

# 基于S1000D标准构建航空发动机技术资料体系

## Aero Engine Technical Documents System Based on S1000D

■ 刘一鸣 / 中国航发研究院 王晓东 / 中国航发 陈杰 / 中国航发动研所

技术资料是产品服务保障的关键要素。完善、优良的技术资料对提高装备日常使用维护效率，缩短排故周期，提升战备完好性有重要支撑作用。构建覆盖全生命周期的航空发动机技术资料体系，可以提高技术资料的准确性、规范性和可操作性。

从《SX000i综合产品保障国际规范》和美国国防部《综合产品保障要素指南》可知，技术资料作为支持装备使用和维修的重要保障资源，是开展航空装备使用、维护、保养、检查、大修、测试等例行或非例行工作的唯一依据，是运营、维护、维修各类航空装备的技术基础，也是飞机/发动机全生命周期内正常、持续及安全运行的重要技术保障。技术资料业务域是AEOS服务保障体系建设中的重要组成部分，通过借鉴S1000D标准，构建航空发动机技术资料体系，梳理技术资料全生命周期管理工作业务流程，建立相关标准规范，可以提高航空发动机技术资料业务能力。

### S1000D 标准简介

随着航空装备的复杂程度越来越高，航空维修技术资料种类越加繁多，而传统纸质技术资料面临表达方式单一、内容关联性不强、操作性差、体量大等诸多弊端，不能满足信息化装备与信息化战争的需求。

目前，交互式电子技术资料(IETM)已成为军/民机用户支撑外

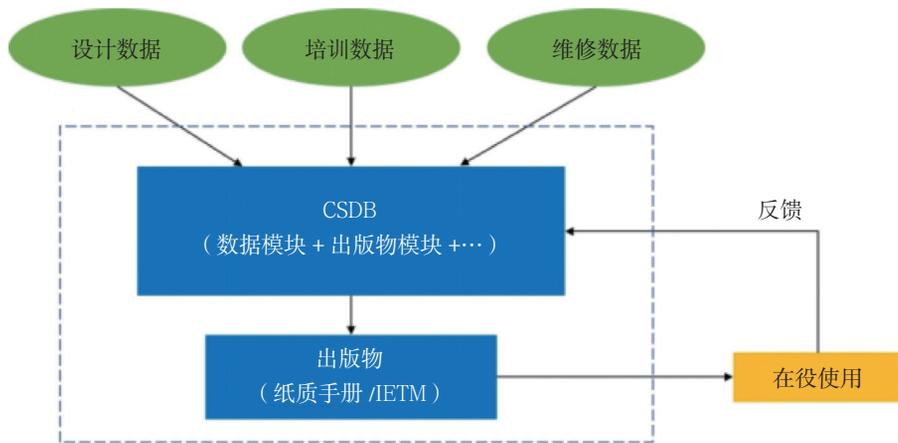


图1 S1000D标准应用范围

场/航线维护和基地维修的标准配置，改变了传统的技术资料以手册为单位编制的方式，采用模块化、结构化方式管理数据，实现手册数据的重用和内容的一致，通过多媒体、导航、链接、交互式浏览、高亮等丰富的表达、检索方式，有效地提高了技术资料的准确性、规范性和可操作性。

S1000D标准全称是“基于公共源数据库的技术出版物国际规范”，是一个通过使用公共源数据库(CSDB)来规范数字格式技术资料生成、发布和维护的全生命周期过

程的标准规范。S1000D标准由欧洲航空航天与防务工业协会(ASD)于20世纪80年代提出，目前由ASD、美国航空航天工业协会(AIA)和美国航空运输协会(ATA)共同维护。

S1000D标准支持任何复杂系统的技术资料出版活动，从信息生成、交换到文档的生成、更新和换版都在其管理范围内(见图1)。在S1000D标准中，产品的所有技术信息存放在一个CSDB中，存储的信息对象主要有数据模块需求列表(DMRL)、数据模块(DM)、插图、反馈意见单、出版模块(PM)等。

