

基于NX的凸轮轮廓曲线设计系统的研究与开发

李青祝

(盐城工学院 优集学院, 江苏 盐城 224051)

摘要:提出了一种凸轮轮廓曲线自动化设计方法——利用数值驱动凸轮运动轨迹,根据凸轮分度曲线的运动规律计算轮廓线上任意点的坐标数据,然后生成凸轮轮廓曲线的数据文件,以该方法为基础,在NX平台上开发出通用平面盘型凸轮的自动化设计系统。该系统根据凸轮轮廓曲线的数据文件生成所需的凸轮模型,极大地提高了凸轮设计的效率和精度。

关键词:凸轮;凸轮轮廓曲线;NX Open;参数化设计

中图分类号:TP391.73

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2010)04-0032-04

凸轮机构因其容易实现预定运动而被广泛应用于自动机械和仪器设备中^[1]。而平面凸轮机构在凸轮机构中占有相当大的比重,因而对它的研究也更具有代表性^[2]。在机械设计向着高精度、高效率、高自动化的方向发展的情况下,凸轮结构的设计也在精度及设计周期上有了更高程度的要求。凸轮设计的关键是凸轮轮廓曲线的设计,凸轮曲线特性的优良直接影响了凸轮结构的精度、效率和寿命。传统的凸轮轮廓曲线设计方法^[3]有作图法和解析法。作图法简便、直观,但误差较大,难以获得凸轮轮廓曲线上各点的精确坐标,所获得的轮廓数据加工的凸轮只能用于低速或者不重要的场合。解析法需要建立凸轮理论轮廓曲线(或实际轮廓曲线)的坐标方程,并精确计算轮廓上的各点坐标,人工计算量大。

本文将参数化设计思想引入到平面凸轮的设计中,开发出基于NX平台的凸轮自动设计系统。该系统基于友好的人机交互界面,只需要输入工程参数及相关要求即可实现凸轮的自动生成,为凸轮的运动分析、动力分析、有限元分析、虚拟装配等奠定基础,保证了凸轮的设计质量,缩短了产品的设计周期。

1 凸轮轮廓曲线设计方法

平面凸轮机构是非常重要的凸轮机构,而凸轮的参数化自动实体建模关键在于凸轮轮廓线的

设计。传统的曲线设计方法不满足凸轮高精度和快速设计的要求,本文通过用反转法求解轮廓曲线的点坐标方便快速得到精确的轮廓曲线,基于本系统快速生成所需三维凸轮模型。如图1所示,假定 r_0 为凸轮基圆半径, l 为摆杆 AB 长度, a 为摆动杆轴心 A 与凸轮轴心 O 之间的距离, ω 为凸轮旋转角速度,以摆动杆的轴心 A_0 与凸轮轴心 O 之间连线为 y 轴建立坐标系 XOY , B_0 点是摆动杆的推程起始位置,摆动杆与 y 轴的夹角 ψ_0 为初始角。当凸轮逆时针转过 φ 角时,根据反转法原理,相当于摆动杆及摆杆轴心顺时针转过角 φ ,

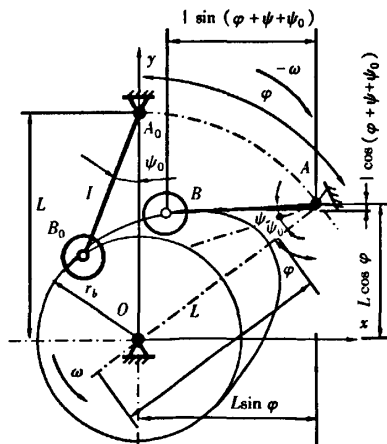


图1 反转法设计盘形凸轮

Fig. 1 Design of Disc Cam Based on Reversal Process

收稿日期:2010-09-03

作者简介:李青祝(1976-),男,江苏盐城人,讲师,硕士,主要研究方向为CAX、CAD系统开发、PDM技术。

此时摆动杆处于图示 AB 的位置,其角位移为 ψ ,速度为 v ,轮廓法线 $n-n$, B 点凸轮的压力角为 α 。

凸轮机构理论轮廓线、实际轮廓线、压力角、曲率半径按以下公式设计:

凸轮理论轮廓线方程^[4]

$$\left. \begin{aligned} x &= \alpha \sin \varphi - l \sin(\varphi + \psi + \psi_0) \\ y &= \alpha \cos \varphi - l \cos(\varphi + \psi + \psi_0) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

凸轮实际工作轮廓曲线方程

$$\left. \begin{aligned} x_r &= x \pm r_r \cos \theta \\ y_r &= y \pm r_r \sin \theta \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中: r_r 为凸轮机构滚子半径,滚子圆的包络线有两条,式中上面一组符号用于求解外凸轮的包络方程,下面一组符号用于求解内凸轮的包络方程;

$$\cos \theta = \frac{\frac{d_y}{d\varphi}}{\sqrt{\left(\frac{d_x}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{d_y}{d\varphi}\right)^2}} \quad (3)$$

