

# 数字化研发平台与其他业务系统的集成架构设计

## Integration Architecture Design of Aero Engine Digital R&D System Platform and Other Business Systems

■ 贺颖 陈健辉 陈代胜 赖翔 / 中国航发动研所

通过航空发动机数字化集成研发平台（CDM）与计划管理系统（PPM）、高性能计算平台（HPC）、协同研制平台（PDM）、试验数据管理系统（TDM）的有效集成，能实现整个研发业务的贯通，切实提高研发效率。

航空发动机数字化研发平台以设计流程为主线，有序组织关联设计活动，实现设计流程与设计工具的整合，满足发动机总体、各部件（压气机、燃烧室、涡轮）及系统（控制系统、机械系统、外部与短舱系统、空气系统）的集成设计和分析。

### 架构设计

航空发动机研发各业务系统集成主要包括业务架构、数据架构、应用架构和技术架构4部分。

业务架构描述了航空发动机产品或者服务的战略，以及组织上的、功能上的、过程中的、信息的以及地理位置的业务环境，是各类业务架构建设的基础。

数据架构通过一种完整、一致、稳定且能被相关方所理解的方法对支撑业务所需的数据的类型与来源进行定义。

应用架构主要关注各业务系统集成应用的场景，而不关注针对应用系统的具体设计，应用场景应该定义出各不同业务系统的范围，以及在不同业务系统中的管理边界、

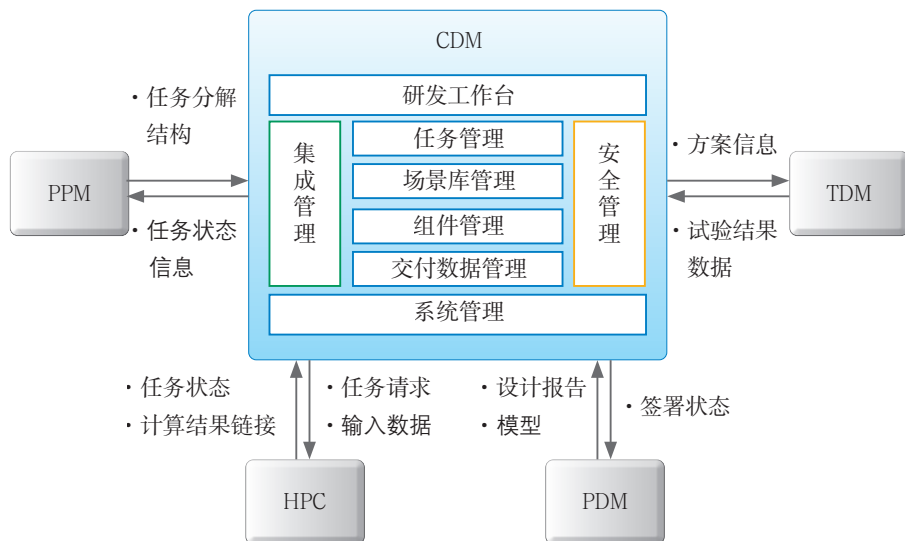


图1 集成研发平台与其他业务系统集成架构

管理数据和向用户展示信息方面的需求。

技术架构是支撑应用与数据的信息技术（IT）基础，是一系列IT和组件以及相应标准的集合，技术架构设计的着眼点在于航空发动机研发信息系统的总体性保证和可靠性保证。

基于上述4类架构，可以构建出航空发动机数字化集成研发平台与其他业务系统集成的架构如图1所示。

### 各系统核心功能及交互关系设计

针对集成研发平台与其他业务系统集成架构，对每个业务系统的核心功能和交互关系进行分解，形成多系统集成逻辑交互如图2所示。

其中，项目综合管理系统（PPM）管理航空发动机研发的全部任务计划，包括设计、试验、生产等各种任务计划，也涵盖发动机从型号、阶段、部件、系统、专业等不同层次的任务计划。PPM系统贯穿于发动

