

基于S2000M标准构建航空发动机航材供应体系

Aero Engine Materials Supply System Based on S2000M

■ 戎翔 陈嘉慧 唐春婕 / 中国航发商发

航材供应是装备综合保障（IPS）的必要环节之一。航空发动机主制造商提供合理、科学的航材服务，可以帮助客户有效提升发动机及飞机的利用率和运行可靠性，从而降低全生命周期服务保障成本。

航材是航空装备领域物料供应保障的对象，一般包括全新的零部件、二手零部件、标准件和原材料。航材对飞机和发动机的运行维修具有至关重要的作用。本文尝试采用美国国防部和欧洲航空航天与防务工业协会（ASD）发布的物料管理国际标准S2000M和体系架构建设方法，构建航空发动机航材服务体系及流程，并在民用航空发动机航材服务方面开展实际应用。

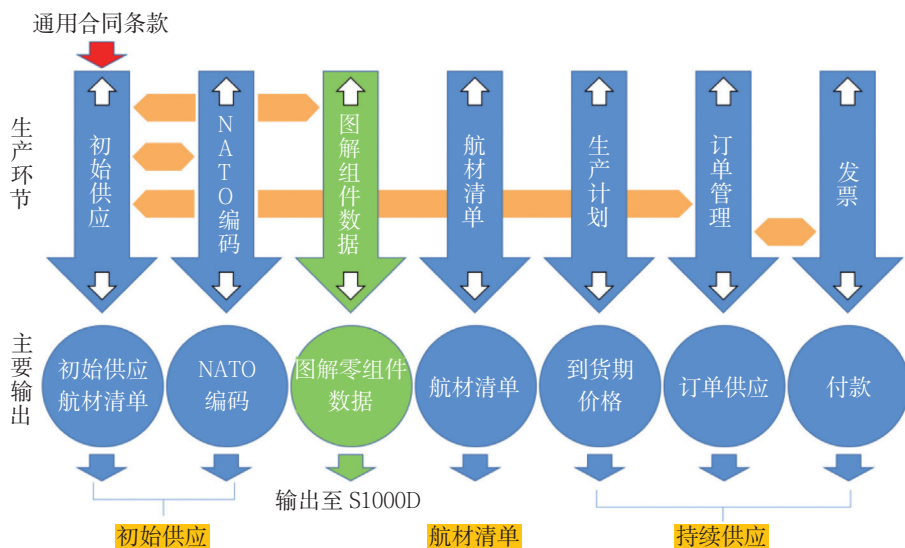


图1 S2000M内容框架

S2000M标准概述

S2000M是S系列标准中的物料管理国际规范，1984年启动编制，当前最新版本是2021年发布的7.0版。S2000M标准通过提供流程和数据元素、数据模型，描述了承包商与客户之间的业务关系，涵盖了供应、采购策划、订购管理、报价和维修管理等流程，适用于军民海陆空等领域的物料管理，尤其在航空装备领域已得到了普遍认可及应用。

S2000M的内容框架如图1所示。S2000M标准在流程方面主要描述了航材初始供应和航材持续供应两大部分，包括供应规划、初始

航材推荐、采购询价和报价、采购管理、订购管理、发票管理、航材维修管理等流程。S2000M标准规定了供应保障过程的信息要求及数据交换格式，数据模型是基于ISO 10303:239《产品全生命周期保障（PLCS）》的统一建模语言（UML），使用北约统一的货品代码，在交换数据时采用统一的格式、代码，提高数据的一致性、交互性、可追溯性和重用性。

基于S2000M标准的航空

发动机航材服务体系架构 体系建设的一般策略

航材服务体系建设属于企业体系建设范畴，应采取以下策略。

一是应贯彻系统工程方法。参考系统工程知识库或《系统工程手册》，以指导企业体系建设。构建航材服务体系时，应按系统理念，从企业级体系到服务保障体系，逐层分析，梳理航材服务的需求、设计及验证流程活动等体系要素，确保形成端到端的航材业务。

二是应以架构理论为指导。航

空航天防务流程分类框架的供应链管理流程组给出了航材策略定义、计划开发、订单、物流仓储等流程，开放式组织架构（TOGAF）清晰表达了业务流程的关系。

三是应处理好业务应用、体系建设、技术研究三者的关系。体系建设可指导业务应用于实践，业务应用为体系建设提出需求，对业务应用难点的技术研究攻关可固化到体系。航材服务体系建设时应确保三者形成良性循环。

