

基于MBD的数字化设计基础 资源库应用探索

田宪伟

(中航通飞研究院有限公司, 珠海 519040)

[摘要] 结合 MBD 技术的应用, 对企业的数字化设计基础资源库的基本架构及功能进行了研究, 提出了按型号对模板库、材料库、技术注释库、标准件库等基础资源库进行平台化集中管理的方法及基本功能, 在 CATIA/VPM 端通过 CAA 二次开发调用工具将各种数据与 MBD 模型集成, 建立了集查询、调用、检查、管理为一体的资源库管理及应用系统, 有效地提高了建模及管理效率, 增强了建模规范性。

关键词: MBD; 标准件库; 材料库; 技术注释库; 简化表达

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.11.058



田宪伟

高级工程师, 研究方向为数字化设计、MBD 技术及产品全生命周期管理、数字化构型管理、标准化等。

MBD 技术是波音公司在研制新一代波音 737NX 飞机时提出的, 项目实施过程中建立和实施了飞机构型定义与控制 / 制造资源管理系统 (DCAC/MRM), 该系统结合 MBD 技

术的应用进行了大量数字化工具的开发与数字化设计基础资源库建设, 使数字化设计和应用技术达到了一个新的高度。纵观全球飞机研制, 数字化技术已成为各大飞机公司提升企业研发效能, 优化企业研制流程, 提高企业创新能力的有效工具^[1]。

我国航空业的数字化技术应用发展迅速, MBD 技术的引入和工程实践也已开展多年, MBD 技术在产品设计中已得到了初步的应用, 但基于 MBD 的数字化设计制造一体化集成应用体系尚未完全形成, 模型的几何信息及非几何信息的定义主要依赖设计人员手动进行, 标准件、材料、技术注释等虽然建立了基本的数字化使用与管理系统, 但各系统架构不一, 不利于设计与管理效能的提升, 各种信息的建立、更改、统计及管理不能满足型号整个产品生命周期构型管理的要求^[2-6]。全三维数字化设计时代的到来使如何建立标准件、材料、技术注释的唯一数据源, 让设计

员能充分借鉴以往型号经验, 快速获得相关信息, 根据模板建立 MBD 模型, 提高建模规范性、一致性、准确性, 利用信息技术开展标准化工作, 提升工程化应用水平, 提高标准化综合效益, 已成为航空业深入实施 MBD 技术不断研究的课题。本文将从模板工具、材料库、技术注释库、标准件库的顶层管理架构及 CATIA/VPM 应用端使用两个方面进行探讨。

基础资源库系统架构

全数字化时代, 数字化设计基础资源库作为飞机数字化设计的基础应用资源, 已经成为航空各主机厂所保证数据源唯一性、正确性, 实现快速设计的关键因素。企业基础资源库应结合数据管理平台、数字化设计软件及未来的数字化方向, 统筹考虑, 避免重复建设, 利用标准化方法与技术, 深入分析和挖掘各种数据信息和应用需求, 构建统一的资源库管

理系统。基础资源库系统架构功能模型如图1所示。该资源库主要包括 MBD 模板库、标准件库、材料库、技术注释库等,可随数字化设计的需要不断扩展。MBD 模板是三维建模的基础,设计员在模板基础上建模不但提高建模的效率与规范性,而且便于标准件、材料、技术注释等数据信息无缝集成到 MBD 模型结构树下,建立真正意义上的数字化模型。数字化设计基础资源库系统包括两个子系统, CATIA/VPM 客户端应用工具系统和基础资源库管理系统, CATIA/VPM 客户端应用工具系统与基础资源库管理系统之间采用 Web Service 组件技术,实现 C/S 架构之间的信息通信功能。数据层是根据标准建立的基于数据库格式的规范化的数据,管理人员在 Web 环境下对标准件、材料、技术注释等数据进行浏览与规范、统一、高效的管理。设计员通过 CATIA/VPM 与数据库接口完成对规范的数据快速调用,并将数据信息加载到 MBD 模型。

1 CATIA/VPM 客户端应用工具系统

CATIA/VPM 客户端应用工具系

统基于 CATIA CAA 二次开发技术在 CATIA V5/VPM 上开发专用工具并与 CATIA V5/VPM 平台集成在一起,设计员在三维设计环境能够及时查询所需要的标准件、材料、技术注释等信息,并根据需要自动加载到产品结构树或模型结构树下。基本功能如下:

