

基于 PLM 的数字化样机 协同研发管理体系探索与实践

文 | 付灿栋 郭永豪 苗沛淋 朱超锋 平高集团有限公司

一、引言

数字化样机是对产品整机或具有独立功能的子系统的数字化描述,这种描述不仅反映了产品的几何属性,而且至少在某一领域反映了产品的功能和性能。

建设面向制造的数字化开关样机信息系统,在制造前端通过数字化样机技术对开关产品的可制造性、可装配性、以及产品性能等进行仿真验证,从而在物理产品未生产时即可进行全方位的功能及性能验证,对于减少物理样机开发费用,提升制造效率和质量具有重大意义。

二、内涵与做法

数字化样机是智能制造系统的基础数据准备,该基础数据的优劣直接影响整个智能制造系统运行的好坏。其基本内涵是,通过以开关产品的相关国际、国家、行业或企业等标准规范为设计指导,以数字化样机研制的通用国家标准为行动准绳,以信息化软件平台为落地抓手,将研发制造各环节中的标准业务流程和标准数据进行软件固化,搭建涵盖产品设计、仿真、工艺、制造装配、质检、试验和售后等环节的全生命周期的数字化样机协同研发平台,将设计分析(CAD、CAE、PLM等)软件、生产(MES、SAP)软件和客服(CRM)软件等进行综合集成,提高集团开关产品的研发能力和产品质量,实现高压开关设计与分析数据处理及数字化制造的一体化,实现集团标准化、流程化、制度化、智能化和集团化管理能力提升。

1、瞄准标杆找差距,借鉴创新促提高

(1) 借鉴同行先进方法。

西门子MBD(Model Based Definition)基于模型的定义解决方案,将产品的所有相关设计定义、工艺描述、属性和管理等信息都附着在产品三维模型中的数字化定义方法,将设计信息和制造信息共同定义到产品三维数字化模型中,更好地保证产品定义数据的唯一性,并可使上游的技术数据包能够被下游直接重用,一直拓展到生产现场或服务现场。平高集团根据自身二维设计为主、三维设计为辅,以及二维指导生产的现状,借鉴西门子MBD解决方案,避免盲目推进给设计、制造和管理等带来的冲击,确定按照两步走步骤,第一步,形成以三维设计为主、二维设计为辅,同时二维指导生产制造,第二步,待大家真正意识到三维设计在缩短产品研制周期,提高产品质量和生产效率的作用,再以二维主控图及关联三维模型的模式向MBD或MBE(Model Based Enterprise)过渡。

2、加强顶层设计,分步实施

数字化样机是一项复杂的系统工程,需站在企业发展的全局高度,做好整体规划和顶层设计,运用系统工程的分析方法,针对包括产品设计、仿真、工艺、制造、服务、管理、评价、质量和安全等要素的内在和外在关联关系进行综合考虑。与此同时,结合“大云物移”技术,以新技术新业态新模式,推动传统产业研发、生产、管理和营销模式变革。集团按照“总体规划、统一组织、分步实施”的原则,采取

“试点先行、稳步推进、全面推广”的推进思路,由集团信息中心牵头,技术中心为试点建设主体,各单位数字化样机团队按照集团数字化样机项目组织制定的统一技术路线,开展试点产品的数字化样机相关工作。

(1) 总体规划,统一实施。

数字化样机涉及设计、工艺、仿真和制造等全业务流程,集团除科技部和技术中心外,高压和配网产业单位都涉及产品研发,而且目前使用同一个 PLM 系统,为实现集团标准化、流程化和制度化管理,必须集团统一牵头规划实施数字化样机,实现集团单一数据源,实现统一的业务标准和业务流程,实现统一的业务模式,建成集团统一的数字化协同研发平台。

(2) 分步实施,明确目标。

数字化样机体系建设涉及集团研发和制造模式的变革,需要调动每个设计和制造人员的积极性,改变其旧有观念、工作思路和方法,且需要从高层领导到基层研发、制造人员统一思想认识,组织协调工作难度较大。必须分步实施,稳步推进,按照“先设计、后工程”两步走路线,同时明确各阶段目标,才能保证项目正常开展。

