

基于 NX/Open 的企业零部件库参数化建模方法

The Parametric Modeling Method of Parts and Components Library Based on NX/Open

侯守明^{1,2} 刘永贤¹ 盛忠起¹ 李鹏¹ (1.东北大学 机械工程与自动化学院 辽宁 沈阳 110004; 2.河南理工大学 计算机学院 河南 焦作 454000)

摘要: 企业产品三维模型数据库的构建,是实现大规模定制设计和快速响应设计的基础。为了满足快速构建企业产品资源库的需求,提出了一种基于三维设计平台的企业零部件库参数化建模方法。该方法以三维设计软件 UG NX 为开发平台,基于 NX/Open 开发产品三维零部件库。基于层次性参数化建模方法,提出利用主模型技术和自顶向下的方法实现产品的参数化建模及变型设计,实现了零部件和装配体的参数化建模。结合数控机床快速响应设计系统中刀具库设计开发的实例,给出企业零部件库的建库流程,表明基于主模型的层次性参数化建库方法是企业产品资源库建立的一种实用有效的方法。

关键词: NX/Open 层次性参数化建模 主模型 零部件库

1 引言

随着制造业自动化、信息化以及 CAD/CAM 技术的不断应用和发展,应用三维设计软件的企业,逐渐意识到必须将企业的知识和标准嵌入到三维 CAD 系统,建立企业自己的知识标准体系,才能提高产品开发的效率和质量。因此基于三维 CAD/CAM 软件开发企业的三维参数化零部件库,就显得尤为重要。

UG NX 是美国 UGS 公司开发的 CAD/CAM/CAE 一体化软件,不仅提供了多种标准件建库的方法,而且有非常强大的二次开发功能。基于 UG 软件开发企业三维参数化零部件库,能够满足企业产品的大批量定制的基本需求,为实现快速响应设计打下良好基础。

本文主要研究基于 UG NX 开发产品零部件库的三维参数化建模方法及其具体应用。

2 基于 NX/Open 的零部件库开发流程

UG 中提供了丰富的标准件建库工具,如电子表格

法、关系表格法、零件族法、知识熔接法等^[1]。但這些方法都不能实现零部件可的可视化调用、交互操作比较复杂。

NX/Open 是 UGS 公司提供的二次开发工具的总称,它通过一个开放性架构促使不同的应用程序同 UG 实现柔性集成。利用该工具开发参数化的零部件库,不仅在文件网络传输上和计算机资源占用上优于其它方法,而且生成的数据库可与产品数据库管理 PDM、企业资源计划 ERP 进行无缝连接,便于实现设计生产管理信息标准化。因此,本文采用基于 UG/Open 的二次开发来建立企业三维参数化零部件库。

NX/Open 二次开发工具主要由 NX 提供的 5 个应用程序组成,包括 UG/Open GRIP, UG/Open API 和 UG/Open++ 三个语言开发工具以及 UG/Open MenuScript 和 UG/Open UIStyler 两个界面开发工具^[2]。

基于 NX/Open 进行企业产品零部件的系列化、模块化开发的关键是零部件主模型的建立和配置设

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2006BAF01A19);河南理工大学青年骨干教师资助项目(649063)

收稿时间:2009-03-04

计。主模型构建完成后，可利用参数化设计技术及变型设计技术实现系列化零部件之间的结构变型、尺寸变型及装配关系等，然后对主模型进行实例化得到零部件库的实例，供设计时调用。基于 UG/Open 开发零部件产品库的流程如图 1 所示。

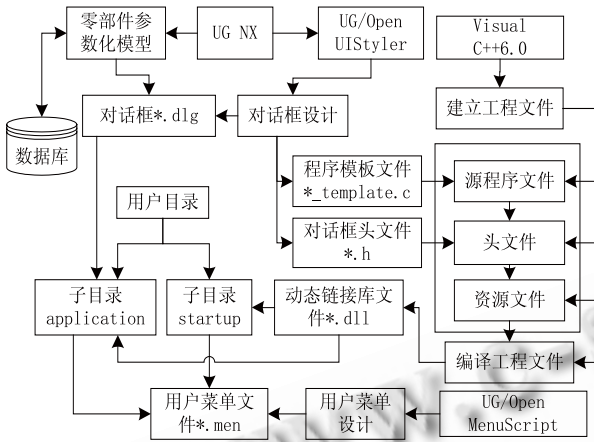


图 1 基于 UG/Open 的企业零部件库开发流程

开发的基本步骤如下：

(1) 注册工程路径。即指定保存用户开发文件文件目录，通过修改操作系统环境变量或者修改 NX 系统的配置文件实现。用户工程路径的文件夹结构必须包含 application 文件夹和 startup 子文件夹。其中 application 文件夹主要用于存放 UIStyler 对话框文件，startup 主要用于存放与功能相关的菜单文件，应用程序文件(如 DLL 文件)。其它目录主要用于存放与用户开发程序相关的其它文件，如位图文件与 UG 三维图形文件。

