

对中国航发集团标准体系建设工作的几点思考

Consideration of AECC Standard System Construction

■ 温泉 / 中国航发研究院

标准作为中国航发运营管理系统（AEOS）的核心要素之一，发挥着指导研发活动实施、统一设计语言、强化研制协同、引导供应链网络建设、提升服务保障能力等重要作用。

完善的运营管理系统是企业研发、制造优质产品的保障，是企业卓越运行的基础，是企业核心竞争力的重要组成部分。国际先进航空制造企业均构建有一套完善、科学的管理系统。目前，中国航空发动机集团有限公司（中国航发）总体上还没有形成完善的、覆盖产品正向全过程的运营管理系统，自主研发能力亟待增强，经济运行质量和效益有待提升。为全面提升管理水平，集团决定构建中国航发运营管理系统（AEOS）。中国航发运营管理系统建设是一项复杂而庞大的系统性、基础性工作，是一场没有退路的管理变革，是实现创新驱动发展战略的必由之路。以AEOS建设需求为牵引，进一步明晰集团标准的定位和内涵，对系统推进集团标准化工作具有重要意义。

标准支撑标杆企业运营管理体系

以GE、罗罗、普惠等公司为代表的先进航空发动机企业经过一个多世纪的发展，建立起较为成熟的、架构趋同的运营体系，并将其作为支撑航空发动机产品研发和生产的核心竞争力，保证其产品长期

保持领先地位，形成了市场垄断格局。纵观世界先进航空发动机企业，其运营管理体系均具有以下基本特征。

一是产品研发活动以流程为牵引，构建涵盖全生命周期、全业务域、全层级的研发流程。按照业务逻辑和协同过程，自顶向下细化形成各级流程、子流程和活动，配以先进完备的标准、工具和工程数据等技术基础要素，实现以流程为牵引的各业务域协同研发。

二是利用工业物联网等新兴信息技术，开发数字化生产制造系统。以零件通用化、系列化、模块化为基础，结合精益生产的理念和方法，借助信息化手段，形成规范的制造过程控制方法，促进均衡生产和各项管理工作规范化、数字化。

三是以成本和资源控制为驱动，谋划全球供应链战略布局。实行全球采购战略，编制体系化的供应链管控文件，建设在线供应商系统，对供应链上信息流、物流、资金流、业务流和价值流实施有效规划和控制，分摊研制成本和风险，加快研制进度。

四是以客户为中心，强化服务

保障体系。建立系统完备的标准化作业文件、覆盖全球的服务保障团队和机构，满足客户不同需求，推动从航后排故、定期翻修到视情维修、预测式服务的转变，实现发动机全生命周期的高效综合保障。

标准在产品研发、生产制造、供应链管理和服务保障等运营管理体系业务域中均发挥着重要支撑作用，如GE航空集团产品研发体系强调了设计准则等技术基础要素的控制与使能作用，其标准分为设计准则、强度分析准则、基础标准、技术规范和质量规范等大类，各类标准的作用和管理模式存在较大差异，实现了对产品研发、生产制造、供应链管理和服务保障等业务域的全覆盖。

体系建设催生大量集团标准新需求

中国航发已明确要加快建设集团标准，逐步实现对各技术领域、全产业链、上级标准与适航要求、存量企业标准的全覆盖。面对行业内设计准则和分析计算方法标准仍存在缺失、支撑标准多杂散乱现状，需要从中国航发运营管理系统建设

的高度对标准再理解，系统策划后续标准制定任务和实施计划，在体系中去切实运用和完善。面向体系建设开展标准需求评估是一项长期工作，本文结合前期标准需求初步分析，以产品研发领域为例，初步分析了标准需求来源，可为后续体系性需求评估工作提供参考。

按照正向产品研制的多V模型（见图1）开展需求评估的具体含义为：正向产品设计过程的起点是客户需求，经过需求定义、功能分解、系统综合、物理设计、工艺设计、产品试制、部件验证、系统集成、系统验证和系统确认等阶段，最后完成产品的验收。复杂产品研制时，为保证需求定义、功能分解、系统综合、物理设计、工艺设计结果的正确性，一般会增加指标分析、功能分析、系统分析、物理仿真和制造仿真，以期通过计算、分析、模

拟或仿真等手段对设计进行确认和优化。

在需求定义、功能分解活动中，将各型号分别定义的研制要求按产品类型整合为集团标准，实现相关需求、功能、接口要求的条目化管理和跨型号重用，推动跨型号经验共享、需求—设计—验证的全链条复用和产品系列化发展。

