

研发流程信息化实现

IT Implementation for R&D Process

■ 王寿菊 李金刚 于硕 贾松涛 / 中国航发研究院

将研发过程中的研发流程进行信息化处理，构建体系化、结构化的研发流程模板，可为后续的方法工具、标准规范等要素的信息化实现提供模板基础。

研发流程信息化实现旨在结合航空发动机研发的流程，研究发动机需求分析、方案设计、详细设计及试验验证在内的全过程研发流程要素，梳理并优化中国航发现有的研发流程，在此基础上编制体系化、结构化的研发流程模板，运用计算机语言实现流程要素信息化，以此搭建符合真实研发业务场景、适于剪裁复用的数字化研发流程体系。通过流程信息化来构建出统一规范、显性的研发流程，促进研发业务过程的自动化，进而提升航空发动机研发执行过程的规范性与跨专业间的协同效率。信息化实现方式需符合中国航发软件开发架构要求并满足计算机行业开发通用标准。

需求分析

随着航空发动机研发流程的日趋复杂，传统纸质化、文档化的流程执行与管理方式已无法满足研发业务的创新发展，需借助信息化手段保证研发各阶段的数据共享、集成与追溯。

研发流程的要素包括流程活动、输入、输出、流程控制点等。研发流程的信息化，一方面将这些要素进行结构化存储，通过流程引擎对其进行控制，实现流程的自动化；另一方面，将各要素融入流程模板

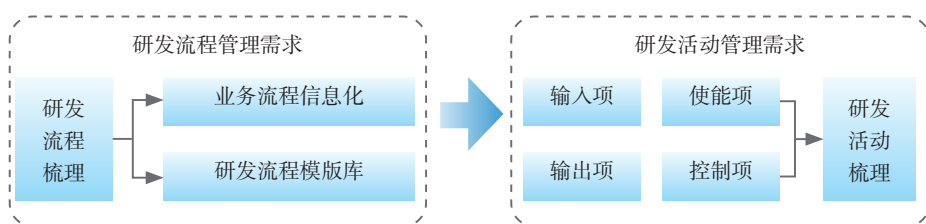


图1 研发流程信息化需求分析

进行管理，既遵从了研发的业务流程，又提高了流程的应用效率。

研发活动是流程的要素之一，将活动的输入项、输出项、使能项和控制项纳入信息系统管理（见图1），为研发流程的信息化提供基础。

总体架构

航空发动机研发体系以研发活动为核心，通过研发活动承载各类输入输出信息并关联完成活动需要的工具模板及知识，再将研发活动关联起来组成研发流程。同时，研发流程中包括活动之间的执行顺序，以及活动之间的数据传递关系。研发流程挂接在工作分解结构（WBS）节点下，形成完整的研发知识体系，支撑日常的专业设计工作。以此运作逻辑为基础，设计研发流程信息化架构（见图2），主要包含研发资源层、信息化技术层、模板管理层和应用验证层。

研发资源层

研发资源层以航空发动机研发过程中所需要的各种数据资源、物理资源等作为底层支撑，通过一定的信息化技术将其汇总、封装、调用，形成航空发动机研发的各个流程。研发流程主要包含单元组件和模板组件两大类，通过不同组件的链接完成流程的搭建。各流程之间或流程内的活动之间通过逻辑映射和数据映射两种关系进行控制。

信息化技术层

信息化技术层主要包含模板的定义与创建，以及业务流程项目任务实例化应用。首先，采用专业的流程定义语言对梳理好的流程进行定义，明确运行方式和驱动方式。然后，选定流程执行引擎提供环境条件，并提前约束模板创建与实例化时所需要的各种属性，在此基础上进行研发流程与活动抽象模板的创建，规定各模板的输入与输出、