摆动从动件凸轮的压力角 α

$$\alpha = \arctan \frac{a \cos(\psi_0 + \psi) - l(1 \pm \frac{d_y}{d\varphi})}{a \sin(\psi_0 + \psi)} \quad (4)$$

凸轮与 AB 摆杆转动同向时式中“ $-$ ”取“ $-$ ”,反之,则取“ $+$ ”。

凸轮理论轮廓线曲率半径 ρ ^[5]。

$$\rho = \frac{\left[\left(\frac{d_x}{d\varphi} \right)^2 + \left(\frac{d_y}{d\varphi} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d_x}{d\varphi} \frac{d^2 y}{d\varphi^2} - \frac{d_y}{d\varphi} \frac{d^2 x}{d\varphi^2}} \quad (5)$$

本文主要研究了平面盘型凸轮,以偏置直动尖端从动件盘形凸轮为例说明反转法求解轮廓线点坐标。假定凸轮固定不动如图2所示,采用反转法在图示直角坐标系 XOY 中,不难推出凸轮轮廓线上任意一点 B 的坐标表达式,亦即凸轮轮廓线方程为:

$$\left. \begin{aligned} x &= (S_0 + S) \cos \theta - e \sin \theta \\ y &= (S_0 + S) \sin \theta - e \cos \theta \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

式中: e 为偏距; θ 为凸轮的转角; S 为从动件的位移; S_0 为从动件在起始位置时尖端 B 点的高度,并且

$$s_0 = \sqrt{R_a^2 - e^2} \quad (7)$$

其中 R_a 为凸轮的基圆半径。

对于任意给定的凸轮转角 θ ,可以利用上述计算式求出该凸轮轮廓线上相对应点的坐标值,

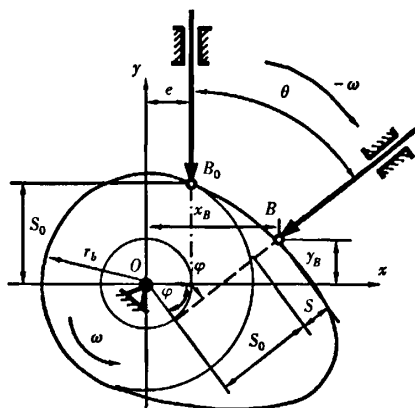


图2 偏置直动尖端从动件盘形凸轮

Fig.2 Off-center Linear Driven Member of Disc Cam

这样高精度确定轮廓线的点坐标,为凸轮设计奠定基础。

2 平面凸轮轮廓曲线自动生成系统的总体设计

2.1 NX Open 技术

NX/Open^[6]是一系列NX开发工具的总称,是NX软件为用户或第三方开发人员提供的最主要的开发工具,主要有三个模块:NX/Open API是NX与外部应用程序之间的接口,大约封装了2000多个函数,是NX/Open提供的一系列函数和过程的集合;NX/Open MenuScript是定制菜单模块,允许用户使用ASCII创建自己所需要的菜单;NX/Open BlockStyler可以方便地创建与NX风格完全一致的对话框。

2.2 系统功能模块

系统运行从用户登录开始,首先运行程序初始化模块;然后在主界面选择凸轮机构形式、从动件运动形式、从动件类型以及凸轮的封闭方式;再根据主界面的选择,进入从动件运动设计模块,按照用户的需求选择从动件的运动规律,主要分为四段曲线,依次进行相关数据设置;进入凸轮轮廓线点坐标计算界面,用户需要输入基圆半径、滚子半径,点击计算,系统自动将计算所得值存储到C盘的根目录下,并自动根据计算所得值生成凸轮三维实体模型。

3 系统运行实例

在运行登录模块和初始化模块后,用户单击开始新设计按钮,出现选择凸轮的从动件分类和

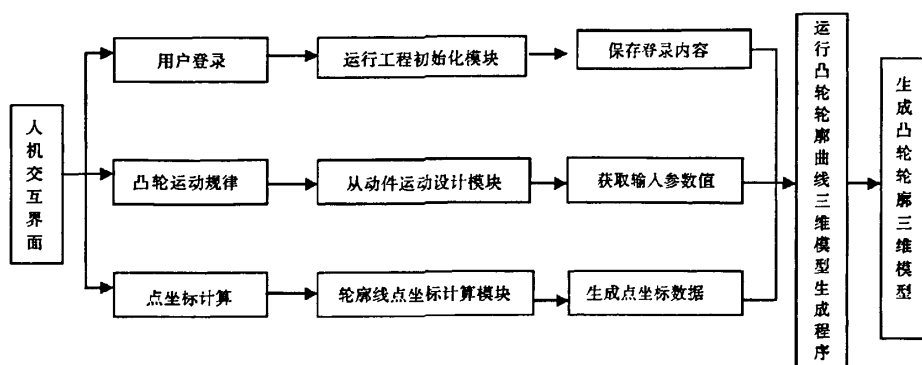


图 3 系统体系结构

Fig. 3 System Architecture

封闭方式的交互界面,设置好相关的内容后,开始凸轮从动件运动规律设计模块。本系统将凸轮外轮廓线的运动规律人为地分成 4 段,即推程阶段、远休止阶段、回程阶段、近休止阶段。每一段曲线都有一个设计窗体,窗体中包含曲线的运动规律,有等速直线运动、余弦加速运动、正弦加速运动 3 种,用户需要输入每段曲线的起始角和终止角。当输入一段曲线的起始角后,系统将自动把前一段曲线的终止角作为下一段曲线的起始角,并且在选择从动件运动规律时,系统还提供了可视化的图像显示以及文字说明,用户可以查看相关的说明,选择合适的运动方式。

