

DOI:10.16356/j.1005-2615.2021.S.022

## 国家航天标准体系建设研究

许冬彦, 周玉霞

(中国航天标准化与产品保证研究院, 北京 100071)

**摘要:** 随着国家对标准化深化改革的推进, 越发突出标准的需求导向、政府供给和市场供给相结合的指引。首先从标准体系定义与内涵理解入手, 分析了现有的国内外有关航天标准体系情况, 梳理了中国航天标准体系建设的需求、思路, 以及技术体系和工作体系两大基本要素, 最后着重分析给出了细化要素, 提出了面向航天产业发展的国家航天标准体系结构, 为中国航天标准化工作发展提供借鉴, 促进航天产业质量提升, 支撑和保障中国航天健康、快速和可持续发展。

**关键词:** 航天; 标准体系; 标准化

**中图分类号:** V57

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1005-2615(2021)S-0135-08

## Establishment of Space Standard System

XU Dongyan, ZHOU Yuxia

(China Academy of Aerospace Standardization and Product Assurance, Beijing 100071, China)

**Abstract:** With the advancement of China's deepening reform of standardization, the demand orientation of standards and the guidance of the combination of government and market supplies have become more prominent. We start with the definition and connotation of the standard system, analyze the existing aerospace standard systems in China and world wide, and sort out the needs and ideas of the construction of China's aerospace standard system. Then, the two basic elements of the technical system and the work system are reeled out, and the detailed elements are analyzed. Finally, the national aerospace standard system that orients to the development of the aerospace industry is proposed. This study can provide reference for the development of China's aerospace standardization work, promote the quality improvement of the aerospace industry, and guarantee the healthy, rapid and sustainable development of China's aerospace industry.

**Key words:** space; standard system; standardization

航天技术是一个国家经济社会发展和科技进步的重要推动力量, 是国家经济实力、科技实力和综合国力的集中体现, 是高新技术创新最活跃的领域。航天标准化作为重要技术基础, 经过多年发展, 航天工业各级标准已经基本实现体系化, 有力支撑了航天重大专项和技术创新发展。随着国家对标准化深化改革的推进, 建立的新型国家标准体系越发突出标准需求引导、政府供给和市场供给相结合的指引。本文分析国内外有关航天标准体系,

提出了面向航天产业发展的国家航天标准体系结构, 以实现加速推动航天产业化进程和质量提升, 支撑和保障中国航天的健康、快速和可持续发展。

### 1 标准体系定义与内涵

#### 1.1 基本定义

标准体系<sup>[1]</sup>是在一定范围内的标准, 按其内在联系形成的科学的有机整体。

标准化<sup>[2]</sup>是为了在既定范围内获得最佳秩序,

**收稿日期:** 2021-05-05; **修订日期:** 2021-06-08

**通信作者:** 许冬彦, 女, 高级工程师, E-mail: yh\_msc@163.com。

**引用格式:** 许冬彦, 周玉霞. 国家航天标准体系建设研究[J]. 南京航空航天大学学报, 2021, 53(S):135-142. XU Dongyan, ZHOU Yuxia. Research on establishment of space standard system[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2021, 53(S):135-142.

促进共同效益,对现实问题或潜在问题确立共同使用的重复使用的条款以及编制、发布和应用文件的活动。

标准化层次<sup>[2]</sup>是标准化所涉及的地理、政治或经济区域的范围。标准化可在全球、区域或国家层次上,在一个国家的某个地区内,在政府部门、行业协会或企业层次上,以致企业内车间和业务室等各个不同层次上进行。

标准<sup>[2]</sup>是通过标准化活动,按照规定的程序经协商一致制定,为各种活动或其结果提供规则、指南或特性,供共同使用和重复使用的文件。

国际标准<sup>[2]</sup>由国际标准化组织或区域标准组织通过并公开发布的标准。

国家标准<sup>[2]</sup>是由国家标准机构通过并公开发布的标准。

行业标准<sup>[2]</sup>是由行业机构通过并公开发布的标准。

团体标准<sup>[3]</sup>是由团体按照自行规定的标准制定程序制定并发布,供团体成员或社会自愿采用的标准。

企业标准<sup>[3]</sup>是由企业通过供企业使用的标准。

## 1.2 内涵

本文所讨论的国家航天标准体系是对全国范围需要协调统一、按照我国航天产业实际构建的全国范围的标准化有机整体,可以在全国范围内规范和协调航天领域的各项活动,促进航天技术更好地服务于国民经济建设,适应国家层面开展航天领域国际交流与合作的需求。标准项目凸显中国航天的发展需求和技术特点,不断完善,层次包括国家标准、行业标准、团体标准以及企业标准。

