

一种基于 MBD 的部件装配工艺设计辅助系统

郭喜锋¹, 高红¹, 詹有河¹, 秦月¹, 韩志仁²

(1. 中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司, 成都 610073;

2. 沈阳航空航天大学, 沈阳 110136)

[摘要] 介绍了 MBD 模式下装配信息的表达特点, 并针对这些特点, 在 Visual Studio2005 平台下, 利用 CAA 技术对 CATIA 进行二次开发, 开发出部件装配工艺设计辅助系统。该系统方便、实用, 为部件装配工艺设计所需信息提供快速、准确、规范的提取手段, 提高了装配工艺设计的数字化水平。

关键词: MBD; 装配工艺文件; CATIA; CAA

A Component Assembly Process Design Support System Based on MBD

GUO Xifeng¹, GAO Hong¹, ZHAN Youhe¹, QIN Yue¹, HAN Zhiren²

(1. AVIC Chengdu Aircraft Industrial (Group) Co., Ltd, Chengdu 610073, China;

2. Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

[ABSTRACT] Assembly information expression is introduced under the MBD mode and a component assembly process design support system is developed by CAA CATIA secondary development in the Visual Studio2005 platform. The system is convenient and practical and provides fast, accurate, standardized extract means for the required information of component assembly process design as well as improving the level of digital assembly process design.

Keywords: MBD; Assembly process documents; CATIA; CAA

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.06.072

飞机部件装配是飞机制造中的主要环节, 据统计, 部件装配工作量约占全机工作量的 40%。部件装配工艺设计是部件装配的重要工作内容, 是连接飞机设计和部件装配过程的纽带。

传统的飞机制造以设计的二维图纸为依据, 数据的传递以模拟量为主, 工艺文件大多以纸质的形式存在, 部件装配所需的信息都存放在工程图纸和相应的技术文件中, 装配工艺设计所需信息主要依靠工程技术人员阅读大量的图纸获取。

随着计算机技术的应用和航空制造业 MBD 技术的实施, 三维产品数模作为单一数据源成为飞机制造的依据, 数据的传递以数字量为主。在 MBD 模式下, 研究如何从装配数模中快速而准确获取部件装配工艺人员所需要的信息, 提高工艺设计效率, 降低人为出错率, 缩短工艺设计和工艺准备周期, 是一项非常有意义的工作。

1 MBD 模式下装配信息的表达

MBD (Model Based Definition, MBD), 即基于模型的定义, 是一个用集成的三维实体模型来完整表达产品

定义信息的方法体, 它详细规定了三维实体模型中产品尺寸、公差标注规则和工艺信息表达方法^[1]。MBD 技术使得产品数据以基于三维模型的形式传递。因此, 装配信息的表达形式出现了新的特点。

1.1 几何信息的表达

几何信息的表达指的是零件装配位置关系和装配层次的表达。

零件间的装配位置关系需要在设计零件三维模型时进行协调, 每个零件在整架飞机上都有其装配位置, 在建立零件三维模型时需要将零件在其装配位置进行建模, 所有的零件组装在一起时就形成了一架飞机的三维模型^[2]。这种装配位置关系使得工程技术人员在不做其他约束的条件下, 可以对部件进行任意组合, 而不破坏它们的相对位置关系。

装配层次反映的是装配体和零件之间的关系。一架飞机由不同的部件组合而成, 部件有不同的组件或者组件与零件组合而成, 组件由不同零件装配而来。部件-组件-零件, 这种层次关系以树状结构的形式在设计软件中呈现^[3], 如图 1 所示。

1.2 非几何信息的表达

非几何信息主要包括装配技术要求、装配件的连接信息和其他注释。其中,装配件的连接信息中包含标准件的信息。这些信息在每个组件中以零件为基本组织单元(如图 1 所示连接信息),并以参数形式有规律地出现在 CATIA 的结构树中(图 2)。为了模型的轻量化,对于铆钉、抽钉等连接件用点和直线表示,如图 3 所示。