基于S2000M标准构建航空发动机航材服务体系架构

航材服务体系建设应满足客户需求，如军队或航空公司对供应、支援模式的要求；应满足相关法律法规要求，如MD-FS-AEG006等民航要求；应识别运行场景及相关

方，如识别研制场景与运行场景下的航材业务活动；应落实行业规范或标准，如装备综合保障通用要求（GJB3872）及S2000M等；应充分考虑企业经营要求，如企业的组织或业务布局、商业模式等；应吸纳新技术成果，如航材服务可应用射频识别（RFID）、物联网和区块链等技术。

航空发动机主制造商的航材服务体系业务架构是航材服务流程等体系要素的基础。按S2000M的业务流程设计航材服务业务架构，如图2所示。以此可细化建立航材服务相关的流程、指导书、工具、标准和数据等体系要素，也可基于开放组体系结构框架等标准，建立数据架构、技术架构，联系技术研究、设计研发、生产制造和供应链等业务

领域，为建立健全数字化、智能化发动机航材服务流程与技术提供基础。

航材服务体系可结合研发制造、运行维修，验证及应用航材服务体系要素，并结合客户评价、审核等，持续改进航材服务体系。

航空发动机航材服务体系业务流程

航空发动机航材服务体系建设对象主要为流程文件，可基于发动机航材服务业务架构，参考S2000M形成航材服务主流程。以此细化下层级流程，主要包括航材预测、订单管理、航材采购、仓储物流、航材供应、停飞抢修（AOG）航材/备件支援等，如图3所示。还可通过分析得到航材定义、预测、计划、供应、仓储物流、

