

# 基于 Pro/TOOLKIT 的绕线机主轴箱 参数化设计与分析\*

张 良<sup>1</sup>, 潘 骏<sup>2\*</sup>, 陈文华<sup>2</sup>, 贺青川<sup>2</sup>, 王文杰<sup>3</sup>

(1. 浙江理工大学 启新学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江理工大学 机械与自动控制学院,  
浙江 杭州 310018; 3. 杭州奥士玛数控设备有限公司, 浙江 杭州 311113)

**摘要:**针对当前绕线机不同轴数主轴箱设计与分析时必须逐一建模, 设计效率低下的现状, 采用二次开发工具 Pro/TOOLKIT, 对菜单和 MFC 对话框开发设计的关键技术进行了研究; 利用 C/C++ 编程技术和三维模型动态参数, 通过动态链接库, 开发了与 Pro/E Wildfire4.0 系统集成的主轴箱设计模块; 可自动生成 IGES 文件, 并导入 ANSYS 进行有限元分析。结果证明, 该研究实现了绕线机不同轴数主轴箱的优化设计与分析, 提高了设计效率。

**关键词:** Pro/TOOLKIT; 参数化设计; 绕线机; 主轴箱; 有限元分析

中图分类号: TH122; TH6

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)09-1048-04

## Parametric design and analysis of winding spindle box based on Pro/TOOLKIT

ZHANG Liang<sup>1</sup>, PAN Jun<sup>2</sup>, CHEN Wen-hua<sup>2</sup>, HE Qing-chuan<sup>2</sup>, WANG Wen-jie<sup>3</sup>

(1. Qi Xin School, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

2. Faculty of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

3. OZMA CNC Equipment Co. Ltd. Hangzhou, Hangzhou 311113, China)

**Abstract:** In order to solve the problem that the modeling of winding machine spindle box of different types must be founded one by one which is extremely inefficient, in the study, which centered on main techniques of menu and dialog box designs, a method was developed to realize parametric modeling of winding machine spindle box driven by its dynamic parameters based on the secondary development tool Pro/TOOLKIT. By virtual of dynamic link library files and C/C++ programming techniques, a specialized module integrated with Pro/E4.0 was established, and an IGES file can be created automatically which could be imported into ANSYS for further analysis. The results show that the study finally realizes quick design and optimize design of spindle box with different types.

**Key words:** Pro/TOOLKIT; parameter design; winding machine; spindle box; finite analysis

## 0 引 言

Pro/E 作为通用 CAD/CAM 系统<sup>[1]</sup>, 具有参数化零件设计、产品装配、模具设计、钣金设计、造型设计、机构仿真分析及绘图等功能<sup>[2]</sup>, 因此在工程中得到了

广泛地应用。但是若要对系列化的模型进行设计和分析, 则较为不便。如用于电磁线圈绕制的电子专用设备绕线机, 为了满足不同用户的生产效率需求, 绕线主轴有 4 轴、8 轴、16 轴甚至 24 轴等, 以前绕线机制造厂家在设计主轴箱时只能根据不同主轴数逐一建模和分

收稿日期: 2011-03-02

基金项目: 国家火炬计划资助项目(2008GH040905)

作者简介: 张 良(1990-), 男, 浙江宁波人, 主要从事机械设计制造及其自动化方面的研究. E-mail: zhangliang19900313@163.com

通信联系人: 潘 骏, 男, 副教授, 硕士生导师. E-mail: panjun@zstu.edu.cn

析,效率低下。

Pro/TOOLKIT 是美国 PTC 公司为 Pro/E 系统提供的高级二次开发工具包,即应用程序接口 (API)。用户或第三方可通过 C 程序代码扩展 Pro/E 系统的功能,对所设计的模型进行参数化建模<sup>[3]</sup>。目前,研究者针对二次开发做了大量的工作,包括其开发环境和开发模式<sup>[4-5]</sup>,并应用于扎机<sup>[6]</sup>、减速箱、离合器<sup>[7]</sup>等的参数化设计和开发,但是大多只是描述开发方法或只停留在具体零件的建模阶段<sup>[8]</sup>。