(1)数据申请功能:如果设计员所需要的基础数据如材料、技术注释不在型号选用目录范围内,设计员不需要进入资源库管理界面,直接在应用端口进行数据申请,经管理人员批准后即可进入选用目录供设计员调用,实现数字化在线申请、在线设计、管理平台自动记录,可供追溯。

(2)数据查询功能:可根据材料类别、标准件类别、注释类别快速查找所需的材料、标准件、技术注释等,依据不同的信息检索库显示不同的搜索条件,并提供级联搜索和关键字搜索功能。

(3)数据调用功能:设计员选定所需要的材料、技术注释、紧固件数据后,系统自动将数据加载到 MBD 模型结构树下相应的“材料注释”、“零件注释”或“紧固件”几何图形集下。

(4)数据检查功能:设计过程中各种数据不断更新,在 MBD 模型进行电子审签前,提供数据的自动检查,保证模型中材料、标准件、技术注释的数据是最新的、正确的,并在选用目录范围内。

2 基础资源库管理系统

基础资源库管理系统基于 Web JAVA 语言开发,整个架构采用模块化设计,分为数据服务、数据管理、数据审核以及系统权限管理等功能模块,可根据用户业务需求进行数据结构的扩展。基础资源库管理功能如下:

(1)数据管理模块:管理人员负责对基础资源库维护和数据进行分类管理,提供各种数据条目的增加、删除、查询、更改等功能,以及提供批量数据导入、导出及统计等功能。

(2)数据审核模块:提供设计、审核、标审三级数据入库审签流程,标准化管理员对设计人员提交的数据进行标审、编辑、查重,保证数据源的正确性、唯一性、规范性。

(3)用户及权限管理模块:对用户进行角色管理,按角色配置使用权限,设计和管理权限分离,提供角色、权限定义,如增加用户、删除用户、修改用户密码等功能。

(4)型号管理模块:研制初期确定标准件、材料、技术注释选用范围,设计人员在选用范围内调用相关数据,标准化管理员可根据设计员申请增加数据,便于对标准件及材料进行优化及管控,提高“三化”水平。

(5)数据服务模块:提供 Web Service 接口,为供应商数字化信息系统的数据查询及应用集成提供接口。

MBD 模板库的建立

采用 MBD 技术进行飞机设计过程中,各种设计信息与管理信息的规范统一是实现设计制造一体化的前提,通过规范化、格式化的数据提高对 MBD 模型的理解,因此编制 MBD 标准规范将非几何信息及管理信息,

