

文章编号: 1001-4934(2006)03-0012-04

# 基于知识的注塑模概念设计研究

文劲松, 麻向军

(华南理工大学 聚合物新型成型装备国家工程研究中心

聚合物成型加工工程教育部重点实验室, 广东 广州 510640)

**摘要:** 注塑模设计具有很大的经验性, 开发基于知识的注塑模概念设计系统具有很重要的意义。基于知识推理的关键是制品信息的确定、知识的获取和表达, 提出了以注塑制品设计信息为设计前提的基于知识的注塑模概念设计系统, 建立了注塑制品的信息模型与模具结构信息模型, 论述了知识的分类及表示方法, 并给出了求解策略。

**关键词:** 知识; 注塑模; CAD/CAE/CAM; 集成

**中图分类号:** TG241

**文献标识码:** A

**Abstract:** There is a large experienced characteristic in injection mold design. It has an important interest to develop knowledge-based conceptual design system of injection mold. The key point of knowledge-based reasoning is determination of product information as well as acquirement and representation of knowledge. Knowledge-based conceptual design system of injection mold which is based on design information of injection product is put forward. The information models of both injection product and mold structure are set up. The classification and representation method of knowledge are discussed. And the algorithm is given.

**Key words:** knowledge; injection mold; CAD/CAE/CAM; integration

## 1 注塑模具的概念设计

一般来说, 一个设计过程可以分为概念设计、详细设计和加工制造三个过程。在概念设计阶段, 主要是产生各种设计方案, 并对各种方案进行评价, 得到最合理、最经济的方案。当概念设计结束后, 设计的绝大部分因素就被确定下来了。因此, 概念设计在一次设计过程中占有极为重要的作用, 在这个阶段, 尽量详细地考虑到各种情况并进行评价, 选择出最优的设计方案, 有助于后续设计的完成, 可以减少后续设计的反复, 从而提高设计效率、减少产品制造时间。

从广义上说, 注塑模具的概念设计包括注塑制品和注塑模具两方面的概念设计, 本文讨论的注塑模具的概念设计不包括注塑制品的概念设计, 仅是根据已有的注塑制品进行模具的概念设计。

根据模具中各个部件所起的作用, 一般可将注塑模细分为以下几个组成部分<sup>[1]</sup>: 成型部件、浇注系统、导向部件、推出机构、调温系统、侧抽芯机构和标准模架。

根据以上分析, 提出以下注塑模具的概念设计:

已知条件:

收稿日期: 2005-11-29

基金项目: 广州市科委应用基础研究项目 (2003J1-C0311)。

作者简介: 文劲松 (1968 ~), 男, 副教授。

(1) 塑料制品图：完整的尺寸标注、精度等级、以及各种技术要求，如脱模斜度、外观质量等。

(2) 塑料件生产批量。

(3) 制品所选用的塑料牌号。

(4) 生产条件：如注射机的型号、规格及有关数据等。

求解注塑模具的总体结构，即上面所说的七大部件（当然对有些制品的模具来说，不一定全部包括以上七大部件，如有些模具不需要侧抽芯结构等），以及注塑制品的可制造性评价。图1表示了注塑模概念设计的过程。

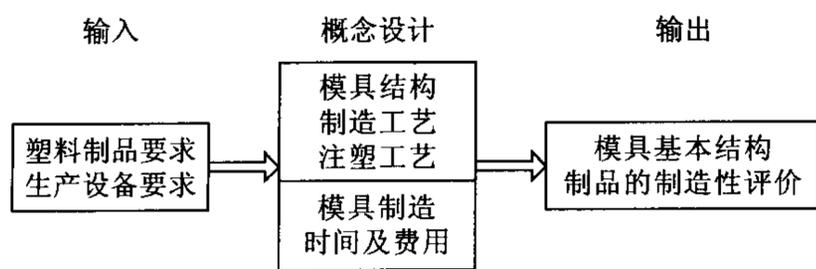


图1 注塑模概念设计过程

在注塑模具概念设计过程中，模具设计师采用了以下三种知识：

(1) 过程性知识 (Procedural knowledge)：对客观事物的精确描述，可以用准确的数学模型来表达。如：型腔数目的各种计算公式、各种刚度、强度的计算与校核等。