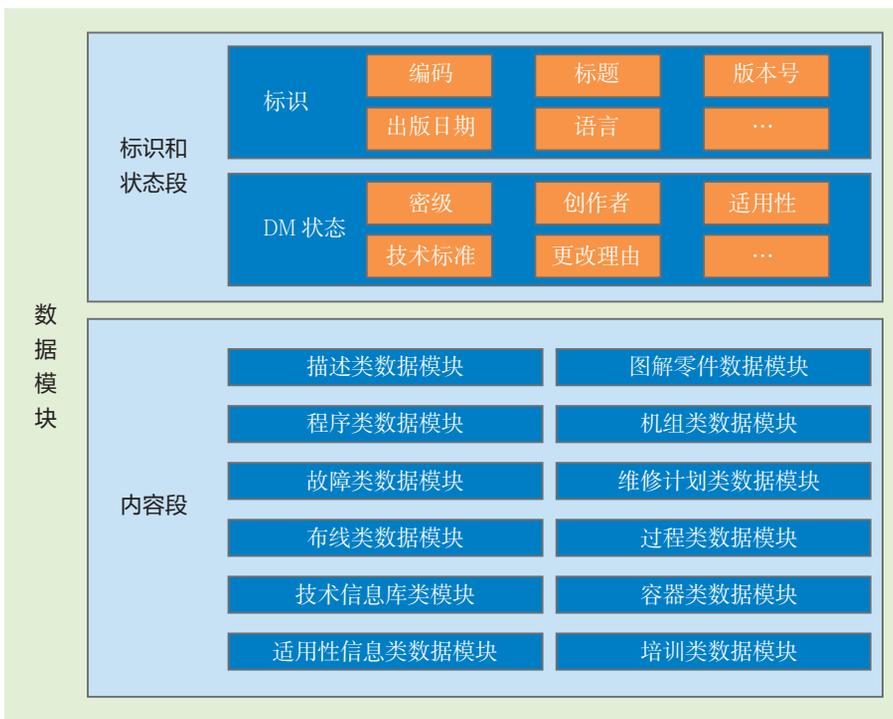


图2 数据模块的结构

数据模块是S1000D标准的核心，是按照S1000D标准生成的一个包含装备一部分信息的模块化数据单元。它由两大部分组成：第一部分为标识和状态段（ID and status），用于数据模块的管理和控制，在向

用户提供技术信息时这部分内容并不显示；第二部分为文档内容（content）段，主要包含文字说明和图例等。各个数据模块之间使用数据模块编码（DMC）相互区分，可以利用此编码管理整个产品的数据

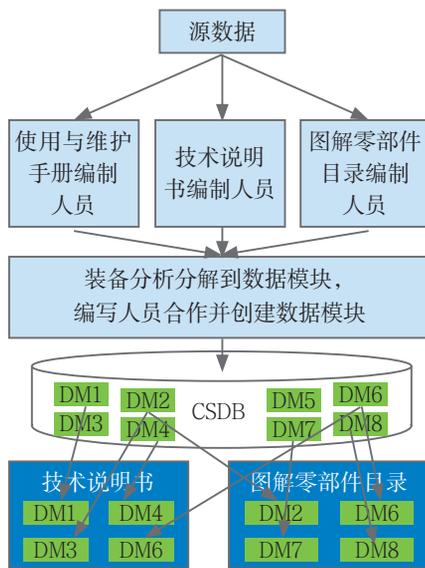
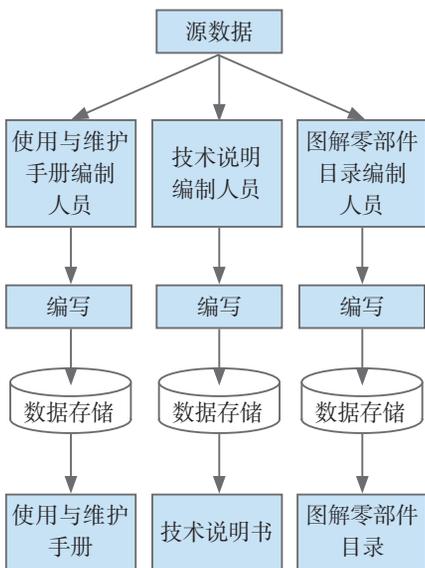


图3 采用ATA2200标准与S1000D标准编制技术资料流程对比

模块。S1000D标准根据文档中所描述的信息内容将技术文档分为12个大类，分别定义对应类型DM的模式，数据模块的结构与技术文档分类如图2所示。

与传统ATA2200标准相比，S1000D标准以数据模块为基础，采用模块化的方法来组织管理技术信息，保证数据源统一；同时，数据模块可在多本手册应用，其数据重用性较高。采用传统ATA2200标准与S1000D标准编制流程对比如图3所示。