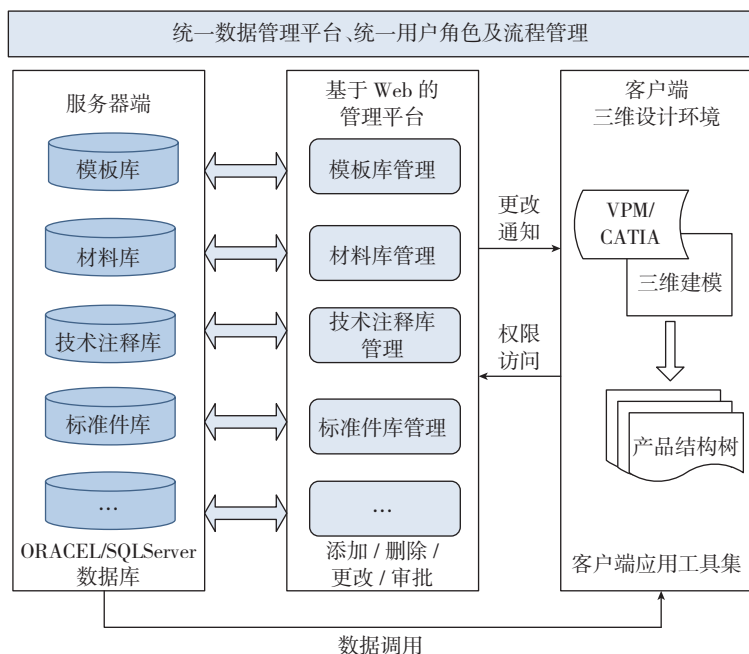


图1 数字化设计基础资源库功能模型

Fig.1 Function model of digital design resource library

如材料信息、技术注释信息及管理属性规范化,并通过 CATIA 软件提供的几何图形集及参数工具建立表达统一的 MBD 模型结构树,建立机件、钣金件、标准件、成品、复合材料件 MBD 模板库。对飞机结构件来说,梁、肋、框、长桁、接头等典型结构件构成了飞机主要结构,典型结构件使用频率高,可以将典型结构件进行分类,将设计规范、标准通过参数形式编入设计表中,借助 CATIA 二次开发功能及参数化工具建立结构件参数模板库(图 2),方便设计员在进行结构设计时按照要求调用不同的模板零件,简化了设计过程,规范了建模操作,提高了工作效率。

企业型号研制众多,可通过模板库管理系统建立不同型号的模板库,实现模板的建立、修改与管理机制,从源头保证数据建立的完整性、统一性,实现企业内部设计人员对资源的有效共享及知识的不断积累。

材料库信息的集成应用

在过去的三维为主二维为辅的研制模式中,材料库的作用只是将材质球赋予三维模型,起到计算重量的作用,作用有限,关注较少^[7-10]。在 MBD 模式下,不但材料名称、材料牌号、规格、材料规范等信息要与 MBD 模型集成,更重要的是通过材料库的管理功能实现对供应商管理、性能数据浏览、使用经验的积累,并通过型号管理功能,开展材料的优化设计,合并材料牌号和规格,完成材料数据的统计工作。材料库功能模型如图 3 所示。

在 CATIA/VPM 客户工具端,设计员使用浏览功能,翻阅材料规范,查看材料的性能、价格及使用经验数据,进行零件材料的选取,确定所选材料后,在 MBD 零件模型根节点下自动加载材质球,并将材料名称、牌号、供应商等信息自动加载到模型结构树的“材料注释”几何图形集相应

的参数下,完成材料信息的调用。系统根据材质球,自动进行重量、中心及转动惯量的计算,并根据材料的颜色完成零件模型颜色的设置。从而完成材料选取、调用、材料信息加载及数据计算的自动化集成应用。

在基于 Web 的服务器管理系统上利用型号管理功能,在初步设计阶段确定型号材料选用目录,随着设计的不断深入,对设计员调用的材料进行统计分析,利用数字化手段开展材料优化工作,减少材料的选用范围和规格,对于不能满足要求的材料及时从型号材料选用目录中删除,避免被

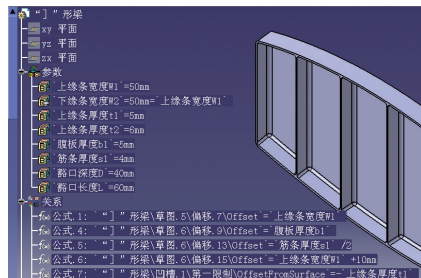


图2 典型飞机结构件参数化模板
Fig.2 Parameter template of representative aircraft structure part

设计员继续选用,以达到控制材料选用的目的。材料检查能够实现客户工具端与管理系统数据的交互,对于管理平台已经更新的材料数据,及时通知设计员进行材料的重新选取,对于已经确定选用的材料,客户端发送采用通知给管理系统,进行材料采用统计分析,标准化管理人员可将型号最终采用的材料进行统计输出。对于已经成熟应用于某一零件或部位的材料,通过经验共享模块将材料选用经验积累并共享,不但提高效率,而且提高了正确性。

技术注释的数字化实现

在二维工程图时代,技术注释通常由设计人员标注在图纸右侧。采用 MBD 技术后,三维数模必须能够对技术注释进行合理表达,实现无图设计。因此技术注释在 MBD 技术应用过程中要解决几个核心关键问题:(1)技术注释的表达方式;(2)技术注释的分类管理;(3)技术注释的数字化统一编码;(4)技术注释标注的规范性及标注的效率。