## 2 国内外航天相关标准体系情况

### 2.1 国际标准化组织有关航天标准

国际标准化组织(ISO)中涉及航天领域的国际标准主要由其下设的航空航天标准化技术委员会(TC20)中的空间数据与信息传输系统标准化分技术委员会(SC13)和航天系统及其应用标准化分技术委员会(SC14)开展制定。

(1)ISO/TC20/SC13,1989年成立,主要负责空间数据传输标准制、修订工作,为空间和地面跟踪网络、数据共享等领域内的国际合作提供依据。秘书处设在美國的ANSI,主席由中国航天专家担任。SC13涉及6个业务领域,具体如下。

空间链路业务(SLS):涉及航天器之间,以及航天器与地面支持系统之间的空间链路连接的相关业务。

任务操作和信息管理业务(MOIMS):涉及为

完成飞行任务、航天器和地面系统的整个飞行任务执行阶段的操作程序,以及相关的信息管理标准和流程。

空间网络业务(SIS):涉及航天器与地面系统之间、航天器之间、航天器与着陆器之间、复杂航天器内部之间通信时,所需的网络通信业务与协议。

交互支持业务(CSS):涉及多种交互支持接入点所需的业务,以及各组织在执行任务时如何使用这些业务来协同使用各自的基础设施,以达到充分利用空间网络资源实现各个组织间的交互支持。

航天器上接口业务(SOIS):通过定义接口简化飞行硬件与飞行软件之间的互相配合,并允许管理部门和设备生产商之间的协作和重复利用,从根本上促进飞行器飞行段数据系统设计和研发过程。

系统工程业务(SEA):规划空间任务通信、操作、交互支持的整个体系结构,提供与整个体系中其他业务的选择和选项中的协作和协同工作,支持体系结构中所有区域的一致性。

(2)ISO/TC20/SC14,1993年成立,主要涉及载人和非载人航天系统标准化工作,包括它们的设计、生产、维修、运行、处置及运行环境。秘书处设在美国AIAA。SC14下设7个工作组(WG),具体如下。

WG1:设计工程(Design, engineering & production)负责运载火箭和航天器及其分系统、设备等有关设计(设计要求、设计准则、设计方法等)方面的标准;EEE及非EEE产品的设计、选用等方面的标准。

WG2:接口、综合与试验(Interfaces, integration and test)负责运载火箭与航天器、运载火箭与发射设备等接口方面的标准;试验标准(除材料试验标准外)。

WG3:运行与地面支持(Operations and ground support)负责地面站设计与应用、发射操作、航天器运行、航天器交会对接、坐标系等方面的标准。

WG4:空间环境(Space environment)负责磁层、地球磁场、环境辐射性和太阳活动,空间环境模型等方面的标准。

WG5:项目管理(Programme management and quality)负责项目管理、产品保证等方面的标准。

WG6:材料与工艺(Materials and processes)负责金属材料、非金属材料、复合材料、工艺、过程控制等方面的标准。

WG7:空间碎片(Orbital debris coordination)负责空间碎片方面的标准。

ISO的宗旨是协调世界范围内的标准化工作,组织交流共同研究标准化问题。ISO/TC20/

SC13、SC14自成立以来并没有建立相应的标准体系对该领域内的国际标准进行规划,而是根据国际各相关国家的技术发展需求和技术成果情况,采用业务工作组的形式及时制定相应的国际标准,其工作组的划分较为固定,起到了标准体系的规划和指导作用,保证标准制、修订工作的切实有序开展,同时具有很好的灵活性。

### 2.2 美国国家航天局标准体系

美国国家航天局(NASA),1958年成立,是美国的一个政府局,主要任务活动来自政府,也承担少量的商业项目。NASA制定标准的目的是避免航天项目在研制和使用中发生重复性的失效和灾难,需要将经验与教训固化,指导后续型号的研制,

