

基于 TeamCenter 系统 开展产品设计与工艺协同

文 | 童春桥 贵州航天风华精密设备有限公司

一、前言

为了提高研制质量，加快研制进度，企业近年来采用了基于数字化的协同研制工作模式，开展了 IPT（Integrated Product Team，集成产品开发团队）的建设并行协同地开展高端装备产品研制工作。

TeamCenter 软件是一套现代化、自适应的 PLM（Product Lifecycle Management，产品全生命周期管理）系统，能够以数字化主线关联功能孤岛之间的人员和流程，进而实现创新。TeamCenter 平台建立一个安全且适用性强的环境，使分散的专业团队能够在整个产品生命周期中实时地进行合作，通过掌控产品数据和过程，将产品信息充分运用到各个领域与部门，从而让 PLM 系统创造更多价值。在装备制造企业，TeamCenter 通常与三维软件 NX、电子设计软件 Mentor Graphics 等进行集成，TeamCenter 软件配置了 TCM 模块，可以在集成环境中进行产品工艺规划和 BOM 转化。

产品设计作和工艺设计作为生产和质量数据的上游两个环节对装备制造企业生产和质量管控起着非常重要的作用。本文就装备制造企业基于 TeamCenter 系统环境下开展产品设计与工艺设计工作协同的形式、流程及管理要求等进行讨论。

二、工作协同形式

产品设计与工艺设计工作协同的主要阶段在产品的方

案设计阶段和工程设计阶段，通过在设计流程中工艺人员深度参与设计方案的可制造性分析，对采用了新材料、新工艺的产品提前进行工艺分析，对结构复杂、成熟度不高、加工易变形或易产生缺陷、加工精度要求高的产品进行加工、装配仿真验证和确认，对零部件的材料选用、BOM 结构和热处理处理等进行合理设置等等，将分析结果反馈给设计人员，设计人员评估后优化设计模型，通过反复迭代，提高设计工艺性。在需要发生变更时进行协同，确保更改成功、技术状态控制有效。同时设计人员也可以对关键、主要的技术指标是否落实在工艺设计中等内容进行审查。

1、方案设计阶段

方案设计阶段，设计人员应完成方案报告和初样模型设计。在初样模型设计时，设计人员通过与工艺人员的协同交流提高产品设计的工艺性。完成方案设计报告和初样模型设计后，设计人员基于 TeamCenter 审签流程将方案报告和初样设计模型提交预审查，预审查人员中应包含工艺人员。

主管工艺人员对产品设计方案和初样设计模型进行工艺性审查，对采用了新材料、新工艺及工艺性较差的产品重点应进行工艺仿真和加工方案验证。采用一级工艺管理的，由一级主管工艺人员进行验证和确认，在预审查审签时，进行批注或者注释给出预审查意见；采用二级工艺管理的，主管工艺人员应将需要进行工艺仿真和加工方案验证的所有

内容分解到各专业工艺人员进行验证和确认。主管工艺人员收集验证结果和确认意见后,通过流程反馈给设计人员,设计人员评估后修改设计模型或给出处理意见,通过反复迭代,完善方案报告后进入设计方案评审。

2、工程设计阶段

设计人员进行详细的工程设计及试验策划时,应充分考虑产品及试验工艺性。详细的工程设计初步完成后,设计人员应基于 TeamCenter 审签流程将设计报告、设计图样和初步的试验方案等相关文档提交预审查,主管工艺人员对工程设计内容进行详细的工艺性审查。

主管工艺人员对采用了新材料、新工艺、结构复杂、成熟度不高、加工易变形或易产生缺陷、加工精度要求高和加工可行性不确定的产品进行验证和确认,如需进行专业工艺仿真和加工方案验证的,主管工艺人员将所需内容分解到各专业工艺人员进行验证和确认;详细的工程设计与初样模型相比变动不大、不影响加工的方案,可不再进行工艺仿真与验证。主管工艺人员收集验证结果和确认意见并审查后,应进行批注或者注释给出预审查意见。通过流程反馈给设计人员,设计人员评估后修改设计模型或给出处理意见,通过反复迭代,完善设计报告及工程设计后进入设计评审。

