

# 基于 PDM 的标准件库研究与开发<sup>\*</sup>

## Research and Development of Standard Part Library Based on PDM

南京航空航天大学 王海晨 梁 春 沈建新

**[摘要]** 标准件库是机械产品设计过程中常用件的集合,是提高设计效率的有效工具。通过研究标准件模型生成、库构建及标准件调用过程中产生数据的结构层次,结合产品数据管理系统(PDM)的特点,提出与PDM相集成的标准件库开发方法,在CATIA平台上完成系统开发。该方法将标准件各类数据有序关联、统一管理,实现标准件创建、存储、调用过程中的数据传递,保证了产品设计时数据信息的完整性、可靠性。

**关键词:** 标准件库 PDM 数据传递

**[ABSTRACT]** Standard part library is the collection of part models which are commonly used in mechanical product design. It is an effective tool to improve the efficiency. Through researching the structure of date which is generated when standard part model and the library are created or the part is called, this paper proposes a method to develop the standard part library by combining with PDM. The method summarized the characteristics of PDM and developed a system in the platform of CATIA. All kinds of date are associated orderly in the system. The standard part library realizes the data transmission when they create, store or call the standard parts. It ensures the integrity and reliability of the product date.

**Keywords:** Standard part library PDM Data transmission

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.S2.117

在机械产品的设计过程中,为了简化设计的复杂程度,提高设计的可靠性,设计人员往往选择使用大量标准件。三维CAD标准件库的建立可以帮助设计人员快速查找并调用需要的标准件,提高设计效率。

关于标准件库的创建管理,国内外已经进行了多年的研究,先后提出了多种技术,其中最具代表性并发展成熟的是程序化和参数化技术<sup>[1-2]</sup>。这些技术注重标准件的创建过程,在此基础上开发的各类CAD标准件库有效地缩短了设计时间,降低了产品模型设计的错误

率,但随着产品复杂程度的提高,标准件调用过程中涉及大量数据信息的生成传递<sup>[3]</sup>,传统的标准件库未能对这些数据进行有效管理,数据易出现丢失、冲突、冗余的情况。

根据以上所述,本文提出将产品数据管理(PDM)和标准件库相结合的方法,利用PDM系统对模型、图表、文档等数据管理的优势对标准件库进行开发设计,保证了产品设计过程中调用的各标准件数据信息的有效性、唯一性和关联性。

### 1 标准件建模技术

标准件库的基础是大量标准件模型,现在最主要使用的建模技术有程序化建模和参数化建模。

程序化建模是指应用CAD系统提供的基础开发语言和自定义命令编制零件的生成代码,需要调用该零件时,运行代码即可在系统中生成三维模型。程序化建模可以开发建立任意形状和结构的零件,但开发过程中需要为每一类零件编制对应的生成代码,开发工作量大,且开发需要一定基础的程序开发经验,不便于普通的设计人员进行建模。

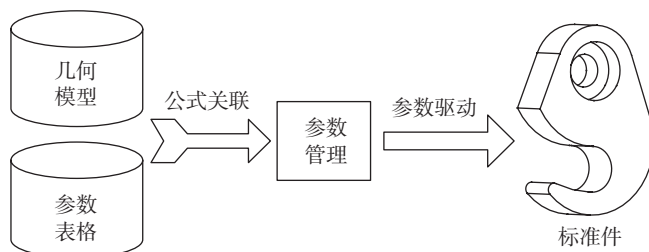


图1 参数化建模方法

Fig.1 Method of parameterized modeling

参数化建模是应用CAD系统提供的参数化造型工具,通过参数驱动零件的几何外形<sup>[4]</sup>。其关键在于参数、公式、表格、特征尺寸,进行参数化建模,如图1所示。首先根据零件的几何特征建立相应的非参三维数模,同时创建特征尺寸的数据表格并确定对应的参数,通过公式编辑使特征尺寸与参数相关联。在调用模型时,通过参数管理,驱动模型特征尺寸,完成模型的构建。

标准件的特点是拥有规则的拓扑结构、参数化程度

<sup>\*</sup> 航空科学基金(2013ZE52067),高档数控机床与基础制造装备(2014ZX04001071)和江苏省科技支撑计划(BE2012171)资助。

