

# 研发体系建设与型号研制的相互融合

## Concurrent Management of RDS Building & Project Development

■ 邱明星 宋柳丽 史妍妍/中国航发动力所

研发体系（RDS）是伴随着型号研制经验的积累而发展起来的。在航空百余年的发展历程中，型号研制始终处于“试验—暴露故障—纠正设计—再试验”的循环之中，如何在产品全生命周期内消除技术隐患、提高产品质量、满足用户需求，是全世界航空发动机行业面临的共同课题。

研发体系是规范、约束、指导全体参研人员在航空发动机研发全过程中进行每一个研发活动的全面解决方案。型号研制是将用户的需求形成解决方案，并经验证能够满足用户需求的过程。研发体系实现了知识的积累和研制经验的传承，规范了研制行为，确保研制效率和成功率，为用户提供了高质量的产品提供了支撑和保障；而型号研制是知识的源泉，是研发体系建设的基础，将过程中产生的新认识、积累的新经验、总结的新知识及时充实到研发体系中，促进了体系的成熟和提升，产生了新的增益，为后续的产品研发奠定了一个新的基础。研发体系是型号研制必要的遵循，型号研制是研发体系提升的平台。二者是一种良性的“互哺”关系，你中有我，我中有你，相互促进，协同发展，不断完善，如图1所示，这就是融合的内涵。

### 融合涉及的问题及对策

研发体系建设被认为是“一把手工程”，这一方面说明研发体系建设很重要，但另一方面也说明推进工作

容易遇到各种各样的阻力。认识不到位或较为片面，思维及行为惯性，甚至文化方面的原因都会给研发体系建设推进工作带来这样那样的问题。这些问题不解决，融合就一定会有脱节现象产生。以下总结出几条与融合有关的问题和对策。

一是把研发体系建设和型号研制严格割裂开来，没能同步开展。如果只重视型号研制，不重视系统性的总结提升，必然会导致低水平的重复，使企业无法支撑日益复杂、繁重的研发工作，久而久之企业多年的研制经验得不到总结和传承，核心的研发能力也得不到整体性提升。为解决这类问题，必须放眼长远，

提前策划，并严格执行。凡事预则立，不预则废，必须将研发体系建设与型号研制工作同步谋划，在推进过程中进行严格考核。

二是认为研发体系建设只能问题导向，靠型号研制碰到故障反思才能有深刻的感悟，靠理论指导干不成研发体系。实际上科学的理论和方法是前人实践总结出来的，需要我们老老实实认真学习加以对待，就像化学反应的催化剂，一定能科学、系统地推进研发体系和型号研制工作，真正达到融合的最高境界。对这类问题要引起高度重视，要从企业的战略发展角度对各层次人员下任务提要求。把思想装入到别人

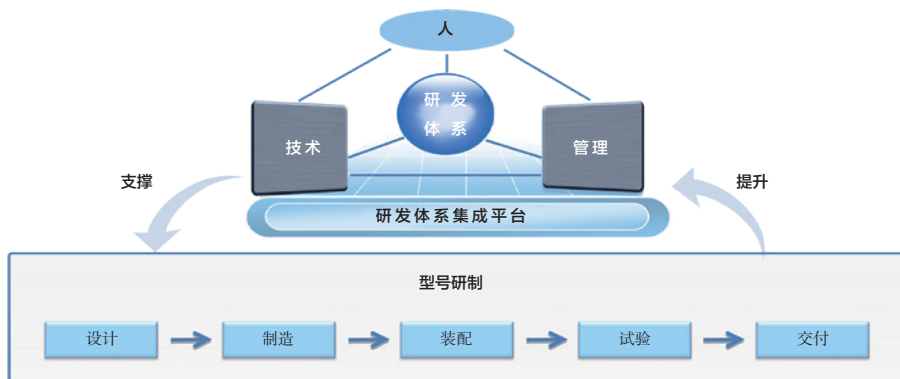


图1 研发体系与型号研制关系

的脑袋里很困难，思维习惯的定式往往是阻碍我们研发创新的桎梏，必须从中解放出来。

三是体系建设在大多数情况下被视作给型号研制增加了条条框框，很多人有本能的抵触情绪。体系建设往往会带来工作方法的创新，创新思想的接纳需要过程，与惯性思维冲突时，通常会带来一定的抵触。解决这类问题需要施以反面案例加以说服，还可以采取诸如知识推送、专家座谈、实战演练、标杆解读等多种形式，特别是采取试点应用渐次普及的形式，使体系建设工作逐渐被大家理解。推进体系建设需要有定力，有耐力，更重要的是有信心，而领导的信心和坚持更重要。

