

基于特征和面向对象的注塑模冷却系统设计的研究

秦一芬 吴崇峰 王 军

(天津科技大学材料科学与化学工程学院,天津 300222)

摘要 介绍利用特征和面向对象的方法对注塑模冷却系统进行设计的全过程。在建模过程中,针对问题的不同特点对知识进行提取和推理,并使用了MFC风格的对话框对冷却系统知识进行表达,与用户进行交互。最终目的是提高注塑模冷却系统设计的自动化程度。

关键词 注塑模具 特征造型 面向对象 冷却系统

1 基于特征的模型提出

随着计算机技术的发展,尤其是20世纪90年代后CAD、CAE的飞速发展,表达产品的方式主要采用模块化的计算机语言。新的要求不断涌现,新的技术难题也随之而来。这时人们的工作重点是建立产品的计算机模型,以表达产品的几何形状。这样就出现了线框模型、表面模型、实体模型及20世纪80年代末出现的特征模型。CAD技术本身也经历了从无约束自由造型到参数化造型技术和变量化造型技术。

特征造型技术是在线框造型、曲面造型及实体造型的基础上发展起来的。线框、表面、实体模型着重完成产品的几何描述问题,所表达的只是抽象的、缺乏产品工程意义的几何信息,而难以在模型中表达公差、精度、表面粗糙度和材料热处理等工艺信息,使设计和制造信息不完全、不连贯,因此无法满足CAD下游的CAM、CAE、CAPP等的需要,更提不到设计过程中模型数据信息的共享和各个子系统并行工程的展开。特征模型解决了这个问题,它包括了丰富的几何和非几何信息,在几何模型的基础上又进一步抽取了高层信息,通过“特征”来进行描述、收集和操作^[1]。

从设计的角度看,特征模型扩大了建模体系的集合,给用户带来了很大方便性,同时也为产品设计实现高效率、标准化、系列化提供了条件。从加工角度看,由于特征对应着一定的加工方法,所以工艺规程制定也较容易进行,简化了CAPP决策逻辑;尤其是面向对象技术的应用,将特征与加工方法封装实现了程序的结构化、模块化、柔性化,从而能实现具有统一数据库、统一界面的集成系统^[2]。

2 基于特征和知识的冷却系统建模技术^[3]

这是20世纪70年代末提出的特征概念,但至今仍未有一个严格而完整的定义。从设计观点来

看,特征是由几何和拓扑元素组成的形状特征;从制造观点看,特征表示与制造相关的形状和技术属性;从并行工程角度来看,特征是一组与零件的描述相关的信息集合,该信息集包含设计、分析和制造等应用工程中所需要的全部信息。

特征信息直接反映设计者和制造者的意图,是完整描述产品信息的方法,也是产品间进行资料交互的实现途径,是设计、分析和制造等各种应用之间传递信息的媒体。在塑料注射成型生产中,成型周期约有80%要用于冷却,15%用于顶出,5%用于注射,因此冷却系统设计的好坏对于整个模具来说是至关重要的,尤其是大中型注塑模具。采用特征和知识的建模技术设计的模具可以缩短成型周期的10%~40%。

基于特征设计的造型方法是特征建模方法之一,一方面要建立特征库,另一方面要确立形状定义法则。如为了建立特征库,需要对零件进行分类,并对每个零件类抽取一组特征,构成其特征库。注塑模或注塑件产品模型的特征可分为形状特征、材料特征、精度特征、管理特征、技术特征和装配特征等。构成注塑模冷却模型的特征又可分为冷却回路形式特征、模具钢材料选择特征、温度特征。冷却回路形式特征主要包括几何信息和拓扑信息,通常定义为具有一定拓扑关系的一组几何元素构成的回路形状,具有一定的功能,它不仅可以描述特征之间的关系,而且与一定的加工方法相适应。模具钢材料特征包括材料的种类、性能、导热性能要求等。温度特征表达冷却系统的温度信息,包括冷却水进口温度、出口温度及熔体注射温度、顶出温度、模具平均温度。

笔者重点讨论与注塑模冷却系统有密切关系的

冷却回路形式特征和模具钢材料特征的建模、面向对象技术的冷却系统知识的表示及 Microsoft 基础类库(MFC)风格对话框的应用。

2.1 冷却回路形式特征建模

回路形式特征用于描述回路形状信息,作为其它非几何特征信息(如材料选择特征、温度特征)的载体,是模型中最重要的特征。根据注塑产品的特点,回路形式特征可以分为基本形状特征(主特征)和辅助形状特征(辅特征)。主特征主要指制品的基本形状,包括扁平制品、深腔制品、扁平-深腔复合制品等;辅特征用于对主特征的局部修饰,并依附于主特征之上,包括制品的厚度、型腔的深度、制品的截面形状和尺寸大小等。

