

基于标准视图模型的发动机标准体系构建与应用探讨

Discussion on Construction and Application of Aero Engine Standard System Based on Standard View Model

■ 罗海东 陈芝来 王伟生 / 中国航发动研所

基于标准视图建模原理,结合航空发动机产品研制、集成产品开发(IPD)流程和专业技术树建设的标准需求,探讨标准体系构建方法、应用场景以及信息化平台开发设想,可以实现对产品全生命周期研制和研发体系建设的标准配置与结构化应用,以及面向新一代航空产品的标准预测与规划。

航空发动机领域现有的技术标准体系(标准体系)主要是基于GB/T 13016《标准体系构建原则和要求》定义的“标准体系模型”构建的,在标准应用、尤其是与AEOS产品研发体系的融合等方面存在先天不足,主要体现在:现有的标准体系主要承接航空行业标准体系框架,围绕第三代航空发动机产品研制的标准需求建立,未覆盖近年来各单位AEOS产品研发体系建设、专业能力提升以及新一代军民航空发动机产品研制过程中新增的标准需求。

标准视图模型是应用系统工程的方法,建立标准条目和产品研制活动、技术开发活动以及标准应用场景之间关联关系的一类数据模型。基于标准视图模型方法构建的标准体系,能够涵盖产品全生命周期,包括设计、制造、使用保障等环节所有适用的标准和需要新编的标准。因此,近年来在飞机装备和无人机等研制中得到了较为广泛的应用^[1]。

本文基于标准视图建模原理,结合企业AEOS产品研发体系建设、

航空产品研制和专业能力提升等活动的标准需求,对航空发动机标准体系构建方法、应用场景,以及信息化平台开发及应用设想加以探讨,实现对产品全生命周期研制和研发体系建设的标准配置与结构化应用,以及面向新一代航空产品的标准预测与规划。

标准视图建模基本概念

标准视图建模的基本原理是以对象系统组成为核心,定义各个系统实体的属性,实现与使用活动和标准等体系结构对象的关联,使得设计人员能够直观了解各系统组件研制所应遵循的各类现行有效的标准,并及时反馈在关键技术攻关过程中需要新编或修订的标准^[2]。

标准视图模型共两种:标准配置模型(StdV-1)和标准预测模型(StdV-2)。StdV-1定义了所有适合体系架构描述的技术、作战和业务的标准、指南和政策。StdV-2描述在一定时间段内出现的新生标准及其对当前体系架构元素产生的潜在影响^[3]。

标准视图建模过程主要包括:

首先,开展各个系统的标准适应性分析,得出产品研制过程中需要遵循的现有标准的约束,通过与标准数据库的关联和调用,建立系统组成与现有标准的条目化关联,生成标准配置模型(StdV-1);然后,针对产品研制所采用的各项关键技术,开展关键技术标准研究,分析缺项标准,完成StdV-2的构建。

标准视图模型的最终表现形式是两类表格,表格中的标准数据与系统功能、系统组成等体系结构对象关联。其中,StdV-1应包含现有标准的相关信息,StdV-2应包含预测标准的相关信息。

航空发动机标准体系构建标准需求捕获

基于标准视图建模的过程强调以数据为中心,重视标准视图建模所需的各类数据以及数据内部和数据之间的关系,最终实现标准体系能满足相关业务活动的标准使用需求。因此,在标准体系构建过程中,需要运用系统工程思想先捕获各方面的标准需求,然后实现需求

表1 航空发动机标准配置 (StdV-1)

| 标准体系 框架位置 | 标准 | | | | PBS及 研制活动 | IPD 流程活动 | 采标信息 |
|----------------------|------|------|------|------|--------------------|----------------|------|
| | 标准编号 | 标准名称 | 发布日期 | 标准状态 | | | |
| 设计标准 -总体结构 | | | | | 总体- 结构设计 | XX 流程 XX 活动 | |
| 试验标准 -部件与系 统试验 | | | | | 涡轮盘- 转速破裂 试验 | XX 流程 XX 活动 | |
| ... | | | | | | | |