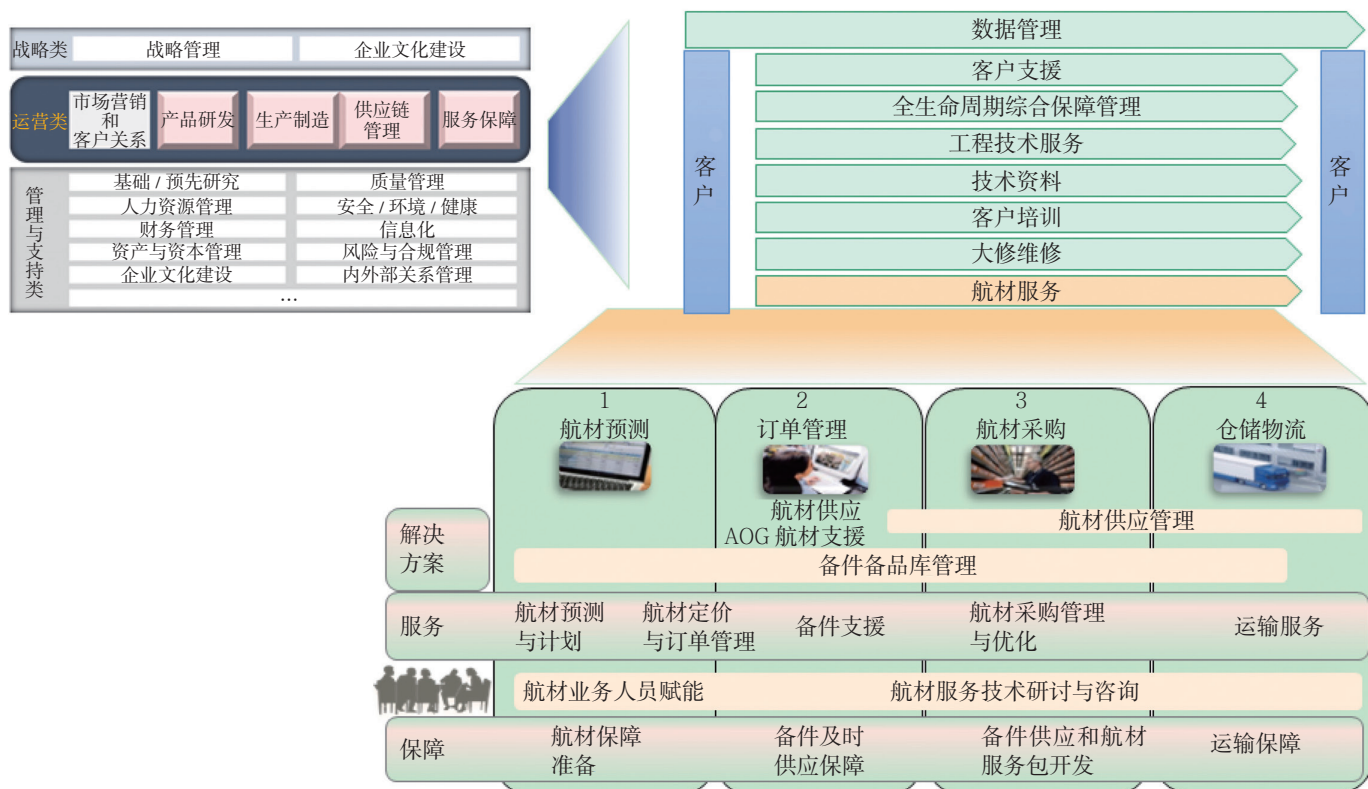


图2 航材服务业务架构

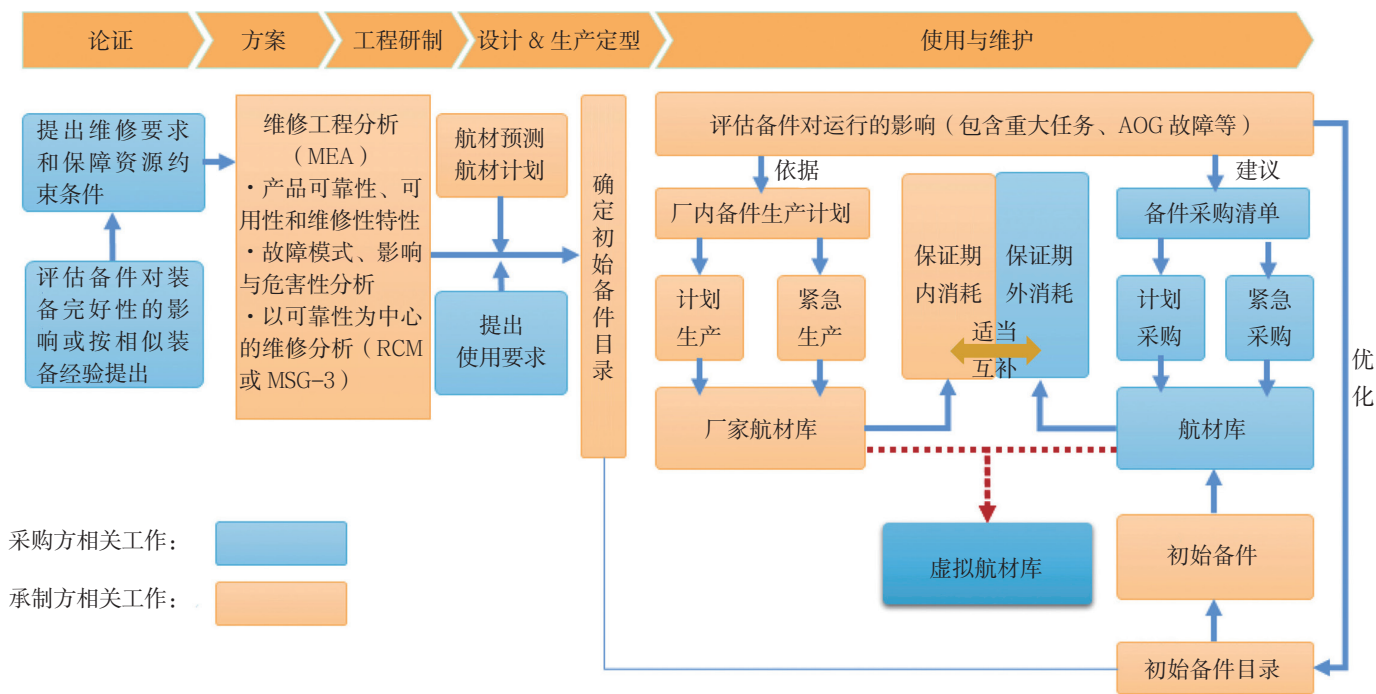


图3 航材服务主业务流程

订单等具体各个流程的活动、输入输出和流经角色，也体现了这些航材工程及航材支援活动之间的接口关系及业务逻辑。

民用航空发动机航材服务体系建设实践

需求分析

民用航空发动机航材服务体系的建设，不仅需满足S2000M，也应满足客户、适航等民航特色需求。

一是航空公司的需求。高安全性、高保障率、低成本的航材运行模式，促使航空公司提出如下需求：覆盖航线运行的准确且全面的航材供应资料；提供飞机停飞抢修订货及紧急航材服务；提供较短周期和较低报废率的航材送修服务；拥有全球航材库存和物流网络；提供符合最新技术趋势的服务等。

