

# 团 体 标 准

T/CPIA 0052—2023

---

## 光伏组件接线盒用模块二极管

Modular diode for PV module junction box



2023 - 10 - 15 发布

2023 - 10 - 30 实施

---

中国光伏行业协会 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 符号 .....	2
5 要求 .....	2
5.1 通则 .....	2
5.2 外观 .....	2
5.3 尺寸及偏差 .....	2
5.4 标志耐久性 .....	2
5.5 电性能 .....	2
5.6 静电放电抗扰度 .....	3
5.7 浪涌性能 .....	3
5.8 结构与化学成分 .....	3
5.9 可装配性能 .....	3
5.10 可焊接性能 .....	4
5.11 耐焊接热性能 .....	4
5.12 封装质量 .....	4
5.13 二极管结温测试 .....	4
5.14 二极管热逃逸测试 .....	4
5.15 可靠性测试 .....	4
6 试验方法 .....	4
6.1 通则 .....	5
6.2 外观 .....	5
6.3 尺寸及偏差 .....	5
6.4 标志耐久性 .....	5
6.5 电性能 .....	5
6.6 静电放电抗扰度 .....	5
6.7 浪涌性能 .....	5
6.8 结构与化学成分 .....	6
6.9 可装配性能 .....	6
6.10 可焊接性能 .....	7
6.11 耐焊接热性能 .....	7
6.12 封装质量 .....	7
6.13 二极管结温测试 .....	8
6.14 二极管热逃逸测试 .....	8
6.15 可靠性测试 .....	8
7 检验规则 .....	10
7.1 抽样 .....	10
7.2 检验分类 .....	10
8 标志、包装、运输、贮存 .....	11

8.1	标志 .....	11
8.2	包装 .....	11
8.3	运输 .....	11
8.4	贮存 .....	11



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：天合光能股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、常熟阿特斯阳光电力科技有限公司、苏州同泰新能源科技有限公司、强茂电子（无锡）有限公司、常州星海电子股份有限公司、江苏通灵电器股份有限公司、苏州谐通光伏科技股份有限公司、浙江人和科技有限公司、苏州快可股份有限公司、浙江晶科能源有限公司、常州九天新能源科技股份有限公司、扬州扬杰电子科技股份有限公司、苏州UL美华认证有限公司、合肥晶澳太阳能科技有限公司。

本文件主要起草人：王乐、蒋忠伟、贾子龙、庄天奇、许涛、景昌忠、章翊驰、朱沛瑶、张天诚、朱元波、张道远、黄卫国、段利军、段正刚、李宁、朱华、刘志刚、周冰。





# 光伏组件接线盒用模块二极管

## 1 范围

本文件规定了光伏组件接线盒用模块二极管（以下简称：模块二极管）的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本文件适用于半导体芯片类型为肖特基的地面晶体硅光伏组件接线盒用模块二极管。由金属氧化物半导体场效应晶体管（简称：MOS）等芯片封装的光伏模块二极管，可参考本文件部分条款。

## 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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 3131 锡铅钎料
- GB/T 3873 通信设备产品包装通用技术条件
- GB/T 5095.1 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法
- GB/T 5121（所有部分） 铜及铜合金化学分析方法
- GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法
- GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分
- GB/T 16921 金属覆盖层覆盖层厚度测量X射线光谱法
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 20422 无铅钎料
- SJ/T 10694 电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范
- IEC 61215-2 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第2部分：试验程序(Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval—Part 2: Test procedures)
- IEC 62790 光伏组件接线盒-安全要求和试验 (Junction boxes for photovoltaic modules—Safety requirements and tests)
- IEC 62979 光伏组件二极管热失控测试方法(Photovoltaic module bypass diode thermal runaway test)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**模块二极管 modular diode**

将半导体芯片直接与集成了汇流带焊接端子及线缆固定端子的导电片电路进行连接和封装形成的模块化二极管。一个模块二极管含有一组或多组芯片。

注：如无特殊说明，本文件中的电性能参数均是模块二极管中一个芯片组的电性能参数。

### 3.2

**平面式芯片 planar chip**

一种半导体工艺及芯片类型，其外延层表面基本平坦。

### 3.3

**沟槽式芯片 trench chip**

一种半导体工艺及芯片，其外延层表面设置多个沟槽，沟槽内部设置氧化层并进行填充。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

