

# 航空发动机企业技术标准模板体系研究

## Study on the Technical Standard Template System of Aero Engine Enterprise

■ 王刚 李健坤 陈云鹏 张健珩 李春华 / 中国航空发动机研究院

航空发动机企业技术标准是型号产品研制和各类技术活动的参考和依据，发挥着指导、规范和约束的作用。标准的质量是影响其发挥效能的最直接因素，为了提高标准技术内容全面性，有必要研究制定一套指导标准编制的技术要素模板（简称“标准模板”）。如何梳理标准模板的编制需求、构建标准模板体系成为一项值得研究的课题。

航空发动机标准是工业技术水平的集中体现，是促进全行业形成技术凝聚力的重要媒介，是指导型号产品研制的技术基础。标准的质量水平直接影响其能否更有效地指导相关技术活动。一般来说，标准的质量水平主要体现在技术内容的适用性、与其他相关文件的协调性、标准编写的规范性等方面，标准技术内容是否完整是保证标准协调适用的前提。通过对比国内标准和国外先进标准，发现国外标准的技术要素齐全且定量化程度较高。反观国内标准，则存在部分技术要素缺失，同类标准的框架结构和技术要素也不尽相同的问题。这固然与国内技术发展水平有密切关系，但是也与标准编制人员对该撰写哪些技术要素考虑不全面有直接关系。标准模板作为“标准的标准”，能够为标准的研究编制提供约束和参考，能够为编制高水平、高质量的标准奠定很好基础。

需要认识到的是，如构建的标准模板数量过少，虽模板的通用化程度高，但是对于具体专业标准的指导性不强；如标准模板数量过多过细，会导致标准编制人员在选择模板时难以判断，增加工作量，而

且一定程度上会束缚标准编制人员，反而不利于形成高水平的标准。为了在航空发动机企业内部构建一套合适的标准模板，首先需要厘清航空发动机领域标准模板的分类和设置，形成航空发动机企业技术标准模板体系。

### 现状分析

为了规范各类标准的编写，国家标准颁布了GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》、国家军用标准颁布了GJB 0《军用标准文件编制工作导则》，军工行业标准领域经常参考的标准是GJB 6000《标准编写规定》，原航空工业总公司还颁布了HB 6141《航空工业标准编写和出版的基本规定》。这些文件规定了标准结构、层次、封面、前言、目次、范围、引用文件、要素的表述等内容，为各层级标准的编制提供了最基本的遵循和依据，有效提升了各类标准编写的规范性。

以上文件作为标准编制的最顶层规定，更多地从格式、样式、通用要求和表述原则等方面提出了要求，没有规定细分专业领域相关标准的技术要素要求。标准编制人员在制定标准过程中，很难区分哪些

条款是必须规定的、哪些是可选择的。例如，在设计要求类标准和设计方法类标准中，设计依据、设计准则、设计内容、设计流程、设计验证等内容如果没有模板进行规定是很容易混淆的，导致标准技术要素缺失。另外，由于习惯不同，没有统一的标准模板，同类标准的这一章节条款名称各异，降低了标准的可读性和可用性。

2008年，原总装备部颁布了GJB 6387《武器装备研制项目专用规范编写规定》，较为详细地规定了系统规范、研制规范、产品规范、软件规范、材料规范和工艺规范等6类规范编制的基本规则、结构规则、表述规则、编排规则和各要素的起草规则，为各类武器装备研制项目编制规范时提供了一种模板，较好地满足了项目实施技术状态管理的需要。

2021年，在国防科工局的组织下，国防科技工业标准化技术委员会牵头编制了一套HB 30000《军工行业标准编写规则》系列标准（2023年又发布了GF/T 1.1-2023《国防工业行业标准编写规则》），包括总则、产品规范、设计标准、试验标准、工艺标准、标准图样共6个部分。总则继承了GJB 6000中的编写要求，

并尽量与GB/T 1.1的要求相一致,规定了军工行业标准编写的用词用语、字体字号、图形样式等基本规则。在产品规范、设计标准等其他5个部分则规定了标准名称、正文结构、特定技术要素,并且给出了特定技术要素的编写要求。这相比于GB/T 1.1、GJB 0等文件,从标准的技术内容规定上有了更加详细的规定,为军工类行业标准的编制提供了较好参考和依据。但是由于相关规定需要考虑跨行业通用等要求,对于航空发动机企业级标准的适用性还可以进一步提升。

