

基于 SolidWorks 的尺寸公差参数化设计方法^①

肖礼志, 黄美发, 刘夫云

(桂林电子科技大学 机电工程学院, 桂林 541004)

摘要: 随着企业快速响应市场的需要, 参数化技术广泛应用于产品设计研发中。基于三维 CAD 系统的参数化技术主要考虑的是产品的基本尺寸设计, 很少考虑尺寸公差, 而尺寸公差又是产品的重要设计指标, 所以为了解决尺寸公差参数化设计问题, 对零件参数化模型中的尺寸公差信息表达、提取与标注方法进行了研究, 提出了一种基于参数化技术的零件尺寸公差设计方法。利用 VC++, 对三维 CAD 软件 SolidWorks 进行二次开发, 开发出了基于 SolidWorks 的零件尺寸与尺寸公差集成参数化设计插件。以轴类零件为例, 对提出的方法和开发的插件进行了应用验证。

关键词: 尺寸公差; 参数化设计; 二次开发

Parametric Design Method of Dimensional Tolerance Based on SolidWorks

XIAO Li-Zhi, HUANG Mei-Fa, LIU Fu-Yun

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In order to make fast response to market requirement, the technology of parameterization is more and more widely applied to the design and development of product. Currently the technology of parameterization based on 3D CAD systems mainly concerns about design of basic dimension, and seldom about dimensional tolerance. But dimensional tolerance is an important indicator in design. To solve the problem of parameterization in dimensional tolerance, research on the method of dimensional tolerance information in the expression, extraction and labeling for parametric model of parts, a variant design method with dimensional tolerance is presented in this paper. And integrate between variant design method of dimensional tolerance and variant design method of dimension, part variant design method with dimension and dimensional tolerance is synchronization completed. According to secondary develop the parametric CAD software SolidWorks, a part variant design with dimension and dimensional tolerance plug-ins integrated with based on SolidWorks is developed with VC++. As an example, all methods and development of plug-ins are applied to a case study of shaft, and the feasibility is also verified.

Key words: dimensional tolerance; parametric technology; redevelopment

目前, 随着产品设计信息化的不断进步, 在影响企业快速响应市场需求的诸多因素中, 所面临的最大困难是开发新产品的速度与成本。由于三维 CAD 系统的广泛使用, 三维参数化设计无疑是提高研发效率的最好方法之一。参数化设计就是将参数化技术应用于三维软件二次开发中。首先通过参数化造型系统建立产品主模型, 即基于参数化 CAD 系统的三维产品模型; 然后对模型进行参数分析, 建立参数间的关联和

约束; 最后应用产品结构设计的原理, 对某些尺寸参数或产品的局部结构进行修改, 更新某些尺寸参数值和约束关系以驱动模型生成新的相似产品, 达到参数化设计的目的^[1]。美国 SolidWorks 公司开发的 SolidWorks 软件系统就是参数化造型系统的典型代表之一。

国内外学者对基于三维 CAD 系统的零件参数化设计进行了广泛的研究, 并取得了一定的成果。如:

① 基金项目:国家自然科学基金(50865002,50865003);广西重点实验室主任基金(09-007-05_008)

收稿时间:2011-01-10;收到修改稿时间:2011-03-01

徐国权^[2]等人提出的基于 SolidWorks 的参数化设计二次开发研究,李世国^[3]等人提出的基于 Pro/E 零件模型的参数化设计技术研究,吴伟伟^[4]等人提出的基于参数化的机械产品尺寸变型设计研究与实现等等。然而这些研究主要针对的是产品尺寸的参数化设计,很少考虑尺寸公差参数化设计。而产品的尺寸公差又是产品设计及制造中必不可少的重要指标。针对现今企业的迫切需要,本文提出一种基于 SolidWorks 的尺寸公差参数化设计方法,并开发了基于 SolidWorks 的尺寸公差参数化设计插件,实现了零件尺寸与尺寸公差的同步参数化设计。

1 尺寸公差参数化设计方法

1.1 零件尺寸公差参数化设计原理

参数化技术是目前 CAD 系统二次开发中最重要的技术之一,在系列化产品设计中得到较好的应用。参数化设计一般是在设计对象结构比较成熟的基础上,用一组参数来表示尺寸值或约束关系,通过修改设计对象的尺寸参数来驱动模型变型,其核心是尺寸参数驱动。对零件参数化分析,主要是对零件的尺寸和尺寸公差进行分类,并在零件的参数中提取能直接驱动模型结构的主参数。可将尺寸参数(包括尺寸公差)分为可变参数、不变参数和导出参数三种类型。其中可变参数是指在参数化模型中可以改变的参数;不变参数是指在参数模型中始终保持不变的参数;导出参数是指通过其他参数计算或查表得到的参数^[5]。

