engineering*, *Hunan Industry Polytechnic*, *Changsha*, *Hunan* 410028, *China*)

摘要:针对目前高速灌装机中弧面凸轮设计过程复杂,造型精度低及转盘间歇分度不平稳的问题,根据弧面凸轮与转盘的运动关系及灌装分度要求,建立弧面凸轮的轮廓曲面数学模型,采用分段建模对弧面凸轮进行造型研究。然后对所设计凸轮的轮廓曲面进行了曲面分析、干涉检查和运动学分析,结果表明弧面凸轮的造型具有较高的造型精度,可满足高速灌装设计要求。

关键词:灌装;弧面凸轮;分度运动;分段建模;曲面分析

Abstract: In order to solve the problems and low accuracy modeling in globoidal cam designing as well as instability during high-speed filling, the mathematical model of profile surface of the globoidal cam was set up based on filling requirements and motion relationship between globoidal cam and indexing plate. The segmentation modeling is applied to create 3D solid model of globoidal cam. Surface analysis, inference inspection and kinematic analysis are studied for the created 3D model of globoidal cam, and the results showed that a high modeling accuracy was obtained, which may meet the design requirements of globoidal cam device for high-speed filling.

Keywords: high-speed filling; globoidal cam; indexing motion; segmentation modeling; surface analysis

随着中国工业化进程的不断发展和生活水平的持续提高,人们对食品的保质期、包装密封等方面提出了更高的要求。比如液体饮料的灌装要求自动化生产,确保在灌装过程中无菌、无污染。出于灌装生产工艺的要求,这些自动化生产线往往需要一些特殊机构来实现周期性的转位、分度动作或间歇运动[1-3]。如图 1 所示,灌装机中采用的就是间断性分度机构。传统的间歇机构有槽轮机构、马氏机构、棘轮机构、不完全齿轮机构,但这些间歇机构分度精度不高、性能差、分度速度低,无法满足高速生产节拍和高精度分度的需要,因此,新型间歇分度机构的研究与开发有较好的市场需求动力[4-5]。

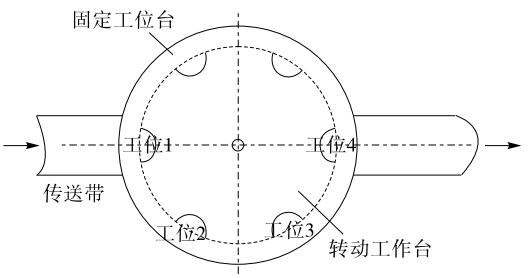


图 1　灌装机分度示意图

Figure 1　Schematic indexing diagram of filling machine

如图 1 所示,旋转工作台的分度转位直接关系到整个灌装流程的顺利进行,为实现灌装机中容器的精准定位且不增大整个机构的尺寸,目前一般选用高精度的弧面凸轮分割器来实现工作台的单向间歇转动。因为与液压马达驱动、槽轮机构等的旋转工作台相比,弧面凸轮分割器具有布局紧凑、重量轻、分度时间短、精度高等特点[6]165-169[7]。此外,还可以根据分度要求去设计凸轮的运动曲线,从而实现各种分度控制要求。

由凸轮分割器的工作原理可知,工作转台的分度精度取决于弧面凸轮的运动曲线及轮廓曲面设计造型的精确性。弧面凸轮轮廓曲面为空间不可展异形复杂曲面,其设计过程复杂,因此有必要对弧面凸轮的精确造型进行研究。目前对弧面凸轮的建模方法主要有两类:

(1) 通过高级语言直接编程或者对三维软件 UG、Pro/E 等进行二次开发实现精确的实体建模。如 Yan 等[8]使用 C 语言编程实现了对弧面凸轮的实体建模,解决了不同形状转盘滚子与弧面凸轮的实体建模;由于对编程水平要求较高,所以很难实现弧面凸轮 CAD/CAM 的一体化。谢政[9]根据

基金项目:国家重大专项(编号:2013ZX04008-021)
作者简介:余剑武,湖南大学教授,博士生导师。
通讯作者:舒新(1989—),男,湖南大学在读硕士研究生。
E-mail: xin_shu2009@163.com
收稿日期:2016-02-07

