

基于MBD的工程更改信息 表达方法

Expression Method of Engineering Change Based on MBD

西北工业大学机电学院 史小强 赵东平 寇 萌 张树生



史小强

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室博士研究生, 西安航空动力股份有限公司研高工, 主要从事航空发动机数字化制造技术研究。

为了快速开发新产品,满足客户个性化要求,企业在产品的开发过程中需要不断进行设计修改、质量改进、安全隐患处理以及版本升级等一系列更改活动来确保和提升产品品质。工程更改(Engineering Change, EC)是企业在产品开发过程中,根据企业内部或者外部的需要,由相关人员按一定流程对于预发布或者已发

针对 MBD 环境下工程更改信息的表达与发布问题,提出了基于 MBD 的工程更改信息表达方法。该方法以设计 MBD 或工艺 MBD 模型为数据集,从视图更改信息和非视图更改信息两方面设计了工程更改信息表达分发文件。基于 Acrobat Pro Extended 开发了基于 MBD 的工程更改信息表达与发布系统,并以某型号导弹发动机装配体的工程更改管理信息表达分发文件的生成与发布为例研究了更改视图和更改表格的创建。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.18.045

布的产品数据进行的更改^[1-2]。随着市场对小批量、多品种产品的需求日益增加,企业的更改活动日益频繁,使得工程更改管理成为企业管理学和信息化研究的热点问题,越来越受到企业的重视^[3]。

传统的工程更改信息表达是基于纸质文档的信息表达方法。随着计算机技术的发展,工程更改电子表单和二维工程图已经成为工程更改信息的主要表达方法^[4]。然而,随着 MBD 技术的不断推行,越来越多的制造企业在产品的设计和制造阶段实施了 MBD 技术。在目前基于二维工程图的工程更改管理中,企业需要不断地在二维环境和三维环境之间

进行数据转换,不但消耗了大量的企业资源,拖延了产品的上市时间,而且容易产生数据转换和传递的错误,降低了企业的竞争力。目前基于二维工程更改单的工程更改信息表达方法已经不能满足制造企业的需求,企业迫切需要基于 MBD 的工程更改管理信息表达方法来支持 MBD 技术在产品生命周期的全面实施。

基于 MBD 的工程更改管理 信息表达的必要性

1 基于二维工程图的工程更改信息表达

在产品的开发过程发生工程更改时,企业基于二维工程图来表达工

确认、发布、更改管理和存储等过程,如工程更改指令、标题栏、版本历史栏等。MBD 环境下的工程更改数据内容如图 3 所示。

2 工程更改 MBD 数据集定义

MBD 环境下的产品数据必须以 MBD 数据集的形式进行表达,因此设计人员必须创建包含产品几何信息和非几何信息的产品设计 MBD 数据集。工艺设计人员以产品设计 MBD 数据集为基础,创建产品的机加工工艺和装配工艺 MBD 数据集。本

文定义的工程更改 MBD 数据集由产品 MBD 模型和更改管理信息表达分发文件两部分组成,表达了工程更改管理所需的所有信息。其中,产品 MBD 模型替代了二维工程更改单中的工程图,更改管理信息表达分发文件则替代了工程更改管理文档。由于工程更改可能涉及到产品的设计信息或者工艺信息的更改,所以更改的 MBD 模型可能是设计 MBD 模型,也可能是工艺 MBD 模型。

(1) 工程更改信息表达分发文

件的设计。

在工程更改管理 MBD 数据集中,工程更改管理信息表达分发文件用于向工程更改各个部门和组织传递更改信息,并能够表现产品数据的 MBD 定义,是一种非 CAD 格式的文件。所以,MBD 模型转换为非 CAD 格式文件以后,需要一种浏览器来浏览转换后的 MBD 模型。此外,产品识别、版本控制元素(如标题、尺寸公差、应用和修订历史栏等)、零件表、一般注释和分区元素等无法在 MBD 模型上直接进行修改的信息,只能在工程更改管理信息表达分发文件中表现。