本文将参数化设计和尺寸公差设计方法结合起来。首先,建立产品主模型即基于 SolidWorks 的参数化三维零件模型。其次,用参数化设计的思想对模型的尺寸及尺寸公差进行参数分析。然后,建立参数之间的关联和约束。最后,应用尺寸公差设计的思想,通过基本尺寸的改变驱动尺寸公差参数修改,更新某些尺寸公差参数,驱动模型生成新的相似零件,达到尺寸公差参数化设计的目的。

1.2 零件尺寸公差参数化设计方法

由于零件的尺寸公差与基本尺寸紧密相关,在实际工程中,为了保证产品的功能要求,零件参数化设计前后应保持相同的精度等级,所以本文对零件的尺寸公差参数化设计采用等精度法设计,即零件变化前后保持尺寸公差等级与基本偏差代号不变。研究零件的尺寸公差参数化设计方法具体步骤如下:

步骤 1 建立零件的尺寸与尺寸公差参数化模型,并对每个尺寸与尺寸公差参数进行分析并确定可变参数、导出参数、不变参数及各个参数之间的约束关系。

步骤 2 对零件的尺寸与尺寸公差信息进行遍历和提取。

步骤 3 建立人机交互界面,实现与三维 CAD 软件关联,能进行零件尺寸与尺寸公差信息的修改。

步骤 4 实现零件尺寸与尺寸公差信息在参数化模型上的自动标注。

步骤 5 模型重生成。

2 SolidWorks 二次开发关键技术

2.1 二次开发思路

对 SolidWorks 进行二次开发主要通过软件内嵌的 API (Application Programming Interface) 接口,该接口具有良好的开发性和兼容性,并提供了大量的 OLE 对象以及这些对象所拥有的方法和属性。用户借助高级编程语言(如 Visual C++) 平台,在设计友好操作界面的同时,通过在程序中调用 API 对象访问和操作 SolidWorks,可以实现 SolidWorks 建模,从而建立适合用户需求的、专业的 SolidWorks 功能模块^[6]。

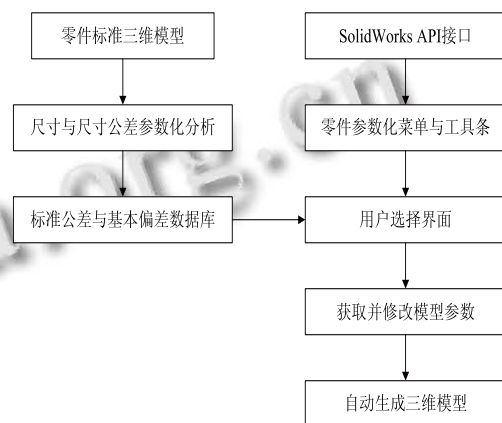


图 1 SolidWorks 二次开发思路流程图

针对 SolidWorks 的开发方式有二种,一种是完全编程方式,即所有的 API 对象全部在编程环境中完成调用。该方法使三维模型全部在程序驱动下生成,可以得到客户个性化需求的零件造型,但是编程工作量大,开发周期长,对开发人员的编程水平要求较高。另一种是参数变量与编程技术相将结合,即在 SolidWorks 环境中建立三维模型,用参数变量作为程

序与模型的纽带，通过编程实现部分参数控制整个模型变化，从而达到二次开发的目的。此方法相对第一种方法编程量少，操作简单，但是零件模型有局限性。经过比较，本文选用第二种方法，实现对 SolidWorks 的参数化二次开发，其具体流程如图 1 所示。

2.2 设计参数的遍历和三维模型的更新

利用 SolidWorks API 提供的 `get_IActiveDoc2()`、`IFirstFeature()`、`GetFirstDisplayDimension()`、`get_FullName()`、`put_Value()`、`SetToleranceValues()` 等函数，可以从三维模型中遍历参数，并对其进行修改和重生成。首先通过 `get_IActiveDoc2()` 和 `IFirstFeature()` 函数获得当前活动的文档对象和第一个特征，采用 `GetFirstDisplayDimension()` 和 `get_FullName()` 函数获取特征的第一个显示尺寸指针和尺寸名字，然后通过 `put_Value()` 或 `SetToleranceValues()` 函数修改基本尺寸与尺寸公差的值，最后通过 `ForceRebuild3()` 函数对模型进行重生成。

3 尺寸公差参数化设计的实现

利用 SolidWorks API 和 VC++ 编程软件以及 Access 数据库对 SolidWorks 进行二次开发，开发出了基于 SolidWorks 的尺寸与尺寸公差参数化设计的插件。其功能菜单如图 2 所示。

