

基于功能分解和参数化的成形刀具二维设计系统

于卫红<sup>1</sup>, 王文胜<sup>2</sup>

(南京师范大学控制科学与工程系, 210042, 南京)

[摘要] 分析了成形刀具的设计特点, 以产品设计功能分解图表达基于功能分解的产品特征. 运用参数化技术, 对各功能特征实现参数化驱动, 建立基于特征的参数化图形库. 然后按照功能分解的反方向对各几何体素进行拼合完成刀具的造型过程, 从而大大提高了成形刀具的设计效率 and 设计质量.

[关键词] 成形刀具, 参数化, 功能分解, 图形库

[中图分类号] TG702, [文献标识码] A, [文章编号] 1672- 1292- (2004)01- 0029- 03

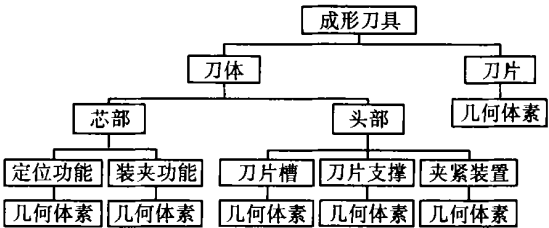
成形刀具指的是各类复杂形状产品加工(如模具加工)用的专用刀具, 在国外发展很快, 品种很多, 已形成系列. 在我国, 由于对成形刀具研究开发较少且分散, 成形刀具落后已经成为影响产品质量的主要障碍. 因此, 研究先进的 CAD 设计方法并将其应用于成形刀具的设计, 是非常有意义的.

在产品设计过程中, 往往首先按照产品的功能需求将其细分为不同层次的子功能, 寻求满足各个子功能要求的几何体, 然后按照功能分解的反向路线将这些几何体拼合, 既按照先分解后反综合的方法完成产品的设计, 或称之为 top-down 和 bottom-up 过程. 将满足于各个子功能要求的几何体实施参数化驱动, 并将参数化几何体装入图形库, 以备后续造型调用.

1 产品设计功能分解

产品设计过程是一个满足产品功能需求的过程. 为满足产品的功能需求, 首先对功能进行逐层分解, 形成不同层次的子功能, 直到不能再分解的元功能级, 然后寻求满足各个元功能的几何体, 按照功能分解的反向路线将这些几何体进行适当的拼合操作, 形成最终的产品. 本设计采用这种思想实现了成形刀具的设计, 并通过记录功能的分解过程, 生成了成形刀具的设计功能分解图. 如图 1 所示为成形刀具分解图. 从图中可以看出, 设计功能分解图的根结点代表最终的产品; 最底层的叶节点表达不能再进行细分的元功能. 更高一层的叶节点代表的功能由与只相连的低一层叶节点的功能组合而得到. 产品功能分解图能够反映出产品设计过程中的功能分解过程, 表达了设计者的设计意图信

息. 在这些信息的指导下, 后来的设计者可以方便地对设计进行相应的修改, 以实现新的设计任务.



2 成形刀具形状特征参数化方法

针对分解的产品子功能, 采用基于特征和约束的参数驱动方法来构造元功能几何体结构实体模型. 其主要思想是用约束来说明和控制模型的几何形状和拓扑关系. 由于所用的约束是尺寸等具有工程意义的概念, 因此, 图形零件建模和修改十分接近于工程师的思维习惯.

参数驱动要求构成图形的各个特征之间具有一定的约束关系. 其中某个特征的几何或拓扑信息发生改变会产生约束的联动, 利用这种特征之间的相互关系, 可使一个实体与另一实体在其构造中关联起来.

约束是施加在图形基本元素或特征之间必须满足并保持的相关性, 分为特征控制约束和参数约束两类. 特征控制约束限制了构成几何体的特征类型; 参数约束则限制了构成几何体的特征定形几何参数或特征之间定位几何参数的改变, 同时限制了不同系列几何体模型之间的转换. 约束变量的改变将引起相关图形元素及关系的改变, 从而构成另一个几何实体模型.

成形刀具子功能几何体的参数化设计图形由基本几何元素、隐式的结构约束以及显示的尺寸约束 3 部分组成的. 系统通过自动识别这 3 个组成部分, 分别建立基本几何元素与尺寸约束之间的描述信息, 从而完整记录了整个图形. 然后, 通过对结构约束与尺寸约束的修改与求解, 使图形成为可变化. 尺寸约束可用数值、变量和表达式表示. 系列化图库的产生是通过从数据库中获得一组变参, 用这组变参驱动参数化图形, 最终获得系列化图形, 几何体参数化构造过程如图 2 所示.

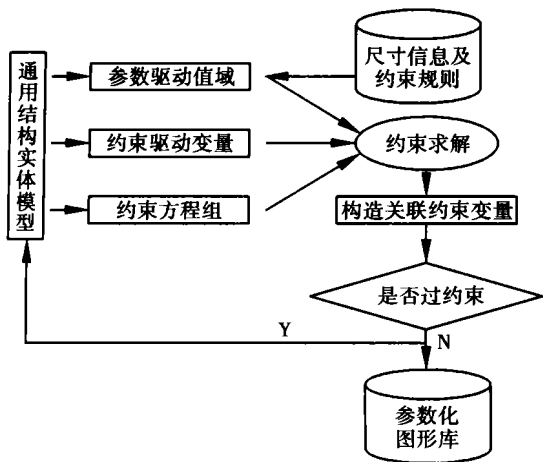


图2 零件参数化构造过程框图

### 3 几个关键技术研究

#### 3.1 参数化图库软件环境

参数化图库由零件图库(参数化绘图程序库 INTECAD5.0)、界面和数据库管理系统 3 大部分组成. 为了嵌入 AutoCAD 运行, 系统采用了 ADS(AutoCAD Development System) 技术, 采用 C 语言在 Windows 环境下开发. 零件数据库采用 AutoCAD 2000, INTECAD5.0 for windows 直接支持的 Access 来建立. 系统通过 ODBC 实现对 Access 数据库的操作, 运行时不再需要 Access 软件本身.