图1 MBD中装配层次关系的表达
Fig.1 Expression of assembly hierarchy in MBD

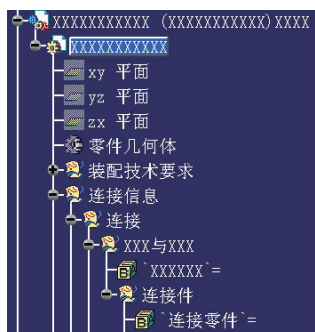


图2 MBD中非几何信息的表达
Fig.2 Expression of non-geometric information in MBD

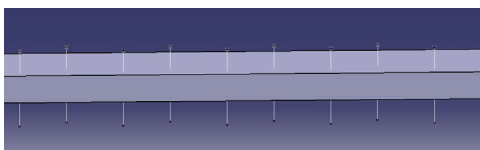


图3 MBD中标准件的表示
Fig.3 Representation of standard parts in MBD

MBD 技术的实施,规范了设计数模,为快速提取编制装配工艺文件所需的装配信息奠定了基础。

2 CATIA 与 CAA

CATIA 提供了多种二次开发的接口。用 CAA 对 CATIA 进行二次开发是 CATIA 二次开发方式中最重要的一种,能实现从简单到复杂的一系列 CATIA 功能,且操作界面友好,与 CATIA 本身无缝集成,是国内高校和软件公司普遍采用的方式^[4]。

CATIA 的结构树与实体模型关联,通过结构树用户

可以利用“几何居中”命令找到与之相关联的实体模型;通过实体模型利用“结构树居中”命令找到结构树中实体模型对应的名字。在装配设计模块下,CATIA 可以通过“在新窗口打开命令”在新窗口打开小的部件数模。

CAA (Component Application Architecture), 即组件应用架构。它通过快速开发环境 RADE (Rapid Application Development Enviroment) 和 API 来实现 CATIA 的不同功能。RADE 以 Microsoft Visual Studio VC++.net 为载体^[5](VC++.net 2005 如图 4 所示)。V5 是目前 CATIA 应用的主要版本,与其对应的 CAA V5 的结构如图 5 所示。

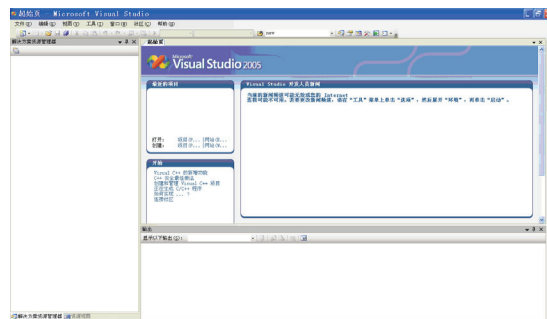


图4 VC++.net 2005
Fig.4 VC++.net 2005

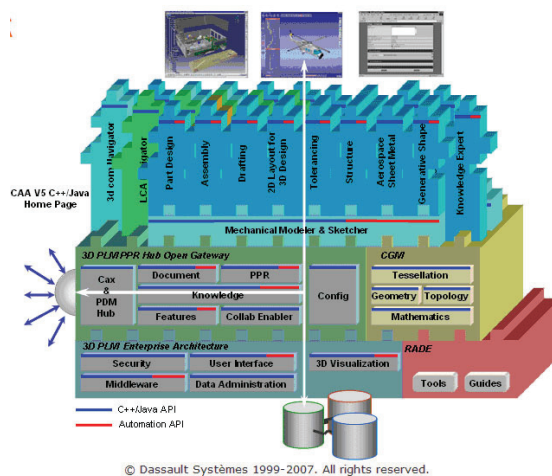


图5 CAA V5组件架构
Fig.5 CAA V5 component architecture

3 MBD 模式下部件装配工艺设计的基础性工作

部件装配工艺人员在装配工艺设计时,经常要做以下几方面的工作。

3.1 部件装配数模的组合

一个部件装配体由成百上千个零件组成,这个部件装配体中,不仅有部(组)件装配信息,还包括零件的制造信息,信息量庞大。为了更好地查看这些信息,工艺

人员通常需要将当前关注的部分组件进行组合。由于这些部件位于不同的装配体内,无法使用 CATIA 中的“在新窗口打开命令”将这些组件在一个装配文件下打开,只有新建一个“Product”文件,把这些部件依次加载或者拷贝,随着部件数量的增多,这一过程就显得比较繁琐,无形中增加了工艺人员的工作量,迫切需要在 CATIA 中开发一个功能,通过鼠标的点击拾取,将这些组件迅速打开并进行组合。