在产品预审批时,主管工艺人员还应详细审查 EBOM 的完整性、层级划分合理性,同时开始合理划分层级、构建 PBOM。主管工艺人员还应在预审批时开始构建采用铸件、锻件等产品的铸件图、锻件图,或将产品的铸件图、锻件图构建任务分解到各专业工艺人员。

工程设计预审查完成后,设计人员正式提交产品设计审批流程,工艺人员对产品设计进行工艺性审查,应使用 TeamCenter 的批注功能和意见签署功能,及时反馈审查意见并保留工艺性审查记录作好工艺性审查记录。在产品正式审批时,可并行构建三维结构化工艺。

设计部门在产品工程设计基本确定的情况下,可进行设计数据的预发布,工艺部门通过数据管理系统的数据共享功能,核对 PBOM、MBOM,主管工艺人员完成三维结构化工艺设计或将各工序合理分解到各专业工艺人员处,开展并行工艺设计,以达到缩短工艺准备周期的目的。

凡提前开展工艺设计的,在设计图样未受控发布之前,PBOM、MBOM、工艺规程、铸件图和锻件图等可提前预审批,但不允许受控发布;设计图样受控发布后,工艺人员应

根据 TeamCenter 系统中发布有效的 EBOM、设计三维模型等对 PBOM 和工艺规程进行核对,确保完整、正确和一致后,对 PBOM、工艺规程、铸件图和锻件图等提交审批,进行受控发布;关键件、重要件及关键工序的工艺在提交审批时,可设置流程由设计人员对涉及产品重要性能的检测参数、测试指标和技术要求在工艺规程中的落实情况进行复核。

3、更改过程的工作协同

对更改后产品加工可行性不确定或加工难度较大的设计更改,更改前应通过工艺协同方式完成新模型加工可行性确认。更改时,应先对原版本对象形成快照。快照是 TeamCenter 系统中包含产品结构关系的相关零组件节点的文件夹的记录,主要是对装配产品某一特定历史的技术状态进行记录和保存,以便后续可查看或恢复历史技术状态的数据,也可从历史技术状态的记录快速开展新的工作。

设计人员在 TeamCenter 系统中更改相应的设计文件和 EBOM,设计更改单批准后,更改单发起人应通过 TeamCenter 系统的影响分析,查找到相关引用件、借用件,并将更改信息用邮件通知到相关引用件、借用件的主管人员。

工艺人员应根据 TeamCenter 系统中发布有效的设计更改单及其相应的 EBOM、设计三维模型等进行工艺更改。编写工艺更改单时,应对所有与设计更改有关的 PBOM、工艺模型、加工程序、仿真数据、工艺工装和工艺文件等项目进行确认。

当设计变更,涉及在制品和已制品处理时,设计人员应通知工艺人员和生产计划人员,对现场在制品进行暂停、隔离等措施。当设计更改单发布后,工艺人员按制品处理意见编制已制品、在制品处理的工艺,同时对相应的三维结构化工艺进行更改,确保工艺数据与有效版本设计数据的一致性和有效性,及时进行相应的 PBOM 更改,并驱动更改后的 PBOM 数据向 ERP 流动。

三、协同工作流程及主要交互的数据内容

1、协同工作流程

协同工作流程指项目组在产品过程中进行分工协同工作,由产品设计人员和工艺人员分别根据协作任务搭建成的包含执行顺序和数据传递关系的工作流程。通常企业内

部产品设计与工艺协同工作流程示意图如图 1 所示,企业间的协同工作流程主要增加企业间的数据分发与接收环节。

2、主要交互的数据内容

基于 TeamCenter 系统的设计与工艺协同交互的数据主要包括:设计模型文件(三维模型和二维工程图)、EBOM、设计文件、研试文件、更改单、偏离单、三维结构化工艺、工序三维模型、管理性工艺文件、PBOM、专业工艺文件、三维工序模型、工艺过程仿真及报告和数控加工程序等。

