

浅议基于 MBD 的铁路货车设计工艺制造一体化平台建设

范国海 何鑫

(中车齐齐哈尔车辆有限公司 黑龙江 齐齐哈尔 161002)

摘要: 通过 MBD 系统建设,以产品三维模型为主线,打通设计、工艺、制造、服务业务流程,提升产品全生命周期数字化共享能力,有效支撑设计和制造高效协同,使铁路货车产品研制与国际先进技术接轨。

关键词: 铁路货车; MBD (基于模型的定义); PDM; 数字化

0 引言

为顺应数字经济时代潮流,中车着力打造数字化中车、智能化中车,通过数字化实现轨道交通装备产业升级,努力为交通强国、智慧城市提供“中车方案”、“中车技术”。中车各企业的“数字化”刚刚起步,数字化技术只是在研发、制造等部分工作或局部环节中有所应用,没有形成整套的数字化、协同化、智能化的全生命周期产品管理体系,距离世界上先进企业还有较大差距。针对铁路货车产品研发存在的问题,围绕面向三维模型数据驱动的研发设计、虚拟仿真、试验验证、工艺设计、生产制造、售后服务等业务的相关需求,推进基于 MBD 的技术在轨道交通装备行业的应用。

1 建设必要性

铁路货车产品研发经过了多年三维设计的开发应用,已经积累了较好的三维设计经验。然而,在传统产品研发模式下,设计、工艺、制造之间主要通过二维图纸进行数据传递,效率低且不直观,设计模型不能在工艺制造环节进行高效重用。

当前,产品设计部门用三维软件进行产品设计获得数字化三维模型,基于三维模型进行二维图设计,然后将二维图输出为图纸,发放给工艺、制造部门。工艺、制造部门获得设计部门发放的图纸后,首先进行图纸消化,然后根据后续制造的要求,进行工装模具的设计、工艺设计、加工编程,并组织生产,实现产品的制造和加工。

这样的产品研发模式存在的问题是:

(1) 需要消化图纸:制造部门需要花费大量的时间消化二维图纸;

(2) 数据重复录入:制造部门需要在消化设计图纸的前提下,重新建立三维模型,以实现工装模具的设计、工艺设计、加工编程。数据的重新建模,一方面加大了工作量,另一方面也会带来重新建模出错的可能。

(3) 设计数据和制造数据不关联:设计和制造部门基于图纸进行产品信息交流,设计、工艺和制造数据不关联,发生了数据断流。设计数据的更改,工艺制造部门需要针对设计更改进行相应的更改,这样会带来附加的更改工作量,也会延误更改落实,同时也会带来设计、工艺和制造数据的不一致性问题。

要解决当前产品研发模式和存在的问题,就需要开展

MBD 的研究和应用,通过设计模型取代传统的二维图纸,实现设计模型到工艺、制造各环节的重用。实现全三维数字化的设计制造一体化,是先进企业产品研发的主要发展趋势。

2 建设目标

以 MBD 为主线,打通设计、工艺、制造、服务业务流程,提升产品全生命周期数字化共享能力,有效支撑设计和制造高效协同。通过基于参数化、导航式的协同研发手段,实现基于模块化和 MBD 的快速设计、快速仿真、快速工艺的铁路货车研发系统,打造基于 MBD 的铁路货车设计、工艺、制造一体化平台。具体建设目标如下:

2.1 取消二维图纸,实现设计模型的全三维标注及下发编制符合公司需求的 MBD 标准规范,为三维设计和制造的应用与推广提供理论基础,规范涵盖三维设计及标注、模型检查、三维校审、三维变更等相关业务范围。

(1) 完成典型零件全三维标注的技术路线验证,逐步实现公司型号设计模型的全三维标注。

(2) 完成典型零件全三维校审的技术路线验证,利用工具进行三维校审,并基于 PDM 系统作为设计与校审之间的信息交流平台,进行设计与校审人员的协同工作,逐步实现公司型号设计模型的全三维校审。

