

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 6130

QJ 10006/5—2008

宇航用半导体集成电路 有预置端 N 分频计数器（C4018）详细规范

Detail specification for semiconductor integrated circuit
presettable divide-by “N” counter (C4018) of space applications

2008—02—16 发布

2008—06—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 要求..... 1

3.1 总则..... 1

3.2 结构和外形..... 1

3.3 电特性..... 4

3.4 电测试要求..... 6

3.5 静电放电敏感度（ESD） 7

3.6 器件识别号..... 7

4 质量保证规定..... 8

4.1 抽样和检验..... 8

4.2 筛选..... 8

4.3 鉴定检验..... 10

4.4 质量一致性检验..... 10

4.5 检验方法..... 14

4.6 使用方的监制和验收..... 15

4.7 使用方补充筛选..... 17

5 交货准备..... 18

5.1 包装..... 18

5.2 运输、贮存..... 18

5.3 标识..... 19

5.4 发货时应提供的文件..... 19

6 说明事项..... 19

6.1 预定用途..... 19

6.2 分类..... 19

6.3 采购文件中应明确的内容..... 19

6.4 术语和定义..... 20

6.5 操作..... 20

前 言

本规范由中国航天科技集团公司提出。

本规范由中国航天标准化研究所归口。

本规范起草单位：中国航天科技集团公司第五研究院、中国航天标准化研究所。

本规范主要起草人：朱恒静、肖波、宁永成、管长才、蔡娜、周侗、王敬贤。

宇航用半导体集成电路

有预置端 N 分频计数器（C4018）详细规范

1 范围

本规范规定了宇航用国产半导体集成电路有预置端 N 分频计数器 C4018（以下简称器件）的生产、鉴定、质量一致性检验以及使用方监制、验收、补充筛选等质量保证的详细要求。

本规范适用于器件承制方的生产过程控制以及使用方的产品保证。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB 3431.1—1982 半导体集成电路文字符号 电参数文字符号

GB 3834—1983 半导体集成电路 CMOS 电路测试方法的基本原理

GB/T 7092—1993 半导体集成电路外形尺寸

GJB 548 微电子器件试验方法和程序

GJB 597A—1996 半导体集成电路总规范

QJ 1906A—1997 半导体器件破坏性物理分析(DPA)程序和方法

QJ 10004—2008 宇航用半导体器件总剂量辐照试验方法

QJ 10005—2008 宇航用半导体器件重离子单粒子效应试验指南

QJ 10006—2008 宇航用半导体集成电路通用规范

QPL 008—2006 军用电子元器件合格产品目录

3 要求

3.1 总则

器件应符合本规范和 QJ 10006—2008 规定的所有要求，本规范的要求与通用规范不一致时，应以本规范为准。

3.2 结构和外形

3.2.1 工艺结构

器件采用 CMOS 铝栅工艺设计。

3.2.2 绝对最大额定值

绝对最大额定值如下：

- a) 电源电压 (V_{DD}): $-0.5V \sim 18V$;
- b) 输入电压范围: $-0.5V \sim V_{DD} + 0.5V$;
- c) 输入电流: $\pm 10mA$;

- d) 功耗 (P_D): 200mW ;
- e) 贮存温度 (T_{stg}) $-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$;
- f) 引线耐焊接温度 (T_h): 300°C (10s);
- g) 结温 (T_j): 175°C 。

3.2.3 推荐工作条件

推荐工作条件如下:

- a) 电源电压 (V_{DD}): 3V~15V;
- b) 输入电压: 0V~ V_{DD} ;
- c) 工作环境温度: $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 。

3.2.4 封装形式

封装形式按 GB/T 7092—1993 的规定, 见表 1。

表 1 封装形式

字 母	封装形式
D	D16S2 (陶瓷双列封装)
F	F16X2 (陶瓷扁平封装)
H	H16X2 (陶瓷熔封扁平封装)
J	J16S2 (陶瓷熔封双列封装)

3.2.5 引线材料和涂覆

引线材料和涂覆应符合 QJ 10006—2008 中 3.5 的规定。

3.2.6 引出端排列和功能

器件引出端排列应符合图 1 的规定; 引出端符号及功能描述见表 2; 功能真值表见表 3; 逻辑框图见图 2; 时序图见图 3。

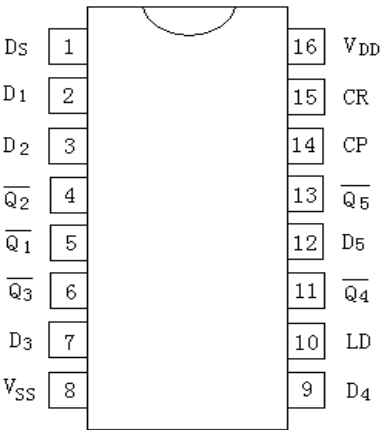


图 1 器件引出端排列

表 2 引出端符号及功能描述

引出端号	符号	功能描述
1	Ds	输入端
2	D ₁	输入端
3	D ₂	输入端
4	$\overline{Q_2}$	输出端
5	$\overline{Q_1}$	输出端
6	$\overline{Q_3}$	输出端
7	D ₃	输入端
8	V _{SS}	地
9	D ₄	输入端
10	LD	输入端
11	$\overline{Q_4}$	输出端
12	D ₅	输入端
13	$\overline{Q_5}$	输出端
14	CP	输入端
15	CR	输入端
16	V _{DD}	电源