(2) 创建应用程序。详细步骤如下：

利用 NX/Open UIStyler 完成用户对话框设计，生成对话框资源文件(*.dlg)、对话框头文件(*.h)和应用程序模板文件(*_template.c)，并存放于用户目录下的 application 文件夹下。

运用 UG 参数特征造型功能绘制零部件三维图形并建立零部件产品族，并保存在项目子目录中的数据库文件夹下如\PartLib\。

运用 NX/Open MenuScript 编制用户菜单文件(*.men)。并存放于用户目录的 startup 文件夹下。

创建应用程序框架。打开 Visual C++，使用 NX/Open 应用程序向导创建一个工程。将对应零部件的功能模块编成子函数，嵌入到应用程序模板文件

*_template.c 中的适当位置，实现零部件的创建、编辑等功能。

在 VC++ 中选择【工程】菜单中的【设置】选项，选择“连接”选项卡，在对象/库模块中加入 libufun.lib、libugopenint.lib、libopenpp.lib 库文件。在【工具】菜单中的选项中选择“目录”选项卡，将 UG 安装路径下 UGOPEN 和 UGOPENPP 文件夹的路径添加到其中，其中存放 UG 开发相关的库文件及头文件。利用 ufsta() 作为入口函数，编译连接生 DLL 文件，DLL 文件位于工程目录下的 debug 文件夹中，将此 DLL 文件复制到 startup 文件夹中。

最后，通过设置系统环境变量，使 UG 在启动时自动完成零部件库功能模块的加载。

3 零部件产品族的三维参数化建模

3.1 层次性参数化建模方法

层次性参数化建模方法^[3]是指综合利用变型设计和参数化设计思想，通过对 CAD 三维产品主模型进行配置分析和参数化分析，将产品的装配模型按一定规则分解成子部件直至零件，然后首先从零件开始，分析零件设计意图以及零件特征内部的参数类型、建立参数之间的关联即参数之间的数学表达式，再根据零件之间的实际约束关系构建子部件的参数化设计模型，最后建立整个产品的参数化设计模型，并利用数据库保存模型的相关信息。层次性三维参数化建模的过程如图 2 所示。

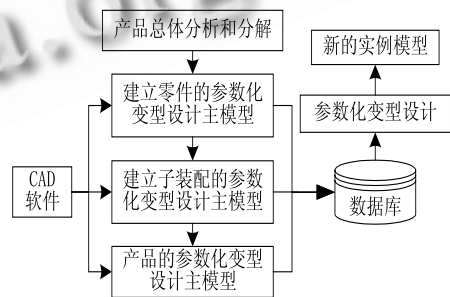


图 2 零部件库的层次性三维参数化建模

层次性参数化建模方法通常采用自顶向下的方法装配建模方法对产品模型进行整体分析和分解，并根据企业产品系列建立产品配置结构树，在此基础上利用 CAD 软件提供的建模功能进行零部件的自底向上的参数化建模。这样，在企业产品的重用设计或变型设计过程中，就可以通过主模型的参数驱动技术方便

地生成类似产品的实例模型参照,从而大大提高设计的响应速度。

3.2 零件主模型参数化建模

零件主模型参数化建模是在对零件进行几何形状分析和参数分析基础上,充分挖掘存在于零部件与工程中的几何相似性、结构相似性、功能相似性和过程相似性,建立零部件的主模型和主文档,用尽可能少的零部件组成产品^[4]。零部件主模型利用一些关键的参数来描述零部件外形和尺寸之间的联系,只需要在主模型中输入一组数值,就可自动派生出零件的一个变型。主模型包括零部件几何模型及与其相对应的事物特性表。主模型经过不同方式的处理就可形成不同形式的主文档,如工程图、工艺过程规划等。

在UG中,通常用表达式以及电子表格的方法建立零件的尺寸约束和工程约束。表达式不仅可以用来控制零件建模特征参数的相互关联,而且可以控制在一个装配中不同零件的特征参数的相互关联,甚至可以通过特定的参数来抑制和释放某个或者某些特征是否生成,从而达到零件模型变型设计的目的。产品主模型的创建采用设计建模与程序控制相结合的方式,三维模型通过UG的交互界面来创建,而不是由程序来创建,可以大大提高建立企业零部件库的效率。在创建好的三维模型基础上,根据部件的设计要求建立一组可以完全控制三维模型形状和大小设计参数,通过编程进行设计参数的查询、修改,根据新的参数值更新模型从而实现设计变更。其过程如图3所示。