(3) 完成典型零件全三维变更的技术路线验证,逐步实现公司型号设计模型的全三维设计变更。

(4) 通过与工具集成,实现模型设计规范的标准化审查,使检查规则贯彻整个设计过程,提高模型设计质量和重用性。

(5) 实现三维设计软件与 PDM 的集成与协同,设计、工艺等与产品生命周期相关的人员都将基于 PDM 系统开展工作。

2.2 实现工艺对全三维设计数据的接收,并基于接收数据开展三维工艺工作

(1) 实现基于 PDM 系统的设计与工艺协同,通过 PDM 系统实现设计与工艺在预审、签审、数据发放等业务环节中的交互。

(2) 实现设计模型在工艺中的有效利用,基于设计模型制作工艺模型。

(3) 实现三维装配工艺仿真,完成工艺装配过程中的

注释、仿真、动画制作与浏览等工作。

2.3 实现基于全三维设计模型的无纸化制造和检测

(1) 通过无纸化系统调用零部件的模型、工艺文件、操作手册、质检要求等文件，实现车间无纸化生产。

(2) 利用三维模型生成加工轨迹并进行仿真，产生数控加工代码，控制数控机床进行加工，实现三维数据在CAM中的应用。

(3) 以三维模型作为检测依据，实现对制造实物的检测。

3 建设范围及内容

根据铁路货车的产品特点，为使系统更加实用，在尽可能减少工作模式改变的情况下，保证设计效率和质量，系统应进行以下内容建设：

3.1 基于MBD的数字化规则定义

数字化产品定义是实现数字化制造的基础，它以数字化方式对产品进行准确描述。采用MBD技术后，数字化产品定义信息必须按MBD要求进行分类、组织、管理，完整地表达产品零部件本身的几何属性、工艺属性、质量检测属性以及管理属性等信息，满足制造过程各阶段对数据的需求，保证产品设计制造过程中的协调性。因此，应该在吸收、消化ISO/DIS 16792、ASME Y14.41标准的基础上，结合国标《技术产品文件数字化产品定义数据通则》系列标准以及铁路货车产品设计、制造技术的实际情况，开展基于MBD的设计建模技术、工艺建模技术和检验建模技术的应用。

(1) 设计建模技术是将零部件本身的几何属性、工艺属性、质量检测属性以及管理属性等信息标注在三维模型上，满足制造阶段对数据的需求。几何属性包括零件的长、宽、高，尺寸公差，形位公差等尺寸信息。工艺属性包括工艺相关的信息，如零件的原材料、热处理方式、部件的装配的公差配合、装配顺序、焊接要求等。质量检测属性主要包括除上述信息之外与检验相关的信息，如重量、重心等。管理属性包括数据的版本、阶段标记、技术状态标记等管理相关信息。过去这些信息分别标注在不同地方，有的在二维图纸上，有的在三维模型上，造成数据分散，不便于管理。有了MBD技术之后，这些信息将都标注在MBD模型上，形成单一、完整的信息源。

(2) 工艺建模技术是指工艺部门早期参与设计，在设计阶段收集工艺意见、优化设计。按照并行工程的要求，产品设计与工艺设计并行。工艺部门在设计早期参与其中，查阅设计数据，对其进行工艺分析，提前发现产品中存在的工艺问题，并将工艺意见反馈给设计者，设计者根据工艺意见对产品设计进行修改。通过这种合作机制，使得工艺问题在设计阶段解决，实现设计工艺协同。

(3) 检验建模技术是让工艺人员参照设计模型进行工艺模型的设计，并将工艺补充部分在设计模型中进行体现，将设计模型进行整理，产生工艺模型，并对工艺模型进行不同工序信息进行MBD标注。

3.2 三维标注规范编写

为保证系统的后续应用，对三维标注、三维模型检查、三维校审等环节提供设计方法规范，提出操作和应用要求，编制相应的规范，根据设计应用需求，主要包含以下方面：

(1) 三维模型标注通用业务和操作规范，主要用于指导三维标注的一般标注方法、要求及注意事项；

(2) 三维模型检查业务和操作规范，主要用于指导模型检查的配置方法、客户端应用方法及注意事项；

(3) 三维模型校审业务和操作规范，主要用于指导三维模型校审工具的操作要求、方法及注意事项；

(4) 三维模型变更业务和操作规范，主要用于指导三维模型变更工具的操作要求、方法及注意事项；

(5) 三维工艺模型设计规范，主要用于指导工艺模型三维设计及三维标注；

(6) 三维检测业务和操作规范，主要用于指导三维检测的操作要求、方法及注意事项。

3.3 典型零件、装配的三维标注

根据产品加工制造方式的不同，分别选择典型的铸造件、锻造件、型材件、钣金件、普通机加工件、数控加工零件，建立规范的三维模型并进行三维信息标注；选择典型的组装配、焊接装配模型进行三维标注。

3.3.1 面向三维标注模型的审签工具定制开发

传统的产品审签是基于二维图的，即使三维模型和二维图一起走流程送审，审查的对象主要还是二维图纸。基于MBD的三维模型完成后，传统的二维图纸已经取消了，所有的设计制造信息都集中在三维模型上，定制开发专用的工具软件，实现三维标注信息的结构化提取和展示，方便审签者查看三维模型标注信息和进行意见批注，主要功能有：

(1) 提取所有视图及标注信息在界面结构化显示；

(2) 选择注释，图形窗口自动加亮该注释，并切换到相应的视图；

(3) 列表注释和三维模型上注释双向加亮关联；

(4) 直接在三维模型上进行标注信息签审；

(5) 方便签审，避免遗漏；

(6) 审签意见随三维模型一起保存到PDM系统中，随时可在模型中检索查看；

(7) 实现签审记录追踪和版本对比，明确修改状态，避免修改遗漏或修改失误。

3.3.2 MBD模型电子审签和发布

应用PDM系统标准图纸审签流程，将完成的带有三维标注的模型流程审签，应用定制开发的三维审签工具进行模型审查和批注，完成测试模型的审签发布。审签过程中各个角色的审签意见均可直接反馈给设计师，并且在重新审签时，可对比审签意见是否完成了更改。