回路形式特征建模时,先建立主特征和辅特征库,特征库内的特征称为亚特征。建立形式特征模型的过程可以看作是根据需要调用亚特征、并赋予其形状参数、经过拓扑操作构成复杂形状特征的过程。

另外,在选择冷却管道回路时,也存在理论指导的模块,这个模块采用产生式规则来表示。因此,在知识框架中,嵌入产生式规则,运用框架-规则表示和推理,会提高推理冷却回路形式的效率和速度,同时也可使设计工程师免去烦琐的考虑,集中解决制件的特殊性问题。因此将事例推理和规则推理二者进行有机结合,建立基于框架-规则的系统可为工程设计系统提供良好的开发、调试和管理帮助。

2.2 模具钢材料特征建模

各种模具用钢并不能具备所有应具备的条件,应依模具的使用场合不同而合理地选择钢材,进行全面考虑。在冷却系统中主要考虑钢材的导热性能,其次还要考虑机械加工性、抛光性、耐表面腐蚀、耐磨损、淬火性能、焊接性能、电火花加工性能等指标。除具体的指标外,还要考虑塑料件的生产批量、尺寸精度、复杂程度、体积大小及其外观要求等。

在传统的设计中设计人员依靠自己的经验并查询有关的手册和技术资料进行选择,只能考虑产品要求和钢材性能的一些主要方面,因此传统设计对设计者经验的要求比较高。

基于知识的专家系统可以弥补传统设计的缺陷,归纳学习是通过给定的一系列的正例和反例总结出一个一般的概念描述,其中 Quinlan 于 1983 年提出的 ID3 算法广泛用于规则的提出和决策树的构造。由于影响模具钢性能因素的多样性和模糊性,

提出模糊的 ID3 算法,通过 8 个因素作为模具钢类型的选择依据,每一个因素又可以模糊化为 3 因素水平,如耐磨损性为差、一般和高。通过模糊 ID3 算法,得到一个关于模具钢选择的模糊对策树,而得到一组关于模具钢选择的规则集。

在选择钢材的种类时,只要输入对钢材的性能要求便可利用基于推理的专家系统(RBR)和基于实例的专家系统(CBR)得到适合的模具钢类型。

2.3 温度特征建模

温度特征模型可分为父特征和子特征。父特征包括冷却水进口温度、出口温度、熔体注射温度、顶出温度和模具平均温度,及各个温度之间相应的拓扑关系。子特征建立于父特征之上,包括冷却水的比热容、密度、粘度、热导率,以及塑料的比热容、热导率、热焓量、密度、潜热(结晶)等。

3 面向对象的冷却系统设计

3.1 面向对象的实现方法^[4]

特征库中各类特征的描述将采用面向对象的方法,特征类的实现采用面向对象的 C++ 语言。用 C++ 来对某一特征类的几何和非几何属性进行封装,使得对于用户来说,特征是以集中式的方法表达的,并是具有一定工程意义的几何形状体。由于面向对象方法的基本出发点是尽可能模拟人的自然思维方式,因而在复杂系统的分析模型、软件的数据模型描述与组织开发等方面具有较强的能力。目前,面向对象的方法已经渗透到软件开发、系统模拟、CAD/CAM、图像处理及知识库的设计与管理、专家系统和体系结构等领域。

用户界面类是为了使系统能够与用户进行交互而必须增添设计的类,是面向对象方法的一种重要手段。在实际中,特别是在 Windows 图形用户界面(GUI)大行其道的今天,软件要在满足功能的前提下,应该提供给用户友好的人机界面。

在 Windows 环境下,用户界面主要有为用户提供菜单(包括文字和图形菜单)、工具条、对话框、警告提示窗口等。笔者用 ObjectARX 对 AutoCAD 进行二次开发时,设计对话框可采用 DCL 对话框和 MFC 对话框。DCL 对话框只提供了一些简单的控件,无法建立列表视图和树状视图等复杂的视图,不能满足要求,所以笔者选择了 MFC 风格的对话框。

3.2 MFC 风格的对话框

采用 MFC 风格的对话框,就是从 MFC 对话框(CDialog 类)派生出用户自定义的对话框类,它可

充分利用 Windows 系统提供的所有 ActiveX 控件,包括数据库、网络、多媒体等方面的应用控件,并且还可以利用互联网上提供的大量可供下载的能完成复杂功能的控件对其进行扩充。这种对话框的设计是可视化的,用户可方便地使用图形来定义对话框的布局,真正实现界面编写的“所见即所得”。另外, ObjectARX 中还提供了大量的从 MFC 对话框及对话框控件派生出来的用户界面扩展类,如 CA-dUiXXX 类和 CAcUiXXX 类。CAcUi 类派生于 CA-dUi 类,并专门用于 AutoCAD。CADUi 类可用于任何应用程序与任何 Autodesk 产品的交互作用。笔者设计的应用程序全部采用了 MFC 风格的对话框,其中设计界面之一见图 1。