## 标准分类

为了梳理清晰标准模板的构建需求,首先要厘清标准的类型,这样可以较为清晰地划分标准模板之间的界面,分层分类统筹考虑标准模板的设置。

在不同层级的标准化工作导则中,对标准类型也有着不同的划分。GB/T 1.1-2020中规定,按照标准化对象可以将标准划分为产品标准、过程标准和服务标准3类;按照标准内容的功能可以将标准分为术语标准、符号标准、分类标准、试验标准、规范标准、规程标准、指南标准等类别。GJB 0.1-2001规定,军用标准、军用规范、和指导性技术文件统称为(广义的)军用标准。HB 30000系列标准规定,军工行业标准主要包括技术标准和管理标准,其中技术标准又可以分为产品规范、设计标准、试验标准、工艺标准、标准图样等。2003年发布的GB/T 15496、15497、15498《企业标准体系》中将企业标准主要划分为技术标准、管理标准和工作标准,2017年换版后划分为产品实现标准、基础保障标准和岗位标准。

目前,航空发动机企业内部主要还在贯彻2003年国家标准《企业标准体系》的要求,分为技术标准、管理标准和工作标准。其中,技术标准体系架构结合航空发动机企业产品的产品分解结构和工作分解结构进行层层划分。在一级分类上,航空发动机企业技术标准划分为设计标准、试验标准、材料标准、制造标准、服务保障标准和通用基础标准等6个领域。此外,发动机整机级产品规范和部件/系统级通用要求纳入设计标准范畴,不单独设置产品标准。在二级分类上,设计标准主要按照产品层级分为总体设计、部件设计和系统设计等标准;试验标准与设计标准类似,分为整机试验、零部件试验、系统与成附件试验等标准;材料标准主要按照材料品种分为金属材料、非金属材料、复合材料、特种功能材料以及无损与理化测试方法等标准;制造标准按照工艺种类分为冷、热工艺等标准;服务保障标准按照业务范围分为技术出版物、培训、大修维修、客户支援等标准;通用基础标准分为基础、通用件和元器件、专业工程等标准。

## 标准模板体系构建

技术标准模板体系架构与技术标准体系架构既有联系,又有区别。对于技术标准模板的分类来说,首先仍旧可以结合标准的分类分为设计标准模板、材料标准模板、制造标准模板、试验标准模板、服务保障标准模板、通用基础标准模板。但是再进行细分时,则应优先考虑标准的功能类型,否则就会划分过细、模板数量急剧增加。例如,压气机设计方法标准、燃烧室设计方法标

准均属于设计方法类标准,其参考的模板大同小异,主要包括设计依据、设计内容、设计程序、设计方法、设计验证项目与要求等内容,只是在每章节的具体技术条款和指标方面有所不同。按此考虑,并参考HB 30000系列标准相关要求,构建的技术标准模板体系如下。

设计标准模板可以划分为产品规范标准模板、通用要求标准模板、设计/评价/计算等方法标准模板、设计(要求与方法)标准模板等类型;试验标准模板可以划分为试验要求标准模板、试验方法标准模板和试验设备与保障标准模板等类型,由于试验要求一般由设计人员提出,有时也将试验要求类标准划分为设计标准;材料标准模板可以划分为材料验收标准模板、无损检测标准模板和理化测试标准模板等类型;制造标准模板可以划分为工艺方法标准模板、数字化制造标准模板、工装标准模板等类型;服务保障和通用基础标准由于标准按照功能划分跨度太大,可按照技术标准体系划分方式构建其相应模板,构建的航空发动机企业技术标准模板体系架构如图1所示。

## 标准模板应用策略

使用标准模板的主要目标是提高标准质量水平,规范同类标准各类标准技术要素。由于航空发动机研制过程复杂,所需要的标准数量极多,且各有特点。因此,标准模板的应用策略得当与否就直接影响了其发挥的效果。