换刀机械手弧面凸轮啮合的特点，基于啮合区间从动件滚子中心轴线的转角范围变化，以 UG 为开发平台，利用该软件的二次开发功能(grip 语言)探索了一种仿啮合过程。

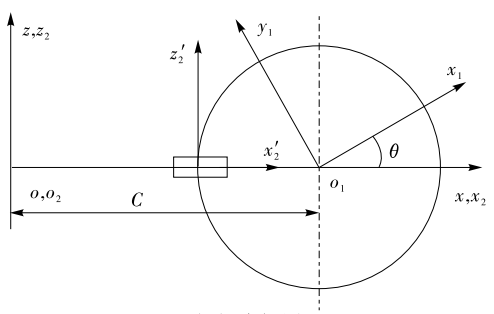
(2) 应用三维软件和某些辅助软件对弧面凸轮进行简化建模，如常宗钰[10]、韩炬[11]等利用 MATLAB 计算出弧面凸轮轮廓面坐标点，然后导入到 CATIA 或者 Creo 中并转换为点云数据，完成了弧面凸轮的三维造型；黄薇[12]、张跃明[13]等利用 Visual C++编程和 Pro/E 曲线功能，由点生成曲线，将曲线缝合生成曲面，然后合并曲面且实体化生成弧面凸轮实体特征。丛明等[14]根据凸轮反转法，推导出弧面凸轮的理论轮廓曲面方程，再选择凸轮机构运动曲线，应用 Pro/E 中现有模块单元完成了凸轮的建模，需要对理论轮廓曲面进行法向偏置，过程复杂。

为改进现有弧面凸轮设计方法的不足，本研究将根据凸轮分割器的运动关系，推导出弧面凸轮轮廓面曲线的数学模型，利用 Creo 三维软件，采用分段建立弧面凸轮与滚子两侧接触的轮廓曲线，进而生成弧面凸轮实体模型，然后通过仿真分析对弧面凸轮的建模精度进行验证。

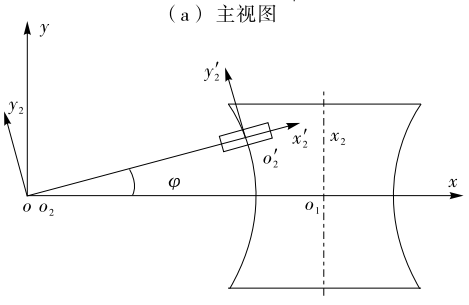
1 弧面凸轮数学模型分析

图 2 是凸轮分割器的啮合原理示意图，弧面凸轮的连续回转运动通过啮合关系转换为转盘的间歇转动。为了便于分析，建立如下坐标系：与机架相连的定坐标系 S_o：o-xyz，与凸轮相连的动坐标系 S_1：o_1-$x_1y_1z_1$，与转盘相连的动坐标系 S_2：o_2-$x_2y_2z_2$，滚子圆柱形坐标系 S_o'：o_2'-x_2'y_2'z_2'，其中 θ、φ 分别是弧面凸轮和转盘的转角，ψ 为共轭啮合点的啮合角。

弧面凸轮轮廓曲面方程的推导过程比较复杂，这里不做详细的推导，可参见文献[6]$^{154-173}$和[15-17]。本研究考虑



(a) 主视图



(b) 俯视图

图 2 凸轮分割器的啮合原理示意图

Figure 2 Schematic meshing principle of globoidal cam device

了停歇段凸脊加厚、分度段非工作面避让，多个滚子参与工作时压力角小的滚子优先参与啮合的弧面凸轮廓面修形方法，得到的弧面凸轮轮廓曲面方程组：

$$\begin{cases} x_1=(x_2+c_f)\cos\varphi\cos\theta-py_2\sin\varphi\cos\theta- \\ \quad z_2\sin\theta-C\cos\theta; \\ y_1=-(x_2+c_f)\cos\varphi\sin\theta-py_2\sin\varphi\sin\theta- \\ \quad z_2\cos\theta-C\sin\theta; \\ z_1=px_2\sin\varphi+y_2\cos\theta, \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} x_2=\delta_f; \\ y_2=r\cos\psi; \\ z_2=r\sin\psi, \end{cases} \tag{2}$$

