

# 航空发动机协同设计 平台建设

## Construction of Aeroengine Collaborative Development Platform

中航工业沈阳发动机设计研究所 王震 战强 朱丽君



王震

中航工业沈阳发动机设计研究所高级工程师。目前主要从事工作是产品数据管理系统实施与应用,多厂所协同研制技术研究与应用。

随着国际形势的发展,我国航空发动机研制的重要程度越来越高,研制型号的种类和数量也越来越多,难度也越来越大。异地设计、制造、管理与协同工作是未来航空工业发展的必然趋势<sup>[1]</sup>。

在国家大力发展航空发动机产业、中航工业快速发展的战略机遇期,中航工业发动机院落实中航工业战略结构调整的重大决策,转型升级、加快发展、顺应形势,加强研究院

协同设计是制造业产品数字化设计技术发展的趋势,能够更有效地利用多个单位的现有资源,发挥各自的优势,从而缩短产品研制周期,减少重复工作,提高产品质量。本文从协同设计平台的现状与挑战出发,详细阐述了基于有限网络带宽条件下的多个单位、单站点的协同设计解决方案。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.12.051

下属4个研究所间的沟通,有效实现资源信息互补和共享,发挥各自研发优势,为实现中航工业集团及中航工业发动机的宏伟战略目标而共同奋斗。

为了支持某型号项目研制,需要以发动机院为牵引,集合各研究所的设计资源,建立型号项目协同研制平台,通过异地联合研发模式,在充分利用国防基础科研以及其他科研项目成果、总结发动机型号研发经验的基础上,通过采用先进的数字化技术,在发动机院及下属研究所之间实现发动机型号产品设计的信息集成和过程集成,形成发动机型号级的数字化协同研发体系。

### 总体业务需求分析

#### 1 研究所间协同现状概述

##### 1.1 信息化建设现状

发动机院下属4个研究所都已经根据发动机公司的统一协同平台要求,基于TC8.3和NX7.5构建相应的产品数据管理平台,目前支撑各自内部业务的正常开展。

##### 1.2 业务协同现状

发动机院现有的状态是一院五地多点分布,每个地点都建立独立的PDM系统。PDM系统间协同目前是基于Teamcenter数据包发送的形式,即在每个站点建立数据共享区,通过数据共享区导出需要协同和共享的数据,通过金航网或光盘刻录派送的方式进行数据传递。图1为目前协同现状示例。

目前的协同模式,协同效率很低,协同过程中缺乏沟通和交流,只是设计结果的数据发放和接收,无法

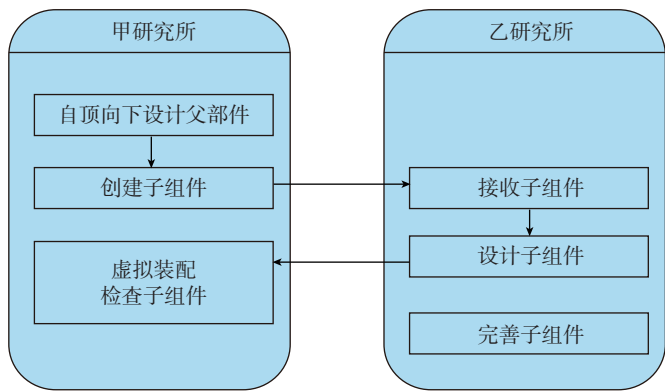


图1 协同业务现状示例

满足新型号航空发动机协同研制要求。

## 2 发动机院协同研制需求

### 2.1 型号项目的研制需求

集合各研究所研发优势,突破和掌握型号项目的关键设计技术,缩短产品研发周期。

### 2.2 数字化产品设计的需求

通过 IPD 的模式,整合 4 个研究所各自资源和优势,提高发动机的数字化产品设计的质量和水平。

### 2.3 发动机模块化设计的需求

通过 4 个研究所的标准协同、知识协同,建立发动机的重用和模块化(单元体化)机制,提高研发的质量,缩短研发周期,降低研发成本。

### 2.4 研究所间战略合作的需求

为了支持发动机院下属 4 个研究所的战略合作,需要建立协同设计平台,通过异地联合研发模式,在充分利用国防基础科研以及其他科研项目的成果、总结发动机型号研发经验的基础上,通过采用先进的数字化技术,在发动机院及下属研究所之间,实现发动机型号设计的信息集成和过程集成,形成发动机型号产品的数字化协同设计体系。