四是体系建设人员与型号研制人员融合的不够，管理上安排了两拨人马，出现体系建设人员不接地气，型号研制人员不理解体系建设的新要求等问题。这需要双方各跨一步，加深理解，为了一个共同的目标——搞好航空发动机研制，营造融洽的氛围。体系建设人员应深入到型号研制的团队之中，及时了解大家产生的困惑和问题，想型号之所想，急型号之所急，从体系上找到解决的方法，获得型号研制人员的理解和认同。同时，要充分发挥型号团队的作用，积极主动应用体系建设成果，及时反馈型号/项目研制中遇到的涉及研发体系的问题，提出宝贵的意见和建议。型号/项目主管领导应是积极使用研发体系建设成果的倡导者和支持者。

## 融合的实施过程

理清融合中出现的常见问题，实现从思想到行动的统一，融合的实施过程也就容易了。传统的策划、实施、

检查和处置（PDCA）循环方法同样可以指导融合的实施过程。

### 制订融合计划

首先制订与融合有关的工作计划，后续按照计划推进。原则上，每个型号项目在策划阶段都应该同步开展体系建设相关的策划，根据对应型号研制的具体工作评估所采用的体系方法的适用性、适宜性，确定要开展的体系建设内容。如图2所示的太极图，型号研制要开展的工作如果在研发体系中找不到能非常顺畅使用的方法性支撑，原则上应该将缺失的部分列入体系建设计划。这样对应梳理计划，融合工作落地就有了先期保障。



图2 二者对应工作的示意

制订计划时必须考虑到体系建设工作一个显著的特点——随时性，往往不会从型号立项开始就能把体系对应的工作一条不差的梳理清楚，在型号研制进程中一定会有新的发现、新的感悟，需要“有心人”将其及时纳入体系建设计划。这才是符合实际情况的融合。

### 实施融合工作

研发体系建设与型号研制两者的融合主要体现在两个方面：一方

面，在产品全生命周期内，以研发对象为目标开展研制工作，而流程、方法、工具等技术要素，以及评审、需求管理、构型管理等管理要素是支撑产品研发的必备条件，应能完整支撑发动机产品研发的全过程；另一方面，型号研制中在应用体系要素的同时，要及时将总结、提炼的经验及成果反哺到体系之中，使其在后续的应用中发挥更大的效用。

体系要素与型号研制的融合过程如图3所示。

首先通过整理型号研制历程以制定或完善航空发动机研制程序，明确各阶段的重点工作内容、主要交付物及转阶段标准，有效保证各领域研制工作协调一致，使研发活动有序开展。依据体系建设成果，在产品全生命周期各阶段设置若干个审查点和里程碑，通过评审体系的建设，改变传统的依赖专家经验的评审模式，形成系统、完整的评审程序，强化对研制工作的监督能力，降低项目进入下一个阶段和步骤的风险。

在产品研发初期，企业在接收到用户提出的产品研制需求后，基于体系提供的通用产品分解结构（PBS），建立型号/项目的专用PBS，沿着结构分解的层级开展需求分析、分解、分配，运用需求管理的方法逐层传递需求，同时针对不同层级的研发对象制定需求可追溯性矩阵，并在后续验证活动后进行对照检查，以此保证用户提出的需求能够被充分满足。

