

基于 SolidWorks 二次开发的球阀阀体参数化设计

张小鹏¹,王洪申¹,王学丰²

(1. 兰州理工大学 机电工程学院,甘肃 兰州 730050; 2. 维都利阀门有限公司,浙江 温州 325024)

摘要:以球阀阀体设计过程为例,阐述了以 Visual Studio 2010 作为开发工具,选用 C++ 作为开发语言,通过 SolidWorks 提供的 SDK 软件开发工具包进行二次开发的过程。采用 SolidWorks 系列零件表和自带的配置功能实现参数化设计,并实现了基于 SolidWorks 的阀体参数化设计,简化了三维设计过程,提高了设计效率。

关键词:参数化设计;SolidWorks;二次开发;阀门

中图分类号:TP391.9 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2020)01-0091-03

Parametric Design of Ball Valve Body Based on Secondary Development of SolidWorks

ZHANG Xiaopeng¹, WANG Hongshen¹, WANG Xuefeng²

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;
2. WEIDOU LI Valves Co., Ltd., Wenzhou 325024, China)

Abstract: This paper takes the ball valve design process as an example, uses Visual Studio 2010 as development tool, selects C++ as development language. SDK furnished by solidworks is used to do the secondary development and according the series part list and the configuration function, the parametric design is done, thus simplifying the 3D design process and improving the design efficiency.

Keywords: parametric design; SolidWorks; secondary development; valve

0 引言

SolidWorks 是一款基于 windows 的三维 CAD 软件,因其具有操作简单、易学易用的特点而广泛运用于各行各业^[1]。阀门是工业生产中不可缺少的流体设备之一。球阀被广泛应用在石油炼制、长输管线、化工、造纸、制药等行业。在国家标准中定义球阀为阀杆带动球体、球体绕球阀轴线作旋转运动的一类阀门^[2]。球阀形状特点是结构相对固定,同类球阀拓扑结构具有高度一致性,产品型号具有系列化特征,是进行参数化设计的理想对象。通过二次开发三维软件的方法将同一型号的阀门参数归纳、整理,并通过可视化窗口统一输入,自动生成三维模型,可提高阀门的设计效率,降低开发成本,缩短新产品的开发周期。

1 球阀的结构及工作原理

球阀是带有圆形通道的启闭件,通过手柄绕垂直于通道的轴线旋转,球体随着阀杆的转动从而达到启闭通道的作用^[3]。设计时,阀体的流道孔中心与球体(启闭作用)流道中心对准时为全开状态,通过阀杆传力将球体绕转轴转动 90°时,球阀将处于完全关闭状态,如图 1 所示。球阀的结构使得它有以下几点优点:

1) 因球阀左右通道相同,故其安装位置相对自由,介

质的流向可以任意给定,流体阻力小;

2) 结构简单,密封性能良好且容易维修;

3) 球阀适用于经常操作、启闭迅速方便的场合,适用范围广。

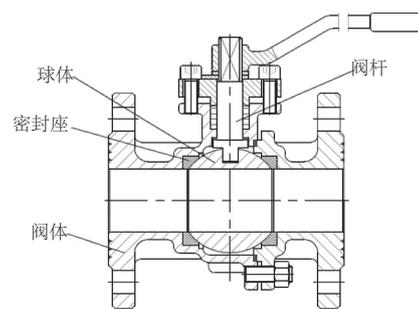


图 1 球阀工程图

2 SolidWorks 二次开发原理和关键技术

SolidWorks 的应用程序接口(application program interface, API)是一个基于对象的嵌入与链接(object linking and embedding, OLE)或组件对象模型(component object model, COM)的编程接口^[4]。目前对于 SolidWorks 的二次开发大概分为两种, SolidWorks 内置宏和微软的 Visual Studio(支持 VB.NET、C#、C++)。SolidWorks API 是一个多层次的自上而下的树形网络结构,如图 2 所示。因此,

