



中华人民共和国国家标准

GB/T 42633—2023

空间用太阳能电池通用规范

General specification of solar cells for aerospace

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 通则	2
4.2 材料	2
4.3 结构设计	3
4.4 尺寸	3
4.5 质量	3
4.6 外观和机械缺陷	4
4.7 减反射膜的缺陷	5
4.8 电极的缺陷	5
4.9 减反射膜牢固性	5
4.10 电极牢固性	5
4.11 电性能	5
4.12 反向特性	5
4.13 电极可焊性和焊点抗拉强度	6
4.14 温度冲击	6
4.15 稳态湿热	6
4.16 带电粒子辐照	7
4.17 温度系数	7
4.18 封装增益	7
4.19 太阳吸收率和半球向辐射率	7
4.20 弯曲半径	7
4.21 产品标志	7
5 试验方法	8
5.1 基体材料	8
5.2 结构设计	8
5.3 尺寸	8
5.4 质量	8
5.5 外观和机械缺陷	8
5.6 减反射膜的缺陷	8

GB/T 42633—2023

5.7	电极的缺陷	8
5.8	减反射膜牢固性	8
5.9	电极牢固性	9
5.10	电性能	9
5.11	反向特性	10
5.12	电极可焊性和焊点抗拉强度	10
5.13	温度冲击	11
5.14	稳态湿热	11
5.15	带电粒子辐照	11
5.16	温度系数	12
5.17	封装增益	12
5.18	太阳吸收率和半球向辐射率	13
5.19	弯曲半径	13
5.20	产品标志	14
6	检验规则	14
6.1	检验分类	14
6.2	鉴定检验	15
6.3	生产过程检验(IP 检验)	17
6.4	质量一致性检验	18
7	包装、运输和贮存	20
7.1	包装	20
7.2	运输	21
7.3	贮存	21
图 1	太阳能电池结构示意图	3
图 2	太阳能电池表面机械缺陷示意图	4
图 3	拉力试验片示意图	11
图 4	弯曲试验器示意图	14
表 1	太阳能电池表面机械缺陷最大允许尺寸	4
表 2	抗辐射能力等级	7
表 3	大于200片批的泊松抽样方案(置信度90%)	15
表 4	鉴定检验	16
表 5	IP-2组检验内容和试验顺序(第一组)	17
表 6	IP-2组检验内容和试验顺序(第二组)	18
表 7	IP-3组检验内容和试验顺序	18
表 8	A 组、B 组和C 组检验项目和试验顺序表	19

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)提出并归口。

本文件起草单位：上海空间电源研究所。

本文件主要起草人：姜德鹏、何昕煜、沈斌、肖瑶、陈国铃、李修然、王训春、瞿轶、杨帆、陆剑峰、谭雪雁。

空间用太阳能电池通用规范

1 范围

本文件规定了空间用太阳能电池的要求、试验方法、检验规则及包装、运输和贮存。

本文件适用于空间用未封装的单晶硅太阳能电池、刚性衬底砷化镓太阳能电池和柔性衬底砷化镓太阳能电池。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

- GB/T 2296 太阳能电池型号命名方法
- GB/T 2297 太阳光伏能源系统术语
- GB/T 6494 航天用太阳能电池电性能测试方法
- GB/T 6496 航天用太阳能电池标定方法

3 术语和定义

GB/T 2297 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

崩边 chip

太阳能电池沿着边沿或拐角局部电池本体材料缺失，但未穿透电池的整个厚度。

3.2

缺口 nicks

太阳能电池沿着边沿或拐角局部电池本体材料缺失，已穿透电池的整个厚度。

3.3

空白 voids

任何直径大于0.13 mm、没有镀层材料(如电极金属层或减反射膜)的空白点。

3.4

电极 metal contact

太阳能电池表面成欧姆接触并起收集光生载流子和引出电流作用的导电体。

注：太阳能电池的电极分为正极、负极。通常把受光面电极称为上电极，非受光面电极称为下电极。

3.5

封装 cover

在单体太阳能电池上表面覆盖透光材料进行保护。

注：单晶硅太阳能电池与刚性衬底砷化镓太阳能电池一般用玻璃盖片进行封装。柔性衬底砷化镓太阳能电池一般用柔性透光材料或玻璃盖片进行封装。

3.6

封装增益 cover gain-loss

为衡量单体太阳能电池与封装材料的匹配性，测量及计算得到的太阳能电池在封装前后电流的变化值。

3.7

弯曲半径 bending radius

为表征太阳能电池的机械性能，测量得到的太阳能电池可承受的弯曲状态下的曲率半径。

3.8

温度系数 temperature coefficients

太阳能电池的电压、电流随温度变化的速率。

注：一般分为电压温度系数和电流温度系数。

3.9

AM0 条件 air mass 0 condition

标定和测试空间用(AM=0) 太阳能电池所规定的辐照度和光谱分布。

4 要求

4.1 通则

太阳能电池应符合本文件和厂家提供的产品技术条件的要求，本文件的要求与厂家提供的产品技术条件要求不一致时，应以厂家提供的产品技术条件为准。

4.2 材料

4.2.1 基体材料

单晶硅太阳能电池与刚性衬底砷化镓太阳能电池的基体材料的电阻率、晶向、位错、导电类型和少子寿命等应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