本研究以绕线机主轴箱为对象,研究与 Pro/E Wildfire4.0 系统集成的主轴箱参数化设计技术,并自动生成 IGES 文件,可导入 ANSYS 进行有限元分析,实现设计优化。

### 1 参数化建模的基本原理

参数化建模是三维模型与程序控制相结合的方法。针对已知零件的三维模型,通过编程实现参数的提取和修改,然后由用户输入新的参数值,重生模型。

参数化建模使用的主要工具是 Pro/TOOLKIT 二次开发工具包,以 Visual Studio 2005 为平台编译。

Pro/TOOLKIT 主要程序开发包括源程序的编译、链接,注册文件的编写和程序的注册及运行。其中源程序又包括 Pro/TOOLKIT 的控制程序、信息文件以及对话框<sup>[9]</sup>资源文件。其开发流程图如图 1 所示。

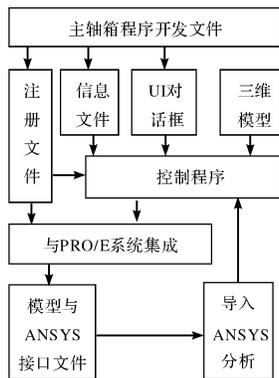


图 1 主轴箱参数化设计与分析实现步骤

## 2 程序开发文件的编译

### 2.1 信息资源文件的编写

在菜单栏中加入新的菜单,有两种类型:新建一个模式菜单为完整菜单或者向已有菜单中加入新的菜单。但是两种菜单添加方式的编写相同,代码如下:

```

self-designed
self-designed
参数化建模
#
  
```

```

spindle box
spindle box
主轴箱设计
#
  
```

主轴箱参数化的菜单文件编译完成后在 Pro/E 中呈现效果如图 2 所示。



图 2 菜单的实现

### 2.2 用户 UI 对话框的设计

参数化建模必须通过用户输入框来获取用户输入的参数值。用户对话框的设计也有两种方式:① 通过 Pro/E 提供的自带模块设计;② 利用 VC++ 面向对象的设计方法设计对话框。本研究使用方式①,每个元件都有其相应的属性。主要模板如图 3 所示。

```

(Dialog spindle_box
(Components
(SubLayout zhuzhouxiang)
(SubLayout plane)
(SubLayout hole)
(SubLayout option)
)
)
  
```

图 3 UI 对话框的程序模板

设计完成后的 UI 对话框如图 4 所示。



图 4 主轴箱设计 UI 对话框

### 2.3 注册文件的编写

同步模式<sup>[10]</sup>的程序必须先注册到 Pro/E 的辅助应用程序中才能使其在 Pro/E 中运行,其包含着程序所有文件的路径内容和软件版本。编写代码如下:

```

NAME
spindle-box
EXEC_FILE F:\debug\spindle-box.dll
TEXT_DIR F:\spindle-box\text
STARTUP dll
  
```

REVISION 24

END

编写好后,进行注册,注册对话框如图 5 所示。



图 5 注册对话框

### 3 基于 Pro/E 的绕线机主轴箱参数化建模过程

绕线机主轴箱可以具有多个型号,但是产品形状相同,即系列化,所以按下列步骤实现相应的设计。

#### 3.1 绕线机主轴箱模型参数的建立

模型建立好后,必须正确设立参数和参数的关系。

Pro/TOOLKIT 就是通过控制由用户输入的参数来实现模型的再生。通过控制外部参数值,从而修改其模型内部参数值,最后转变为模型形状尺寸的变化。

原零件模型如图 6 所示。

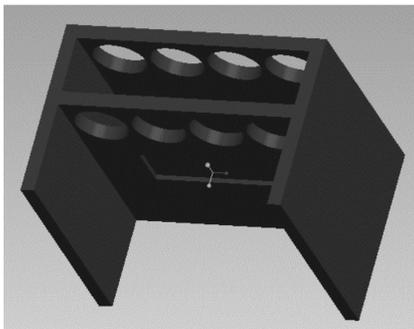


图 6 主轴箱原模型

模型的再生实现是一个数据双向交流、实施通信的过程,也是内部参数和外部参数相互调用的过程,通过 UI 界面输入的参数是外部参数输入的一个呈现形式,而模型的再生最终取决于内部参数的变化。