注：“采标信息”可通过标准信息化平台自动提取。

表2 航空发动机标准预测 (StdV-2)

| 专业技术 树/技术地图 | 技术点 | 成熟度 | 预测标准 | | | | PBS 位置 | 技术/ 产品代级 |
|----------------|-----|-----|------|------|------|--------------|-----------|-------------|
| | | | 标准名称 | 标准范围 | 编制计划 | 标准体系 框架位置 | | |
| | | | | | | | | |

向标准体系架构和标准视图模型的映射。标准需求捕获主要包括：基于产品分解结构 (PBS)，梳理 GJB 242A《航空涡轮螺桨和涡轮轴发动机通用规范》和 CCAR-33R2《航空发动机适航规定》等现行通用规范/规章对军民航空发动机产品研制的标准约束，以及衍生的配套标准需求；以 AEOS 集成产品开发流程 (IPD) 为主线，系统地梳理企业研发体系各专业的材料、设计、制造、试验等活动的标准需求，形成标准项目需求明细表；针对企业专业技术树或技术地图中的一些先进或关键技术点，跟踪其技术成熟度发展情况，评估标准编制的必要性和可行性，梳理形成可转化标准的需求。

StdV-1标准模型建立

根据军民产品研制应遵循的以及 AEOS 研发体系 IPD 流程活动中梳理出的现行适用标准，可以建立 StdV-1，并通过属性定义，建立产

品研制活动和研发体系流程活动与标准的条目化关联，如表 1 所示。

StdV-2标准模型建立

按照 GJB 7688—2012《装备技术成熟度等级划分及定义》，当技术成熟度达到 9 级时，表明已具备编

制国家军用标准或行业标准的条件。因此，根据专业技术树/技术地图中的技术点，以及研发体系 IPD 流程活动中梳理出的标准需求，可以建立 StdV-2，并通过属性定义，建立技术点及成熟度等级和预测标准的条目化关联，如表 2 所示。

完成 StdV-2 构建并进行信息化实现后，可以通过系统快速过滤出发动机预研需要的预测标准，从而可以提高对新一代航空产品研制的标准规划能力。

标准体系应用场景 型号标准体系表编制

按照装备状态鉴定要求，应在型号研制过程中建立型号标准体系表，并在标准化工作报告中说明型号标准体系表的编制、动态管理及应用情况。在以往工作过程中，通常是按照型号研制需求，对企业标准体系进行人工裁剪后构建型号标准体系表，工作强度大、效率低下。