#### 3.2 图库图形逻辑结构

零件描述信息, 大致分为以下 4 个层次:  
第一层次包括几何体的图标号, 这一层次的信息确定了几何体的大致外观, 从而也确定了几何体的图标参数系列.  
第二层次为“关键参数”. 所谓的“关键参数”系指这样一组参数, 当他们确定后, 几何体就被唯一确定. 以刀体为例, 当刀体内孔径  $d$  确定后, 刀体其它参数也都对应确定, 即一图标刀体被“唯一的确定”了.  
第三层次为“一般参数”. 所谓的“一般参数”系

指这样的一组图标参数, 它们是某一规格的几何体所必需的数据, 同时它们的具体数值则由“关键参数”的值唯一确定.

第四层次为“全体参数”. 它是指所有图标参数都是等价的, 可以根据需要随机的改变这些参数.

#### 3.3 数据库结构

数据库采用的是 Access 数据库, 图形与数据库的通讯以 ODBC 方式进行, 所有数据都以关系数据库表格记录形式存在, 几何体的参数个数、参数数值类型都因零件的不同而不同, 可以直接选取数据库内的数据, 也可以修改选取的数据. 此外, 零件数据库内容还包括简图文件、零件的中文名称、索引级数、绘图方式、视图索引、定位点位置、定位角度值等.

### 4 成形刀具生成方法

成形刀具可看作是若干按一定顺序排列几何体的集合, 其中刀体是整个刀具图形的主干, 根据用户对产品的要求, 首先在参数化图库中确定刀体, 然后确定刀片、刀具装卡部位、定位部位等几何形状及几何参数. 所有这些几何体都是无序的, 但他们分别以一定的槽和孔作为安装的定位基准, 构成了一定的定位关系.

#### 4.1 刀具图形消隐方法

系统采用优先级的方法分层次处理图形中的消隐, 首先将参数化图形库中刀体图形设为最低级,  $k=0$  是完全需要消隐的, 对刀片、定位、装卡等几何体设为第 2 级, 即  $k=1$ , 对螺钉、销钉、焊接图标等几何体设为第 3 级, 即  $k=2$ . 这样, 按  $k$  值大小可区分遮挡的高低, 即  $k$  值越大, 优先级越高.

#### 4.2 刀具图形的生成

系统在确定刀具结构后, 确定刀具的主剖切面方向, 随后进入选择刀体程序, 然后搜索相应参数化图形库, 判断该几何体是否为覆盖, 给出优先级  $k$ , 输入参数, 并形成块, 连续搜索直到图形零件全部形成. 然后选择插入基点, 插入所有块, 随后进入消隐阶段, 实施消隐. 最后生成完整的刀具图形. 刀具图形生成框图如图 3 所示.

### 5 结束语

本文研究了成形刀具的设计特点, 采用基于功能分解和约束的参数化驱动技术构造成形刀具 CAD 图形库系统, 具有较强的系列性、高效性、实用性和通用性. 利用本系统, 不仅可以快速地设计出标准成形刀具系列, 而且通过用户的少量参与,

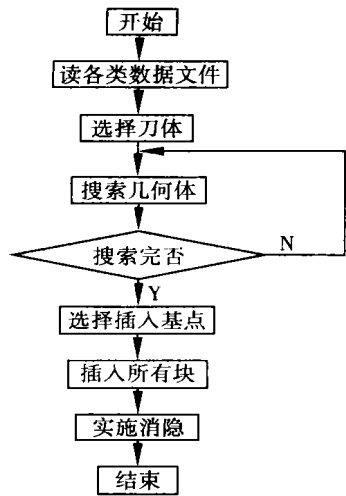


图3 装配图生成框图

可以迅速设计出新的成形刀具类型. 实际应用结果表明, 该系统可以降低设计人员的劳动强度, 提高成形刀具的设计效率与质量.

[ 参考文献 ]

[ 1 ] 汪琦. 注射模标准件数据库管理系统的开发[ J ]. 模具工业. 1997, ( 2 ): 9~ 10.  
[ 2 ] 王宗彦. 基于约束的参数化设计与建库工具研究[ J ]. 计算机辅助设计与制造. 1998, ( 4 ): 61~ 64.  
[ 3 ] 周延美. 液压传动系统的计算机辅助管理与参数化绘图系统[ J ]. 计算机辅助设计与制造. 1998, ( 2 ): 26~ 27.  
[ 4 ] Kimura F, Suzuki H. A pattern-directed design system for machine assembly [ J ]. Annals of the CIRP. 1991, 40.  
[ 5 ] 范彦斌. 基于参数化技术的冲裁模计算机辅助设计[ J ]. 模具工业. 1997, ( 6 ): 3~ 5.

Forming Cutter Design System Based  
on Function Decomposition and Parametrization

Yu Weihong<sup>1</sup>, Wang Wenseng<sup>2</sup>

( Department of Automation, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, PRC )

**Abstract:** Studying the design characteristics of the forming cutter, the paper presents the product characteristics based on the function decomposition with the product function diagram. An forming cutter parametric graph base is built by adopting the parameter driving technology. The moulding process of the cutter has been accomplished by fitting the geometric elements together in the opposite direction of function decomposition, which greatly improve the efficiency and quality of the design.

**Key words:** forming cutter, parametrization, function decomposition, graph base

[ 责任编辑: 刘健 ]