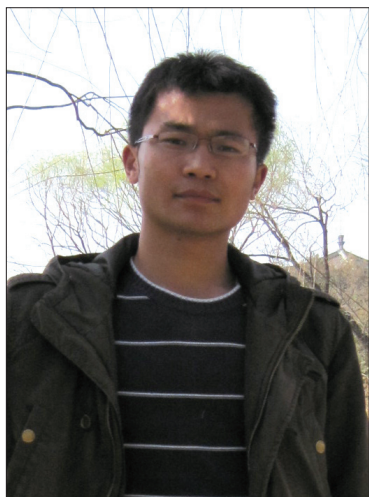


装配工艺设计在 MPMLink 中的实现

Realization of Assembly Design in MPMLink

上海航天精密机械研究所 郭具涛 张小龙 高伟 吴铮 冯波 栗文超



郭具涛

助理工程师,毕业于北京航空航天大学,航空宇航制造工程专业硕士研究生,目前主要从事数字化制造方面工作。

当前,数字化技术在航空航天企业发展迅速,三维数字化技术得到了广泛的应用。特别是基于模型定义(Model Based Definition, MBD)技术的推广应用,无纸化的思想成为一种趋势,贯穿于整个产品研制过程中。本文是在 MBD 技术下,对三维装配工艺设计在 MPMLink 中应用的一个探索。

装配工艺设计的内容

装配工艺设计在航空航天产品

MPMLink 能够实现三维装配工艺的设计工作,能够保证过程计划、制造物料清单和工作指令准确反应当前工程设计,且 PDMLink 与 MPMLink 在一个平台下真正实现单一产品数据源,能够容易保证数据的一致性问题。

的制造中占有极其重要的地位,装配工艺设计及仿真工作贯穿于整个装配流程中。装配工艺设计是连接产品设计和产品装配的纽带,其主要任务是将设计信息转化为制造信息,工艺过程设计的合理与否直接影响着所装配产品的质量、装配工作的难易程度和装配生产率等。

MBD 技术应用以前,装配工艺设计工作以二维图纸为主要的依据。采用 MBD 技术后,产品结构设计工作的结果是数字状态的三维模型,不再生成二维的工程图纸,工艺设计的依据发生了根本性的变化。尽管如此,装配工艺设计的内容并没有发生变化,其设计流程可分为工艺方案规划和详细工艺设计两个阶段,两者有明显的串行关系^[1]。工艺方案设计阶段主要进行 BOM (Bill of Material, 物料清单)间的转换和装配

工艺单元的划分;详细工艺设计阶段的任务是确定工位、工序和装配方法,并完成各装配环节所需资源的关联,最后生成装配工艺文件。

采用 MBD 数模作为装配工艺设计的依据,导致工艺设计工作的方式与方法发生了根本变化,需要更多的借助于与 MBD 技术配套的数据操作和管理平台来完成工艺设计工作。

MPMLink 组成和功能

Windchill 系统主要由 PDMLink、ProjectLink 和 MPMLink 三大模块组成,其中 MPMLink 模块用于制造过程管理。制造过程管理(Manufacturing Process Management, MPM)是定义和管理用于制造部件、装配最终产品和执行检查的制造过程^[2]。作为全生命周期过程的数字管理模块,它是连接产品设计、生

产计划到资源和库存安排的桥梁。MPMLink 是由几个浏览器组成的,如图 1 所示。

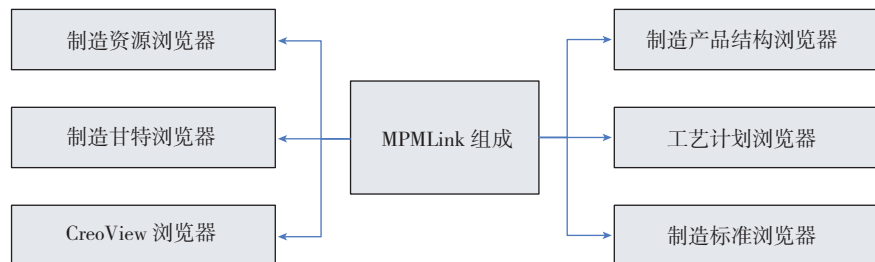


图1 MPMLink组成

在 MPMLink 的几个主要浏览器中,制造产品结构浏览器可从工程物料清单创建工艺物料清单,以及创建与制造部件相关联的工艺计划;工艺计划浏览器可定义工艺计划,工艺计划详细说明为生产、检查、修理或维护指定部件或装配体而需要在车间完成的任务;制造甘特浏览器可查看工艺计划、部件和制造资源,并为工艺计划中的操作以及资源平衡活动管理时间约束条件;CreoView 浏览器可查看与部件及结构相关的三维模型、绘图和图像,并可将这些图像另存为独立文档。通过 MPMLink 各个浏览器的协作工作,可以实现 EBOM 到 PBOM 的关联转换管理、数字化工艺计划、制造资源管理、图形化过程设计、作业指导书动态生成等。

