

基于知识的精铸模具智能化设计方法*

Method of Knowledge-based Intelligentized Design for Precision Casting Mold

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室 王爱贤 卜 昆
西安导航技术研究所第一研究室 张 琦

[摘要] 在原有标准件建库工具的基础上,引入知识工程,结合特征技术,介绍了模具知识分类及其表示方法,并提出了合理的推理机制,使系统智能生成用户所需模具。建立了基于知识的精铸模具智能生成系统,提高了设计质量和效率。

关键词: 基于知识 模具 特征 智能化

[ABSTRACT] Based on the original tool for building standard part library, the knowledge engineering is introduced. Combining with the feature technology, the mold knowledge classification and its representation are introduced. A reasonable reasoning mechanism is put forward, so that the intelligentized system generates the mold required by users. The knowledge-based intelligent generation system for the precision casting mold is established. The design quality and efficiency are improved.

Keywords: Knowledge-based Mold Feature Intelligentization

涡轮叶片精铸模具的设计与制造是当代航空发动机研制生产中的关键技术难题,它的优化设计,是进一步缩短研制周期、提高产品精度、保证质量的关键。而模具设计是一种经验性较强的设计,设计人员在长期工作中积累的经验、知识对模具设计有重要影响,所以在通用标准件库中不能完全体现模具知识。

在模具设计中引入知识工程可以消除单独的标准件库在模具设计使用中的不足,结合设计经验进行组合、提炼,建立基于知识的模具设计系统是现代模具设计的发展方向。叶片精铸模具中常用件和标准件的形状、尺寸选取、空间相对位置关系和结构本身都体现了一定的模具设计知识;通过对大量的叶片模具结构进行分析,提取特征,利用西北工业大学卜昆老师开发的建库工具^[1]建立叶片零件的标准件库和常用

件库,并对公式、表格、图形、规则等各种表示形式的精铸模具知识(包括理论知识和设计经验)进行处理,运用合理的推理机制,结合“中小型航空发动机信息集成技术应用研究”项目中基于知识的精铸模具优化设计导向软件开发及应用,建立了模具标准件智能化设计的整体框架,进而实现了精铸模具的智能生成。

1 基于知识的系统流程

基于知识的模具智能生成系统,是在卜昆开发的建库工具的基础上,应用C语言,结合UG二次开发技术UG/Open API,在VC++环境下实现的。由用户输入毛坯尺寸和模具种类信息,系统通过建立的知识库,提取出与相应毛坯和模具种类相关的知识,并经过推理,自动计算出所需零件的参数,运用建库工具和UG用户操作界面接口,自动生成零件实体(利用Uistyle实现),再根据知识库中空间位置关系,生成用户所需模具,系统流程见图1。

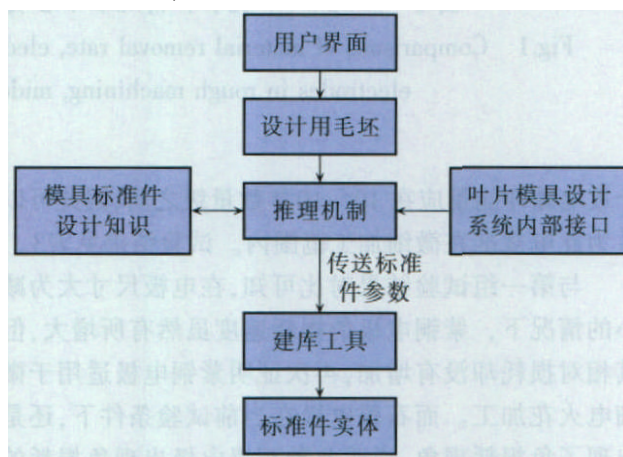


图1 系统流程图

Fig.1 System flow chart

系统的知识库包括零件的属性、特征、参数信息、空间位置关系等,分别以表格、图形、公式的形式体现,推理机制是针对不同模具的类型和尺寸,经过大量的实例模具研究,由提取的知识规则而编制的选取原则,经过推理,很快找到与所需模具相匹配的零件

* 本课题为航空科技任务:中小型航空发动机信息集成技术应用研究(项目编号:41801150202)。

参数,利用由建库工具生成的标准件库,系统读入参数,自动生成零件实体,再根据知识库中零件扫描文件信息(包括零件的空间位置关系),进而生成模具。

2 精铸模具知识分类和表示

2.1 知识分类

在航空发动机叶片精铸模具设计过程中,可以根据模具设计特点将知识分为:数据层次上相关领域的描述性知识、设计经验中的规则、客观事实性的常识性知识和具体系统运行中的过程性知识。描述性知识指的是各种对象及其类型和性质,如模具零件名称、属性等;规则是指与模具设计过程相关联的因果关系的动态知识,一般以“if...then...”形式出现,如“if(模具为导向叶片内型)then(模具结构为锁紧机构)”;另外还有常识性知识,例如在导向叶片内型模具设计中上下盖板要比模具毛坯长度宽,主要是为了便于操作;过程性知识为零件在设计过程中的构形信息以及与用户的交互信息等,体现在程序设计中。