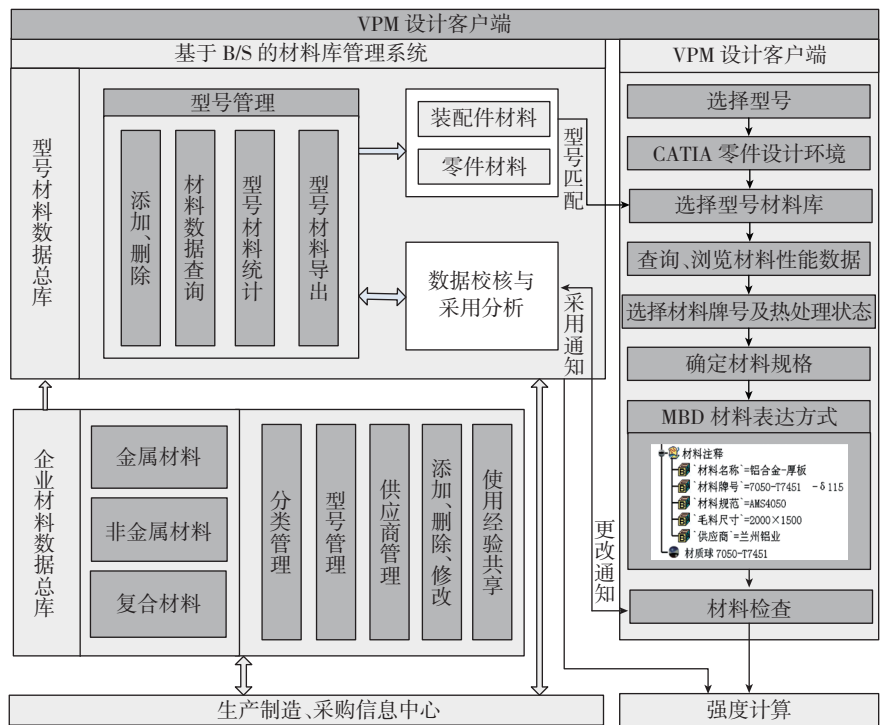


图3 材料库管理及应用功能模型
Fig.3 Management and using function model of material library

1 技术注释的分类与规范化

由于技术注释跟材料、工艺、加工方法直接有关,关系复杂、内容繁杂、数据离散、表达不一,因此在技术注释确定过程中标准化人员必须提前介入,将技术注释内容的表述、专业术语、用词或用语规范化、统一化,避免歧义与理解错误。同时,为便于注释的添加、修改管理及 CATIA/VPM 客户端查询、调用,通过对技术注释内容进行分析,根据工艺、加工方法进行分类,见表 1。

表1 技术注释类别划分

注释类别	名称	注释类别	名称
01	公差注释	08	焊接注释
02	粗糙度注释	09	胶接注释
03	几何元素注释	10	密封注释
04	标准件安装注释	11	润滑注释
05	表面防护注释	12	包装注释
06	热处理注释	13	标印注释
07	油漆涂层注释	14	检测注释

2 技术注释数字化编码及调用

MBD 技术要求技术注释必须以“数字量”进行表达,用数字化编号对技术注释进行身份标识,技术注释的数字化编码由对象类别、注释类别、明细类别和顺序号 10 位字母及数字组合构成。对象类别主要用来区分产品对象,如飞机、发动机、机载成品,用 1、2、3 代表。注释类别主要分为通用注释、零件/装配件注释,分别用字 G、P 和 M 表示^[7]。明细类别编号用两位数字表达,见表 1。CATIA/VPM 客户端,设计员根据产品的对象类别、注释类别、明细类别在庞大技术注释库中进行检索,根据关键字进行全库搜索,选择相应的技术注释条目及模型结构树下的“零件注释”几何图形集,一条完整的零件技术注释的表达如图 4 所示。

技术注释内容不可更改,如有错误,必须由标准化管理员在管理平

台统一更改,设计员根据数据检查结果进行数据更新。如需新增注释,可在客户端提出新增注释申请,经过审核、标审后才能入库,方能调用,从数据源头保证数据的规范性、正确性、唯一性。