## 项目建设内容与目标

### 1 建设目标

以发动机院牵头纳总,针对新型号,构建满足发动机行业跨地域多院所联合研制的协同工作平台,实现基

于信息共享的协同研制模式,充分发挥各个研究所技术优势,共享发动机设计信息和设计资源,缩短发动机研制周期,提升发动机院协同研制能力。

## 2 建设原则

结合发动机院的发展战略、业务需求及目前实际情况,本着“总体规划、分步实施、效益驱动、平滑过渡”的原则,遵循技术与管理并重、实用与先进并存的实施方法,确定协同研发平台建设方案,逐步形成发动机院的产品研发支撑系统。

### 2.1 管理与技术并重原则

发动机研发模式的变革,对信息化建设提出新的需求,特别是对多所联合设计的需求日益强烈。建设协同研发平台既要关注协同技术(应用软件、硬件)本身,更要关注对业务流程的改善和对历史数据的整顿,同时,还需将公司知识资产按照统一的业务规则,进行整理形成发动机知识资产数据库,提高知识重用和对客户需求的快速响应,降低成本。

### 2.2 效益最大化原则

发动机院在信息化投资方面既要考虑满足公司未来发展的需求,特别是协同研发新模式的需求,也要注重面向目前实际的业务需求和各厂所已有的信息系统,保持两者之间的平衡。注重效益同时要求发动机院选择成熟化的应用系统,降低风险同时需要保持一定的超前性,避免投资

浪费。

### 2.3 扩展 / 开放和集成性原则

借助协同研发平台的建设整合各所的信息系统,最大程度地发挥协同研发平台的作用,提升发动机院信息整体应用水平,因此,从信息系统的实施到日常的运维,都必须贯穿所协同应用集成的理念和实践。

### 2.4 安全性原则

发动机院协同研制平台建设涉及到不同的设计所,建设协同研制平台过程首先需要高度重视安全性,包括网络安全、数据交换安全、数据容灾、数据使用安全等,从管理制度、技术保障、人员保障等多个方面保证安全。

## 3 项目主要建设内容

发动机院型号项目协同平台重点任务目标在于:

- (1) 组建型号协同设计 IPD 团队;
- (2) 建设设计协同的 IT 支撑平台;
- (3) 按照协同研制模式,未来对 Teamcenter 功能进行扩充,提升型号产品研发水平。

发动机院型号协同研制项目,不仅仅是简单的 IT 系统的建设,更重要的是构建新的业务模式。因此完整的设计协同的解决方案,应该包含 3 个方面:

- (1) 定义合理的 IPT<sup>[2-3]</sup> 组织,本着紧密业务协同的思想构建出有效的业务协同的方法、方式和管理制度,以及相应的标准和规范;
- (2) 搭建支持协同业务的硬件平台和软件系统;
- (3) 根据新的业务流程,固化到新构建的协同的软件系统中。

## 技术方案

### 1 网络框架

发动机院的协同研制平台建设以发动机院为领导,充分借鉴国内外

企业产品协同研制的最佳实践,统一研究院成员单位数字化技术标准和规范,实现项目进度管理协同、数据协同、流程协同、可视化即时协同以及系统集成。

协同研制平台以 WEB 技术为基础的分布式多层次软件集成平台,主要功能包括协同门户、项目管理、产品协同工作环境和集成接口等,为协同工作提供信息化环境支撑。通过公共资源为协同工作提供数据保障,通过集成接口实现协同研制平台与其他应用系统的业务集成和数据集成。

该协同研制平台以统一的业务规范、数据规范和专用网络,采用单一数据源的分布式部署,即在发动机院部署 Teamcenter 主服务器、主文件服务器和单一数据库实例,发动机院及下属 4 个研究所在同一个 Teamcenter 环境内容完成协同研制。

为了提高各成员单位文件浏览的速度和效率,减少对网络资源的占用,在各成员单位建立本地文件服务器(Teamcenter 卷)和缓存服务器,各成员单位文件的上传和下载优先通过本地文件服务器管理,由缓存服务器管理研究院主服务器和各成员单位本地文件服务器间的同步。

考虑到发动机院各单位现实情况及网络现状,拟采用验证阶段和部署阶段分步实施的方式,逐步深化和扩展。在验证阶段,拟采用在甲研究所建立 Teamcenter 主服务器、主文件服务器和单一数据库实例,在乙研究所建立本地文件服务器和缓存服务器,在沈阳和成都两地测试。在部署阶段,以发动机院本部建立主服务器,其他研究所建立本地服务器(见图 2)。