## 基于S1000D标准的航空发动机技术资料编制体系

我国民航相关适航规章完全借鉴美国联邦航空局（FAA）或者欧洲航空安全局（EASA）的要求，技术资料也主要由原始设备制造商（OEM）提供，因此与国际水平基本一致。在国内军用航空方面，多型战斗机、运输机等航空装备已同步交付纸质资料和IETM，基本采用ATA2000标准或S1000D标准编写。目前，各飞机主机所已经开始考虑在研型号技术资料采用S1000D标准来编制，将所有技术信息都存放在CSDB中，保证数据唯一性，根据用户需要生成纸质手册和IETM。

国内建立航空发动机技术资料体系主要面临以下3方面问题：一是技术资料种类不统一，各个厂所交付用户的技术资料种类样式不一致；二是手册编制未按正向设计思路进行，主要是参考样机资料、国军标及工程经验，未充分利用保障性分析等手段来确定具体内容；三是手册结构划分不明确，目前不同型号之间系统划分也存在差异，且发动

机系统划分与S1000D标准有很大区别。

通过借鉴S1000D标准，梳理贯彻国军标相关规定，构建航空发动机技术资料体系，统一技术资料类别，建立技术资料全生命周期管理流程、标准，制定业务规则，搭建编制平台，从而提高航空发动机技术资料编制全过程的规范性。技术资料全生命周期管理流程涵盖顶层规划、编写、验证、发布、修订、分发6个主要活动（见图4）。

### 顶层规划

技术资料顶层规划是具体型号发动机技术资料编制前的要求。由于发动机构型各不相同，用户要求也不相同，每型发动机需要针对实际情况对标准进行定制，如制定顶层标准系统分解编码（SNS）、DMRL等，以实现对项目统筹规划。其中，顶层规划需要定义的内容主要包括

但不限于以下几个方面：发动机型号的标准编码系统（SNS）、产品系列的信息代码（IC）、DMRL、DM的编写要求和模板；符合飞机技术资料业务要求的业务规则交换机制（BREX）；发动机技术资料清单以及内容要求；编制过程中管理文件、信息系统以及各工作环节要求。

### 源数据管理

在源数据管理环节，主要是定义源数据、记录源数据和跟踪源数据。其中，定义源数据是依据技术资料内容需求，对不断发布的设计研发数据、生产制造数据和供应商技术资料进行分析，并确认技术资料编写的依据性数据；记录源数据主要是在信息化系统中按照要求记录确认的依据性数据，并与编写内容建立关联；跟踪源数据主要是实时监控已记录的依据性数据的修订或新发情况，按需启动修订控制环

节或定义源数据的工作。

### 技术资料编写

技术资料编写主要为数据模块的编写，是将工程技术文件等源数据按规范和标准等要求编写为维护修理人员可直接使用的技术内容。主要工作是规划技术资料数据模块清单、编写数据模块文字内容、绘制数据模块技术插图、检查（包含内部校对和审核）数据模块、协调工程设计部门参与审核数据模块。纸质技术资料主要按编制要求以及手册模板编写相关内容。

### 技术资料修订

在航空发动机投入使用后，应当对技术资料的准确性、可用性以及与设计的符合性进行全生命周期的持续跟踪。在发现技术资料存在错误、不准确、内容缺失或不可操作，或者对发动机进行了设计更改后，应及时发起修订源，由技术资料编写人员对修订源进行评估，并按需依据流程要求修订技术资料。通常技术资料修订可分为定期修订和临时修订。

定期修订是指设置一个固定的时间间隔（如每季度、每半年、每年等）对技术资料进行周期性修订。对于不影响发动机飞行安全或正常使用的修订内容，可以结合定期修订计划一并进行修订，定期修订通常是采用成套换版的形式。