表 3 器件功能真值表

输 入				输 出
CP	CR	LD	Dn	$\overline{Q_n}$
↓	L	L	X	$\overline{Q_n}$
↑	L	L	X	Dn
X	L	H	L	H
X	L	H	H	L
X	H	X	X	H
注 1: Dn 表示第 n 级的 D 输入状态。 注 2: 功能描述: 此计数器是在时钟脉冲 CP 的上升沿计数, 时钟输入端有一级施密特触发器, 当 CR 为高电平时计数器处于全“0”状态。当 LD 为高电平时, Di 端的数据被预置到计数器相应的输出端。 注 3: H 为高电平, L 为低电平, X 为任意状态。				

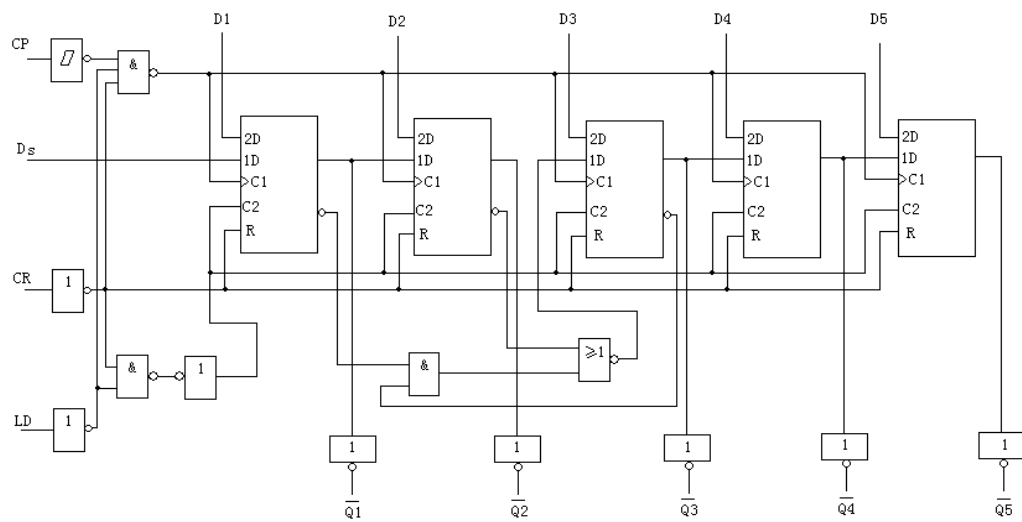


图 2 器件逻辑框图

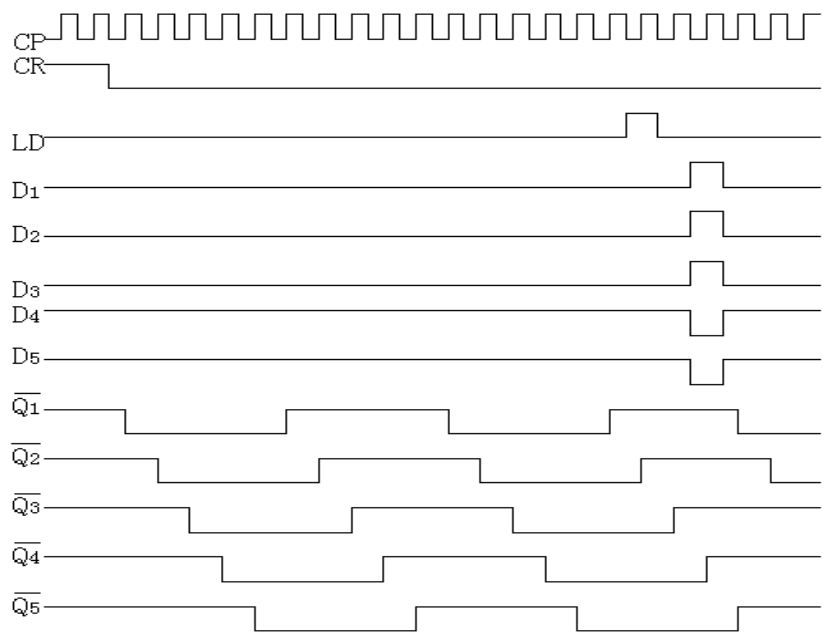


图 3 器件时序图

3.2.7 电路图

对于已经列入 QPL 中的器件，承制方在鉴定前应将电路图（或版图）提交鉴定机构存档备查。

3.3 电特性

除另有规定外，器件电特性应符合表 4 的规定。

表4 器件电特性

特 性	符号	条件 (若无其它规定 $V_{SS}=0V$)	V_{DD} V	极 限 值						单位
				$T_A=-55^{\circ}C$		$T_A=25^{\circ}C$		$T_A=125^{\circ}C$		
				最小	最大	最小	最大	最小	最大	
电源电流	I_{DD}	$V_{IL}=0V, V_{IH}=15V$	15	—	1	—	2	—	30	μA
输出高电 平电压	V_{OH}	$V_{IL}=0V, V_{IH}=15V$ $ I_O \leq 1\mu A$	15	14.95	—	14.95	—	14.95	—	V
输出低电 平电压	V_{OL}	$V_{IL}=0V, V_{IH}=15V$ $ I_O \leq 1\mu A$	15	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
输入高电 平电压	V_{IH}	$V_{OL}=0.5V, V_{OH}=4.5V$	5	3.5	—	3.5	—	3.5	—	
		$V_{OL}=1V, V_{OH}=9V$	10	7	—	7	—	7	—	
		$V_{OL}=1.5V, V_{OH}=13.5V$	15	11	—	11	—	11	—	
输入低电 平电压	V_{IL}	$V_{OL}=0.5V, V_{OH}=4.5V$	5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	
		$V_{OL}=1V, V_{OH}=9V$	10	—	3	—	3	—	3	
		$V_{OL}=1.5V, V_{OH}=13.5V$	15	—	4	—	4	—	4	
输入漏电 流	I_{IH}	$V_{IH}=15V$	15	—	10	—	10	—	100	nA
	I_{IL}	$V_{IL}=0V$	15	—	-10	—	-10	—	-100	