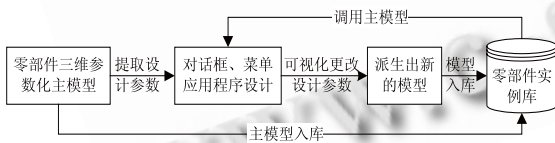


图3 基于主模型参数化设计

首先,利用UG建立三维模型并添加尺寸及结构约束及尺寸间的约束。通过表达式窗口可查看模型中的所有尺寸表达式及尺寸关系。

其次,提取控制模型的表达式。设置控制模型变化的主要控制尺寸,其它尺寸则与主要尺寸相关联变化。一般情况下还要进行重命名表达式,做到见名知意,以方便程序中运用。

最后,创建对话框并根据控制模型中的表达式

编写程序实现参数化设计,设计实例作为库中的模型保存。

3.3 装配模型参数化建模

装配模型的构建,综合采用UG提供的自底向上和自顶向下的装配建模方法实现。对数据库中已有的系列产品零件、标准件以及外购件可通过自底向上的设计方法加入到装配件中来。对装配体的配置和变型设计采用基于主模型的自顶向下的建模方法实现。自顶向下的建模方法采用上下文控制技术的支持在装配环境中进行零件设计,配合使用NX/WAVE技术和部件间表达式技术,可以更好地体现设计人员的设计思想^[5]。

在UG中只有工作部件能完成模型参数驱动,装配体中也只能先把部件设为工作部件再逐个驱动,因此要对装配体作参数化设计时必须先对零件参数化,然后进行装配,接着在装配环境下进入零件参数化工作模式下进行零件的参数化设计。这里可以借助数据库参数表驱动各个部件,达到并行驱动的目的。

在数据库中建立产品全局参数表和零/部件参数表以便存储各主驱动参数。全局参数表用于储存产品或部件功能需求主参数,它可以驱动与其相关联的零/部件主参数(通过映射关系),这时部件主参数已经变成全局主参数的从动参数,在更新模型之前不可更改。全局主参数不可能完全控制各个部件的主参数,因此还需建立零/部件参数表用于存储各零部件的主参数,通过相应的关联尺寸共同驱动各零部件。

在装配环境下进行零件的参数化建模,要通过一定的方式,如手工交互处理或程序自动处理,将其下层零部件的主动参数提升到上级子部件或产品一级上,然后建立上下层零部件间的关联,如果是产品一级则根据需要建立产品全局参数和子部件主动参数之间的关联^[6]。通过这样的处理方式可以方便地将产品中的各个变型设计模型按照层次关系逐层组合完成最后的产品变型设计模型。

例如:在图4中^[6],对于Asm0这样的装配产品先完成Part21和Part22的变型设计模型后再完成产品Asm0的变型设计模型。通过编程处理将Part21和Part22的主动参数提升到上一层Asm0中。然后在Asm0中根据Part21和Part21的约束关系建立产品全局参数和零件主动参数之间的关联,Part11和Part21之间的配合关系可通过表达式建立。完成产品级的变型设计模型后由用户界面显示主动参数,通过

修改主动参数的值进行变型设计。用户界面上显示的主动参数包括产品的全局参数和提升到产品中的主动参数。

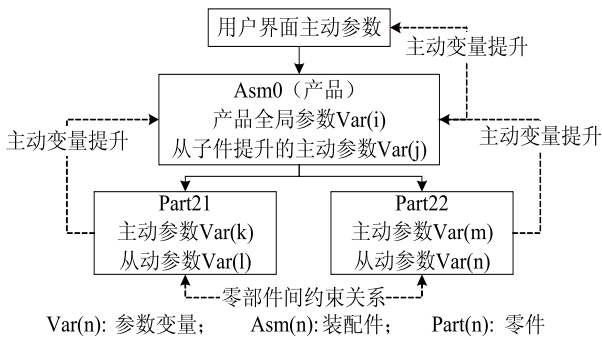


图 4 装配体模型参数化建模实现

采用这种方式的层次性变型设计建模，简化了变型设计建模的过程，同时由于产品或子部件只能通过下一层零部件提供的主动变量驱动零部件变形，这样通过参数的取值范围保证下级零部件变型设计模型的正确性，就可以保证上一层产品或子部件变型设计模型的正确性。

