

多站点在分布式 PLM 协同研制中的应用研究

北京航天长征飞行器研究所 赵振杰 郭欢

基于分布式 PLM 系统进行工艺与设计协同，是解决产品跨域协同研制模式的关键技术之一。本文针对航天产品采用分布式 PLM 系统进行工艺与设计协同的现状进行探讨，提出了基于 Teamcenter 多站点协同开展工艺与设计协同的系统架构及工作模式，为分布在不同域环境中的工艺与设计部门统一采用 Teamcenter 系统进行协同研制提供解决方案。

在我国航天产业从航天大国向航天强国迈进的过程中，企业竞争的焦点已从降低产品成本、提高效率和追求质量的竞争，发展为响应迅速、异地协同及数字化等全面满足产品供方的需求竞争，并进而发展到企业原始创新能力的竞争。越来越多的企业意识到研制创新不仅是成功的源泉，更是企业持久成功的基础。因此，强调产品研制创新，加强产品开发的科学管理引起了人们的足够重视，PLM (Product Lifecycle Management, 产品全生命周期管理) 正是在这样的背景下产生的。PLM 作为企业产品数据集成管理平台，以企业的产品为中心，以提高企业的产品创新能力为目标，以信息技术和应用软件为手段，以企业的知识型资产为重要资源而建立的一个支持从概念、开发、生产到维护整个产品生命周期的运营体系。

在数字化设计、仿真和制造等技术越来越成熟的条件下，国内航天企业纷纷学习国际先进产品开发经验，引进 PLM 系统开展产品设计与制造过程的全生命周期管理，以期达到转变产品研制模式同时缩短产品研制周期的目标。但由于国内大多数航天产品由多家单位联合承制，许多单位都依据自身的需求构建并部署了适合自己企业的 PLM 系统，

系统与系统间协同功能较差，存在严重的“信息孤岛”现象。即使某些选用同一 PLM 系统而采用分布式部署方式的企业，由于系统设计时没有考虑 PLM 系统间的协同及数据集成接口需求，很难基于协同研制模式开发新产品，因此很多企业也在积极开展基于分布式 PLM 系统组建协同研制平台，实现产品的多厂所异地（或跨域）协同研制开发。

一、工艺与设计协同的现状

传统串行研制模式即产品设计受控后再由工艺人员开展工艺设计、工装设计和物料申请等后续业务工作。工艺与设计协同研制则强调工艺人员应能够及早获得设计信息并有能力影响最终设计，以识别和减少产品设计问题，提前开展工艺设计及长周期大型工装设计，缩短产品研制周期。相对于已经非常成熟的二维传统研制模式，基于 PLM 系统的工艺与设计协同在应用过程中还存在以下不足。

1. 数据协同过程中技术状态难以控制

在产品设计过程中，尤其是原理样机阶段，存在大量的产品设计更改，产品版本变化较快，往往造成设计与制造部门、制造主单位与外协厂家大量的设计数据交换，在数据多

次协同过程中，由于手工操作失误、导入程序异常等原因往往会导致工艺部门与设计部门的设计数据技术状态存在不一致问题，造成产品重修或报废的严重后果。

2. 基础数据资源不统一

产品设计往往会选用大量的标准件、通用产品和物资等基础数据，由于工艺与设计部门未统一基础数据库，给工艺人员在工艺设计过程带来需要手工替换标准件、查询物资编码等重复而繁琐的额外工作量。

3. 流程协同实现困难

由于工艺与设计部门采用分布式部署 PLM 系统，部分涉及设计、工艺、物资等较多部门的流程未能实现在一个 PLM 系统签署完成后自动在另外一个 PLM 系统继续流转。目前涉及两个 PLM 系统开展流程协同时，往往采用的手段是在第一个 PLM 系统流程签署完毕后，在另一个 PLM 系统手工发起流程继续审签，最后通过 Webservice 等方式将两个流程的签署信息合并在一起进行记录，没有实现真正意义上的流程协同。

