

# 基于 Pro/TOOLKIT 的泵用机械密封结构参数化设计

米长富, 田建平, 陈永, 汤爱华, 杨海粟

(四川理工学院机械工程学院, 四川 自贡 643000)

**摘要:**泵用机械密封型号规格繁多,但具有较好的成组性。提出利用 Pro/Toolkit 的接口函数及开发功能,利用 VS 2005 平台开发交互窗口,应用 ADO 技术访问相关数据库,通过 Pro/TOOLKIT 进行参数检索、修改、再生,实现对设计数据的理论计算与数据访问,完成泵用机械密封结构的参数化设计。

**关键词:**Pro/E;VC++;参数化设计;机械密封

**中图分类号:**TP391

**文献标识码:**A

## 引言

机械密封具有较好的结构一致性,密封结构设计是根据不同的工况设计出不同尺寸及结构相似的系列化产品。由于其理论计算较复杂,设计人员需查阅大量资料,进行反复验算,这给设计工作带来了大量重复性工作,不利于根据用户需求做出快速响应。企业迫切需要开发一款面向机械密封结构设计领域,能够自动进行理论计算、参数化造型、自动建模的“快捷型”系统。

Pro/ENGINEER 是基于全相关性思想开发的大型 CAD/CAM/CAE 参数化软件。利用 Pro/TOOLKIT 提供的 C 程序函数库<sup>[1-3]</sup>,可以在用户编制的 C 程序中检索、修改和创建 Pro/E 的各类特征对象,开发基于 Pro/E 的专用 CAD/CAM 应用系统。通过 VS2005 和 Pro/Toolkit 二次开发工具,建立人机交互界面实现泵用密封结构参数化设计。利用 Pro/E 的全相关性,用户利用配置文件及参数化尺寸变动,系统自动创建所需尺寸的结构三维模型<sup>[4]</sup>。动态交互的设计功能为机械密封结构系列化设计提供了良好的设计平台,易于实现产品快速造型的要求,符合未来设计发展的需要,具有良好的发展前景。

## 1 机械密封结构三维参数化设计策略

Pro/Toolkit 是 Pro/E 提供的二次开发工具,它向用

户提供了大量的 C 语言函数库,通过调用底层函数,用户能方便、安全地访问 Pro/E 的数据库及其内部应用程序,进行二次开发,扩展一些特定的功能。

应用 Pro/Toolkit 进行二次开发,首先利用 Pro/E 三维造型功能,建立零件特征三维图形库。通过其自带的参数菜单项为各零件特征添加设计参数,并定义变量名,完成三维图形特征的变量添加。图 1 中局部参数列表框展示弹簧座设计参数,记弹簧座设计参数为 PRAM[ ]。在关系列表框中,关系式左端字母标示 Pro/E 自动生成的零件本身的设计参数;关系式右端字母标示用户定义的设计参数。在关系式编辑框中添加约束关系,建立尺寸参数与特征变量的对应关系,按照该方法对零件图形特征库的各零件的相关特征尺寸进行变量化处理。把创建好的三维图形全部放到三维图形库,完成零件图形特征库的修改与创建。

本文考虑到参数化设计系统需进行零件结构设计计算,从而使零件的结构尺寸设计结果实时的传递到窗口界面对应的编辑框中,故为每类零件的参数化过程设计独立的界面窗口<sup>[5]</sup>。

在对话框界面控件,记为 INTF[ ],用于显示程序计算结果以及接受用户输入的数据;在弹簧座对话框类文件中创建数组,记为 PROG[ ]。参数设计程序根据工况计算出弹簧座结构参数 PROG[ ];利用 ProParameterInit

收稿日期:2011-12-15

基金项目:四川省教育厅项目(10ZC082);过程装备与控制工程四川省高校重点实验室项目(GKYY201103);四川理工学院研究生创新基金项目(2010004)

作者简介:米长富(1987-),男,内蒙古赤峰人,硕士生,主要从事集成制造技术方面的研究,(E-mail) mcf0814@163.com



图1 添加弹簧座参数关系界面

( )初始化模型参数,取得设计参数 PRAM[ ]的值;参数化程序将计算结果显示在相应的对话框界面中;利用 ProParamvalue 结构体成员变量 value 将对话框界面数据 INTF[ ]设置为新的零件尺寸;ProParameterValueSet( )将用户修改后的数据值传递给模型特征对应的尺寸,然后调用 ProSolidRegenerate( ) 函数再生模型。

### 2 泵用机械密封基本参数设计

#### 2.1 脱硫泵机械密封技术经济指标

以泵用机械密封中脱硫泵机械密封为例进行设计参数分析:

1) 泵用集装式机械密封运行参数:最高压力: ≤0.8 ~ 1.0 MPa;温度: -25 ℃ ~ 80 ℃ ;线速度: ≤25 m/s ;工作介质:烟气脱硫浆液;

2) 适用泵型:TLJ 型脱硫泵;技术特点:静止、内装、内冲的集装式机械密封设计;