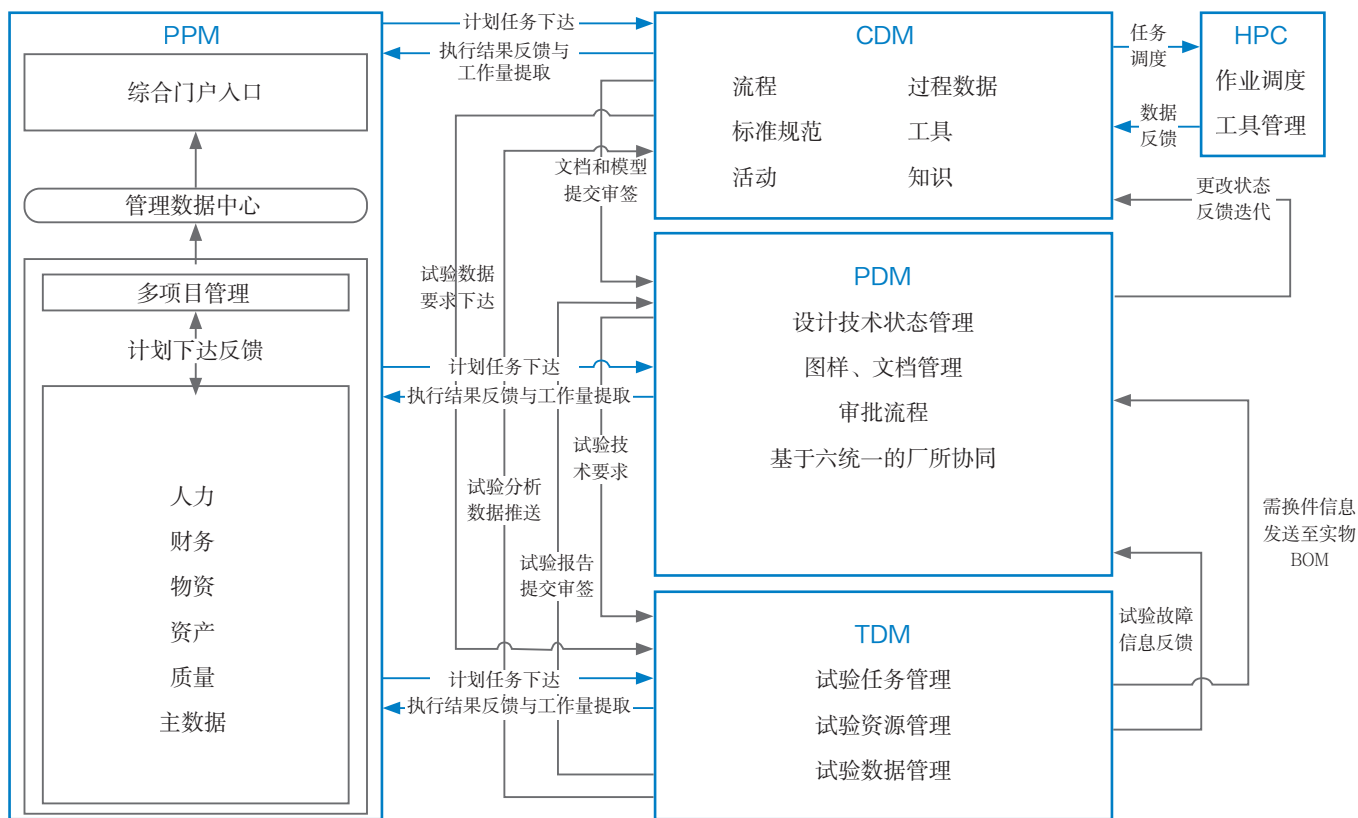


图2 多系统集成逻辑交互关系

机研发需求阶段及发动机研发阶段。

产品数据管理系统（PDM）管理航空发动机研发过程中的产品数据，包括设计输入、设计输出以及设计报告提交的审批状态等。PDM系统同时承担结构设计的工作。PDM系统贯穿于发动机研发需求阶段及发动机研发阶段。在发动机设计、仿真过程中，如果包含启动分析、气动计算等大计算量的任务节点，为了提高设计效率，可以将这些计算提交到仿真中心进行计算。

高性能计算平台（HPC）为发动机设计过程中的设计仿真任务提供了计算资源支持。通过与HPC平台集成可实现计算队列配置、任务提交、任务离线监控、结果下载等功能。通过在专业工具包界面进行参数输入和选择，可以合理调用远

程计算资源或高性能计算环境，实现并行计算。在仿真中心计算过程中，可在本地监控计算的过程，在计算完成后下载计算结果进行后处理得到计算结果，也可以调用HPC工具进行后处理并回传计算结果。

试验数据管理系统（TDM）对试验项目、试验流程、试验数据以及试验相关资源进行管理。通过不同类型接口的交互和调用，实现基于产品研发流程的各异构系统间的逻辑和数据的联通。

### 集成设计的实现

通过CDM与PDM的集成，可以实现二者在业务逻辑同步前提下的同一数据源，其具体的实现思路如图3所示。

首先是数据输入。CDM根据目

前的任务，向PDM提出输入数据的请求，PDM根据当前请求从系统中获取关于该任务的数据地址URL反馈到集成研发平台。然后是数据提交。CDM产生的数据主要是设计报告和模型，当达到提交审核条件时，CDM提交到PDM，PDM接收后反馈数据保存的URL供集成研发平台保存相关文件数据，保存的数据在PDM中签审。最后是状态反馈。PDM系统中通过签审的数据，若数据来源是CDM，则将签审通过的状态反馈到CDM，CDM将冻结对应数据，若签审不通过，则任务继续显示为进行中。