标准件库的应用扩展

采用 MBD 技术后,标准件的使用方法发生了根本变化,必须根据应用需求建立基于数据库格式的规范

数据格式。不但要根据设计需要能建立参数化实体标准件三维模型,而且要满足紧固件快速设计与表达的需要,在装配信息模型中进行紧固件参数化点、线、圆简化定义,又要有利于以 XML 格式对紧固件 BOM 输出、统计,实现紧固件信息的集成和共享。标准件功能模型见图 5。简化定义的标准件能够以生成三维实体标准件的参数信息来生成点、线、圆表达的紧固件数据,保证三维实体

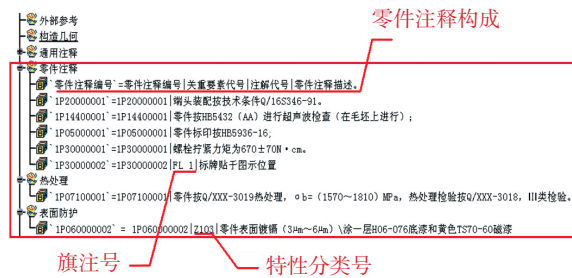


图4 技术注释的表达与调用

Fig.4 Expression and using method of technical note

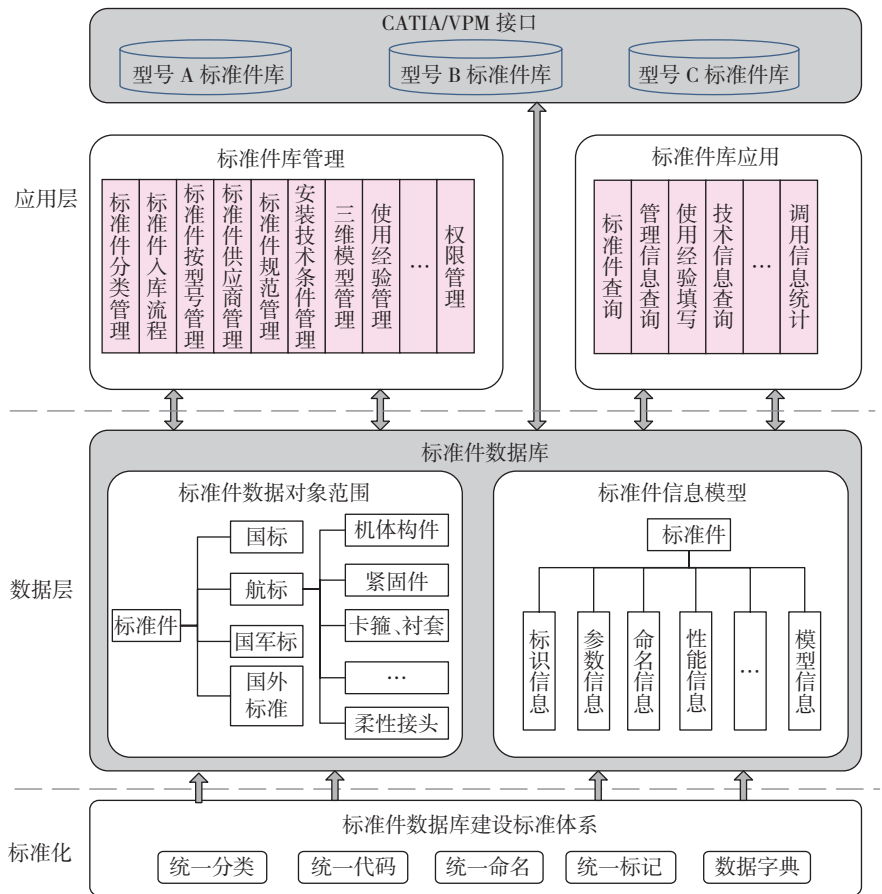


图5 标准件库功能模型

Fig.5 Function model of standard part library

数模的参数和简化表达标准件参数数据源唯一,从而实现 MBD 模式下标准件的全数字化表达。简化表达的紧固件各种数据信息与标准件管理系统中的管理数据及参数化设计表中的几何尺寸信息相互关联,根据标准件库中的信息,实时调用 CAITA 及 VPM 系统中的各种工具,生成简化表达的紧固件格式化数据。为了便于电子样机的干涉检查,简化表达的紧固件可以实时从标准件库调用轻量化标准件实体数模进行装配检查,既减少了数据量,又可实现模型的可视化。管理人员及设计员在 Web 环境下对标准件数据进行浏览与管理,设计员通过 CAD 软件与数据库接口完成三维数据的调用。

