

平面凸轮 CAD/CAM 集成系统开发研究^{*}

秦宝荣

(盐城工学院机械工程系, 盐城, 224003)

摘要 介绍一个平面凸轮 CAD/CAM 集成系统, 该系统由 CAD、CAD-CAM、CAM 三个部分组成, 其特点是可进行平面凸轮的常规设计和优化设计, 可对平面凸轮的制造过程进行分析模拟, 综合考虑凸轮设计、制造过程中的各种问题, 获得较优设计方案。系统将 CAD、CAM 集成, 自动进行数据的转换处理, 有助于减少产品设计与制造过程中出现的人为差错, 缩短产品开发周期。

关键词 凸轮 计算机辅助设计 计算机辅助制造

分类号 TH122

引言

平面凸轮是一种比较典型的机械零件, 广泛应用于发动机凸轮轴和自动控制机械的凸轮轴中, 由于其轮廓由曲线组成, 因此凸轮设计、制造的精确程度对机器的静动态性能都有极其重要的影响。CAD 与 CAM 在凸轮的设计与制造过程中早有应用, 但一般 CAD/CAM 系统不能将制造过程中的信息反馈到设计过程, 并且需用人工将 CAD 系统设计的结果转换到 CAM 系统中去, 不仅容易出错, 也影响产品的开发的周期。为了克服这些缺点, 本系统一是在 CAD 与 CAM 之间增加了 CAD-CAM 模块, 对凸轮的制造过程进行分析模拟, 并将其信息反馈到设计中去, 可通过改变凸轮设计或控制凸轮制造过程中的工艺参数来解决分析模拟过程中发现的问题; 二是将 CAD/CAM 集成, 系统自动将 CAD 系统设计的结果转换到 CAM 中去, 既减少了人为的差错, 又缩短了产品开发的周期。

1 系统结构

系统由 CAD、CAD-CAM、CAM 三个部分组成, 其结构如图 1 所示。

1.1 CAD 部分

CAD 部分由常规设计、优化设计和分析模拟三个模块组成。其结构如图 2 所示。

常规设计是按照凸轮设计的常规方法及公式设计成程序, 其中包括了各种常用的凸轮曲线, 设计中系统根据选定的凸轮曲线和输入的凸轮机械设计参数自动完成凸轮的几何设计。

优化设计是在常规设计的基础上, 提出目标函数和约束函数, 建立优化设计的数学模型, 进行对给定目标的寻优设计, 其中目标函数有最大压力角最小、瞬时效率最大、最大接触应力最小、基圆半径最小等单项目标函数, 也可以根据需求建立各种形式的多目标函数。约束函数有压力角约束、接触应力约束、基圆半径约束、滚子半径约束、偏距约束、边界约束、不干涉约

* 收稿日期: 1996-01-26

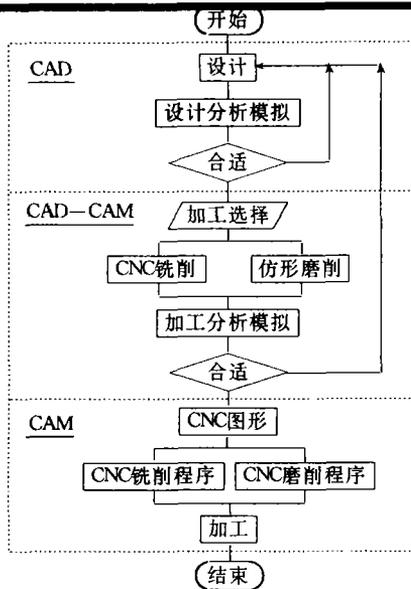


图1 系统结构图

束、保持接触约束、装配约束等 20 多个。优化方法主要选择了复合形法、线性逼近法、主要目标法和设计分析法。

分析模拟模块按常规设计和优化设计的结果进行凸轮机构运动性能和动力性能的分析模拟，主要有外程、速度、加速度、脉冲、压力角等项目的计算分析和凸轮曲线、机械运动模拟。

1.2 CAD-CAM 部分

凸轮加工方法主要是铣削和磨削，系统包括了数控铣削和仿型磨削两种常用加工方法。CAD-CAM 部分对凸轮的加工工艺参数、加工误差、加工过程进行分析模拟，其结构流程如图 3 所示。