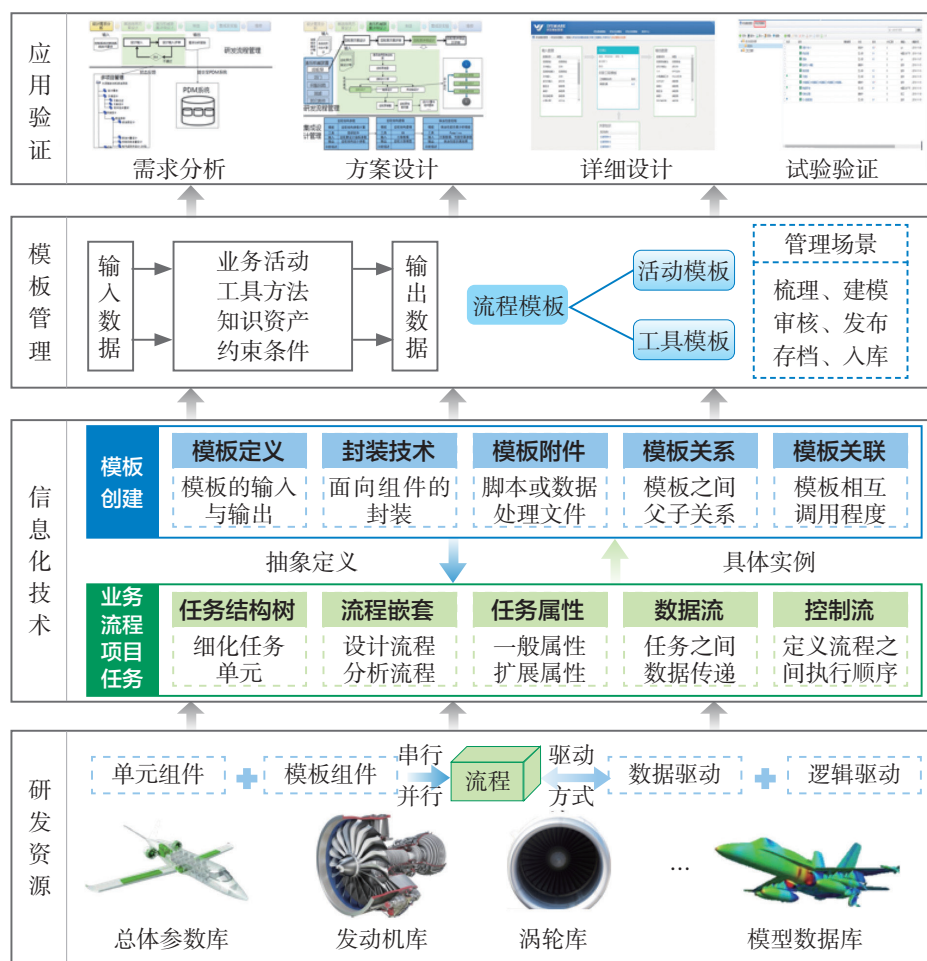


图2 研发流程信息化架构

模板所需的脚本或处理文件、模板之间的关系及关联程度等。最后，根据不同项目任务对抽象模板进行实例化创建与执行，并以此构建包含明确任务结构关系的工作分解结构。实例化的项目任务在原有抽象模板上加入了任务属性、数据流、控制流、子流程等模板属性。

模板管理层

模板管理层主要根据具体的业务活动、工具方法、知识资产和约束条件等获取创建模板时所需的输入数据，以此生成实际的业务流程模板和业务活动模板。同时，对创建的研发流程模板和研发活动模板进行审核，并将其更新、入库。依

据不同的输入将模板分成不同的种类，以便快速准确地选择所需模板。

应用验证层

应用验证层主要针对不同的业务任务按需选择研发流程模板库和研发活动模板库中存在的模板进行使用。基于航空发动机的研发需求选择所需的研发流程模板，将其下发到各个研发部门，创建详细的业务流程模板实例，并通过仿真试验等方式验证模板的适用性，借助这些模板快速完成航空发动机研发流程的设计。

实施方案

基于研发流程信息化总体架构开展各类研发流程模板、研发活动模板

的设计，形成详细的信息化实施方案。研发活动是整个业务流程管理中最基础的单元，各类研发流程均基于研发活动搭建，因此研发模板的详细设计方案主要包含研发活动模板设计原则及封装规范、模板设计方法、模板功能设计，并通过流程体系构建形成整体研发流程网，最终对实际的业务流程项目进行分解以实现模板的分类封装。

模板设计原则及封装规范

模板的设计应遵循以下几点原则：针对大量的、重复性的研发设计任务设计模板；在设计工作中应保存成熟的设计模式和思路，能够被专业人员在封装设计中熟练使用；模板既要体现设计对象的共性，又要发挥出不同模板设计的风格；封装后的模板应当具有较强的导航功能，指引工作人员按序、高效地完成项目任务。

模板的封装应具备统一的封装标准，采取通用的封装规范。各模板首先需要具备独立的模板名称，注明当前模板的输入数据与输出结果，其次要标明模板适用于哪个阶段或专业的研发任务，最后需明确当前模板的封装依赖于企业内已经设立的何种规范或标准，以及正常运行时所需的工具模板。

模板设计方法

研发模板的设计需要明确抽象模板和具体子类之间的交互协作，不同的专业设计人员给出不同的流程模板轮廓和骨架模型，并由其他的设计人员和工作人员给出模板运行的逻辑步骤。这些特定的逻辑步骤称之为模板的基本方法，而这些基本方法的汇总称之为模板方法，即模板设计方法。

