

文章编号:1007-6492(1999)02-0086-03

形位精度设计专家系统的研究

赵凤霞¹, 张琳娜¹, 苏智剑¹, 王庆海²

(1. 郑州工业大学机械与电子工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省机械工业学校, 河南 郑州 450002)

摘要: 机械零件的形状和位置设计是精度设计中一个重要组成部分. 根据形位精度的设计特点, 利用专家系统法进行计算机辅助形位精度设计, 建造其知识库、推理机, 并采用特征建模技术获取零件信息.

形位精度设计专家系统的研究为计算机辅助精度设计的深入研究作了有益的探索.

关键词: 形位精度; 专家系统; 特征建模

中图分类号: TH 13 **文献标识码:** A

精度设计是机械零件设计与制造中的一个重要环节, 形状和位置精度(简称形位精度)是机械零件基本几何精度(尺寸精度、形位精度、表面粗糙度)的一个重要组成部分. 随着科学与生产技术的发展, 计算机技术等多学科在机械制造业中得到了广泛的应用, CIMS 和 CAD/CAM 已取得了重大的突破和引人注目的成就, 而机械零件的精度设计尚处于人工或半人工处理阶段, 这种状况显然无法与 CAD/CAM 集成、CIMS 发展相适应. 自从 1978 年挪威学者 O. Bjorke 在《Computer - Aided Tolerancing》一书中提出计算机辅助公差技术以来, 国内外许多学者在此领域做了大量的研究工作, 并取得了一些成果. 但这些研究都只是局限于对尺寸精度设计的研究^[1], 有关形位精度的设计却未见报道, 而它又是机械零件精度设计中的一大组成部分, 作为一个完整的计算机辅助精度设计系统, 必须涉及这一领域. 本文根据形位精度本身的设计特点, 利用专家系统对形位精度的设计进行了研究, 建造了形位精度设计的专家系统.

1 总体结构^[2]

机械零件的形位精度设计内容包括 4 个方面: (1) 形状和位置公差项目(共 14 项)的确定; (2) 基准的选择, 其中又包括基准部位的选择、基准数量的选择和基准顺序的确定等 3 部分的内容; (3) 形位公差值的选择; (4) 公差原则的选择. 另外, 在进行设计时, 还应考虑与尺寸精度、表面

粗糙度以及典型零(部)件的关系及协调等. 设计过程中, 其影响因素有: 机械零件的几何特征、结构特点、功能要求、检测条件、项目特征、项目之间的关系、项目与尺寸精度和与表面粗糙度之间的关系、经济性、加工方式、材料特征、零件在机器中的装配、应用场合等. 为了使设计状态空间简化, 根据形位精度设计的特点以及各部分之间的相互制约关系, 将形位精度设计专家系统采用分层构造的方式, 并把上层的设计结果作为下层的设计初始条件, 其过程如图 1 所示, 专家系统结构如图 2 所示.

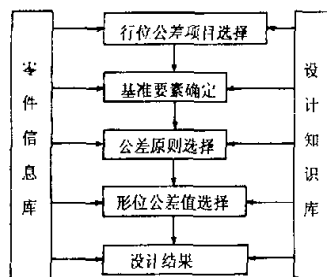


图 1 形位精度设计的推理过程

1.1 用户接口

(1) 人机接口

人机接口把用户输入的信息转换成系统的内部表示形式, 然后把这些信息交给系统的相应部分去处理. 系统输出的内部信息, 也由人机接口转换成用户熟悉的表示形式显示给用户.

(2) 零件信息描述与输入^[3]

收稿日期: 1999-01-18; 修订日期: 1999-03-10

基金项目: 河南省科技攻关项目(951110526)

作者简介: 赵凤霞(1971-), 女, 河南省郑州市人, 郑州工业大学硕士研究生.

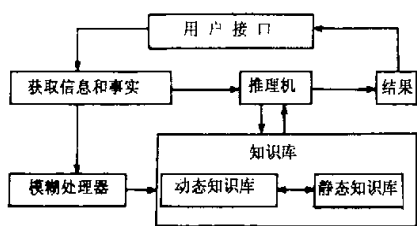


图2 形位精度设计专家系统结构

零件本身的形体结构、零件中各要素的相互位置关系及零件在机器中的装配等决定零件所可能采用的形位公差项目、基准及公差值的大小,因此,在进行零件的形位精度设计时,必须提取零件有关的信息。本系统采用特征建模技术对零件进行信息建模,其模型如图3所示。

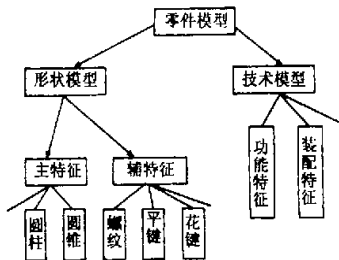


图3 零件信息模型的结构

进行设计时,利用特征要素创建设计对象模型,描述零件形状特征,记录零件几何结构属性。零件信息存储模式采用面向对象的方法,不同的形状特征创建不同的对象,一个具体的形状就是对象的一个实例。

1.2 知识库

本系统的知识库包括动态知识库和静态知识库。

动态知识库是计算机进行推理所采用的知识库的形式,采用这类知识库的优点在于在系统运行过程中可以随时增添或删除知识库中的知识,这对在设计过程中需要随时更新知识库中的知识提供了极大的方便,它相当于一个动态“黑板”,存在于计算机的内存当中。