柔性衬底砷化镓太阳能电池的基体材料应是有机物或金属衬底，其厚度、密度、热膨胀系数等应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.2.2 减反射膜材料

太阳能电池的减反射膜材料应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.2.3 电极和栅线材料

太阳能电池的电极和栅线材料宜采用金、银、钯等金属材料，具体材料应在厂家提供的产品技术条件中规定。

4.2.4 材料的放射性

太阳能电池的制造材料和工艺过程中所用的材料不应具有放射性。

4.2.5 材料的荧光性和磷光性

太阳能电池所有部分的材料不应在紫外或红外光照射时或照射以后短时间内能发射可见光。

4.2.6 材料的化学与物理性能

太阳能电池本身或工艺过程中所用的材料应不妨碍厂家提供的产品技术条件指定的封装材料的性

能。太阳能电池产品的上表面和表面应是可以封装的。

4.2.7 材料的热匹配

太阳能电池的制造材料应具有相匹配的热膨胀特性或具有对热膨胀特性差异的补偿能力。

4.2.8 材料的抗潮湿和霉菌性

太阳能电池应使用抗霉菌材料，且不应含有利于霉菌生长的成分，可忽略对潮湿水汽的吸收。

4.3 结构设计

4.3.1 结构

太阳能电池一般为 N/P 型，结构包括衬底、PN 结、上电极、下电极和减反射膜等，如图1所示。

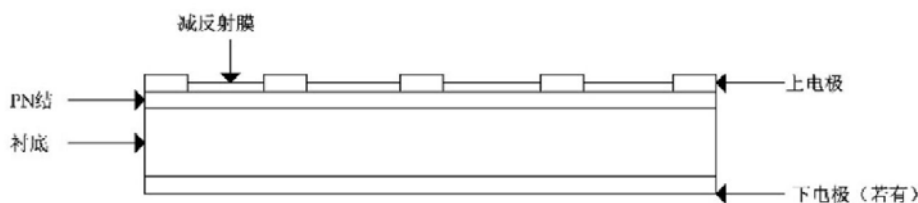


图 1 太阳能电池结构示意图

4.3.2 电极设计

4.3.2.1 电极和电极栅线图形

太阳能电池电极体系及可焊性应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

电极栅线图形应符合厂家提供的产品技术条件的规定。栅线图形应使电池的串联电阻与栅线覆盖面积所引起的功率损失之和为最小。

4.3.2.2 电极的厚度和表面光洁度

太阳能电池电极的厚度应符合厂家提供的产品技术条件的规定，其厚度和表面光洁度应满足焊接的要求。

4.3.3 减反射膜设计

太阳能电池的上表面应有减反射膜，以减少入射光在电池上表面的反射，其结构组成和性能参数应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.4 尺寸