基于 MBD 的工程更改信息表达分发文件不但能够描述更改的原因、目的和内容,而且能够使用在非 CAD 环境下浏览标记的三维模型来代替原有的文字叙述模式或者绘制草图模式,生成标记文档。确定了工程更改管理信息表达分发文件的功能后,需要为工程更改管理信息表达分发文件选择合适的三维文件格式类型,支持工程更改管理信息表达分发文件的生成。工程更改管理信息

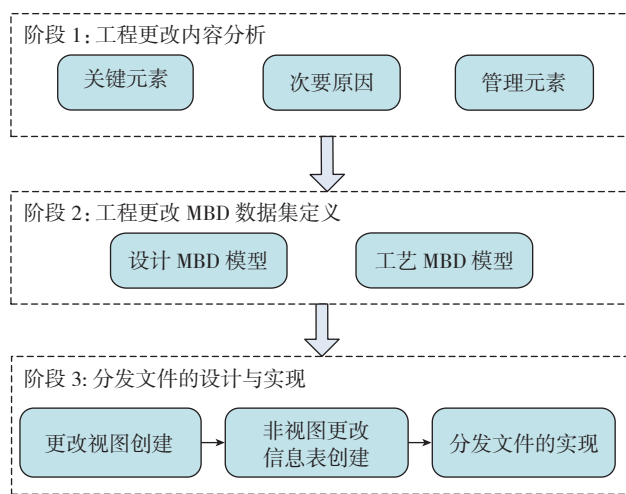


图2 基于MBD的工程更改信息表达总体框架

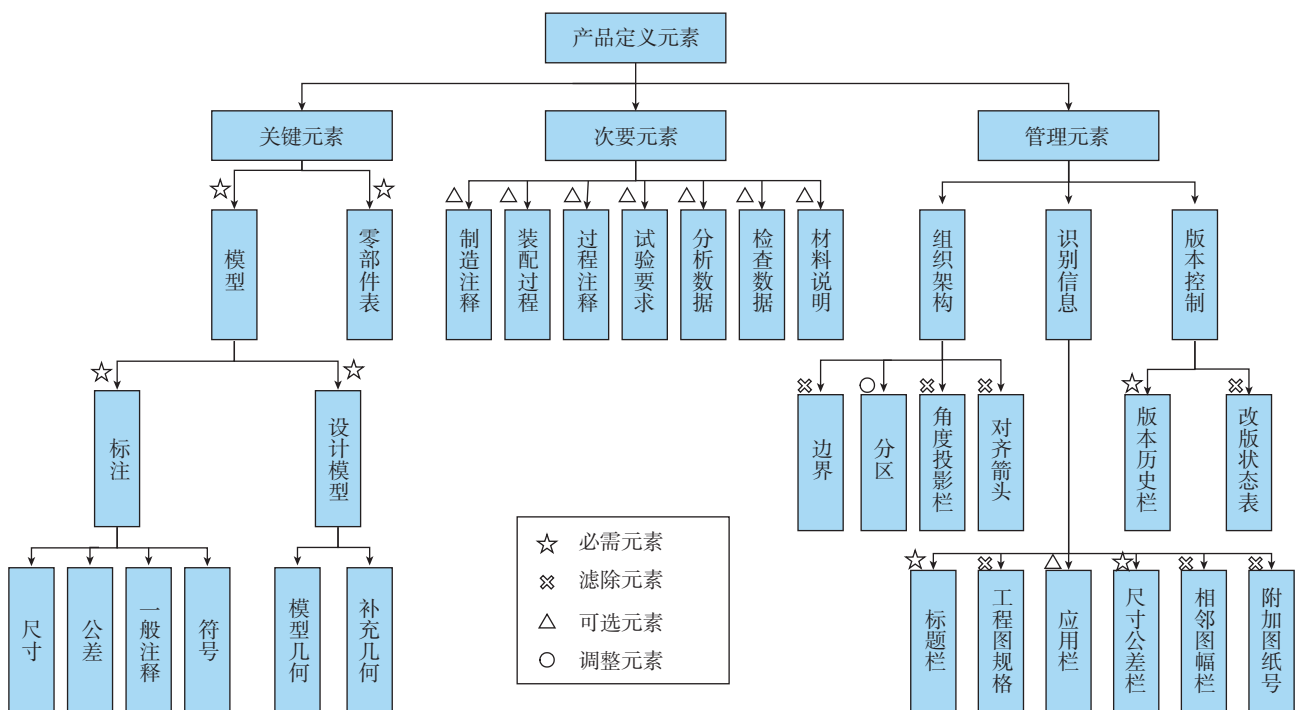


图3 MBD环境下的工程更改数据内容

表达分发文件必须采用一种遵循国际标准的文件格式来支持其他用户访问产品数据,图4是当前具有国际标准的常用三维文件格式的简要清单及其优缺点。

常用三维模型文件格式可以分为 CAD 格式、中性格式和轻量化格式 3 类。为使工程更改管理参与人员能访问和交互,基于 MBD 的工程更改信息表达分发文件必须以非 CAD 的格式来维护。中性文件能够体现几何模型的鲁棒性,但它在工程更改过程中形成的文件容量依然过大。同时,中性文件缺少用于数据加密的安全机制,仅能通过外部应用来实现数据加密,不适合企业业务流程管理。轻量化格式是缺失完整 CAD 模型丰富性的产品三维模型格式,其

主要特征是通过压缩技术和数据加密技术来减少文件大小,提高文件安全性。同时,轻量化模型可以在非 CAD 环境下读取和浏览三维标注,在模型上进行标记,支持标记文档的生成。由于轻量化格式良好的特性,本文选择一种轻量化格式作为工程更改管理信息表达分发文件中更改信息的载体。