PBS又是研制策划活动中工作分解结构（WBS）的基础，通过对发动机、服务项目和资料项目按层次逐级分解，提供一个以产品为中心

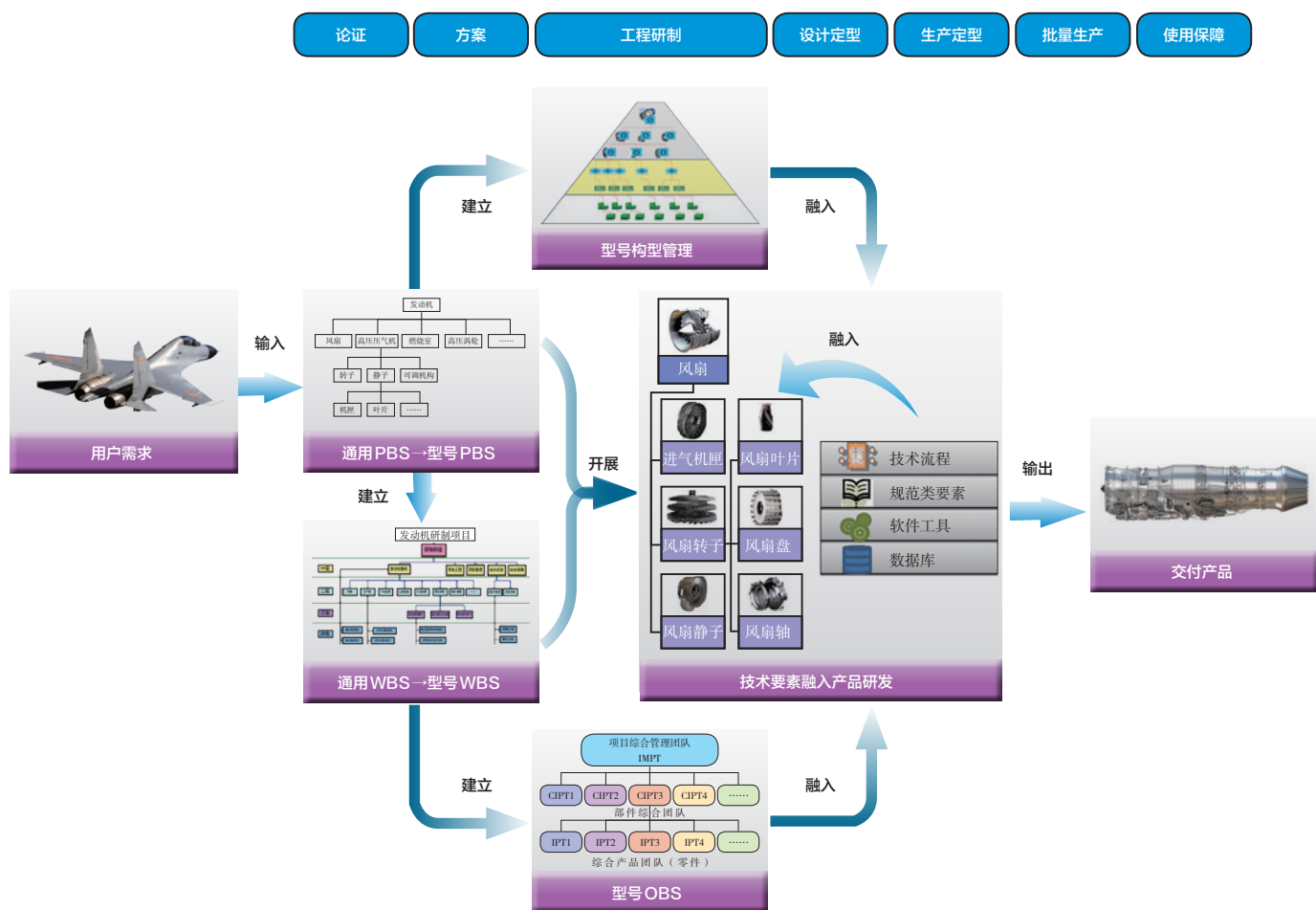


图3 体系要素与型号研制的融合过程

的，协调、直观的层次体系，通过型号WBS全面界定项目工作范围，并作为制定风险管理及成本核算的依据。

在产品研发过程中，根据既定的WBS工作项，组建联合工作团队，运用技术要素（流程、规范、软件/工具等）开展相应的设计活动。流程是为达成一个特定目标所执行任务的逻辑序列，它定义将要做什么，而不是“如何”做，在产品研发中起到牵引及过程控制的作用。而流程对应的要素作为技术流程的伴生体，它定义了“如何”执行好每项任务，主要是为研发活动提供规范、软件/工具、数据库，体现研

发能力，是提高研发效率和质量的保证。

在技术流程基础上形成的工作流程，规范指导发动机产品研发全生命周期研发过程，包含设计、制造、装配、试验等全领域，囊括整机、部件/系统、零组件全层级，有效保证了需求管理、设计活动、验证活动的完整性。

在整个研发过程中，针对每项体系要素的应用情况，型号的研发人员要将发现的问题，总结的成果及时反馈给体系建设人员，纳入到体系之中，共同打造研发体系建设与型号研制互哺、螺旋上升的良性循环。

### 评估融合情况

可以从研发体系与型号研制二者融合的效率、质量、人员评价、适应性、全面性、可操作性等方面进行综合评价，指出融合存在的不足，为后续的改进指明方向。

效率主要是指体系要素应用于型号，以及型号反哺体系的速度，所期待的目标是利用信息化手段从有序融合到自动融合再到智能融合稳步发展。

适应性是对双方应对变化的能力进行评估，针对型号研制产生的突发问题，体系必须快速反映，同时，型号的工作机制也需适应体系新方法的融入。



全面性是评估产品研发过程中体系要素融入的覆盖范围，能否全面支撑研发活动。

可操作性是针对融合过程中的每项具体活动进行评估，将二者的工作转化为双方可观测、可测量的工作项。

人员评价是建设体系人员和使用体系开展型号研制人员的互评，对双方工作的满意度进行评价。

质量是细化考量融合工作的最终结果，产品的研发能力是否通过体系的融入得到提升，型号工作的反馈是否促进了体系的完善。

企业可根据能力评估结果，如图4所示，建立两者融合工作的成熟度模型，监控研发体系和型号研制的管理水平。

### 完善融合机制

对融合工作进行持续性评估是必不可少的重要工作。应深入分析融合中遇到的实际问题和经验教训，

研究制定针对性的改进措施，完善研发体系与型号研制相互关联、影响的工作机制，切实保证协同共建。应逐步加强融合过程的可操作性，采取先进手段提升融合的工作效率，进而不断提高型号研制质量和研发体系的成熟度。