4. 设计基线难以利用

设计人员在设计过程中依据设计数据的技术状态不同，往往会产生状态基线、审批基线等不同类型的基线，而这些基线只记录产品数据链接，设计数据导入其它 PLM 系统往往会使基线失去链接，导致基线失效。

5. 数据之间的关联性容易丢失

由于数据对象在 PLM 系统产生时会与其它数据对象之间存在较强的关联性，通过系统集成将数据导入另外一个 PLM 系统会使部分关联关系丢失，给数据利用及查询带来困难。

为解决目前工艺与设计协同中存在的问题，本文采用 Teamcenter 系统的多站点协同（Multi-site）功能为企业分布式 PLM 系统实现工艺与设计深度协同提供解决方案。

二、基于 Teamcenter 多站点协同环境与工作模式

1. Teamcenter 多站点协同相关术语

站点（Site），包含一个单独的数

据库及访问数据库的所有用户，除此之外，还包含一些非 Teamcenter 资源，比如硬件、网络性能和在本站点正常运行 Teamcenter 所需的第三方软件程序（工具）。在通常情况下我们可以将站点理解为一个独立部署的 Teamcenter 服务器端。

ODS 站点，多站点协同解决方案通常会使用一个叫做对象目录服务（Object Directory Services）的专用站点，ODS 站点在整个多站点协同网络中维护每一个对象的记录。在 ODS 中不存储物理对象，只是保存一个类似于图书馆卡片的记录，ODS 站点准确地记录当前哪个站点存储主数据以及主数据的基本相关信息。

IDSM，多站点协同的另一个重要的组件是集成分布服务管理器（Integrated Distributed Services Manager），如果 ODS 被理解为一个对象定位器，那么 IDSM 可以被想象为一个数据传送中心。它提供了从所有权站点导出对象、通过网络传输和导入对象到目标站点的机制。

2. 工艺与设计协同系统架构

由于工艺与设计部门部署的 Teamcenter 站点运行相对独立，通过在二者中间部署 ODS 服务将两个相对独立的 Teamcenter 站点连接成为一个可以实现数据实时交互及权限控制的统一协同工作环境，两个站点可以分布在不同的域环境（或地区），如图 1 所示。

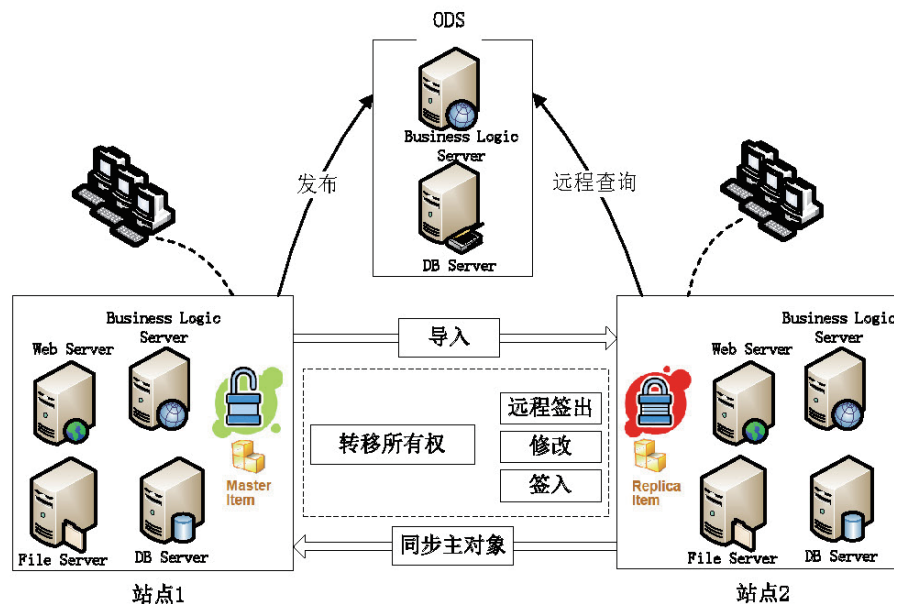


图 1 系统架构

在多站点协同工作环境中，ODS 管理对象发布目录，只记录了对象的所在位置信息，不包含对象的内容信息，ODS 可以是一个单独的 Teamcenter 站点，也可搭建在一个已有的 Teamcenter 站点之上。每个站点都有 IDSM 服务，用于在站点间管理对象的传输和更新请求，当有用户请求发生时，IDSM 服务自动启动进行处理。

