

研发要素协同管理信息化实现

IT Implementation for Collaborative Management of R&D Elements

■ 李嘉欣 李金刚 于硕 王寿菊 / 中国航发研究院

技术流程、方法工具、标准规范是航空发动机研发中协同管理的主要要素，研究这些要素协同管理信息化的实现机理，是构建航空发动机协同设计管理系统的基础。

航空发动机协同设计管理系统是产品研发体系运行的信息化平台之一，该平台重点应用于设计阶段，研究各研发要素信息化实现的方式并进行协同管理，可为设计人员提供完善的数字化协同研发环境，实现流畅的产品研发过程。

应用需求分析

以建立异地协同、跨专业协同、专业内协同为目标的协同设计管理系统，需要打通研发过程中业务管理和设计工作之间的各个环节，做到产品研发全要素的统一管理，实现任务流程统一、工具统一、标准规范统一和数据统一，具体需求如下：

在研发流程方面，由于设计计划调整频繁、任务密集、参与人员众多，以及当前各部门间主要以电话与邮件交流导致的人员之间沟通不畅、信息反馈零散滞后等，对研发流程管理信息化提出了更高要求，需要开发协同设计的流程管理功能，用于实时跟踪了解设计流程的所有状态。

在方法工具方面，研发工作需要应用各种商业软件和自研程序，而这些方法工具的孤立性强，相互间数据格式不贯通，转化时需要耗

费大量时间，从而产生对方法工具信息化协同的需求。因此，需开发出能够快速针对不同类别模型数据格式进行转换的功能，以达到数据的贯通，形成对方法工具的统一管理，为研发人员的交互设计工作提供便利。

在标准规范方面，研发过程中涉及大量标准和规范，查询与统一会耗费设计人员大量精力，形成了对标准规范协同管理的需求。因此，需要形成标准规范与知识库，进而通过与流程管理相配合，促进相关标准及规范在设计过程中的高效应用。

在过程数据管理方面，研发设计过程中会产生大量过程数据，若缺乏高效的数据管理会造成数据遗失或数据难以及时同步给协同单位，影响研发活动的进行。因此，需要建立过程数据中心以及各单位的过数据库，用于研发过程数据的管理、追溯和复用。

各类研发要素在信息化系统中协同运行管理，能够支撑总体设计工作，在设计过程中系统提供与任务相关的方法工具、标准规范及知识数据，设计过程数据上传至数据池中以供调用。

研发流程协同管理方案

航空发动机的研制需要总体设计、结构设计、综合保障等多部门通力合作才能确保任务的有效推进，因而设计有效合理的航空发动机流程协同管理方案尤为重要。在综合考虑流程要素管理现状和业务需求的基础上，搭建技术流程协同管理方案总体架构，如图1所示。

航空发动机的研发流程，经由专业人员基于航空发动机体系业务场景，创建了包括但不限于总体、传动系统、控制系统等各主要部件/系统的流程模板。针对不同的业务需求，在各直属单位间将研发活动模板的审核、变更等进行及时的同步共享，从研发流程设计和梳理两方面出发，将活动、工具、数据模板相结合，以此来解决跨地域、跨专业、专业内的管理问题，使得整体研发流程管理更加透明化。