输出低电 平电流	I_{OL}	$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=0.4V$	5	0.64	—	0.51	—	0.36	—	mA
		$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=0.5V$	10	1.6	—	1.3	—	0.9	—	
		$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=1.5V$	15	4.2	—	3.4	—	2.4	—	
输出高电 平电流	I_{OH}	$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=4.6V$	5	-0.64	—	-0.51	—	-0.36	—	
		$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=9.5V$	10	-1.6	—	-1.3	—	-0.9	—	
		$V_{IL}=0V, V_{IH}=V_{DD}$ $V_0=13.5V$	15	-4.2	—	-3.4	—	-2.4	—	
输入电容	C_I	$f=1MHz$	—	—	—	—	12	—	—	pF
传输延迟 时间	t_{PHL} t_{PLH}	$R_L=200k\Omega, C_L=50pF$ $t_r, t_f \leq 20ns$ $CP \rightarrow \overline{Q}$	5	—	400	—	400	—	600	ns
传输延迟 时间	t_{PHL} t_{PLH}	$R_L=200k\Omega, C_L=50pF$ $t_r, t_f \leq 20ns$ $CR \rightarrow \overline{Q}$	5	—	550	—	550	—	825	
传输延迟 时间	t_{PHL} t_{PLH}	$R_L=200k\Omega, C_L=50pF$ $t_r, t_f \leq 20ns$ $LD \rightarrow \overline{Q}$	5	—	550	—	550	—	825	
输出转换 时间	t_{THL} t_{TLH}	$R_L=200k\Omega$ $C_L=50pF$ $t_r, t_f \leq 20ns$	5	—	200	—	200	—	300	
最高时钟 频率	f_{max}	$R_L=200k\Omega$ $C_L=50pF$ $t_r, t_f \leq 20ns$	5	3	—	3	—	3	—	MHz

3.4 电测试要求

各等级器件的电测试要求按照表 5 规定进行分组，各分组测试项目及要求按表 6 的规定。电参数允许变化范围见表 7。

表 5 电测试要求

项目	分组
中间（老炼前）电测试	A1
中间（老炼后）电测试	A1，按照表 7 要求计算参数变化
最终电测试	A1，A7，A9
A 组电测试	A1，A2，A3，A4，A7，A9，A10，A11
B 组电测试	A1
C 组终点电测试	A1，A7，按照表 7 要求计算参数变化
D 组终点电测试	A1，A7
E 组终点电测试	A1，A7，A9
需要记入 PDA 的分组项目：A1，A7	