4 结语

提出了在注塑模冷却系统设计中应用特征建模和面向对象法的思路,并详细介绍了它们的特点及在注塑模冷却系统设计中的实现方法。这大大降低了对设计人员的经验要求,提高了冷却设计模块的自动化程度。

另外,由于采用面向对象技术进行系统开发,工作大多集中在类的设计与开发上。数据的封装使这些类具有较强的独立性,有利于许多软件开发人员联合开发比较大的系统。同时,由于基类与派生类之间继承和多态的存在,为系统的维护与再开发带

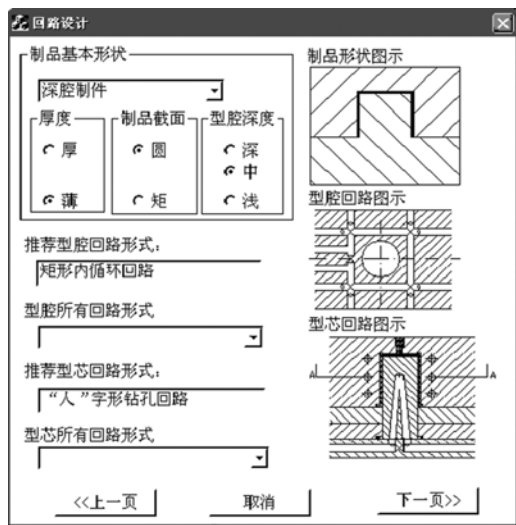


图 1 注塑模冷却系统中冷却回路设计的 MFC 风格对话框

来了方便,同时也为增强用户的干预性提供了一种新的途径。

参考文献

- 1 石峰, 姜臻亮, 张永清. 基于特征和知识的注塑模 CAD/CAE 集成化研究, 计算机工程, 2002(4): 28
- 2 徐艺, 王兆远. 注塑模 CAD/CAE/CAM 系统集成, 上海交通大学学报, 1998, 32(1): 26
- 3 杨宁. 注射模 CAD 参数化特征造型基础技术研究. 模具工业, 2001(3): 8
- 4 Jaij S. Functional requirements on conceptual design of feature-based modeling system. CAE Journal, 1998(9): 5

RESEARCH ON THE DESIGN OF INJECTION MOULD COOLING SYSTEM BASED ON THE FEATURE AND OBJECT-ORIENTED

Qin Yifen, Wu Chongfeng, Wang Jun

(Institute of Material Science and Chemical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT The design process of injection mould cooling system using the techniques of feature-based and object-oriented is presented. Based on the different characteristics of questions, the knowledge is extracted and reasoned during the modeling. And MFC dialog boxes are used to express the knowledge of cooling system with intention to interact with the users. Ultimate aim is to improve the automation level of injection mould cooling system design.

KEYWORDS injection mould, feature modeling, object-oriented, cooling system

大庆石化挤塑板通过鉴定

日前,大庆石化总厂塑料制品厂挤塑板新产品通过了专家鉴定,为该产品打入建筑保温隔热材料市场领取了通行证。塑料制品厂挤塑板项目年生产能力达 6 万 m^3 。鉴定会上,专家们对产品的特性,保温、隔音的物理力学性能进行了充分论证,一致认为该产品具有优良的保温隔热性能和抗湿性高、吸水率低、隔音性良好、压缩强度高、质量轻、抗蠕变性等优点。此产品可用于冷藏车和建筑物底面、广场地面、溜冰场、地暖系统等工程,也可用于住宅阳台、地板的隔热保温,市场应用前景广阔。(张郁民)

塑料拖链提高电力通信施工质量

一种专门用于保护工业电缆线、胶管及工程机械线路的新型工程塑料拖链,日前在河北深州市精密机床附件厂研制成功,并投放市场。目前,我国电力、通讯等行业广泛使用的电缆线等,由于缺少线束制约给维修和使用带来了诸多不便。深州市精密机床附件厂开发成功的新型工程塑料拖链具有弯曲性能好、拉伸强度高、操作方便、使用寿命长等特点。除具备耐酸碱和耐油外,这种制品耐温范围为 $-30 \sim 200^\circ\text{C}$ 。该产品的市场价格仅为进口产品的 50%,在吉林、四川等地试用后均取得良好效果。(魏双林)