

文章编号: 1672-6413(2011) 02-0152-02

基于CATIA的活塞膨胀机凸轮设计

成安义, 吴克平, 刘明明

(中科院等离子体物理研究所 低温工程与技术研究室, 安徽 合肥 230031)

摘要: 活塞膨胀机配气机构工作性能的好坏在很大程度上取决于凸轮的外形。使用CATIA三维建模软件创建凸轮机构虚拟样机, 并对两种凸轮设计方法进行比较, 对于提高活塞膨胀机配气机构工作的可靠性有一定的借鉴意义。

关键词: 活塞膨胀机; 凸轮; CATIA

中图分类号: TK413.4+1 **文献标识码:** B

0 引言

在深冷装置中, 要使装置正常运转, 就要不断地供给冷量, 以建立装置正常工作的必要条件, 并补偿装置在运转过程中的各种冷量损失。活塞膨胀机就是制取冷量的一种低温机械。在活塞膨胀机中, 为了保证工作过程的正常进行, 需要在一定的时间内完成规定的进排气过程。配气机构是活塞膨胀机最重要的部件之一, 它决定了膨胀机工作的可靠性和经济性。对于气阀内传动的活塞膨胀机, 是由活塞传动来控制进、排气阀门的启闭。气阀的启闭主要是由凸轮传动来控制的, 活塞膨胀机配气机构工作的好坏在很大程度上取决于凸轮的外形。确定凸轮外形尺寸时, 不仅要保证气阀有良好的工作情况, 同时也要使凸轮制造方便。在设计凸轮时一般有两种形成凸轮外形的方法: 按气阀给定的运动规律来设计凸轮外形; 按照预先选定的、制造上最易达到的曲线(圆弧)及直线来设计凸轮外形。本文利用CATIA软件对活塞膨胀机配气机构中进气凸轮的两种外形设计方法进行分析比较^[1]。

1 按运动规律进行凸轮设计

1.1 凸轮设计

在凸轮传动气阀启闭的过程中, 凸轮并不是直接作用于气阀上, 而是通过中间零件来实现的。若气阀是经过杠杆传动, 则应当考虑传动比*i*, 如图1所示。此时凸轮的最大升高度 $h = h_{max}i$ 。其中 h_{max} 为气阀的最大升高度, 传动比*i*由设计时确定。气阀由开启到关闭所组成的气阀运动规律可以分为5个阶段, 如图2所示。其中第1、2阶段气阀从关闭到最大开启升高度, 第3阶段气阀保持开启时最大升高度, 第4、5阶段气阀从最大升高度到关闭状态。在活塞膨胀机中, 阀门

中气体的流速取决于气阀升高度和活塞速度。设计凸轮时, 应当使气阀在最大升高度能保持较长时间, 而关闭时又比较迅速, 且气阀关闭到达阀座时, 速度一般推荐在0.4 m/s ~ 0.6 m/s。

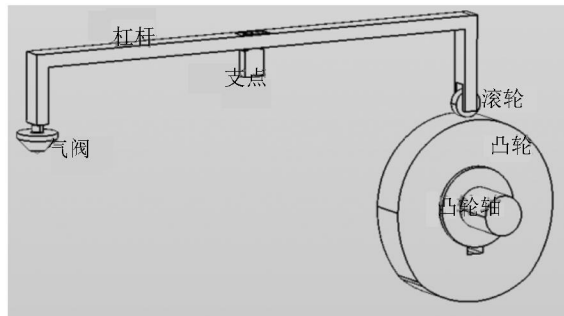


图1 气阀传动结构

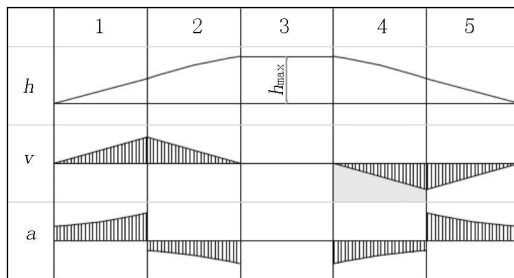


图2 气阀启闭的运动规律

按给定的运动规律来设计凸轮外形, 首先确定气阀在各种不同凸轮转角时的运动规律, 然后根据这些数据做出凸轮的外形。图3为某气阀的位移曲线和得出的凸轮造型。从气阀位移的运动规律上得到气阀最大升高 h_{max} 为6.5 mm, 凸轮基圆半径为65 mm, 我们将气阀的位移通过CATIA软件曲线曲面模块当中的法则曲线和平行曲线命令绘制成凸轮的轮廓形状, 为