3.2 连接件信息的处理

飞机部件装配中涉及到大量的铆钉、抽钉等连接件。装配工艺人员的一项重要工作就是处理这些连接件的信息。主要有以下内容:

(1)连接件规格和数量的统计。装配工艺人员需要统计连接件的规格(直径、长度)和数量,一是要统计部件或者整机连接件各个规格的总量,提交给生产管理部门作为生产定额;二是编制到装配工艺文件中,以装配图号为单元做统计,作为库房发放和工人领用,或者是最后分工核对的依据。如前文 1.2 节所述,这些信息以参数的形式存在于 CATIA 中的结构树中,需要工艺人员把结构树逐一点开进行查询连接件的牌号,并手动测量夹层厚度,利用相应的公式计算其长度,最后进行汇总。这需要大量机械式重复工作,效率和正确性都无法保证,统计结果可能因人而异。如果能通过对 CATIA 进行二次开发,让用户点击表示连接件的法矢,软件能自动测量夹层厚度,并在 CATIA 中显示铆钉长度,且将查询、汇总这些工作让计算机在 CATIA 软件环境下统一处理并快速输出,对工作效率的提升作用是不言而喻的。

(2)连接件间距和边距的测量。装配工艺人员需要对数模中连接件的间距和边距进行测量,对于不符合要求的反馈给设计者,正确的要予以标注,写入工艺文件中,并作为工人操作和检验部门的依据。这一工作大多是用 CATIA 中自带的测量功能,逐一选择表示连接件的法矢(图 3)进行,且无法直接测量弧线间的距离。

3.3 装配注释信息的提取

装配注释信息是对部件装配的技术要求,包括通用装配注释和密封、疲劳件、关键件等信息。这些信息都需要从数模中提取出来,编制到工艺文件中,用于指导工人操作。但是,通用装配注释信息和密封信息位于装配体结构树的不同位置(图 3),提取时需要从结构树中,按照层次关系逐个打开,并复制到装配工艺文件中,操作繁琐。而疲劳件、关键件的标识在零件的属性页,工艺人员容易遗忘。如果能将信息按一定的格式要求快速输出到 Excel 表格中,必能大大提高工作效率和质量。

4 系统的主要功能及运行实例

针对 MBD 模式下装配工艺设计的基础性工作中遇到的问题,本文利用 CAA 技术对 CATIA 进行二次开发,开发出一套 MBD 模式下的部件装配工艺设计辅助系统。该系统可与 CATIA V5 本身无缝集成,其主要功能如下。

4.1 部分装配件导入

该功能主要用于快速组合装配体。通过用户的简单交互拾取,即可将不同的装配体组件快速组合起来,同时又保证了其相对位置的正确性(图 6)。



图6 部分装配件导入功能

Fig.6 Import function of section assembly parts

4.2 标准连接件长度的计算

用户拾取表示连接件的法矢,系统会遍历 CATIA 的结构树,找出用户所选的连接件的类型,自动计算出对应的夹层厚度,并将连接件长度和夹层厚度显示出来(图 7 所示)。连接件规格信息放在后台的数据库中,该信息可以有数据库管理员进行增加或者删除。系统运行机制如图 8 所示。

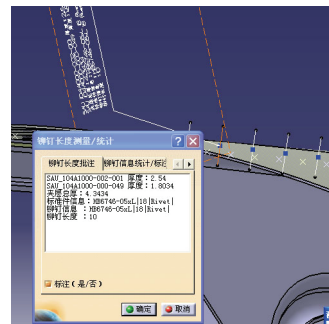


图7 标准件长度的测量与统计

Fig.7 Standard part length measurements and statistics

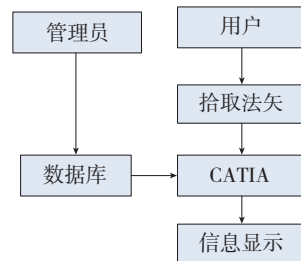


图8 连接件长度测量运行机制

Fig.8 Connector length measurement operation mechanism

4.3 部件装配信息提取

用户拾取 CATIA 中表示装配连接信息的零件,选择需要检索的内容(也可手动输入),系统遍历 CATIA 的结构树,即可输出相应的连接信息。检索内容选项调用 CAA 的控件 CheckButton,使用户可以选择一个或者多个检索项。输出项用 MultiList 控件。这些信息可同时导出到 Excel 文件中,利用 Excel 自身的统计汇总功能可进一步汇总,如图 9 和图 10 所示。