对于 SolidWorks 类对象的访问也是通过自上而下访问的方法。SolidWorks 是根目录对象类,位于应用程序的底层,是访问 SolidWorks API 所有对象的入口^[5]。本文使用 SolidWorks-API-SDK 2016 提供的接口,通过 Microsoft Visual Studio 2010 进行二次开发。

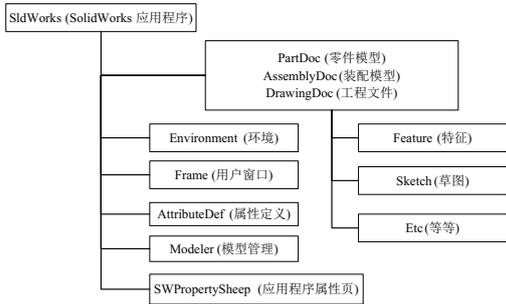


图2 SolidWorks API 接口对象

3 球阀阀体参数化设计

3.1 二次开发流程

基于 SolidWorks 的二次开发思路有两种,一种是完全程序化参数建模,这种方法是一种自下而上的建模方法,由最底层的点、线、面构成图形,该方法的缺陷是若零件较为复杂,则编程量太大,且专业要求较高。另一种方法是在三维模型的基础上驱动尺寸,这种方法是一种自上而下的建模方法,即在保证零件结构不发生变化的情况下,建

立好零件模板,运行时只需指定尺寸值,由尺寸自动定位到相应的尺寸变量。该方法的优点是编程量少,特征间约束由模型自动产生,采用这种方法可以利用 SolidWorks 自身的参数化及编程技术优势,因此所需编写的程序代码相对简单^[6]。图3为阀门参数化流程。

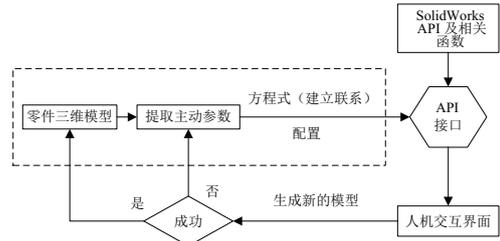


图3 阀门参数化设计流程

3.2 阀体的三维建模

作为参数化设计的基础,零件的三维建模显得尤为重要,建模的方法及顺序会直接影响参数化设计的结果。为确保参数化的正确性,在建模过程中必须要添加合理的约束,以实现参数的全约束,包括几何约束和工程约束。几何约束分为结构约束和尺寸约束,如长度、宽度、角度等约束为尺寸约束;如平行、垂直等指几何元素之间的拓扑关系的约束为结构约束^[7]。绘制完成后,在特征树中右键单击【注解】,选中显示特征尺寸,并在【立即视图工具栏区】选中显示尺寸名称,也可以通过设计需要改变名称。在球阀的设计过程中,涉及的主要参数包括法兰尺寸、壁厚、球阀结构长度等,将这些参数作为全局变量,如表1所示。

表1 全局参数 单位:mm

法兰					结构长度 L	公称通径 D4	内腔直径 D6	上法兰通径 D8	上法兰直径 D7	筋宽 K	壁厚 t
D1	D2	D5	H1	D3							
512	120.5	19	16	92	109	49	85	32	70	13	6

全局变量可以用于驱动尺寸作为唯一的数值,通过 SolidWorks 自带的方程式功能将参数之间建立关联,在 SolidWorks 中方程的形式是:因变量=自变量。

例如在方程式“D9@草图1”=“D8@草图1”/2中,系统会根据尺寸 D8 求解尺寸 D9,一旦方程式写好并应用到模型之后,尺寸 D9 就不能直接修改,方程式建立完成之后的模型如图4所示。

