

# 关于航空发动机标准体系建设的思考与探讨

周婧雯\*

中国航发沈阳发动机研究所, 辽宁 110015

**摘要:** 随着我国航空事业的发展, 对于航空发动机的要求也越来越高, 要想更好地促进航空发动机的研制, 就需要建立起科学的航空发动机标准体系。本文主要对航空发动机标准体系的架构和定位以及航空发动机标准体系建设的基本思路、重点内容进行了阐述, 由此提出了一些建设标准体系的建议。

**关键词:** 航空发动机; 标准体系建设; 建设技术; 研制流程

## 一、引言

航空发动机是一种特别复杂和精密的机械, 为航空器提供飞行时所需要的动力, 作为飞机的“心脏”, 被行业中称为“工业之花”, 它直接影响着飞机的各项性能、安全性以及经济性, 也是国家综合实力的一种体现<sup>[1]</sup>。建立科学、完善的航空发动机标准体系是有非常重要的作用。

## 二、航空发动机标准体系的架构和定位

### (一) 体系架构

航空发动机的标准体系是研制、设计、生产、使用航空发动机整个过程中所需要的标准而组成的, 具有科学性的有机整体, 其中包括从航空发动机的设计、研制、开发、试验、管理以及到使用的全部过程<sup>[2]</sup>。它是由整体的标准、部件的标准、系统的标准、制作技术的标准以及通用的基础性标准所组成, 该系统主要包括国家标准、行业标准、企业标准以及国家军用标准, 由不同的级别标准一起组成了一套相互协调、开放、完善的标准体系。现在在有关于国防科技的工业标准体系中, 对发动机上比较有针对性的行业级以上的标准仅有204项, 其中有56项总体标准、19项部件标准、45项系统标准、7项工艺标准、30项材料标准、另外一些通用的基础标准有47项。对于航空发动机来说, 标准的数量较少, 而且在专业的分布上也不均衡、标准比较零散, 严重缺乏发动机的系统设计、总体、部件以及试验的标准, 有关于制作技术的标准太少, 不能够反映出发动机性能特点, 难以支撑航空发动机在型号方面的研制以及提高相应的技术<sup>[3]</sup>。

### (二) 系统定位

#### 1. 需要将航空发动机的研制流程变得更加规范化

由于缺乏相关的标准, 没有科学合理的规范流程作为依据, 为设计工作和试验工作带来了很大的难题, 比如, 可能会导致在研制的过程中出现反复, 严重影响了发动机型号的研发与制造, 工作效率低下。通过建立完善的航空发动机标准体系, 将这个体系覆盖到整个发动机包括整机、燃烧室、排气装置、压气机、涡轮等全部的部件以及数控系统、液压系统、传动系统等涉及到的全部系统上, 而且要对设计要求、程序、方法进行详细而科学地描述, 进而使这些流程规范与设计标准、试验验证进行对应, 使整个发动机研究制造有据可依、研制试验的过程更加规范化。

#### 2. 需要保证航空发动机的产品质量<sup>[4]</sup>

在制造航空发动机时, 由于材料和工艺这两方面都具有一定的不稳定性, 如果没有相对成熟的生产工艺以及材料标准, 就会使与航空发动机有关产品的质量参差不齐, 无法保证整个发动机的质量。通过建立相关的标准体系, 使其覆盖到冷、热工艺以及特种工艺上, 健全工艺标准和相应的检验检测标准; 整个体系还要涵盖高温合金、铝合金、钛合金、镁合金、结构钢等材料与验收标准, 使航空发动机的研制能够有工艺和材料方面的保证, 保证航空发动机具有非常好的质量。

#### 3. 大力支持航空发动机的技术创新

\*通讯作者: 周婧雯, 1989年5月, 女, 汉族, 辽宁铁岭人, 现任中国航发沈阳发动机研究所航空标准化规范设计师, 中级工程师, 本科。研究方向: 航空标准化规范设计。

发展的前提就是创新,对于航空发动机的研制来说也是如此。随着航空发动机的结构设计、工艺技术、材料技术的不断改革与发展,通过标准化体系的应用,使这些技术能够更加成熟,对核心、关键技术不断固化,并且不断地向着更高的方向发展<sup>[5]</sup>。通过相关的标准体系,使创新的成果进行转移、扩散,引领着发动机制造更好的发展。

### 三、航空发动机标准体系建设的基本思路

首先我们要明确地知道这一体系的建设具有长期性和复杂性的特点,要根据发动机的研制及技术创新的需求为向导,依托于航空推进技术验证计划、技术基础与重点型号,进行自主研发,建立健全有自主知识产权的标准体系,使发动机的研究制造工作得以保障,积极推进发动机的技术创新,使发动机的相关产业能够快速而持续地向前发展<sup>[6]</sup>。由于该标准体系的建设需要很长的时间和很大的工作量,并不是在短期内快速实现的工作,所以首先要满足发动机研发和制造的急需型号,对相关的工作进行重点突破,比如,现在急需基本的设计标准以及试验标准、在主辅流水制造方面的标准、小零件的相关标准、数字化的相关标准等。通过与重大专项以及预先研究方面的技术突破、型号技术攻坚成果,进行同步转化、验证,进而形成有所创新的技术、工艺和材料的具体标准

### 四、航空发动机标准体系建设的重点内容

#### (一) 构建总体、部件、系统标准

设计标准、试验标准是总体、部件、系统标准需要构建的标准,主要有以下四方面的工作。

第一,现在我国在设计和试验方面的技术已经有了很大的发展,通过使用技术的基础渠道以及发动机企业的标准化作业,将企业的三大规范进行总结与提升,进而形成与总体设计、部件设计、系统和其他部件的设计以及与这些设计相对应的试验标准。