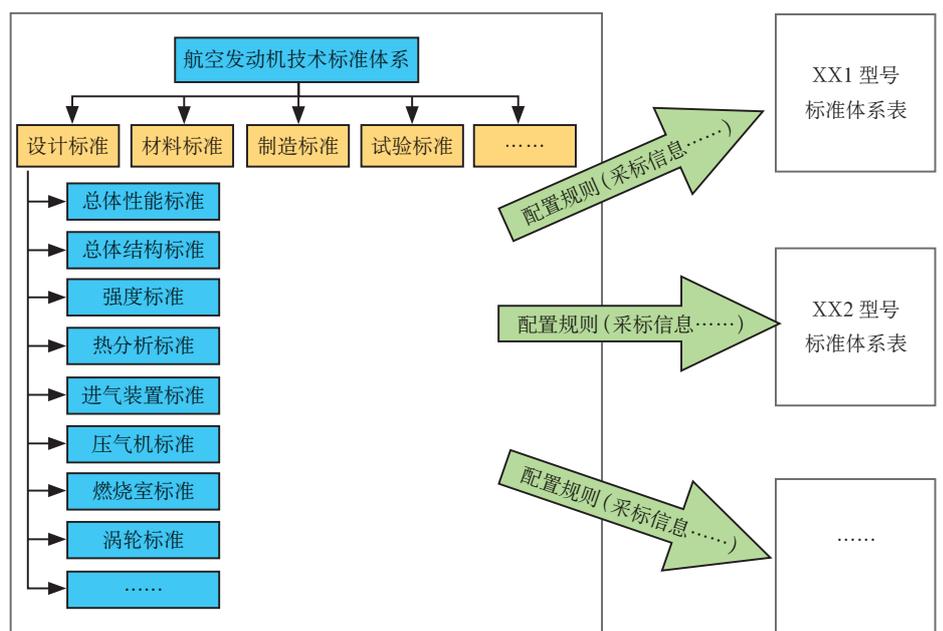


图1 航空发动机标准体系表自动提取场景

基于标准视图模型完成航空发动机标准体系构建并进行信息化平台定制导入后，可以从StdV-1中自动提取出各型号的标准体系表和标准采用目录。应用场景如图1所示。

基于PBS的标准应用体系构建

基于GB/T 13016《标准体系构建原则和要求》构建的标准体系，侧重于面向标准的制定、修订规划和计划，更多是一种标准目录的汇总与分类罗列。对于具体的部件/系统研制和IPD流程活动中需要应用的标准信息，无法通过标准体系进行快速获取。基于标准视图模型方法完成StdV-1构建后，可以通过属性配置信息，利用信息化平台快速地过滤出具体产品研制的标准条目，构建基于PBS的标准应用体系，从而将发动机典型零部件从原材料研制，到结构设计、工艺制造、试验以及服务保障等全生命周期需要贯彻应用的标准进行显性化，提高标准的采用效率，应用场景如图2所示。

信息化平台开发及应用设想 标准全生命周期管控

目前行业内各单位普遍应用的标准全文数据库系统只具备标准数据储存、检索查阅，以及标准分类管理等简单功能。基于标准视图模型完成航空发动机标准体系构建后，应通过信息化平台开发，实现StdV-1中现有标准条目与PBS及研制活动、IPD流程活动等属性信息的关联，以及StdV-2中预测标准条目与技术点、成熟度、技术/产品代级等属性信息的关联；同时，对预测标准条目从IPD流程/技术树需求牵引→编制计划→标准编制→评审→发布→采标→更改→作废等全生命周期进行一体化管控。

主要功能设想包括：标准管理人员将StdV-1和StdV-2导入信息化平台后，系统能自动实现标准条目与相关属性信息的关联；设计人员在产品研制或流程建设活动中采用现行标准时，系统自动记录采标

信息并映射到StdV-1中；系统通过StdV-2中的编制计划驱动预测标准条目的编制，并能实现标准组织评审、标准签署发布的在线审批；支持根据StdV-1和StdV-2中的属性信息，快速地过滤生成型号标准体系表、基于PBS的标准应用体系表等；标准更改或作废时，系统能自动地将相关信息推送给型号采标设计人员或IPD流程所有者；能够将标准体系中每一项标准被直接采用和间接使用（查看、下载）等数据进行显性化，以作为标准体系后续更新和优化的参考依据。

面向研发流程的结构化标准推送

行业内现有的标准规范大多为非结构化的PDF格式，无法从数据库本身直接获取其物理属性，必须借助对应的解释软件才能进行顺序式、线性式浏览；而标准作为一种工具型和查阅型的技术文档，这种缺乏交互性的查阅方式非常不灵活且非结构化数据受限于表达方式，无法