表 6 各分组测试项目及要求

分组	符 号	引用标准 GB 3834—1983	条件 (若无其他规定， $T_A=25^{\circ}\text{C}$)	规范值		单 位
				最小值	最大值	
A1	I_{DD}	2.15	$V_{DD}=15\text{V}, V_{IL}=0\text{V}, V_{IH}=15\text{V}$ 输出开路。	—	2	μA
	V_{OH}	2.7	$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入 $V_I=0\text{V}$ 或 15V , 其他输出开路, 逐一测每个输出端。	14.95	—	V
	V_{OL}	2.8	$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入 $V_I=0\text{V}$ 或 15V , 其他输出开路, 逐一测每个输出端。	—	0.05	V
	I_{IH}	2.9	$V_{DD}=15\text{V}$, 输入端逐一测 $V_{IH}=15\text{V}$, 其他输入端接地。	—	10	nA
	I_{IL}	2.10	$V_{DD}=15\text{V}$, 输入端逐一测 $V_{IL}=0\text{V}$ 。	—	-10	nA
	V_{IH}	2.1	$V_{DD}=5\text{V}$, 被测器件输入端接 3.5V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=0.5\text{V}$ 或 $V_{OH}=4.5\text{V}$ 。	3.5	—	V
			$V_{DD}=10\text{V}$, 被测器件输入端接 7V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=1\text{V}$ 或 $V_{OH}=9\text{V}$ 。	7	—	
			$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入端接 11V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=1.5\text{V}$ 或 $V_{OH}=13.5\text{V}$ 。	11	—	
	V_{IL}	2.2	$V_{DD}=5\text{V}$, 被测器件输入端接 1.5V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=0.5\text{V}$ 或 $V_{OH}=4.5\text{V}$ 。	—	1.5	
			$V_{DD}=10\text{V}$, 被测器件输入端接 3V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=1\text{V}$ 或 $V_{OH}=9\text{V}$ 。	—	3	
			$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入端接 4V , 其他输入端接 V_{SS} 或 V_{DD} , 被测输出 $V_{OL}=1.5\text{V}$ 或 $V_{OH}=13.5\text{V}$ 。	—	4	

表 6（续）

分 组	符 号	引用标准 GB 3834—1983	条 件 (若无其他规定, $T_A=25^{\circ}\text{C}$)	规范值		单位
				最小值	最大值	
A1	I_{OH}	2.11	$V_{DD}=5\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=0\text{V}$ 或 5V , 被测输出端 $V_{OH}=4.6\text{V}$ 。	-0.51	—	mA
			$V_{DD}=10\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=0\text{V}$ 或 10V , 被测输出端 $V_{OH}=9.5\text{V}$ 。	-1.3	—	
			$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=0\text{V}$ 或 15V , 被测输出端 $V_{OH}=13.5\text{V}$ 。	-3.4	—	
	I_{OL}	2.12	$V_{DD}=5\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=5\text{V}$ 或 0V , 被测输出端 $V_{OL}=0.4\text{V}$ 。	0.51	—	mA
			$V_{DD}=10\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=10\text{V}$ 或 0V , 被测输出端 $V_{OL}=0.5\text{V}$ 。	1.3	—	
			$V_{DD}=15\text{V}$, 被测器件输入端 $V_I=15\text{V}$ 或 0V , 被测输出端 $V_{OH}=1.5\text{V}$ 。	3.4	—	
A2	$T_A=125^{\circ}\text{C}$ 参数、条件同 A1 分组, 规范值按表 4。					
A3	$T_A=-55^{\circ}\text{C}$ 参数、条件同 A1 分组, 规范值按表 4。					
A4	C_I	3.1	$V_{DD}=0\text{V}$, $f=1\text{MHZ}$, 分别测每个输入端对 GND 之间的电容。	—	12	pF
A7	$V_{DD}=5\text{V}$ 功能测试, 按器件功能真值表。					
A9	t_{PLH}	3.9	$R_L=200\text{k}\Omega$, $C_L=50\text{pF}$ t_r , $t_f\leq 20\text{ns}$, $V_{DD}=5\text{V}$ CP $\rightarrow\overline{Q}$	—	400	ns
	t_{PHL}	3.10		—	550	
	t_{PLH}	3.9	$R_L=200\text{k}\Omega$, $C_L=50\text{pF}$ t_r , $t_f\leq 20\text{ns}$, $V_{DD}=5\text{V}$ CR $\rightarrow\overline{Q}$	—	550	
	t_{PHL}	3.10		—	200	
	t_{TLH}	3.15	$R_L=200\text{k}\Omega$, $C_L=50\text{pF}$ t_r , $t_f\leq 20\text{ns}$, $V_{DD}=5\text{V}$	—	200	
	t_{THL}	3.16		—	200	
	$f_{\max}$	3.8	$R_L=200\text{k}\Omega$, $C_L=50\text{pF}$, t_r , $t_f\leq 20\text{ns}$, $V_{DD}=5\text{V}$	3	—	MHz
A10	$T_A=125^{\circ}\text{C}$ 参数、条件同 A9 分组, 规范值按表 4。					
A11	$T_A=-55^{\circ}\text{C}$ 参数、条件同 A9 分组, 规范值按表 4。					
对 25°C 条件下测 I_{IH} 、 I_{IL} , 制造厂选择分别测每一个输入端。A4 分组仅鉴定试验要求。A1、A7 同时进行测试。						

表 7 电参数允许变化范围

参 数	V_{DD}	电参数允许变化范围
I_{DD}	15V	$\pm 100\text{nA}$
I_{OL}	5V	$\pm 15\%$ 规范值
I_{OH}	5V	$\pm 15\%$ 规范值

3.5 静电放电敏感度（ESD）

ESD 试验按 GJB 548 中方法 3015 的规定进行, 应不小于 2 000V。

3.6 器件识别号

对 QPL 器件, 器件识别号应按 GJB 597A—1996 的规定, 并增加宇航用标志“YA”、“YB”或“YC”。
器件识别号示例如下:

YX	J	C4018	B	F	F	C	Q
							
宇航用标志 可为YA、YB 或YC	军用标志	器件型号	器件实际的 鉴定质量 等级	RHA 标志 3 000Gy(Si)	封装形式	引线镀涂	外购芯片 空: 自产

对非 QPL 器件，器件识别号如下：

YC	C4018	F	F	C	Q
					
宇航用标志	器件型号	RHA 标志 3 000Gy(Si)	封装形式	引线镀涂	外购芯片 空: 自产

如果器件封装尺寸不允许标志所有内容时，允许按照QJ 10006—2008中3.15的规定对器件识别号进行简化，但至少包括宇航用标志、军用标志（对QPL器件）、器件型号、RHA标志。

4 质量保证规定

4.1 抽样和检验

除另有规定外，抽样和检验程序应按 QJ 10006—2008 中 4.7、4.8 的规定。

4.2 筛选

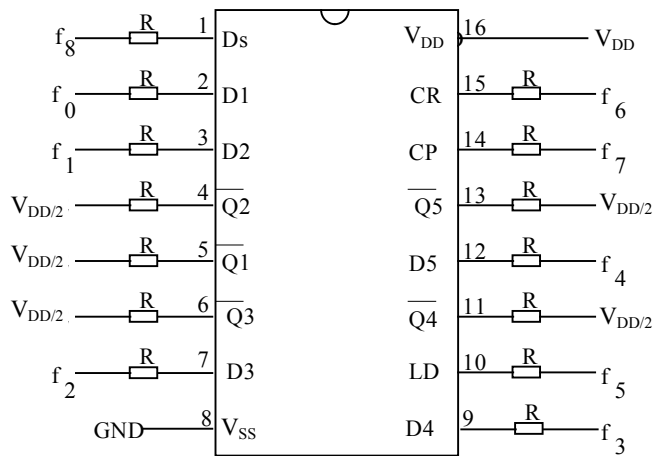
除另有规定，在鉴定检验和质量一致性检验之前，全部器件应按表 8 规定的相应等级要求进行筛选。

表 8 筛选

序号	项目	试验方法 GJB 548	试验条件		
			YA 级	YB 级	YC 级
1	晶片批接收	5007	要求	不要求	不要求
2	非破坏键合拉力	2023	要求	不要求	不要求
3	内部目检	2010	条件 A		条件 B
4	稳定性烘焙	1008	条件 C，至少 48h		条件 C，至少 24h
5	温度循环	1010	试验条件 C，循环 10 次		
6	恒定加速度	2001，仅 Y ₁ 方向	条件 E(至少)		条件 D(至少)
7	外部目检	2009	要求		
8	PIND ^a	2020	条件 A		
9	编序列号	—	—		
10	室温电参数测试	—	按表 5 的规定		
11	动态老炼	1015	125℃ 240h， 线路见图 4	125℃ 240h， 线路见图 4	125℃ 168h， 线路见图 4
12	室温电参数测试	—	按表 5 的规定		

表 8（续）

序号	筛选试验	试验方法 GJB 548	试验条件		
			YA 级	YB 级	YC 级
13	电参数变化量计算	—	计算动态老炼试验后电参数相对于第 10 项测试数据的变化量，判据按表 7 的要求		不要求
14	静态老炼	1015	条件 A 或 C，至少 150℃ 72h，线路见图 5		不要求
15	室温电参数测试	—	按表 5 的规定		
16	电参数变化量计算	—	计算静态老炼试验后参数相对于第 10 项测试数据的变化量，判据按表 7 的要求		不要求
17	允许不合格品率计算 ^b	—	5%,25℃ 功能参数 3%	5%	10%
18	室温电参数测试	—	按表 5 的要求		
19	低温电参数测试	—	按表 5 的要求		
20	高温电参数测试	—	按表 5 的要求		
21	密封	1014	精检漏：条件 A1 或 A2； 粗检漏：条件 C1 或 C2		
22	X 射线照相 ^c	2012	两个视图		不要求
23	外部目检	2009	要求		
^a 要求记录 PIND 试验次数、每次试验的合格/不合格情况。					
^b 当不合格品率不超过规定的 20%或 2 倍（取大者）时，可以重新提交老炼，但仅能提交一次。重新提交老炼的 PDA 为 3%。					
^c 按照 GJB 548 方法 2012 的要求提供照片。					

