

# 标准先进性评价实施细则

## ——组合式航天器电源系统设计要求

### 1 范围

本细则规定了组合式航天器电源系统设计要求标准先进性评价的总则、关键性指标的确定程序、评价实施等方面的要求。

本细则适用于组合式航天器电源系统设计要求标准开展先进性评价。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DB 31/T 1204—2020 标准先进性评价通用要求

### 3 总则

#### 3.1 标准先进性评价的主要原则包括：

- a) 坚持对标国内领先水平和国际先进水平；
- b) 坚持政府指导、市场主导和社会参与；
- c) 坚持系统性、科学性、独立性、公正性和规范性。

依据DB 31/T 1204—2020和本细则对航天制造数字化转型标准实施先进性评价。

#### 3.2 接受标准先进性评价的标准应：

- a) 关键性指标的参数或水平，在其所处行业中具有创新性、引领性，填补相关领域的国际或国内空白，或显著优于同业水平；
- b) 制定程序和编写格式规范，内容完整。
- c) 实施取得成效，可包括：
  - 被政府部门、国际贸易、检测机构、企业、地方、社会团体等实际应用；
  - 标准实施过程中产生的社会效益，包括标准实施对行业、产业和社会所产生的影响；
  - 标准实施过程中产生的经济效益，包括标准实施所产生的生产成本降低，效益提升等。

### 4 关键性指标

#### 4.1 确定程序

标准先进性评价关键技术指标确定应按照以下程序开展：

- a) 梳理国内外相关标准，形成相关标准集合；
- b) 分析当前领域现状、市场需求和发展趋势，收集相关的指标要求，形成指标集合；

- c) 对比指标水平并汇总指标水平对比情况，若某项指标目前无国际标准、国内标准，应选定国际和国内行业标杆；
- d) 召开专家评审会，专家组在指标池中确定引领市场和产业发展的关键性指标；
- e) 专家组根据指标水平对比情况以及行业发展情况，确定关键性指标的先进值和权重。

注1：国际标准水平是指国际标准和国外先进标准最高水平。

注2：国内标准水平是指国家标准、行业标准、地方标准的最高水平。

## 4.2 内容说明

### 4.2.1 性能指标

#### 4.2.1.1 寿命指标

本标准明确了适用于在轨运行寿命不小于15年的组合式航天器电源系统。

#### 4.2.1.2 冗余及故障隔离

本标准提出了关键信号如MEA、重要功能电路可通过多机组冗余、冗余设计，多通道间信息交互设计以及故障隔离等。

#### 4.2.1.3 太阳能电池发电效率

本标准规定电池片要求为发电效率不低于30%三结砷化镓电池片。

#### 4.2.1.4 储能电池组比能量

本标准规定储能电池应优选高比能、高可靠的锂离子蓄电池组，比能量应不低于110 Wh/kg。

### 4.2.2 功能指标

#### 4.2.2.1 太阳翼设计

本标准规定的太阳电池翼设计要求如下：

- 1) 比能量高的选用柔性太阳电池翼；
- 2) 可重复展收太阳电池翼；
- 3) 具备可维修。

#### 4.2.2.2 对日定向设计

本标准规定的对日定向设计要求如下：

- 1) 大电流电传输优选滚环机构设计；
- 2) 采用360°连续转动双自由度设计；
- 3) 具备在轨维修或者维护的能力；
- 4) 滚环环路接触电阻应不大于1mΩ。

### 4.2.3 指标全面性

本标准针对多个航天器通过在轨对接组装形成的组合式航天器特点，识别了电源系统接口兼容性、长寿命设计要素，从多通道设计、多机组设计、长寿命设计、在轨维修性设计、自主健康管理和故障隔离等多个方面提炼出具体设计要求。