二是飞机主制造商需求。飞机主制造商是航材服务规则的制定者，

其要求主要有：合理的航材库存和交货期；符合ATA300标准的包装及运输；统一的调价和价格监控；紧急航材与AOG服务；初始推荐备件单（RSPL）与数据，首批航材推荐服务和初始航材交付；持续的航材清单更新；维修服务；适航证件管理；担保与索赔；回购初始航材等。

三是民航规章要求。民航部门的民航规章要求是强制规定，涉及航材服务主要有：CCAR-21、AC-121-058、AC-21-01等规定的航材合格性要求；CCAR-121、CCAR-145等规定的航材维修要求；CCAR-276、ATA300等规定的航材运输要求；AC-21-04等规定的航材供应商管理要求等。

业务架构设计

按航空公司、飞机主制造商、S2000M要求，航材服务主要围绕供应展开，前期主要给客户id提供航材供应资料，后期给客户供应航材。为

了为客户提供必要的航材供应资料，须开展航材数据分析、航材文件与清单编制等；为了满足客户的航材供应，须开展航材订单管理、航材采购计划管理、物流管理等。而为了确保航材供应，也需要做好库存控制。因此，规划了民航发动机航材服务业务活动及所需体系能力建设路径，并根据业务规划搭建民航发动机航材服务体系业务架构。

业务流程

按业务架构，基于S2000M的民航发动机航材服务业务流程主要包含航材工程管理、供应商航材管理、航材订单管理、航材仓储物流管理、航材送修管理等流程组，也可设立下层级的流程、指导书与标准等体系要素，如图4所示。