3) 密封性能:泵在正常使用情况下,泵轴直径 ≤ Φ50 mm,泄漏量 ≤3 ml;直径 > Φ50 mm,泄漏量 ≤5 ml。

#### 2.2 泵用机械密封基本参数

工况条件是指机械密封件正常工作时的条件,一般包括压力 P,温度 T,线速度 v 等。在进行机械密封设计时往往根据这些条件来确定机械密封的结构形式。泵用机械密封的一般结构形式如图 2 所示。

根据工况条件确定机械密封的结构形式;根据压力 P 确定密封件是否选择平衡结构;根据速度 V 确定弹性元件的结构;根据温度 T 选择辅助密封圈的材质;摩擦端面宽度 b 的确定,利用公式选取:

$$b = 2.5 + 0.022d$$

式中: b—摩擦端面宽度 d—轴套外直径。间隙的确定:静环最小内直径 d0 与轴套外直径 d 的间隙一般取 1 ~ 3 mm;动环与轴的配合间隙取 1 ~ 2 mm。并完成密

封端面直径的计算、弹簧的设计计算等。

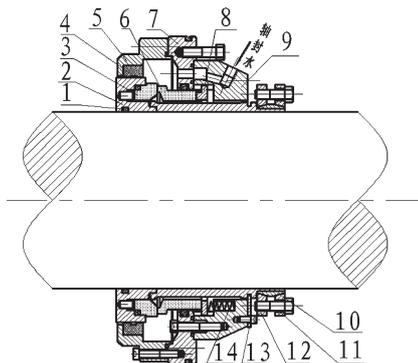


图2 泵用机械密封结构

1 - O 型圈,2 - 轴套,3 - 动环,4 - 节流环,5 - 水封环,6 - 静环,7 - 端盖,8 - 推环,9 - 弹簧座,10 - 夹紧套,11 - 夹紧环 I,12 - 夹紧环 II,13 - 定位块,14 - 弹簧

### 3 脱硫泵机械密封参数化设计系统框架

#### 3.1 应用程序运行模式

应用 Pro/TOOLKIT 进行二次开发有两种模式:同步模式 ( Synchronous Mode ) 和异步模式 ( Asynchronous Mode )。本文采用同步模式下的动态链接库模式 ( DLL Mode ),应用程序在 Pro/E 系统运行时加载 \*. dll 文件运行(图 3), DLL 将 Pro/Toolkit 应用程序代码整合进 PRO/E,提高程序的运行速度。

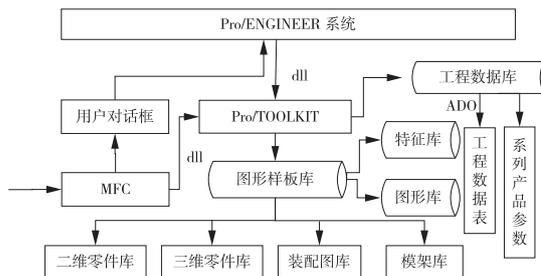


图3 机械密封参数化设计系统框架

#### 3.2 VS2005 连接设置

利用 VS 2005 应用程序编程接口 API ( Application Programming Interface ) 连接 Pro/TOOLKIT 运行所需的头文件和库文件。在新建的 MFC DLL 动态链接库文件项目界面下,点击“工具” -- > “选项”选择“项目和解决方案” -- > “VC ++ 目录” -- > “包含文件”,将 Pro/ENGINEER 的安装路径,Pro/Toolkit,Pro/Develop 的头文件路径添加进去。

设置 Pro/Toolkit 参数化程序需要的库文件:点击“项目” -- > “\*\*\* 属性”点击“配置属性” -- > “链接器” -- > “输入”,在附加依赖项中输入 wsock32.lib, mpr.lib, psapi.lib, protk\_dllmd.lib。

### 3.3 参数化设计系统菜单的添加

定制的菜单界面如图 4 所示,相关菜单定义示例代码如下<sup>[6]</sup>:

```

uiCmdCmdId cmd_id1: //添加菜单动作 ID 号
ProError status;
ProName msgfil;
ProStringToWstring(msgfil, "message.txt");
///设置信息文件名称
status = ProMenubarMenuAdd (" NewMenu ", "
wmenu ", " Utilities ", PRO_B_FALSE, msgfil);
///添加菜单条 wmenu:机械密封设计系统(J)
status = ProMenubarmenuMenuAdd (" NewMenu ", "
menu ", " menu ", " wmenu ", PRO_B_TRUE, msgfil);
///添加菜单条菜单 menu:机械密封类型选择(X)
status = ProCmdActionAdd (" fun1 ", ( uiCmdCmdAct-
Fn) fun1, uiCmdPrioDefault, UserAccessUseMenu, PRO_B
_TRUE, PRO_B_TRUE, &cmd_id1);
///定义动作函数 fun1:弹出机械密封设计系统对
话框
status = ProMenubarmenuPushbuttonAdd (" menu ", "
menu1 ", " menu1 ", " menu1 help ", NULL, PRO_B_FALSE,
cmd_id1, msgfil);
///添加菜单按钮 menu1:TLJ 型机械密封设计(T)
    
```