流程管理要素协同

模板是提高工作效率的有效手段，将研发流程、研发活动模板化，有助于研发设计的协同管理、提高研发效率。模板的建立与管理需要满足以下3种协同方式。

一是跨地域流程协同。随着项目管理理念和方法的逐渐完善，工

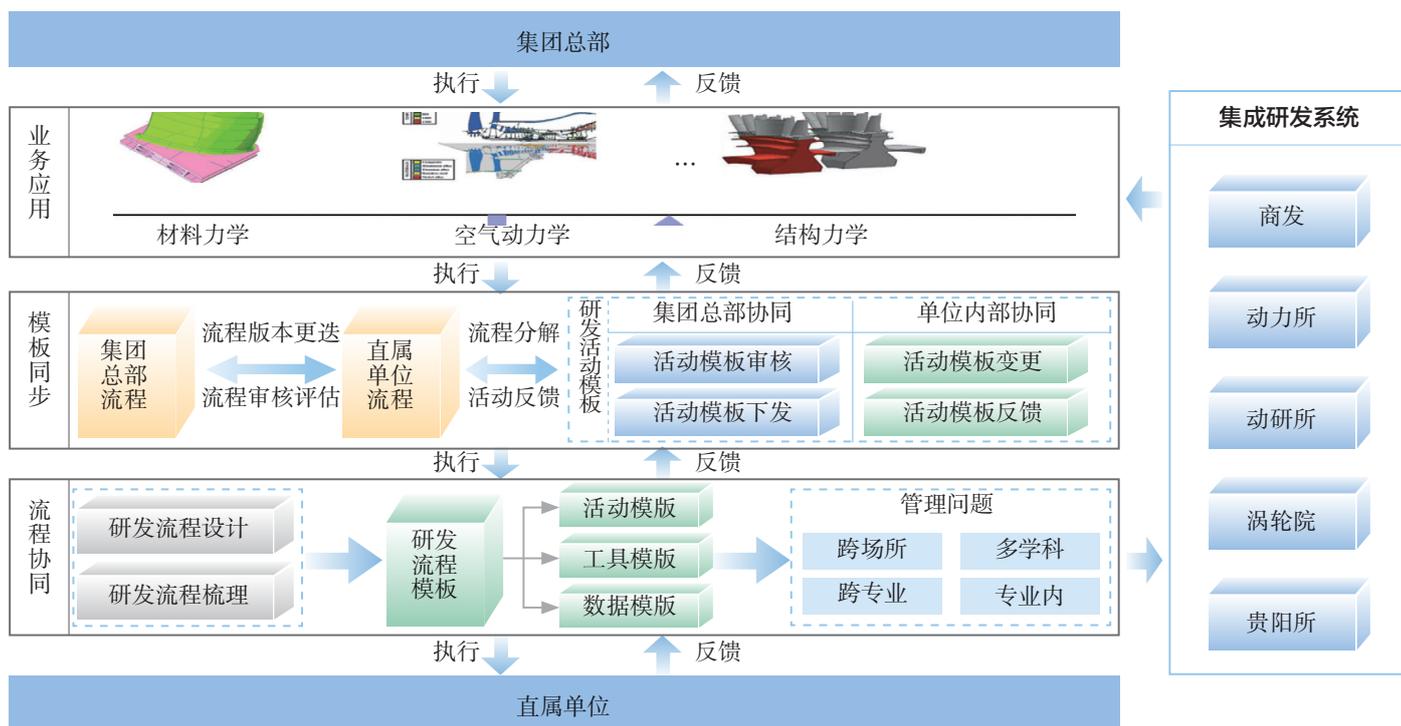


图1 技术流程协同管理方案总体架构

程项目管理模式逐渐演化出项目单位自行管理、项目单位与承包商协同管理等模式。结合以上内容，采用小包协同和大包协同两种模式对跨地域进行流程管理协同。

二是跨学科流程协同。航空发动机的研制涉及到大量学科之间的交互，为了实现跨学科的流程协同，引入多学科的协同方法与共享数据库的结合实现跨学科的流程协同。

三是专业内流程协同。为解决专业内流程协同的问题，系统采用了数据共享和提交发布两种操作模式实现协同。