### 设计标准模板应用策略

设计标准覆盖了航空发动机的各种设计活动,层级由上到下,层

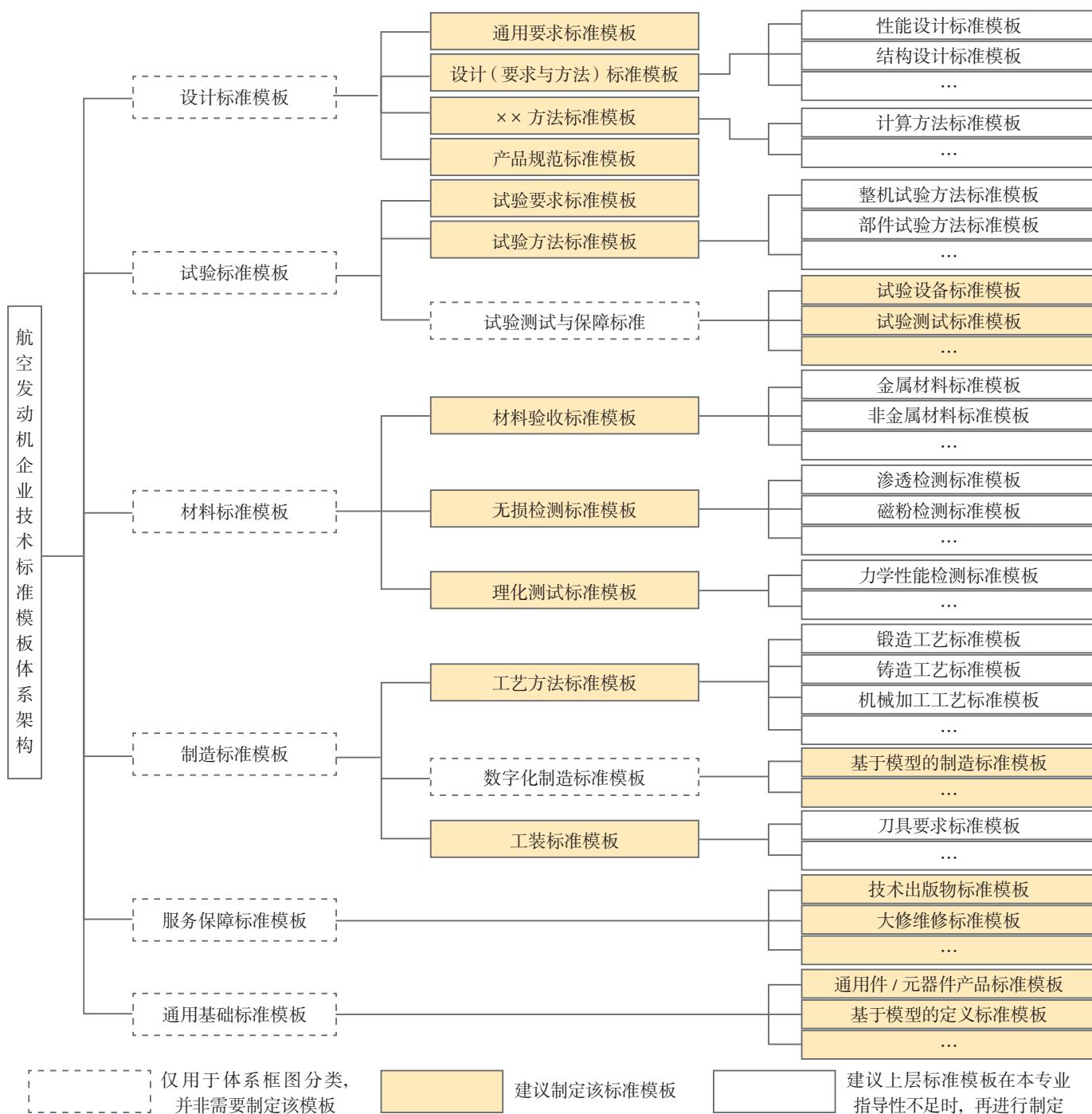


图1 航空发动机企业技术标准模板体系架构

层分解传递了航空发动机的设计要求 and 设计理念，设计标准模板的应用策略如下。

第一，产品规范标准模板用于航空发动机整机产品标准编制，此类标准作为客户方考核验收的重要依

据，多为国家军用标准，企业级标准较少，但极为重要。同时，用于采购验收货架产品的产品技术要求，亦可参考产品规范标准模板来编制。

第二，通用要求标准模板用于航空发动机部件/系统的通用要求标

准编制，该类标准承接整机产品规范向下传递的相关要求，从而满足整机分配的指标。

第三，设计（要求与方法）标准模板用于具体结构设计、性能设计等标准编制，标准一般命名为××设

计要求/××设计方法/××设计等。该标准模板覆盖专业范围极广，包括气动性能设计、结构设计、强度设计等相关内容；从产品结构分解来看，覆盖了大部件、系统、零件等。该模板可根据需要进行细化。