业务数据流与接口关系

航材服务数据主要包括设计数据、保障性分析数据、使用和维修反馈数据、技术资料等。为了更好地

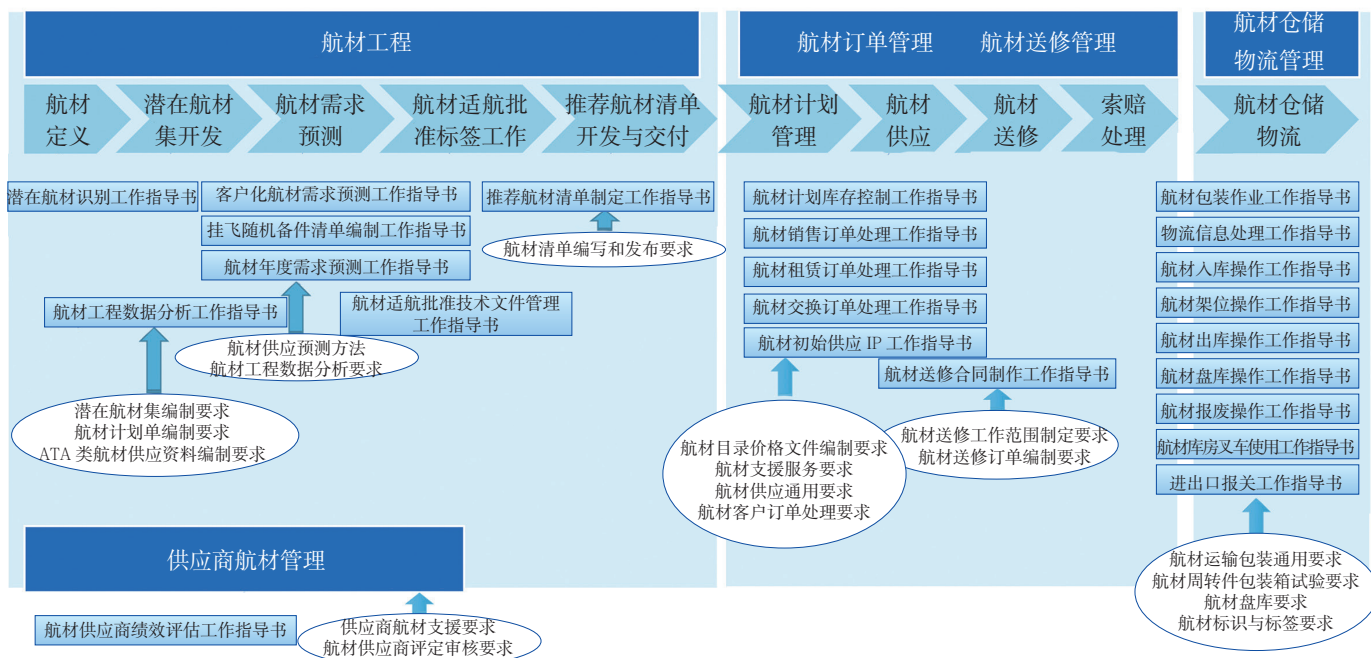


图4 航材服务业务流程、指导书与标准

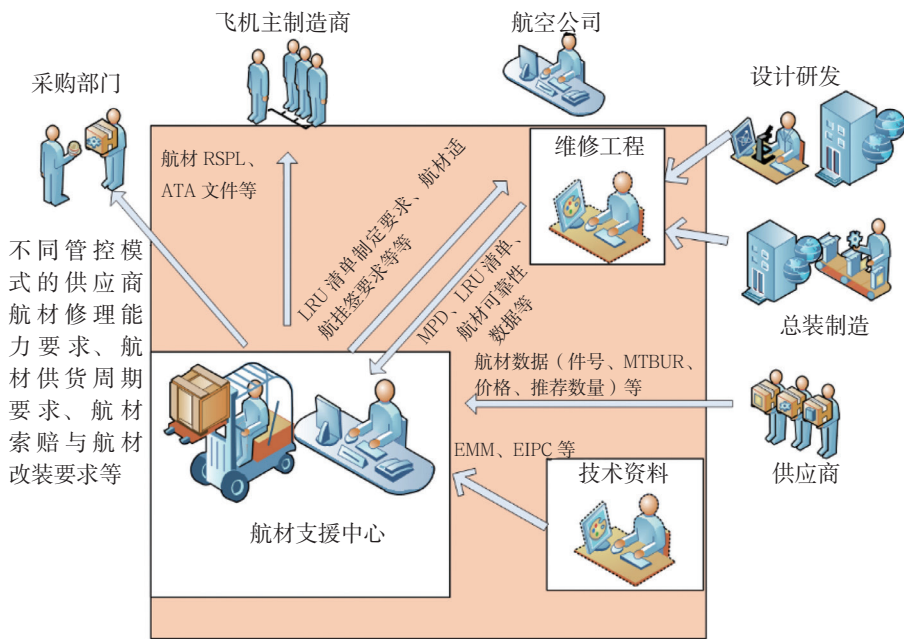


图5 航材服务业务与相关方之间的接口

地按S2000M实施数据驱动的航材服务流程，需梳理航材服务与相关方之间的业务接口，如图5所示。

流程角色与资源条件

人员及资源是航材服务能力的基础。航材服务流程穿越的角色主

要有：航材预测人员、航材数据分析人员、航材销售人员、航材采购人员、航材项目管理人员、航材客户管理人员、物流/报关人员、仓储管理人员、航材供应资料编制人员、AOG航材支援人员、物流技术人员

等。航材服务所需的硬件资源主要有航材仓库、配套硬件设施、物流设备、常规办公硬件等；软件资源主要是航材管理平台，应具备内嵌航材预测模型、生成推荐航材清单、航材采购与库存管理、航材文件编写、更新、维护等功能。

结束语

通过分析标杆企业和国际规范S2000M，以系统工程方法分析航空发动机航材服务业务需求，研究航材服务业务架构与流程，并以民航发动机航材服务体系建设为具体案例，分析了相关需求、架构、流程、数据关系、人员、资源等，为航空发动机航材服务体系建设提供思路。后续将在航材服务中深入应用RFID、图像识别、区块链等技术，实现智能航材供应等体系能力。

航空动力

(戎翔，中国航发商发，高级工程师，主要从事民航发动机客户服务与运行支持相关工作)