太阳能电池的长度、宽度和厚度应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.5 质量

太阳能电池的质量应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.6 外观和机械缺陷

4.6.1 外观

4.6.1.1 电池外观

太阳能电池上表面的颜色应均匀一致，无明显花纹。

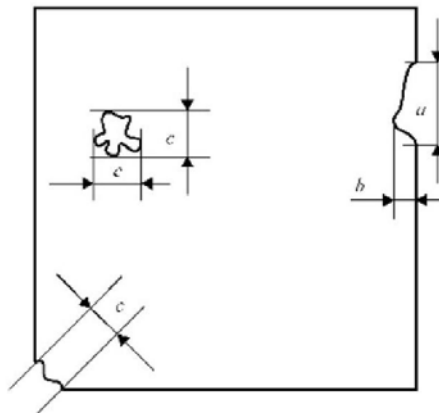
4.6.1.2 电极外观

太阳能电池电极上不应有穿透电极、露出里层金属或半导体的直径大于0.3 mm 的针孔，电极上不应有起泡或分层的痕迹。

4.6.2 机械缺陷

当太阳能电池存在机械缺陷时，应符合下列要求。

- a) 太阳能电池表面存在如图2所示的缺损、崩边、缺口时，其最大尺寸不应超过表1的规定值，其他面积的太阳能电池可参照执行。



标引符号说明：

- a —— 缺损、崩边或缺口长度；
- b —— 缺损、崩边或缺口宽度；
- c —— 缺损、崩边或缺口直径。

图 2 太阳能电池表面机械缺陷示意图

表 1 太阳能电池表面机械缺陷最大允许尺寸

电池面积 S cm ²	缺陷最大允许尺寸 mm		
	a	b	c
S ≤ 4	1	0.7	1
4 < S ≤ 8	2	0.8	1.5
8 < S ≤ 12	3	0.9	2
12 < S ≤ 25	4	1	2.5

表 1 太阳电池表面机械缺陷最大允许尺寸 (续)

电池面积 S cm ²	缺陷最大允许尺寸 mm		
	a	b	c
25<S≤32	5	1.1	3
32<S≤64	6	1.2	3.5

b) 太阳电池表面缺损、崩边、缺口的累计面积不应超过其总面积的5%。

c) 太阳电池应无肉眼可见的裂纹。

4.7 减反射膜的缺陷

太阳电池的减反射膜不应有直径大于1.8 mm 的空白。当有直径为0.6 mm~1.8 mm 的空白时, 每平方厘米内此类空白不应多于5个。直径小于0.6 mm 的空白忽略不计, 但空白总面积不应大于电池总面积的1%。当存在镀膜夹具造成的空白时, 空白面积不应大于电池总面积的1%。

4.8 电极的缺陷

太阳电池上电极主栅线不应中断。每个太阳电池上电极栅线缺损累计长度不应大于该电池栅线总长度的5%, 缺损数量可不限。栅线缺损小于0.25 mm 可忽略不计。

每个太阳电池下电极缺损面积不应大于该电池下电极总面积的10%。

4.9 减反射膜牢固性

按5.8 进行减反射膜牢固性试验后, 减反射膜应符合4.7的要求。

4.10 电极牢固性

按5.9进行电极牢固性试验后, 上电极被剥去的部分不应大于该电池上电极总面积的5%, 下电极被剥去的部分不应大于该电池下电极总面积的10%。

4.11 电性能

太阳电池的电性能应符合厂家提供的产品技术条件的规定, 并按照测试后的电性能参数进行分档。任意检验批的平均转换效率在厂家提供的产品技术条件中应有规定。

带集成旁路二极管太阳电池电性能应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.12 反向特性

4.12.1 反向偏置

太阳电池按5.11.1 进行反向偏置测试后, 太阳电池的电性能应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.12.2 恒压反向偏置

太阳电池按5.11.2进行恒压反向偏置试验前后, 太阳电池在有关厂家提供的产品技术条件规定电

压下的输出电流平均变化不应大于2.5%，并应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.12.3 反向偏置交变

太阳能电池按5.11.3进行反向偏置交变试验前后，太阳能电池在有关厂家提供的产品技术条件规定电压下的输出电流平均变化不应大于2.5%，并应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.13 电极可焊性和焊点抗拉强度

4.13.1 电极可焊性

电池的电极应能按5.12.1的规定焊上拉力试验片或电极互连片。

4.13.2 焊接后电性能衰减

焊上拉力试验片或电极互连片后，任意一个单晶硅太阳能电池在厂家提供的产品技术条件规定的电压下的输出电流，其焊接前、后的输出电流衰减不应大于1.5%，整批单晶硅太阳能电池的平均输出电流衰减不应大于1.0%。任意一个砷化镓电池在厂家提供的产品技术条件规定电压下的输出电流衰减不应大于2.5%，整批砷化镓太阳能电池的平均输出电流衰减不应大于2.0%。

4.13.3 焊点抗拉强度

太阳能电池按5.12.1的规定焊上电极互连片后，焊点的抗拉强度不应小于0.83 N/mm²。

4.14 温度冲击

4.14.1 温度冲击后外观和机械缺陷

太阳能电池按5.13进行温度冲击试验后，太阳能电池的外观和机械缺陷应符合4.6.1和4.6.2的规定。

4.14.2 温度冲击后电性能

温度冲击试验后，任意一个单晶硅电池在厂家提供的产品技术条件规定电压下的输出电流衰减不应大于2.5%，整批单晶硅太阳能电池的平均输出电流衰减不应大于1.5%。任意一个砷化镓电池在厂家提供的产品技术条件规定电压下的输出电流衰减不应大于3.5%，整批砷化镓太阳能电池的平均输出电流衰减不应大于2.5%。