式中：

θ——弧面凸轮转角，(°)；

φ——从动件转盘转角，(°)；

r——滚子的半径，mm；

C——主从动件中心距，mm；

c_f——滚子到转盘中心的距离，mm；

δ_f——转盘滚子轴径上的长度参数，为可变参数，mm；

p——弧面凸轮旋向系数，左旋取 1，右旋取－1；

ψ——转盘滚子的转角，(°)；

x_2，y_2，z_2——转盘滚子圆柱形工作面在坐标系 S_2 中的坐标；

x_1，y_1，z_1——弧面凸轮工作廓面在坐标系 S_1 中的坐标，也是构造曲面曲线点的坐标。

φ，θ 两者之间的关系遵循修正弦曲线规律[6]$^{18-69}$：

$$\varphi=\begin{cases} \dfrac{h}{4+\pi}\left(\dfrac{\pi\theta}{\theta_f}-\dfrac{1}{4}\sin\dfrac{4\pi\theta}{\theta_f}\right) & 0<\theta\leqslant\dfrac{\theta_f}{8}; \\ \dfrac{h}{4+\pi}\left[2+\dfrac{\pi\theta}{\theta_f}-\dfrac{9}{4}\sin\left(\dfrac{4\pi\theta}{3\theta_f}+\dfrac{\pi}{3}\right)\right] & \dfrac{\theta_f}{8}<\theta\leqslant\dfrac{7\theta_f}{8}; \\ \dfrac{h}{4+\pi}\left(4+\dfrac{\pi\theta}{\theta_f}-\dfrac{1}{4}\sin\dfrac{4\pi\theta}{\theta_f}\right) & \dfrac{7\theta_f}{8}<\theta\leqslant\theta_f, \end{cases} \tag{3}$$

式中：

h——分度盘转角位移，(°)；

θ_f——凸轮分度期转角，(°)。

2 弧面凸轮建模与造型

2.1 凸轮分割器运动循环的确定

凸轮分割器的运动循环图确定了弧面凸轮在停歇期、分度期内转盘转动的角度，该循环图一般根据实际工作要求预先设定的。本研究是以某灌装机的分度要求，确定了如图3

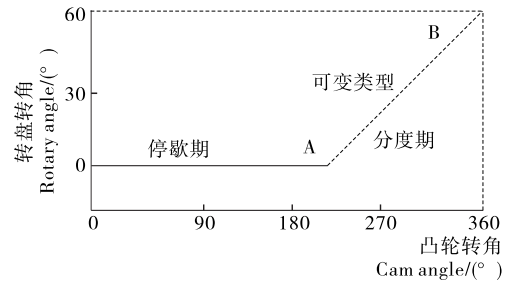


图 3 凸轮分割器运动循环关系图

Figure 3 Circulated motions of globoidal cam

所示的循环运动关系。凸轮分割器运动规律(凸轮曲线)确定了转盘转角由 A 位置转动到 B 位置过程中的变化规律,它决定了弧面凸轮工作廓面的形状,同时对机构的运动和动力学特性有着重要的影响[17-18]。

2.2　凸轮运动规律的选取与结构参数

根据灌装机凸轮分割器的运动特性,其加速度和作为位移三阶导的阶跃度的最大值要小;同时还要有较高的位置精度要求。在本研究中,弧面凸轮轮廓面曲线选择正弦曲线(MS)运动规律进行修正,见图 4。

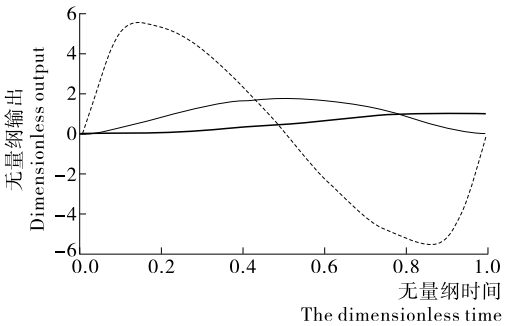


图 4　修正正弦运动规律曲线

Figure 4　Modified sinusoidal motion curve

表 1 为所设计的凸轮分割器的具体结构尺寸参数。结合弧面凸轮分度机构的运动循环关系图,经过分析该弧面凸轮的工作轮廓面由 2 条沟槽组成,每条槽的两侧面分别对应与从动滚子两侧相啮合。