I : 试验前常温电性能数据。

F : 试验后常温电性能数据。

H : 高温电性能数据。

$I_F$  : 额定正向电流, 制造商对模块二极管标注的正向工作电流值, 指模块二极管在长期连续工作时允许通过的最大正向电流值。

$V_F$  : 正向压降, 在正向电流作用下, 二极管两个端子间的电压差值。

$V_R$  : 额定反向电压, 制造商对模块二极管标注的反向工作电压值, 指模块二极管在长期连续工作时允许施加的最大反向工作电压值, 且不会导致模块二极管被击穿, 失去单向导电能力。

$I_R$  : 反向漏电流, 在规定的反向电压作用下, 流过模块二极管的反向电流。

$T_j$  : 二极管结温, 在一定条件下, 二极管正向工作时芯片的温度。

## 5 要求

### 5.1 通则

本文件对模块二极管的额定正向电流、额定反向电压不作规定, 由制造商来设定标称值。模块二极管的设计和定型, 要满足其在使用过程中能够承受相应的电气、机械、热性能的要求, 从而保证其对使用人员和周围环境的安全性。

### 5.2 外观

表面应平整、无划痕、无污点、无可见杂质、无鼓包、无破裂, 进胶口、合模线处的毛刺应不影响装配。

钎料表面不得有肉眼可见孔洞及助焊剂结晶物残留, 无明显杂质和脏污。钎料高度、面积及其他特殊要求由供需双方约定。

### 5.3 尺寸及偏差

尺寸要符合供需双方约定的图纸要求, 尺寸及允许偏差应符合表1的要求。

表1 尺寸及允许偏差

序号	项目	要求	允许偏差
1	芯片尺寸	标称值	$\pm 1 \text{ mil}$
2	封装材料整体尺寸	标称值	$\pm 0.15 \text{ mm}$
3	封装材料装配处尺寸	标称值	$\pm 0.10 \text{ mm}$
4	导电片长度、宽度	标称值	$\pm 0.15 \text{ mm}$
5	导电片厚度	标称值	$\pm 0.05 \text{ mm}$

### 5.4 标志耐久性

标志应准确、清晰、不易脱落。

### 5.5 电性能

#### 5.5.1 常温电性能

模块二极管常温电性能 $V_F$ 、 $V_R$ 、 $I_R$ 应符合标称的规范或供需双方约定的要求, 测试温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

#### 5.5.2 高温电性能

模块二极管高温电性能应符合表2的要求, 测试温度为 $75 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

表2 高温电性能

序号	项目	规格	单位	要求
1	$V_F$ 变化值	平面式芯片	%	$V_F: ((I-H)/I) = 2 \sim 12$
		沟槽式芯片		$V_F: ((I-H)/I) = 5 \sim 15$
2	$I_R$ 变化值	平面式芯片	—	$I_R: (H/I) \leq 80$
		沟槽式芯片		$I_R: (H/I) \leq 50$

## 5.6 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度应符合表3的要求。

表3 静电放电抗扰度

序号	规格	测试条件	要求
1	平面式芯片	测试电压 $\geq 25$ kV	$V_F, V_R:  ((F-I)/I)  \leq 10\%$
			$I_R: (F/I) \leq 2$
2	沟槽式芯片	测试电压 $\geq 30$ kV	$V_F, V_R:  ((F-I)/I)  \leq 10\%$
			$I_R: (F/I) \leq 2$

## 5.7 浪涌性能

### 5.7.1 正向浪涌性能

正向浪涌性能应符合 $V_F, V_R: |((F-I)/I)|$ 不大于10%， $I_R: (F/I)$ 不大于2。

### 5.7.2 反向浪涌性能

反向浪涌性能应符合 $V_F, V_R: |((F-I)/I)|$ 不大于10%， $I_R: (F/I)$ 不大于2， $V_R: 50$  V~100 V。

## 5.8 结构与化学成分

### 5.8.1 导电片

导电片硬度范围为100 HV~140 HV，可采用代号为C19210、C19400、T11050等，成分应符合GB/T 5231的规定。

注：特殊导电片材料由供需双方协商确定。

### 5.8.2 镀层

导电片表面可镀锡或镀镍，镀层厚度为1  $\mu$ m~15  $\mu$ m，镀层材料纯度不小于99.9%。

注：特殊镀层由供需双方协商确定。

### 5.8.3 连接结构

用于芯片与导电片的连接结构，可采用跳线焊接、铝键合等方式，可以为独立或一体式连接。

### 5.8.4 焊接材料

汇流带焊接端子表面的锡铅钎料成分应符合GB/T 3131的规定，无铅钎料成分应符合GB/T 20422的规定。

注：特殊焊接材料或工艺由供需双方约定。

### 5.8.5 封装材料

封装材料应具有良好的绝缘性能和阻燃性能，体积电阻率不小于 $10^{16}$   $\Omega \cdot \text{cm}$ ，阻燃等级不低于V0，常用的有环氧树脂等。封装材料可采用散热材料包覆来提升产品性能。