4.14.3 温度冲击后焊点抗拉强度

试验后焊点的抗拉强度不应小于0.83 N/mm²。

4.15 稳态湿热

4.15.1 稳态湿热后外观和机械缺陷

太阳能电池按5.14进行稳态湿热试验后，太阳能电池的外观和机械缺陷应符合4.6.1和4.6.2的要求。

4.15.2 稳态湿热后电性能

稳态湿热试验后，单晶硅太阳能电池在厂家提供的产品技术条件规定的电压下，任意一个电池输出电流衰减不应大于2.5%，整批太阳能电池的平均输出电流的衰减不应大于1.5%。任意一个砷化镓太阳能电池在厂家提供的产品技术条件规定的电压下的输出电流衰减不应大于3.5%，整批砷化镓太阳能电池的平

均输出电流的衰降不应大于2.5%

4.15.3 稳态湿热后电极牢固性

试验后上电极被剥去的部分不应大于该电池上电极总面积的5%，下电极被剥去的部分不应大于该电池下电极总面积的10%。

4.16 带电粒子辐照

按5.15.1进行带电粒子辐照试验，再按5.15.2进行光子辐射与高温退火后，整批太阳电池的平均最大输出功率的衰降应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

太阳电池可按5.15规定的方法开展电子能量为1 MeV、累计注量为 $1 \times 10^{15} \text{ e/cm}^2$ 的电子辐照试验后，根据平均最大输出功率衰降值，对抗辐射能力进行分级，见表2。

表 2 抗辐射能力等级

抗辐射能力等级	1 MeV, $1 \times 10^{15} \text{ (e/cm}^2\text{)} * \text{电子辐射后，平均最大输出功率衰降} \Delta \eta / \%$
A	$\Delta \eta < 14\%$
B	$14\% \leq \Delta \eta < 17\%$
C	$17\% \leq \Delta \eta < 20\%$
D	$20\% \leq \Delta \eta < 25\%$
E	$\Delta \eta \geq 25\%$
	未进行辐射试验验证
e/cm^2 为每平方厘米电子数，表示某段时间在单位面积上注入的粒子数量。	

4.17 温度系数

太阳电池的温度系数应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.18 封装增益

太阳电池封装前后短路电流的平均变化应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.19 太阳吸收率和半球向辐射率

太阳电池按厂家提供的产品技术条件规定封装以后，其平均的太阳吸收率(α_s)和半球向辐射率(ϵ_n)应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.20 弯曲半径

太阳电池的弯曲半径应符合厂家提供的产品技术条件的规定。

4.21 产品标志

太阳电池标志应能溯源到生产批号及电池的其他信息。太阳电池上标识的标志应位于厂家提供的产品技术条件规定的指定区域，且用去离子水和无水乙醇、丙酮等溶剂清洗后仍清晰可见。标志应不影响太阳电池的机械性能、电性能和耐环境能力，并满足本文件其他要求。太阳电池型号命名应符合

GB/T 2296 的相关规定。

对于单体太阳电池和太阳电池阵为同一个厂家生产的，产品标志不作要求，但应标明太阳电池的生产批号和产品代号。

5 试验方法

5.1 基体材料

按基体材料制造厂提供的方法测试或以基体材料制造厂提供的测试数据为准。

5.2 结构设计

查阅厂家提供的设计文件。

5.3 尺寸

尺寸测量时，采用准确度不低于0.05 mm 的量具测量太阳电池的长和宽；采用准确度不低于0.001 mm的量具测量太阳电池的厚度。

5.4 质量

采用感量不大于10 mg 的天平，对一组太阳电池样品称重，并用该组太阳电池的数量除该组电池的质量来确定单个太阳电池的质量。

5.5 外观和机械缺陷

5.5.1 外观

5.5.1.1 电池的外观

太阳电池的外观采用目视检查。

5.5.1.2 电极的外观

电极的外观采用5倍~10倍的显微镜或者相同放大倍率的光学比较仪进行目视检查。

5.5.2 机械缺陷

太阳电池机械缺陷采用光学比较仪或测量显微镜检查。

5.6 减反射膜的缺陷

减反射膜的缺陷采用5倍~10倍放大镜或者相同放大倍率的光学比较仪进行目视检查。

5.7 电极的缺陷

电极的缺陷采用光学比较仪或测量显微镜检查。

5.8 减反射膜牢固性

把胶带牢固地覆盖粘贴在太阳电池的上表面，应摩擦到胶带没有雾状空白，和太阳电池表面成180°，然后将胶带撕下来，按5.6 的规定检查减反射膜的缺陷。选用的胶带与清洁的钢表面之间剥离强

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/677056150112006111>