

连杆虚拟样机运动仿真

张建中¹, 高 宁²

(1. 安徽建筑工业学院 电子与信息工程学院, 安徽 合肥 230022;

2. 安徽农业大学 信息与计算机学院, 安徽 合肥 230036)

摘 要:运动仿真是极具挑战性的新兴技术之一,能够很好地提高设计与产品之间的交互性,缩短产品的生产周期,从而降低产品的设计成本。阐述了虚拟样机的建模过程,基于 Visual Basic 环境下,对四杆机构运动仿真进行具体运用,绘制输出运动的速度、加速度曲线。分析摇摆式传送机的机构运动特征,划分其功能,最终对其虚拟样机进行运动仿真,结合虚拟样机技术进行产品的仿真分析和参数优化,利用该方法提高了产品的设计质量,提高了效率。

关键词:交轨法;运动仿真;虚拟样机;摇摆式传送机

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)11-0191-03

Kinematics Simulation of Linkage Virtual Prototyping

ZHANG Jian-zhong¹, GAO Ning²

(1. School of Electron & Information Engineering, Anhui Institute of Architecture & Industry, Hefei 230022, China;

2. College of Information & Computer, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: Kinematics simulation is a kind of new challenging technology, it helps to improve contact between designer & product, to shorten produce cycle, so that reduces product cost. After expounding modeling process of virtual prototyping, based on Visual Basic simulates four-bar linkage motion with it, draws output velocity and acceleration curve. Analysing rocking transmission shaper motion character, carving up its functions, simulates virtual prototyping motion. Using the virtual prototyping technique proceeds analysis and parametric optimization. This method can improve product quality and efficiency.

Key words: track intercross; kinematics simulation; virtual prototyping; rocking transmission shaper

0 引 言

连杆机构是一种应用十分广泛的机构,由于其易于加工、能够实现多种运动轨迹和运动规律等特点,可以很好地满足各种工程之要求。工程上对连杆机构有着不同的要求,因此在机构的前期设计投入很烦琐^[1]。

文中针对复杂机构,提出了一种新型的虚拟样机解决方法。反映从动件工作过程中的速度和加速度的变化情况,为设计的可行性和实用性提供必要的依据^[2,3]。

在连杆机构的运动仿真中,连架杆一端固定一端不固定,容易求得,而中间连杆两端不固定,是难点,也是解决问题的关键所在,交轨法就是针对这关键之行有效的方法。

1 曲柄摇杆机构仿真

1.1 曲柄摇杆机构的建模分析

四杆机构是最基本的运动机构,是低副传动机构的基础。如图1为常用的四杆机构中曲柄摇杆机构模型,为了编程的方便,不失一般性,可设 $\theta_1 = 0$, L_2 为输入杆,围绕固定点 A 作匀速运动,故 B 点坐标为:

$$X_B = X_A + L_2 * \cos(\theta_2)$$

$$Y_B = Y_A - L_2 * \sin(\theta_2)$$

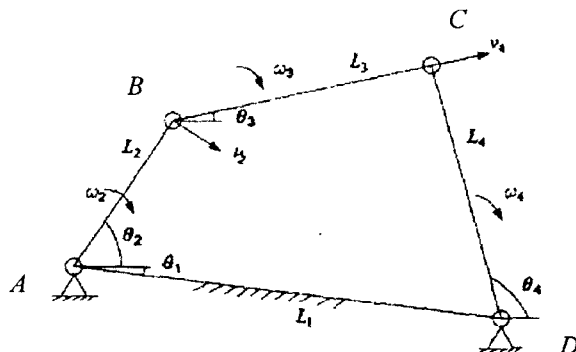


图1 曲柄摇杆机构几何模型

收稿日期:2008-02-28

基金项目:安徽省科研资助项目(2004jql50)

作者简介:张建中(1972-),男,安徽合肥人,硕士,讲师,研究方向为计算机仿真、计算机图形学、CAD/CAM 机械设计与制造。

关键是 C 点的坐标求法,可用交轨法,A 为定点,B 依托于 A 易于求得.C 可看成以 B 为圆心、以 L_3 为半径的圆弧与以 D 为圆心、以 L_4 为半径的圆弧的交点,也即交轨,可在此求得。

1.2 交轨法的实现

如图 2, B 依托于 A,可设置圆心角用循环实现 B 点运动,C 点基于动点 B 点圆弧轨迹,又是一个程序循环,因而是一对嵌套循环。C 点是两轨迹的交会,而基于 D 的圆弧则是上述嵌套循环退出的判断条件。