同时适应项目需求,促进新技术转化,使技术易于应用到NASA所有航天项目中。NASA的标准体系结构涵盖NASA的整个航天活动,包括航天技术、空间探索与太空开发、地球科学、太空科学研究等。体系结构第一层次根据实施要求分为指令和技术标准两种类型,第二层次基本按专业进行分类,见图1。

NASA强调的是在满足NASA任务需要的前提下,优先采用国际的、区域性的、政府的、各协会的标准,在这些标准不满足航天特殊需要时,应制定NASA专用标准,标准包括产品生产、验收、洽谈贸易、认证等使用的产品标准,也包括产品研制过程中的设计要求、过程控制、方法标准等。



图1 NASA标准体系结构  
Fig.1 NASA standard system structure

### 2.3 欧洲空间标准化合作组织标准体系

欧洲空间标准化合作组织(ECSS),1993年成立,ECSS制定标准的目的是保证各成员国所提供的各类产品质量以及它们之间功能的完整性、协调性;通过使用统一的技术标准、指南以及采用成熟的硬件、软件和设计准则,防止欧空局(ESA)航天项目费用的增加,避免不必要的重复性工作;通过标准、规范提出各项要求,作为签订合同的依据,要求承包商按ESA相关标准开展与产品相关的活动。ECSS标准体系结构分为空间项目管理、产品保证、工程和可持续性4个分支,见图2。

ECSS标准体系体现了一定时间内航天工业持

续发展的管理理念和工作方法,与欧洲航天各公司的管理现状相一致。ECSS负责制定欧洲航天管理、产品保证、系统工程方面的牵头性标准,与欧洲航空航天和防务工业协会(ASD-EUROSPACE)以及欧洲空间元器件协调组织(ESCC)所发布的标准配套使用,对于欧洲航天工业建设与应用起到了很好的引导和规划作用。

### 2.4 中国有关航天标准

为促进标准化工作适应经济社会发展,2015年,中国国家标准体系从政府单一供给转变为政府主导制定的标准与市场自主制定的标准协同发展、协调配套的新型标准体系。中国国家标准体系结