3.3.3 设计模型到工艺模型转换

基于MBD的三维模型发布后，工艺人员从PDM系统中接收所有数据模型，应用设计模型生成三维工艺模型，根据工艺设计需要，建立三维工艺视图，将设计注释信息

转化为工艺注释,进行工艺设计注释补充和调整。根据工艺设计需要,补充工艺工序特征,按需补充三维注释信息,生成对应的工序模型和工序视图等。

3.3.4 三维工艺卡片编制

基于MBD的三维工艺模型,生成工艺卡片需要的工艺视图文件,包括机加工工艺卡片、装配工艺卡片、焊接工艺卡片等,验证应用基于MBD模型编制工艺卡片的可行性。

3.3.5 模具、夹具设计验证

应用编制完成的三维工艺卡片和带三维标注的工艺模型,分别进行铸造模具设计、冲压模具设计、焊接夹具和NC加工编程测试;并应用工艺卡片和MBD模型,进行工序检验和成品检验模拟验证。

4 结语

通过系统建设,将推进基于MBD的铁路货车产品全生命周期数据的协同应用,建成贯穿产品整个生命周期的产品模型、流程管理模型和产品标准规范,形成研发制造一

体化应用标准和工作模式。拓展数字化工艺系统应用范围,建立结构化、可视化的装配工艺,推进焊接、零件加工、装配等工艺管理过程数字化应用。以BOM、工艺路线、定额数据共享应用为主线,实现铁路货车产品设计工艺、生产制造及运维检修服务等协同发展。

参考文献:

- [1] 陈明,梁乃明.智能制造之路:数字化工厂[M].北京:机械工业出版社,2016.
- [2] 冯潼能,王铮阳,孟净晖.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(4):132-137.
- [3] 张玉金.基于MBD的商用航空发动机数字化设计与制造技术实施方法[J].航空制造技术,2012,61(22):62-68.

作者简介: 范国海(1968-),男,汉族,硕士研究生,高级工程师,研究方向:信息技术。

(上接第4页)

路起到良好的开拓作用,三是有效提升了企业的品牌宣传力度。

2.3.4 资讯管理

平台为所有的注册用户提供了免费的资讯服务,并根据用户需求,为不同的设计师群体推送行业资讯、设计学习、企业要闻等信息,逐步打造成一个平台对外学习交流的窗口,进而通过多样的互动与创意交流使用户转化平台信任,为长期运营提供支撑。

2.3.5 数据分析

互联网大数据在整个平台运行中应用到了各个环节,包括对运营数据、用户行为、任务类型和设计师风格等方面的分析。企业通过数据分析系统,不仅可以实时查看平台运行数据指标,以便高效调整运营策略,且能够有效搭建线上、线下通道,建立起市场反馈模型、客户画像模型等,针对不同客户完成个性化精准推荐,例如:表1是企业云设计平台通过大数据分析建立的2020年消费者年龄段与不同首饰题材之间的占比关系,通过该表可以帮助企业有效掌控不同消费者对于挑选首饰的需求倾向。

表 年龄段与首饰题材占比

单位: %

年龄段	个人信仰 /宗教	传统吉祥 寓意	创新/个 性化	保值且造 型简单	其他
20~35	22	15	38	8	17
35~50	13	52	7	23	5
>50	11	32	5	46	6

3 平台成效

企业金色云平台2019年正式上线运营,经近三年的推广及发展,通过共享设计、协同研发突破了过去单一的设计

公司局限,有效解决了企业人才创意及作品存储问题。通过对外收集珠宝展销会、设计大赛、珠宝首饰活动等线下渠道,对内整合设计师作品库、项目合作、客户定制等资源信息,实现了研发设计资源的整合,促进了企业品牌和营销渠道的二次开发。现阶段该平台累计吸引外部设计师会员359名,企业会员50余家,任务发布439次,作品数2754个。

4 结语

金色云首饰设计平台是互联网技术为首饰加工行业带来的一场自下而上的创作方式革新,证明了信息技术可以为传统产业带来更多的可能性、注入更多的生命力。目前,企业的云设计平台已陆续完成设计整合、业务聚合阶段,根据规划,下一步我们将依托于企业大数据中心的建设,深度融合企业黄金回购、银行渠道、教育、旅游等产业环节,将平台升级为覆盖整个黄金生态圈的产业级平台,带动整个黄金产业链条实现转型升级。

参考文献:

- [1] 邱明丰.互联网技术创新背景下文化产业发展研究[J].四川省干部函授学院学报,2019,04(02):1-7.
- [2] 王昶,袁军平,马春宇.珠宝首饰类专业高技术技能型人才协同育人平台的构建与实践[J].宝石和宝石学杂志,2016,18(01):38-42.
- [3] 苏燕.装饰设计数字化云平台的探索与研究[J].数字技术与应用,2021,39(02):71-73.
- [4] 刘芮霖.互联网营销模式影响下的“个性化”首饰设计实践[D].云南艺术学院,2019.

作者简介: 王建军(1978.07-),男,汉族,学士,山东烟台人,高级经济师,研究方向:贵金属深加工工艺。