

# 基于装配特征的组合件快速装配技术研究

周亮 周来水 卫炜

(南京航空航天大学机电学院,南京 210016)

**文 摘** 提出了一种新的组合件装配设计思路:通过组合件信息模型的设计和对组合件定位信息的分析,在装配组合件过程中由程序自动生成装配基体上装配特征。实现了组合件的快速装配,并成功应用在某企业的复合材料构件工装快速设计系统中。

**关键词** 装配特征,组合件,快速装配

## Rapid Assembly of Components Based on Assembly Features

Zhou Liang Zhou Laishui Wei Wei

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016)

**Abstract** This paper presents a new assembly process of components; assembly features of the assembly base will be made automatically by the program instead of designers. The rapid assembly is implemented and applied to a system of composite materials tooling design successfully.

**Key words** Assembly features, Components, Rapid assembly

### 1 前言

现有的组合件装配设计思路是选择某一规格的组合件,加载进装配基体并创建它与装配基体间的装配约束。装配基体上的孔或槽等装配特征是在装配组合件前生成的。在创建装配约束时,用户需要交互选择组合件和装配基体的装配特征。文献[1]提出建立全息零件库,通过基于装配模型动态建库的方法实现了典型组合和标准结构装配的智能化和自动化。文献[2]提出基于典型装配特征的零件或组合件的快速装配,实现了零件或组合件的快速调用、定位与装配。

本文提出了一种新的组合件装配设计思路:通过组合件信息模型的设计和对组合件定位信息的分析,程序自动生成装配基体上装配特征,且用户不再需要交互选择组合件和装配基体的装配特征,使得组合件的装配更加快速。

### 2 组合件信息模型

相对于组合件几何模型,组合件信息模型是对组合件更丰富具体的描述,它包括组合件几何模型、用于快速装配的组合件装配特征和具有工程含义的零件附加信息。

组合件几何模型主要反映组合件里零件的几何信息和零件间的装配约束关系,包括零件模型和组合件装配模型。零件模型指零件模板、尺寸参数等几何信息,组合件装配模型指零件间的约束关系和整个组合件的所有尺寸参数。

装配特征是指在装配模型中表达联接和约束关系的结构及语意单元<sup>[3]</sup>,主要包括:面特征、点特征和线特征等。面特征主要指几何模型的表面、装配用的基准平面等;线特征包括几何模型的棱角线、装配用的基准轴线、圆柱面的轴线等;点特征包括装配用的基准点等。

附加信息主要包括精度、公差、材料、名称、生成日期等,记录的是零件的工程含义。附加信息可以在产品设计各阶段中实现共享,例如可以实现工程图明细表的自动创建和 BOM 表的自动生成<sup>[1]</sup>。

### 3 组合件信息模型的建立

#### 3.1 组合件几何模型的建立

组合件里的零件一般都是系列化的,即同一类型的零件具有相同或相似的结构,其数量也是可以枚举的。相同或相似的结构称为零件的模板,是参数化模型<sup>[4]</sup>。零件几何模型的生成是通过尺寸参数驱动零

收稿日期:2010-04-06

基金项目:南京航空航天大学基本科研业务费专项科研项目资助(NS 2010140)(NUAA Research Funding, NO. NS2010140)

作者简介:周亮,1987年出生,硕士,主要从事CAD、CAM方面的研究。E-mail:zl10211@yahoo.com.cn

件模板,即零件的实例化。

组合件里零件间装配约束关系是确定的,其中任何一个零件的尺寸发生改变时,与之关联的其他零件的相对位置依然满足装配约束关系<sup>[5]</sup>。组合件几何模型的建立是根据组合件参数表选定组合件里所有零件的规格,对相应的零件模板进行实例化,最后实例化组合件模板。

以组合件手拉式定位器(图1)为例,查询手拉式定位器参数表,由组合件关键尺寸参数 $d$ 首先选定所有零件的尺寸参数并实例化零件模板,然后选定装配模型里一些装配约束参数,如 $l_1$ 、 $l$ 等,并实例化手拉式定位器模板,即可得到手拉式定位器的几何模型。

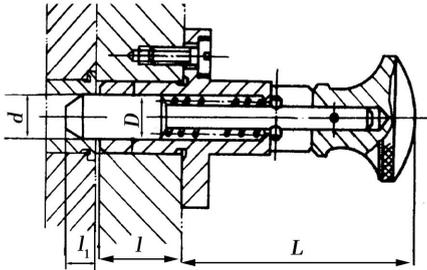


图1 手拉式定位器示意图

Fig.1 Sketch map of hand localizer

### 3.2 组合件装配特征的建立

装配特征的建立是对几何模型上几何特征的选择和发布。对于由同一零件模板实例化出的所有零件,它们的装配特征都是相同类型。组合件里零件间的装配关系是虚拟装配,因此组合件装配特征的建立就是分析记录哪些零件装配特征能够反映组合件与装配基体的装配约束关系。

