

MBD 产品设计中的三维元器件装配设计方法研究

Research on Electronic Component Modeling and Assembly Design Method Based on MBD

中航工业空空导弹研究院 丁来军 张瑜

[摘要] 根据三维元器件研究现状,分析了建模方法,并提出了一种基于UG、Mentor、Teamcenter8的三维元器件模型建立方法。该方法针对多个设计系统,对参数建模方式和接口技术进行了开发,从而方便了属性的传递,并能够实现整体快速驱动。选用基于中间件接口的三维装配设计方法,能够快速建立零件间参数关联,并同时兼顾整体协调的要求,在一定程度上提高了电路三维装配设计方法的通用性和设计效率。实例运行表明,本设计方法能充分利用已有产品资源,具备良好的通用性和灵活性。

关键词: 三维元器件 基于模型的定义 装配件设计 UG

[ABSTRACT] According to research of electronic component and analysis of modeling approach, an electronic component modeling method based on UG, Mentor, Teamcenter8 is proposed. Parameter modeling approach is selected in this design. The development of interface technology can facilitate the parameter transfer and realize fast driving of the whole. 3D model assembly design method based on middleware interface is selected. Associations between parts can be quickly established in this way and requirements of the overall coordination can be taken into account. At last, electronic component 3D model assembly design versatility and design efficiency can be improved in certain extent. Instance shows that this design method can take full advantage of the resources of the existing products, with good versatility and flexibility.

Keywords: 3D electronic component MBD Assembly design UG

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.S1.071

在产品设计中,结构设计和电路设计是2个很重要的设计环节。电路设计一般采用EDA软件实现,侧重于电气性能、信号完整性、线路布局设计,对元器件的几何特性只提供大致二维信息,一般不提供电路板的三维模型。结构设计一般采用CAD工具软件,特别是现在结构设计贯彻MBD设计语言,不再使用二维图纸表达,而大量采用三维模型表达产品结构布局、部件内部各组

件位置、空间、质量等的分配与调整。结构设计、电路设计两者往往各自按照总体的设计要求自顶向下进行设计,这种情况下,结构件和电路板之间可能会产生干涉冲突^[1]。

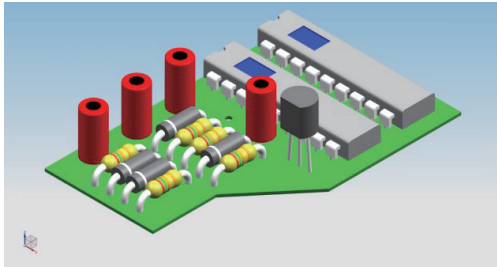
(1)产品内部空间有限,设计完成的电路板选定元器件装配后,可能造成板间元器件布局不合理,无法事先评估板间元器件电磁干扰、热效应与振动效应等问题。

(2)当前电路板设计工具软件多采用二维设计方法,不提供电路板及其元器件的三维模型。若要在结构分析中看到电路板的外形,传统的方法是在结构设计中绘制电路板,以及其上的元器件三维模型,然后再完成结构分析,造成了重复工作。

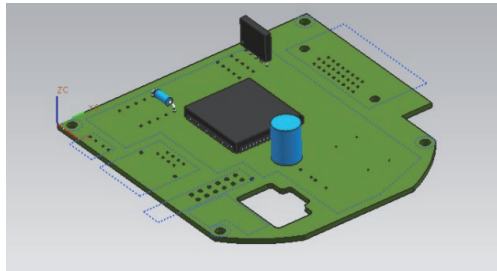
(3)不采用结构样机,而靠物理样机来解决结构设计和电气设计之间可能的干涉问题,会使产品设计的周期延长、风险增大、投入提高,已不适应当今产品的开发模式。

MBD (Model Based Definition)技术是以三维模型为载体,产品的所有相关信息都能关联到产品模型中,基于模型的产品定义,打破了结构设计和电路设计两大设计领域直接的数据壁垒,模型按照MBD设计要求建立,以参数驱动三维元器件模版尺寸,同时赋予元器件及PCB版的材料信息,从而实现电路板模型质量、仿真分析对最终产品的影响。三维元器件装配将UG、Mentor、Teamcenter8 3种已有的商品化软件融合在一起,实现了结构样机的电子三维结构模型建立,主要功能包括三维电子元器件快速建模、三维元器件模型库管理、电路板和元器件三维模型的自动装配等部分。系统在UG、Teamcenter8环境下运行,数据处理结果由Teamcenter8统一管理,同时需要与Mentor系统进行元器件及电路信息数据交换、与ERP系统进行物资编码信息同步自动更新^[2]。