2.2 知识表示

(1) 描述性知识表示。

描述性知识在概念上和功能上的层次深浅是不一样的,而框架式表示方法能够层次化、模块化地表示了对象的所有属性及所处的状态以及与其他对象的关系,所以采用框架式表示方法表示描述性知识。

系统中标准件(常用件)的框架构造如下:

框架名: < 标准件或常用件名称 >;

参数名称: 标准件描述文件所需参数名称;

参数值数组: 存储描述文件中需要赋值的参数;

参数尺寸系列数组: 存储标准件尺寸系列数据(仅标准件中存在);

标准件的主参数尺寸(系列)数据: 存储于标准件库数据表格文件中。

标准件框架中的参数值由两部分组成:一部分参数是从内部系统中获得的零件毛坯尺寸;另一部分参数是由推理机制根据产生式规则知识推理得出的。

例如,关于“导向叶片内型模具上盖板”的框架描述如下:

框架名: < tcover >(上盖板);

类属: <内型模具锁紧机构>;

类型: (常用件, 标准件);

参数名称: < L, B, H, d_1 , d_2 , uh , ... >(其中 L、B、H 分别为毛坯的长、宽、高, d_1 指上盖板直径, d_2 指上盖板内径, uh 指上盖板厚度);

参数值数组: 对 < L, B, H, d_1 , d_2 , uh , ... >的赋值;
结构类型: (非槽腔结构)。

(2) 规则知识的表示。

由于规则知识具有因果性,并且模具设计中主要的规则是根据模具毛坯尺寸以及其他辅助信息来获得所需标准件的参数值,有其不确定性,所以一般采用产生式规则中的“if ... then ...”形式表示。例如:if(模具毛坯高度为 H) then (锁紧块高度为 $\text{ceil}(2H/3)$ ),表示为了确保锁紧,锁紧块的高度必须要大于等于模具毛坯高度的 $2/3$,类似的规则还包括内型模具的锁紧机构中上下盖板的厚度等参数的选择。

(3) 过程性知识表示。

过程性知识包括不同模具的零件和结构种类知识、典型结构的零件种类知识。结合 UG 二次开发函数功能和界面设计,对不同类型的模具在不同的对话框中分开考虑和处理;典型结构零件的种类知识则是在程序内部对其各组成零件依次通过推理生成。

3 关键技术

3.1 典型结构处理

模具中有一些典型结构,即指设计人员在长期工作中总结出的完成某一种或几种独立功能模具零件的组合形式。为了处理方便,把各类组合件按其完成的功能分成各类典型结构,其蕴含的知识具有层次性,它由标准件、非标件按照一定的空间位置关系组合而成,同时典型结构与模具毛坯也具备一定的位置关系。因此典型结构设计中的知识包括具体零件的描述性知识、零件的结构性知识和过程性知识,在系统中分别体现在框架结构体、零件特性文件和主控程序中,由这些知识综合作用共同生成典型结构。

例如,在内型模具的典型结构——锁紧机构中,上盖板、底板、套筒、螺杆属于非标常用件,定位销属于标准件,由它们按照一定的空间位置关系组合而成典型结构。其中各零件均由若干特征组合而成,其知识用结构和零件特性文件表示出来;并且上盖板和底板的空位置要分别位于模具毛坯的上下两端,它们的参数值受模具毛坯尺寸的约束而唯一确定。对于定位销来说,它的尺寸选取受到底板参数的限制,同时还应该是定位销标准件尺寸系列中存在的值。系统在生成锁紧机构时,根据过程知识依次推理生成锁紧机构的零件。

3.2 标准件和非标件选取时的处理

在系统自动生成模具零件过程中,由模具毛坯到

成形模具,是一种正向推理机制。系统首先搜索生成模具的条件,根据条件属性检索与之相适应的规则,再将设计条件值与该规则的条件值相匹配,最终的解是建库工具所需的标准件型号和参数值。

系统搜索到模具所需零件后,首先要判断该零件是否为标准件。标准件在行业标准中有尺寸系列,参数值是离散的,所以在系统中经过推理机制得到的参数值,除了要与其他零件尺寸配合外还必须要选取尺寸系列中的值;而非标件得到尺寸后只要经过圆整即可。标准件与非标件选取示意图见图2。