临时修订是指对于可能影响发动机飞行安全或正常使用的修订内容，应及时进行修订。临时修订通常采用临时修订页的形式，并结合下一次定期修订计划完成正式修订。

### 技术资料验证

发动机技术资料验证主要是面向用户使用来识别技术资料在产品

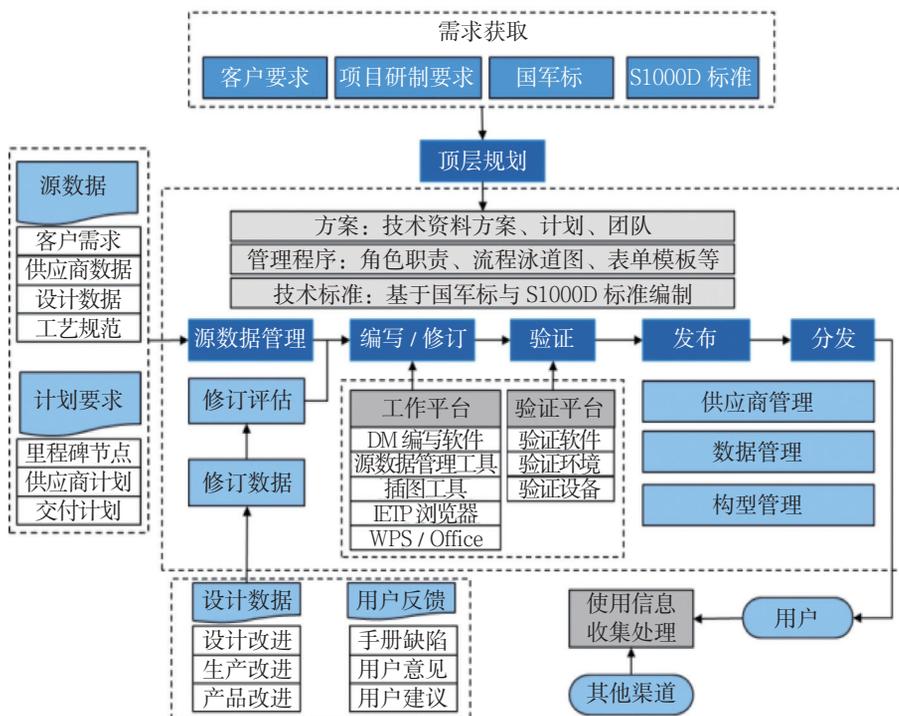


图4 技术资料全生命周期管理流程框架

全生命周期内存在的问题，评估产品描述、技术指标是否准确，操作程序是否合理可行，故障隔离是否完整有效，维修性、保障性指标是否满足预期要求，以提高技术资料准确性、可操作性。验证形式主要分为书面验证和操作验证。

书面验证主要对技术资料中叙述内容的完整性和准确性进行验证，验证内容与源数据是否一致，描述是否清晰准确；验证方式主要是审查文件内容的技术依据和数据来源。根据验证内容和目的的不同，书面验证又可分为规范性验证和工程一致性验证。

操作验证是对各类操作程序以及使用方法进行验证，通过实际操作等方法进行验证，以保证维修操作程序以及使用方法的正确性和可操作性。验证对象包括维修操作程序及其修订。根据验证内容和验证对象的不同，操作验证方法可分为地面操作验证、地面试验验证、飞行试验验证和虚拟仿真验证。

技术资料验证时间要求为：科研试飞首飞前，完成技术资料草稿编制后，对技术资料内容进行书面验证，并结合厂内装配和地面试验环境对技术资料中维护程序进行适当的操作验证；型号鉴定和列装定型阶段，完成技术资料初稿编制，结合科研试飞和部队小批量使用对技术资料中所有的程序完成操作验证，并给出验证结论。这一阶段，技术资料初稿需逐步修订完善最终形成定稿，需对技术资料修订内容进行相应的验证；批产与保障阶段，完成技术资料定稿交付用户使用，持续开展技术资料的新增内容和修订内容验证，直至发动机退役。

### 技术资料发布

电子技术资料发布工作主要是将验证完成后的DM按出版物模块需求进行组合，并按一定样式要求形成电子技术资料（数据包）。技术资料发布格式包括：WORD或PDF格式，按照WORD或PDF格式进行技术资料发布；IETM格式，按需选择

按系统结构树形式发布或按传统手册形式发布，通过发布处理后的PM及其所包含的DM以及相关插图和多媒体等数据对象，这些数据可上传至IETM浏览器，供用户通过IETM形式查看技术资料内容；XML数据包，满足国际技术规范数据交换要求的数据包格式，如果发布时选择了过滤条件，则发布结果应是经过适用性过滤处理后的XML数据包。

### 技术资料分发

技术资料分发工作主要是将正确版本的技术资料通过适当的方式按计划发送给各用户。客服人员制订分发计划，通过分发准备和分发实施环节按计划开展技术资料的分发工作。用户在接收分发技术资料后，进行版本确认，待确认完毕后，客服人员对分发过程中产生的各类记录表单进行归档，最终完成分发工作。