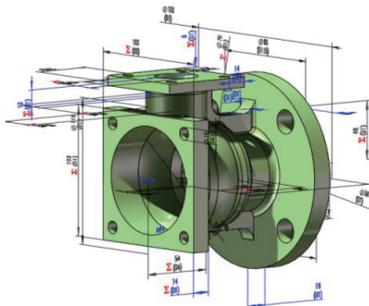


图4 建立模型

3.3 配置及创建系列零件表

在 SolidWorks 软件中,配置管理器是 SolidWorks 中非

常独特的一部分功能,它提供了简便的方法来开发和管理一组尺寸不同、特征相似的一系列零件。在工具栏【插入】中点击设计表,在弹出的对话框中选择上一步的全局尺寸作为参数添加到设计表中,如图5所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	系列零件设计表是为:			ball_valve_c						
2		D4@草图1	D6@草图1	D7@草图1	D8@草图1	D1@草图2	H1@凸台-拉伸1	D117@草图6	D118@草图7	
3	默认	6.00	109	50	85	152	16	44	70	
4	2	6.50	120	55	90	160	18	50	75	
5	3	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	
6	4	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	

图5 系列零件表

4 系统实现

根据上述步骤,通过 SolidWorks 二次开发接口,对配置管理进行二次开发,创建人机交互对话框,输入参数生成不同尺寸的零件,从而实现参数化。

4.1 新建项目

在 SolidWorks 二次开发过程中,非模态对话框创建的过程如下:

1) 插入一个新的对话框, ID 默认即可;

2) 可以直接双击对话框空白处或者在右键为对话框添加类,在弹出的类对话框中输入类名(BallDlg),点击确定;

3) 在工程.cpp 文件中添加包含对话框头文件的语句#include "FirstDlg.h",并添加非模态对话框的初始化代码:

```
BallDlg dlg=new BallDlg ( AfxGetMainWnd());
```

4) 将设计好的对话框与 SldWorks 对象联系起来,即为对话框添加成员函数。

在 BallDlg.h 中定义:

```
voidgetSW( ISldWorks * Sw );
```

在 BallDlg.cpp 中声明:

```
void BallDlg::getSW( ISldWorks * Sw)
```

```
{
this->ball_iSldWorks_dlg=Sw;
}
```

4.2 添加对话框控件

添加如图 6 所示控件,在资源管理器选项卡 bitmap 中,将球阀阀体的位图加入到界面中。为生成三维图按钮添加事件处理程序,关键代码如 4.3 节所述。

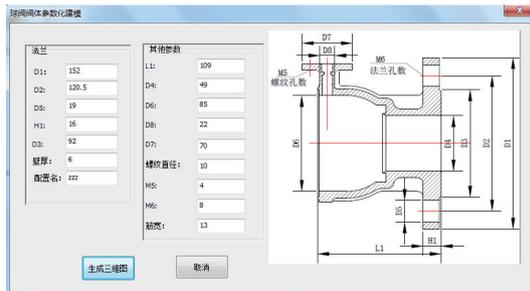


图 6 球阀参数输入界面

4.3 程序及函数说明:

```
UpdateData(TRUE);
CComBSTRfileName(_T("..\\ball valve.SLDPRT")); //打开文件
CComPtr<IModelDoc2> m_iModelDoc;
VARIANT_BOOL retval = VARIANT_TRUE;
m_iSldWorks_dlg->OpenDoc6( fileName, swDocPART, Options, NULL, &Errors, &Warnings, &m_iModelDoc); //打开文件
CComPtr<IConfigurationManager>pConfigurationManager;
CComPtr<IConfiguration>pConfiguration;
m_iModelDoc->get_ ConfigurationManager (&pConfigurationManager); //获得配置名
CString a0=L"D1@ 草图 2";
CString a1=L"D111@ 草图 14";
CString a2=L"D2@ 草图 14";
.....
```

```
pConfigurationManager->ISetConfigurationParams ( Name, paramCount, paramNames, paramValues, &retval);
```

```
m_iModelDoc->ViewZoomtofit( ); //视图设定
```