模板同步与共享

在流程管理中，不同直属单位有不同的权限，为了能够更好地对模板进行管理信息的共享，应建立详细的研发流程模板管理架构，如图2所示。

方法工具协同管理方案

航空发动机产品研发过程中不同地

域、部门和专业的的方法工具建设若缺乏体系化指引，将导致数据难以

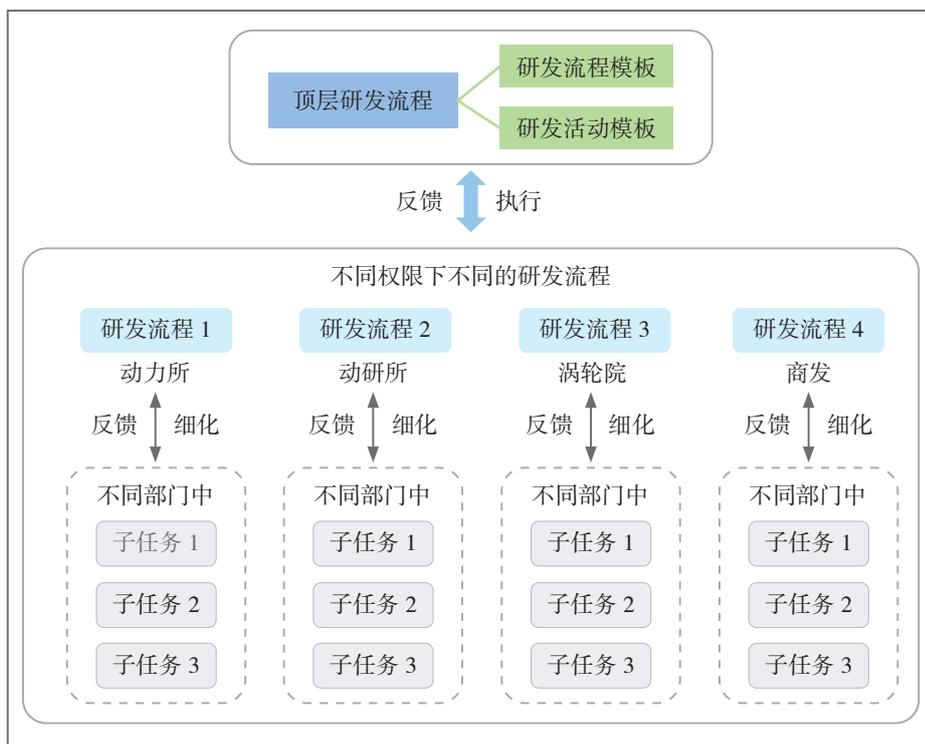


图2 研发流程模板管理架构

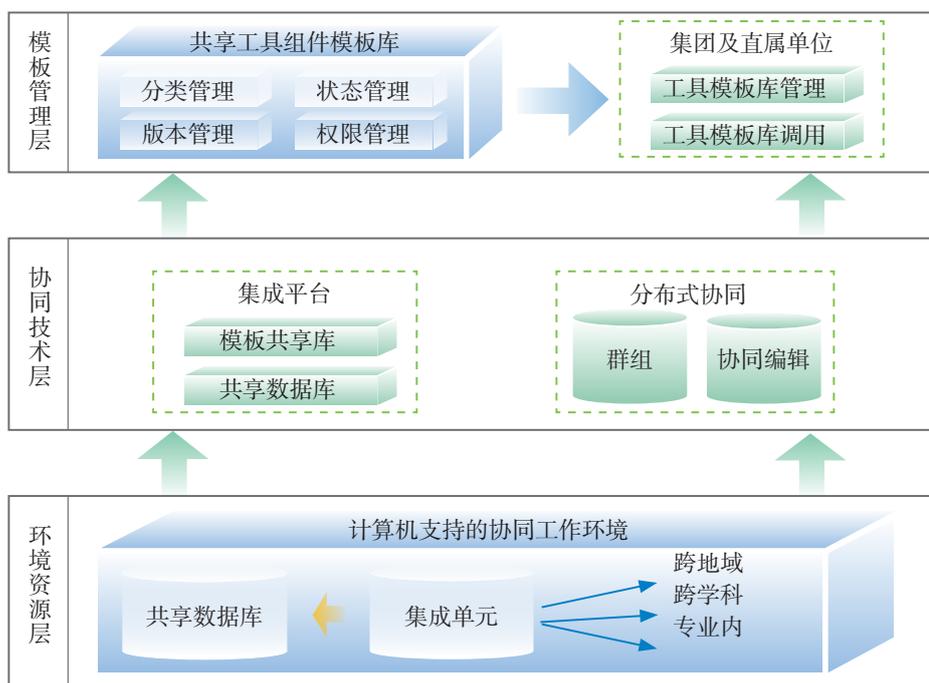


图3 方法工具协同管理方案总体架构

协调统一，故方法工具协同管理方案的设计有着极其重要的作用。通过在资源环境层、协同技术层、模板管理层间的有效管理，实现对方法工具信息的同步与协同，其具体架构设计如图3所示。