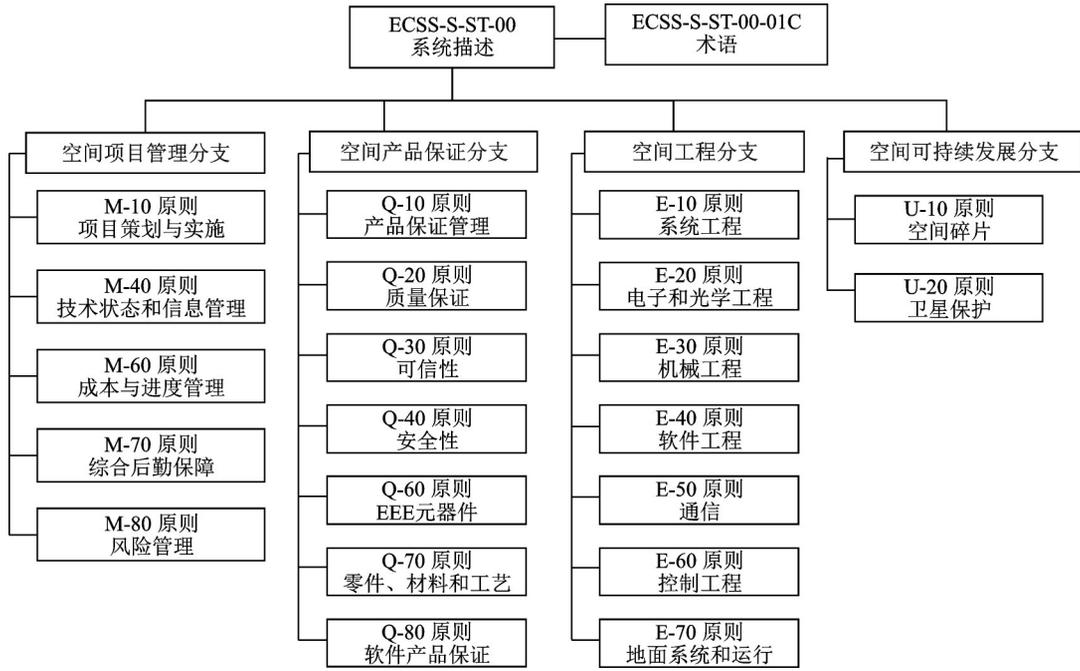


图2 ECSS标准体系结构

Fig.2 ECSS standard system structure

构由国家强制性国家标准和推荐性国家标准、推荐性行业标准、推荐性地方标准,以及团体标准和企

业标准构成,见图3。

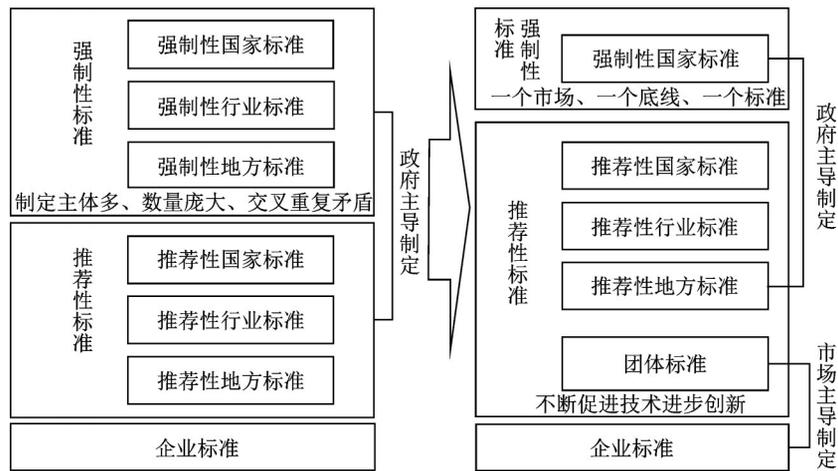


图3 国家标准体系结构

Fig.3 China standard system structure

根据《中华人民共和国标准化法》和《全国专业标准化技术委员会管理办法》的有关要求,国务院标准化行政主管部门统一管理全国标准化工作[4]。国家标准、地方标准是由政府主导制定的标准,推荐性国家标准是由专业标准化技术委员会(SAC/TC)制定,行业标准由有关行业行政主管部门制定,团体标准由经法人注册的国内社会团体制定,企业标准由企业自行制定。

航天标准化是随着航天事业的发展而不断发展完善的,是适应不同阶段特点,以满足特定需求,解决特定问题为出发点,不断丰富、完善和优化,再

总结和积淀航天技术和管理经验、支撑和保证航天工程研制生产任务。航天作为一个技术领域,是国家标准体系重要组成,标准涉及国家军用标准、国家标准、航天行业标准、宇航团体标准和企业标准。

航天领域相关的标准体系主要包括:

2014年,全国宇航技术及其应用标准化技术委员会在《航天国家标准体系》2009年版基础上编制发布2014版,体系结构分为航天管理、航天技术、航天应用和服务3个分支,见图4。