在本程序中,首先输入配置的名称和各尺寸的参数值,获得当前模型的配置管理器对象并使用程序接口添加一个新的配置,然后通过程序更改三维模型的参数,实现零件的参数化设计。表 2 说明了在 SolidWorks API 函数中打开文件函数 OpenDoc6 各参数的意义。

表 2 SldWorks->OpenDoc6 各参数的说明

类型	参数	含义
输入	(BSTR) filename	要打开的文件名称
输入	(long) type	要打开的文件类型
输入	(long) options	打开文件的方式
输入	(BSTR) configurations	模型配置名
输出	(long) errors	错误提示信息
输出	(long) warnings	报警信息
输出	(LPMODELDDOC2) retval	打开的文件的指针

4.4 添加菜单

在 Addmenus() 函数中,将自动生成的代码改为

```
hret = icmdGroup->AddCommandItem2 ( L" 阀体参数化", -1, L" 阀体参数化对话框", L" 阀体参数化", 0, callback, enable, MAIN_ITEM_ID1, menuToolbarOption, &cmdIndex0).
```

4.5 异常处理

在程序中增加条件语句,对其进行判断,不仅可以有效地提示用户出现错误的类型和位置,还可以通过 return() 函数实现跳转,避免 SolidWorks 出现运算错误而重启。例如:

```
If( swPart = NULL)
{
AfxMessageBox(" 阀体参数化设计失败!");
Return;
}
```

4.6 编译并加载.DLL 文件到 SolidWorks

将设计好的阀体参数输入到可视化界面中,尺寸参数通过从人机交互界面读取并驱动模型得到如图 7 所示结果。

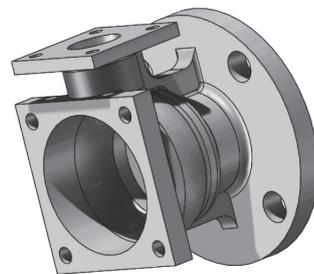


图 7 运行结果

(下转第 122 页)

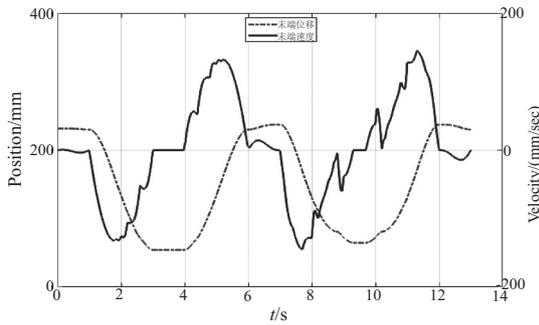


图7 机械臂末端位移、末端速度随时间变化曲线图

数据并导入 MATLAB 中作图如图 5 所示。该轨迹模拟取皿机械臂末端执行器从初始位置开始,首先水平运动至待取皿所在工位正上方,随后接近直线式缓慢垂直运动到待取皿所在工位上方附近位置,抓取培养皿,提升一定高度,水平移动到指定距离,再缓慢接近直线式下降至目标工位,完成培养皿分拣动作并复位的一个完整工作循环,循环周期时长为 13.0 s。

通过逆向运动学仿真可得,该取皿机械臂的角速度曲线如图 8 所示。可以看出腰关节、肩关节、肘关节的角速度运动参数在给定的机械臂运动位姿下满足工作要求,且变化连续,其肩关节角速度变化出现较多处升降变化,这是为满足机械臂末端抓手接近直线式垂直上下运动而造成的,因此其运动变化符合理论分析。另外,取皿机械臂各关节力矩变化曲线结果(图 9)给该机械臂的工作性分析及其驱动电机选型等提供了参考依据。