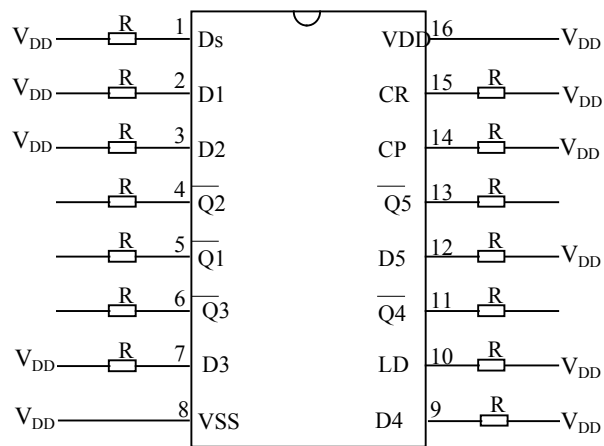


注 1：R：2kΩ～47kΩ。

注 2：频率： f_0 为 25kHz~1MHz 方波， $f_1=f_0/2$ ，……， $f_8=f_1/2$ ； V_{IH} ：4V~ V_{DD} ， V_{IL} ：0V~0.5V； V_{IH} ：14V~ V_{DD} ， V_{IL} ：0V~0.5V。

注 3： V_{DD} ：15V±0.5V。

图 4 动态老炼试验线路



注 1: R : $2\text{k}\Omega \sim 47\text{k}\Omega$ 。
注 2: V_{DD} : $15\text{V} \pm 0.5\text{V}$ 。

图 5 静态老炼试验线路

4.3 鉴定检验

鉴定检验应按 QJ 10006—2008 和本规范的规定。所进行的检验应符合 4.4.1~4.4.6 对 A、B、C、D 和 E 组的规定。

4.4 质量一致性检验

4.4.1 总则

质量一致性检验应按 QJ 10006—2008 和本规范的规定。所进行的检验应符合 A、B、C、D 和 E 组检验的规定。

4.4.2 A 组检验

A 组检验应按表 9 的规定。

电试验要求按表 5 的规定，各分组的电测试按表 6 的规定。

各分组的测试可用一个样本进行。当所要求的样本大小超过批的大小时，允许 100%检验。各分组的测试可按任意顺序进行。

合格判定数定为 0。

表 9 A 组检验

分组	样本大小（接收数）
A1 分组 25℃下的静态测试	116(0)
A2 分组 125℃下的静态测试	
A3 分组 -55℃下的静态测试	
A7 分组 25℃下的功能测试	
A9 分组 25℃下的开关测试	
A10 分组 125℃下的开关测试	
A11 分组 -55℃下的开关测试	

4.4.3 B 组检验

B 组检验应按表 10 的规定。

不要求电测试的各分组可用同一检验批中电性能不合格的器件作为样本。

表 10a YA 级器件 B 组检验

试验			GJB 548		样本大小 (接收数)
			方法	条件	
B1 分组 ^a	物理尺寸		2016	—	2 (0)
	内部水汽含量 ^b		1018	100℃时内部水汽含量最大为 5 000ppmv	3 (0) 或 5 (1) ^c
B2 分组	耐溶剂性 ^d		2015	—	3 (0)
	内部目检及机械检查		2013 及 2014	由相应采购文件设计和结构要求确定	2 (0)
	键合 强度	热压焊	2011	试验条件 C 或 D	22 (0) ^e
		超声焊		试验条件 C 或 D	
		倒装焊		试验条件 F	
		梁式引线		试验条件 H	
	芯片剪切或附着强度试验		2019 或 2027	按照不同的芯片大小确定判据	3 (0)
B3 分组	可焊性 ^f		2003	焊接温度为 245℃±5℃	22 (0)
B4 分组 ^a	引线牢固度 ^g		2004	试验条件 B2, 引线疲劳	45 (0)
	密封	细检漏	1014	条件 A1 或 A2	
		粗检漏		条件 C1 或 C2	
	封盖扭矩 ^h		2024	适用时	
B5 分组 ⁱ	电测试 ^j		1005	按本规范表 5	45 (0)
	稳态寿命 ^k			试验条件 C、D 或 E	
	电测试 ^j			按本规范表 5	
B6 分组	电测试 ^j		—	按本规范表 5	15 (0)
	温度循环		1010	试验条件 C, 至少 100 次	
	恒定加速度		2001	试验条件 E, 仅 Y1 方向	
	密封	细检漏	1014	条件 A1 或 A2	
		粗检漏		条件 C1 或 C2	
	电测试		—	按本规范表 5	
B7 分组 ⁱ	电测试		3015	本规范 A1 分组	3 (0)
	静电放电敏感度 ^l			Ⅱ级	
	电测试			本规范 A1 分组	
	对于不要求终点电测试的各分组, 可以采用同一检验批中电参数不合格的器件, 但条件是这些电参数不合格的器件经过了老炼前电参数测试, 并经过了老炼试验要求的整个温度/时间的试验。				
^a 如果同一检验批的样品进行了 D 组检验, 则在鉴定或质量一致性检验时不必进行。					
^b 仅对玻璃熔封器件要求。除非对氧化铍封装制定并采取了预防措施, 否则应采用方法 1018 程序 3。					
^c 进行试验的 3 只器件, 如果有 1 只失效, 加试 2 只且不允许失效。如果最初试样 (即 3 只或 5 只) 未通过, 根据承制方的意愿, 第二批样品可在鉴定机构授权的另一试验室进行。如果这次样品通过, 只要将提交试验的两组器件以及数据, 连同从同一批中追加的 5 只器件, 一并提交鉴定机构, 该批就可接收。如果采用 5 (1) 抽样方案通过了该试验, 承制方应确定失效原因并评估该批的风险。					
^d 仅采用墨水或油漆做标记的器件要求。					
^e 除另有规定外, 试验条件 C 和 D 的样本大小, 应是从最少为 4 个器件中选出的键合拉力试验数。对条件 F 或 H 则是芯片数而不是键合数。					
^f 除了老炼后经浸热焊料或浸锡铅的器件外, 用作可焊性试验的所有器件, 应是经引线镀涂即将发运, 并经受过老炼温度/时间处理的试验。所要求的引线数, 最少应为 3 个器件中选出, 样本大小适用于所检验的引线数。					
^g 引线牢固性试验的样本大小数为 45, 应是试验引线数或引出端数, 且应至少取自 3 个器件。用于引线牢固性试验的所有器件应通过密封和封盖扭矩试验 (适用时, 见注 h)。对针栅阵列引线及刚性引线, 采用方法 2028。对有引线片式载体封装, 使用试验条件 B ₁ 。仅对无引线片式载体封装, 采用试验条件 D 及样本大小为 15, 应至少抽取 3 个器件的被试焊点数。密封试验仅对玻璃熔封引线的封装进行。					
^h 封盖扭矩试验仅适用于玻璃熔封的封装。					
ⁱ 试验温度高于 125℃时, 不应采用方法 1005 的 3.3.1 条的替代方法。					
^j 从A组1, 2, 3分组读取并记录数据。					
^k 用于老炼的同一试验温度应用作稳态寿命试验。					
^l 若连续至少 3 批的静电放电敏感度试验合格, 经供需双方协商后, 可由 B7 分组检验改为 D9 分组检验。					