## 5 评价要求

5.1 评价机构应依据表 1 关键性指标先进基准值进行比对分析，并根据确定的权重进行评分，评价总分 85 及以上，评定结论为“具有先进性”。

5.2 本细则由中国船舶集团有限公司第七〇四研究所组织制定。经“上海标准”评价委员会 XXXX 年 XX 月 XX 日审议后公布。

表1 评价细则表

一级指标	分级指标		国际国内标准比对		国际国内行业标杆比对		先进基准水平	权重	
			标准名称及条款	指标值/要素水平	国内/国际标杆	指标值/要素水平			
关键性指标/要素(权重0.7)	性能指标(0.6)	寿命指标(0.4)	AIAA S-122-2007	AIAA S-122-2007 未明确设计寿命目标指标, 5.2.2 提出能量转换、储能和 PMAD 功能的设计和配置应在飞行寿命期间为负载提供本标准中规定的可靠性电力。5.2.6.7 应在 EPS 设计中要求具备执行在轨电池修复的能力。5.3.1.2 提出除电池外, 所有可能影响飞行寿命的材料和部件应设计成能至少满足要求的 1.5 倍飞行寿命。	国际空间站	设计寿命 10 年。1998 年开始组建, 2010 年基本建造完成。	国际空间站设计寿命 10 年, 通过在轨维修维护目前组合体在轨运行 13 年。	0.168	
			GJB 9632-2019 中 3.12 节	GJB 9632-2019 仅针对低轨不超过 5 年的电源系统。					
		冗余及故障隔离(0.4)	MIL-STD-1539 (5.2.2)	MIL-STD-1539 中提出了负载冗余并通过不同的母线供电, 以提高可靠性。	/	/	通过负载冗余设计来提高负载的可靠性; 通过裕度设计来提高电源系统的故障应对能力。	0.168	
			ECSS-E-ST-20C (4.2.1)	ECSS-E-ST-20C 提出信号或电源线冗余设计应实现物理隔离的要求, 以避免故障传播。					
			GJB 9632-2019	GJB 9632-2019 针对单个航天器系统, 通过裕度设计来提供系统故障应对能力。					
		高效率(0.2)	太阳能电池发电效率(0.5)	/	/	国际空间站	自 2022 年 12 月开始, 陆续将发电效率为 14.5% 的硅太阳能电池片更换为发电效率为 30% 三结砷化镓电池片。	采用三结砷化镓电池片, 发电效率 30%。	0.042
	/			/	天宫实验室	采用发电效率 25.5% 三结砷化镓电池片。			
			储能电池比能量(0.5)	/	/	国际空间站	前期采用氢镍蓄电池组单组容量 81Ah, 比能量不大于 30Wh/kg。目前替换成了锂离子蓄电池, 锂离子蓄电池组比能量约 76Wh/kg。	空间用锂离子蓄电池组比能量约 76Wh/kg。	0.042
				/	/	天宫实验室	采用氢镍蓄电池组, 比能量约 45Wh/kg。		
	功能指标(0.2)	太阳翼设计(0.5)	/	/	国际空间站	前期太阳翼选用半刚性太阳翼。目前随航天飞机上行了柔性太阳翼, 具备可重复展收和可维修。	国内主流航天器太阳翼采用刚性基板和半刚性基板, 不具备重复展收和维修能力。	0.07	
天宫实验室					采用半刚性太阳翼, 不具备重复展				

一级指标	分级指标		国际国内标准比对		国际国内行业标杆比对		先进基准水平	权重
			标准名称及条款	指标值/要素水平	国内/国际标杆	指标值/要素水平		
						收和维修能力。	国际空间站和深空探测上采用了重量更轻的柔性太阳翼。	0.07
		对日定向设计 (0.5)	/	/	国际空间站 天宫实验室	采用双自由度对日定向方式,电传输采用滚环机构。 采用单自由度对日定向,电传输采用滑环机构。	采用双自由度对日定向,电传输采用滑环机构(滑环接触电阻约30mΩ~60mΩ)。	
	指标全面性 (0.2)	ECSS-E-ST-20C Electrical and electronic	该标准主要从接口匹配、参数指令可靠性设计、故障预防和冗余、发电装置、太阳驱动机构、储能电池、功率控制调节、等方面提出了电源系统设计要求,保证了空间飞行器电源设计可靠性,及与负载和其它系统间的兼容性。	/	/	标准覆盖了航天器电源系统发电、对日定向、储能、功率控制调节四个基本组成部分的设计要求,同时,针对航天器电源系统运行可靠性,从不同方面进行了规定。	0.14	
		GJB 9632—2019《低轨航天器高压母线电源系统规范》	标准从发电装置、对日定向装置、储能装置、电源控制装置、安全性设计、环境适应性设计、接口匹配设计等方面提出了低轨道载人航天器用100V电源系统及其产品的技术要求。					
标准实施成效 (权重0.2)	标准应用情况 (0.4)		本标准被国际贸易、检测机构、企业、地方、社会团体应用的情况。 本标准被其他社会团体、国际机构等应用或采用。					0.08
	实施效益情况 (0.6)		标准实施过程中产生的社会效益、包括标准实施对行业、产业和社会所产生的影响。 标准实施过程中产生的经济效益、包括标准实施所产生的生产成本降低、效益提升等。					0.12
标准规范性 (权重0.1)	标准制定 (0.4)		依据规定程序和要求起草标准,起草组构成具有广泛性和代表性。					0.04
	标准内容 (0.5)		标准内容完整。					0.05
	标准格式 (0.1)		符合 GJB 0.1 的要求。					0.01