

基于 Pro/E 的铝型材挤压模 CAD 系统的设计*

何 钊¹, 李 林², 陈 彬¹, 王孟君¹

1. 中南大学有色金属材料科学与工程教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083;

2. 广州有色金属研究院材料加工与成形研究所, 广东 广州 510650

摘 要:利用面向对象的设计思想,在 Pro/E 三维软件平台上,采用 Pro/TOOLKIT 二次开发工具及 VC++ 编程语言,开发了铝型材挤压模 CAD 系统及其结构框架,定义了 CAD 系统的各个组成模块的功能作用,并设计出人机交互式的界面开发窗口。

关键词:铝型材;挤压模 CAD 系统;Pro/E;Pro/TOOLKIT;二次开发

中图分类号:TG375;TP31

文献标识码:A

挤压模具是生产铝型材的重要工具,它对接压力、金属流动的均匀性、制品尺寸的稳定性和表面质量都有很大的影响。采用 CAD(计算机辅助设计)设计挤压模具可显著缩短设计周期,降低成本,减轻设计人员的劳动强度,已成为模具设计的发展方向。国外科研工作者^[1-4]在 CAD 模具设计方面已经做了大量的工作,国内也有一些 CAD 二次开发的研究成果^[5-7],但基于 Pro/E 平台采用 Pro/TOOLKIT 二次开发工具对铝型材挤压模的研究却不多。本文以 Pro/E 软件为开发平台,采用 Microsoft Visual C++ 6.0 编程软件和 Pro/TOOLKIT 二次开发工具,构建了铝型材挤压模 CAD 系统,实现了数据共享,完成了人机交互界面的设计,建立了模具设计以及制造过程中相关技术参数的数据库。

1 CAD 系统的开发环境

本型材挤压模 CAD 系统主要的目的是建立挤压模具的三维模型,所以必须选择具有三维建模功能的集成软件作为系统的图形支撑软件。

一般来说,大型 CAD/CAM 软件都留有供用户进行二次开发的接口,用户可以利用这些接口来编

写自己的应用程序,从而扩展这些软件的功能,提高使用效率,而 Pro/E 就提供了强大的二次开发功能。该软件具有基于 C 语言的 Pro/TOOLKIT 二次开发工具,Pro/TOOLKIT 是 Pro/E 软件自带的二次开发模块,可以直接访问 Pro/E 软件的最底层数据库资源,这是进行二次开发的最基本的条件。因此,本系统在 Pro/E 平台上采用 Pro/TOOLKIT 二次开发工具构建铝型材挤压模 CAD 系统。

Pro/TOOLKIT 的工作模式包括同步模式(Synchronous Mode)和异步模式(Asynchronous Mode)两种^[8]。

同步模式有标准的 DLL 模式和多进程模式(Multi-process Mode)。多进程模式比 DLL 模式涉及更多的通信开销,尤其是当应用程序需频繁地调用 Pro/TOOLKIT 的库函数时。因此,在应用程序的开发阶段一般采用多进程模式以提高程序的调试效率;当程序开发完成后在实际运行时则一般采用 DLL 模式,以提高程序的运行速度。

异步模式有简单异步模式(Simple Asynchronous Mode)和全异步模式(Full Asynchronous Mode)。在简单异步模式中,Pro/TOOLKIT 应用程序包括本身自带的 Main() 函数,定义程序的控制

收稿日期:2010-11-04

* 基金项目:广东省重大科技专项资助(2008A09030004)

作者简介:何钊(1987—),男,湖南邵阳人,硕士研究生。

流,在程序中调用函数 ProEngineerStart()来启动 Pro/E 进程.全异步模式是简单异步模式的扩展,在全异步模式下,不仅 Pro/TOOLKIT 应用程序可以向 Pro/E 发送消息,而且 Pro/E 进程也可以发送信息到 Pro/TOOLKIT 进程.

综上所述,当 Pro/TOOLKIT 程序与 Pro/E 之间只存在单向消息传递时,也就是说只有应用程序向 Pro/E 发送消息时,宜采用简单异步模式;当存在双向通信时,宜采用全异步通信模式.本系统是通过菜单、对话框向 Pro/E 发送消息的,因此采用同步 DLL 模式.

2 型材挤压模 CAD 系统的设计

型材挤压模 CAD 系统的设计要求是:三维模型可以根据不同的条件,以交互的方式将设计者的设计思想表达出来,对模具的结构进行动态修改,直至获得所需的模具.该 CAD 系统的设计内容包括系统的结构模型的设计以及交互式用户界面的开发.