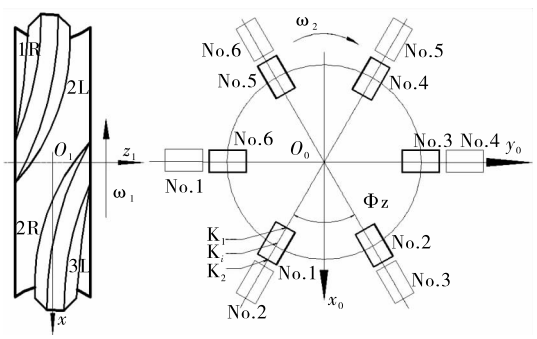
表 1　凸轮分割器结构尺寸参数

Table 1　The structure parameters of globoidal cam device

圆柱滚子个数 z	转盘分度角 φ /(°)	中心距 c/mm	弧面凸轮宽度 B/mm	转盘节圆半径 r_{p1}/mm	凸轮盘节圆半径 r_{p2}/mm	转盘滚子半径 Rr/mm	转盘滚子厚度 b/mm	间隙 e/mm	相邻滚子间的夹角 Φ_z/(°)
6	60	180	85	122	58	18	20	5	60

2.3　凸轮分割器的啮合过程

凸轮分割器在各段行程的运动关系如图 5 所示,从转盘旋转方向看,将滚子与弧面凸轮接触、待接触的各轮廓曲面命名为 1L、1R、2L、2R 等,其中 1L 表示滚子 1(No.1)的左侧与弧面凸轮轮廓面接触,其余依此类推。



(a) 弧面凸轮　　(b) 转盘上的滚子

图 5　凸轮分割器啮合关系展开图

Figure 5　Meshing relationship of globoidal cam device

根据转盘的运动要求(图 5),确定第 1 个滚子的位置角 φ_{01} 可表示为:

$$\varphi_{01}=p\Phi_z/2=f(\theta), \tag{4}$$

式中:

Φ_z——相邻滚子间的夹角,(°);

p——弧面凸轮旋向,文中为左旋,即 $p=1$。

分别取 $\delta_f=O_oK_i$,K_i 为转盘滚子轴线延长线与转盘中心的交点,K_i 的起始与末位置如图 5 中 K_1 和 K_2,将 δ_f、φ_{01} 代入式(2)可得到凸轮旋转一周后 1R 的的轨迹曲线簇。

同理可得第 i 个滚子的位置角为:

$$\varphi_{0i}=\varphi_{01}-(i-1)\,\Phi_z=f(\theta)-(i-1)\,\Phi_z, \tag{5}$$

综上所述,建模需要的滚子位置,转盘和凸轮在分度期、停歇期的转角参数见表 2。

表 2　凸轮与转盘的转角参数

Table 2　Angular parameters of cam and indexing plate

参数名称	数值
转盘第 1 个滚子的初始位置角 φ_{01}	$-\pi/6$
转盘第 2 个滚子的初始位置角 φ_{02}	$\pi/6$
转盘第 3 个滚子的初始位置角 φ_{03}	$\pi/2$
转盘第 1 分度期的转角 φ_{f1}	$\pi/6$
分度凸轮第 1 分度期的转角 θ_{f1}	$5\pi/6$
分度凸轮第 1 停歇期的转角 θ_{d1}	$7\pi/6$

2.4　弧面凸轮轮廓曲面建模

分析前述数学模型可知,对应于任一凸轮转角 θ,至少有两条瞬时接触线。在 Creo 中编写程序,结合曲线功能,可以精确地计算出接触曲线的坐标值对弧面凸轮轮廓曲面进行建模。依据式(3),把每个接触段分为 3 个小分段,基于 Creo 软件对小分段进行编程,生成曲线簇。通过对分度期和停歇期的轮廓曲面分别建模,具体建模过程如下。

建立弧面凸轮分度期 1R 的 $0\sim1/8\theta_f$ 分段轮廓面曲线:在 Creo 中编写该段计算程序 1:

```
c=180
p=1
Rr=18
θf=150
h=60
G=(1/8)*t
θ=θf*G
S=(1/(pi+4))*(pi*G-(sin(4*180*G))/4)
φi=S*h
φ=φ0i+p*φi
δf=r
```

V=pi/(pi+4) * (1−cos(4 * 180 * G))

