

基于参数化技术的装配件变型设计^①

姚春革, 孙永厚, 匡兵, 赵海新, 许坤

(桂林电子科技大学 机电工程学院, 桂林 541004)

摘要: 为了满足客户对产品个性化需求, 提出了基于参数化技术的装配件变型设计方法。研究基于参数化技术的装配件变型设计原理, 建立了零件参数化模型, 并对其参数进行分析, 根据装配件各零件之间的配合关系, 组建装配件信息化模型, 以 SolidWorks 三维造型软件为设计环境, 以 VC++ 为工具开发出装配件变型设计原型系统, 实现了装配件变型设计。最后, 以垃圾破碎机为例, 验证了该方法的可行性。

关键词: 装配件; 变型设计; 参数化模型; 装配件信息化模型

Assembly Variant Design Based on Parameterization

YAO Chun-Ge, SUN Yong-Hou, KUANG Bing, ZHAO Hai-Xin, XU Kun

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

Abstract: To meet requirements on product, a new assembly variant design methodology based on parameterization was proposed. The principle of assembly variant design based on parameterization was researched. The parametric model of part was established. The parameter of part was analyzed. A new product information model was established according to the mating relationship type among constituent parts of assembly. Taking SolidWorks as a 3D environment and VC++ as a development tool, a variant design system was developed for assembly, variant design of assembly was realized. Finally, an example of garbage crusher is given to verify the feasibility of the method.

Key words: assembly; variant design; parametric model; assembly information model

目前,在影响制造企业快速响应市场需求的诸多因素中,所面临的最大挑战是开发新产品的速度和成本^[1]。调查表明,在实际设计工作中,70%以上的产品设计都是通过变型设计来实现的,因此变型设计方法是企业所采取的主要对策之一。变型设计可以大大地提高设计的速度和质量,同时可以重复使用企业的已有资源,使企业在日益激烈的市场竞争中满足用户不断变化的要求。

目前关于变型设计的研究很多,如:狄长春^[2]等人提出的基于参数化装配的产品变型设计研究、吴伟伟^[3]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、邓小林^[4]等人提出的基于参数化技术的装配件变型设计方法等等。但是现有的基于参数化技术的装配件变型设计方法不是处于理论状态,就是只

适用于简单的装配件,而针对复杂装配件的变型设计研究的并不多。为了解决上述问题,本文提出了一种基于参数化技术的装配件变型设计方法,利用 VC++ 对 SolidWorks 进行二次开发,开发出装配件变型设计原型系统,并以垃圾破碎机为研究对象进行验证。

1 基于参数化技术的装配件变型设计原理

1.1 参数化技术

参数化设计模型是以约束来表达产品模型的形状特征,以一组参数来控制设计结果,从而能通过变换一组参数值,来创建一系列形状相似的零件,实现对图形的驱动,这种参数驱动的方式便于用户修改和设计。用户在设计轮廓时不需要准确定位,通过修改标注的尺寸值来得到最终的形状,或者将零件的关键部

^① 基金项目:国家自然科学基金(50865002,50865003);广西研究生教育创新计划(2011105950802M03)

收稿时间:2011-10-27;收到修改稿时间:2011-12-19

分定义为某参数，通过对参数修改实现对产品的设计和优化^[5]。

本文采用尺寸驱动参数。尺寸驱动是当轮廓尺寸的数值改变时，轮廓的形状也会随之发生相应的变化，设计者可以及时地掌握尺寸所体现的形状和位置信息，迅速修改不合理的尺寸。

1.2 基于参数化技术的装配件变型设计原理

基于参数化技术的变型设计是在原始装配件模型基础上，通过更改零件的参数值而得到相似装配件的设计方法。基于参数化技术的变型设计过程要求 CAD 软件具有参数化系统，而目前大多数 CAD 软件都采用参数化系统，完全满足变型设计的需求。其流程如图 1 所示，具体步骤如下：