## 2 关键协同能力介绍

### 2.1 协同内容

协同研制平台协同内容包括:

(1)设计结果数据:三维模型、

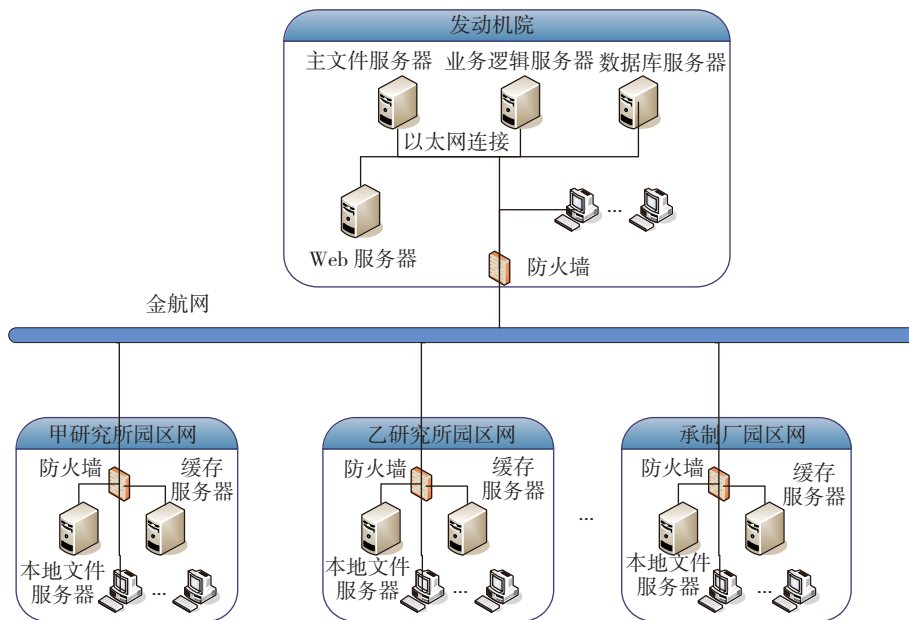


图2 网络框架

产品结构、BOM、几何图;

(2)设计过程数据:气动、强度、热、疲劳等设计过程数据;

(3)试验数据:整机、部件、零件等试验结果数据;

(4)知识数据:设计/仿真/试验规程和规格、设计/仿真/试验资源库等。

### 2.2 接口标准

协同研制平台充分考虑各专业业务实际情况,定制协同接口规格和内容。

### 2.3 协同流程和项目管控

协同研制平台充分考虑协同组织、系统、人员的实际管理需要,统一管控型号研制流程,实现统一型号流程管控下的型号研制。

协同平台项目管理包括三部分的功能层次,底层是项目空间及基本数据管理,由于其架构在集成设计平台框架基础上,可以直接利用其实现该部分功能;中间层是基于不同的项目管理内容和维度,实现具体功能集,包括计划管理、资源管理、交付物管理和转阶段审核等功能;最上层是项目的分析和展示层,提供项目各种维度的数据分析,并形成看板 and 图标展示出来。

### 2.4 自顶向下设计

利用数据共享的功能,在设计中可以采用多种优化的设计方法,Top-Down 即是其中一种实现并行设计的方法。采用 Top-Down 设计方法,在多人参与的某一产品设计阶段,将每个设计人员均需参考的特征搭建在一个骨架模型(Skeleton)中,并加以特征开放处理(Publication);其他设计人员可以方便地调用共享特征进行并行的局部设计,在设计进行到一定阶段后,通过产品装配或零件布尔运算等方法实现设计整合。与上下游设计过程的关联性一样,如果骨架模型的参数或特征发生变化时,所有并行的局部设计都可以实现相应的设计更新。

(1)自顶向下骨架协同设计定义。

在发动机设计过程中,上、下游设计往往存在着某种依赖关系,如结构设计依赖于外形设计,系统设计依赖于结构设计,这种依赖关系的存在,使得上游设计驱动下游设计,这种依赖关系的建立可通过上下游设计间的几何特征、参数化等技术进行实现,通过数据管理系统