产品主模型可以通过型号遍历查询到全局参数表和零/部件参数表，全局参数表通过遍历映射驱动零/部件参数表，再由零/部件参数表驱动模型更新，三者间关系如图 5 所示。



图 5 数据库表与产品主模型关系

利用二次开发方法进行装配体主模型的参数化设计时，首先需要获得装配体部件的标识，然后根据部件标识遍历装配体中各零件，获得子部件标识，接着将各子部件分别设置为工作部件分别进行参数化设计，设计完毕后应用于模型，最后再将当前装配体设置为工作部件。其基本过程如下所示：

```

tag_t workpart; //工作件标识
tag_t *child_part_occs; //子结点标识
tag_t tOccroot_s; //根结点标识
  
```

```

workpart=UF_ASSEM_ask_work_part();
//当前装配部件标识
tOccroot_s=UF_ASSEM_ask_root_part_occ(
workpart); //得到根结点标识
UF_ASSEM_ask_part_occ_children(tOccroot_s,
&child_part_occs); //得到部件下所有子件标识
UF_ASSEM_set_work_occurrence(child_part_occs[1]); //设置子件(第二个)为工作部件
..... //进行子部件的参数化设计
UF_ASSEM_set_work_occurrence(tOccroot_s) //设置装配体为工作部件
  
```

其中，部件下所有子部件标识是一个数组，其排列顺序按照在 UG 中查看装配树下各子部件的顺序排列，如第一个子部件的标识为 child_part_occs[0]。

4 应用实例

在面向大规模定制的机床产品快速响应设计系统中，基于上述技术在 UG NX 平台上开发了数控刀具管理系统，按照 ISO 标准对每一类型刀具进行变型设计分析并建立参数化主模型，利用 ACCESS 数据库保存变型设计参数，采用 MFC 的 ADO 对象及 SQL 语言访问数据库，可建立基于三维设计平台的刀具变型设计数据库，从而实现刀具数据库的有效管理。系统的工作流程如图 6 所示。数据库按照刀具分类信息，建立与刀具体模型对应的刀具信息数据库，刀具的名称编码为刀具的唯一标识，刀具名称编码按 ISO 标准或企业标准(无 ISO 标准时)进行，按名称进行刀具检索。

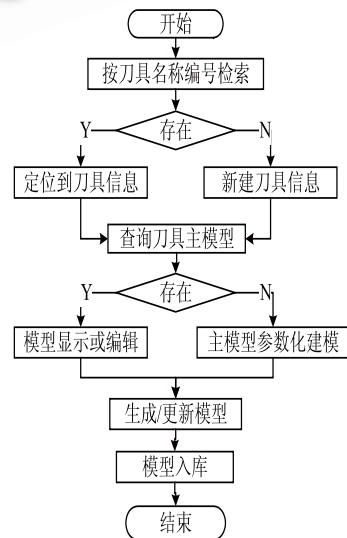


图 6 数控刀具管理系统的工作流程

图7为数控刀具管理系统中外圆车刀的参数化设计操作的主界面。该系统可基于UG平台实现与产品数据管理软件Teamcenter的集成。



图7 数控刀具管理系统调用主界面

5 结论

本文提出了一种基于三维设计软件建立企业三维参数化零部件库的可行方法,以满足现代制造企业构建产品资源库的需求。该方法以NX/Open作为开发工具,基于主模型技术,利用自顶向下和自底向上相

结合的层次性建模方法快速构建产品零部件的主模型,在此基础上实现零部件的变型设计和参数化建库。该方法既能满足现代企业设计重用和快速响应的需求,又便于实现其与PDM系统、ERP系统的无缝连接,是快速构建企业产品模型数据库的一种实用、快捷的方法。

参考文献

- 1 赵波,陈向军.UG NX4 相关参数化设计培训教程.北京:清华大学出版社,2007.
- 2 邓敬东.UG 标准件库开发实例教程.北京:清华大学出版社,2007.
- 3 李强,方水量.基于参数化的产品变型设计建模研究与实现.机械制造,2006,44(1):11 - 14.
- 4 赵利平,秦慧斌,王宗彦.机械产品三维参数化变型设计研究与应用.机械科学与技术,2008,27(10):1154 - 1157.
- 5 郑添杰,侯亮,颜华生.基于参数化的机床产品快速变型设计.现代制造工程,2007,(11):119 - 122.
- 6 赵利平,王宗彦,秦慧斌,等.面向大规模定制的堆垛机快速设计系统研究.中国机械工程,2008,19(18):2160 - 2165