

商用航空发动机航材工程体系的构建

Construction of Aviation Materials Engineering System for Civil Aero Engine

■ 姬长法 陈嘉慧 戴庆林 马睿馨 刘博安 / 中国航发商用航空发动机有限责任公司

建设航空强国离不开先进航空制造业，中国航发以国家战略为导向，深入贯彻落实中国航发运营管理体系（AEOS）建设要求，加速推进商用航空发动机研制进程，能够有效应对日益变化的客户需求和日益严峻的竞争环境。而航材工程体系的构建则是AEOS建设的重要一环，也是商用航空发动机取得市场成功的重要保障。

商用航空发动机的成功与否，最终是由市场来决定的，并且持续运营阶段占商用航空发动机的全生命周期中的绝大部分，因此，服务产品的优劣及服务保障水平的高低也决定了该商用航空发动机是否能取得市场成功。而航材是保障飞机持续适航的重要物质基础，所以航空发动机原始设备制造商（OEM）的航材支援服务能力在客户服务能力中显得尤为重要。航材支援包括航材工程、航材服务管理、航材采购与供应商管理和航材仓储物流管理等核心业务，如图1所示。其中，航材工程中围绕为客户提供初始供应清单为中心，承接设计数据、供应商航材数据、客户需求信息等，来实现该模块的核心功能，是形成航材支援服务能力的前端、基础和核心，也是建设客户服务能力的重要一环。

航材工程体系的构建路径

根据中国航发及中国航发商发的战略目标，围绕客户需求，中国航发商发的航材支援工作总体定位为“服务客户、助力企业发展”。根据行业内成熟做法及成功案例调研分析，明确了“需求导向、结果导向”的

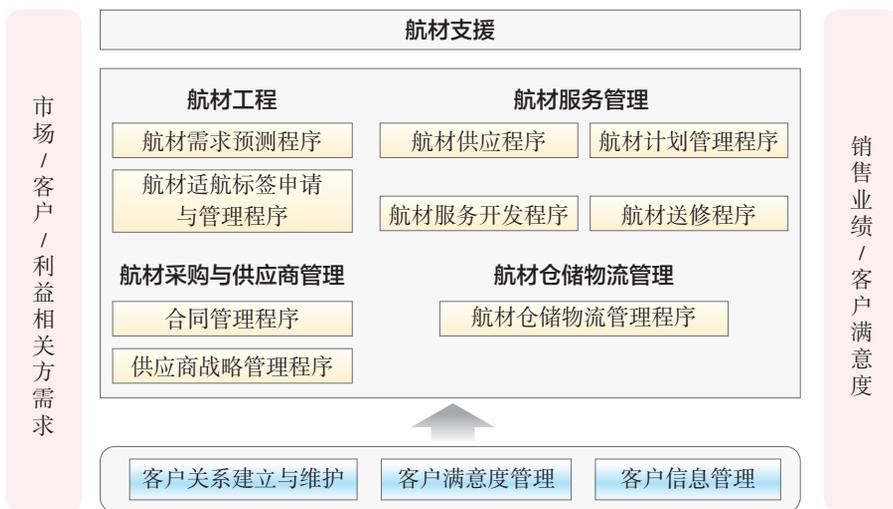


图1 航材支援及航材工程流程架构

工作思路；借助规划、运营和支持（POS）方法，开展航材支援业务流程架构规划，采用集成定义（IDEF）方法，开展流程架构设计；依托产品研发，建立健全符合客户需求和企业发展需要的主制造商航材支援体系。

具体到航材工程体系的构建路径，则是充分识别当前商用航空发动机的客户需求，以适航规章、集团顶层要求及“服务保障遵循国际通用标准”为原则，以发展战略为导向，通过学习借鉴国际先进标杆及国内先进企业的科研管理经验，整合我国现有的内外部资源，以机制保障为支撑，构建覆盖商用航空

发动机全生命周期的、提升服务保障水平的航材工程体系，如图2所示。

航材工程内涵分析

航材工程是航材支援的前端，范畴包括但不限于航材定义、航材属性、潜在航材集、航材需求预测和推荐航材清单等，涉及商用航空发动机自概念设计至研制完成阶段。要支撑发动机的安全、适航、持续运营，与之配套的需要提供航材支援保障、工程技术支援保障、技术资料支援保障、机队运行监控保障及快速响应保障等。