通过CDM与PPM的集成，可实现项目计划的承接与反馈。在CDM中对PPM下发的设计任务调用流程模板进行细分，从而管理设计任务

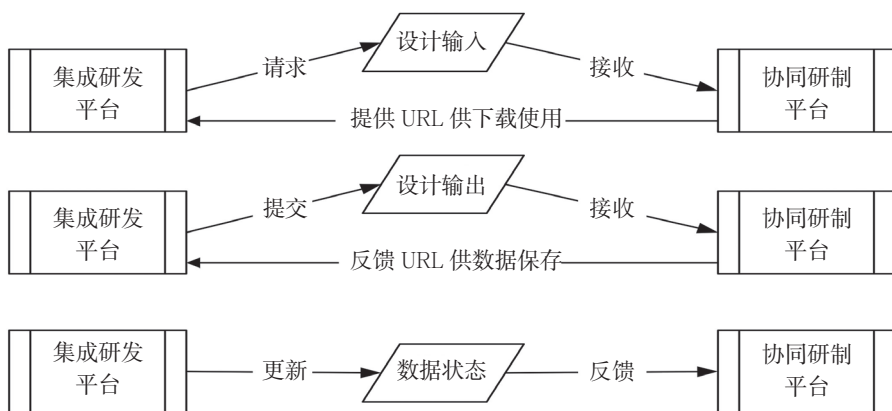


图3 CDM与PDM集成思路

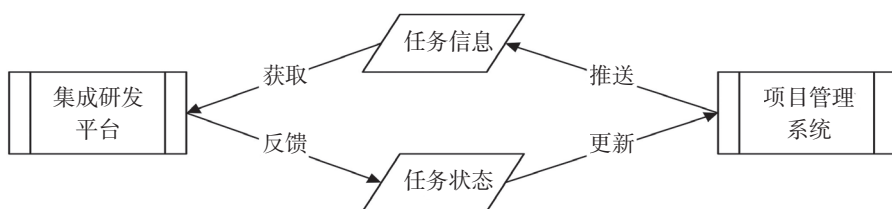


图4 CDM与PPM集成思路

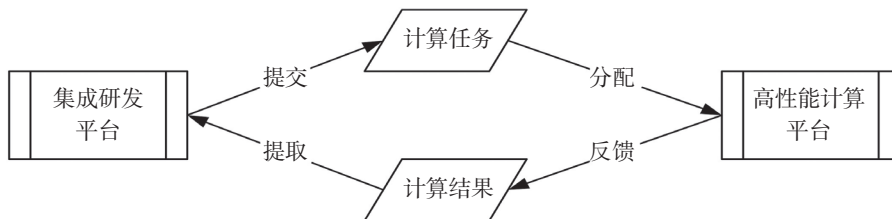


图5 CDM与HPC集成思路

下设计活动及设计活动之间的协作流程。通过CDM与PPM的集成，可达到项目管理的精细化和量化管理，具体的实现思路如图4所示。

PPM中与CDM相关的任务，通过网络服务（WebService）将任务信息推送给CDM，CDM通过WebService获取任务相关信息后，在平台数据库表中建立相关任务及相关的属性信息：当任务执行后，任务状态发生变化，通过PPM提供的状态变更的WebService接口，将状态反馈给PPM，PPM根据接收到的状

态信息进行更新。

通过CDM与HPC的集成，可实现计算机辅助工程（CAE）工具的并行计算，通过在专业工具包界面中进行参数输入和选择，可以合理调用远程计算资源或高性能计算环境，实现并行计算：可以在本地监控计算的过程，在计算完成后下载计算结果进行后处理，也可以调用高性能计算系统的后处理工具进行，具体的实现思路如图5所示。

CDM与HPC集成应用统一的用户认证系统，HPC服务器提供任务

调度的WebService接口，应用服务器通过调用接口，完成任务信息的推送与提交。应用服务器包含调度服务器和应用服务器。调度服务器完成对接收的任务进行调度，分配任务给执行服务器，执行服务器接收到调度服务器分配的任务后执行模板，并将计算任务提交至高性能服务器，完成计算。在执行服务器执行模板过程中，执行服务器返回任务执行状态到CDM，实现HPC计算状态反馈的功能。

通过CDM与TDM的集成，可实现在设计端直接查看所需试验数据，并据此可以实现设计、试验数据的对比分析。在CDM中执行试验任务时，设计人员将试验编号提交给TDM，由TDM根据试验编号进行检索，查询到对应的试验结果后，将其返回给CDM。

## 结束语

通过CDM与PPM、HPC、PDM、TDM的集成，已经基本打通研发域的业务逻辑和数据关系，但仍存在部分集成场景不切合实际操作、部分业务逻辑和数据传递关系仍未深入挖掘等问题，后续，将在这些方面持续完善。

**航空动力**

（贺颖，中国航发研研所，高级工程师，主要从事流程与数字化技术研究）

## 参考文献

- [1] 胡春生. 面向服务的复杂产品集成设计环境关键技术研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2014.
- [2] 曹啸博, 许承东, 胡春生. 基于设计能力的资源聚合方式研究[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 12(6): 114.