2.1 系统的结构模型

采用面向对象方法中的对象模型技术(Object Modeling Technique)来构建型材挤压模 CAD 系统.OMT 从三个视角描述系统,提供了三种模型,即对象模型、动态模型和功能模型.由 OMT 确定了铝型材挤压模具 CAD 的总体结构(图 1).由图 1 可知,铝型材挤压模具 CAD 系统主要由数据库和 CAD 设计两大模块组成.数据库包含合金资料库、

构设计等功能模块,模块之间辅以用户交互界面,可设计出完整的模具 CAD 模型.

2.1.1 对象模型

根据几种不同类型的挤压模具的结构特点和设计原理,利用对象模型构造模具对象类的主要信息.

(1)归纳模具的对象类

铝型材的挤压模具主要有平面模、导流模和分流组合模三种类型.平面模主要是设计模具的工作带和模孔;导流模则增加了导流腔的设计;平面分流组合模,由上模和下模两部分组成,上模有分流孔、分流桥和模芯,下模上有焊合室、模孔和工作带等.因此,模具的结构可归纳为如下对象类:截面图形类、工艺参数类、模具外形类、分流孔类、分流桥类、模芯类、焊合室类、模孔类、区段类、工作带类以及空刀类等.

(2)对象类之间的关系

根据模具设计原理,所构建的模具 CAD 系统对模具进行设计的过程是:首先,输入型材的截面图形,由系统计算出型材的截面信息,如面积、周长、质心和外接圆直径等;然后根据型材截面信息选择相应的模具结构,并结合生产工艺参数选择模具的外形;最后根据所选择的模具外形选择适当的模具结构,完成模具的整体设计.

2.1.2 动态模型

挤压模 CAD 系统动态模型的建立主要是编写交互行为的脚本以及对象类之间的关系.利用 Pro/E 自带的二次开发模块——Pro/TOOLKIT 和 VC 语言编辑程序实现脚本代码.而各对象之间的关系是按照模具结构设计的顺序,顺序响应、顺序实现的.各对象间的关系只是简单的设计和选择关系,对系统设计的影响不大,而且在系统功能模型中也可体现出其动态响应关系.

2.1.3 功能模型

功能模型是在对象类模型的基础上建立起来的,它明确了系统中发生的事件,描述了系统内数据的转移,说明了对象模型中操作的含义.各对象实质上是通过自身的操作对相关事件作出相应操作,最终生成由一组数据流图组成的三维的铝型材挤压模具,该系统的功能模型数据流程如图 2 所示.用户可根据制品的截面信息,选择合适的挤压模类型进行设计、检验和修正,从而获得合格的挤压模具.

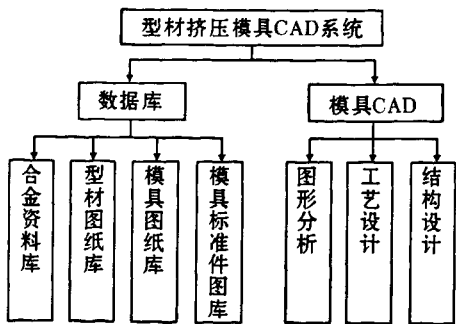


图 1 铝型材挤压模具 CAD 系统总体结构
Fig.1 The CAD system overall structure of aluminum extrusion die

型材图纸库、模具图库以及模具标准件图库等,可有效地管理现有资源,避免重复设计,提高了设计效率. CAD 模块主要包括图形分析、工艺设计以及结

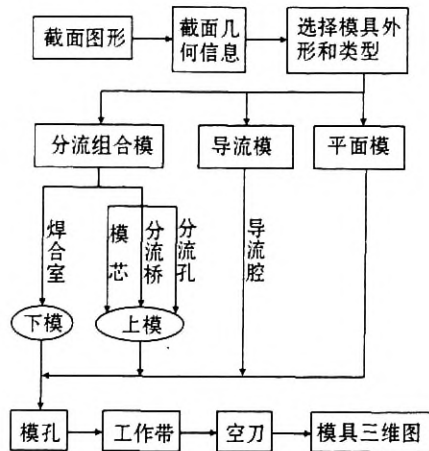


图2 铝型材挤压模具CAD系统功能模型
Fig.2 Function model of CAD system of aluminum extrusion die

2.2 用户界面开发

用户界面是系统的最上层,体现了整个系统的流程,应根据系统的功能模型图和模具设计流程来设计,由于挤压模具的设计是从型材的截面图形分析开始的,型材的截面周长与截面面积的比值是判断型材挤压难易程度的参数。因此,图形分析界面包括型材的截面周长、面积、质心位置以及外接圆直径和圆心位置等基本参数。可利用 Pro/E 的草图模块的参数化绘制功能,绘制出产品的截面图形,也可通过接口,将其他绘图软件如 AutoCAD、SolidWorks 等绘制的截面图导入系统中。图3为型材截面信息的计算窗口,其功能是将型材截面的二维截面信息输入系统并完成相关参数的计算。