(2) 叙述性知识 (Declarative knowledge)：对客观事物的描述能够用语言文字来表达，能方便地将知识显式地以明确规范化的语言表达出来。

(3) 潜意识 (Tacit knowledge)：是指客观事物不能或难以用明确规范化的语言表达出来，即使专家本身也很难说出他们的理由，具有很强的跳跃性和非结构性，表现为人类专家经验知识量积累到一定程度以后一个质的飞跃，用这些经验（比如以往设计成功的范例）通过联想“想当然”地作出快速决策。它可分为实例知识和样本知识。

在设计时，设计师采用的知识不是单一的，是多种知识的综合运用。因此，针对不同的知识，注塑模概念设计系统应采用不同的处理方法。基于知识的推理方法 (Knowledge-Based

Reasoning, KBR) 用来解决与过程知识及叙述性知识有关的问题，基于实例的推理方法 (Case-Based Reasoning, CBR) 用来解决与实例知识有关的问题，人工神经网络 (Artificial Neural Networks, ANN) 用来处理样本知识，本文主要讨论用基于知识的推理方法进行注塑模的结构设计。

## 2 注塑制品信息模型定义

注塑模具的设计是以注塑制品为基础的，并要考虑到现有的生产设备及人员配置，只有充分考虑到各方面的要求才能设计出一副可靠的模具。下面根据模具设计知识来建立注塑制品的信息模型。

### 2.1 材料信息

塑料的性能包括力学性能、物理化学性能以及成型收缩率等，不同的塑料对模具的结构有不同的要求，主要影响浇注系统、冷却系统、成型工艺参数及尺寸的转换。由于在一般情况下，已经指定了塑料的品种牌号，所以只需根据塑料品牌从数据库中查找需要的数据。

### 2.2 几何信息

塑料制品的几何形状决定了模具的总体结构，制品的几何形状很难用语言来描述，然而在概念设计阶段只是进行模具总体方案的设计，比如是否采用侧抽芯、用何种推出机构等。只有在详细设计阶段才进行零件的细节设计，因此，可对制品的几何信息定义如下：

(1) 制品的形状：包括制品外轮廓形式、外形尺寸、制品表面的复杂程度。

(2) 制品的局部结构：制品的孔和凸台的轴线是否与分型方向平行。

(3) 制品的尺寸精度：分为高精度、一般精度和低精度，其分类标准见参考文献[1]。

(4) 制品的表面粗糙度：决定模具成型零件的抛光方法。

(5) 分型线类型：分为平面、阶梯及曲线三

种。

(6) 制品其他信息：体积、制品在分型方向的投影面积。

### 2.3 制品的生产条件及批量要求信息

现有的生产设备对模具的结构有很重要的影响，不同的注射机锁模力、注射量、注射压力、模板尺寸、开模行程、推出行程等各种数据有较大的差异，从而直接影响到模具的型腔数目、标准模架的外形尺寸等。制品的生产批量影响到模具型腔数目的选择。

## 3 模具结构信息模型定义

在上面的论述中已经知道一副模具主要有七大部分，在此基础上，把模具结构细分为如下几大部分。在这个分类中，没有考虑热流道和无流道模具，脱模及侧抽芯机构均采用机械方式。