#### 3.2.1 零件装配特征的选择

零件装配特征的选择是跟零件的几何结构、零件在组合件中的作用和零件的工作自由度有关的<sup>[2]</sup>。比如螺钉的作用是通过螺纹来与其他零件的螺纹孔配合,并且螺钉头下表面与其他零件的平面贴合起到压紧的作用,那么装配特征就是螺钉头下表面和螺纹附着的圆柱面,见图2。

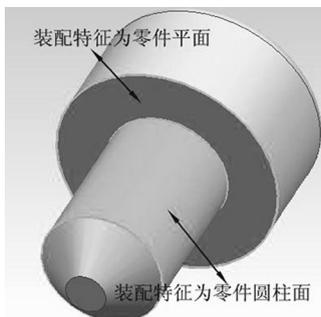


图2 内六角圆柱头螺钉的装配特征

Fig.2 Assembly features of hexagonal socket screw

螺钉有一个绕自身轴线旋转的自由度,而所选的

表面和圆柱面的自由度限制也是使零件有一个相同的旋转自由度。

当零件本身的几何结构比较复杂时,零件装配特征的选择就要通过建立虚拟装配特征来实现,如基准平面、基准轴线等。例如,弹簧本身几何模型里没有可用的装配特征,因此只能建立虚拟装配特征:一个基准平面和一根基准轴,如图3所示。



图3 圆柱螺旋压缩弹簧的装配特征

Fig.3 Assembly features of cylindrical helical compression spring

#### 3.2.2 零件装配特征的发布

零件装配特征的发布是对零件模板上装配特征的特征名赋值。对装配特征名进行分类编码,能使特征名很好反映装配特征的属性和装配作用,方便程序对装配特征的搜索调用。

编码采用复合码,即由字母和数字组成,有两个码段,码段间用“#”相隔。码段一记录的是装配特征的几何属性,有4个码位,为字母组合,取单词的前四位字母或词组中前两个单词的前两位,如表1所示。

表1 装配特征对应编码的码段

Tab.1 First part of code for assembly features

特征名	编码
点	poin
线	axis
基准轴	daax
平面	plfa
基准平面	dapl
圆柱面	cysu
球面	spsu
圆锥面	cosu
其他	othe

码段二是记录该特征在相同几何特征类型的装配特征类中的序号,有2个码位,为数字组合,从00-99。同一零件在不同的组合件中具有不同的作用,因此零件模板上要建立很多相同几何特征类型的装配特征,码段二的设置能解决如何甄别这些装配特征的难题。表2所示的是内六角圆柱头螺钉上装配特征对应的编码。

表 2 内六角圆柱头螺钉上装配特征对应的编码

Tab.2 Code for assembly features of hexagonal socket screw

特征	编码
螺钉头上表面	plfa#00
螺钉头下表面	plfa#01
螺钉头外圆柱面	cysu#00
螺纹附着面	cysu#01
螺纹附着面轴线	axis#00

### 3.2.3 组合件装配特征

以手拉式定位器为例,根据对组合件里各零件工作作用的分析,导套是主要工作零件,三个螺钉起固定作用,它们都与装配基体发生装配约束。因此,导套的装配特征和螺钉上的部分装配特征就是组合件需要建立的装配特征,见图 4。

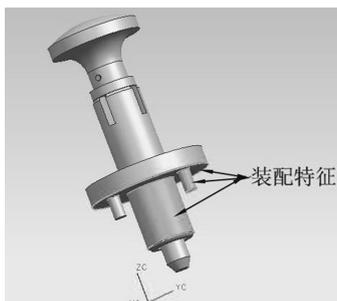


图 4 手拉式定位器的装配特征

Fig. 4 Assembly features of hand localizer

### 3.3 零件附加信息的建立

零件附加信息分为两种:一种是非几何信息,如材料、名称、生成日期等。非几何信息与零件规格无关,建立的方法就是对零件模板的零件属性赋值;另一种是几何信息,如精度、公差等。零件规格是几何信息的决定因素之一,因此几何信息的建立过程是将精度值、公差值等做成参数表,与尺寸参数表 1 同实例化零件模板。