三维元器件装配实现了具有用户权限控制的参数化三维电子元器件快速建模工具,建立并维护了装配用三维电子元器件模型库;实现了UG与Mentor元器件库接口,系统自动提取Mentor的电路板文件和电子元器件的三维模型进行自动装配,并生成了正确的EBOM结构,在此基础上实现了已装配电路板的干涉检查、重量分析、模态分析模块。图1所示为元器件三维模型和电



(a) PCB 三维电子元器件装配示意图



(b) 电路板装配模型示意图

图1 元器件三维模型和电路板装配模型示意图

Fig.1 Assembly model for 3D electronic component and PCB

路板组件装配模型示意图。

三维元器件装配建立在机电结合基础上,是一种跨学科应用系统。它既面向产品电路 EDA 设计,又统筹融合现有基于 PDM 系统的结构设计,同时实现了与 ERP 系统的信息集成,是结构样机电路系统建模的突破^[3]。经调研,三维元器件装配实现的多系统协作集成,在国内处于领先地位。

1 三维元器件装配设计

根据结构样机组成全、信息准的需要,贯彻基于模型的定义(MBD)设计思想,以 Teamcenter8 为实施平台建立三维元器件库,按优选元器件范围建立模型并纳入库中进行管理,利用 Teamcenter8 的 Inclass 模块对资源进行分类显示。通过建立统一的、通用的优选资源库能够减少设计中的重复工作,缩小物资选用范围,同时设计中能够生成包含物料代码的完整 EBOM,为批产后物资采购等工作打下基础。

三维元器件装配主要包括三维元器件参数化建模、三维模型库的创建与管理、电路板三维模型的自动装配等部分。在 Teamcenter8 和 UG 环境下运行时,需要与 EDA 设计系统进行电路板信息数据交换,与 ERP 系统进行物资编码信息的同步自动更新^[4]。三维元器件装配建立独立的元器件模型库,在 PDM、UG、Mentor 等现有软件的支

持下形成独立的软件系统,系统体系结构如图 2 所示。

1.1 三维元器件参数化建模

考虑到存储代价及检索效率等因素,对元器件进行结构分类。三维模型本着“外形相似”的原则,建立模板库、模型库、元器件库。结构相似的模型归属于一个模板,结构相同的元器件归属于一个模型,模型符合 MBD 要求。涉及到的实体有模板、模型、模板定义、材料、元器件等 5 个,它们之间的关系可用图 3 所示的 E-R 形式描述。 m 代表自然数,表示 1 对多的关系。

从图 3 可以看出,元器件和模型之间是 1:m 的关系,即每个电子元器件都唯一属于一种模型,一个模型可以包含多个元器件;同理,模型和模板之间也是 1:m 的关系,即每一个模型都属于一个模板,一个模板可以包含多个元器件模型;材料和模型之间是 1:m 的关系,即一种材料可以对应多个元器件模型,但一个元器件模型只能对应一种材料^[5]。

为了适应不同模板所包含的不同参数、类型,需要设计“模板定义”实体,用以描述该模板下的所有电子元器件所具有的几何参数信息。模板和模板定义之间也是 1:m 的关系,即每一个模板定义参数都属于一个模板,一个模板可以包含多个模板定义参数^[6]。

对于元器件三维模板的生成,可以描述为参数化建模的实例化。针对数据库中已有的三维元器件模板(见图 4),按照“结构相同”原则,并根据用户的调用,直接从数据库中读取该类元器件的模板文件(.PRT 文件);同时,根据模板提供的参数,自动生成元器件的三维元器件模型。模型保存时自动按实体模型(*.PRT)和轻量化模型(*.JT)2 种方式在 Teamcenter8 环境下存储并