方法工具模板的协同技术

方法工具模板的协同主要是指数字化协同。对于实现航空发动机研发这样的重大工程项目的方法工具的管理，构建分布式数字化协同平台，通过平台中的共享模板库与共享数据库的结合，对模板进行有效管理。其中的分布式协同技术是

指在计算机支持协同工作（CSCW）的模式下，采用群件技术与协同编辑的方式来进行协同工作，同时引入中间件的方式对数据进行集成管理。

方法工具模板的管理

在方法工具模块中，利用共享工具组件模板库，为集团各直属单位提供基于服务器的企业级工具/工程模板库管理，具体模板管理架构如图4所示。

标准规范协同管理方案

在产品研发过程中，产生了大量的实践经验，经长期验证与提炼后，

这些经验转换为企业内部的标准规范。在协同设计管理系统中，这些标准规范以知识的形式进行管理并集成到各类研发活动中，方便设计人员在研发过程中快速获取。标准规范在系统中进行结构化存储，形成企业内部的知识库并加以利用，实现企业内部的管理和协同以及企业之间的信息互通与交流，通过结构化存储，方便后续进行模板封装，做到知识的共享，实现研发资源的扩充与更新。

标准规范管理协同

将各直属单位梳理出的标准/规范，通过属性定义和识别进行结构化加工，经上传、发布等操作形成系统内个人知识库和企业知识库，从而对散落于各单位、各部门及个人手中有价值的标准/规范进行统一管理，并在个人执行任务过程中，通过对标准/规范的主动搜索和被动推送辅助实现快速设计，有效提高研发效率和质量。

研发过程知识管理与协同

在研发过程中会涉及大量的显性和隐性的知识，其中标准规范属于隐性知识。通过构建知识管理系统，对知识管理的同时能够整合任务模板和项目流程。通过建立基于任务流程的协同知识图谱，将各类型知识按照协同创新流程连接起来，以实现各知识节点的查询、挖

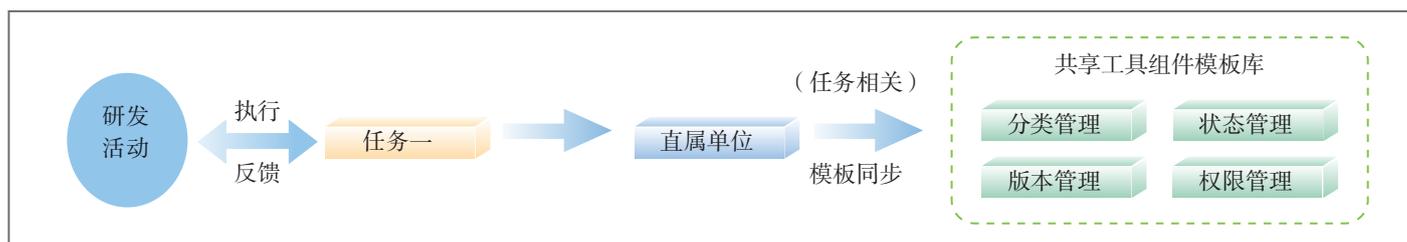


图4 模板管理架构

掘和呈现。同时，能够依据项目流程给处于不同阶段的科研人员提供知识模板服务和协同创新支撑，并对科研流程和数据进行有效管理。

数据协同管理方案

以集团总部为中心节点，通过集团与各直属单位之间的星形网络结构的两级数据中心，辐射到各直属单位，实现数据同步和交换，增强数据一致性的同时，可大大提升各直属单位间数据同步共享的质量。

跨地域数据的分类

航空发动机的研制过程产生的数据大多具有同步共享的需求，按照信息化实现技术可分为实体文件数据和数据库数据，实体文件数据的同步主要有3种业务场景：闲时同步、定时同步和即时同步。数据库

