

# 团 体 标 准

T/CASAS 028—2023

---

## Sub-6GHz GaN 射频器件可靠性筛选和验收 方法

Reliability screening and acceptance method for Sub-6GHz GaN  
radio-frequency devices

版本：V01.00

2023-06-30 发布

2023-07-01 实施

---

第三代半导体产业技术创新战略联盟 发布

## 目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
4.1 筛选.....	2
4.1.1 筛选应遵循的原则.....	2
4.1.2 筛选环境.....	2
4.1.3 筛选操作人员.....	3
4.1.4 对仪器设备的管理与使用.....	3
4.1.5 筛选记录.....	3
4.1.6 允许的不合格品率（PDA）.....	3
4.1.7 其它需要说明的问题.....	3
4.2 验收.....	3
4.2.1 验收分类.....	4
4.2.2 验收人员.....	4
4.2.3 验收所用仪器设备和测试方法.....	4
4.2.4 验收器件的贮存期.....	4
4.2.5 验收报告及资料.....	4
5 详细要求.....	5
5.1 筛选.....	5
5.1.1 筛选程序.....	5
5.1.2 筛选方法.....	6
5.1.3 筛选后不合格品的处理.....	8
5.2 验收.....	8
5.2.1 验收程序.....	8
5.2.2 代验器件的验收要求和程序.....	11
参考文献.....	12

## 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。

本文件由北京第三代半导体产业技术创新战略联盟标准化委员会（CASAS）制定发布，版权归 CASAS 所有，未经 CASAS 许可不得随意复制；其他机构采用本文件的技术内容制定标准需经 CASAS 允许；任何单位或个人引用本文件的内容需指明本文件的标准号。

本文件主要起草单位：中国电子科技集团公司第十三研究所、北京大学、河北博威集成电路有限公司、北京国联万众半导体科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、西安电子科技大学、河北北芯半导体科技有限公司、苏州能讯高能半导体有限公司、北京第三代半导体产业技术创新战略联盟。

本文件主要起草人：默江辉、吴文刚、王金延、郭跃伟、刘相伍、刘建利、郑雪峰、迟雷、裴轶、徐瑞鹏。

## 引 言

Sub-6GHz 频段提供了更大的连续通信带宽，满足了更高的速率，是 5G 网络布局的重要部分。而 Sub-6GHz 频段的 GaN 射频器件作为至关重要的一环，其质量直接关系整个系统的可靠性，因此，制定 Sub-6GHz GaN 射频器件可靠性筛选和验收方法，对提升产品质量、系统可靠性及稳定性具有重要意义。

# Sub-6GHz GaN 射频器件可靠性筛选和验收方法

## 1 范围

本文件描述了 Sub-6GHz GaN 射频器件（以下简称“器件”）的可靠性筛选和验收方法。  
本文件适用于射频器件的生产、测试、检验和质量评价。

## 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。

- GJB 128A—97 半导体分立器件试验方法
- GJB 841—90 故障报告、分析和纠正措施系统
- GJB 1469—93 电子产品防静电放电控制大纲
- GJB 2650—96 微波元器件性能测试方法
- GJB 4027B—2021 军用电子元器件破坏性物理分析方法
- GB/T 4586—1994 半导体器件 分立器件第 8 部分：场效应晶体管

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### Sub-6GHz

5G NR 中的 FR1 频段，即处于 6GHz 以下的频率范围。

### 3.2

#### 筛选 screening

为剔除早期失效的器件而进行的试验。

### 3.3

#### 可靠性 reliability

器件在规定的时间内完成规定功能的能力。

### 3.4

#### 变化量 ( $\Delta$ ) 极限 $\Delta$ limit

在规定的测试中，使被测器件能在接收的前提下，其规定参数的最大变化值。

注：它是将当前测试结果与规定的某一先前测试结果进行比较得到的。当用百分数表示时，则应将当前的变化值与先前的测试值相除来计算。

## 4 一般要求

### 4.1 筛选

#### 4.1.1 筛选应遵循的原则

除非另有规定，筛选应遵循以下原则：

- a) 被筛选器件应为生产定型或设计定型、工艺稳定的器件；
- b) 筛选项目的试验或检验不得对器件造成破坏性损伤；
- c) 筛选所施加的应力（电应力、机械应力、环境应力等）不得超过器件规范规定的额定应力；
- d) 筛选记录应数据完整，准确无误。筛选者应签署姓名及日期，并对筛选结果负责；
- e) 当要求测试器件参数变化量或变化率时，应将器件逐个编号。