三、分布式协同工作模式

基于多站点的工艺与设计协同改变了传统设计与工艺部门串行工作模式，设计部门依据产品设计成熟度将设计模型及阶段基线通过多站点功能发送到工艺部门供工艺人员并行开展工艺工作。在产品方案设计阶段时，工艺人员即可依据设计方案开展新结构、新材料及新工艺研究，明确工艺禁忌。在产品总体布局阶段，工艺人员可确定工艺分工，完成装配性、制造性工艺审查及工艺方案初步设计，提出工艺攻关项目，明确大型工装初步设计方案。在产品详细设计及受控阶段，工艺人员对产品进行工艺性审查，编制材料定额，完成产品工艺方案详细设计及评审，开展工艺试验、工艺攻关，完成工装设计及物资备料，采用协同工作模式后，产品设计质量得到了提高，整体研制周期缩短，如图 2 所示。

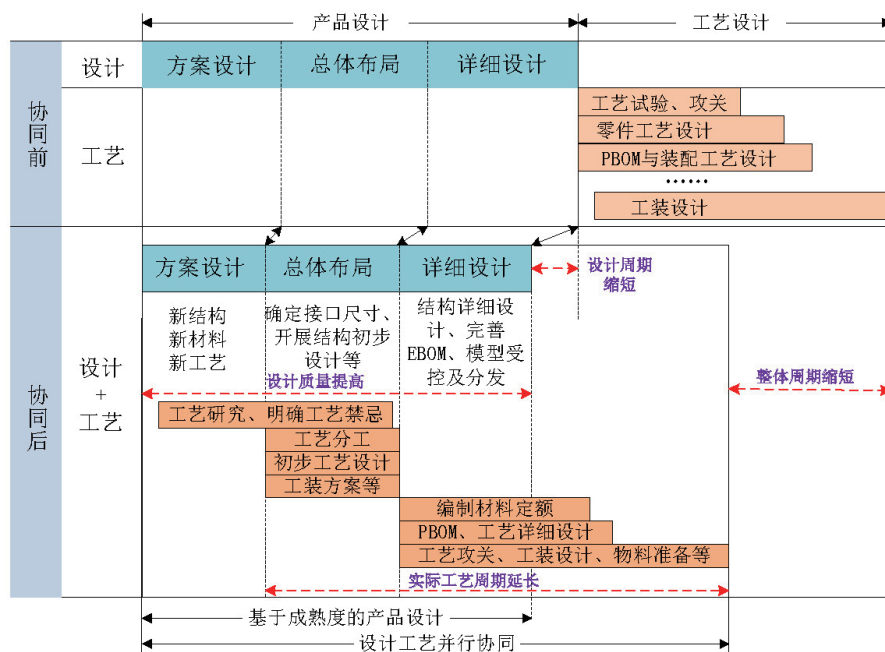


图 2 基于多站点的协同工作模式

四、基于多站点的分布式协同特征分析

1. 数据协同高效

通过 ODS 服务，可以实现不同站点之间数据（包括设计数据、基础资源库等）的查询与同步，真正实现数据从一个站点到另外一个站点的原样恢复。更重要的是，多站点不仅可以实现数据的协同，还能实现流程协同、编码规则统一等功能。

2. 协同跨域

产品设计与制造可能分布在不同的企业或不同的地域，通过多站点的远程推送、导出与导入可使协同不受网络及地域限制，满足航天产品研制多部门、跨地域、多领域协同研制需求。

3. 数据权限可控

通过多站点的权限控制，接收站点收到的设计数据为发送站点设计主数据的副本，副本只允许查看，不能作任何修改。当接收站点需要对主数据进行修改时，发送站点可通过转移数据所有权方式将设计主数据的修改权限移交接收站点，当主数据发生变化时，通过同步策略定期自动更新副本对象。