## 融合的发展方向

中国航发的研发体系建设和型号研制的融合可分为近期和远期两种设想。

近期，我们应瞄准自主创新的研发体系基本建成乃至全面建立的目标，着重强化正向研发的方法和手段建立，熟练掌握需求分析技术和要素建设；高度重视设计/制造协同，使产品研制全面满足用户需求；注重同步开展技术要素和技术管理要素建设。

远期，在解决研发体系建设与型号研制融合中遇到的基础性问题

的同时，还要考虑借助新的技术手段加速二者的融合进程，使型号研制更加便捷和高效，体系的支撑作用更加“贴心”智能。大数据分析以及“互联网+航空发动机”技术的应用，或是未来融合过程中可借助的手段。融合过程中产生的海量数据，有产品和技术方面的，也有研发体系相关的，如何有效组织整理、挖掘，并借助大数据分析手段为研发体系建设和型号研制提供非常直观的展示，不仅直接服务于二者中的任意一方，更能为融合提供有效的支撑。同时，按照“互联网+航空发动机”的发展理念，运用新技术新模式建立基于互联协同的智能研发新模式，及时让集团内成员单位共享研发体系建设和型号研制成果，提升融合的质量和反应速度。

先进的手段可以使融合更加自如、顺畅，研发体系将能够“智能”感知型号研制的需求，在恰当的时间点提供伴随的方法、工具和知识；而型号研制中能够借助先进手段自动总结提炼研发经验，为研发体系提出建设性意见。

## 结束语

研发体系建设与型号研制的融合具有十分重要的意义，它关乎企业的长远发展。然而，融合又是容易被忽略的界面，影响的因素很多，必须引起管理者的高度重视，应采取综合措施，确保融合工作顺利，企业发展顺畅。站在新的历史起点上的中国航发被赋予了崇高的使命和重托，有义务搞好研发体系建设，推出高水平的型号产品。 **航空动力**

（邱明星，中国航发动力所，研究员，主要从事研发体系建设研究）

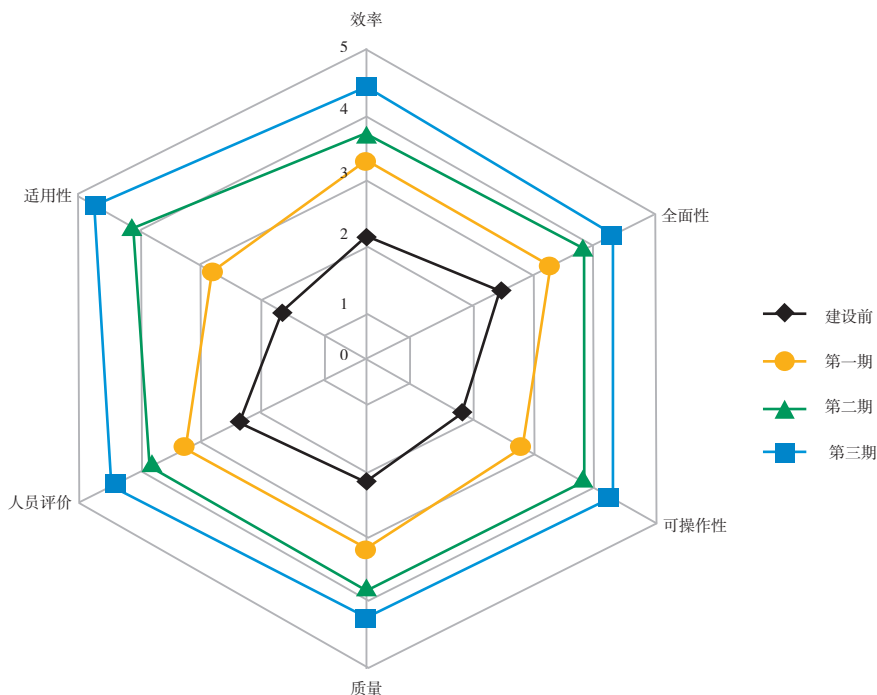


图4 融合的成熟度评估实例