2017年,国家标准化管理委员会和国防科技工业管理局联合发布《中国航天标准体系》中英文

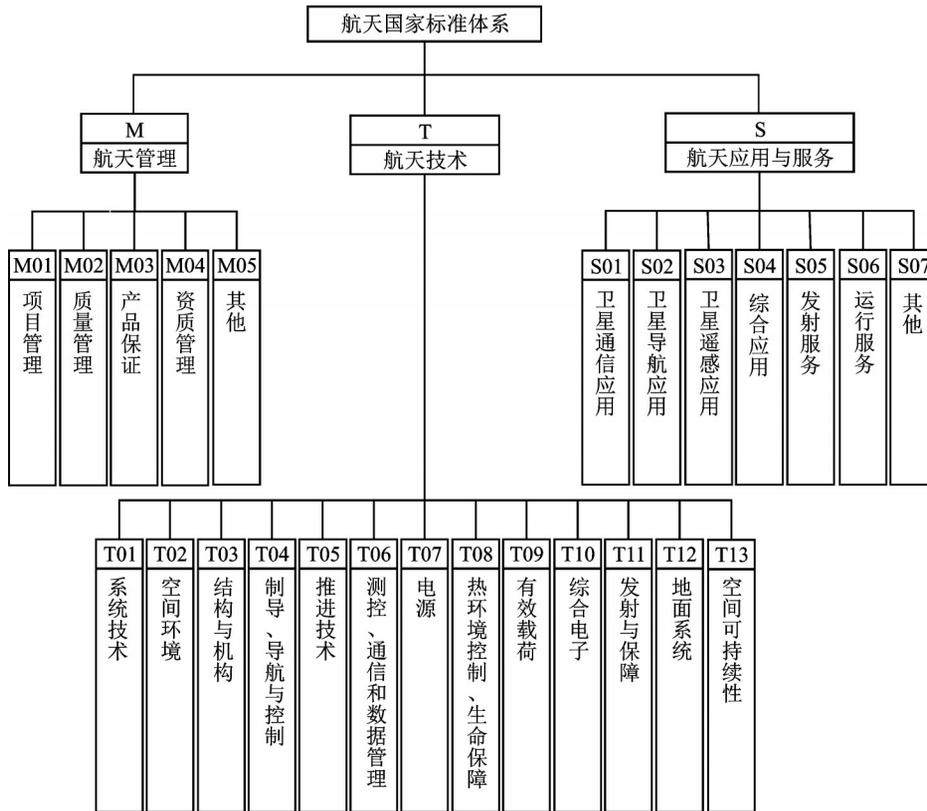


图4 航天国家标准体系结构

Fig.4 National space standard system structure

版(CNSA体系)。CNSA体系以满足中国民用航天国际合作需求为目标,涵盖航天管理,产品保证,工程技术以及运行服务、空间应用和空间科学4个领域,见图5。

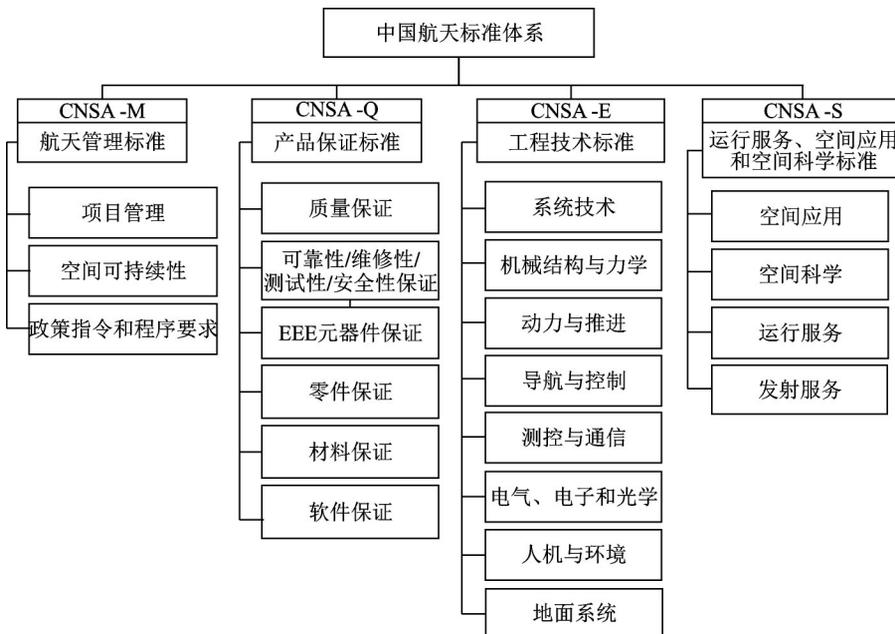


图5 中国航天标准体系结构

Fig.5 China space standard system structure

2019年,中国航天标准化研究所研究编制《商业航天标准体系》,体系结构分为商业卫星制造标准、商业发射与服务标准、商业卫星运营标准和商业卫星应用标准4个分支<sup>[5]</sup>,见图6。