## 5.9 可装配性能

可采用冷铆、热铆、钎焊等方式进行装配。模块二极管装入接线盒中后不松动、不凸起、无损伤。模块二极管与线缆的拉力，符合表4要求。

表4 模块二极管与线缆拉力

序号	规格	单位	要求
1	匹配4 mm <sup>2</sup> 线缆	N	≥310
2	匹配6 mm <sup>2</sup> 线缆	N	≥360

## 5.10 可焊接性能

焊接端子与汇流带焊接应牢固、不分层，无明显杂质残留，焊接拉力峰值应不低于50 N。

## 5.11 耐焊接热性能

耐焊接热性能应符合 $V_F, V_R: |(F-I)/I|$ 不大于10%， $I_R: (F/I)$ 不大于2。

## 5.12 封装质量

## 5.12.1 焊接空洞测试

对于跳线焊接工艺封装的模块二极管，单个焊接空洞比例不大于5%，所有空洞比例不大于10%。  
对于铝键合工艺封装的模块二极管，单个焊接空洞比例不大于2%，所有空洞比例不大于5%。

## 5.12.2 断层扫描测试

封装材料与导电片间无明显分层，分层区域占整个封装面积比例不大于15%，不能有连通芯片到外部的分层。

## 5.13 二极管结温测试

符合IEC 61215-2、IEC 62790要求，且 $T_j$ 不大于200℃。

## 5.14 二极管热逃逸测试

符合IEC 62979标准要求。

## 5.15 可靠性测试

可靠性测试应符合表5的要求。

表5 可靠性测试

序号	项目	试验后要求
1	高压蒸煮测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$
2	高温反偏测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$
3	电流老化测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$
4	温度循环测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$
5	通断测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$
6	湿热测试	外观符合5.2要求
		$V_F, V_R:  (F-I)/I  \leq 10\%$
		$I_R: (F/I) \leq 2$

## 6 试验方法

### 6.1 通则

样品应按照GB/T 5095.1的要求进行24 h的预处理。除非另有规定，所有试验应在温度15℃~35℃，相对湿度45%~75%下进行。

### 6.2 外观

外观检测台面应干净整洁，无灰尘、碎屑等污染物，有防静电处理措施。应在不低于500 Lux的照度下，目测检查，观察者视力应正常或矫正视力0.8及以上。将试样放置于静置的工作台上，眼睛距离观察试样不超过300 mm，并采用与工作台水平方向呈45°进行目视检测。

### 6.3 尺寸及偏差

取22个模块二极管作为试样，用精度不低于±0.01 mm的游标卡尺按图纸进行测量，不能直接测量的地方需用尺寸精度不低于±0.01 mm的量块工装进行测量。

### 6.4 标志耐久性

取2个模块二极管作为试样，放置在23℃±5℃的温度下，完全浸入到工业用异丙醇中5 min±0.5 min。将试样取出自然干燥至少5 min，使用脱脂棉或无尘布，施加5N的擦拭力，在标志区域表面任意两个方向上各擦拭5次。

注：如采用激光镭射工艺，可免擦拭步骤。

### 6.5 电性能

#### 6.5.1 试验设备

试验设备如下：

- a) 电性能测试仪；
- b) 具有恒流功能、恒压功能、电压测量功能和电流测量功能；
- c) 恒流精度要求±0.1 A，电流输出范围0 A~100 A或更大；
- d) 恒压源精度要求±0.1 V，电压输出范围0 V~100 V或更大；
- e) 电压测量精度±0.1 mV；
- f) 电流测量精度要求±0.1 μA。
- g) 烘箱：可将测试样品加热并稳定至75℃±2℃。

#### 6.5.2 试验方法

##### 6.5.2.1 常温电性能

常温电性能测试步骤如下：

- a) 取22个模块二极管作为试样；
- b) 将测试仪探针施加在相邻的2个焊接端子上，逐个测试试样中的每个芯片组的 $V_F$ 、 $V_R$ 、 $I_R$ 。