图 4 定制的菜单界面

### 3.4 数据接口

系统利用 ADO (ActiveX Data Objects) 访问 Access 数据库,机械密封设计数据以及零部件系列参数存储在数据库中,编写应用程序时需要在 Stdafx.h 文件中加入 import "c:\program files\common files\system\ado\msado15.dll" no\_namespace rename (" EOF", " adoEOF") 引用支持 ADO 的组件类型库 (\*.tlb),创建连接、记录集指针,利用 SQL 语句实现数据库的基本操作。

### 3.5 机械密封三维图形的参数化过程

当系统完成零件的相关尺寸理论计算后,结果会传给相关变量进行保存,通过该变量与三维图形相关尺寸建立映射,实现零件三维图形参数传输。主要操作函数:

通过 Pro/E 模型对象 ProMdl 定义 part 模型;函数 ProMdlRetrieve("L" \* . prt", PRO\_MDL\_PART, &part) 将图形库中已变量化的图形调入内存;函数 ProMdlIdGet

(part, &i) 获得当前模型的 ID;函数 ProModelItemInit (part, i, PRO\_PART, &feature) 完成模型初始化;函数 ProParameterInit (&feature, L" ( THZD0)", &paraml) 初始化模型参数;函数 ProParameterValueSet (&param, &value) 实现对设计变量赋值;调用函数 ProSolidRegenerate((ProSolid)part, PRO\_REGEN\_CAN\_FIX | PRO\_REGEN\_FORCE\_REGEN) 进行模型的重生;函数 ProMdlIdisplay(part) 对模型完成显示。

## 4 系统实现

利用 MFC 微软基础类库提供的大量的类函数创建人机对话窗口,在 VS 2005 资源列表下添加对话框资源,利用工具栏添加按钮、编辑框、静态文本框及其它资源等,双击图标即可添加为控件变量或者类,进而参与相应函数的访问调用。

用户点击图 4 中的 TLJ 机械密封设计(T) 菜单,进入图 5 界面输入工况参数,选择安装形式后,进入密封零部件选择窗口(图 6),详细设计零件。图 7 显示弹簧座设计界面以及新弹簧座模型。



图 5 脱硫泵工况参数输入界面

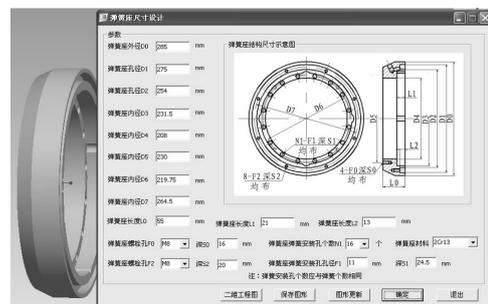


图 6 零件选择窗口

## 5 结束语

本文以 Pro/E 为开发平台,利用 Pro/TOOLKIT 为工具,采用 Visual Studio 2005 的 MFC 集成开发环境,对机械密封参数化设计系统进行了研究,其主要内容包括机械密封结构基本设计参数分析、机械密封参数化设计系



图7 弹簧座设计界面

统菜单的开发、对话框界面设计以及三维模型参数化设计。使机械密封三维参数化设计系统集机械密封结构设计、特征参数化造型及三维装配图于一体,为 CAD/CAM 的进一步集成奠定了良好基础,该成果具有更好的实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 金涛,陈敏,章水光. Pro/ENGINEER 软件的二次开发技术[J]. 计算机工程与应用, 2001, 37(13): 148-149, 152.
- [2] 李开世,黄文权,汪玉春. 面向对象的三维参数化换热器零部件设计开发[J]. 四川理工学院学报:自然科学版, 2009, 22(6): 92-94.
- [3] 田建平,张九洲,张杰. 基于 VBA 的轴承选型与校核系统开发[J]. 四川理工学院学报:自然科学版, 2009, 22(5): 101-103.
- [4] 韩国才,张锂. 基于 Pro/E 圆柱齿轮优化设计 CAD 系统的二次开发[J]. 制造业自动化, 2005(3): 31-33.
- [5] 李世国,何建军. 基于 Pro/E 零件模型的参数化设计技术研究[J]. 机械设计与研究, 2003(6): 36-37.
- [6] 李世国. Pro/TOOLKIT 程序设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.

## Parametric Design of Desulfurization Pump Based on Pro/TOOLKIT

MI Chang-fu, TIAN Jian-ping, CHEN Yong, TANG Ai-hua, YANG Hai-li

(School of Mechanical Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** Desulfurization pump mechanical seals has varies of sizes and types, but it has better group advantages. Pro/Toolkit's API interface and development functions are introduced, and dialogue window has been created based on VS programming in 2005 and accessing databases by using of ADO. Using parametric retrieval, modification and regeneration by Pro/TOOLKIT, the theoretical calculation of design data and accessed databases are achieved. Parametric design of desulfurization pump mechanical seal structure is completed.

**Key words:** Pro/E; VC + +; parametric design; mechanical seal