#### 3.2 绕线机主轴箱模型再生的参数实现

模型的再生主要是控制函数程序的实现。控制程序的编译过程大致如下:

(1) 在 VS 2005 开发环境中,新建 MFC APP Wizard (DLL) 工程 spindle-box。

(2) 编写入口和出口程序:

①user\_initialize(), 这个函数是用户初始化函数,表示接口程序的开始;

②user\_terminate(), 该函数是用户终止函数,用于终止整个程序。

(3) 菜单和对话框的编译。主要使用如下函数对菜单和对话框进行界面和动作设计:

①ProMenuBarMenuAdd ("self-designed", "self-designed", "Utilities", PRO\_B\_TRUE, msgfile); 其功能为在系统工具菜单栏右边添加一系列菜单,菜单名称为 msgfile 信息文件中标记为“self-designed”的消息项,如 2.1 节中所述,即“参数化建模”;

②ProMenubarMenuPushButtonAdd ("self-designed", "spindle-box", "spindle-box", "to\_create\_a\_spindle\_box!", NULL, PRO\_B\_TRUE, cmd\_id1, msgfile), 该函数功能为在“self-designed”父菜单下,添加子菜单,实现主对话框(如图 6 所示)的调用,菜单名称为信息文件中“spindle-box”所表示的消息项,即“主轴箱设计”;

③ ProCmdActionAdd ("showtest1", (uiCmdCmdActFn) create, uiCmdPrioDefault, AccessDefault, PRO\_B\_TRUE, PRO\_B\_TRUE, &cmd\_id1), 该函数为指定行为函数,即定义一个命令,命令名称可随意选取,但是 cmd\_id1 必须唯一。

(4) 模型内部特征的获取与再生。该部分是整个程序实现功能的重要组成部分。以下为部分函数:

① ProMdlRetrieve (L" F:\...\zhu-zhou-xiang.prt", PRO\_MDL\_PART, &part), 该函数实现模型特征的读取,并将读取数据保存到 part 地址指针;

② ProModelitemInit (part, i, PRO\_PART, &feature), 该函数的功能是实现抓取一个零件特征的功能,并将结果保存至指针;

③ ProParameterInit (&feature, L" PARAM\_D0", &param0), 该函数实现了对原模型中建立的“D0”特征参数进行读取,并将数据储存在 param0 地址指针中;

④ ProUIInputpanelDoubleGet ("spindle\_box", "width\_D0", &p0), 该函数的作用是读取 UI 对话框“spindle\_box”(如图 6 所示)中,名为“width\_D0”的参数数值并保存至 p0 指针。

(5) 编译生成“dll”格式的可执行文件。

(6) 注册。

(7) 参数输入,生成模型。

以六轴主轴箱为例生成的模型如图 7 所示。

#### 3.3 IGES 文件生成

据图 2 可知,要对模型进行进一步的有限元分析,必须先先生成一个 IGES 接口文件,以便导入 ANSYS 有限元软件进行分析。本研究已经制作了自动生成 IGES 格式文件的菜单选项,如图 2 所示。

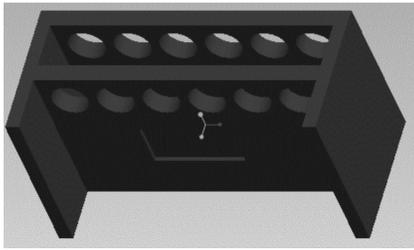


图7 参数化生成的六轴主轴箱模型

## 4 ANSYS 分析

向 ANSYS 中导入 IGES 文件,其结果如图 8 所示。

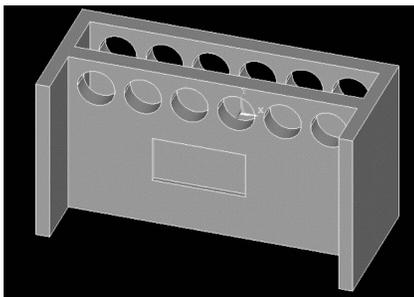


图8 导入 ANSYS 的六轴主轴箱模型

进行单元类型材料属性的定义,划分网格<sup>[11]</sup>,最后在模型中的各个轴孔的整个内表面添加合计 30 kN 的均布力。当中间板厚为 10 mm 时,静力分析结果如图 9 所示。