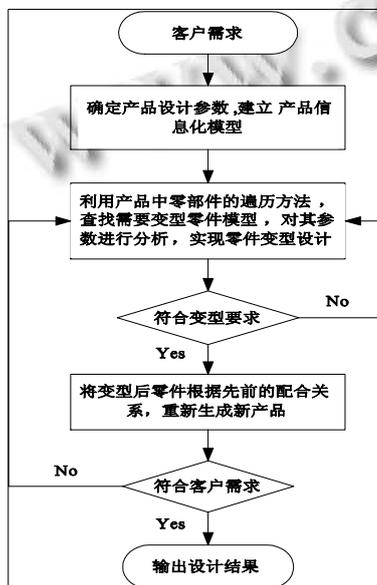


图 1 装配件变型设计流程图

步骤 1 用户对产品的功能要求和产品基本事物特性相结合，确定产品的设计参数。

步骤 2 产品的设计参数转化为零件的设计参数，建立零件的参数化模型，并对其进行参数分析，确定其参数类型、参数间关联的约束关系以及参数的取值范围。

步骤 3 根据零件之间的装配关系，建立产品中各个零部件之间的配合尺寸参数的约束关系式，构建装配件信息化模型。

步骤 4 用 VC++ 对 SolidWorks 进行二次开发，开发出方便实用的参数化技术装配件变型设计原型系统。

步骤 5 原型系统的人机界面内，通过修改编辑框中产品尺寸参数，即可自动生成所需的产品模型。

2 装配件信息化模型的构建

装配件是一组相互关联的零件的集合，描述一个完整的装配件，除了各个零件的信息外，还需要零件间相互关联的性质和结构。因此，装配件信息化模型应该包括三个方面：零件参数化模型、装配件中零件之间的层次关系以及装配件各零件之间的装配关系。

2.1 零件参数化模型

对装配件进行变型设计，要根据客户对产品的需求和产品基本事物特性，确定装配件的设计参数。装配件的变型设计建立在零件变型设计的基础上，对装配件进行变型设计，首先要对零件进行变型设计。因此需要将装配件的设计参数转化为零件的设计参数，建立零件参数化模型。零件参数分析是零件变型设计的前提，零件参数分析包括零件中参数类型分析、零件参数间关联的约束关系分析以及零件参数的取值范围分析等。

(1) 零件参数类型

在参数化技术中可将尺寸参数分为可变参数、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^[4]。图 2 为动刀的参数类型，图中 L1、L2 和 L3 为可变参数，LDA、LDB、LDC、LDD 和 LDE 为导出参数，LB1 为不变参数，其可变参数是零件变型设计的基本参数。

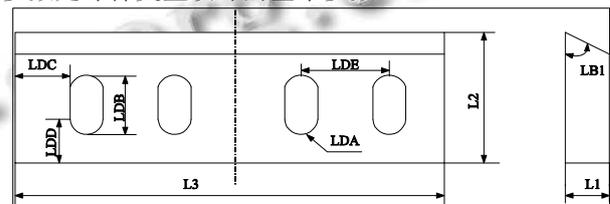


图 2 动刀参数类型

(2) 零件参数间关联的约束关系分析

约束关系分析目的是建立参数间的关联。参数间的关联可以分为零件内部的关联和零件与子部件或子部件与子部件之间的关联。而零件内部的关联主要是指零件内尺寸特征的关联。零件内部尺寸约束关系式一般形式为：等式左边是导出参数，等式右边是可变参数的算术式，导出参数值随着可变参数值的变化而变化。图 2 中导出参数的约束关系式如下： $LDA = L1 \times 3/2$ ， $LDB = L2/3$ ， $LDC = L3 \times 2/13$ ， $LDD = (L2 - LDB + 2$

×LDA)/2 和 LDE= L3-2×LDC。

(3) 零件参数的取值范围分析

零件中尺寸参数的取值范围受到工程实际情况、国家标准和行业标准等因素制约，而参数取值范围的选择关系到装配模型的正确性。参数值的改变影响到产品的受力情况和三维模型的干涉问题等。而装配零件中的标准件或与标准件配合零件的某些尺寸特征，这些参数取值范围应遵循国标设定的取值范围。例如图 2 中，LDA 孔的取值范围就受到与之相配合的螺栓公称直径的约束。