表 10b YB 级 YC 级器件的 B 组检验

试 验			GJB 548		样本大小 (接收数)
			方法	条件	
B1 分组 ^a	尺寸		2016	—	2 (0)
B2 分组	耐溶剂性 ^b		2015	—	3 (0)
B3 分组	可焊性 ^c		2003	焊接温度为：245℃±5℃	15
B4 分组	内部目检及机械检查		2014	由相应采购文件设计和结构要求确定	1 (0)
B5 分组	键合强度 ^d	热压焊	2011	试验条件 C 或 D	15 (0)
		超声焊		试验条件 C 或 D	
		倒装焊		试验条件 F	
		梁式引线		试验条件 H	
B6 分组	电测试	3015	本规范 A1 分组	3 (0)	
	静电放电敏感度 ^e		按采购文件的规定		
	电测试		本规范 A1 分组		
对于不要求终点电测试的各分组，可以采用同一检验批中电参数不合格的器件，但条件是这些电参数不合格的器件经过了老炼前电参数测试，并经过了老炼试验要求的整个温度/时间的试验。					
^a 如果同一检验批还要经受D组试验，则该分组不要求。					
^b 仅对采用墨水或油漆作标记或对比媒质的器件，才要求耐溶剂性试验。					
^c 提供可焊性的样品，应是经过引线涂覆即将提供使用方的产品，并经过了老炼试验。所要求的引线数，最少应从3个器件中选出，样品数指引线数。					
^d 引线数，至少分布在4只器件中。					
^e 若连续至少3批的静电放电敏感度合格，经供需双方协商后，可由B6分组检验改为D9分组检验					

4.4.4 C 组检验

C 组检验应按本规范表 11 的规定。

表 11 C 组检验 (对 YB 级和 YC 级器件)

试验		GJB 548		样本大小（接收数） ^a
		方法	条件	
C1 分组	稳态寿命试验	1005	125℃、1000h	45（0）
	终点电测试	—	按本规范表 7 要求，计算电参数变化量	
^a 除非采购文件另有规定，样本大小应为 45 只。				