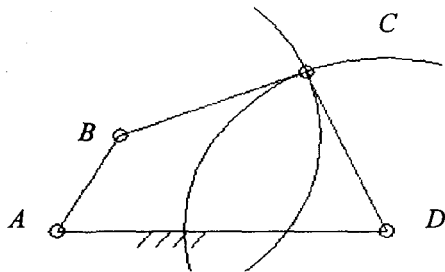


图 2 交轨法示意图

```

For i = 1 To 360 Step 1
    θ2 = i * pi / 180
    bx = ax - L2 * cos(θ2), 求 B 点的坐标
    by = ay - L2 * sin(θ2)
    Do
        For j = 180 To 90 Step -1
            θ3 = j * pi / 180
            cx = bx - L3 * cos(θ3) ' 求 C 点的坐标
            cy = by - L3 * sin(θ3)
            L = Sqr((cx - dx) * (cx - dx) + (cy - dy) * (cy - dy))
            If Abs(L - L4) <= 20 ' 设置误差量
                Then
                    break
            ..... ' 退出内循环
        
```

外循环是主动杆 AB 的运动,当在某个状态,内嵌的循环是表示 BC 与 DC 交轨的过程,以 B 为中心, L_3 为半径,当 CD 求得的长度 L 与 L_4 满足一定误差时,认为求出,循环跳出,C 点求得。连接 C、D 两点。

2 实例仿真

2.1 四杆机构

已知 $L_1 = 9, L_2 = 30, L_3 = 30, L_4 = 40, \omega_2 = 6 \text{ rad/s}$, 请仿真出四杆机构的运动过程,为了工程之需要,要求绘制输出点 C 点速度和加速度。

2.2 建模分析

A、B、C、D 四点,A、D 为已知点,认为是定点,B、C 为未知点,认为是动点,而 B 相对 A 点运动已知,

C 点可用以上的交轨法求解。

为了演示的方便,可将 ω_2 设置成变量,通过对 ω_2 大小的控制,得到快慢不同的仿真效果。

2.3 输出点速度、加速度的仿真

B 点围绕 A 点做匀速圆周运动,工程中,常用电动机牵引,称为输入运动,C 点做往返运动,是机构的输出运动,是适应不同工作要求的运动。故

$$V_b = \omega * l_{BC}, V_b \text{ 为匀速}$$

$$V_C = \frac{dX_C}{dt} \quad (1)$$

X_C 其实是角度 α 的函数,又

$$\theta_2 = \omega * t$$

所以 θ_2 又是时间 t 的正比例函数,

故 ① 式可用 ② 仿真

$$V_C = \frac{dX_C}{d\theta_2} \quad (2)$$

因为在程序里 θ 步长以 1 度递增,故可令 $d\theta = 1$,所以 dX_C 为循环前与循环后的差分,

$$\text{即 } dX_C = x_{C(i+1)} - x_{C(i)}$$

$$\text{即 } V_F = x_{F(i+1)} - x_{F(i)}$$

加速度也即是 dx_F 循环前与循环后的差分,

$$\text{即 } a = dx_{C(i+1)} - dx_{C(i)}$$

得到输出点速度、加速度曲线如图 3、图 4 所示。

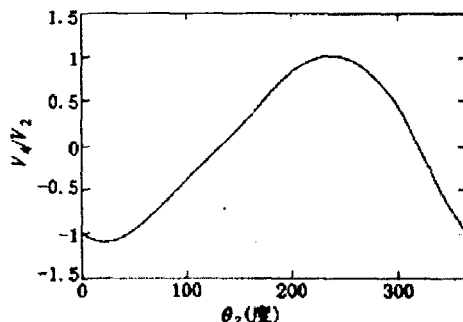


图 3 C 点的速度曲线

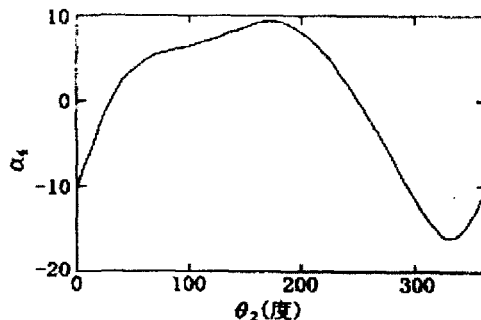


图 4 C 点的加速度曲线

3 六杆机构中端点的轨迹

四杆机构结构简单,设计也较方便,但机械工程中,对连杆机构提出的多方面的要求,四杆机构有时很难

满足,此时要依靠设计多杆机构来完成^[4]。应用多杆机构可以达到很多目的:如取得有利的传动角,获得较大的机械利益,改变从动件的运动特性等目的^[5]。设计多杆机构方法较多,可以把多杆机构分成若干个四杆机构的组合,文中在四杆机构的基础上运用组合方式来设计六杆机构,获得输出运动端点的轨迹,满足特殊工程之需要。插齿机是一款典型的六杆机构,下面基于交轨法思想,对多杆机构进行虚拟运动仿真,本仿真在 VB 环境下实现。

3.1 建模分析

摇摆式传送机是企业批量生产的主要机器,在产品的流水作业中实现机械手对工件的准确传送,具有工作效率、准确度高等优点,从而得到加工业的广泛应用。摇摆式传送机从机构分析上看,与牛头刨床有着很多的类似。 O_1 、 O_2 为定点,机械手 D 点纵坐标为定值,曲柄 O_1A 为匀速圆周运动,通过连杆带动连架杆 O_2C ,如图 5 所示。