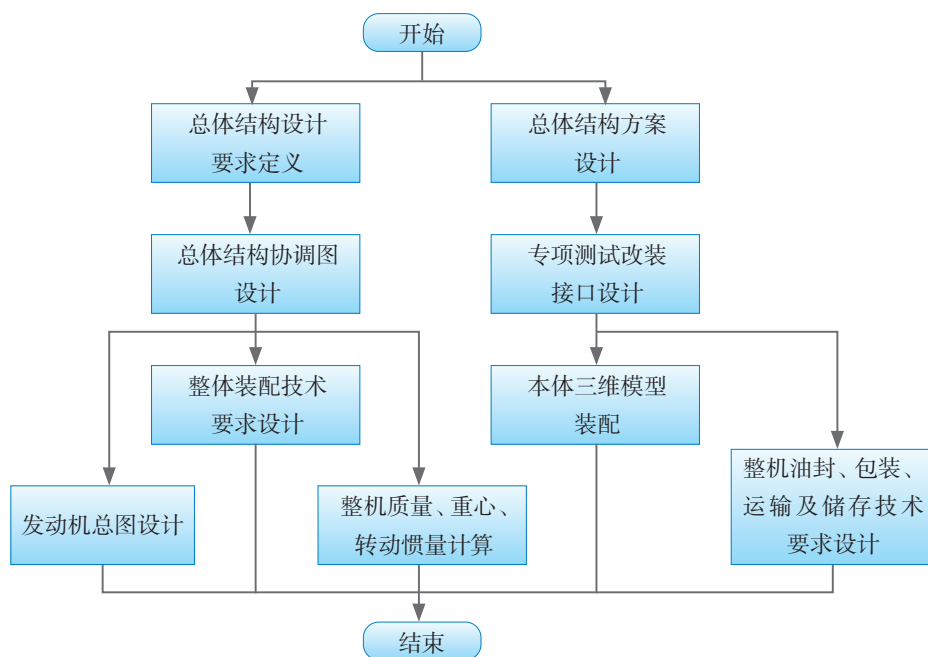


图3 总体结构设计流程模板

模板功能设计

研发活动模板和研发流程模板搭建时所需满足的基础功能主要包含模板的查看与维护，研发工具模板还应具备关联工具模板和关联知识的功能。流程模板应具备查询计划工期、模板使用情况统计、模板审核功能。由于各模板之间存在数据交互关系，故当某一模板的功能或关联信息发生改变时，和其存在数据映射关系的模板也要改变相应的功能。

流程体系构建

研发活动作为最小的任务单元，具备输入项、输出项、使能项和控制项4类必要因素。以工具集成为基础，梳理完成研发活动的方法，描述的是工具与工具之间的流程关系。基于研发活动可以搭建小流程、基于小流程可以搭建大流程，最后形成研发流程网，所描述的是人与人、部门与部门之间的协作关系以及数据的流转关系，从而实现最终的流

程任务管理。当设计活动被实例化为具体任务后，可以根据该活动所设定的操作流程开始设计工作。

WBS分解

WBS是制订项目计划、编制项目预算、确定项目组织、分配工作的基础，通过WBS的制定，可使整个项目研制过程的结构清晰以便于各部门合作和协调。WBS树上的一个节点代表一个任务，其相关属性包括名称、ID、计划开始时间、计划结束时间、实际开始时间、实际结束时间、任务工期、任务类型、任务负责人、任务优先级和前置任务等。为了更好地封装出研发所需的各类模板，需要对研发项目的WBS进行详细的分解，来获取研发过程中所需要的产品数据，进而对研发活动、研发流程进行分类封装。

应用验证

结合研发流程信息化的总体架构和设计方案，构建出研发流程模板

库。以工程研制阶段中的总体结构设计流程为例，对其研发流程进行梳理，明确各研发活动下的4类必要因素，给出其抽象模板的流程图，如图3所示，各流程框给出了研发活动的主要逻辑骨架，同时明确了实现具体操作所需要的参数、要求等信息。

在总体结构设计流程模板中包含许多研发活动模板，例如，整体装配技术要求设计、发动机总图设计、本体三维模型装配等。研发活动模板的封装主要明确各活动的输入输出项、使能项、控制项以及各模板之间的关联等，所以研发活动模板能够以文档、表格等形式进行设计、梳理。图3中的流程模板结合了协同设计系统提供的流程模板功能和研发设计阶段的实际业务，并对流程模板的核心要素（流程名称、流程驱动控制流、数据流、研发阶段、所属专业等）进行设计和梳理，最终实现对总体结构设计业务工作的描述，从业务的角度体现人与人、部门与部门之间的协作关系。

结束语

研发流程信息化的实现，是以航空发动机设计流程为主线，以研发业务管理为驱动，构建研发流程信息化总体架构，准确定位技术实现路线，并以工程研制阶段的总体结构设计流程为例，验证了模板封装的最终产物，为拓展到压气机、燃烧室、涡轮等各主要部件的模板设计做了试点尝试。

航空动力

（王寿菊，中国航发研究院，工程师，主要从事信息化规划和方案论证工作）