ω1=10 * pi

ω2= (3 * pi)/2 * V

ω=ω2/ω1

ψ=atan(p * r/(c−r * cos(φ)) * ω)

x2=δf

y2=Rr * cos(ψ)

z2=Rr * sin(ψ)

x1=x2 * cos(φ) * cos(θ)−p * y2 * sin(φ) * cos(θ)

−z2 * sin(θ)−c * cos(θ)

y1=−x2 * cos(φ) * sin(θ)+p * y2 * sin(φ) * sin(θ)

−z2 * cos(θ)+c * sin(θ)

z1=p * x2 * sin(φ)+y2 * cos(φ)

上面程序 1 中只能作出一条轮廓面曲线。通过修改程序 1 的主参数 δ_f，就可创建多条轮廓面曲线，就构成 1R 段第一小分段的曲线簇(图 6)。弧面凸轮分度期 1R 中间段的 $1/8\theta_f \sim 7/8\theta_f$ 的轮廓曲面的曲线簇，对程序 1 中的 G 赋值，即 $G=1/8+(7/8\theta_f)\times t$；同理 1R 分度期结束段 $7/8\theta_f \sim \theta_f$ 分段的曲线簇，只要对程序 1 中的 G 赋值，即 $7/8+(1/8\theta_f)\times t$，点击各小分段曲线簇进行连接合并，就得到完整的 1R 段轮廓曲面的曲线簇建模，见图 7。

弧面凸轮中 2L、2R、3L 段的轮廓面曲线簇的创建与 1R 段的轮廓面曲线创建方法基本一致。将程序 1 利用式(5)做修改 $\varphi_i=\varphi_{0i}+p\times\varphi i$，图 8 是弧面凸轮中 2L 段轮廓面曲线簇的建模，其它分度段的造型在此不一一赘述。

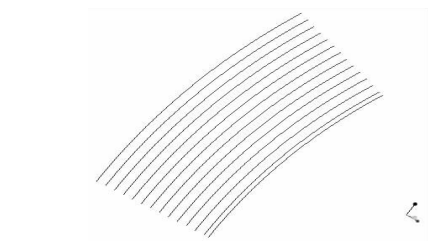


图 6 1R 段的 $0\sim1/8\theta_f$ 小分段曲线簇

Figure 6 Curve group of $0\sim1/8\theta_f$ in 1R segment

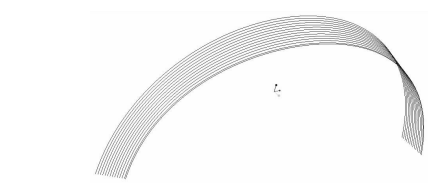


图 7 1R 段轮廓曲面的曲线簇

Figure 7 Complete curve group of 1R segment

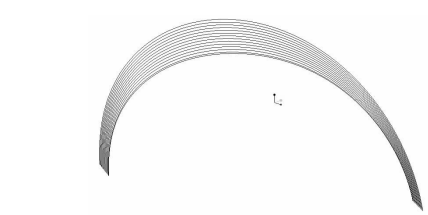


图 8 2L 轮廓曲面的曲线簇

Figure 8 Complete curve group of 2L segment

由图 5 可以看出凸轮停歇段的凸脊是分别跟 1R 与 2L 相连，从啮合关系上看，只是改变了转盘的转角 φ，通过分析编写程序 2：

c=180

p=1

θd=210

Rr=18

h=0

θ=150+θd * t

φ=−30

δf=48

ω1=10 * pi

ω2=0

ω=ω2/ω1

ψ=atan(p * δf/(c−δf * cos(φ)) * ω)

x2=δf

y2=Rr * cos(ψ)

z2=Rr * sin(ψ)

x1=x2 * cos(φ) * cos(θ)−p * y2 * sin(φ) * cos(θ)

−z2 * sin(θ)−c * cos(θ)

y1=−x2 * cos(φ) * sin(θ)+p * y2 * sin(φ) * sin(θ)

−z2 * cos(θ)+c * sin(θ)

z1=p * x2 * sin(φ)+y2 * cos(φ)