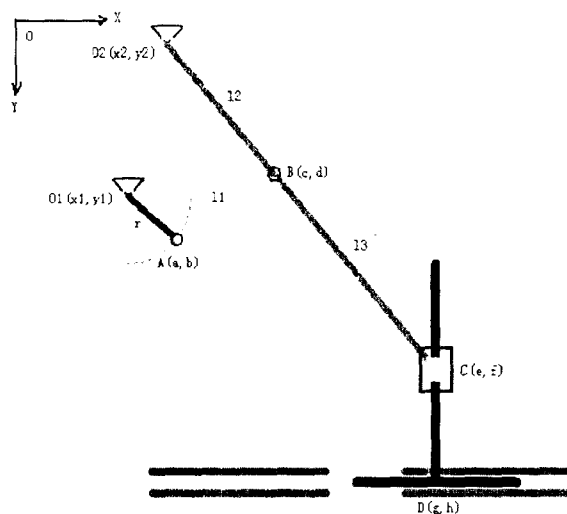


图5 摇摆式传送机建模图

3.2 仿真实现

如图5, O_1 、 O_2 、 A 、 B 四点是一个很典型的四杆机构,其模型仿真求解可同上述方法, C 点在杆 O_2B 的延长线上,满足 $\lambda = O_2B/O_2C$ 为定值,因而可求得 C 点, D 点纵坐标已知,横坐标等同于 C 点,故机构建模成功。通过 VB 变成实现结果如下,并且通过对过程中机械手位移的一阶导、二阶导求解得到机械手的瞬时速度和加速度大小^[6]。本仿真在 VB 环境下实现,如图6所示。

4 结束语

虚拟样机的仿真需要从其工作过程中下手,研究

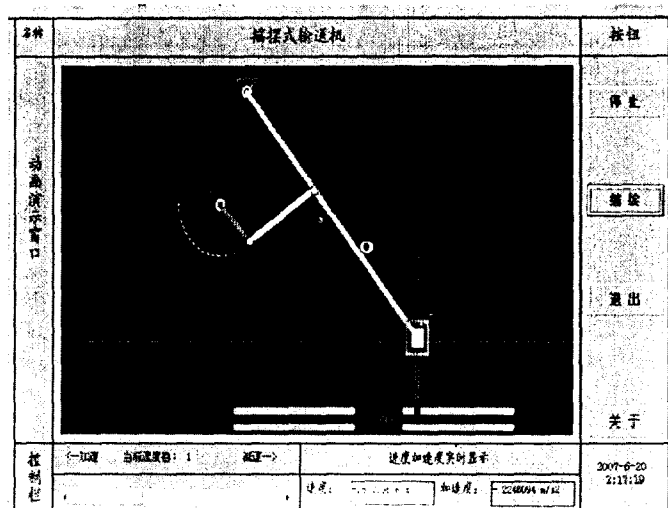


图6 摇摆式传送机运动仿真图

机构本身的特点。工业中一般比较复杂的传动机构,设计者可以将其分划成若干个四杆机构,再逐个解决。同时在工作中,也可能有多种方案,通过对其仿真效果的输出,进行更为直接的比对,从而在没有试产的情况下,能够得到较为理想的设计方案。

以实验为平台,借助于机械系统运动学、机构学、动力学理论和软件编程技术,建立了具有大质量、大惯性运动部件和执行元件的材料加工设备的数学模型,并进行了分析和仿真,为产品的设计提供可行性分析和数据参考,省去了产品开发的试制过程,节省了人力和财力、缩短了产品开发周期、提高了生产率。仿真不仅在结构设计中起着如此重要作用,还在有限元分析、环境模拟等方面扮演重要角色^[7]。虚拟样机运动仿真是企业生产中最为直接和最为经济的方法,是对仿真技术的实际应用和补充,也为计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)掀开了崭新的一页。

参考文献:

- [1] 陈东辉, 陈勇, 李重焕, 等. 农业机械动态仿真软件开发与模拟[J]. 农业机械学报, 2005(11): 168-170.
- [2] 张建中. 基于 Win-TC 的刨床仿真设计[J]. 软件导刊, 2007(9): 39-40.
- [3] 王凯湛, 马瑞峻. 虚拟现实技术及其在农业机械设计上的应用[J]. 系统仿真学报, 2006(8): 500-503.
- [4] 肖乾, 周新建. 凸轮机构的计算机辅助设计与运动仿真分析[J]. 华东交通大学学报, 2006(8): 103-104.
- [5] 郭云芳, 欧阳玲, 刘继美. 计算机仿真技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991.
- [6] 万军, 王剑彬, 孙毅. 基于 MATLAB 的连杆机构的运动参数仿真[J]. 设计与研究, 2007(7): 17-19.
- [7] Erdman A G, Sandor G N. Mechanism Design: Analysis and Synthesis[M]. 第2版. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1991.