### 3.1 型腔设计

型腔设计分为型腔数目和型腔布置两部分，型腔数目的计算有许多种方法，计算方法见参考文献[2]。型腔的排列分为直线型、H型、圆型和复合型排列。

### 3.2 成型件设计

成型镶件便于加工，易于保证各型腔形状与尺寸的一致性，便于更换，包括凹模、凸模镶件及成型杆和螺纹型芯等。成型镶件的信息包括数目、使用的材料、加工方法及外观加工。

### 3.3 浇注系统

浇注系统包括主流道、分流道及浇口。由于主流道的结构一般比较固定，因此主要是确定分流道的截面形状和浇口类型及数量。

### 3.4 侧抽芯机构

侧抽芯机构成型制品内凹或侧孔，根据动力源分为手动、液动或气动以及机械三种类型，本文只考虑机械类型。

### 3.5 脱模机构

脱模机构是在模具打开后用来推出制品的装置，分为推杆，推管，推板和脱螺纹等四种类型。

### 3.6 冷却系统

冷却介质采用冷却水，主要是冷却管的直径及长度，其计算过程参见参考文献[1]。

### 3.7 标准模架

标准模架的主要标志为国标代号、外形尺寸和模具结构型式。

## 4 注塑制品及模具结构设计知识的表达

注塑模概念设计专家系统是在华中科技大学CAD中心开发的设计专家系统工具DEST2.0的基础上开发的，其知识表达的结构如图2所示<sup>[3]</sup>。

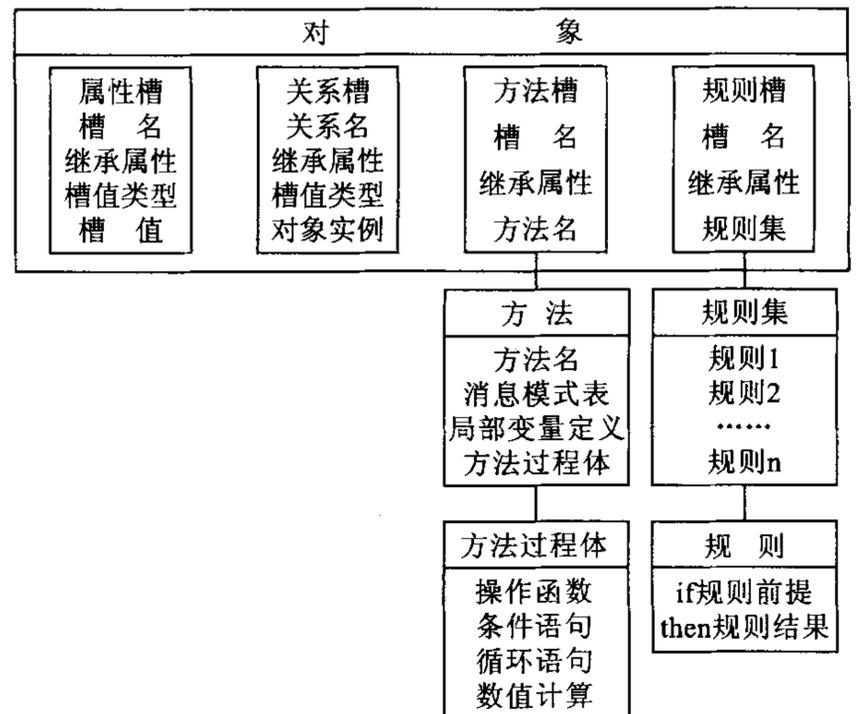


图2 面向对象的知识表达的基本结构

下面是型腔数目确定的知识表达片断。

```
Unit: 型腔数目in knowledge-base Injection.
kbs; // 型腔数目框架属于 Injection
// 知识库
Superclasses: 注塑模设计; // 父类名
MemberSlot: 精度 from 型腔数目;
// 精度槽
Inheritance: Override; // 继承属性
ValueClass: STRING; // 变量类型
Values: Unknown; // 数值
```

```

Endslot; // 结束标记
MemberSlot: 型腔数目确定规则 from 型腔数目; // 规则槽
Inheritance: Override;
ValueClass: Rules; // 规则集
Values:
{rule1:
fact 制品精度 = "高"
then 注塑模设计.型腔数目 <= 4;
.....}
EndSlot;
MemberSlot: 型腔数目确定 from 型腔数目; // 方法槽
Inheritance: Method;
ValueClass: Methods; // 方法
Values: 型腔数目确定;
Endslot;
.....
EndUnit;
    
```