##### 6.5.2.2 高温电性能

高温电性能测试步骤如下：

- a) 取22个模块二极管作为试样；
- b) 将试样放入烘箱内，加热至设定温度并恒温至少30 min；
- c) 将测试仪探针施加在相邻的2个焊接端子上，逐个测试试样中的每个芯片组的 $V_F$ 、 $I_R$ 。

### 6.6 静电放电抗扰度

取22个模块二极管作为试样，按照GB 17626.2方法进行测试。

### 6.7 浪涌性能

#### 6.7.1 正向浪涌性能

### 6.7.1.1 试验设备

试验设备要求如下：

- a) 可输出正向浪涌电流，浪涌电流周期为 8.3 ms 的正弦半波电流；
- b) 波形误差 $\pm 10\%$ ；
- c) 峰值电流精度 $\pm 10\%$ ；
- d) 设备可承受最大峰值电流为 600 A 及以上。

### 6.7.1.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 取 22 个模块二极管作为试样，按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验前电性能数据 I；
- b) 对试样的每个芯片组通一个周期的正向浪涌电流，电流大小不低于 15 倍的  $I_F$ ；
- c) 试样自然冷却 30 min 后，按照 6.5.2.1 要求进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

## 6.7.2 反向浪涌性能

### 6.7.2.1 试验设备

测试仪要求如下：

- a) 具有可产生脉冲电流功能、电压测量功能；
- b) 电流精度要求 $\pm 0.1\%$ ；
- c) 电压输出和测量范围 0 V~200 V；
- d) 脉冲时间精度 $\pm 0.1\ \mu\text{s}$ 。

### 6.7.2.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 取 22 个模块二极管作为试样，按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验前电性能数据 I；
- b) 对试样的每个芯片组通入 4 A 的反向浪涌电流，脉冲时间 10  $\mu\text{s}$ ，测试模块二极管  $V_R$ ；
- c) 按照 6.5.2.1 要求进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

## 6.8 结构与化学成分

### 6.8.1 导电片

导电片化学成分按照 GB/T 5121（所有部分）进行测试。

### 6.8.2 镀层

导电片表面镀层按照 GB/T 16921 进行测试。

### 6.8.3 焊接材料

用作储锡的锡铅钎料按照 GB/T 20422 的规定进行成分及钎剂焊料测试，无铅钎料按照 GB/T 3131 进行成分及钎剂焊料测试。

### 6.8.4 封装材料

阻燃等级按照 GB/T 5169.16 进行测试。

## 6.9 可装配性能

取 22 个模块二极管，按照供需双方协商确定的接线盒型号、装配设备及工艺要求进行试样装配。按照 6.2 要求对试样进行目视检测。模块二极管与线缆拉力按照 GB/T 5095.1 要求进行测试。

## 6.10 可焊接性能

### 6.10.1 试验设备

试验设备如下：

- a) 电子万能试验机：测力精度 0.1 N。
- b) 电烙铁：温度精度 $\pm 2$  °C，温度范围 0 °C~500 °C。

### 6.10.2 试样制备

试样制备步骤如下：

- a) 取长度大于或等于 200 mm 的 Sn60Pb40 镀层的 6.0 mm $\times$ 0.25 mm 汇流带，用无水乙醇清洁表面并用冷风吹干；
- b) 将汇流带焊接到模块二极管的焊接端子上，锡铅钎料储锡焊接温度为 340 °C $\pm$ 5 °C，无铅钎料焊接温度为 370 °C $\pm$ 5 °C，有效焊接长度大于等于 4 mm。制备 22 个试样。

### 6.10.3 试验方法

试验步骤如下：

- a) 对焊接后的汇流带与模块二极管进行 180° 剥离试验；
- b) 测试过程中，可用工装将模块二极管导电片及汇流带分别固定；
- c) 电子万能试验机以 100 mm/min 速度进行试验，至试样被完全破坏，记录拉力曲线及拉力峰值。

## 6.11 耐焊接热性能

### 6.11.1 试验设备

试验设备如下：

- a) 焊接设备：电烙铁或接线盒自动焊接设备，温度精度 $\pm 2$  °C，温度范围 0 °C~500 °C；
- b) 计时器：精度 $\pm 1$  s。

### 6.11.2 试样制备

试样制备步骤如下：

- a) 准备与焊接端子数量相同的电烙铁，分别调整电烙铁温度至 350 °C $\pm$ 5 °C；
- b) 使用电烙铁逐个焊接模块二极管的焊接端子，或模拟若干个电烙铁同时焊接；
- c) 焊接时间为 5 s $\pm$ 1 s；
- d) 焊接完成后，迅速移开电烙铁，自然冷却。制备 22 个试样。