了便于后续校核凸轮外形的精确度,将传动比*i*定为1。

1.2 虚拟样机模型的建立

根据设计要求,在CATIA软件当中的Assembly Design模块中,参考图1,根据位置约束关系装配得到凸轮和气阀传动机构的装配体模型。将CATIA切换到DMU-Kinematics模块中,进行气阀经过杠杆传动的虚拟样机模拟。点选New Mechanism按钮,为虚拟样机添加约束、驱动。根据装配模式,活塞虚拟样机需要添加如下约束:①凸轮与凸轮轴之间为旋转接合,允许凸轮绕凸轮轴进行转动;②凸轮和杠杆滚轮间为滚动曲线接合,允许凸轮和滚轮间在平面内相互滚动;③滚轮和杠杆间为旋转接合;④杠杆和支点间为旋转接合;⑤支点和凸轮轴为刚性接合。根据相关膨胀机技术参数,为凸轮轴添加300 r/min的驱动。这样在建

立完凸轮气阀传动机构的虚拟样机模型后,就可以进行气阀启闭过程中的动力学模拟和凸轮外形尺寸的校核,图4为输出的气阀位移和速度曲线^[2]。

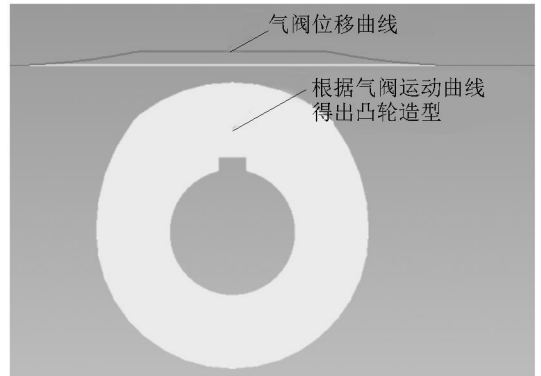
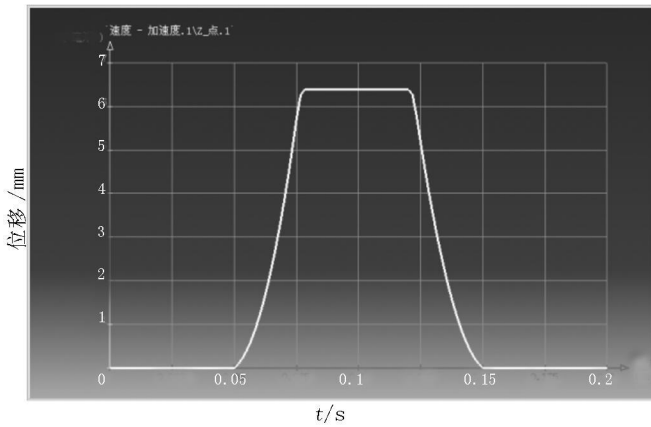
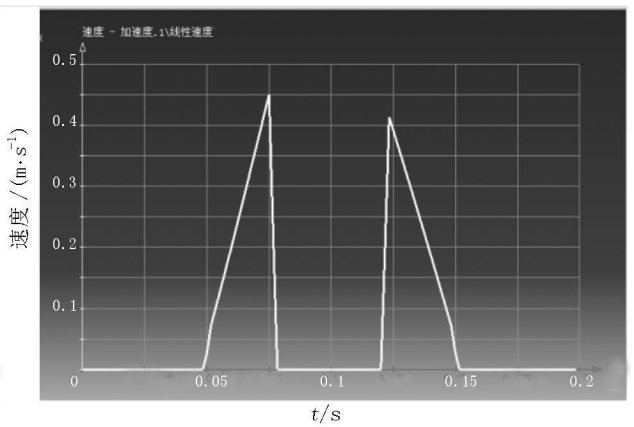