在系统综合、物理设计活动中，整合各单位各部件、系统、零组件设计方法，结合研发体系流程梳理工作，按设计流程工作分解结构（WBS）分解编制相应研发活动设计规范，推动各单位工程经验共享和协同设计。

在工艺设计活动中，整合各单位锻、铸、焊、热、表等典型工艺技术要求，将标准应用范围拓展至外部供应商，强化对外包加工过程的质量控制。

在货架产品选用中，强化材料、外购件、标准件等通用基础产品选用控制，缩减产品规格、明确选标范围，建立集团级优选清单；探索在行业内建立材料、标准件等性能参数积累和共享模式。

在物理仿真和制造仿真活动中，补充编制各类仿真计算理论手册，并结合相关软件开发工作，编制仿真计算使用手册和仿真结果置信度评价标准。

在系统验收活动中，补充编制部件/系统级的科研试验和验收试验方法标准，并配合用户编制整机验收试验方法标准。

对标准创新管理和持续建设的思考

为完成“基本建成集团统一、专业完整、要素完备、技术先进的标准体系，有效支撑AEOS建设和运行，满足航空发动机自主研发、生产制造、使用保障和供应链协同主要需求”的集团标准“十四五”建设目标，除了要坚持“需求牵引、正向形成、共享共建、持续优化、总体刚性、可控灵活”的原则系统推进相关工作，还应进一步探索和创新集团标准管理与工作模式，主要包括以下几个方面。

强化体系建设与标准化关联

体系建设是集团标准的主要需求来源，建立体系建设和标准化间的信息协同、工作协同机制，是保障集团标准策划科学、内容科学合理的前提。在组织架构层面，集团已完成了体系建设和标准化管理机构的整合（见图2）；在实施层面，还应进一步探索体系建设和标准化工作团队间信息沟通交流和工作统