#### 4.1.2 筛选环境

##### 4.1.2.1 电测量环境条件

若无其他规定，电测量应在下列环境中进行：

- a) 温度：25℃±3℃；
- b) 相对湿度：20%~70%；
- c) 环境气压：86 kPa~106 kPa。

##### 4.1.2.2 试验的标准环境条件

若无其他规定，除电测量外的其他试验应在下列环境中进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%；
- c) 环境气压：86 kPa~106 kPa。

##### 4.1.2.3 电测量仲裁环境条件

电测量的仲裁试验应在下列环境中进行：

- a) 温度：25℃±1℃；
- b) 相对湿度：48%~52%；
- c) 环境气压：86 kPa~106 kPa。

##### 4.1.2.4 在环境模拟箱内的温度控制

试验温度按本文件筛选方法和程序的规定，在试验过程中，试验区域内温度的稳定度、均匀性应控制在±3℃之内。

##### 4.1.2.5 筛选应满足的其他环境要求

筛选还应满足以下环境要求：

- a) 筛选应在无有害气体、无强电磁干扰的条件下进行；

- b) 对静电放电敏感的器件，在筛选全过程，应按照GJB 1649—93的规定采取必要的防护措施。

#### 4.1.3 筛选操作人员

操作人员应符合以下要求：

- a) 按规定参加培训，通过考核取得合格资格；
- b) 了解和掌握有关标准、规范和试验、检验的基本原理；
- c) 能熟练使用有关仪器设备，并具备基本的维护、保养知识；
- d) 能对试验结果作出正确的分析与评价。

#### 4.1.4 对仪器设备的管理与使用

仪器设备的管理与使用应符合以下要求：

- a) 仪器设备应有专人管理，关键仪器设备由专人操作和检查；
- b) 仪器设备应按规定进行计量检定，粘贴相应标识，并在有效的计量检定周期内使用；当无法检定时，应有相应的测试报告或比对报告；
- c) 仪器设备的性能指标应满足试验或检验的要求；
- d) 使用仪器设备应按规定做好记录。

#### 4.1.5 筛选记录

筛选记录应符合下列要求：

- a) 负责筛选的单位应制定筛选工序表或流程表以及与有关检测参数的数据记录表格；
- b) 操作人员应在数据记录表上如实记录有关数据、在流程表的相关程序上填写明确的结论，并签名对数据及结论的准确性负责；
- c) 筛选过程中的故障记录、分析和纠正措施应符合GJB 841—90的要求；
- d) 若无其他规定，负责筛选的单位在规定的期限（一般不少于5年或按委托筛选单位的规定）内，筛选记录应作为器件质量和可靠性资料妥善保存。

#### 4.1.6 允许的不合格品率（PDA）

本文件对某些筛选项目，规定了允许不合格品率（PDA）要求。除非另有规定，对有PDA要求的筛选项目应全部进行。当筛选不合格品的百分比（PD）超过了PDA，筛选的器件将作为批不合格品而被整批拒收。若无其他规定，对于未进行PDA控制的器件，筛选合格品即可正常使用。

#### 4.1.7 其它需要说明的问题

其它需要说明的问题如下：

- a) 本文件规定的筛选项目，可根据具体情况作适当的剪裁；
- b) 确定筛选方法和程序前，应了解被筛选器件质量控制、极限参数等情况，必要时应进行摸底试验确定合适的筛选应力，以防止过应力筛选。

### 4.2 验收

#### 4.2.1 验收分类

验收分为使用方（需方）验收和承制方（生产单位）代验。

##### 4.2.1.1 使用方验收

器件的使用方或其委托单位在承制方由供需双方共同进行的交收试验。其主要目的：

- a) 检查器件是否符合合同、技术协议或器件规范（技术条件）的要求；
- b) 检查器件的批次质量状态；
- c) 了解生产工艺是否正常，质量控制是否有效；
- d) 检查器件质量可靠性是否达到规定的等级。

##### 4.2.1.2 承制方代验

器件由承制方单方面按照合同、技术协议或器件规范（技术条件）进行的验收。使用方收到器件后应做以下检查：

- a) 检查器件的包装质量；
- b) 检查质量文件；
- c) 检查器件质量和数量；
- d) 如有质量问题，应在收到器件后的一个月内反馈承制方。

#### 4.2.2 验收人员

验收人员应熟悉被验器件的技术特性，了解合同、技术协议或器件规范（技术条件）的要求。能使用有关的仪器设备，具备独立处理器件一般质量问题的能力，责任心强，有良好的职业道德。