图3 按凸轮运动规律设计的凸轮造型



(a) 位移曲线



(b) 速度曲线

图4 按方法一输出的气阀位移和速度曲线

2 按凸轮外形校核运动规律进行凸轮设计

在活塞膨胀机凸轮的设计中,通过制造上最易达到的曲线(圆弧)及直线来设计凸轮外形的方法应用较为广泛,这种方法在于选择凸轮轮廓的圆弧半径和基圆半径。下面以设计平面凸轮为例,在凸轮造型完成后,同样进行凸轮和气阀传动机构的动力学模拟,并和第一种凸轮设计方法进行比较,得出两种凸轮设计方法的优劣。为便于比较,将凸轮基圆半径同样设定为65 mm,凸轮转速为300 r/min。凸轮造型见图5,气阀的位移速度曲线见图6。

3 分析比较结果

从以上分析可以看出,对于按给定的运动规律来设计凸轮外形,其模拟输出的气阀运动曲线能够很好地吻合气阀运动规律,凸轮能够较久地将气阀保持在全开位置,保证气阀有尽可能大的流通能力,和第二种构造凸轮的方法相比,其气阀在启闭过程中速度的变化较小,小于0.45 m/s,因此机构中产生的冲击载荷也相对较小,并且借助CATIA软件,使得设计方法简单,凸轮外形的精确度容易达到,便于进行数控加工。对于按凸轮外形校核运动规律的方法来设计凸轮,其气阀在运动过程中产生的速度变化较大(0.65 m/s),气阀在全开位置保持时间较短,但在打开和关闭气阀阶段,能够迅速完成,这是第一种设计方法需要改善的。综上分析,结合CATIA良好的曲面功能和运用虚拟样机技术对凸轮机构进行动态仿真,能够在保障气阀运动规律的吻合度和良好的工作情况下,对凸轮外形进行反复修正,最终得到活塞膨胀机配气机构中合适的凸轮外形。

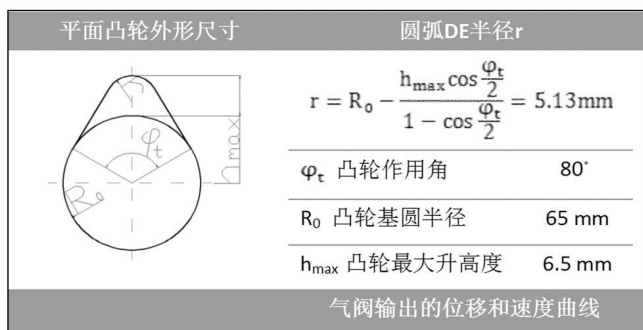


图5 按凸轮外形校核运动规律设计的凸轮造型

(下转第156页)

将粉尘做成粉笔再次使用, 实现了循环利用。

(3) 黑板擦上感应装置的应用实现了黑板擦与黑板相对位置的固定, 大大提高了除尘效果。

(4) 导轨上有探测导轨与障碍物距离的感应装置, 提高了本套装置的安全性。

(5) 全自动除尘装置拥有独立的控制软件, 可根据不同尺寸的黑板选择不同的软件, 充分体现了当今模块化生产的理念, 维护、更新容易。

(6) 自动除尘装置可以大大减轻教师和学生的体力劳动, 同时处处为老师和同学的健康着想, 充分体现了“以人为本”的理念。

3 结论

综上所述, 黑板擦的自动化、多媒体化和绿色环保化是一个全新的研究领域, 也是今后的研究方向, 有

着重要的研究价值, 承担着保护师生身体健康、建设绿色校园的重任。从所谓的无尘粉笔、微尘粉笔到半自动黑板擦的研制, 无不渗透着一种深深的人文关怀, 而我们所设计的基于多媒体教学体系的全自动、绿色黑板除尘装置正是这些研究和人文关怀的继续, 也是黑板擦向着自动化、多媒体化和绿色化发展道路上的

参考文献:

- [1] 宋宝玉, 王黎钦. 机械设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] 李树军. 机械原理[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2000.
- [3] 孙志礼, 冷兴聚. 机械设计[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2000.