这些体系由于发布部门和组织的职能定位不同,体系编制目的和对象存在差异,因此各有侧重。但从体系完备性角度出发,体系中纳入了与之相关的航天各级各类标准。

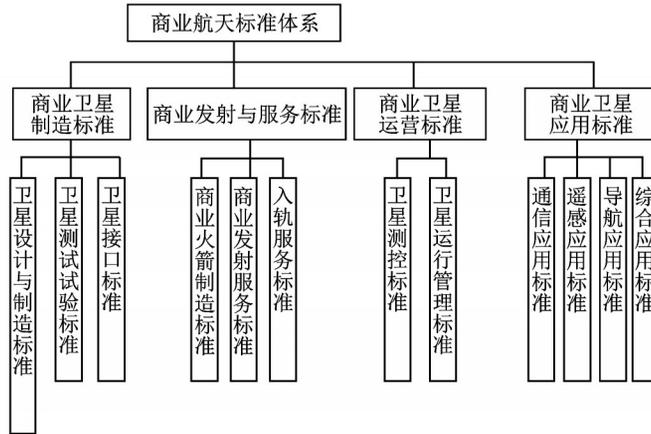


图 6 商业航天标准体系结构

Fig.6 Commercial space standard system structure

### 3 航天标准体系建设总体研究

#### 3.1 建设需求

当前,国际越发重视空间系统建设和应用,已经把发展航天、进入空间、利用空间系统作为保证国家安全和技术的最好的增效剂之一。“探索浩瀚宇宙,发展航天事业,建设航天强国,是我们不懈追求的航天梦”,这是习近平总书记对航天的深切期望。标准化作为一项重要的技术性工作,标准体系应随着国家标准化工作和航天发展使命做出调整,在一定时间阶段更好地指导和支撑航天发展需求。

#### 3.2 建设思路

国家航天标准体系建设思路主要包括:

(1)航天标准体系是国家标准体系的组成部分,可以在全国范围内规范和协调航天领域的各项活动。

(2)航天标准体系建立目的是保障航天主管

部门和航天系统设计、制造、生产、运行和应用组织间和组织内部各项活动规范协调;促进航天技术更好地服务于国民经济建设;促进航天领域国际交流与合作的需求。

(3)航天标准体系中的标准项目构成应该包括国际标准、国家标准、行业标准、团体标准和企业标准。

#### 3.3 建设要素

国家航天标准体系建设以航天有关的标准化和产业政策法规为依据,由技术体系和工作体系两部分构成。技术体系由可提供使用的标准项目构成的有机整体,是国家航天标准体系中的主体,是实现标准体系整体功能的基本要素。技术体系就是航天标准体系。工作体系是建立、实施和完善技术体系的支撑和保障,是国家航天标准体系整体功能的重要要素。工作体系包括组织运行体系、教育培训体系,实施服务体系,见图 7。

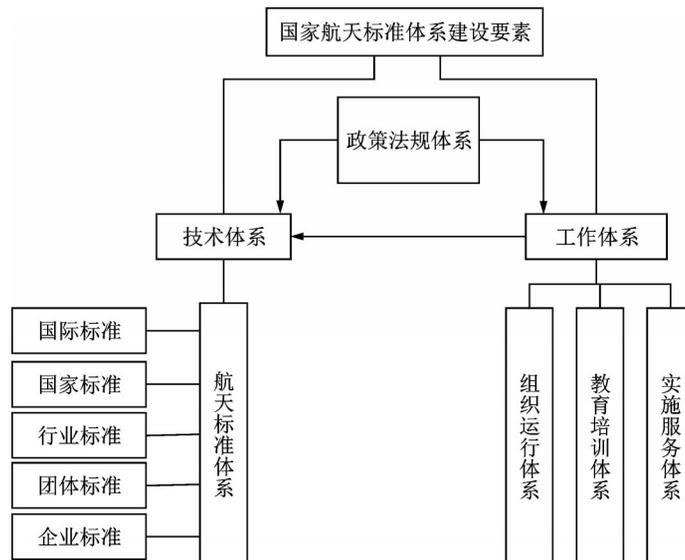


图 7 国家航天标准体系建设要素

Fig.7 Establishment element of national space standard system

### 4 航天标准体系建设要素研究

#### 4.1 政策法规体系

国家航天标准体系建设中的政策法规体系要素是技术体系和工作体系的依据,主要包括:标准化方面的国家法律、行政法规、部门规章、地方性法规,以及航天行业有关产业政策和要求。