2.2 层次关系

作为装配特征的产品零部件之间所具有的层次表现为层次关系。在装配次序上，先由零件组成部件，再参与整机的装配。产品零部件之间的层次关系可以表示为装配树。树的根节点是产品，叶节点是组成产品的各个零件，中间节点则是子装配件。装配树的层次关系体现了实际形成装配体的装配顺序，同时也表达了装配件、子装配件及零件之间的父子从属关系。在装配产品中零部件之间的参数传递就是通过装配树的层次关系实现的。现以垃圾破碎机为例，用图 3 来说明其树状层次关系。

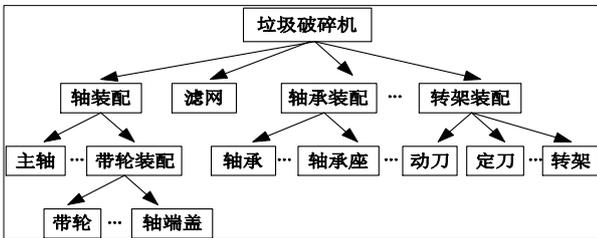


图 3 垃圾破碎机树状层次关系

2.3 装配关系

产品中零、部件的装配设计往往是通过相互之间的装配关系表现出来，因此，描述产品零、部件之间装配关系是建立装配模型的关键。由于在实践中大量的存在面配合和同轴配合，因此，目前将这两种配合关系作为主要研究对象。这些装配关系通常用装配配合图来描述，如图 4 所示。图中椭圆圈表示零件，椭圆之间的弧线表示配合关系，虚线为面配合，实线为同轴配合，点画线为其他配合。

3 基于参数化技术的装配件变型设计实现

通过在原型系统的人机交互界面中修改设计参

数，就能快速生成新的产品实例。本节是以参数化技术为基础，利用 VC++语言和 SolidWorks 二次开发相结合，实现装配件的变型设计。根据产品变型设计的思想，可将整个过程分为装配件变型设计模型建立过程和装配件变型设计过程两个阶段。

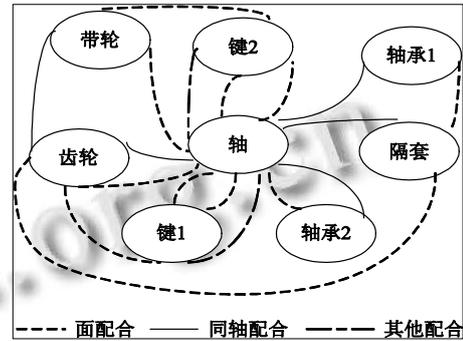


图 4 轴的装配配合图

3.1 装配件变型设计模型建立过程

装配件变型设计模型主要包括参数化技术、装配件主模型以及参数化技术与装配件主模型之间的关系。根据变型设计的特点，可以将装配件变型设计模型建立过程分为两阶段。

第一阶段，装配件变型设计模型的建立过程，步骤如下：

步骤 1. 分析客户需求和产品组成结构，确定设计参数，在 SolidWorks 系统中建立装配件主模型。

步骤 2. 运用参数化技术，将产品的设计参数转化为变型零件的可变参数，对变型零件进行参数类型分析，确定可变参数和导出参数的约束关系式和参数的取值范围，并用 VC++编写变型零件程序。

步骤 3. 利用 SolidWorks 软件提供的接口，将变型零件的程序与装配件主模型关联起来，建立装配件变型设计主模型。

第二阶段是在第一阶段的基础上，运用 VC++语言，采用 COM (Component Object Model, 组件对象模型) 技术提供的 API (Application Programming Interface) 接口对 SolidWorks 进行二次开发。SolidWorks 接口对象结构如图 5 所示，从图中可以看出，SolidWorks 的类对象有着良好的层次关系。

根据上述二次开发原理，其开发过程如下：

(1) 在 VC++环境工程菜单中，添加 SolidWorks 基础类库，通过 COM 接口访问 SolidWorks API 中提

供的对象，为以后的编程做准备。

(2) 用 IGetActiveConfiguration() 函数获得装配体的当前配置，调用 IGetRootComponent() 函数获得当前配置的装配组。用 GetPart() 函数对装配件进行遍历。