(1) 数控铣床

数控铣削加工凸轮的关键在于刀具中心运动轨迹的控制，对一般数控铣床而言，只具有直线插补和圆弧插补的功能，而凸轮轮廓曲线常常是非圆曲线。由于用直线插补逼近曲线时，插补段很多，增加了尖角过渡处理，增大编程工作量。因此实际多采用圆弧与圆弧或圆弧与直线相切的插补法。图 4 所示为用圆弧插补逼近曲线时，当已知曲线 S_cx 上相邻两节点的 p_i, p_{i+1} 的坐标及其一阶导数时，可求出相切的两段圆弧 $\widehat{P_iT}$ 、 $\widehat{TP_{i+1}}$ (计算过程略)，逼近误差的估算。如图 5 所示，用 P_i, P_{i+1} 点 x 坐标的中点值代入曲线方程和圆方程，计算 y_1 和 y_2 ，用 y_1 和 y_2 的差值来估算逼近误差，如果误差超过允许范围，可在 P_i 与 P_{i+1} 之间增加一个插补点。

系统根据逼近计算的结果和选定的工艺参数确定刀具中心运动轨迹，计算凸轮曲率、轮廓

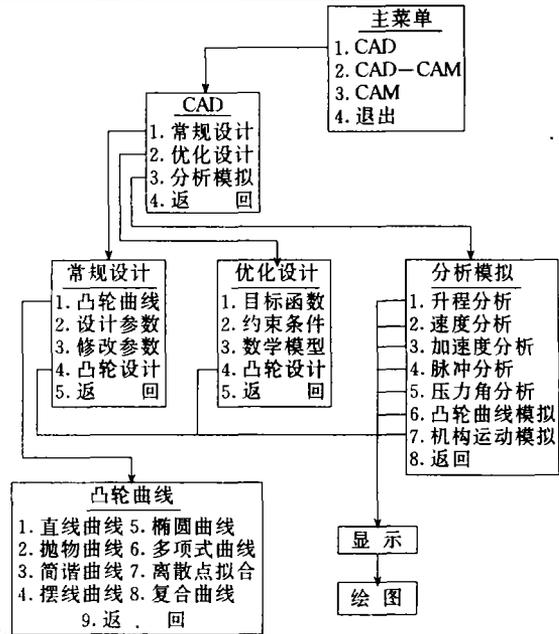


图2 CAD模块结构流程图

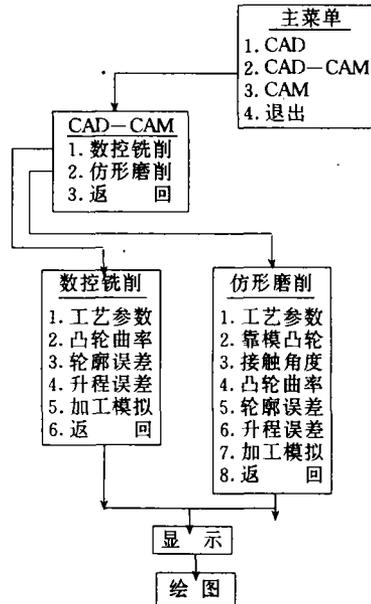


图3 CAD-CAM模块结构流程图

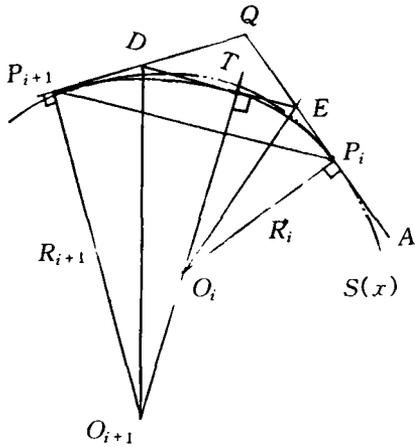


图4 用圆弧逼近曲线

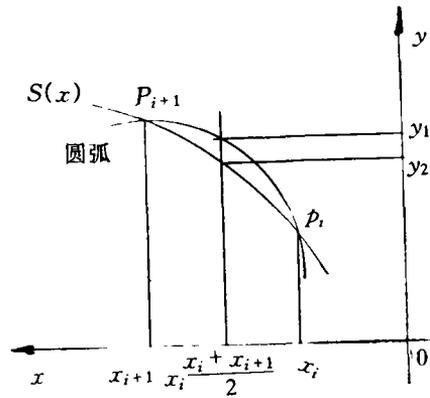


图5 逼近误差估算

误差和升程误差。

(2) 仿形磨削

仿形磨削是凸轮终加工的主要方法,其原理如图6所示,摇臂在靠模凸轮的控制下作规则摆动。

靠模凸轮是仿形磨削的关键,靠模凸轮的精度将直接影响凸轮的加工精度。按图6可计算出仿形磨削时砂轮接触角度 δ 、凸轮曲率、估算轮廓误差和升程误差,并模拟仿形磨削的过程。