装配工艺在 MPMLink 中的设计过程

1 装配工艺设计的流程

装配工艺设计与管理属于工程分析与设计的范畴,是不可或缺的重要的生产准备工作之一。在 MPMLink 中进行装配工艺设计的流程如图 2 所示。

从图 2 中可以看出装配工艺设计的输入是工程物料清单(Engineering Bill of Material, EBOM)、三维 MBD 数模及其他资源,输出是制造物料清单(Manufacturing Bill of

Material, MBOM)、三维装配指令和设计过程的变更信息等。在 MPMLink 中进行装配工艺设计大致分为 3 个

阶段: BOM 转换阶段、工艺计划定义阶段和工艺过程优化阶段。其中, BOM 转换阶段完成 PBOM 的构建,工艺计划定义阶段完成装配工艺计划的编制,工艺过程优化阶段通过甘特图和装配过程仿真选择最优的装配工艺计划。

2 BOM 转换

从设计或工程的角度看产品的制造方式不同于从计划或制造的角度看产品将采用的制造方式。将

工程物料清单变换为工艺物料清单(Process Bill of Material, PBOM)是装配工艺设计过程的一个关键部分。BOM 转换是在 MPMLink 的制造产品结构浏览器中实现的,该浏览器能够使 EBOM 和 PBOM 在同一个双重界面显示,界面如图 3 所示。

在 MPMLink 中使用视图来区别 EBOM 和 PBOM,从图 3 可以看到,EBOM 中零部件对象的版本属性后都带有“(Design)”标识, PBOM 中零部件对象的版本属性中带有“Manufacturing”标识。在形成 PBOM 过程中,除了要考虑工艺方面的因素,还要保证 PBOM 数据与 EBOM 中数据的一致,这包括不能在原结构中增加和删除零组件、改变所用零件的数量以及改变部件之间的安装关系等。

在制造产品结构浏览器通过 EBOM 新建下游视图,并将 EBOM 打开为上游视图,即可构建出与 EBOM 结构一致的 PBOM 结构树,并可将它

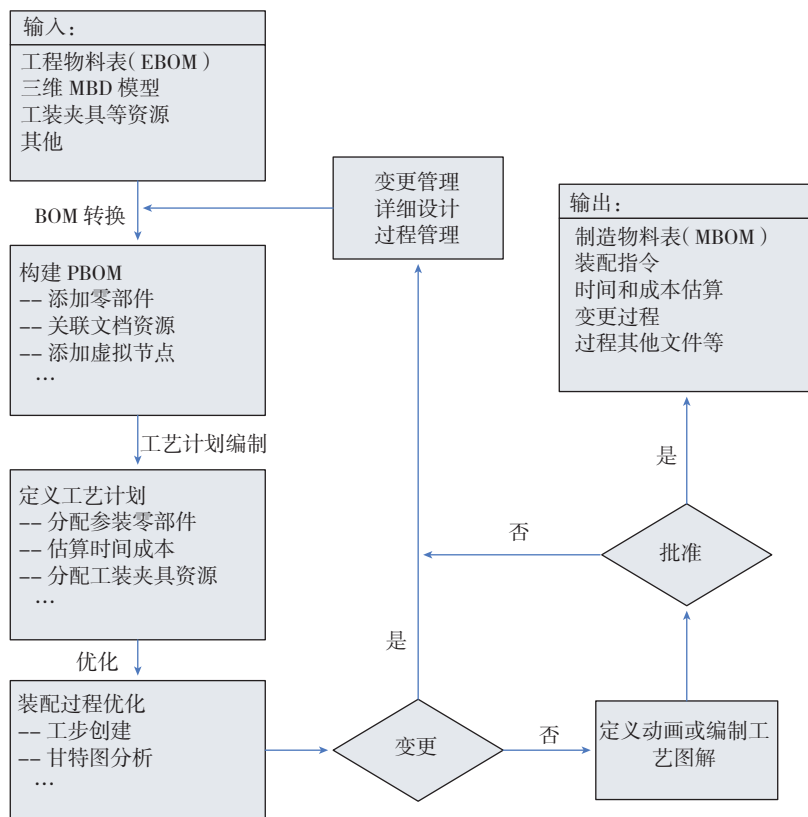


图2 装配工艺在MPMLink中的设计流程

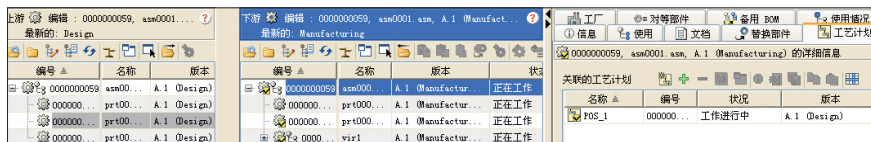


图3 BOM转换双重界面

们在一个窗口中打开显示。然后在EBOM 结构调整,主要内容包括:

- 插入虚拟构型节点。在PBOM 上创建新的工艺组合件节点,并可通过拖拽的方式将结构树上的节点放进虚拟构型节点中;
- 对结构树中的数量大于1的零部件进行数量的拆分,并可将拆分出来的节点放在指定的节点下;
- 设置PBOM 中零部件分类,包括:外配套件、带料委外件、不带料委外件、自制件;
- 添加锻件/铸件、添加工艺中间件。将系统产品或存储库上下文中已经存在的零部件、原材料等信息添加到PBOM 中;
- 对PBOM 进行文档、工厂等信息的关联。

除了采用BOM 转换双重界面进行PBOM 的重构工作以外,还可以利用系统提供的直观三维可视化

误的发生。

3 工艺计划的编制

工艺计划是由Windchill MPMLink 管理的核心商务实体,它详细说明了为生产、检查、修复或维护指定部件或装配体而需要在车间完成的任务^[2]。使用MPMLink 工艺计划,可以完成以下工作:

- 执行产品制造所需的操作;
- 操作的执行顺序;
- 每项操作的时间、成本和约束条件;
- 操作所需的物理资源和技能;
- 制造产品时需要的部件,以及制造过程中该部件的使用位置和方式。

工艺计划的编制是在PBOM 的基础上,在工艺计划浏览器上为装配工作的开展而编制的操作说明。其界面如图4 所示。

工艺计划的详细程度取决于所



图4 工艺计划编制界面

环境,在该环境中通过复制、粘贴等方式直接利用设计零组件对应的三维轻量化模型重构生成产品PBOM 结构。MPMLink 模块的BOM 转换提供了EBOM 和PBOM 产品结构的符合性对比分析功能,检查EBOM、PBOM 中包含的所有零组件项和数量是否一致,并在界面中用不同符号标识 差异之处,使设计人员快速获取不同视图的产品结构差异性清单,避免BOM 重构过程中人为的失误,以加快PBOM 重构效率,减少人为失

要装配产品的复杂程度,通常情况下,工艺计划是在定义了用于制造产品的资源、部件和标准后创建。工艺计划的编制过程如下:

- (1) 在构建PBOM 的制造产品结构浏览器中为PBOM 插入工艺计划。
- (2) 在工艺计划浏览器中打开创建的工艺计划,并进行结构化的装配工序操作设计。
- (3) 为每一工序装配操作分配零部件。零部件的分配可以通过

BOM 进行分配,也可以在CreoView 中打开产品模型通过复制黏贴的方式分配。同时也可以为操作添加非操作耗用部件。

(4) 为每道操作添加详细说明,用以说明操作的具体内容。同时为操作添加时间与成本等信息。

(5) 为操作添加资源分配、工厂、文档等其他信息。

(6) 通过CreoView 进行装配过程注释、装配过程模拟仿真、动画制作与浏览。

为提高工艺人员的工艺设计速度和标准化程度,促使工艺知识的有效沉淀和积累,在工艺计划编制过程中可对涉及的工艺资源进行管理,并且还支持对典型标准工序的管理,可以将经常被使用或者经过验证并被推荐重用的单道或一组工序作为典型工序在系统中进行发布,工艺设计人员可以直接调用典型工序。

4 工艺计划过程优化

对工艺计划过程的优化是在建立了工步操作的基础上,通过分析工艺计划的甘特图和制作装配工艺动画,发现并修改工艺计划中的不合理操作,以使装配工艺过程更加合理。

(1) 创建工步。

工步用于在记录工艺计划中有关如何生产、测试、维护或修复部件或装配体的指示时将依序执行的操作组合在一起。工步有替换工步和并行工步,替换工步可替换另一工步中某组操作的工步;并行工步是与其他工步同时发生的操作工步。工步可用于记录那些可与其他操作同时发生的操作或替代其他操作发生的操作。在MPMLink 中替换工步、并行工步和操作的关系如图5 所示。