## 4 快速装配的实现

现有的组合件装配设计需要用户指定约束类型,约束参数,并交互选择组合件上装配特征和装配基体上装配特征,而本文研究的组合件快速装配就是要实现装配基体上装配特征的自动生成,组合件信息模型里装配特征与装配基体上装配特征的自动匹配以及装配约束的自动创建。

组合件信息模型建立之后,用户需要选择组合件的定位信息。定位信息包括定位点和定位矢量。当定位点为点集时,表示组合件的装配设计情况是批装配。根据用户选择的定位信息生成装配基体上装配特征,并将它与相对应的组合件信息模型里装配特征进行匹配,最后创建装配约束,即完成了组合件的快速装配。当组合件的装配设计情况是批装配时,程序

自动在装配基体上的所有定位点处进行装配特征生成、装配特征匹配和装配约束创建。程序流程见图 5。

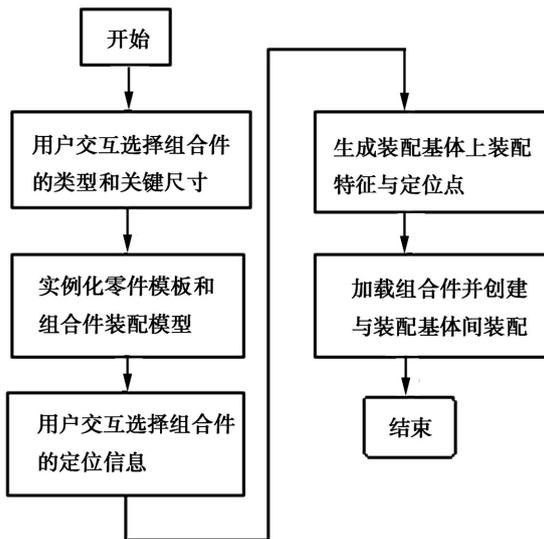


图 5 快速装配技术程序流程图

Fig. 5 Program flowchart of rapid assembly process

### 4.1 装配基体上装配特征的生成

与组合件装配特征不同,装配基体上装配特征需要程序来生成,生成方法如下。

(1)检索组合件工艺数据库,得到装配特征的几何结构和尺寸,然后根据用户选择的定位点和定位矢量等定位信息,由程序分析出装配特征的定位面等信息并直接做出相应的装配特征,例如简单孔特征、埋头孔特征或沉头孔特征等。

(2)通过零件形状特征与装配基体形状特征做布尔减间接产生相应的装配特征。零件与装配基体间的配合可能是间隙配合或过盈配合,用零件形状特征与装配基体形状特征直接布尔减往往会生成错误的装配特征,因此在零件建模时,除了生成零件准确几何模型的参考集(TRUEBODY),还要生成装配特征结构补实体的参考集(FALSEBODY, FALSEBODY 默认的显示状态是隐藏)<sup>[6]</sup>。通过程序搜索出FALSEBODY 并和装配基体形状特征做布尔减,并检索数据库里组合件的工艺信息,添加装配特征的一些附加状态,如螺纹或公差等,如图 6 所示。

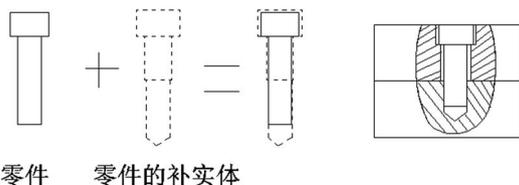


图 6 零件形状特征与装配基体形状特征布尔运算示意图

Fig. 6 Sketch map of boolean operations between part and assembly base

第一种方法比较灵活,可以生成各种要求的装配特征,缺点是要做一个相对庞大的工艺信息尺寸数据

库,而且程序设计比较复杂,适用于种类繁多,应用情况复杂的组合件;第二种方法程序设计与数据库设计比较简单,但是零件几何模型信息增加,加大零件三维图形库的空间,且不适用于装配特征为通孔的情况,适用于几何结构简单、应用情况简单的组合件。本文所应用的复合材料构件工装组合件库里组合件几何结构比较复杂,因此选用第一种方法。

装配基体上装配特征的发布也是通过对装配特征的特征名进行赋值,编码规则参考组合件里零件的编码规则。图7是与手拉式定位器装配约束的某一装配基体上装配特征。该装配特征的编码见表3。