(3) 选取产品,试点先行。

高压开关是集团产业板块的典型代表,高压开关设备中最关键的设备之一是断路器,选取 1 100kV 小型化断路器作为试点产品,符合集团业务特点。通过零部件属性数据库定义研究、1 100kV 小型化断路器 CAD 模型和 CAE 模型动态关联机制构建以及 1100kV 小型化断路器整机虚拟装配仿真模拟等,验证数字化样机标准体系,并且不断完善以保证新研发体系指导工作。

(4) 积极推进,全面推广。

通过试点验证形成的数字化样机协同研发体系,必须经过产品推广应用才能真正发挥数字化样机在产品研发的作用,保证数字化样机体系真正发挥在设计、工艺、仿真和制造等全业务流程的作用。

3、成立数字化样机项目组织机构和实施团队

为有效推进数字化样机工作,首先在集团层面成立数字化样机协同平台建设组织机构,明确职责和任务分工,并建立考评和激励机制,充分调动团队成员的积极性和创造性。

(1) 建立人才保障体系。

为有效推进数字化样机工作顺利开展,成立集团数字化样机协同平台建设组织机构,明确各组工作职责,包括项目

指导委员会、项目管理办公室、关键用户组、业务组和二次开发及运维组。

(2) 建立考核激励制度。

按照数字化样机总体建设计划和总体目标任务,制定考核细则,定期对关键用户组、业务组和二次开发及运维组的工作完成进度、质量和参与度进行考核。通过考核激励机制,真正调动项目成员的积极性。

4、明确数字化样机重点建设任务

(1) 实施数字化样机方案的客观功能需求梳理。

梳理出产品设计、仿真、工艺、车间制造、质量检验、销售、大修和售后服务等部门用户对平台的功能需求,形成平高集团数字化样机功能需求方案,基于功能需求编制软件平台定制开发的详细实施方案,并搭建出平高集团的数字化样机数据平台。

(2) 数字化样机协同研发和制造环境软硬件平台搭建。

构建能够支持产品方案样机、详细样机、生产样机、原理样机、宣传样机和全机样机等产品全生命周期不同类型样机创建的软硬件平台环境,该平台基于数据库模式运行,具备产品智能设计、智能仿真、智能工艺规划和协同研发能力,且具有异地协同设计环境、协同设计基础数据库等。另外,平台还具备公差优化、人因工程仿真、虚拟加工、虚拟装配和可视化作业指导书创建和共享、研发项目看板管理、虚拟评审、可视化工程现场安装指导、设计与制造协同,以及与其他信息化平台的数据交互等功能,最终实现研发和制造人员地域分布式,标准产品技术数据和标准生产流程数据管理集中式。

(3) 创建标准指导规范的和标准作业流程。

建立开关零部件标准化分类管理方法;建立产品智能设计标准,包括产品设计仿真、智能优化设计和协同设计等技术标准,其中产品数字化样机建模标准要求统一建模方法、统一模型数据处理方法;并构建协同设计环境、协同设计方法和异地协同设计规范;建立产品仿真标准作业流程,并进行软件流程固化,实现智能仿真;建立产品工艺规划、生产制造、售后服务及维修保养等环节的标准作业流程。

(4) 构建集团各类文件模板和重用资源库。

建立数字样机的各类模型的文件模板,包括三维、二维模型和属性文件的文件模板,以及产品的相关设计任务、技术条件、安装使用说明书、产品重要度分级表和质量计划

等技术文件的文件模板；另外，还需创建产品仿真计算报告、工艺、质检和售后服务等环节使用的文件模板，并通过软件固化。重用库方面需要创建产品的标准件库、重用零部件库、零部件标准设计特征库、工艺资源库、设备库、多用途材料库、专家知识库、产品故障类型库和仿真数据库等共享资源库。