进行管理,从而可实现在统一样机下的关联设计,提高设计效率,规范设计过程。

在发动机设计的顶层建立发动机全局位置基准,全局位置基准包括主几何基准和界面接口基准。

### (2) 主几何基准。

定义发动机的几何外形,主要几何定位基准,表达发动机总体外形和空间站位划分,主几何基准向设计下游分解传递到下游协同单位,协同单位在继续建立本身单元主几何基准。

### (3) 界面接口基准。

定义发动机部件结构接口界面,包括衔接基准位置,接口参数信息等,表达和传递部件之间的空间界面关系,部件之间的相互位置是由界面接口基准划分和确定的。

### (4) 骨架分解方式与数据协同方式。

全局位置基准分解为部件主几何基准和部件界面接口基准,部件主几何基准、部件接口基准在向下划分为组件接口基准和组件主几何基准,组件节点、组件接口基准和组件主几何基准分别发放到协同单位,协同单位在本地展开组件协同设计,设计完成后根据各自节点数据上传到主数据服务器,当需要参考其他协同单位数据时从主服务器中捡入到本地缓存中,重复使用参考该协同数据时将直接从本地缓存中调用数据,本地向主服务器中上传数据根据分配的组件节点在该节点上进行数据增量更新。

### 2.5 设计制造协同

设计制造协同过程重点关注:新材料、新工艺、新技术的应用;制造长线零组件、关重件、总体装配结构的协同。

设计和制造的协同主要应用以下理念,来达到提高产品研制的质量、缩短产品研制周期的目的:

- 通过产品成熟度的定义,提高

表1 发动机院硬件配置

类型	数量	用途	操作系统及软件要求	性能参数
数据库服务器	1 台	用于管理协同平台的元数据	AIX 6.1 TL09, Oracle11gR2	>= 32G RAM /300GB HDD
主文件服务器	1 台	提供 FSC 服务,管理产品物理数据	AIX 6.1 TL09	>= 16GB RAM /300GB HDD
Teamcenter 业务逻辑服务器	1 台	用于提供 Teamcenter 的业务服务	Windows 2008 server SP1	>= 64G RAM/ 300GB HDD
Teamcenter Web 服务器	1 台	用于提供 Teamcenter 的 Web Service	Windows 2008 server SP1 Weblogic 10.3 或 Websphere 6.1	16G RAM/ 300GB HDD
磁盘阵列	1 台	存放 Oracle 数据文件和文件仓库	数据库存储 - RAID 01 文件服务器存储 - RAID 5	3TB 以上,根据业务需要可扩展
网络要求	主文件服务器 /Web 服务器均接入金航网			

表2 各研究所硬件配置

类型	数量	用途	操作系统及软件要求	性能参数
本地文件服务器	1 台	提供 FSC 服务,管理本地产生的产品物理数据	AIX 6.1 TL09	16G RAM/ 300GB HDD
Teamcenter 缓存服务器 - 可与文件服务器合并	1 台	用于提供 Teamcenter 的文件缓存服务,提供主文件服务器与本地文件服务器间的文件同步服务	Windows 2008 server SP1	8 G RAM >= 500 HDD, 最好用存储
磁盘阵列	1	存放文件仓库	文件服务器存储 - RAID 5	3TB 以上,根据业务需要可扩展
网络要求	主文件服务器均接入金航网			

设计制造并行工作的效率;

- 树立面向用户的产品研制思想,设计制造共同促进提升,提高产品客户满意度;

- 组建 IPT 团队,设计制造紧密协同,实现产品研制过程中的问题的快速响应机制。

### 3 协同平台软硬件要求

#### 3.1 发动机院硬件要求

(1) 协同研制平台(PDM): Teamcenter 服务器端。

(2) 硬件配置,如表 1 所示。

#### 3.2 各研究所硬件要求

(1) 协同研制平台(PDM): Teamcenter 客户端。

(2) CAD 设计工具: NX。

(3) 硬件配置,如表 2 所示。

### 结束语

航空发动机作为制造业“皇冠上的明珠”,产品复杂,设计难度大,通过航空发动机协同设计平台的建设,为航空发动机行业的设计资源整合提供了可行的基础条件,提高型号研制的研制效率,降低研制成本,减少研制周期。

### 参考文献

[1] 王普,飞机异地协同数字化设计制造技术,航空制造技术,2010(4):31-34.  
 [2] 李清,马宇宁.航空产品 IPT 团队群运行模式研究.航空制造技术,2002,2(12):44-46.  
 [3] 邱述斌. IPT 工作模式在飞机研制中的应用.海军航空工程学院学报,2009,24(4):23-28.

(责编 一帆)