四、工作协同的控制要求

工作协同控制的目的是规范各类人员的操作,使其产生的数据结构、协同请求以及反馈信息能够被其他项目成员识别和及时处理,保证协同的有效性。主要在以下几方面。

1、项目管理要求

在项目启动时,项目负责人应向 TeamCenter 管理员提起项目创建申请,管理员依据项目管理要求在 TeamCenter 系统中创建项目 and 产品结构树,参与项目人员应包含设计人员、一级工艺人员、二级工艺人员、标准化、质量和科研生产等所有必要的相关人员,TeamCenter 管理员根据项目成员的业务范围设置权限,项目组成员可根据其权限访问项目中相关数据。项目和产品结构树创建后,TeamCenter 管理员应通过 TeamCenter 邮箱将产品结构树分发给项目组成员。

设计模型和工艺数据应在 TeamCenter 系统中适时进行项目指派,以便项目组成员的访问共享。

2、平台环境要求

在协同环境中,要求产品三维设计软件、电子设计软件以及工艺设计系统应与 TeamCenter 实现集成,并进行统一的配置,确保产品数据管在各项目人员实现无障碍交互。

平台集成的各软件应使用统一的基础库,如材料库、

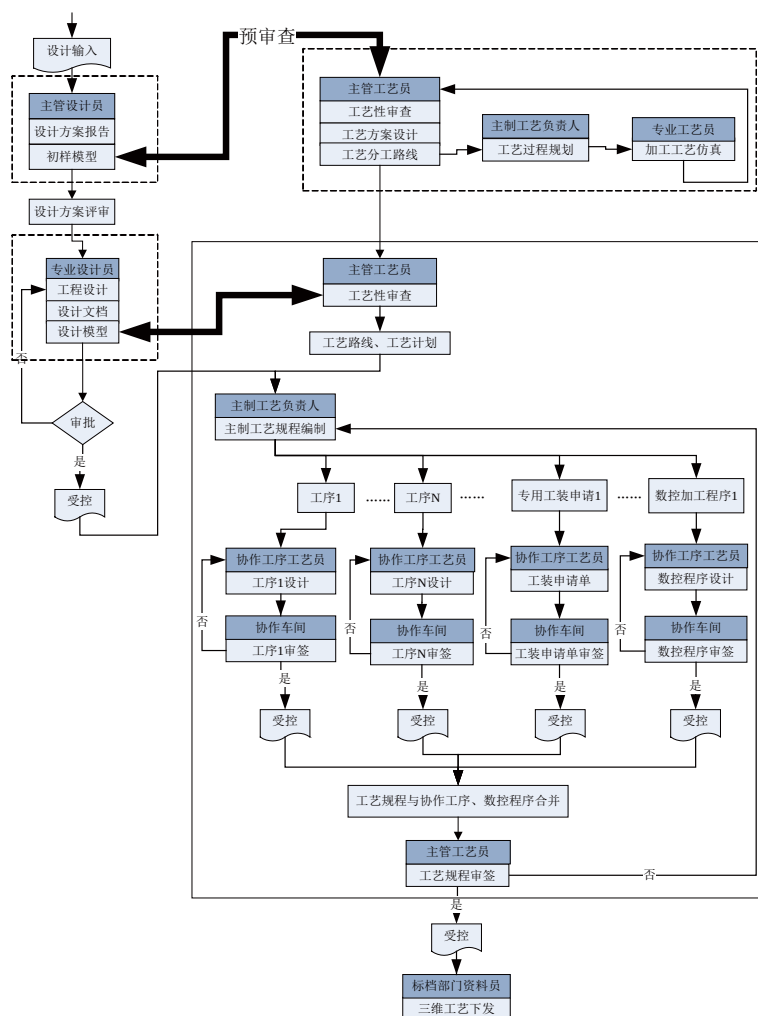


图 1 产品设计与工艺协同工作流程示意图

标准件库、元件库和工装库等,以保证数据转化过程中的唯一性。

3、数据的组织及格式要求

产品设计与工艺设计协同应实行单一数据源和主数据管理的状态约束机制,维护多 BOM 之间数据的关联性,保证产品数据的完整性、正确性、及时性、一致性和可追溯性。

产品设计与工艺设计以“EBOM——PBOM——MBOM”为主干组织和管理型号产品数据。在 EBOM 的基础上依据产品制造工艺要求,通过增加工艺件、虚拟件及对装配顺序的调整,补充工艺路线和材料消耗定额信息,完成