首先是凸轮轮廓推程阶段曲线设计的窗口界面,如图 4 所示。

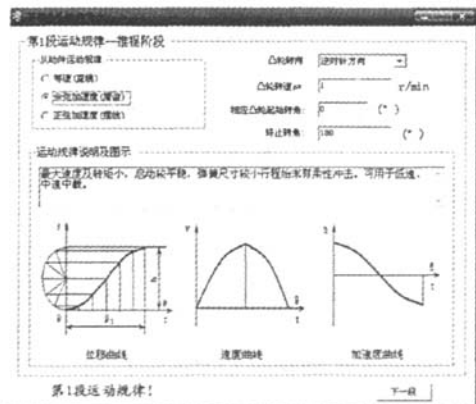


图 4 第 1 段曲线设计界面

Fig. 4 First Segment Curve Design

用户选择该段曲线的从动件运动规律,并且填入凸轮起始和终止转角,在这个窗体中,还设计了一个输入内容是否为数字的判断,当用户在输入角度的时候,系统将自动判断,用户输入的值是

否为数字,如果为否,将弹出错误提示,如果正确,则可以输入。用户点击下一段按钮后,显示第 2 段曲线设计界面如图 5 所示,本段曲线的从动件运动规律将被限定为停止,作为远休止状态,从动件行程为 h ,用户可以点击上一段查看前一个窗体输入的数据,当确定输入正确后,用户单击下一段按钮,即可进入下一段曲线设计窗体。

第 3 段曲线设计界面如图 6 所示,用户选择该段曲线的从动件运动规律,并且填入凸轮起始和终止转角,单击下一段,进入第 4 段曲线设计界面如图 7 所示。



图 5 第 2 段曲线设计界面

Fig. 5 Second Segment Curve Design

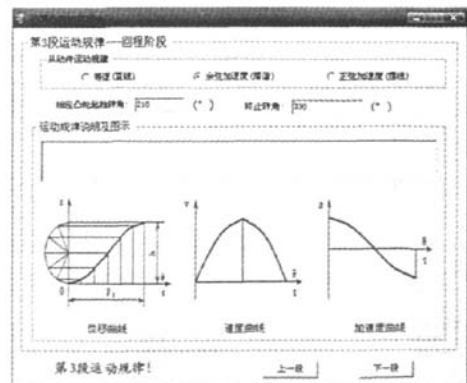


图 6 第 3 段曲线设计界面

Fig. 6 Third Segment Curve Design

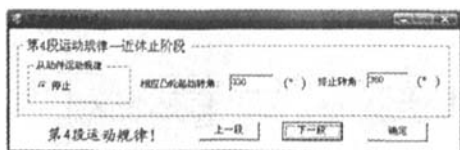


图7 第4段曲线设计界面

Fig.7 Fourth Segment Curve Design



图8 凸轮轮廓点坐标计算初始界面

Fig.8 Point Coordinates Calculating Interface

参考文献:

- [1] 张玉华. 设计平面凸轮轮廓的新方法[J]. 机械工程学报, 2004, 40(1): 33-37.
- [2] 王会. 基于VB6.0和UG NX4.0的盘形凸轮机构CAD系统设计[J]. 计算机应用技术, 2010, 37(1): 55-59.
- [3] 徐森亮. 盘形凸轮轮廓曲线的参数化设计[J]. 现代机械, 2009(2): 8-10.
- [4] 陈立德. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 95-98.
- [5] 章伟涌, 裴升东, 蔡晓霞. 基于OpenGL的摆动滚子从动件盘形凸轮机构三维运动交互仿真[J]. 机械设计, 2009, 26(4): 57-59.
- [6] 王廷和, 孟广耀. 基于.NET的UG二次开发技术研究[J]. 现代制造技术与装备, 2010(1): 67-69.

Research and Development of Cam Profile Curve Design System based on NX

LI Qing-zhu

(UGS College, Yancheng institute of technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

Abstract: A method for cam profile curve automatic design is proposed that data value is used to drive cam's trajectory, calculate the coordinates of any point contour line data according to cam curve of the motion law, and then the contour curve data file is generated. On that basis, flat plate-type cam automatic design system is developed based on NX. The required cam model is generated according to the data file based on the system; the efficiency and accuracy of design are greatly improved.

Keywords: Cam; Cam Profile Curve; NX Open; Parametric Design

(责任编辑: 沈建新; 校对: 张英健)