1.3 CAM 部分

CAM 部分由 CNC 图形转换、CNC 程序生成、CNC 程序编辑和 CNC 程序传送四个模块组成。CNC 图形转换模块是将 CAD 部分设计的凸轮图形数据按插补逼近运算转换成 CNC 程序图形;CNC 程序生成模块利用 CNC 图形自动生成数据控制铣削 CNC 程序;CNC 编辑模块用于对自动生成的 CNC 程序进行编辑修改检查校对 CNC 程序,也可加入分差、刀具等加工中所必须的其他内容;CNC 程序传送模块是将在微机上编好的 CNC 程序传送到 CNC 机床的控制终端。

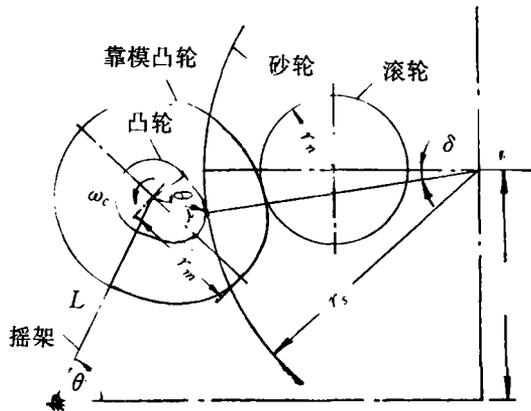


图6 仿形磨削示意图

2 结束语

使用本系统进行平面凸轮的设计、分析计算和加工过程的分析模拟,综合考虑凸轮设计、制造过程中的问题,设计出运动性能、动力性能和工艺性能均较好的凸轮机构,系统将 CAD 和 CAM 集成,自动进行数据的转换处理,可以减少人为差错,提高产品设计质量,缩短产品开发周期。

(下转第10页)

表3 几种常用超细玻璃纤维棉各频率下的吸声系数特性表

厚度 cm	容重 kg/m ³	各频率下的吸声系数					
		125	250	500	1000	2000	4000
2.5		0.1	0.14	0.3	0.5	0.9	0.7
5	12	0.06	0.16	0.68	0.98	0.93	0.90
5	17	0.06	0.19	0.71	0.98	0.91	0.90
5	20	0.1	0.35	0.85	0.85	0.86	0.86
5	24	0.10	0.30	0.85	0.85	0.85	0.85
10	20	0.25	0.60	0.85	0.87	0.87	0.85
15	20	0.50	0.80	0.85	0.85	0.86	0.80

表4 安装隔声罩前后试验磨机频率噪声分布表

	A 声级 dB	倍频程频率噪声分布情况 (频率单位 Hz 噪声单位 dB)								
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
加罩前	107	71	76.3	86	88.5	98	103	100	89	70.5
加罩后	84	71.5	75	76	79	81	82	79	75.5	60

4 综合分析

从计算分析和试验结果来看,利用隔声罩来改善球磨机的工作环境是有一定效果的。但如何充分利用隔声罩来提高隔声效果,就需要综合分析,统筹考虑。球磨机噪声的频域分布较宽,尤其是生产用球磨机在80dB以上的频率范围在31.5~12000Hz。为了提高低频段的隔声量,可通过增加罩壳的厚度来增加面密度,以提高低频段的隔声系数。增加罩壳厚度的同时,它的临界频率也随之降低,降低了高频带的隔声量。这时高频噪声一方面通过增加阻尼来降低透射声强,更主要的是要选择性能合适的吸声材料,对超细玻璃纤维来说应选择合适的容重和厚度,以提高高频段吸声效果。另外理论计算与实际效果会有一定差距,一部分是由于计算隔声是在质量控制区,忽略了低频共振和高频吻合的影响;另一部分是由于结构上的原因,隔声罩在结构上虽然尽量做到密封,但实际上很难做到完全封闭,泄漏量越大,理论计算量误差越大。只要设计、选材合适,采用本文所述的隔声技术,完全可以将各种类型的球磨机噪声控制在国家规定的标准范围以内。

参考文献

- 1 Lewis H. Bell. Industrial Noise Control. MARCEL DEKKER, INC. New York 1982
- 2 方丹群等,王文奇,孙家麒编著. 噪声控制. 北京出版社. 1986

(上接第5页)

参考文献

- 1 管荣法主编. 凸轮与凸轮机构. 北京:国防工业出版社. 1993
- 2 陆金贵主编. 凸轮制造技术. 北京:机械工业出版社. 1986
- 3 王文博主编. 机构和机械零部件优化设计. 北京:机械工业出版社. 1990
- 4 Chen F. Y, Mechanics and Design of Cam Mechanics Pergamon Press, New York, 1982
- 5 Kawasaki, S., et al, Lift Error on Grinding Cam Profile, Annals of the CIRP. Vol 24. 1, 1975