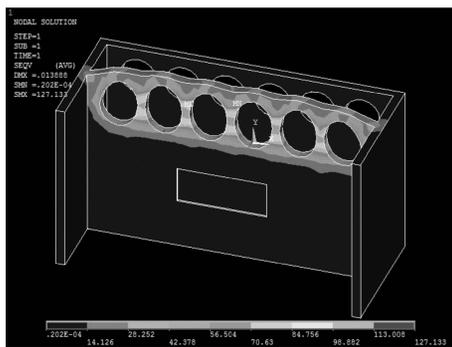


图9 主轴箱范式力分析结果

根据结果,此模型的中间板最大应力达到 127.133 MPa,已超出材料的许用应力 120 MPa,因此需对模型进行修改。返回 UI 对话框,重新定义模型参数,将模型中间板加厚 2 mm,定义相同的材料属性和受力,再次进行分析,得到的结果如图 10 所示。

根据结果中间板最大应力下降到 107.783 MPa,小于许用应力。主轴箱的应力分布情况明显优于修改前。如果发现所建立的模型仍需要修改,则继续返回到 3.2 节中的第(7)步,重新输入参数,生成模型,再次进行分析。

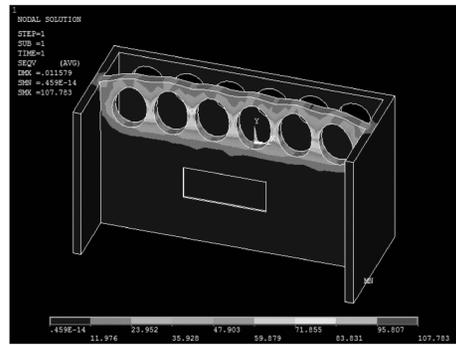


图10 修改参数后第三强度理论分析结果

## 5 结束语

通过使用 Pro/E 二次开发工具 Pro/TOOLKIT 及其提供的接口,本研究以 Visual Studio 2005 为开发平台,采用动态链接库方式,成功实现了绕线机主轴箱的多型号参数化设计,并通过接口成功导入 ANSYS 进行分析,根据分析结果可在 Pro/E UI 对话框中快速修改模型参数,重复这个过程可实现绕线机主轴箱设计优化,并提高了设计效率。

### 参考文献 (References):

- [1] HOFFMAN C M. CAD and product master model [J]. *Computer Aided Design*, 1998, 30(11): 905-918.
- [2] 李世国. PRO/Toolkit 程序设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [3] TICKOO S. Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 Pro/TOOLKIT® User's Guide [M]. USA: Cadcim, 2007.
- [4] 陈桦,范晓斌,徐文杰. 基于 Pro/E 二次开发的零件参数化设计系统的研究[J]. *机械设计与制造*, 2009(11): 73-75.
- [5] PAHNG F, SEN IN N, WALLACE D. Distribution modeling and evaluation of product design problems [J]. *Computer Aided Design*, 1998, 30(6): 411-423.
- [6] 刘杰. 四辊 1420HCW 轧机参数化设计及有限元分析[D]. 秦皇岛:燕山大学机械工程学院, 2010:31-32.
- [7] 陈国金,严小敏,陈 昌,等. 基于 Pro/E 二次开发的汽车离合器参数化建[J]. *机电工程*, 2008, 25(11): 87-91.
- [8] 郑涵文,惠晓荣,陈致水. 基于 Pro/E 钣金件的四岔管分析设计[J]. *机电工程*, 2010, 27(5): 23-24.
- [9] TORRES R J. Paractitioner's Handbook for User Interface Design and Development[M]. Prentice Hall PTR, 2002.
- [10] 马万节. 基于多软件、多平台的塑料模标准件系统的研究与开发[D]. 上海:上海交通大学塑性成型工程系, 2009:3-5.
- [11] 高海波,李志刚,邓宗全. 基于 ANSYS 的杯形柔轮结构参数对柔轮应力的敏感度分析[J]. *机械工程学报*, 2010, 46(5): 1-7.

[编辑:张 翔]