五、应用案例

基于 Teamcenter 多站点协同架构，通过在航天某设计部门与工艺部门定制统一的数据模型、流程模型等，实现产品研制数据在两站点间的实时交互。在产品研制过程中，设计人员依据模型的产品成熟度等级设定产品状态基线，并通过多站点协同功能将状态基线（含数据）同步到工艺部门，工艺人员依据基线中的设计数据与设计人员同步开展工艺相关工作。同理，工艺人员亦可将发现的工艺设计问题通过多站点功能反馈至设计部门。除此之外，设计与工艺部门的基础数据资源（如标准件库、物资库等）可通过多站点功能定期同步，如图 3 所示，以实现产品研制过程中基础数据资源的统一、有效管理。



图3 基础数据资源同步

在流程协同应用方面，Teamcenter 通过“远程任务箱”功能处理远程站点发送过来的流程任务，通过分配相应的远程任务查看与操作权限，Teamcenter 允许在一个站点对另外一个站点发送过来的流程任务进行处理，如图4所示。在远程任务箱中提供“要执行的任务”与“要跟踪的任务”两个文件夹，“要执行的任务”用于接收远程站点发送来的待处理任务，“要跟踪的任务”用于存放已处理完的远程站点任务。用户在接收到远程站点发送过来的流程任务时，通过双击远程任务箱进入远程站点的四层瘦客户端进行签署，完成同一流程在不同站点的任务流程，为实现分布式 PLM 协同研制过程中的流程协同提供解决方案。

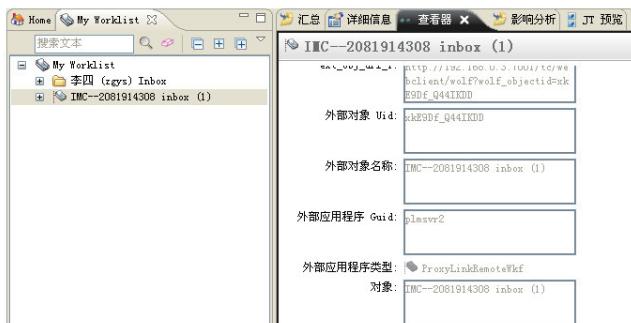


图4 远程站点流程任务

六、结语

Teamcenter 多站点工艺与设计协同实现了基于产品数据成熟度的设计制造协同，真正实现分布式 PLM 系统间的有效协同与数据交互，解决了设计与工艺部门数据流转的技术状态精确控制、数据同步、流程协同及数据关联性难题，提高了工艺人员在产品设计过程中的参与程度，减少了不必要的设计变更，缩短产品整体研制周期，促进了航天产品设计制造协同工作模式的创新与发展。



智能制造全媒体平台，旗下《智能制造》杂志、智造网、淘设计网和机工智造微信公众号、智造微博等媒体平台，同时依托机械工业出版社背景，策划编辑、出版智造领域的专业图书和论文集。

智能制造全媒体平台面向设计、工艺和生产制造、工程管理等环节的技术人群，长期报道“新常态智造环境”下的网络化、数字化、智能化、自动化、集成化、敏捷化、绿色化和服务化的技术、产品。



内容领域

- 数字化设计与制造
- 智能设计理论、方法及系统
- 自动化与现代制造系统
- 机器人技术及应用
- 虚拟设计与虚拟样机
- 网络化控制与制造技术
- 绿色设计与绿色制造中的智能技术
- 智能加工、智能检测与控制
- 数字企业与数字化工厂
- 制造系统建模、运行、控制、优化与调度
- 先进制造模式与战略
- 制造信息与知识处理
- 数控技术与数字化装备
- 现场总线与无线传感网技术

编辑投稿: imchina@idnovo.com.cn 68993880-293 张友华
市场合作: immarket@idnovo.com.cn 68993880-261 朱辉杰
图书出版: imbook@idnovo.com.cn 68993880-274 吴泳江
北京市西城区百万庄大街22号 机械工业信息研究院智能所 100037