结束语

本文在 MBD 初始应用的基础上,结合企业型号研制的实际需求,将型号研制过程中基础的材料、标准件、技术注释等信息标准化,并通过信息技术推进型号研制过程中的标准化工作,探索基于 PLM 系统的 MBD 协同集成应用,建立基于 VPM 的 MBD 模板库及技术注释库,对标准件库和材料库进行扩展和 MBD 技术融合,建立起支持 MBD 设计的

基础资源库集成应用系统进行管理与设计效率双重提升,通过标准的贯彻与信息化集成提高产品的设计质量。

参考文献

- [1] 王咏梅,田宪伟.飞机全三维数字化建模技术[J].航空制造技术,2013(21):32-35.
- WANG Yongmei, TIAN Xianwei. Full 3D digitized modeling technology of aircraft[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013(21):32-35.
- [2] 贾晓亮.关于 MBD 技术在我国航空制造企业应用的几点思考[J].航空制造技术,2013(3):50-54.
- JIA Xiaoliang. Thinking about application of MBD technology in Chinese aeronautical manufacturing enterprises[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013(3):50-54.
- [3] 冯涌能,王铮阳,宋娅.MBD 技术在协同设计制造中的应用[J].航空制造技术,2010(18):64-67.
- FENG Tongneng, WANG Zhengyang, SONG Ya. Application of MBD in collaborative design and manufacturing[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2010(18):64-67.
- [4] 张荣霞,张树生,周竞涛,等.基于 MBD 的零件制造模型管理[J].制造业自动化,2011,33(8):6-9.
- ZHANG Rongxia, ZHANG Shusheng, ZHOU Jingtao, et al. Part manufacturing model management based on the MBD[J]. Manufacturing Automation, 2011,33(8):6-9.
- [5] 周秋忠,樊庆春.MBD 支持的产品协同设计及协同信息表达[J].制造业自动化,

2011,33(1):55-59.

ZHOU Qiuzhong, FAN Qingchun. MBD supported product collaborative design and collaborative information definition[J]. Manufacturing Automation, 2011,33(1):55-59.

[6] 鲁康.强化标准关注体系推进 MBD 深入应用[J].航空制造技术,2010(20):54-57.

LU Kang. Promote deeply application of MBD by strengthening standards and focusing on systems[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2010(20):54-57.

[7] 曲直,田宪伟,李春威.MBD 技术在飞机设计中的应用[J].航空制造技术,2013(13):103-106.

QU Zhi, TIAN Xianwei, LI Chunwei. Application of MBD technology in aircraft design[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013(13):103-106.

[8] 冯涌能,王铮阳,孟静晖.MBD 技术在数字化协同制造中的应用与展望[J].南京航空航天大学学报,2012,44(S):132-137.

FENG Tongneng, WANG Zhengyang, MENG Jinghui. Application and development of MBD in digital collaborate manufacturing[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2012,44(S):132-137.

[9] ASME. Dimensioning and tolerancing, engineering drawings and related documentation practices Y14.5M-1982[S]. ASME Press, 2009.

[10] 刘俊堂.全三维飞机设计技术及其应用[J].航空制造技术,2010(18):69-71.

LIU Juntang. Full three-dimensional design technology and application in aircraft[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2010(18):69-71.

Discussion About Application of Digital Design Resource Library Based on MBD

TIAN Xianwei

(China Aviation Industry General Aircraft Institute Co., Ltd., Zhuhai 519040, China)

[ABSTRACT] In this paper, function and system framework of digital design resource library is researched with the application of MBD. The management method on system platform of the digital design resource library is thought out according to aircraft type. The scheme and function of digital design resource library such as parameter template library, standard part library, technical note library and material library are proposed. All kinds of data are integrated into MBD model through software tools developed on CATIA CAA. The management and application system of digital design resource library is developed. The administrator can manage and check dataset on this platform. The designers can search and use all the data of resource library through CATIA. The efficiency of management and designing is improved markedly. The MBD model is much normative than before.

Keywords: Model based definition; Standard part library; Material library; Technical note library; Simplified expression

(责编 李丹)