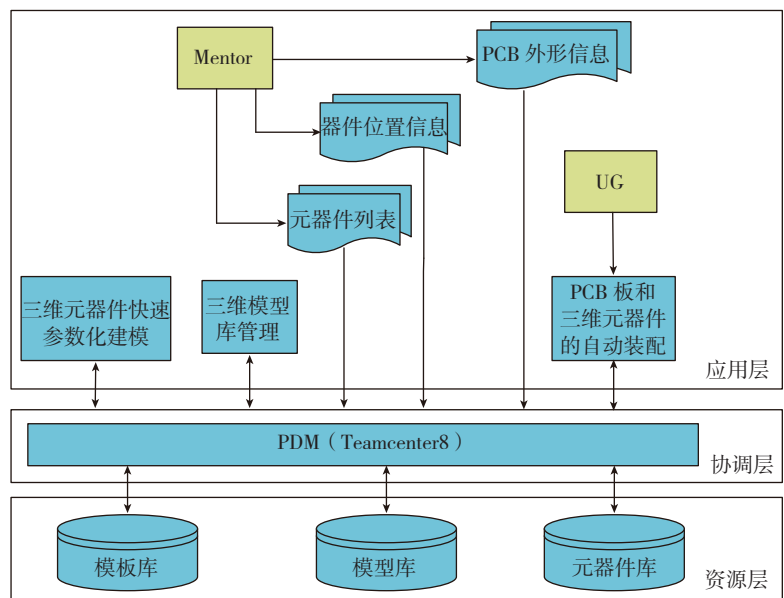


图2 三维元器件装配体系结构图

Fig.2 Assembly frame for 3D electronic component

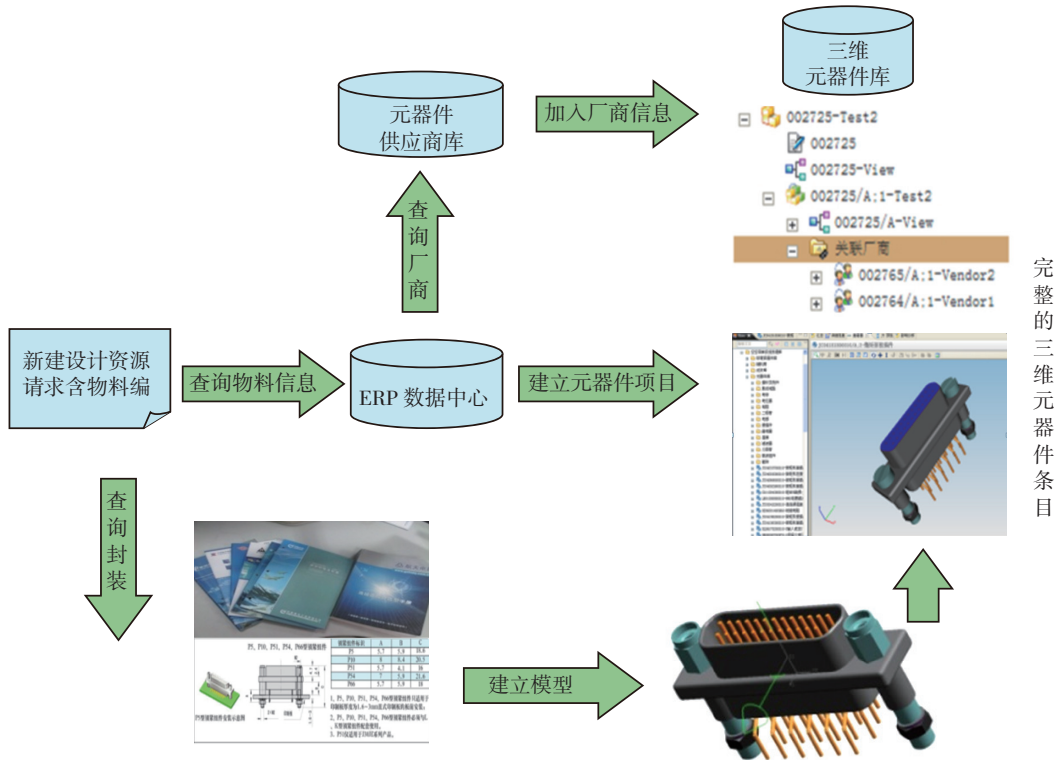


图6 三维元器件条目生成过程
Fig.6 Generation process for 3D component entry

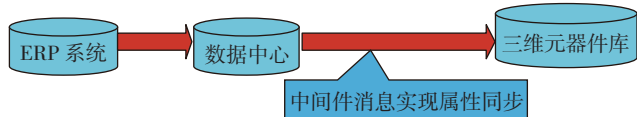


图7 通过中间件消息通信实现三维元器件
Fig.7 Accomplish 3D component via middleware message communication