#### 4.2.3 验收所用仪器设备和测试方法

验收所用仪器设备必须校准合格，并在有效期内，精度应满足测试要求。测试方法应符合 GJB 2650—96 和 GB/T 4586—1994 的规定，或根据供需双方的技术协议、合同的规定执行（必要时）。

#### 4.2.4 验收器件的贮存期

除非另有规定，验收的器件应是在成品库存放一个月以上的，但不得超过12个月。

#### 4.2.5 验收报告及资料

验收时，承制方应向使用方提供如下资料：

- a) 筛选报告；
- b) 质量一致性检验报告（或例行试验报告等）；
- c) 失效分析报告（必要时）；
- d) 特殊情况的处理意见和证明文件；

验收完毕，双方签署交收报告。

注：验收无论通过与否，负责验收的单位都应填写报告。

## 5 详细要求

## 5.1 筛选

## 5.1.1 筛选程序

被测器件应按表1规定，要求承受并通过筛选试验。

表1 筛选项目及要求

序号	筛选项目		GJB 128A—97 方法号	条件	要求
1	内部目检（封帽前）		2072	-	100 %
2	常温电参数测试		本文件 5.1.2.1	-	100 %
3	高温贮存	塑料封装 全环氧封装	1032	100 °C ± 2 °C, 96 h	100 %
		金属玻璃封装 金属陶瓷封装		150 °C ± 3 °C, 96 h 除此按有关详细规范	
4	温度循环	塑料封装	1051	-55 °C ± 3 °C ↔ +85 °C ± 2 °C 循环 10 次	100 %
		金属玻璃封装 金属陶瓷封装		-55 °C ± 3 °C ↔ +125 °C ± 3 °C 循环 20 次	
5	恒定加速度（适用时）		2006	Y1 加速度 196000 m/s <sup>2</sup> 试验时间 1 min	有要求时
6	粒子碰撞噪声检测 PIND （适用于空封器件）		2052	条件 A, PDA ≤ 15 %	有要求时
7	密封性检查 （适用于空封器 件）	细检漏	1071	试验条件 H1 或 H2 最大泄漏率为 5 × 10 <sup>-3</sup> Pa · cm <sup>3</sup> /s 内腔体积 > 0.3 cm <sup>3</sup> 的器件 最大泄漏率为 5 × 10 <sup>-2</sup> Pa · cm <sup>3</sup> /s	100 %
		粗检漏		试验条件 C	
8	器件编号		本文件 5.1.2.1.1	-	有要求时
9	中间电参数测试（老炼前）		本文件 5.1.2.1	-	有要求时
10	PDA 计算		-	PDA ≤ 10 %	有要求时
11	功率老炼		本文件 5.1.2.2	-	100 %
12	中间电参数测试（老炼后）		本文件 5.1.2.1	-	有要求时
13	PDA 计算		-	PDA ≤ 10 %	有要求时
14	低温测试		本文件 5.1.2.3	-	有要求时
15	高温测试		本文件 5.1.2.4	-	有要求时

16	终点测试	本文件 5.1.2.1	-	100 %
17	外观检查	2071 和本文件 5.1.2.5	打标志之后进行	100 %

### 5.1.2 筛选方法

#### 5.1.2.1 常温电参数测试

##### 5.1.2.1.1 器件编号

对于有计算 $\Delta$ 参数要求的器件应100 %进行编号。

##### 5.1.2.1.2 主要测试参数

主要测试参数见表2。

表2 主要测试参数

序号	项目	要求
1	夹断电压	见器件详细规范
2	栅-源漏电流	见器件详细规范
3	栅-漏漏电流	见器件详细规范
4	源-漏漏电流	见器件详细规范
5	栅-源二极管正向导通电压	见器件详细规范
6	饱和功率	见器件详细规范
7	额定增益	见器件详细规范
8	额定效率	见器件详细规范