（5）搭建平台的指标评价体系。

建立以新产品的研制时间缩短率、按计划执行偏差率等指标为依托的软件平台综合评价体系，实现动态监测和动态调整。

5、提升信息技术支撑能力

（1）优化系统性能。

启用 PLM 系统界面更简洁、性能更优的瘦客户端登录功能，通过浏览器登录 PLM 系统，提升用户在处理任务、查看文档和搜索功能访问速度。同时，按照集团网络信息安全和保密相关规定，部署瘦客户端和加密接口，防止数据泄露。

（2）应用“大云物移”技术。

建设桌面云系统，通过虚拟化技术，将所有 PC 的运算合为一体，在服务器端（数据中心）进行集中处理和存储，设计人员采用云安全终端设备，仅负责输入输出与界面显示，不参与任何计算和应用，保证研发数据安全。

三、实施效果

1、健全数字化样机标准体系

依据机械产品零件建模规则、机械产品装配建模规则和机械产品模型投影工程图规则，形成集团《三维建模规范》、《二维工程制图规范》和《装配建模规范》3 个产品建模规范，完成 71 类国标件的建模，共包含标准件规格 3200 余种，完成 73 类企标件的建模，共包含企标件规格 31000 余种。

2、搭建协同研发平台

围绕平高集团业务流程，固定 18 个数字化样机设计流程，以 PLM 为数据管理平台，实现了对数字化样机数据的全流程管理。在设计部门内部实现了分工协同。以试点产品的设计过程数据统计，通过协同设计，提高设计效率 20%~30%，整体设计周期缩短 25%~35%。在研发阶段引入了 2 级成熟度的设计理念并对关键、重要件的成熟度进行量化定义。在研发过程中，通过成熟度进行数据发布可使下游部门如工艺、采购等提前介入，研发项目总周期缩短了 15% 以上。

在设计和工艺部门之间以 PLM 为平台实现了并行研发。

在产品阶段，通过给工艺部门开放数据访问权限，工艺部门可随时查看设计进度，并根据成熟度的定义在适当时间对设计数据进行评审。

3、试点产品全三维设计

完成项目初期确定的 6 个试点产品的三维零件、三维装配及基于三维图的工程图设计。在试点过程中，提高了工程师的三维应用水平，培养了一批三维设计的骨干工程师。为今后三维在工程阶段的应用打下了良好基础。

4、实现仿真数据管理

实现了性能样机的管理。仿真分析室直接获取设计部门的三维产品数据，在其基础上构建 CAE BOM 及进行模型简化，以完成性能样机的设计。通过对设计数据的直接重用，将 CAE 分析前处理过程的效率提高了 20% 左右。在 PLM 系统中实现了从仿真申请、模型处理到仿真报告审批的全流程管理。仿真系统实现集成，简化的 CAE 模型、仿真报告和仿真配置文件等可在 PLM 与 SDM 之间无缝传递。

5、实现了工艺数据的管理

实现了生产样机的管理。通过使用设计产生的数字化产品模型，在工艺部门进行结构化、可视化装配工艺设计。使用三维模型，可以更直观、真实的方式进行工艺设计，大幅提高了工艺设计的准确性和可操作性。完成了东区精密机加车间夹具室长方形基础板和顶槽基础角铁等 39 类，合计 206 种柔性夹具标准件的建模；完成了车刀和铣刀等在内 382 种数控加工常用刀具的建模及入 PLM 系统，构建 MAZAK_PFH_5800 数控加工机床，以某典型零部件为例，选择合适的加工方案、确定加工顺序和路线、装夹方式、刀具和切削参数等，生成加工刀轨，调用 MAZAK_PFH_5800 机床驱动模型，使用定制好的后处理定制器，自动生成 G 代码，并使用该数控程序在实际机床进行了切削测试，并一次性验证通过。

四、结束语

通过协同平台的建设，实现了三维数据在设计、仿真分析、装配工艺和零件制造工艺等部门的重用。设计部门内部基于协同平台可以进行自顶向下的多任务、多学科的协同设计；实现了与设计模型联动的 CAE BOM 的构建并与技术中心的仿真管理平台实现集成；产品试制部门基于轻量化模型进行装配工艺的编制和装配动画的演示，同时实现了作业指导书的电子化展示。IM