### 5 系统结构及推理策略

系统的结构包括以下模块：

人机界面：负责用户与专家系统进行交互。

元推理机：负责协调各个推理机的工作。

框架推理机：完成框架的求值操作，并实现继承推理。

方法推理机：完成方法的搜索，匹配以及方法过程体的执行，实现各种数值计算工作，负责过程性知识的求解。

规则推理机：完成规则的匹配，实现叙述性知识的求解。

知识库：包括框架、方法、规则等知识。

系统推理求解策略如图 3 所示。

如图3所示，当用户输入一定的信息后，按一定的策略对知识库进行推理，同时显示系统推理的结论。当结论正确时，用户可以进行后续的推理工作；当结论不正确时，用户可以交互式地修改某些参数，以新的参数值进行推理；当结论

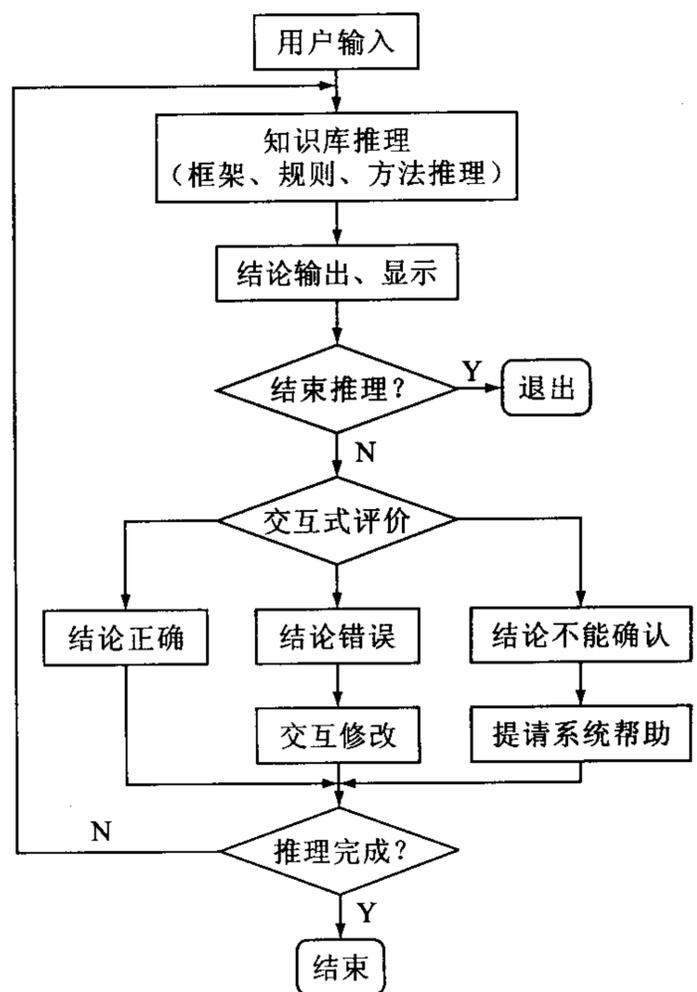


图 3 基于符号知识的交互式推理求解策略

不明确时，用户可以提请系统给予帮助，用户可以通过知识库中知识的核实确定结论正确与否。重复以上过程，直到把整个求解问题完成为止。该系统能够较好地解决过程性知识和符号知识的处理，同时也解决了符号推理与数值计算相结合的问题，并具有良好的交互性。

### 6 结论

通过分析注塑模具设计的特点，提出了注塑模具概念设计的定义，认为基于知识的设计是有效、可行的方法之一，并对知识的分类、表达进行了详细的讨论，运用专家系统开发工具开发了原型系统，现正在完善之中。

### 参考文献：

[1] 李德群. 塑料成型工艺及模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.  
 [2] 张荫郎. 塑料注射模具设计计算简明手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 1995.  
 [3] 舒宜强. 面向对象的方案设计专家系统的理论方法、开发工具及工程应用[D]. 武汉: 华中理工大学, 1993.