通过上述程序 1 和 2，就可以分段对弧面凸轮各接触段进行建模，可创建分度期内的 1R、2L、2R、3L 和停歇期内的所有轮廓面曲线簇，见图 9。

2.5 弧面凸轮实体造型

在 Creo 中直接将各小分段的曲线簇依次连接成曲面，然后再把各接触段曲面合并成一个完整曲面。再对每段曲面依次进行实体化，完成了多头弧面凸轮的实体造型；继续在实体造型基础上，绘制弧面凸轮基体，再对凸轮的廓型进行精确整形，最后得到了弧面凸轮的实体模型，见图 10。

3 弧面凸轮建模精度分析

弧面凸轮作为分割器中最为关键的部件，其工作廓面加工质量的好坏直接影响着灌装分度精度、运转的平稳性、结

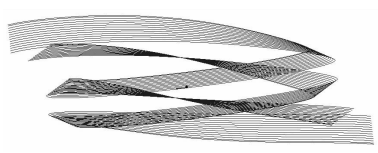


图 9 完整的弧面凸轮轮廓曲面曲线簇

Figure 9 All complete curve group of globoidal cam

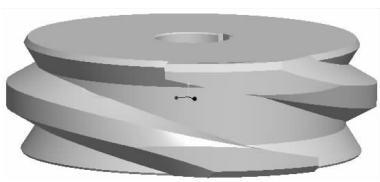


图 10 弧面凸轮实体造型

Figure 10 3D solid model of globoidal cam

构的紧凑性、噪音的高低及使用寿命。所以弧面凸轮廓面质量的检测是对其使用质量进行评定的一个重要环节。由于弧面凸轮的工作廓面具有不可展性,采用常规仪器进行检测非常麻烦,可用仿真分析方法对弧面凸轮廓面进行相关精度分析。

3.1　曲面分析

车身等复杂廓面质量通常要求达到 A 级,即曲面连接达到 G2 连续(曲率连续),满足光顺准则[19]。为验证弧面凸轮轮廓曲面的建模和造型精度,现进行曲面高光测试和中心轨迹曲率分析。

由图 11 高光测试可知,该轮廓表面斑马纹处处平滑连接,无尖锐拐角和错位。说明弧面凸轮的工作廓面造型具有良好的光顺性,曲面封闭且达到 A 级曲面标准。由图 11 曲率分析可知,中心轨迹曲线处处连续光滑,曲率梳(曲率峰值线)亦达到处处连续,表明该中心轨迹曲线满足 G2 连续,从而说明了该曲面造型具有较高的精度。但在 A、B 两处的曲率变化率(G3)不连续,其原因在于:转盘滚子进出凸轮沟槽时的 MS 运动曲线方程的四阶导函数不连续,造成理论误差。由于 G2 满足设计要求,并不影响弧面凸轮的使用功能。

3.2　干涉分析

干涉分析用于检测机构各个零部件之间是否存在静态和动态干涉,指出设计缺陷。将造型好的弧面凸轮和转盘实体模型在 Creo 中进行装配,建立槽机构连接方式。在干涉模块中检查弧面凸轮和转盘间是否有干涉的情况(图 12)。仿真分析结果表明无干涉现象,说明了该弧面凸轮建模方法有较高的造型精确,可满足设计要求。

3.3　运动学分析

对凸轮分割器的三维装配模型进行运动仿真分析[14],弧面凸轮为主动件,转盘为从动件。根据灌装的间歇转位速度要求,设定弧面凸轮等速转动速度为 60 r/min,凸轮转动一周即可完成灌装机一个工位的完成,即每个工位从等待到完成的时间约为 1 s。图 13 为转盘转角曲线,在 0.0～0.6 s 内,转盘是静止的,在 0.6～1.0 s 内,转盘位移是逐渐增大的。可以看出凸轮分割器在分度期完全符合修正正弦曲线运动规律,与图 3 所示的转盘运动曲线相吻合。图 14 是转盘的角速度输出曲线,在 0.0～0.6 s 内,转盘速度为零;在 0.6～1.0 s内,转盘从工位 1 移动到工位 2,速度先增大后减小。可以看出弧面分度凸轮机构运动比较平稳、准确,可以保证灌装封口运动的精度。