Design of Automatic and Eco-friendly Blackboard Dust Removal Device Based on Multimedia Teaching System

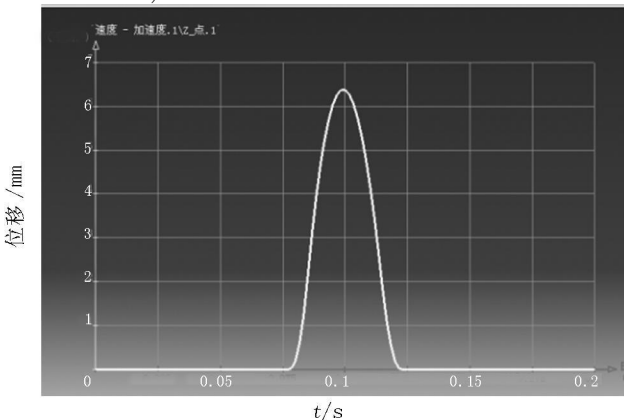
GUO Li-peng¹, ZHOU Yu-qing¹, WU Xie-hao², WANG Qing-shan³, JIANG Long⁴

(1. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang 110000, China; 2. Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310000, China; 3. College of Mechanical and Electrical Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150000, China; 4. School of Mechanical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116000, China)

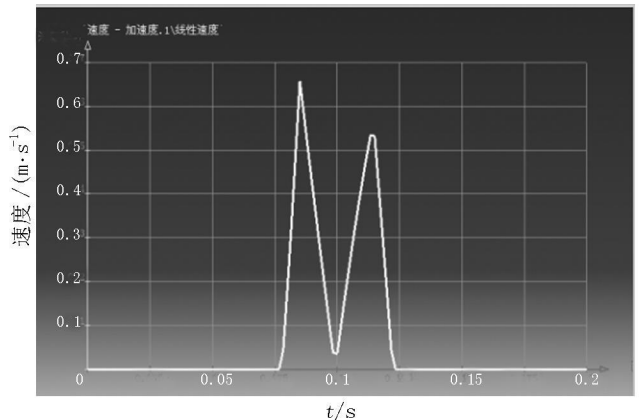
Abstract: This paper presents an automatic and eco-friendly blackboard dust removal device based on multimedia teaching system. With the control unit, transmission unit, sense unit, blackboard dust removal device unit and vacuum treatment unit working together properly, it can not only complete the dust removal work of the whole board, but also clean the specific area of the board. This device is full automatic, completely eco-friendly, high efficient, etc.

Key words: blackboard dust removal; full automatic; eco-friendly; multimedia system

(上接第 153 页)



(a) 位移曲线



(b) 速度曲线

图 6 按方法二输出的气阀位移和速度曲线

参考文献:

- [1] 丑一鸣, 段茂金. 活塞膨胀机[M]. 北京: 机械工业出版社, 1980.
- [2] 高秀华, 王志明, 王继新. 工程分析及电子样机模拟[M].

- 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 徐峰, 徐年富, 贺炜. 基于 CATIA 和 ADAMS 的弧面分度凸轮机构的建模和仿真[J]. 机械传动, 2009, 33(5): 42-43.

Design of Piston Expander Cam Based on CATIA

CHENG An-yi, WU Ke-ping, LIU Ming-ming

(Cryogenic Engineering Division, Institute of Plasma Physics, CAS, Hefei 230031, China)

Abstract: The working performance of the valve mechanism of a piston expander is mainly determined by the shape of the cam. By using CATIA 3D modeling software, the paper created a virtual cam mechanism for comparing two cam design methods. The work has a certain value for improving the stability of piston expander valve mechanism.

Key words: piston expander; cam; CATIA