高。在实际创建过程中参数化建模是标准件的最佳建模方法,每一类标准件建立对应一个模板,通过改变参数便可获得不同的规格以满足产品设计要求。程序化建模能够自由控制模型的结构,完成参数化无法创建或需要复杂参数化才能创建的三维模型。为建立完善的标准件模型库,本文采用参数化与程序化相结合的建模方法。如图2所示,GB/T 2170-1991转动垫圈拥有 $R$ 、 $H$ 等9个参数,但这些参数无法完全表达 $A$ 、 $B$ 两种型号,这时便需要结合两种造型方法,在参数驱动模型尺寸的同时,用程序驱动垫圈的开口方向。

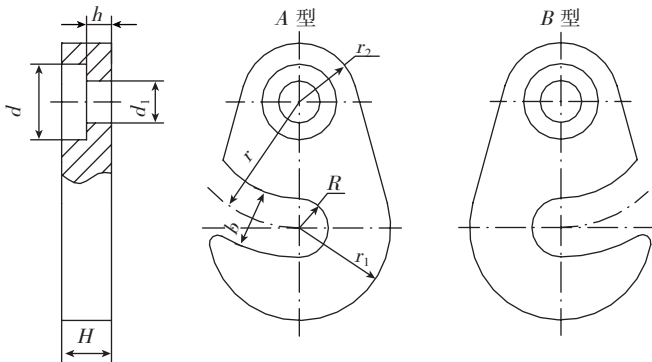


图2 GB/T 2170-1991零件示意图  
Fig.2 Diagram of GB/T 2170-1991

## 2 标准件库构建

### 2.1 标准件库与 PDM 的集成

客户端的标准件库由操作环境、调用工具、数据库3个部分组成<sup>[5]</sup>。如图3所示,操作环境即CATIA绘图软件,CATIA有优良的特征造型功能,参数化工具及知识工程模块实现标准件的参数化及程序化建模,另外CATIA提供的二次开发工具CAA可以用于开发基于PDM的标准件调用工具<sup>[6]</sup>。客户化定制的标准件调用工具可以帮助设计人员对PDM系统内的标准件数据库进行查询、访问、提取等操作,按照设计要求将标准件调入到产品中。数据库用于存放标准件模型,同时还存放

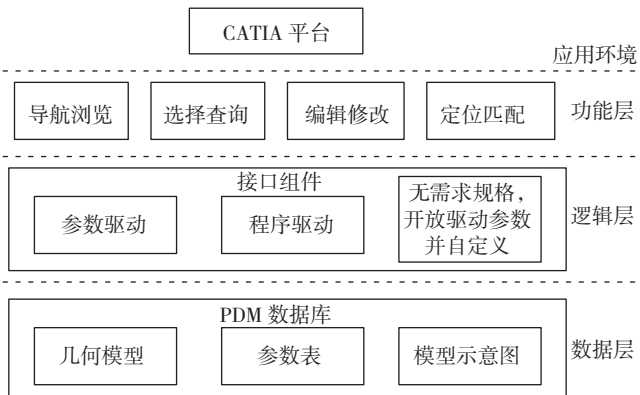


图3 标准件库框架  
Fig.3 Frame of standard part library

几何数据附带的参数表、示意图等信息数据。

### 2.2 数据定义及管理方法

#### 2.2.1 信息模型

目前,本文创建的标准件库依据标准来源并结合标准件用途将标准件分为10大类,可以表示为式(1),库 $S$ 依据标准来源可分为国家标准、行业标准、企业标准,依据标准件用途可分为机床夹具零部件、焊接夹具零部件等。大类 $T_i$ 中包含对应类别的标准件,如国标紧固件大类中包含GB 62蝶形螺母、GB 119圆柱销等具体标准件 $P_{ij}$ ,可表示为式(2)。

$$S = T_i \quad (i=1,2,\dots,10) \quad (1)$$

$$T_i = P_{ij} \quad (j=1,2,3,\dots) \quad (2)$$

对于标准件 $P_{ij}$ :(1)若为零件类,则应包含几何模型、参数表及必要的技术说明。(2)若为组件类,则应包含其各零件信息及整体组件的装配参数、元件清单、技术条件说明等信息。由此,各标准件可抽象为如图4所示的信息模型。