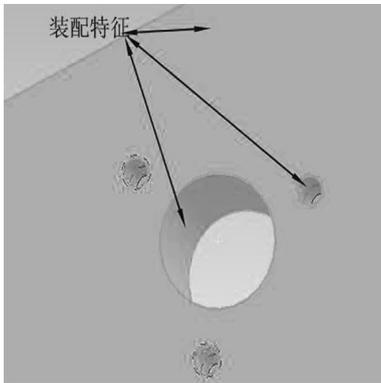


图7 与手拉式定位器装配约束的某一装配基体上装配特征

Fig.7 Assembly features of one assembly base where hand localizer are inserted to

表3 图7所示装配特征的编码

Tab.3 Code for assembly features in Fig. 7

特征	编码
装配基体上表面	plfa#00
螺纹孔圆柱面	cysu#00
简单孔圆柱面	cysu#01

#### 4.2 装配基体上装配特征与定位点的关联

装配基体上的装配特征若与定位点发生关联,那么定位点的空间移动将会导致装配基体上的装配特征的移动,与装配基体配合的组合件也会随之发生空间位置上的变化。创建两者间关联的步骤如下。

(1)构建两个相互垂直的基准平面,两者相交线平行于定位矢量且通过定位点。定位点是两基准平面的父项特征,即定位点的移动会导致基准平面的移动。

(2)构建其他需要生成装配特征的装配基体零件的基准平面,即在不同零件里复制最初的两基准平面。两基准平面是所有复制后的基准平面的父项特征。

(3)构建生成的装配特征与对应的装配基体零件上基准平面间的特征约束,这样装配特征就与基准平面产生了关联,也就与基准平面的父项特征定位点产生了关联。

#### 4.3 装配特征的匹配与装配约束创建

将组合件加载进装配基体,并依据组合件装配信

息数据库里记录的约束关系进行装配特征的匹配和装配约束创建。文献[7]将约束关系定义为  $MR = \langle MT, MS, MP \rangle$ 。其中MR为约束关系,MT为约束类型,MS为约束子类型,MP为约束参数。约束类型包括角度、中心、胶合、适合、接触、对齐、同心、距离、平行、垂直等。当约束类型为距离和角度时,约束参数分别表示偏置距离和偏置角度。当约束类型为角度或中心时,还需要利用子类型对约束进行精确定义,例如角度的子类型有平面角度和空间角度,中心的子类型包括1to1、1to2、2to1和2to2。组合件装配信息数据库里主要记录了组合件与装配基体间的装配信息,包括组合件零件号、组合件装配特征编码、装配基体装配特征编码、约束类型、约束子类型和约束参数等。表4所示的是手拉式定位器装配信息数据表,其中零件号1代表零件导轨,零件号3代表零件螺钉。

表4 手拉式定位器装配信息数据表

Tab.4 Data table of assembly information about hand localizer

约束	组合件零件号	组合件装配特征编码	装配基体装配特征编码	约束类型	约束子类型	约束参数
1	1	plfa#00	plfa#00	接触		
2	1	cysu#00	cysu#01	中心	1to1	
3	3	cysu#01	cysu#00	中心	1to1	

#### 5 结论

设计了面向装配的组合件信息模型,对组合件装配特征进行了选择与发布;通过对定位信息的分析和组合件模型的设计,由程序自动生成装配基体上装配特征;实现了装配特征的自动匹配和装配约束的自动创建;当定位信息为定位点集的时候,可以批量创建装配基体上的装配特征,并批量快速装配组合件。目前该组合件快速装配技术已成功的应用在某复合材料构件工装快速设计系统中。

#### 参考文献

[1] 黄翔,万久团. 全息智能夹具三维标准件库建立的研究[J]. 机械科学与技术,2003,22(2): 332-334

[2] Li Guidong, Zhou Laishui, An Luling, et al. A syetem for supporting rapid assembly modeling of mechanical products via components with typical assembly features[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology,2010,46: 785-800

[3] 金田国. 面向并行工程的夹具装配建模及规划技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2001

[4] Mun Duhwan, Hun Soonhung, Kim Junhwan, et al. A set of standard modeling commands for the history-based parametric approach[J]. Computer-Aided Design,2003,35(13): 1171-1179

[5] 费莲. 复合材料构件工装标准件/组合件库及其快速装配技术[D]. 南京:南京航空航天大学,2007

[6] 刘玉堂,王耕耘,李志刚. 面向装配设计的标准件库的研究与开发[J]. 锻压装备与制造技术,2003(6): 70-72

[7] 黄翔,李迎光. UG应用开发教程与实例精解[M]. 北京:清华大学出版社,2005: 102

(编辑 任涛)