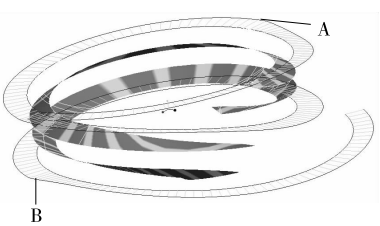


图 11　弧面凸轮的廓面曲率分析图

Figure 11　Contour surface curvature analysis of globoidal cam

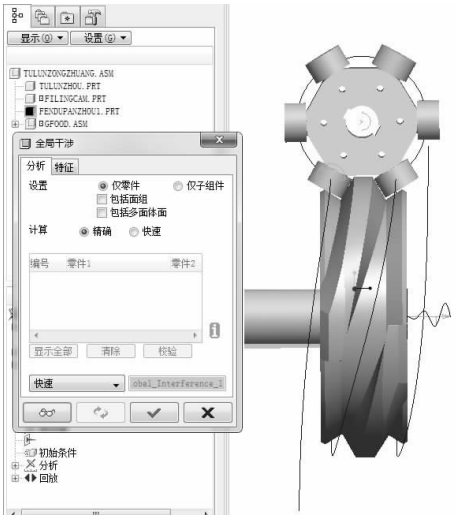


图 12　凸轮分割器干涉检查

Figure 12　Interference inspection of globoidal cam device

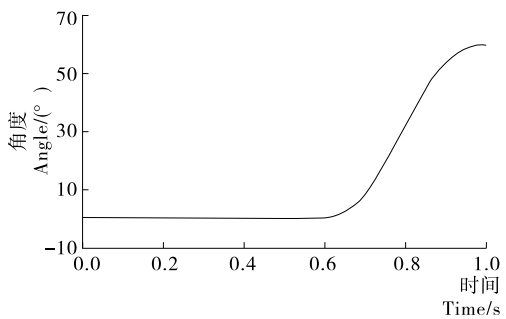


图 13　转盘的转角位置曲线图

Figure 13　Angular displacement curve of indexing plate

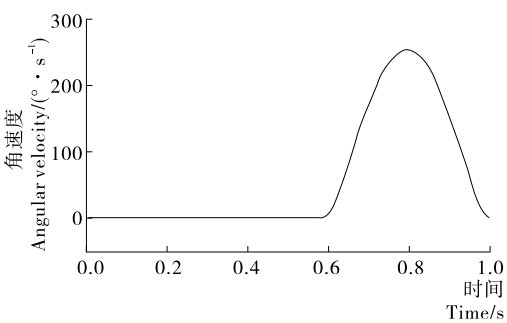


图 14　转盘的角速度曲线

Figure 14　Angular velocity curve of indexing plate

图 15 是转盘的角加速度输出曲线,其在 0.00～0.59 s 内,加速度为零;在 0.59～1.00 s 内呈正弦运动规律变化;再次验证了此弧面凸轮工作廓面的造型可以实现转盘运动的设计要求。

4　结论

为了满足食品行业高速灌装的分度要求,对其弧面凸轮进行了造型研究与精度分析,得出以下结论:

(1) 根据灌装机中凸轮分割器的运动循环和运动关系,采用分段建模方法对弧面凸轮进行了造型;该方法相对简单,可实现功能复杂弧面凸轮的建模与设计,有较好的实用性。

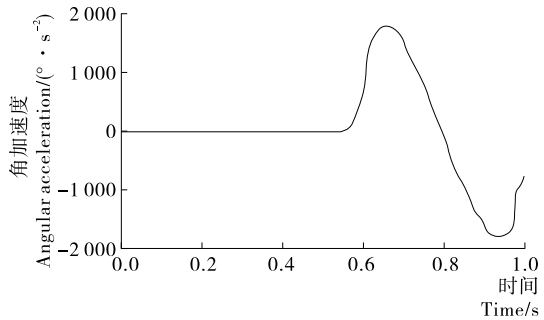


图 15 转盘的角加速度曲线

Figure 15 Angular acceleration curve of indexing plate

(2) 对弧面凸轮的造型进行了曲面分析、干涉检查和运动仿真分析,分析结果表明了弧面凸轮的造型具有较高的准确性,满足灌装分度的设计要求。

(3) 精确的弧面凸轮造型模型可以有效地缩短设计周期,提高其加工精度,也可用于凸轮分割器的动力学分析、噪音与冲击分析等。

参考文献

[1] 杨国太, 陈玉. 空间凸轮在自动灌装机中的应用与设计[J]. 机械传动, 2008, 32(2): 82-89.