##### 5.1.2.1.3 合格判据

测试参数必须满足合同、技术协议或器件规范（技术条件）等的要求。

#### 5.1.2.2 功率老炼

##### 5.1.2.2.1 规定

凡有规定的所有器件均应进行功率老炼，并应测量规定的老炼前和老炼后电参数。

##### 5.1.2.2.2 温度应力量值

被筛选器件进行功率老炼的温度应不高于器件设计的最高工作温度。

##### 5.1.2.2.3 电应力量值

施加的电应力，一般为被筛选器件工作时的额定值；对有特殊要求的器件，可参照该器件的合同、技术协议或器件规范（技术条件）等执行。

##### 5.1.2.2.4 时间应力量值

应以尽量短的时间，能有效分析出被筛选器件的潜在故障为原则，确定功率老炼时间。

#### 5.1.2.2.5 合格判据

提交功率老炼和中间（功率老炼后）电参数测试的每个检验批和检验子批的PDA，就所有失效而言应为10%或一个器件（取其大者）。除了规定的功率老炼外，供货方不得再进行另外的功率老炼。详细规范应规定器件的 $\Delta$ 极限值，应将100%筛选中老炼前后测量的 $\Delta$ 参数值进行比较， $\Delta$ 漂移值超过详细规范规定的极限值的器件应予以拒收，剩余的器件应按本规范的规定提交进行其余的检验和试验。

#### 5.1.2.3 低温测试

##### 5.1.2.3.1 条件

低温测试条件如下：

测试温度： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；

恒温时间：30min。

##### 5.1.2.3.2 方法

将器件置于 $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，恒温保持30min后加电10min，测试表2中的全部参数。

##### 5.1.2.3.3 合格判据

测试参数必须满足合同、技术协议或器件规范（技术条件）等的要求。

#### 5.1.2.4 高温测试

##### 5.1.2.4.1 条件

高温测试条件如下：

测试温度： $+85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；

恒温时间：30min。

##### 5.1.2.4.2 方法

将器件置于 $+85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中，恒温保持30min后加电10min，测试表2中的全部参数。

##### 5.1.2.4.3 合格判据

测试参数必须满足合同、技术协议或器件规范（技术条件）等的要求。

##### 5.1.2.4.4 外观检查

用10倍放大检查器件的外观质量（对透光部分采用目检法）。剔除有下列缺陷的器件：

- a) 管壳和管脚锈蚀，根部有明显硬伤和标志不清；
- b) 管壳和管脚破碎或有裂纹；
- c) 玻璃透镜有气泡或有异物阻挡；
- d) 其他认为对器件性能及可靠性有影响的缺陷。



质量文件至少应包括：筛选报告、质量一致性检验报告或例行试验报告和器件合格证。除此以外，宜包括以下文件：

- a) 设计文件；
- b) 工艺文件（含工艺流程卡）；
- c) 设备和仪器仪表清单；
- d) 过程识别文件；
- e) 批流程卡；
- f) 质量手册和程序文件；
- g) 原材料检验规范和报告；
- h) 失效分析报告（必要时）；
- i) 批失效处理报告（有批失效发生时）。

#### 5.2.1.3.1 筛选报告审查

审查的主要内容如下：

- a) 筛选报告中被筛选的器件应与验收器件的型号批次相同；
- b) 筛选项目、筛选条件和筛选方法应符合本文件的要求；
- c) 各筛选项目单项不合格品率（PDA）应符合本文件规定；总筛选不合格品率应满足合同、技术协议或器件规范（技术条件）的要求；
- d) 对筛选中发现的致命失效器件应做失效分析，并出具失效分析报告。

#### 5.2.1.3.2 质量一致性检验报告审查

审查的主要内容如下：

- a) 试验所用样品应与被验收器件同一批次，或能代表被验收器件的批次；
- b) 抽样方案（抽样数）应符合合同、技术协议或器件规范（技术条件）的规定；
- c) 试验项目、试验条件及参数允许变化率应符合合同、技术协议或器件规范（技术条件）要求；
- d) 试验仪器设备应符合合同、技术协议或器件规范（技术条件）要求；
- e) 对试验中失效的器件应做失效分析，并出具失效分析报告。

#### 5.2.1.3.3 器件合格证审查

承制方检验部门应准确填写合格证，不允许用包装盒的封条代替器件的合格证。器件合格证应至少包括以下内容：

- a) 器件名称和型号规格；
- b) 生产日期、批号、数量；
- c) 检验人（或代号）、检验合格章；
- d) 生产单位名称和地址；
- e) 器件一致性和可追溯性证明。