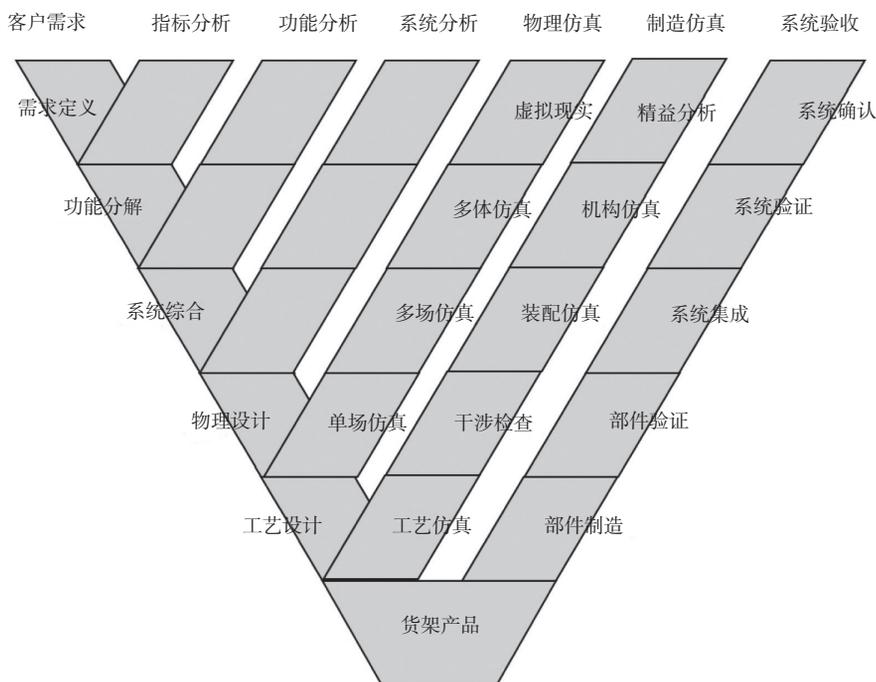


图1 产品研发过程的多V模型示意图

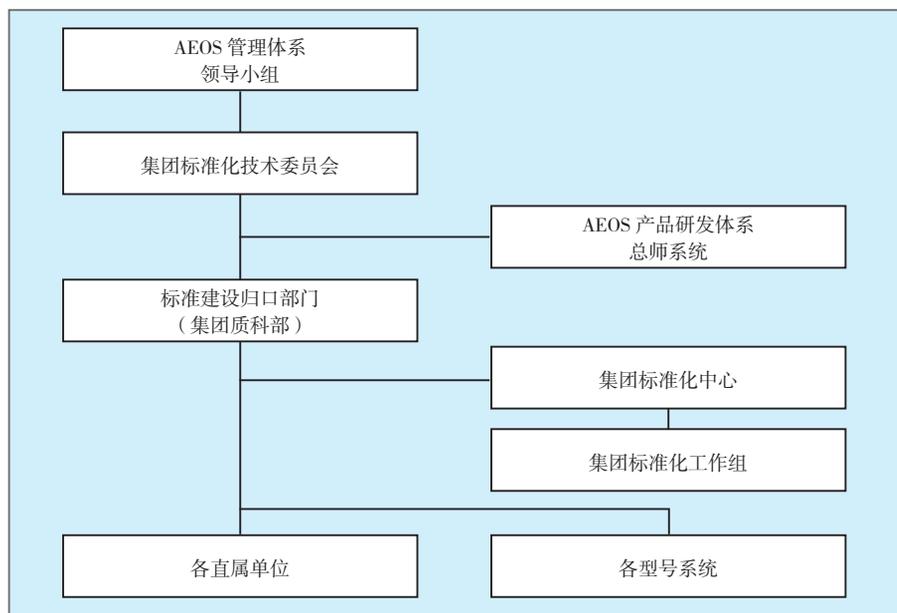


图2 体系建设和标准化组织架构

筹策划模式。

构建跨领域专家协同团队

在前期成立集团标准化工作组的基础上（见图3），进一步加强专业技术队伍和标准化队伍结合，按各领域细分专业，吸纳各单位标准化和专业技术领域专家，加快专业工作组组建进度，在资源上争取外部支持和保障；推动型号研制设立标准化师系统，统筹型号需求，牵引和承担部分集团标准编制任务；采用信息化手段提升标准编制的跨

单位、跨专业技术协调效率，强化标准实施问题反馈与处置，完善标准全生命周期闭环管理。

充分利用已有技术成果经验

在各单位、各型号10000余项“存量标准”的基础上，系统开展技术要素复核评估与型号应用数据采集，拓展标准适用和协同范围，推动一批厂所型号标准向集团标准转化；衔接基础/预先研究、型号关键技术攻关和验证考核等研究成果，实施技术要求的准入评估，推动一

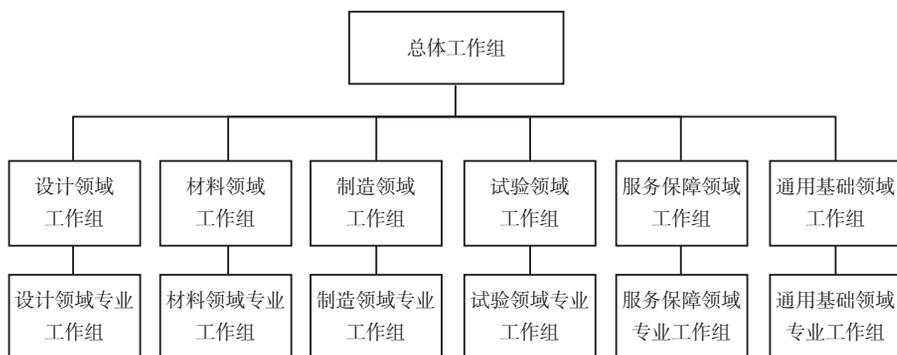


图3 集团标准化工作组组织架构

批创新技术研究成果向集团标准转化；吸纳质量和故障问题“归零”过程中的经验教训，推动一批标准技术要求的补充和完善。

创新集团标准管理实施载体

传统型号研制活动产出一系列基于自然语言的文档，型号工程技术人员通过术语和参数，以各级研制规范为载体传递技术要求。随着系统规模和复杂性的显著增长和信息技术的长足发展，基于文件的协同难以完全满足中国航发运营管理系统这类复杂系统的建设需求，面向对象、图形化、可视化的复杂系统建模已成为描述复杂系统的有效手段，基于模型的系统工程（MBSE）应运而生。以相关软硬件环境建设、业务模型定义和数据交换标准化为基础，型号技术参数可通过业务模型形式进行高效传递，形成以数据为中心的工程管理模式，进一步提高协同效率，推动设计重用和知识共享，发挥数字化技术融合应用对集团标准体系建设的“倍增器”作用。

结束语

中国航发运营管理系统建设对集团标准化工作提出了新要求，集团标准将逐渐成为承载集团运营管理和产品研发能力的核心载体。如何有效策划、组织、管理和实施集团标准已成为今后一段时期集团标准化总体领域的研究重点，集团标准化总体组也将深入开展相关研究，全面支撑集团标准“十四五”目标落地。

航空动力

（温泉，中国航发研究院总研究员、副院长，中国航发标准化总体工作组组长，研究员，主要从事航空发动机研究）