[2] 李明, 李丽, 杨松, 等. 全自动液体定量灌装机控制系统设计[J]. 包装工程, 2013, 34(5): 81-85.

[3] 李疆. 气动旋转式自动定量灌装机的研制[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 144-145.

[4] 黎书文. 旋转型灌装机结构及运动方案设计[J]. 河南科技, 2014(15): 80-81.

[5] 陈赛克, 凌轩. 基于 Solidworks 齿轮连杆机构的运动仿真[J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 177-179.

[6] 刘昌祺, 刘庆立. 自动机械凸轮机构实用设计手册[M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[7] 卫进, 秦禹, 邵良锋. 凸轮分割式旋转踩曲机传动系统的研究与仿真[J]. 食品与机械, 2015, 31(3): 78-81.

[8] Yan Hong-sen, Chen Hsin-hung. Geometry design of globoidal cams with generalized meshing turret-rollers[J]. Journal of Mechanical Design, 1996, 118(1): 243-249.

[9] 谢政. 加工中心换刀机械手的研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2008: 25-35.

[10] Chang Zong-yu, Xu Chang-mi, Pan Tong-qing. et al. A general framework for geometry design of indexing cam mechanism[J]. Mechanism and Machine Theory, 2009, 44(11): 2 079-2 084.

[11] 韩炬, 王莹, 郭亚楠. 包装机热封机构的建模及动力学分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 146-148.

[12] 黄薇, 葛正浩, 刘韦华, 等. 基于 VB6.0 和 Pro/E 的弧面分度凸轮三维参数化实体建模[J]. 机械传动, 2012(9): 41-44.

[13] 张跃明, 王立博, 牟宏明, 等. 刀库 ATC 凸轮的设计与仿真[J]. 机械设计与制造, 2014(7): 23-26.

[14] 丛明, 刘静, 李全普. 复杂弧面分度凸轮精确建模的新方法[J]. 中国机械工程, 2009, 10(6): 669-673.

[15] He Wei, He Xue-ming, Wang Cheng, et al. Design of globoidal indexing cam mechanism CAD system[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 54(3): 140-145.

[16] Lin B J, Lin C C, Jywe W Y, et al. Motion-curve synthesis and geometric design of globoidal cam mechanism with intermittent variable speed[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2007, 221(3): 329 -339.

[17] 葛正浩, 杨芙莲, 彭国勋, 等. 凸轮机构通用样条函数运动规律的研究[J]. 机械科学与技术, 2002(5): 783-785.

[18] Kuang J H, Hsu C M, Hu C C. Dynamic behavior of globoidal cam systems with torque compensation mechanisms[J]. Mechanism & Machine Theory, 2010, 45(8): 1 201-1 214.

[19] 任秉银, 唐余勇. 数控加工中的几何建模理论及其应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2001: 130-140.

信息窗

绿茶或能改善唐氏综合征患者认知能力

中新网 6 月 8 日电 据外媒报道, 研究人员近日发现, 绿茶中的儿茶素,有助改善唐氏综合征患者的记忆、语汇等认知能力。

研究组在期刊《柳叶刀神经学》发表的报告说,经过为期一年的临床测试后, 研究人员发现, 绿茶中的儿茶素(epigallocatechin gallate) 可以改善唐氏综合征(Down's syndrome)患者的记忆和行为。

脑部扫瞄显示, 绿茶中的儿茶素改变了脑内神经原(neuron)的连结方式。在测试结束后六个月,绿茶对患者认知能力的正面影响仍旧存在。

研究员、西班牙巴塞罗那基因调控中心的玛拉·狄尔森说:"这是首次有研究发现, 唐氏综合征患者的认知能力能通过治疗而改善。"

但她强调,尽管功效显着,研究结果不应解读为儿茶素具"治愈"功效。她说:"这也许能成为一种改善患者生活质量的工具。"

未参与该项研究的专家,则以"令人兴奋"与"成果重要"形容相关研究的结论。在此同时,专家也提醒,相关发现仍需经更多试验,才能证实功效。

据世界卫生组织的资料, 唐氏综合征是最常见的遗传性智力缺陷疾病,发生率约为千分之一。

(来源:www.foodmate.net)