(2) 甘特图分析。

MPMLink 制造甘特浏览器是进行甘特图查看和分析,它提供了一种易于使用的交互式环境来查看、编辑和分析一个或多个制造工艺计划。

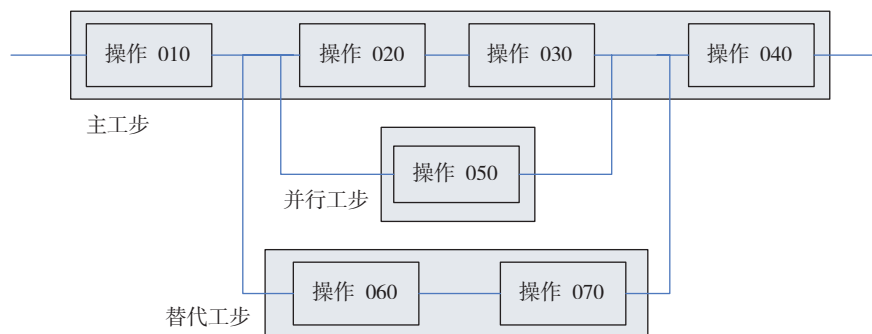


图5 工步和操作的关系图

对工艺计划和操作所作的修改不会保存回 Windchill 系统,仅作为信息性消息或用于测试。在对工艺计划进行优化时,主要用到以下功能:

- 快速了解工艺计划中应用于序列和操作的约束条件;
- 查看资源使用情况和资源负荷;
- 显示或隐藏操作、序列、资源使用情况和资源负荷;
- 定义节拍时间并查看超速;
- 显示工艺计划的关键路径。

(3) 装配动画和工艺图解制作。

在工艺计划浏览器中,选择已经分配好参装零部件和工装夹具等资源的操作,在 CreoView 浏览器中打开,以操作工序为单位定义简单的装配过程动画,通过虚拟装配,检查是否有干涉存在,分析装配路径的合理性;并可为零部件添加 MBD 注释信息,以生成工艺图解。完成上述操作后将其保存为注释集,则所制作的装配动画和工艺图解会自动关联至工作指示界面。

三维装配指令的展示

通过对装配工艺计划进行过程优化,并经审批通过后,可以在工艺计划浏览器中通过打开“工作指示”查看编制的装配工作指令。工作指示是动态生成的 HTML 页面,工作指示包括工艺计划信息、操作说明、时间消耗、部件和资源列表、关联文档、显示窗口以及变更历史记录。工作指示可通过 Web 浏览器进行访问,

并且包含指向参考部件、资源和文档的超级链接。

工作指示可在制造车间作为分步指南使用,用于指导如何生产、检查、修复或维护部件。由于它们是自动生成的,因此车间工人能够即刻访问对工艺计划、操作或工步所做的任何更改,从而确保随时提供最新的制造信息。为了使车间工人易于理解所编制的装配工作指令,对 MPMLink 的“工作指示”界面进行了重构,如图 6 所示。



图6 重组后的工作指示界面

从图 6 可以看到在工作指示中实现了所有关联信息在单一的一个指导书中体现,实现装配工艺信息按一序、一卡、一动画(或一图)的形式进行组织,即为每一道工序设置一个工艺卡片,每个工艺卡片配置一个操作动画或一张添加 MBD 注释信息的工艺图解。对于操作简单的工序采用工艺图解来表示,操作复杂的工艺在 CreoView 中自定义操作动画,车间工人可以在产品装

配中通过链接在 CreoView 中观看装配过程动画,所生成的动画也可作为培训资料。

结束语

MPMLink 能够实现三维装配工艺的设计工作,能够保证过程计划、制造物料清单和工作指令准确反映当前工程设计^[3],且 PDMLink 与 MPMLink 在一个平台下真正实现单一产品数据源,能够容易保证数据的一致性。当然,MPMLink 页面的一些表现形式与传统的表现形式不太一样,需要对界面进行整合。另外,对于装配过程较复杂的产品,MPMLink 也有其不足之处,比如产品如果在一个工位上不能完成装配,就需要进行装配单元的划分,MPMLink 没有对应的功能。装配工艺设计是连接产品设计和产品装配的纽带,随着 MBD 技术的发展,装配工艺设计逐步从二维向三维模式转变,在市场

的驱动下,功能完备、操作方便、界面友好的综合制造过程管理解决方案将会应运而生。

参考文献

- [1] 范玉青. 现代飞机制造技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] PTC. Windchill MPMLink 10.0 Process Guide. 2011.6.
- [3] 无维网 TomLee. [2010-07-24]. <http://baike.baidu.com/view>.

(责编 小城)