第四，计算/仿真/评价等方法类模板用于具体特性或者具体设计点所使用的计算、仿真、分析、评价、修正方法等标准的编制。该模板可根据需要进行细化。

### 试验标准模板应用策略

试验标准以设计验证作为输入，覆盖了航空发动机试验的各种活动，全面承接设计验证要求，试验标准模板的应用策略如下。

第一，试验要求标准模板用于指导编制航空发动机试验要求类标准，这类标准承载着试验目的、试验项目、技术要求、结果评定要求等，有时将这类标准视为设计标准的一部分。在航空发动机企业内部，为了让标准具有高可操作性，提倡直接编制试验方法类标准，试验要求类标准更多地出现于国军标和行业标准中。

第二，试验方法类标准用于指导编制航空发动机整机、零部件、系统等试验方法标准，该类标准会明确给出试验的目的、计划、条件、设备、原理、步骤等内容，在航空发动机企业技术标准中占据了重要地位。该模板可根据需要进行细化。

第三，在试验测试与保障方面，标准化对象的专业跨度较大。因此，试车台的设计、验收、调试、使用维护等标准可应用试验设备标准模板；航空发动机参数的测量标准可应用试验测试技术标准模板；传感器、试车台等试验设备的校准可应用计量校准标准模板；发动机/试验件上台安装

检验、试验过程检验、下台检验等标准可应用试验检验标准模板。

### 材料标准模板应用策略

材料标准是材料采购验收的重要依据，覆盖了航空发动机研制所需的各类金属材料、非金属材料、复合材料等领域，是实现航空发动机研制的最基础标准，材料标准模板的应用策略如下。

第一，材料验收标准模板用于指导金属材料、非金属材料、复合材料、特种功能材料等材料验收规范的编制，这类标准也可看作材料级产品规范，是设计选材、材料采购、合同签订、入厂复验等活动中不可或缺的重要标准。由于航空发动机所用的材料品种、规格、状态众多，该类模板可按需细化其技术要素要求。

第二，无损检测标准模板用于指导超声、射线、磁粉、渗透、涡流等无损检测标准的编制。由于各类无损检测方法之间有差异，该模板可根据需要进行细化。

第三，理化测试标准模板用于指导材料力学性能、化学成分分析、金相组织检测等标准的编制。由于各类理化测试方法之间有差异，该模板可根据需要进行细化。

### 制造标准模板应用策略

制造标准是各类航空发动机产品、零部件加工制造的依据，直接影响着产品的质量，制造标准模板的应用策略如下。

第一，工艺方法标准模板用于指导航空发动机制造加工中各类冷/热工艺标准的编制，规定了人、机、料、法、环、测等方面的要求。航空发动机工艺种类繁多，工艺方法标准模板指导性不足时，可根据需要细化制定锻造、铸造、焊接、热

处理、机械加工、表面处理等具体工艺标准模板。

第二，工装标准模板用于指导刀具、量具、夹具等制造装备标准的编制，该模板可根据需要进行细化。

第三，随着数字化技术发展，数字化制造受到越来越多的重视，但其与加工工艺方法并非同一维度，可根据业务需要应用基于模型/检验的制造标准模板和工艺仿真标准模板。

### 服务保障与通用基础标准模板应用策略

服务保障标准和通用基础标准专业范围覆盖极为广泛，可暂时按照其专业类别划分制定标准模板。随着标准的研究制定，不断试用优化。

## 结束语

标准模板能够很好地解决标准技术要素不齐全、标准之间要素不一致、可读性不高等问题。标准模板要按照“好用为先，粗细适中”的整体原则来构建：颗粒度过粗，则模板的指导性不强；颗粒度过细，模板数量会急剧增加，选用和管理复杂程度加大。通过梳理标准编写规则的现状，提出将编写要求细化至技术要素层面，形成标准技术要素模板。在此基础上，进一步分析航空发动机标准分类，初步构建了航空发动机企业技术标准模板体系，给出了应用策略和建议，以期推动形成一套好用、管用、实用的标准模板，助力技术人员编制标准时能够参考使用，促进标准技术要素更加健全，提高标准的质量水平，夯实航空发动机研发制造的技术基础。 **航空动力**

(王刚，中国航空发动机研究院，工程师，主要从事航空发动机技术标准研究)