#### 2.2.2 数据组织管理

在图4中,技术说明 $N$ 属于文本信息,随标准件几何模型 $M$ 一同存储,包含在模型属性中。组件类标准件的装配参数及元件清单存储在组件装配体文件中。参数表 $T$ 记录标准件规格代号、参数规格等数据,定义为 $a_i \quad (i=1,2,\dots,n)$ ,组成属性组 $A$ ,表示为

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (3)$$

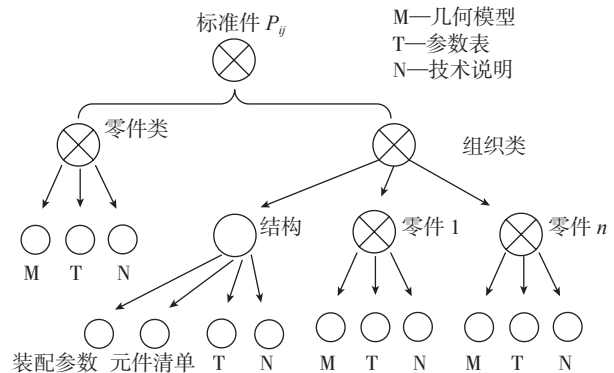


图4 标准件信息模型

Fig.4 Data model of standard part

所有参数属性对应的数值表示为一个二维矩阵 $V$ ,即

$$V = [v_{ij}] \quad (4)$$

其中, $v_{ij}$ 表示第 $i$ 个参数 $a_i$ 中第 $j$ 种规格的取值。如式(5)、(6)所示,GB/T 2170-1991标准件9个几何参数连同标准件规格代码组成属性组 $A$ ,所有参数包含40种规格,形成矩阵 $V$ 。

$$A = \{\text{PartNumber, 型号, } d_1, r, \dots, H\} \quad (5)$$

$$V = \begin{bmatrix} \text{GB/T 2170-A5x15} & \mathbf{A} & 5 & 15 & \dots & 6 \\ \text{GB/T 2170-A5x20} & \mathbf{A} & 5 & 20 & \dots & 6 \\ \vdots & & & & & \\ \text{GB/T 2170-B36x70} & \mathbf{B} & 36 & 70 & \dots & 20 \\ \text{GB/T 2170-B36x95} & \mathbf{B} & 36 & 95 & \dots & 20 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

参数表相对于模型文件独立存储,通过数据连接相关联。对于单个零件,参数矩阵直接驱动模型文件得到一组结构相同而尺寸不同的几何体;对于组件,组件的参数表通过驱动各组成零件参数表间接驱动尺寸参数,从而获得需要的规格模型。驱动几何体需要全部尺寸参数,识别参数表的规格可以只选用其中数个参数,即主参数。选择的主参数必须唯一地确定参数矩阵  $V$  的行向量,同时主参数应有效地反映标准件的设计意图,方便设计人员根据设计需求选择对应参数的标准件规格。对于 GB/T 2170-1991,选择型号、 $d_1$ 、 $r$  作为主参数,并将其数值添加到规格代码中,用于快速识别。

### 2.3 基于 PDM 的标准件调用流程

依据标准件库的数据管理模式,设计出如图 5 所示的标准件调用流程。

其中主要有以下几个步骤:

(1) 设计人员从数据库中检索需要的标准件。示意图可以帮助设计人员快速检索,调用需要规格的标准件。标准件的模型文件、设计表格、示意图由 PDM 数据库系统保持关联,保证了数据信息的完整性。

(2) 将标准件调入到产品环境下,选定需要的参数,从而驱动零件的几何尺寸,再进行约束定位。若该标准件缺少需求规格,则必须将设计表格与模型文件取消关联,以获得自定义参数的权限。