EBOM 向 PBOM 的转换；结合 PBOM 和 EBOM 制定装配及加工工艺，建立装配单元与生产单元的关联关系，并与库存匹配，重构 MBOM。

在平台交互的各类数据均应符合相应的规范要求，如三维模型建模规范、三维模型标注规范、电缆建模规范和二维图样设计规范等等。设计模型应充分体现面向制造的设计（DFM，Design for Manufacturing）准则，提高模型后续可重用性及设计零件的工艺性。

三维设计模型应具备完整的 MBD 信息，定义完整的原材料、几何特征、尺寸精度、表面粗糙度、热处理要求和表面涂覆要求等属性。部（组）件、整件应在结构管理器中体现完整的 EBOM 结构。

工艺文件格式采用三维结构化工艺，工序、工步、工序模型和仿真动画等工艺要素按结构关系建立到统一工艺节点下。

工序模型应依据设计主模型进行创建，尽量采用关联建模技术与设计主模型保持关联关系。工序模型还应按对应的工序或工步内容进行创建，数控加工程序应基于相应的工序模型生成，与相应的工序或工步创建结构化形式关联。工艺过程仿真应基于相应的工序模型和工艺过程进行。

4、权限控制要求

在 TeamCenter 系统中，系统已配置了各类对象的读写、访问和引用等权限，通常情况下所有者才具有修改该对象的权限。设计模型和工艺数据需要其他项目成员进行编辑的，应在 TeamCenter 系统中将该数据对象进行分工指派和授权。

5、数据管理和归档要求

设计数据和工艺数据的管理应贯彻集中统一、分级管理、确保安全和有效利用的原则。EBOM、PBOM 和 MBOM 应经过完整性、规范性核查，经批准受控后方可发放，并按照用户权限提供使用。

设计数据和工艺数据应按技术文件审签制度进行审签、更改。具有结构关系的工艺数据（工艺过程、工序内容和工序模型等）应相互关联，共同进行审签、更改等流程。

归档的设计数据和工艺数据应具有真实性、完整性和有效性，应与生产实际保持一致。具有关联关系的设计模

型、技术文件和仿真结果等数据应共同归档，并保持原关联关系；具有关联关系的工艺文件、工装设计文件、NC 程序和仿真结果等工艺数据应同时提交归档，并保持原关联关系。

6、版本控制要求

在 TeamCenter 中的数据应具有版本属性，版本号采用顺序递增的方式，版本号不允许更改和重复。对已受控数据的任何修改都应导致版本的升级。

数据有效版本应唯一，同时存在多个版本时，未经特别说明的，最新受控版本为当前有效，其他版本作为历史记录。

7、数据发布要求

经审批受控的设计数据、工艺数据及更改信息等应进行发布流程，以通知相关部门按最新受控版本开展相应工作。厂（所）际间的数据发布通过多站点协同管理员进行，发布的数据应为受控的数据，数据发送单和数据一起打包发送，发放与接收应形成记录，并核对一致性。

五、结论

TeamCenter 提供了统一、集成的数据管理平台和协同工作的环境，而完善的数据管理规范 and 协同流程工作机制是保证产品设计与工艺设计能否顺利协同的关键。装备制造企业应针对产品数据的特点，详细制定各类数据的内容要求，统一数据格式，规定工作协同的形式、流程和控制要求，在此基础上做好系统的基础环境和基础库配置，才能够实现协同工作的开展。IM