航材是商用航空发动机航材支

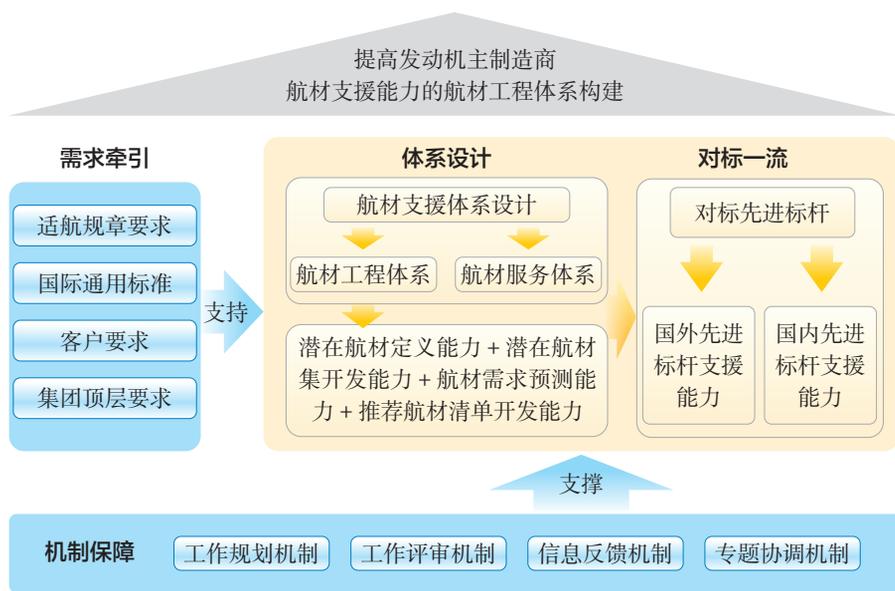


图2 航材工程体系构建路径

援保障的核心要素，作为发动机主制造商，为客户提供航材支援服务，首先要明确航材支援的范围，也就是需要确定提供哪些航材，即航材的定义。航材支援通常考虑两个场景，就是航空公司航线航材保障及航空发动机维修单位大修航材保障。结合以上两个场景，根据航空发动机产品组成及相关特性参数来确定需要提供哪些航材，这个过程即定义潜在航材。定义潜在航材是航材保障最重要的基础，会影响下一步的航材储备及航材支援。

航材工程数据主要包括航材的基本属性、运输/储存属性、采购/销售属性、预测/计划属性、维修属性和客户化属性等信息，这些数据对航材供应、航材预测、航材计划、航材支援、航材物流、航材仓储和航材采购等业务提供全生命周期的支持。因此，商用航空发动机航材工程数据分析是对航材全业务链的支撑。通过基于专业的分类方法，针对航材数据属性的划分，识别出航材

数据的不同业务类型，构建出基于不同业务需求的航材属性分类集。

对标先进标杆的航材支援保障能力，必须采用“以终为始”的导向，始终坚持客户为上，把提高客户满意度作为主要目标，不断提高航材支援保障能力。通过电话访谈、专家打分和问卷调查等方法，不断对航材支援需求及客户期望进行调研。针对航材工程数据，对标业务需求，突出主要属性，构建提升航材支援能力的航材工程数据集。

航材需求预测模型构建

商用飞机机队规模及使用环境的变

化决定了商用航空发动机航材需求的发展趋势。商用航空发动机航材的需求量预测过程需充分考虑和商用飞机机队规模变化及飞机日利用率之间的关系。根据航材的分类，建立基于不同类型航材、考虑多个影响因子的航空发动机航材需求预测模型。在全面深入分析商用航空发动机航材需求的影响因素基础上，深入开展航空公司客户调研，搜集相关历史数据并完成相应的统计分析工作，通过对飞机机队规模、航材可靠性统计指标、飞机日利用率、保障率、航材重要度、航材交货期和航材修理周期等相互关系的综合梳理，完成商用航空发动机航材需求预测模型的构建。商用航空发动机航材需求预测模型构建如图3所示。

推荐航材清单开发

提高发动机主制造商航材支援能力，首先要为客户提供适用于航线航材支援保障的航材项目清单。在项目清单的开发上，借鉴国际标准及先进标杆企业实践，突出客户关心的核心数据。在对比标杆的基础上，遵循3项标准：一是选择在役数量最多的民用航空发动机型号的推荐航材清单为对象，而非所有现役型号全覆盖；二是对客户最关心的属性