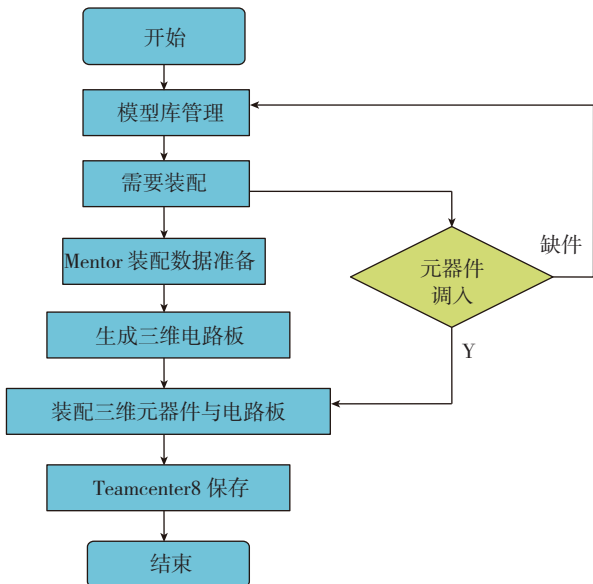


图8 电路板和元器件三维模型的自动装配用户工作流程
Fig.8 Work flow of automatic assembly for PCB and 3D component

信,最大限度地实现现有不同设计领域系统的协调工作,在实现手段上支持将元器件分类编码标准贯穿电路设计、结构设计、数据管理等机电产品设计全过程,保证了设计资源库中三维元器件的三级管理,涵盖了原优选元器件目录和型号已应用元器件目录(见图9)。

此外,还给设计人员提供了友好的元器件设计资源库,实现了基于UG的三维电路板自动装配(见图10),解决结构样机中一直缺乏电路结构三维模型的难题,打通机电设计间的壁垒,完善了结构设计的功能手段,为型号结构样机的完整建立奠定了技术基础。

3 结论

本系统采用了基于PDM系统的信息集成策略,通过开发系统的信息集成接口,实现了在PDM系统中自动创建电子电路产品、电路板、元器件对象及图形化的产品结构树,完成了产品数据由设计系统向PDM系统的自动导入,并将产品、物料的有关信息自动传递给ERP系统,保证了整个系统具有完整、一致、可靠的产品模型和数据,实现了企业的信息集成,在实际应用中取得了良好的效果。

参考文献

[1] 董正卫,田立中.UG/OPEN API编程基础.北京:清华大学

- DIP_Tem-DIP存储器等模板
- Trioda_T039-三极管模板
- Diode_TemThru-二极管模板
- T03_9-其他集成电路模板
- Oscillator_Thru1-晶体振荡器模板
- Oscillator_Thru2-晶体振荡器模板
- TOP39_3-模拟集成电路模板
- TOP3_2-模拟集成电路模板
- TOP62_3-模拟集成电路模板
- TOP66_3-模拟集成电路模板
- TOP99_3-模拟集成电路模板
- Capacitor_TemSMD-电容模板
- Capacitor_TemThru1-电容模板
- Capacitor_TemThru2-电容模板
- Capacitor_TemThru3-电容模板
- Capacitor_TemThru4-电容模板
- Connector_Tem_J30J-N-电连接器模板
- Connector_Tem_J30J-N-J-电连接器模板
- Connector_Tem_J30J-N-J-电连接器模板
- Connector_Tem_J30J-N-J-电连接器模板
- Connector_Tem_KNC-电连接器模板
- Connector_Tem_RM3-电连接器模板
- Connector_Tem_RM4-电连接器模板
- Module_SMA-KF17-电连接器模板
- Resistor_TemSMD-电阻模板
- Resistor_TemThru-电阻模板
- Resistor_TemThruSp-电阻模板
- Indicator_TemSMD-磁珠模板
- CAK-电容器模板
- YD-电位器模板
- CT401-电容器模板
- CT41L-电容器模板
- RJ-电阻器模板
- RJJ-电阻器模板
- RMK-电阻器模板
- RMK-电阻器模板RMS084
- RT-电阻器模板
- CPU-集成电路模板
- JS164245-集成电路模板
- LQFP-集成电路模板
- SOIC-集成电路模板
- CJ35NU-电连接器模板
- CJ4FNU-电连接器模板

图9 建立的三维元器件模板库
Fig.9 Library of 3D component template

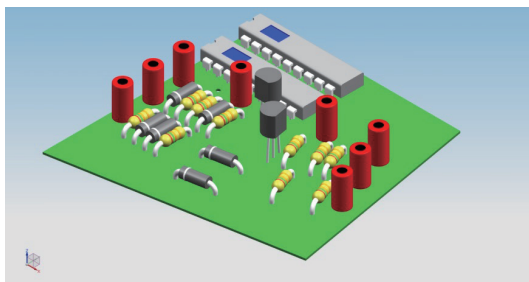


图10 电路板装配后示意图
Fig.10 Design of assembled PCB

出版社,2005.