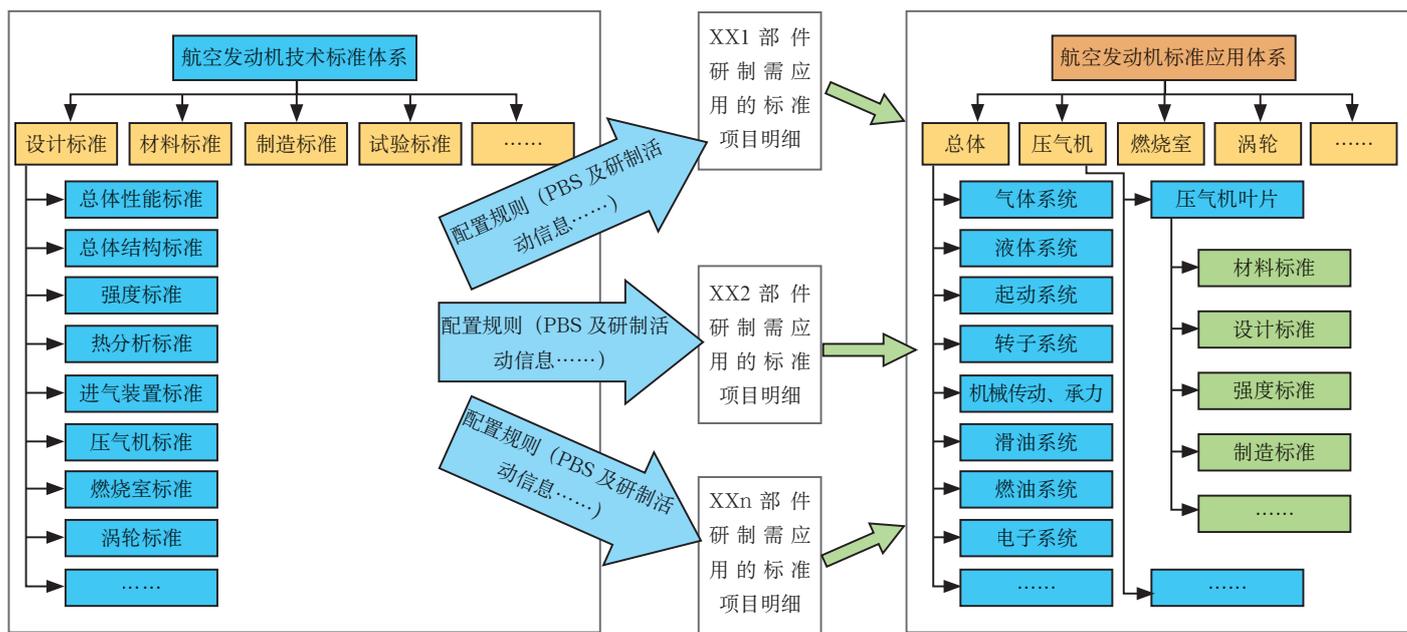


图2 基于PBS的标准应用体系构建场景

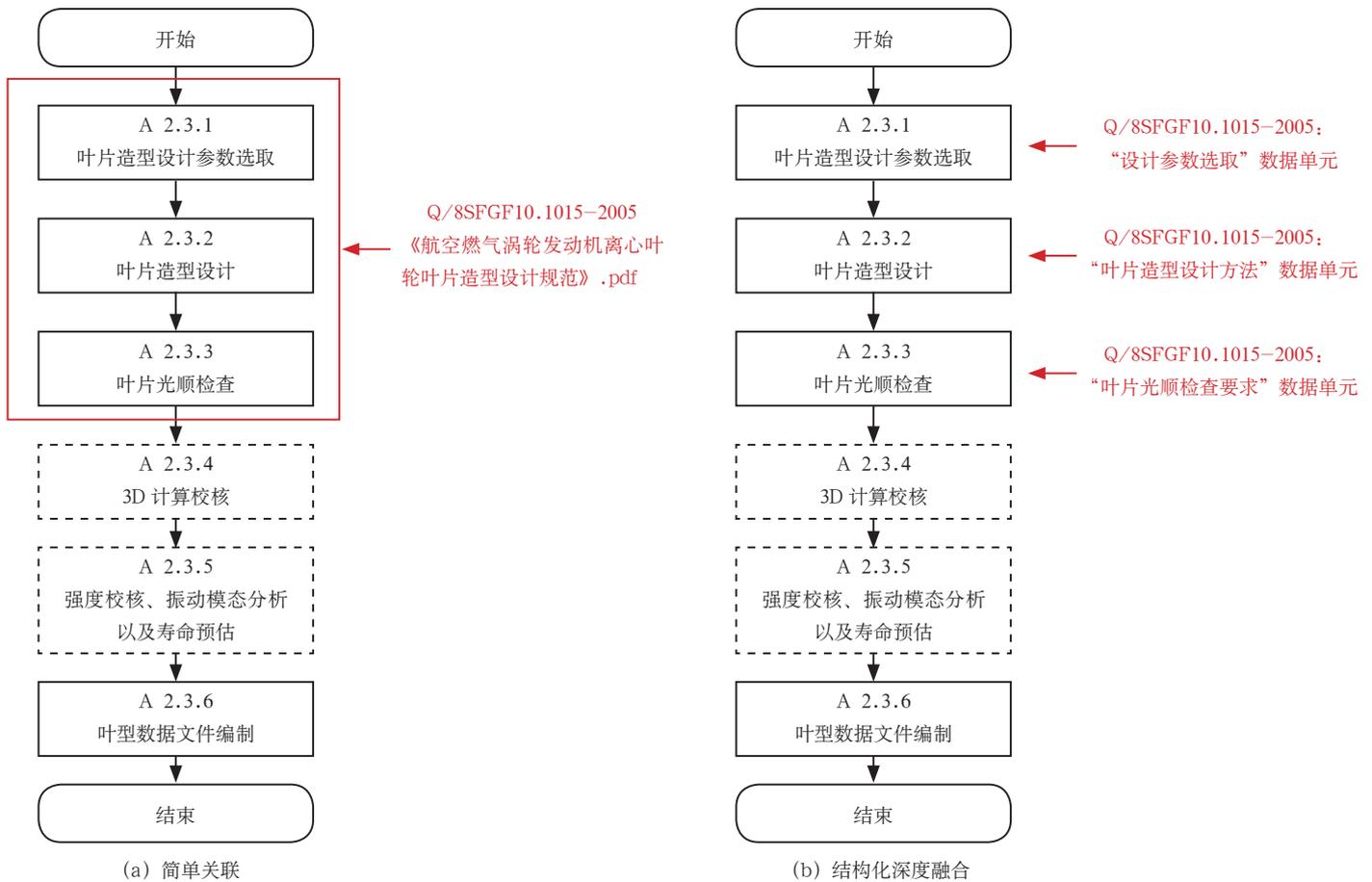


图3 面向研发流程的结构化标准推送示意

满足航空发动机数字化研制过程中对标准数据的精确定位检索、片段式提取以及个性化定制等应用需求。各单位在研发体系建设过程中，一般只将流程活动与PDF格式的标准条目之间进行了简单关联。因此，后续可以考虑构建结构化标准数据库，将标准的技术内容处理成离散化的标准数据单元，并在信息化平台中实现与StdV-1属性信息和IPD相应流程活动的深度关联融合。

例如，在研发体系集成平台的压气机叶片造型三级流程中，只是在叶片造型设计参数选取、叶片造型设计、叶片光顺检查设计活动中简单关联了《航空燃气涡轮发动机

离心叶轮叶片造型设计规范》标准文档，如图3(a)所示；通过结构化处理后，可通过信息化平台直接把设计参数选取、叶片造型设计方法等标准数据单元推送给研发流程中的相应活动，如图3(b)所示，以便流程使用者更好地贯彻应用标准，提高标准应用效率。

结束语

通过对信息化平台中的标准体系配置StdV-1和StdV-2的相关属性信息，可以将IPD流程活动或航空发动机典型零部件研制的现行适用标准和新编标准，快速地进行显性化展示，从而加强标准体系与AEOS产品研发体系

的融合，提高对产品研制的标准应用服务能力，以及面向新一代发动机预研的标准预测与规划能力。[航空动力](#) (罗海东，中国航发研所，工程师，主要从事AEOS标准体系建设和构型管理工作)

参考文献

- [1] 任文明, 郑朔昉. 基于DoDAF的飞机标准体系结构设计[J]. 中国标准化, 2016(7): 59-64.
- [2] 何瑞恒, 郑朔昉, 吕保良, 等. 基于需求的无人直升机标准视图建模研究[J]. 直升机技术, 2018(2): 47-51.
- [3] 郑朔昉, 何瑞恒. 标准视图在装备研制中的应用方法研究[J]. 标准科学, 2017(3): 60-64.