## 技术资料体系编制实践

在技术资料编制项目实际工作过程

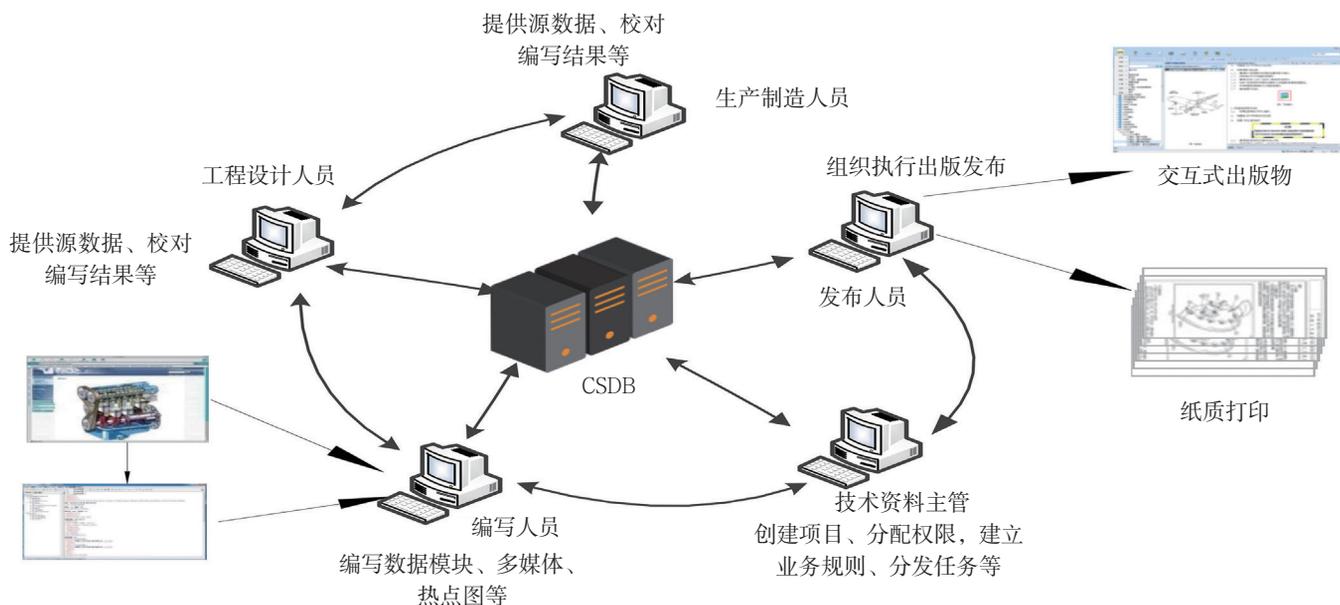


图5 技术资料编制系统架构



图6 技术资料编制发布流程

中，根据中国航发业务开展情况，建立了技术资料编制团队，技术资料主管负责创建项目、分配编写任务并发起流程；编写人员负责编写数据模块，制作多媒体热点图等，并通过校对和审核完成数据模块制作；发布人员负责组织出版发布。搭建了技术资料编制系统，系统架构如图5所示，硬件由服务端与客户端组成，服务端建立公共源数据库，客户端开展实际编制、验证、发布等业务工作。

技术资料编制实际流程如图6所示。由主管制定顶层规划并下发

编写任务，根据任务收集由工程设计人员与生产制造人员提供的源数据确定DMRL，于CSDB中创建数据模块后分配给编写人员进行编写、内部校对签审。主管制订全部DM的验证方案和计划，由工程设计人员开展书面验证，由生产制造人员开展操作验证，在验证过程中编写人员对相关问题模块进行修订，全部DM定稿后由发布人员根据用户需求确定PM的主要格式，配置或开发样式，经主管检查后发布纸质技术资料或IETM，后续由客服人员根据用户需求将技术资料分发给用户。

## 结束语

通过借鉴S1000D标准，贯彻GJB 6600等规定，结合AEOS服务保障体系建设，构建航空发动机技术资料体系，通过统一技术资料类别、建立技术资料全生命周期管理流程和标准、制定业务规则、并搭建编制平台，从而提高航空发动机技术资料全生命周期中的准确性、规范性和可操作性。

**航空动力**

（刘一鸣，中国航发研究院，工程师，主要从事航空发动机服务保障体系建设）