[2] TeamCenter Engineering 帮助文档.
 [3] 苟凌怡,魏生民. 扩展和定制基本产品数据对象方法研究. 机械科学与技术,2000,19(4):668-670,673.
 [4] 安玉新.PDM在航空工业企业中的实施研究. 物流技术,2005(3): 67-69.
 [5] 孙家坤,李兆前,高琦,等.基于iMAN的报表系统的开发. 计算机工程与应用,2003(18):145-146.
 [6] 赖朝安,孙延明,郑时雄.iMAN的二次开发关键技术. 计算机工程与应用,2001(24): 25-26,166.
 [7] 明亮. 基于iMAN的产品数据管理研究及其实施与应用[D]. 长沙:湖南大学,2006.
 [8] 杨滨.PDM系统的功能及实施应用技术. 电子机械工程,2001(6): 6-9.

(责编 谷雨)

(上接第70页)

ACCH-2-1/8 蜂窝密度均匀性,并使产品合格率降低,从表中可看出,流胶时间控制在 40s 蜂窝密度均匀性达到最佳状态,蜂窝密度上下偏差均小于 6%。图 3 为蜂窝块经过厚度切片处理后的密度均匀性分布,从图 3 可看出,流胶时间过短,蜂窝经翻转倒置后,胶液未能及时向下游流动,导致上端面蜂窝孔壁树脂富集,而使蜂窝密度偏大;流胶时间过长,经过 2 次浸胶后翻转,上下端面胶液会过多的流淌叠加在蜂窝中间位置,使蜂窝在高度方向上两端面密度偏低,中间密度偏大,呈大肚状分布,均匀性差。

在其他浸胶工艺参数稳定不变的情况下,流胶时间控制在 40s,连续浸渍 4 块 ACCH-2-1/8 蜂窝以验证蜂窝密度均匀性控制的稳定性,蜂窝目标密度值为 $(48 \pm 4.8) \text{ kg/m}^3$,测试结果见表 6。

从表 6 可看出流胶时间控制在 40s 制备出的蜂窝密度均匀性均小于 4%,密度控制均在 44.64~51.36 kg/m^3 范围内,满足蜂窝密度公差在 $\pm 4.8 \text{ kg/m}^3$ 内的工艺要求,说明流胶时间控制适宜且稳定性较高。

表6 流胶时间为40s的ACCH-2-1/8蜂窝块密度均匀性

蜂窝块编号	流胶时间 /s	密度均匀性 /%	密度上偏差 /%	密度下偏差 /%
5#	40	3.5	4.42	5.25
6#	40	3.4	5.75	4.56
7#	40	3.0	6.46	4.33
8#	40	2.8	5.42	2.83

3 结论

蜂窝浸胶提升速度与胶液密度具有良好的关联性,试验结果表明,在浸胶提升速度大于 35mm/min 时,上胶量与浸胶提升速度成正比,其表达式为 $\delta=0.126v+15.72$ 。流胶方向和流胶时间的改变影响蜂窝密度的均匀性,当蜂窝倒置流胶时间 40s 时,蜂窝密度均匀性可控制在在 4% 以内。

上述研究结果在大尺寸 ACCH 芳纶纸蜂窝浸胶工艺中已得到应用,在批量蜂窝生产上实现了上胶量密度均匀性的控制,其密度达到波音 BMS8-124 蜂窝材料标准要求。

参考文献

[1] 赵渠森. 先进复合材料手册. 北京:机械工业出版社,2003.
 [2] 李勇.直九机用 Nomex 蜂窝研究.航空材料学报,1996,16(1):47-54.
 [3] Anver D D. Advancements in the manufacture of honeycomb cores. 42th International Symposium, 1997:4-8.
 [4] 杨进军,刘文品,马建忠.蜂窝浸胶-烘干-固化质量模型研究.航空制造技术,2015(7):91-92. (责编 一帆 亿霖)