注：使用接线盒自动焊接设备时，由双方约定工艺参数。

### 6.11.3 试验方法

试验步骤如下：

- a) 按照 6.5.2.1 要求进行常温电性能测试，记录为试验前电性能数据 I；
- b) 按照 6.11.2 进行试样制备；
- c) 试样自然冷却 30 min 后，按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

## 6.12 封装质量

### 6.12.1 焊接空洞测试

#### 6.12.1.1 试验设备

X-ray测试仪：尺寸测量误差不大于3%，分辨率不小于51 p/mm。

#### 6.12.1.2 试验方法

取22个模块二极管作为试样，用X-ray测试仪拍摄试样，仪器光源与试样内芯片表面垂直，并用设备软件分析计算芯片焊接区域空洞面积所占焊接区域总面积的比例。

## 6.12.2 断层扫描测试

### 6.12.1.1 试验设备

断层扫描仪要求如下：

- a) 频率：1 MHz~500 MHz；
- b) 空间分辨率：0.1  $\mu\text{m}$ ；
- c) 扫描面积：0.25  $\text{mm}^2$ ~300  $\text{mm}^2$ ；
- d) 扫描模式为C型。

### 6.12.1.2 试验方法

取22个模块二极管作为试样，用断层扫描仪扫描试样封装材料，并用设备软件分析计算分层空隙所占封装材料总面积的比例。

## 6.13 二极管结温测试

取2套模块二极管，按照供需双方协商确定的接线盒型号、灌封胶型号及用量、汇流带尺寸、粘接载体和设备、工艺进行试样制备。按照IEC 61215-2和IEC 62790的要求测试和判定。MOS型模块二极管的测试方法由供需双方约定。

## 6.14 二极管热逃逸测试

取2套模块二极管，按照供需双方协商确定的接线盒型号、灌封胶型号及用量、汇流带尺寸、粘接载体和设备、工艺进行试样制备。按照IEC 62979进行测试和判定。

## 6.15 可靠性测试

以下每项测试取22个模块二极管作为试样，按照6.5.2.1要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验前电性能数据I。

### 6.15.1 高压蒸煮测试

#### 6.15.1.1 试验设备

高压蒸煮环境箱：温度要求 $121\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，压力要求 $205\text{ KPa}\pm 5\text{ KPa}$ 。

#### 6.15.1.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将环境箱设置温度 $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度100%；
- b) 将试样放入环境箱放置96h；
- c) 试验结束后，将试样自然冷却24h；
- d) 按照6.5.2.1要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据F；
- e) 计算试验前后电性能变化值。

### 6.15.2 高温反偏测试

#### 6.15.2.1 试验设备

设备包括高温环境箱、恒压电源、温度传感器及配套测温设备，要求如下：

- a) 高温环境箱：温度要求 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 恒压电源：输出电压范围 $0\text{ V}\sim 60\text{ V}$ 或更大；
- c) 温度传感器：误差不大于 $\pm(0.30\text{ }^{\circ}\text{C}+0.005\times\text{传感器量程})$ ；
- d) 测温设备：精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，量程 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.15.2.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将环境箱设置温度为 100 ℃；
- b) 将试样放入环境箱中，并对试样每个芯片组施加反向电压，持续 168 h；
- c) 试验结束后，将试样自然冷却 24 h；
- d) 按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- e) 计算试验前后电性能变化值。

注：反向电压测试值=测试因子×额定反向电压。平面式芯片模块二极管测试因子不低于0.6；沟槽式芯片模块二极管测试因子不低于0.8。

### 6.15.3 电流老化测试

#### 6.15.3.1 试验设备

试验设备要求如下：

- a) 电流老化测试仪：包括恒流电源及测试平台等，测试平台需有工装夹具固定试样。测试仪无散热器，无风冷装置，周围没有热源叠加；
- b) 恒流电源：电流精度 $\pm 0.1$  A，输出电流范围 0 A~60 A 或更大。

#### 6.15.3.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将试样用工装夹具固定到测试平台上，正向通入 0.75 倍  $I_F$  的电流，持续 500 h；
- b) 试验结束后，将试样自然冷却 24 h；
- c) 按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

### 6.15.4 温度循环测试

#### 6.15.4.1 试验设备

温度循环环境箱要求如下：

- a) 可降至最低温度要求： $-55$  ℃ $\pm 5$  ℃；
- b) 可升至最高温度要求： $150$  ℃ $\pm 5$  ℃；
- c) 可在 30 min $\pm 10$  min 内从 $-55$  ℃ $\pm 5$  ℃线性升至  $150$  ℃ $\pm 5$  ℃。