图3 型材截面信息对话框
Fig.3 Dialog box of section messages

计算出型材的截面信息后,还需指定相应的工艺参数,包括坯料的加热温度、模具的预热温度、挤压机规格、挤压筒外径、铸锭尺寸等,这是设计模具所必需的条件。由于这些工艺参数的确定具有很强的经验性,可通过调用系统数据库中的现有参数来完成,若数据库中没有相应的工艺参数,设计者可通过自己的经验采用交互选择的形式来实现参数的确定。相应的程序实现窗口如图4所示。

图4 工艺参数对话框
Fig.4 Dialog box of process parameters

不同截面形状的型材,需采用不同的挤压工艺和挤压工具,在确定了型材的截面信息以及相关的工艺参数之后,进入模具类型选择界面,根据型材形状的特点,选择相应的模具类型和挤压机吨位,调用模具标准件库中的标准件,设计出模具的外形,模具设计的重点主要包括模孔的布置和尺寸、工作带的长度、导流模导流腔的开口宽度、深度和入口角度;分流模的分流孔、分流桥、焊合室的形状和尺寸等。对于导流模,导流腔的形状和深度是设计的重点。分流组合模上模的设计内容包括布置分流孔、分流桥和模芯,分流孔模块的参数包括分流孔的形状、数目、最大外接圆直径和分流比;分流组合模下模的设计内容有焊合室、模孔、工作带以及空刀等,焊合室的结构特征参数包括焊合室的形状、高度、入口角等,根据焊合室的结构特征,按照挤压筒的规格选择焊合室的高度。模具强度的校核是模具设计中必不可少的环节,这些模具参数的确定均可采用相应的程序对话框来实现。

3 结 语

运用 Pro/E 绘图软件、VC++ 编程软件等工具开发了铝型材挤压模具 CAD 系统。设计了型材挤压模具 CAD 系统的基本组成模块,并对各模块进行了简单的定义;采用 VC++ 编程工具编制了型材挤压模具 CAD 系统各个设计模块的对话框,实

现了模具设计过程的人机交互处理;定义了型材挤压模具 CAD 中各参数的设计方法和设计准则。

参考文献:

- [1] LEE S K, KO D C, KIM B M. Optimal die profile design for uniform microstructure in hot extruded product [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2000, 40(10): 1457-1478.
- [2] REDDY N V, DIXIT P M, LAL G K. Die design for axisymmetric hot extrusion [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 1997, 37 (11): 1635-1650.
- [3] ZHAN Y R, WANG Z R, CHEN W M. Numerical simulations for extrusion and ironing and die-angle optimization [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 1995, 55(1): 48-52.
- [4] WU C Y, HSU Y C. The influence of die shape on the flow deformation of extrusion forging [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2002, 124 (1-2): 67-76.
- [5] 柯晓华,陈冰冰,安磊,等. 基于 Pro/E 的模具 CAD/CAM [J]. *计算机应用技术*, 2008, 35(9): 47-49.
- [6] 李咏红. CAD 二次开发方法研究与实现 [D]. 成都:电子科技大学, 2004.
- [7] 张举. 基于 Pro/ENGINEER 的压铸模 CAD 二次开发 [D]. 太原:中北大学, 2007.
- [8] 张滢. Pro/E Wildfire 数控加工及二次开发技术 [M]. 北京:机械工业出版社, 2006.

The design of CAD system of extrusion die of aluminum profile based on Pro/E

HE Zhao¹, LI Lin², CHEN Bin¹, WANG Mengjun¹

1. The Key Laboratory of Nonferrous Metal Materials Science and Engineering of Ministry of Education, Central South University, Changsha 410083, China; 2. Institute of Materials Processing and Forming, Guangzhou Research Institute of Non-Ferrous Materials, Guangzhou 510651, China

Abstract: With the object-oriented design idea, a CAD system and its structural framework of the aluminum extrusion die are developed by adopting the secondary development technology of the ProTOOLKIT and VC++ programming language on the platform of three-dimensional software Pro/E. Functions of the component modules of CAD system are defined, and a man-machine interactive window for interface development is designed as well.

Key words: aluminum profile; extrusion die CAD system; Pro/E; Pro/TOOLKIT; secondary development