静态知识库是把系统涉及到的标准数据、知识、事实以及系统推理过程中得到的各种中间结果和最后的结论等以独立的数据库文件形式存贮,与宿主程序相分离,用 Access 软件编制,知识库里的知识增添、修改、删除等均不影响主程序的运行,宿主程序通过 DAO 的方式访问知识库。同时,动态知识库与静态知识库之间可以相互转化,这是通过 VC++ 与 Access 之间的动态交换

(DDE)实现。

1.3 推理机

(1) 推理控制策略

推理机是专家系统的核心。在不同的设计阶段,根据不同的特点,本系统采用了不同的推理控制策略。在零件的形位公差项目选择阶段,系统采用的推理是正向推理和反向推理相结合的方法,先根据原始输入信息通过正向推理帮助提出假设,再根据假设,利用反向推理进一步寻找支持假设的证据,反复这个过程直到得出最终结论。而进行零件的形位公差值确定、基准的选择以及公差原则的运用时,则较适合用正向推理控制策略。

(2) 推理方法^[4]

在基准要素确定阶段和公差原则选择阶段,本系统采用了精确推理;而在形位公差项目选择阶段和形位公差值确定阶段,本系统采用了不精确推理方法。下面仅对形位公差项目选择阶段的推理方法作以讨论。

影响形位公差项目选择的因素有些是确定的,有些是不确定的,同时设计要求可能是具体的数值,也可能是文字描述。因此,较适合采用不精确推理方法,并运用模糊运算的理论,对模糊信息进行推理、判断,得出设计结果。

系统根据用户输入的信息,将其翻译转化为模糊向量

$$\vec{A} = [a_1, a_2, \dots, a_n]^T, \quad (1)$$

其中: a_i 代表某一信息的隶属度。

系统进行正向推理,对知识库进行搜索,得出每一项目的模糊向量

$$\vec{B} = [b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}]^T, i = 1, 2, \dots, 14; \quad (2)$$

每一项目的影响因素集权值大小模糊向量为

$$\vec{W}_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in}], i = 1, 2, \dots, 14, \quad (3)$$

将要素的实际信息的模糊向量和项目的模糊向量进行模糊贴近度的计算,为了充分利用每个特征信息,本系统采用欧氏贴近度的计算方法计算两个模糊向量的模糊贴近度

$$\sigma_E(\vec{A}, \vec{B}) = 1 - \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (A(x_i) - B(x_i))^2}, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, 14.$$

系统进行反向推理,根据模糊贴近度的大小,给定一个截取阈值大小,依照最大隶属原则确定公差项目,然后将结果存入知识库中以供后面的设计使用。

2 知识表达

零件信息的获取是计算机辅助形位精度设计的基础,全面、正确的信息是精度设计各模块得以顺利进行的保证.在零件信息建模时,本系统采用了面向对象的知识表达方法.

面向对象的设计过程可看成是把系统所要求解的问题分解为一些对象及对象间传递消息的过程.将零件分解后(见图3),一个具体的零件的特征可用面向对象的方法表达.对于单个零件,可把特征相同的对象划归为一个对象类,在对象类中通过类层次的结构关系来体现对象的抽象程度.一个对象类的上层可以有超类(superclass),下层可以有子类(subclass),形成一种层次结构.这种层次结构的一个主要特点是继承性,一个子类直接继承其超类的全部描述.一个类可有多个子类,也可以有多个超类.因此超类中描述的对象类的属性不用在子类中重复描述,这样就减少了知识的冗余,提高了知识的利用率.

对于某个具体的对象,采用面向对象的混合知识表达方式,包括产生式规则、框架及过程,将多种单一的知识表达方法按面向对象的编程原则来组织,即以对象为中心将对象的属性、动态特征以及知识的处理等有关设计知识封装在对象的结构中.将对象的属性用框架槽(SLOT)来表示,将对象的动态特征用规则来表示,规则本身也是框架中的一个槽.有关知识的处理用过程来表示,过程也封装在对象的框架中.下面是应用面向对象的知识表达方式来表达轴对象类中圆柱类的部分

特征及有关知识处理的一个例子.

```
class CCylinder:public CMainFeature{
protected:
float length; //长度
float diameter; //直径
float diaup; //直径上偏差
float diadown; //直径下偏差
CString diazone; //公差带代号
int function; //要素功能
.....
};
```

3 结束语

在设计时,知识库的建造、知识的获取等是建造形位精度设计专家系统的难点.本文采用 DAO 进行数据的管理和存贮,把设计所涉及到的标准数据、知识、事实,均采用数据库的方式存贮,宿主程序(VC++)只负责调度,这为知识库的扩充、修改和移植等提供了方便.

参考文献

- [1] 高学军,张琳娜,苏智剑等.基于人工智能的零件配合设计方法研究[J].郑州工业大学学报,1998,19(4):26-28.
- [2] 张琳娜.精度设计与质量控制基础[M].北京:中国计量出版社,1996.42-82.
- [3] 戴 同.CAD/CAPP/CAM 基本教程[M].北京:机械工业出版社,1996.164-174.
- [4] 闫家杰,赵万忠,迟凤起.模糊数学基础及应用初阶[M].郑州:河南教育出版社,1993.54-66.

Research on the Expert System of Form and Position Accuracy Design

ZHAO Feng-xia¹, ZHANG Lin-na¹, SU Zhi-jian¹, WANG Qing-hai²

(1. College of Mechanical & Electronic Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Machinery Technical School, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The form and position accuracy design of machine components is an important part of accuracy design. According to the character of form and position accuracy design, this paper uses expert system to design it, constructs its knowledge base and reasoning machine, and uses feature technology to get component's information. So the study on expert system of form and position accuracy design has been done significant work for further research on computer-aided accuracy design.

Key words: form and position accuracy; expert system; feature technology