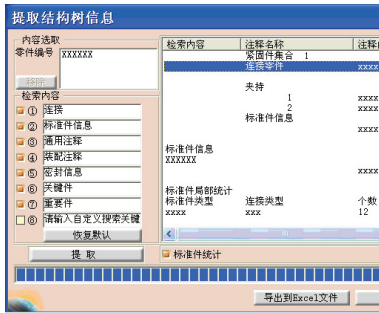


图9 部件装配信息提取对话框

Fig.9 Dialog box of component assembly information extraction

检索内容	注册名称	注册内容
XXXXXX		
连接		
XXXXXX		
XXXXXX		
XXXX, XXXX		
XXXX 12 XXX		
关联零件		XXXX, XXXX
紧固件集合 1		XXXX, XXXX
连接零件		XXXX, XXXX
夹持		
1		XXXX XXXX XXXX
2		XXXX 12 XXX
标准件信息		
XXXXXX		
标准件详细统计		
标准件类型	连接类型	个数
XXXX	xxx	12

图10 部件装配信息输出到Excel表格中

Fig.10 Component assembly information shown in Excel table

4.4 连接件间距和边距的测量

用户拾取两个点及参考平面,并选取标注方式,系统即可将成排的连接件进行标注,标注的文本属性可通过对话框进行设置(图 11)。通过拾取法矢和边界,系统可将所选法矢到边界的距离测出来(图 12)。拾取法矢的方式可以单个拾取,也调用 CATIA 本身的命令(图 13)框选批量拾取。

5 系统的关键技术

系统运行过程实质是对部件装配工艺设计信息的分析、处理和输出的过程。信息的输入形式、检索方式、输出形式是系统的 3 大关键技术。

5.1 交互式的信息输入

输入方式对系统的运行速度和用户体验有直接影响。输入信息过多,用户会感觉操作不方便。输入信息过少,会增加系统的推理时间。系统的输入兼顾了用



图11 连接件间距批注

Fig.11 Spacing annotation of connector

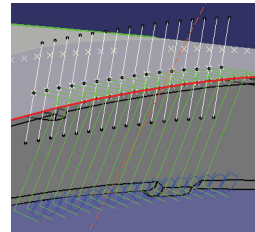


图12 连接件边距测量

Fig.12 Margin measuring of connectors



图13 批量拾取命令

Fig.13 Bulk pickup command

户体验和系统运行时间,通过用户的简单的“交互式”拾取操作即完成信息的输入,如图 6、图 7 和图 8 所示。同时对于需要批量操作的,系统后台调用 CATIA 内部命令“批量拾取命令”完成(图 13)。

5.2 基于结构树的信息检索

一方面,MBD 技术的实施保证了设计数模的规范性;另一方面, CATIA 的结构树与实体模型关联,系统利用输入信息,通过对 CATIA 结构树的遍历,以关键词为导向即可快速找到所需信息,同时可进行数模测量、标注等操作。

5.3 多形式、多功能的信息输出

系统可将运算结果按用户指定格式输出到 Excel 形式的文档中,同时也可以以标注的形式显示在 CATIA 中的文件中(图 7)。无论哪种形式用户都可以通过复制-粘贴将输出的数据移到 CAPP 或者其他应用系统中(图 10),或通过点击“取消”或“关闭”按钮,不保存这些数据,只临时查看。

6 结束语

本文通过对 CATIA V5 进行二次开发,建立了人机交互的设计环境,构建了基于 MBD 模式下的部件装配工艺信息快速提取平台。该平台可以快速提取数模中

(下转第79页)