#### 6.15.4.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将试样放入环境箱中，在 $-55$  ℃时保持 25 min，然后在 30 min $\pm 10$  min 内从低温线性升至高温  $150$  ℃并保持 25 min。持续循环 1000 次；
- b) 试验结束后，将试样自然冷却 24 h；
- c) 按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

### 6.15.5 通断测试

#### 6.15.5.1 试验设备

通断测试仪包括可自动控制开关的恒流电源、计时器及测试平台等，测试平台需有工装夹具固定试样，要求如下：

- a) 恒流电源：电流精度 $\pm 0.1$  A，电流输出范围 0 A~60 A 或更大；
- b) 计时器：时间精度 $\pm 1$  s。

#### 6.15.5.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将试样用工装夹具固定到测试平台上，正向通入 0.75 倍  $I_F$  的电流，通电计时 2 min，关闭电源，自然冷却 2 min，持续循环 2500 次；

- b) 试验结束后，将试样自然冷却 24 h；
- c) 按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- d) 计算试验前后电性能变化值。

### 6.15.6 湿热测试

#### 6.15.6.1 试验设备

高温高湿环境箱要求如下：

- a) 温度：85℃±5℃；
- b) 相对湿度：85%±5%。

#### 6.15.6.2 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将环境箱设置温度 85℃、相对湿度 85%；
- b) 将试样放入环境箱中持续 1000 h；
- c) 试验结束后，将试样自然冷却 24 h；
- d) 按照 6.5.2.1 要求对试样进行常温电性能测试，记录为试验后电性能数据 F；
- e) 计算试验前后电性能变化值。

## 7 检验规则

### 7.1 抽样

按照 GB/T 2828.1 中附录 A 的规定进行抽样：批允许不合格品率（LTPD）抽样方案进行抽样。成品模块二极管生产过程中常温电性能应进行全检。

### 7.2 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。

#### 7.2.1 出厂检验

出厂检验按表 6 实施，并完成相应的出厂检验记录。

表 6 检验项目

序号	检验项目	要求	检验方法	抽样方案	允许不合格品数量	出厂检验	型式检验
1	外观	5.2	6.2	S-4	AQL=1.0	√	√
2	尺寸及偏差	5.3	6.3	22	0	√	√
3	标志耐久性	5.4	6.4	S-2	AQL=0.4	√	√
4	常温电性能	5.5.1	6.5	S-2	AQL=0.025	√	√
5	高温电性能	5.5.2	6.5	22	0	—	√
6	静电放电抗扰度	5.6	6.6	22	0	√	√
7	正向浪涌性能	5.7.1	6.7.1	22	0	—	√
8	反向浪涌性能	5.7.2	6.7.2	22	0	√	√
9	化学成分	5.8	6.8	2	0	—	√
10	可装配性能	5.9	6.9	22	0	—	√
11	可焊接性能	5.10	6.10	22	0	—	√
12	耐焊接热性能	5.11	6.11	22	0	—	√
13	封装质量	5.12	6.12	22	0	√	√
14	二极管热逃逸测试	5.13	6.13	2	0	—	√
15	二极管结温测试	5.14	6.14	2	0	—	√
16	可靠性测试	5.15	6.15	22	0	—	√

### 7.2.2 型式检验

当有下列情况之一时，应进行型式检验，检验项目见表6：

- a) 新产品鉴定；
- b) 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变时；
- c) 批量生产的产品，每隔半年进行一次型式检验；
- d) 产品停产半年后恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

模块二极管表面标志至少应包含下列内容：

- a) 型号；
- b) 二极管符号及极性；
- c) 批次号。

### 8.2 包装

产品包装应符合GB/T 3873和SJ/T 10694的有关规定。随同产品提供的技术文件及包装标志至少应包含下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 保质期及生产日期；
- c) 使用说明书；
- d) 额定正向电流、额定反向电压等关键技术指标及参数；
- e) 产品质量合格证；
- f) 产品数量。

### 8.3 运输

在运输或搬运过程中不应有剧烈的冲击和碰撞，应避免大幅度的温度变化。

### 8.4 贮存

存储温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于75%，避免大幅度的温度变化。产品使用前应放在原包装箱内，应存放在空气流通的仓库内，应与易燃、易爆及腐蚀性等物品隔绝，包装禁止受到强烈机械冲击和碰撞。产品保质期为自生产之日起24个月。