#### 4.2 技术体系

国家航天标准体系建设中的技术体系要素就

是航天标准体系。航天标准体系结构遵循突出航天产业特色,突出系统性、全面性和可扩展性,体系框架体现纵向的层次关系,横向的共性和个性,协调配套,又避免交叉。标准体系框架能指导未来10年的航天发展需求,保持相对稳定。

航天体系结构分为航天基础与管理、航天产品保证、航天系统研制、空间数据与信息传输、太空安全与可持续、航天服务与应用6个分支,见图8。

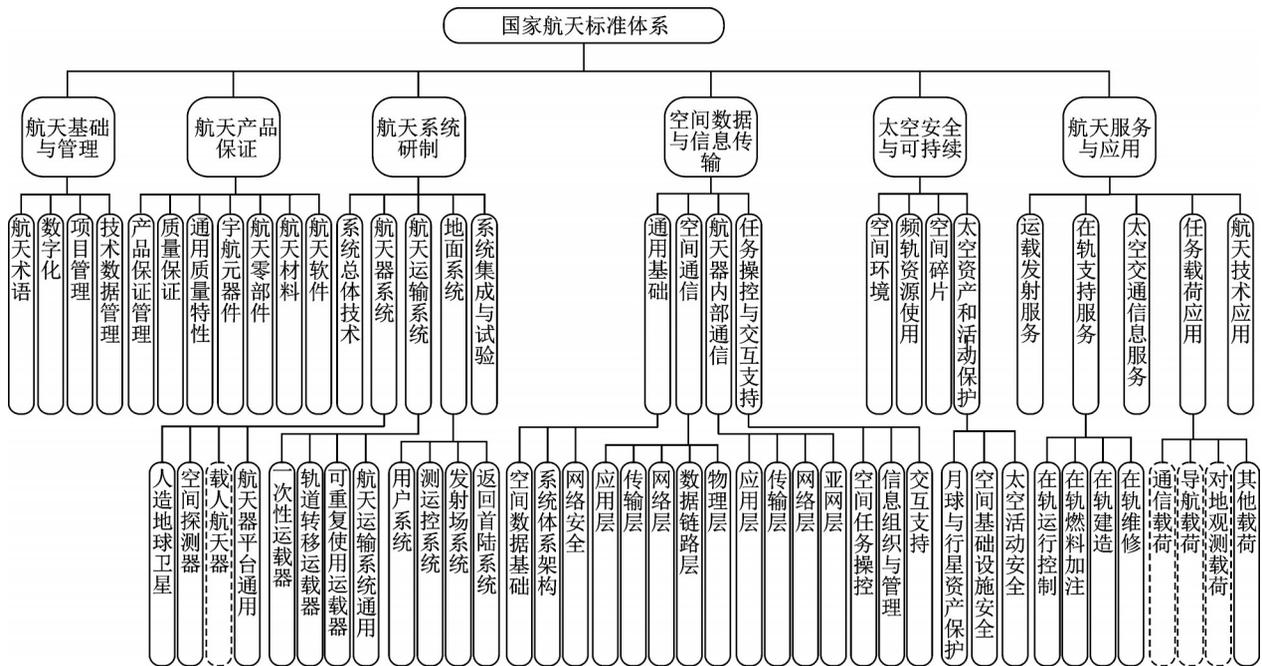


图8 国家航天标准体系结构

Fig.8 National space standard system strure diagram

#### 4.3 工作体系

##### 4.3.1 组织运行体系

工作体系中的组织运行体系要素是技术体系的建立和运转的组织保证,其确保技术体系的建立、动态完善的过程规范高效。航天标准组织运行

系统由ISO/TC20/SC13、SC14国内对口单位、航天领域全国性标准化技术组织、航天行业标准化技术组织、航天领域社会团体以及航天企业组成,见图9。

组织机构间分工合作,关系紧密,资源整合,相

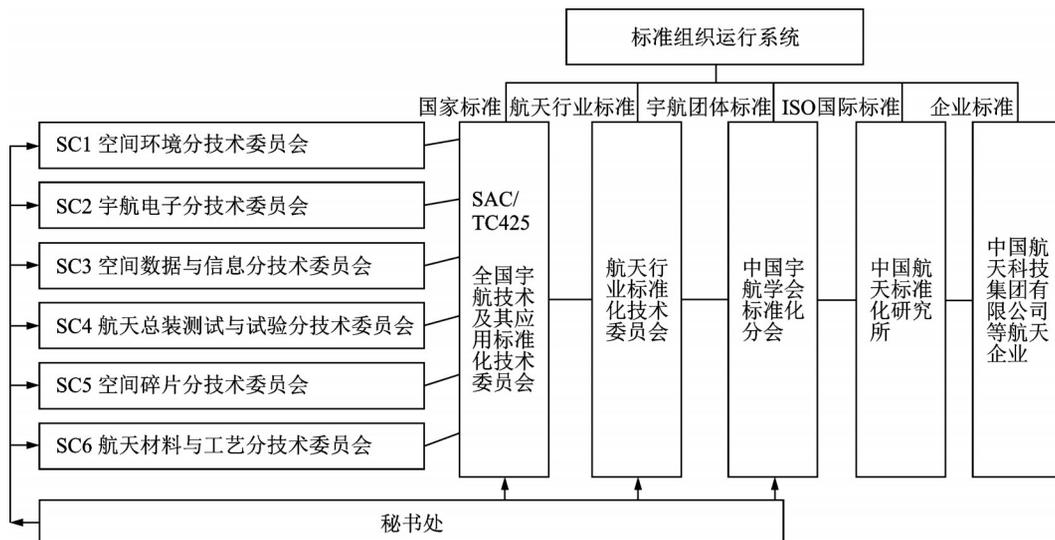


图9 标准组织运行系统框图

Fig.9 Space standard organization operating system diagram

互协调,构成有机工作系统,按照各级标准制定程序开展有关工作。

#### 4.3.2 教育培训体系

工作体系中的教育培训体系要素是为技术体系以及工作系统的组织运行和实施服务提供必要的能力和知识支撑。

教育培训的内容主要包括航天基础通识、专业技术知识、工程知识,以及标准化基础知识、标准化方法和实践经验知识等。

教育培训的对象主要包括航天标准化专业组织,航天系统研发、制造、应用、管理相关单位或机构中的专业人员、管理人员和使用人员。

#### 4.3.3 实施服务体系

工作体系中的实施服务体系要素是将制定发布的标准所规定的各项要求,通过一定的措施,在航天研发、制造、运行、应用和管理中贯彻执行的过程,也是标准服务航天企事业、服务社会经济、发挥标准效益的过程。