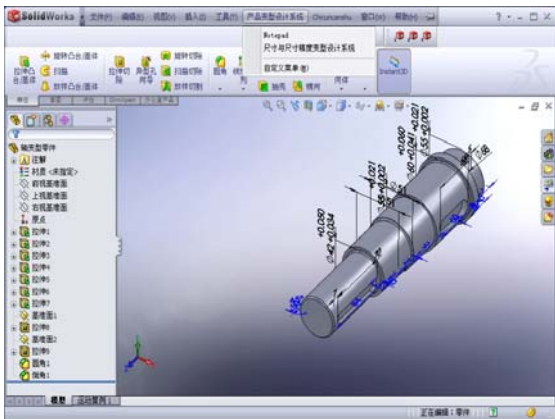


图 2 参数化设计功能菜单

开发的参数化设计插件主要包括尺寸与尺寸公差参数化修改、约束关系处理等功能。由于篇幅问题，只对其主要功能进行简单介绍。该插件的主要功能包括尺寸参数修改、尺寸公差参数修改、约束关系式添加、删除、修改、提取、模型再生成等。其运行界面

如图 3 所示。

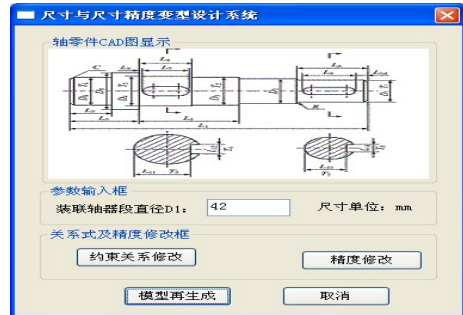


图 3 参数化修改和约束关系及精度修改

4 应用举例

以如图 4 所示的输出轴为例，对基于 SolidWorks 的尺寸公差参数化设计方法进行验证。

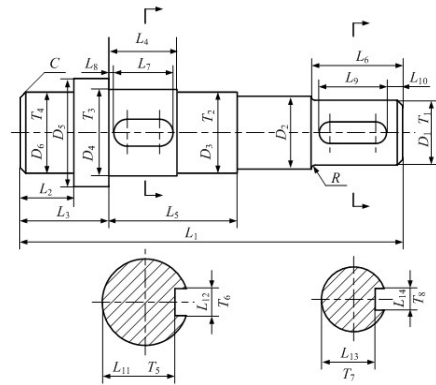


图 4 输出轴参数化零件图

首先对零件进行参数化建模，然后对其进行参数化分析，可将尺寸参数 D_1 归为可变参数；尺寸参数 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5 、 D_6 、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 、 L_7 、 L_8 、 L_9 、 L_{10} 、 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{13} 、 L_{14} 、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、 T_7 、 T_8 归为导出参数；尺寸参数 C 、 R 为不变参数。其中： D_1 、 D_2 、...、 D_6 是 6 个直径尺寸， L_1 、 L_2 、...、 L_{14} 是 14 个线形尺寸， R 为圆角尺寸， C 为倒角尺寸， T_1 、 T_2 、...、 T_8 是 8 个尺寸公差。尺寸公差与其作用尺寸在一起， T_1 的作用尺寸是 D_1 ， T_2 的作用尺寸是 D_3 ， T_3 的作用尺寸是 D_4 ， T_4 的作用尺寸是 D_6 ， T_5 的作用尺寸是 L_{11} ， T_6 的作用尺寸是 L_{12} ， T_7 的作用尺寸是 L_{13} ， T_8 的作用尺寸是 L_{14} 。所以当对 D_1 赋予不同的值时，就将生成不同的三维模型。

对如图 4 所示中的轴零件进一步分析，可知：零件之间的参数约束关系主要包括： $D_2=D_3-4$ ； $D_4=D_2+5$ ；

$D_5=D_4+8$; $D_6=D_3$; $L_3=L_2+0.14D_4$ (圆整); $L_4=0.9D_4$ (圆整); $L_5=L_2+L_4+15$; $L_8=(L_4-L_7)/2$ (圆整); $L_{10}=(L_6-L_9)/2$ (圆整); $L_1=L_3+L_5+L_6+1.1D_2$ (圆整), 其中可以定义 $D_2=D_1+(10\sim 15)$ 来模糊查询轴承数据库获得 D_3 与 L_2 的值; 通过根据参数值 D_1 查询联轴器数据库得到 L_6 的值; 可以根据参数 D_4 与 L_4 通过查询键槽数据库得到 L_7 、 L_{11} 、 L_{12} 的值; 同理可以根据参数 D_1 与 L_6 通过查询键槽数据库获得 L_9 、 L_{13} 、 L_{14} 的值; T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、 T_7 、 T_8 根据各自的基本尺寸、公差等级及基本偏差代号查询标准公差及基本偏差数据库可以获得。本文中涉及到的数据库采用 Access 数据库, 在 Visual C++ 中通过 ADO 技术实现对数据的调用和查询。