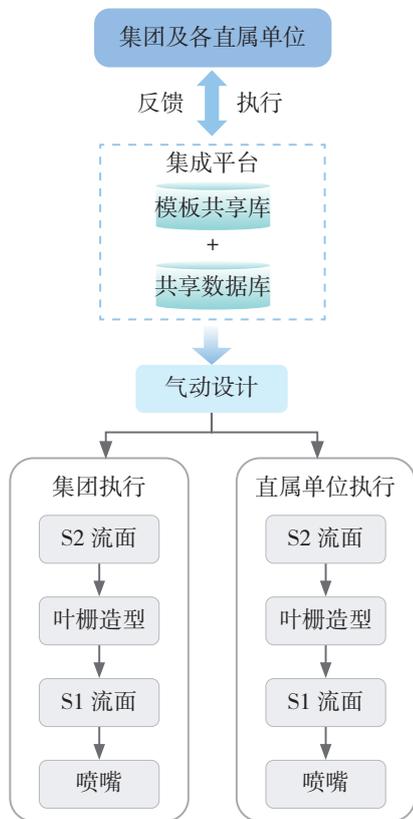


图5 气动设计业务场景

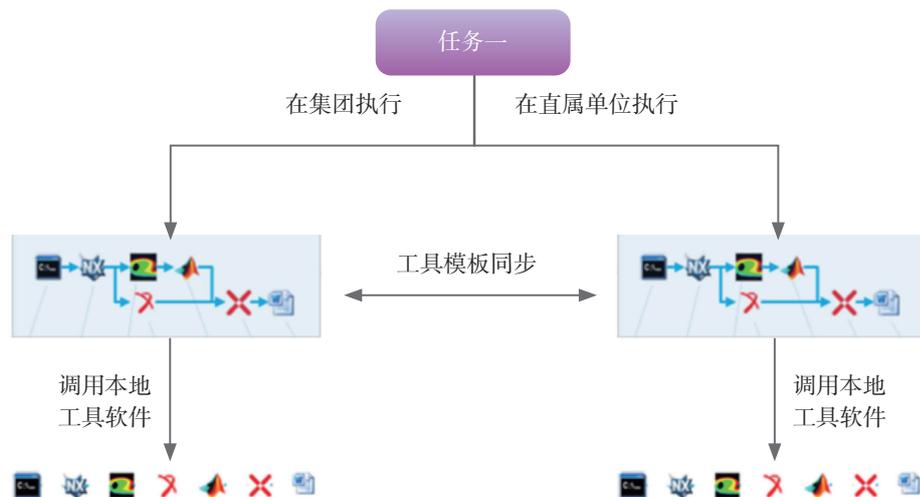


图6 工具模板同步

的数据基于同步服务可以在较短时间内同步后实现数据的一致性。为了满足上述两种数据同步的跨地域协同需求，可采用基于网络的同步方式和基于存储备份的同步方式。

跨地域数据的协同与共享

跨地域的协同办公导致研发数据存储在各自直属单位，当一项子任务交给一单位执行时，该单位需要将研发过程中的数据反馈至集团总部，集团总部再将其同步至与该任务相关的其他单位，实现跨地域的协同办公。若该任务产生的过程数据与集团总部无关，集团总部则仅充当数据转发传输的角色；若相关，集团总部将其存储至协同设计管理系统中，过程数据则会同步传输给指定单位。

研发要素信息化应用验证

针对人员本地办公和人员多地域办公两种协作模式，分别以传动系统专业的研发流程和机械液压系统研制为例，通过总体架构的指导，结合相关技术，达到不同场景下技术管理要素的协同高效运作。

在方法工具协同管理中，以气动设计任务的研发过程为例，在数字化协同技术下进行业务场景的验证，具体实施方法如图5所示。根据气动设计研发过程，最终在整体工具模板中达到同步化，如图6所示。

在标准规范管理中建立的知识共享体系可以提供对产品研发的知识管理功能进行统一管理，其中包括研发全过程中形成的各类文档、报告，以及经过长期积累形成的设计标准规范和方法等知识。

结束语

通过航空发动机研发要素协同管理信息化实现技术研究，为设计人员提供了承载研发核心要素的数字化集成协同研发环境，实现了流畅的产品研发过程与管理，提高了数据管理的质量和效率，能够促进各领域、各专业研发能力的快速提升，推动研发过程的规范化和标准化。

航空动力

（李嘉欣，中国航发研究院，高级工程师，主要从事信息化项目管理和软件工程研究）