对于航天标准实施方面:根据标准的不同内容采取灵活多样的实施手段,形成标准制定、标准实施、标准更新的良性循环。对航天标准实施可以采用以下方式:

- (1)国家行政部门监督检查;
- (2)行业管理监督;
- (3)符合性检测;
- (4)自愿性认证;
- (5)企业自我声明。

对于标准实施服务方面:针对不同的标准使用

对象,提供丰富的服务内容,使得标准效益在实施中更好地体现。航天标准实施服务内容可以包括以下内容:

- (1)标准化培训和宣贯服务;
- (2)标准实施咨询评估服务;
- (3)标准化信息服务。

## 5 结 论

目前中国正处于一个快速发展的时代,空间基础设施作用越发重要。本文从产业发展的角度研究和建立国家航天标准体系,为航天标准化工作开展提供借鉴,对保障和促进航天产业健康、快速和持续性发展具有重要意义。

#### 参 考 文 献:

- [1] 中国标准化研究院. 标准体系编制原则和要求: GB/T 13016—2018[S]. 北京:中国标准出版社, 2018.
- [2] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会. 标准化工作指南 第1部分——标准化和相关活动的通用词汇: GB/T 20000.1—2014[S]. 北京:中国标准出版社, 2014.
- [3] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会. 团体标准化 第1部分——良好行为指南: GB/T 20004.1—2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016.
- [4] 中华人民共和国主席令. 中华人民共和国标准化法[M]. 北京:中国法制出版社, 2017.
- [5] 周玉霞, 许冬彦, 卫巍. 我国商业航天的发展及标准化工作探索[J]. 航天标准化, 2021(1): 19-23, 33.

(编辑:胥橙庭)