第二,对于处于验证过程中的设计与试验技术,要充分地利用航空推进技术验证计划的相关专项成果,并把它固化为相应的标准,形成大涵道比涡扇、中等推力的涡扇的相关设计标准和试验标准。

第三,在未来的航空发动机的发展方向上要充分地、与重大专项的突破性技术相结合,并把它固化成为标准,在风扇以及压气机、小流量型压气机、回流燃烧室、小尺寸的涡轮等方面具有更加高效、性能优良的设计标准以及与其相对应的试验标准。

第四,用型号技术突破型号设计与试验技术的瓶颈,形成针对大风扇、矢量喷管、反推力装置、对转涡轮、发动机数字控制系统、健康管理等方面的设计以及试验标准。

#### (二) 构建制造技术标准

制造技术的标准主要通过以下三方面进行。

第一,对于已经成熟的制造工艺,工作主要围绕型号的主辅流水制造、协同设计以及委托加工等方面的问题进行。利用发动机企业的标准化作业与生产,将企业中的“三大规范”进行总结与提升,进而形成相应的工艺标准与检验标准,其中包括高温涂层防护、高温合金的模锻、化学热处理、合金叶片的精锻、机匣类零件加工、电子束工艺、电加工、化铣、喷丸、叶片钛等工艺标准<sup>[7]</sup>。

第二,对于目前型号研制工艺技术方面的瓶颈,主要围绕目前航空发动机的制作工艺尚不稳定的问题进行。利用型号技术方面的攻关成果和对基础工艺进行研究,形成一套稳定的工艺标准。

第三,对于处在发展前沿的工艺和技术,要利用好基础性的研究成果,并结合专项计划在技术方面的突破,把这些成果固化成标准。比如TLP扩散焊、高精度加工等接近成形的技术。

#### (三) 构建材料标准

在目前已经定型的一些航空发动机中使用的100~170中材料中,已经基本有了相应的材料标准和检验标准。在构建材料标准时,对于在使用或者研发的发动机中一些质量不稳定的材料以及关键部位的原材料,使用技术基础性研究进行技术攻关,并把成果转化成为材料标准。对于一些处在科技发展前沿的新型材料,做技术基础性研究并结合重大的专项计划,进行前瞻性的研究,并把其固化成为标准。

### 五、针对建设航空发动机标准体系的建议和措施

#### (一) 设立航空发动机标准体系建设专项工作

这项标准体系的建设是一个长期性、基础性的工作,如果仅仅依靠为数不多的几个大型项目和发动机型号,不能够使该标准体系得到普遍的适用性,所以建议要把这项工作作为一个专项工作来进行,建立科学合理的长效工作机

制,使此体系能够更加全面而且普遍适用。

#### (二) 形成重大专项成果的转化机制

对于航空发动机的核心技术、关键技术,要结合相关的专项进行建设,全面考虑技术、产业、工业基础这三方面的相互联系,把相关的技术成果固化为一定的标准,使专项的科研成果能够有效转化为实践,保证整个标准能够贯彻从制定到验证再到最后实施的整个过程。

#### (三) 组建标准体系的专家团队

在组建专家团队的过程中要将全国各个行业的力量结合起来,充分地尊重社会发展的规律以及我国的实际情况,建立起与我们国家的工业实力相匹配,且在技术方面具有引领性质的标准化体系。建议将高等院校、发动机企业、军方等社会各界该方面的众多专家进行集中,建立协同工作机制,使标准体系具有更高的准确性和协调性。

#### (四) 引进融合国外先进标准

要深入研究国际标准以及国外比较先进的协会标准,是我国进行技术探索以及与国际接轨的重要工作。建议要将国外的先进标准、企业标准进行研究整合使之适用于我国的航空发动机行业的标准体系,推动我国的航空发动机事业的发展,并在国际市场上具有更强的竞争力。

### 六、结束语

总而言之,航空发动机的研制、生产、试验以及最终的投入使用具有很强的技术性,对于其体系的建设也要覆盖其所有的过程,这是一项需要长期进行的、复杂的工作,所以建立科学合理的标准体系,有利于提高航空发动机各方面的工作效率和成果。在标准体系的建立过程中要抓住构建总体、部件、系统标准,制造技术标准以及材料标准这些重要工作内容,采取设立航空发动机标准体系建设专项工作、形成重大专项成果的转化机制、组建标准体系的专家团队、引进融合国外先进标准等措施,全面有效地促进航空发动机事业的发展。

#### 参考文献:

- [1]黄小东,宁勇,刘杰,陈立省,张鹏飞,王龙,瞿品祥.航空发动机智能化装配技术体系构建探索[J].航空发动机,2020,46(1):91-96.
- [2]黄成,金炜,瞿剑苏,薛斌斌,曹旻.航空发动机室内试车台推力测量及其溯源体系分析[J].计测技术,2020,40(3):16-20.
- [3]李井良.航空发动机研制阶段供应商管理体系建设方法研究[J].新商务周刊,2020(6):45.
- [4]李昌红,谈梦妮,王艳丽,张德志,王常亮.航空发动机技术评审体系方案研究[J].航空科学技术,2020,31(8):22-26.
- [5]鲁思睿.商用航空发动机制造企业CCAR-145部体系建设[J].设备管理与维修,2020(2):12-14.
- [6]张渝,于建华,雷力明,陆涛.航空发动机工艺研究及创新体系构建探讨[J].航空制造技术,2019,62(20):20-26.
- [7]崔一辉,赵恒,张森堂.航空发动机制造工艺仿真技术体系探索[J].航空制造技术,2019,62(13):38-44,52.