目前,主要的轻量化格式包括 3DXML、HSF、JT、PLM XML、PRC、U3D、X3D 和 XGL/ZGL。通过分析发现,仅有 JT、PRC、3DXML 和 U3D 格式能够读取和浏览从 MBD 模型转换的三维标注。由于 PRC 格式在开放性方面有着巨大的优势、拥有标准化程度相对较高的可免费获取的技术参数、精确的实体几何表达

(B-Rep)能力、支持模型三维标注的读取和浏览、支持在非 CAD 环境下对模型的标记、较强的安全机制和数据压缩能力,所以,在基于 MBD 的工程更改管理中,选择 PRC 格式作为工程更改管理信息表达分发文件的模型格式文件。

(2) 工程更改信息表达分发文件的实现。

工程更改管理信息表达分发文件需要借助非 CAD 格式的可视化工具来实现,由于 PRC 格式可以存储和嵌入在 3D PDF 文件中,且能在 3D PDF 中进行标记,同时 3D PDF 格式被认为是一种开放性的格式,适用于浏览、创建和归档产品数据,所以选择 3D PDF 作为生成工程更改管理信息表达分发文件的可视化应用工具。工程更改管理信息表达分发文件的生成过程及零件的工程更改管理信息表达分发文件如图 5 所示。工程更改管理信息表达分发文件的显示区域被分成两个窗口,即图形窗口和表格窗口。图形窗口用于显示模型几何和关联的三维标注,表格窗口则集成了识别信息、版本控制元素、零件表、一般注释和分区元素等内容。

工程更改管理信息表达分发文件在审批阶段进行标记,然后发布给所有工程更改管理参与者进行审查。这些标记注释将会包含在工程更改管理信息表达分发文件中,形成工程更改管理标记文档。图 6 为在图形窗口和表格窗口添加工程更改管理标记文档,其中图形窗口中的标记标明需要更改指定的设计尺寸和公差。

应用实例

基于所提方法,采用 Microsoft Visual Studio 2008 作为开发环境,基于 Acrobat Pro Extended 开发了基于 MBD 的工程更改信息表达与发布系统。该系统主要包括三维视图更改信息和非视图更改信息设计两个模