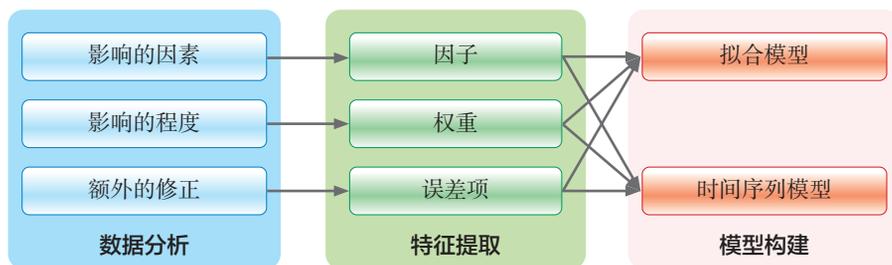


图3 商用航空发动机航材需求预测模型构建

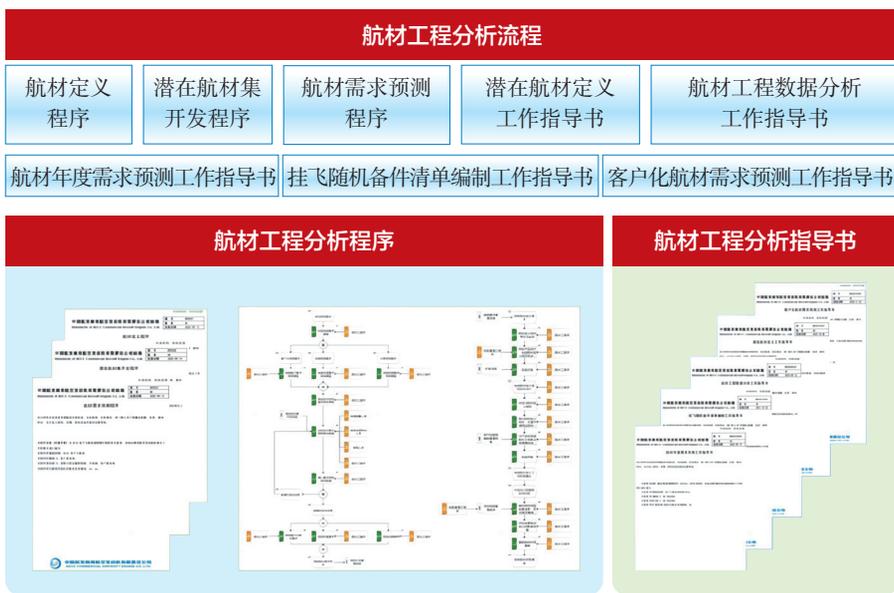


图4 航材工程分析流程

及指标水平进行对比，而非所有参数指标；三是针对中国航发商发的型号潜在对手的重要参数指标进行对比。基于此，“长江”系列发动机的推荐航材清单所涵盖的参数及关键指标水平，选取国际最先进的同类型发动机进行对比，形成自身的推荐航材清单。

航材工程流程开发

以项目研制为牵引，基于项目研制需要，开展相关业务建设。基于型号初步设计阶段的客户服务业务实践，航材支援业务不断总结经验，采用成熟的开放组体系结构框架（TOGAF）方法，形成了一套包括程序、模型和数据等要素在内的航材

工程数据分析预测流程、工作指导书和标准体系，用以指导航材工程数据分析工作在型号不同研制阶段的实施与应用过程，提高航材工程数据分析工作的质量和效率。航材工程分析流程如图4所示。

航材工程分析标准体系搭建

商用航空发动机航材工程分析标准，以程序为牵引，对标先进标杆企业最佳实践，结合国际先进标准，形成企业、乃至集团级标准，支撑商用航空发动机型号加速研制。在航材工程标准体系搭建过程中，以程序中各环节需求为牵引，对标业务建设中的难点、痛点，从标杆企业的应用实践中总结规律，找到解决问题的途径与方法。通过商用航空发动机型号研制业务应用，验证标准的可操作性与合理性，从而为加速推进商用航空发动机研制提供基础支撑。航材支援及航材工程标准体系架构如图5所示。

结束语

对标标杆企业航材服务，结合对航空公司及利益相关方的需求分析研究，以在研发动机为牵引，采用成熟的TOGAF方法，构建航材工程分析流程，沉淀业务实践，加速推进知识积累，构建了航材工程体系架构，为航材工程数据收集与识别、商用航空发动机航材数据确定、商用航空发动机航线航材需求、OEM年度航材需求等工作提出了规范化的、可操作的体系依据。 **航空动力**

（姬长法，中国航发商用航空发动机有限责任公司，高级工程师，主要从事商用航空发动机综合保障及航材支援业务）



图5 航材支援及航材工程标准体系架构