用户在参数输入框中可以任意修改尺寸参数 D_1 的值; 在关系式及精度修改框中, 可以对约束关系或精度进行修改。单击“约束关系修改”按钮后, 弹出对话框能快速提取模型中的主要参数关系式, 用户可以自定义对其进行修改或删除; 单击“精度修改”按钮, 弹出精度参数对话框, 用户也可以自定义对尺寸公差等级或公差代号进行修改。用户自定义参数完成后单击“模型再生成”按钮, 就可以对模型进行参数化修改。应用验证运行界面如图 5-图 7 所示。

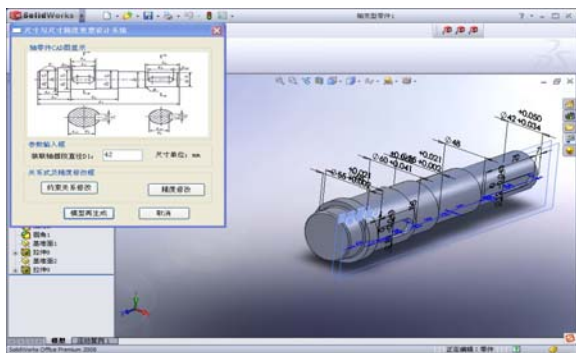


图 5 参数化修改前的零件模型

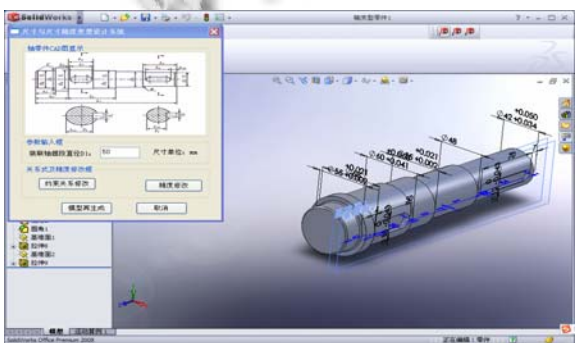


图 6 修改参数化尺寸

图 5 为轴零件参数化设计前的初始模型。图 6 为对上装联轴器段尺寸参数 D_1 进行修改。图 7 为修改参数后, 点击“模型再生成”按钮, 重生成的轴零件模型。

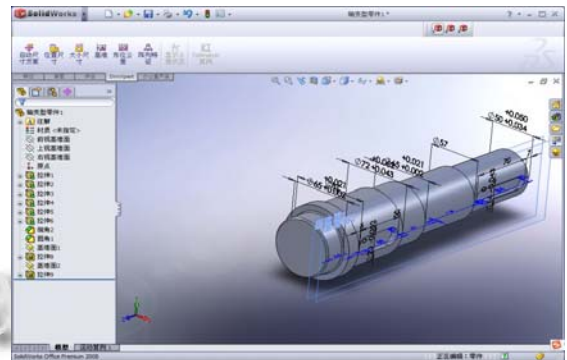


图 7 修改参数化尺寸后轴零件模型

5 结论

以上运用尺寸与尺寸公差参数化设计的基本原理和方法, 以 Visual C++ 为开发平台, 对 SolidWorks 进行二次开发, 开发出了方便实用的参数化设计插件。该插件能从不同模型中提取用户自定义参数, 快速的实现尺寸与尺寸公差参数化设计, 有效的解决了参数化设计中很少考虑尺寸公差的问题。以轴类零件为例, 对该方法进行了验证, 并取得了满意的效果。这里主要讨论了零件级的尺寸公差参数化设计方法, 为以后的部件及产品级的尺寸公差参数化设计方法打下基础。

参考文献

- 1 鲁玉军,余军合,祁国宁,等.基于事物特性表的产品变型设计.计算机集成制造系统,2003,9(10):840-845.
- 2 徐国权,黄志超.基于 SolidWorks 的参数化设计二次开发研究.机械设计与研究,2007,23(1):68-87.
- 3 李世国,何建军.基于 Pro/E 零件模型参数化设计技术研究.机械设计与研究,2003,19(3):36-37.
- 4 吴伟伟,唐任仲,侯亮,王正肖.基于参数化的机械产品尺寸变型设计研究与实现.中国机械工程,2005,16(3):218-222.
- 5 邓小林,刘夫云.基于参数化技术的零件变型设计方法.机械设计与研究,2008,24(4):47-49.
- 6 李京奎,靖颖怡.基于 SolidWorks 的参数化设计.天津理工大学学报,2009,25(4):26-28.