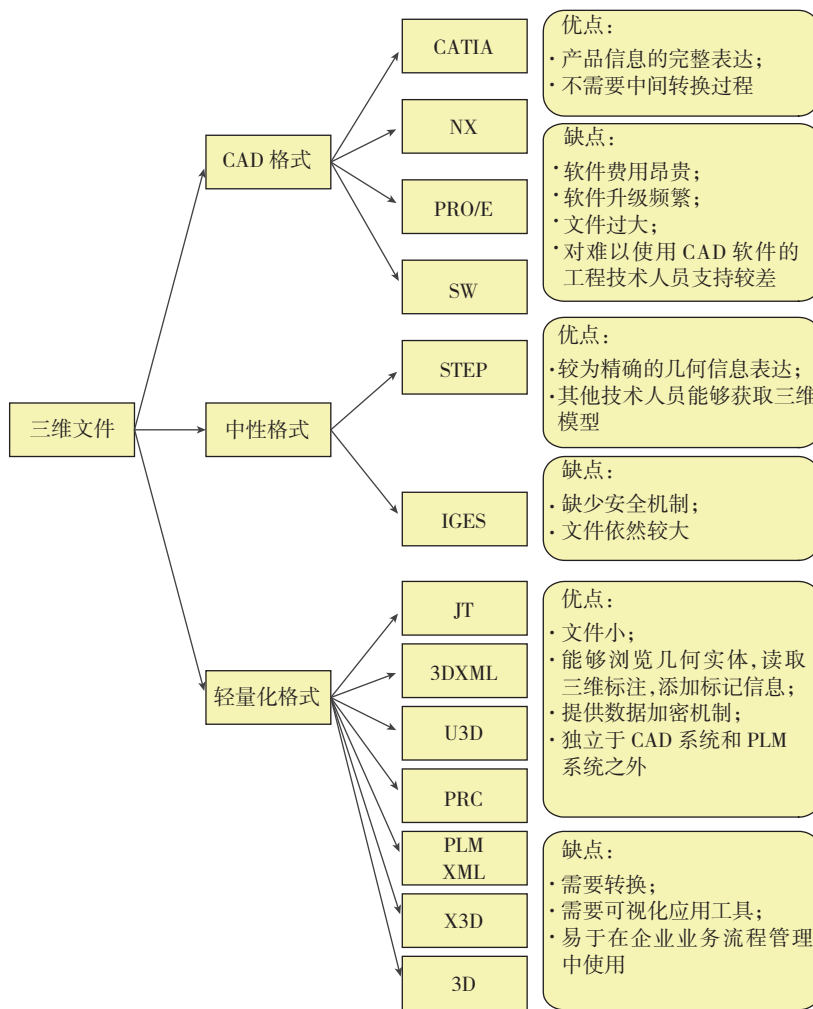


图4 常用三维模型文件格式

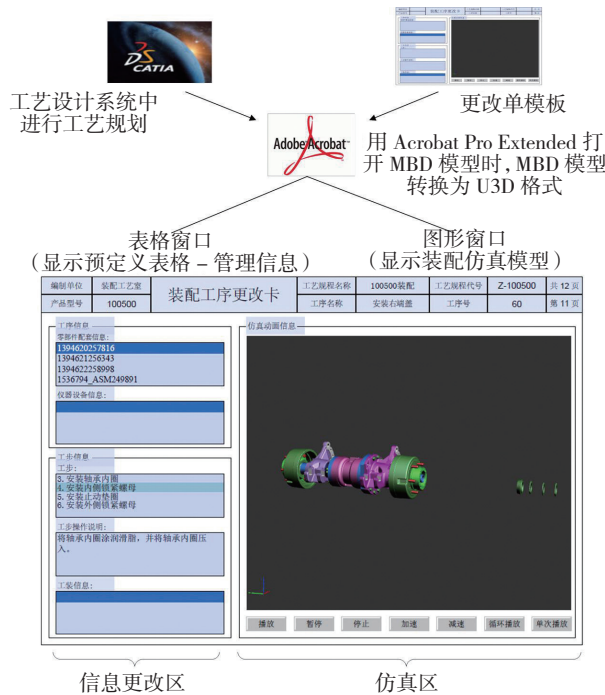
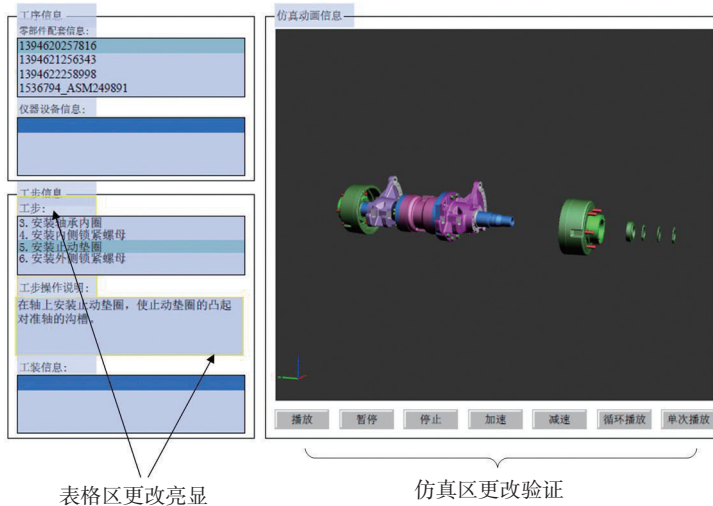