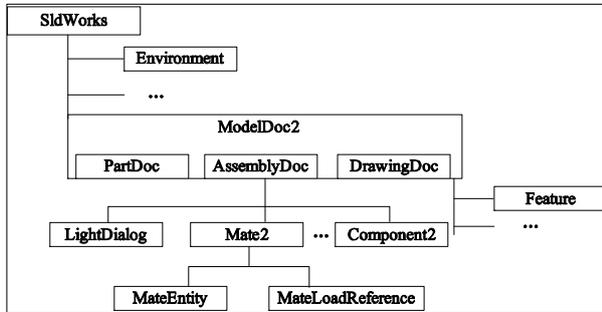


图 5 SolidWorks API 接口对象

(3) 对于获得的子装配件，用 IGetChildren() 函数遍历子函数直到获得装配件的各零件，并调用 get_Name() 函数获得装配件中各零件的 ID，与程序设定的零件 ID 进行匹配。

(4) 若匹配成功，调用 IActiveDoc3() 函数激活当前零件，用 QueryInterface() 函数获得当前零件的指针，对零件模型文件进行遍历，获得零件模型中所有显示尺寸值，修改此值，来实现零件的变型设计。

(5) 当所有零件变型完成后，系统会自动地将各零件按照先前的配合关系进行重新装配，生成新的装配件，从而实现装配件的变型。

3.2 装配件变型设计过程

在已有装配件信息化模型的基础上，当需要进行变型设计时，只需要根据客户需求，在人机交互界面上，对所需变型的尺寸参数进行修改，然后单击“OK”按钮，就可以自动地生成满足客户需求的新产品。

4 应用实例

根据上述原理，现以垃圾破碎机为例，利用开发出的原型系统对基于参数化技术的装配件变型设计方法进行验证。

在进行变型设计时，将 VC++ 开发出的插件嵌入到 SolidWorks 软件中。单击界面的“打开”按钮，系统会自动打开垃圾破碎机原始模型如图 6 所示，若开发新产品，设计人员只需改变轴的直径，单击“OK”按钮，系统会自动更新垃圾破碎机模型。现将轴的直径改为 70，更新后模型如图 7 所示。通过对比变型前

后轴的尺寸，可以发现垃圾破碎机的主模型发生了变化，从而验证了该方法的可行性。

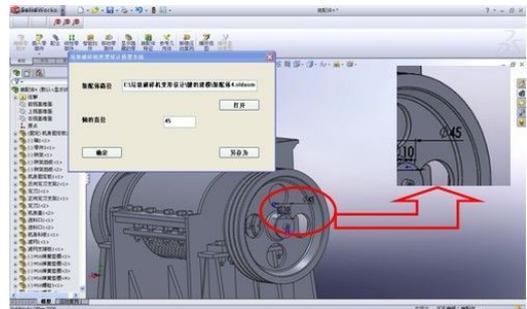


图 6 垃圾破碎机原始模型

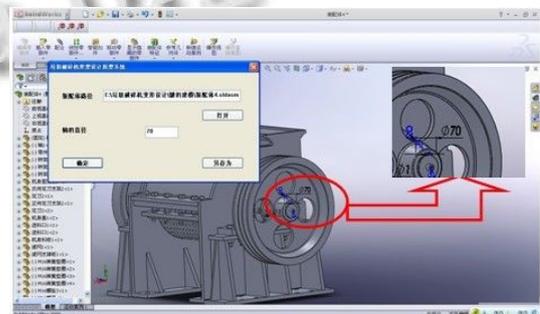


图 7 更新后垃圾破碎机模型

5 结论

本文在分析零件参数化模型和装配件信息化模型的基础上，借助于参数化技术开发出一个实用的装配件变型设计系统。该系统以 VC++ 为开发工具，利用尺寸驱动 SolidWorks 参数，从而快速准确地生成满足客户个性化需求的产品模型。由于装配件变型设计是一个复杂的问题，本系统只适用于尺寸变型设计，而针对产配置变型设计的问题，还需要作进一步研究。

参考文献

- 1 鲁玉军,余军合,祁国宁,吴扬东.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 狄长春,杜中华,秦俊奇,王兴贵.基于参数化装配的产品变型设计研究.机械与电子,2001(4):49-50.
- 3 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.
- 4 邓小林,韦衡冰.基于参数化技术的装配件变型设计方法.制造业自动化,2010,32(8):125-129.
- 5 赵继云,钟廷修.CBD 系统应用于产品变型设计的关键技术研究.机械设计与研究,1999(2):36-40.