#### 5.2.1.3.4 其他质量文件审查

审查经供需双方在合同或技术协议中作了规定的其他质量文件。

#### 5.2.1.4 器件与合同或技术协议符合性审查

核对提交验收的器件是否符合订货合同或技术协议规定的型号规格、数量和质量等级以及合同或技术协议中规定的其他技术要求。

#### 5.2.1.5 器件质量检查

器件质量的检查按表3的规定，使用方如需增加验收项目，应在合同或技术协议中说明。

表3 器件质量检查

项目	方法条件	抽样方法	合格判据	备注
外观质量检查	本文件 5.1.2.5	100 %	剔除不合格品	对于严重的外观失效，其影响整批器件质量时，应做为批不合格品。
电参数测试	本文件 5.1.2.1	若无其他规定，则 LTPD=2(置信度 90%)	C=0	若有高低温测试要求，则按本文件 5.1.2.3 和 5.1.2.4
密封性	本文件表 1	粗检 100 % 细检 LTPD=3 (置信度 90%)	PDA≤5 % C=0	若 PDA>5%或 C>0，应进行分析，供需双方协商解决。
破坏性物理分析 (DPA)	GJB 4027B-2021	GJB 4027B-2021	GJB 128A	有要求时。

#### 5.2.1.6 其他特殊质量检查

根据供需双方签订的合同或技术协议，使用方针对器件的特点和对器件的特殊用途，可以提出对器件进行特殊的质量检查或试验。如果由于条件所限，其检查和试验不能在验收时进行，承制方可在验收前单方进行试验或检查，在验收时提供必要的检查或试验报告。

#### 5.2.1.7 验收结论及处理方法

验收结论分为合格、不合格。判据及处理办法如下：

- a) 凡质量管理情况检查合格，质量文件齐全，器件质量检查等均符合合同、技术协议或器件规范（技术条件）要求，则验收结论为合格，供需双方应签署交收检验报告；
- b) 凡质量文件审查不通过，或交收试验未通过，则验收不合格，但也应签署交收试验报告，并注明拒收原因，必要时双方应针对拒收器件签署验收纪要。承制方应提交交收试验报告及其它必要的资料；
- c) 凡质量检查虽不完全符合要求，但未发现批次性失效的缺陷，若更换不合格器件后，使用方认为采用该批器件尚不影响其可靠性，则验收结论为合格，供需双方可签署交收检验报告。但在报告中应写明不合格要求的项目或条款，以及更换的器件数量；
- d) 凡在验收过程中发现严重失效或参数严重超差的器件，应在供需双方认可的失效分析机构进行分析，经分析如确认属于批次性或发展性的失效模式，则整批器件判为不合格并予以拒收。拒收后，供需双方也应签署交收检验报告，在报告中明确说明拒收原因；

- e) 无论验收合格与否,交收检验报告除供需双方各执一份外,还应按规定上报供需双方的主管部门并提供给其他有关部门。对拒收批的器件,应附有失效器件的失效分析报告。

## 5.2.2 代验器件的验收要求和程序

承制方检验部门在代验器件时应按本文件5.2.1.2、5.2.1.3、5.2.1.4和5.2.1.5的要求进行。用户收到代验器件后应做以下检查。

### 5.2.2.1 包装质量的检查

检查的要求和程序如下:

- a) 检查包装的外观是否完整,标记是否清晰,如发现包装破损而且有可能丢失或损坏器件时,则暂不开箱,并通知发货方尽快来人处理;
- b) 外包装完整的可以启封,启封后检查包装箱(盒)内部是否采取了必要的防震措施,凡不符合要求,有可能使器件受损时,应通知发货方来人处理。

### 5.2.2.2 质量文件审查

质量文件的审查执行本文件的5.2.1.3。

### 5.2.2.3 器件质量检查

器件质量的检查执行本文件的5.2.1.5。

### 5.2.2.4 验收结论及处理办法

验收结论及处理办法如下:

- a) 凡质量文件齐全,器件质量符合要求,应按规定填写交收检验报告,报告经供需双方盖章有效;
- b) 在质量检查过程中,若出现致命失效或参数严重超差等情况,应作失效分析。若个别参数轻微超差,可以向生产方退换。当发现器件失效具有批次性,则应整批拒收。

参 考 文 献

- [1] 3GPP TS 37.104 V16.5.0 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR, E-UTRA, UTRA and GSM/EDGE; Multi-Standard Radio (MSR) Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 16) 第三代合作伙伴计划 技术规范组无线接入网 NR, E-UTRA, UTRA和GSM/EDGE多标准无线基站收发标准（2020-3）。
-