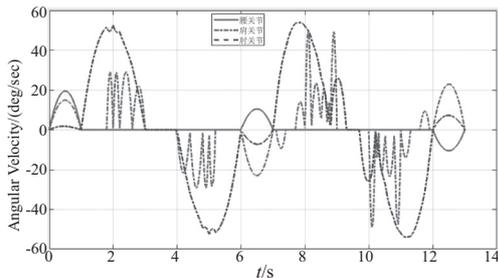


图8 腰、肩、肘关节角速度变化

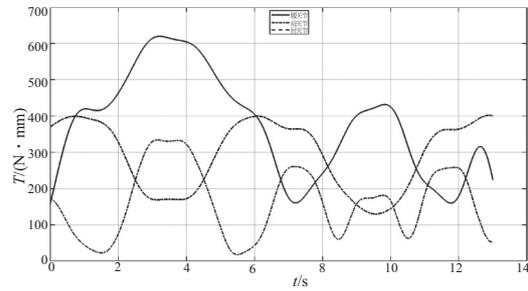


图9 腰、肩、肘关节力矩变化

5 结语

1) 基于抓取无干涉要求设计的关节型 5 自由度取皿机械臂,应用 $D-H$ 法确定了满足取皿空间要求的各关节参数。

2) 应用 UG 软件和 MATLAB/Robotics Toolbox 获得机械臂末端走直线轨迹的各关节转角,结合 Adams 虚拟样机技术仿真了机械臂抓取、放置微生物培养皿的运动过程,获得了其抓取 200 g 培养皿时腰关节、肩关节及肘关节所需驱动力矩,可指导各关节驱动电机选型,为取皿机械臂的物理样机制造与取放培养皿实验提供参考依据。

参考文献:

- [1] 李荣康. 一种新型码垛机器人的机构设计及动态性能研究[D]. 南宁:广西大学,2017.
- [2] CRAIG JJ. 机器人学导论[M]. 北京:机械工业出版社,2018.
- [3] 杜金财,尹建军,贺坤,等. 葡萄采摘 4-DOF 机械臂设计与虚拟样机仿真[J]. 农机化研究,2019,41(8):58-64.
- [4] 陈亮. 机械手的运动学分析及在屏幕贴合中的应用[J]. 机器人技术与应用,2014(2):26-28.
- [5] 王沫然. MATLAB 与科学计算[M]. 第 3 版. 北京:电子工业出版社,2014.

收稿日期:2019-05-17

(上接第 93 页)

5 结语

本文介绍了在 visual studio 2010 环境下开发动态连接库的方法,最终将编译生成的 DLL 文件注册到 SolidWorks 软件中,实现了基于 SolidWorks 平台的球阀阀体参数化设计,使同类球阀的设计难度降低,加快产品的设计效率。

参考文献:

- [1] 罗煜峰. 基于 SolidWorks 的参数化特征建模技术研究[J]. 机械设计,2004(3):52-54,62.
- [2] M. Mengoni, M. Mandolini, M. Matteucci, et al. A scalable "design for costing" platform; a practical case in ball valves in-

dustry[J]. Procedia CIRP,2016,50:311-317.

- [3] CHERN M J, WANG C C, MA C H. Performance test and flow visualization of ball valve[J]. Experimental Thermal & Fluid Science, 2007, 31(6):505-512.
- [4] 徐国权,黄志超. 基于 SolidWorks 的参数化设计二次开发研究[J]. 机械设计与研究,2007(1):68-70,87.
- [5] 刘媛. 基于 VC++ 的 SolidWorks 机械零件参数化设计[J]. 曲阜师范大学学报(自然科学版),2010,36(4):87-90.
- [6] 李爱平,王龙涛,刘雪梅. SolidWorks 环境下参数化部件库的开发及实现[J]. 机械设计,2010,27(8):5-11.
- [7] 吴志林,张凯还. 基于 SolidWorks 尺寸驱动建模的二次开发[J]. 计算机时代,2013(1):14-17.

收稿日期:2018-11-13