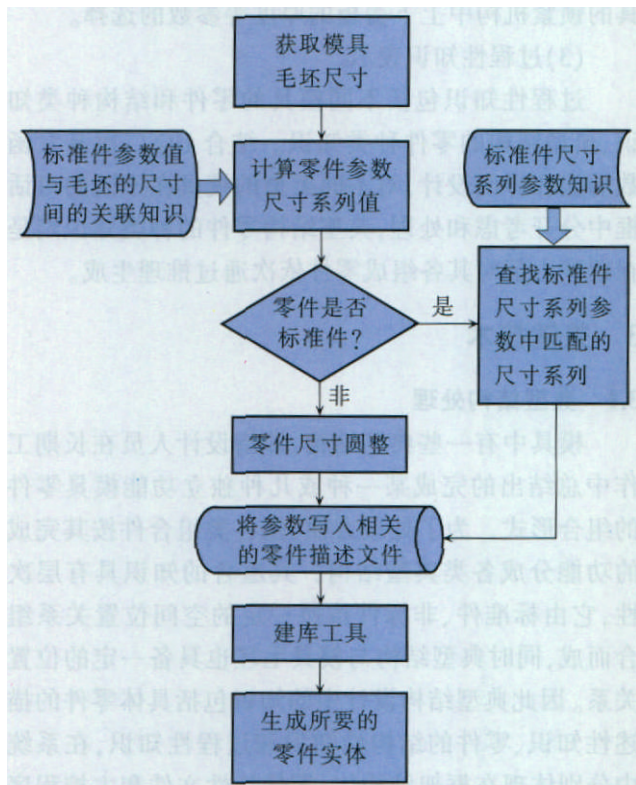


图2 系统对标准件与非标件的处理
Fig.2 Standard parts and non-standard parts processed by the system

4 运行实例

系统智能生成模具过程如图3所示。用户在选择不同的模具种类后系统弹出对话框,提示用户选择毛坯,用户输入毛坯的长、宽、高参数后,系统会自动生成与之相应尺寸的模具实体。

图4为系统生成的锁紧机构。当选择所要建立的模具为内型模具锁紧机构后,系统调用获取模具毛坯尺寸参数的程序,按照用户输入的毛坯尺寸参数,自动生成符合要求的锁紧机构。

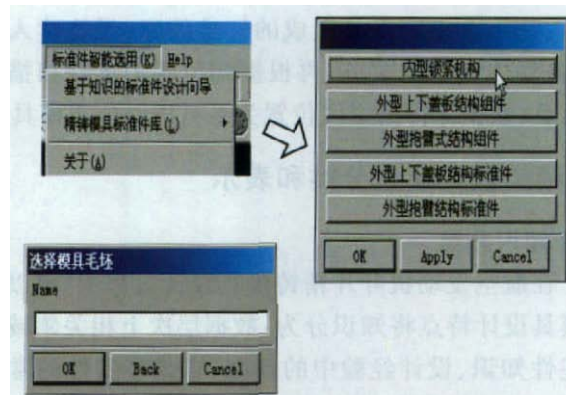


图3 系统智能生成模具过程
Fig.3 Intelligent mold generation process of the system

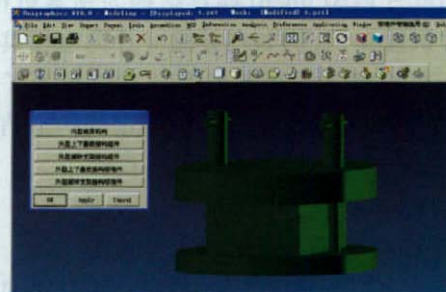


图4 系统生成的锁紧机构
Fig.4 Lock mechanism generated by the system

5 结论

本课题在标准件的建库工具基础上,引入了知识,并用产生式与框架式相结合的方法来表示模具蕴含的规则,系统经过推理,智能化生成用户所需模具,实现了模具的智能化设计。本系统有其扩展性,并已应用到基于知识的精铸模具优化设计软件开发及应用项目中,在模具设计中大大提高了设计效率。

参 考 文 献

[1] 卜昆,王金凤. 基于CATIA的三维参数化图形库建库工具设计与开发. 机械科学与技术, 1999, 18(1): 170-172.
 [2] 陈靖蕊,李红,徐晶,等. 基于知识的智能化设计方法及其实现. 农业机械学报, 2003, 34(4): 109-112.
 [3] 陈军,石晓祥,赵震,等. KBE关键技术及其在现代模具智能设计中的应用. 锻压技术, 2003, 28(4): 47-50.
 [4] 赵震,彭颖红. KBE在冲压工艺设计中的应用. 模具技术, 2001(4): 59-61, 64.
 [5] 李凯岭,张月蓉. 基于KBS的注射模具CAD技术的研究. 模具技术, 2004(3): 3-6.

(责编 晓霏)