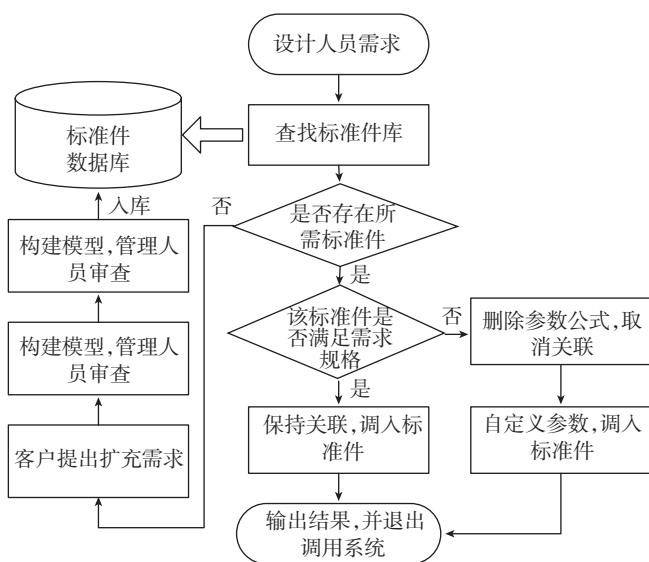


图5 标准件调用流程

Fig.5 Flow chart of calling standard part

(3) 标准件调入后,将脱离标准件库的管理,此时仍需要保证其规范性。需要对标准件属性名称进行相应的修改,以适应当前产品的要求,同时物理名称、地址等也需要与其关联,为后续数据的传递提供保障。

(4) 检查正确性,退出标准件库。

### 3 系统实现

集成 PDM 技术的标准件库系统由两大功能模块组成,一个是脱离 CATIA 平台的管理模块,一个是嵌入在 CATIA 平台内的调用模块。

管理模块主要由 PDM 数据库构成,该模块为调用模块提供数据基础,对标准件各类数据进行统一管理。系统使用人员的需求可以向管理人员回馈,指定权限的管理人员可以对标准件数据进行增、删、改等操作。

调用模块帮助设计人员快速检索并按需求调入产品需要的标准件,其功能主要包括:

(1) 标准件调入。

标准件调入命令可以查询预览库中的标准件,如图 6 所示,选择上级组件及标准件约束位置可以将选择的标准件调入到产品模型中并完成初步约束,设计人员根据实际需求完成装配定位。

(2) 参数编辑。

参数编辑命令读取调入标准件的参数表,并提取出主参数,设计人员借助示意图判断需要的规格并确定主参数的值。参数数据来源于设计表格,设计表格与模型相关联,故只能获得设计表格已有的规格。

(3) 标准件改制。

产品设计有时需要使用特殊规格的标准件,已经建立的设计表格不能满足要求。该命令将设计表格与标准件模型的关联删除,使设计人员能够自定义模型各参数,并将改制信息添加到模型属性中。

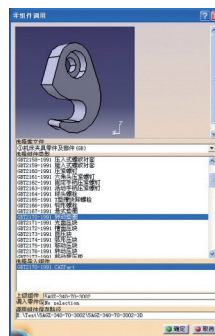


图6 标准件调入界面

Fig.6 UI of calling standard part

### 4 结束语

本文研究并构建的标准件库系统在结合现有建模

(下转第 122 页)