图5 工程更改管理信息表达分发文件实例



表格区更改亮显

仿真区更改验证

图6 工程更改管理标记文档

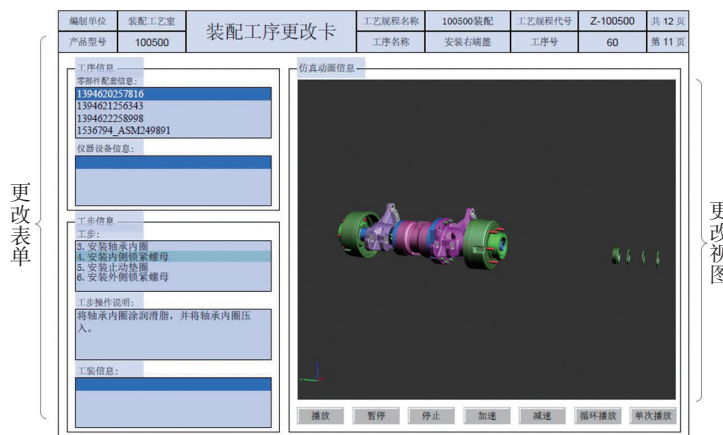


图7 某型号导弹发动机装配体的工程更改管理信息表达分发文件

(责编 谷雨)

块。如图7所示为某型号导弹发动机曲轴装配体的工程更改信息表达分发文件。三维环境下装配更改视图的创建利用CAD系统的草图工具,并自动生成零部件表,创建爆炸视图和动画。

结束语

针对 MBD 环境下工程更改信息的表达与发布问题,提出了基于 MBD 的工程更改信息表达方法。该方法以设计 MBD 或工艺 MBD 模型为数据集,从视图更改信息和非视图更改信息两方面设计了工程更改信息表达分发文件。基于 Acrobat Pro Extended 开发了基于 MBD 的工程更改信息表达与发布系统,并以某型号导弹发动机部件装配体的工程更改管理信息表达分发文件的生成与发布为例研究了更改视图和更改表格的创建。

参考文献

- [1] 郑晓晨. 制造企业工程变更影响评价研究[D]. 济南: 山东大学, 2012.
- [2] Quintana V, Rivest L, Pellerin R. Measuring and improving the process of engineering change orders in a model-based definition context. *Int. J. Product Lifecycle Management*, 2012, 6(2):138-160.
- [3] Loch C H, Terwiesch C. Accelerating the process of engineering change orders: capacity and congestion effects. *J Prod Innov Manag*, 1999, 16:145-159.
- [4] Quintana V, Rivest L, Pellerin R, et al. Will model-based definition replace engineering drawings throughout the product lifecycle? A global perspective from aerospace industry. *Computers in Industry*, 2010, 61:497-508.
- [5] Quintana V, Rivest L, Pellerin R, et al. Re-engineering the engineering change management process for a drawing-less environment. *Computers in Industry*, 2012, 63:79-90.
- [6] Alemanni M, Destefanis F, Vezzetti E. Model-based definition design in the product lifecycle management scenario. *Int J Adv Manuf Technol*, 2011, 52:1-14.