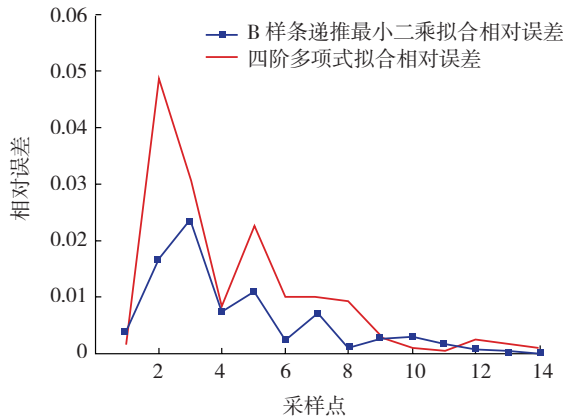


图2 传感器1标定的相对误差

Fig.2 Calibration relative error of sensor 1

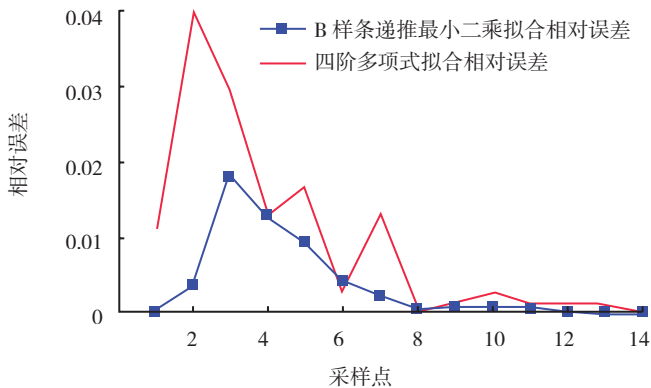


图3 传感器2标定的相对误差

Fig.3 Calibration relative error of sensor 2

表2 校准后测量数据

序号	桥电压 1/V	桥电压 2/V	速度 / (m·s <sup>-1</sup> )
1	1.8893	1.9712	10
2	2.0192	2.1181	15
3	2.1191	2.2185	20
4	2.2106	2.3099	25
5	2.2894	2.4154	30
6	2.3510	2.4671	35

用以上两种标定算法分别处理后得到测量风速与实际风速的相对误差如图4所示,从图4中可以看出,B样条递推最小二乘方法的最大测量误差小于四阶多项式方法的最大测量误差,标定的精度更好。

#### 4 结束语

本文提出使用基于B样条递推最小二乘的新型标定方法对双丝X型热线探头进行校准。通过对采集数据的处理,表明本文方法的标定精度更高,能够得到更准确的测量结果。因此,可将本文提出的算法应用到热

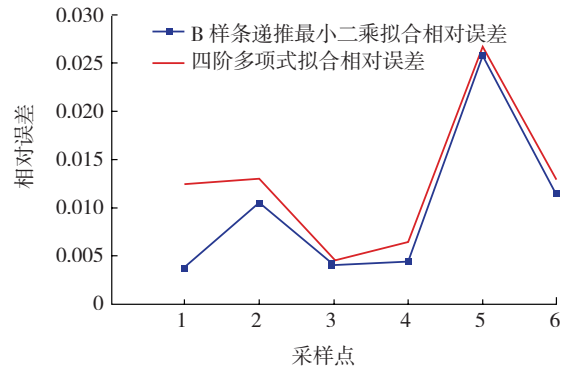


图4 使用两种标定方法处理实测数据所得风速与实际风速的相对误差

Fig.4 Relative errors between the actual wind speed and the measured wind speed processed by two kinds of calibration methods

线测量工程实践中去,得到风速、湍流度和湍动能等更加精确的测量结果。

#### 参考文献

- [1] 陈安世,祖静,邵成忠,等. 双热线风速仪. 测试技术学报, 1996,12(10): 737-740.
- [2] 魏国,王昕,雷苗,等. 基于B样条递推最小二乘的温度传感器非线性校正. 传感器与微系统,2008,12(27):54-56.
- [3] 李国祥,刘云岗,陆辰,等. 热线风速仪X型探头的一种新标定方法. 流体力学试验与测量,1997,12(11):57-61.

(责编 宁军)

(上接第119页)

技术的基础上,将PDM技术引入到标准件库管理及标准件调用过程中。它在解决设计人员标准件创建繁琐的同时,帮助设计人员对大量数据进行管理,保证了产品全生命周期中数据的传递,方便后期BOM表的生成。系统成功应用在飞机工装设计中,有效降低了产品设计周期,提高了设计效率。

#### 参考文献

- [1] 郑国磊,余英,朱心雄,等. 飞机装配型架标准件模型化技术. 航空学报,2002(1):38-42.
- [2] 苏铁明,王亮申,杨鑫华,等. 网络环境下三维参数化冲裁模标准件图形库. 机械科学与技术,2002(1):147-149.
- [3] 叶晓峰,李建军,王义林. 基于知识重用的标准件建库方法研究. 中国机械工程,2006(S1):368-270.
- [4] 陈靖芯,徐晶,陆国民,等. 基于CATIA的三维参数化建模方法及其应用. 机械设计,2003(8):48-50.
- [5] 叶新朝,尹文生,王启付,等. 面向装配的三维标准件库工具的研究和开发. 机械科学与技术,2000(4):662-664.
- [6] 李原,彭培林,邵毅,等. 基于CATIA的标准件库设计与实现. 计算机辅助设计与图形学报,2005(8):1873-1877.

(责编 宁军)