4.4.5 D 组检验

D 组检验应按本规范表 12 的规定。

D1、D2、D6 分组可用同一检验批中电性能不合格的器件作为样本。

表 12 D 组检验（对所有质量等级）

试 验 ^a		GJB 548		样本大小 (接收数)
		方法	条件	
D1 分组 ^b	物理尺寸	2016	—	15 (0)
D2 分组 ^b	引线牢固度 ^c	2004	条件 B ₂ , 引线疲劳	45 (0)
	密封 ^d	1014	条件 A1 或 A2	
			条件 C1 或 C2	
D3 分组 ^e	热冲击	1011	条件 B, 最少 15 次循环	15 (0)
	温度循环	1010	条件 C, 最少 100 次循环	
	耐湿 ^f	1004	—	
	目检	—	按方法 1009 目检判据	
	密封 ^g	1014	条件 A1 或 A2	
			条件 C1 或 C2	
	电测试 ^h	—	按本规范表 5 要求	
D4 分组 ^e	机械冲击	2002	条件 B	15 (0)
	扫频振动	2007	条件 A	
	恒定加速度	2001	条件 E, Y1 方向	
	密封	1014	条件 A1 或 A2	
			条件 C1 或 C2	
	外部目检	—	按方法 1010 或 1011 的目检判据	
	终点电测试	—	按本规范表 5 要求	
D5 分组 ^b	盐雾 ^f	1009	至少试验条件 A	
	目检		按方法 1009 目检判据	
	密封 ^g	1014	条件 A1 或 A2	
			条件 C1 或 C2	
D6 分组 ^b	内部水汽含量	1018	在 100℃ 时最大水汽含量为 5 000ppmv	3 (0) 或 5 (1) ⁱ
D7 分组	引线涂覆粘附强度 ^{jk}	2025	—	15 (0)
D8 分组	封盖扭矩 ^{bl}	2024	—	5 (0)
D9 分组	电测试	3015	本规范 A1 分组	5 (0)
	静电放电敏感度 ^m		按采购文件的规定	
	电测试		本规范 A1 分组	

^a 经鉴定机构批准, 在线工艺监控数据可替代 D1, D2, D6, D7 和 D8 分组试验。监测应针对封装类型按规定的分组试验方法进行。采用的样本大小及频度应等于或比指定分组中所规定的更为严格, 监测试样应取自其后参数不再发生变化的工艺点。应能由这些在线监测数据追溯至该数据所代表的检验批 (接收或拒收)。
^b 同一检验批中电参数不合格器件可用作样本。
^c 引线牢固性试验的样本大小 45 应是试验引线数或引出端数, 且应至少取自 3 个器件, 若引线数或引出端数不足 45, 则试验全部。用于引线牢固性试验的所有器件应通过密封试验 (适用时, 见注 d) 以便满足 2 分组的要求。对有引线片式载体封装, 采用试验条件 B₁, 对针栅阵列引线及刚性引线, 采用方法 2028。仅对无引线片式载体封装, 采用试验条件 D, 样本大小 15 应是至少取自 3 个器件的被试焊点数。
^d 仅对玻璃熔封引线的封装才需进行密封试验 (2b 分组)。
^e 用于 3 分组的器件, 可用于 4 分组。
^f 对无引线片式载体封装, 不要求引线弯曲应力的预处理。对于采用非导电连筋的窄节距封装 (小于 1.27mm), 在耐湿试验前, 仅要求对 3 个器件作预处理, 随后对这 3 个器件无需进行电测试。而其余 12 个器件无需作预处理, 但需经受要求的终点电测试。
^g 在完成所要求的目检之后, 按方法 1014 进行密封试验之前, 器件上可能带有锈蚀物, 应用毛刷刷除。
^h 由承制方自定, 可在耐湿试验之后及密封试验之前, 进行终点电参数测试。
ⁱ 试验 3 个器件, 如果一个失效, 加试 2 个器件应无失效。如果初始试样 (即 3 个或 5 个器件) 失效, 根据承制方的意见, 第二个完整的样本可在由鉴定机构认可的另一个试验室中进行试验。如果这次试样通过, 只要两次提交的器件和数据, 连同由同一批中的另外 5 个器件, 一起送交给鉴定机构, 该批应予接收。如果用 5 (1) 抽样方案通过了该试验, 承制方应确定失效原因并评估该批风险。
^j 引线涂覆粘附强度试验, 不适用于无引线片式载体封装。
^k 样本大小指引线数。
^l 封盖扭矩试验, 仅适用于玻璃熔封的封装。
^m 若在 B 组中已检验进行, 则 D9 分组中可不再检验。

4.4.6 E 组检验（辐射强度保证试验）

按照使用方要求进行 E 组试验，至少应进行 E2 分组试验。E 组检验见表 13。抽样数按照 QJ 10006—2008 中表 7 的规定。抗电离总剂量辐射能力应达到 3 000Gy(Si)。

表 13 E 组检验

试验			GJB 548		样品数/（接收数）	
					YA 级	YB 级、YC 级
			方法	条件		
E1 分组	中子辐射 ^a	鉴定	1017	25℃	2（0）只/每晶片 11（0）只/每晶片批 ^b	2（0）只/每晶片 5（0）只/每晶片批 11（0）只/每检验批 ^c
		质量一致性检验			2（0）只/每晶片 11（0）只/每晶片批 ^b	2（0）只/每晶片 5（0）只/每晶片批 11（0）只/每检验批 ^c
		终点电测试	—	—	—	—
E2 分组	稳态总剂量辐射	鉴定	QJ 10004—2008	25℃ 施加最大电源电压	4（0）只/每晶片 22（0）只/每检验批	2（0）只/每晶片 5（0）只器件/每晶片批 22（0）只器件/每检验批
		质量一致性检验			4（0）只/每晶片 22（0）只/每检验批	2（0）只/每晶片 5（0）只/每晶片批 22（0）只/每检验批
		终点电测试	—	表 15	—	—
E3 分组	瞬时电离辐射	鉴定	数字电路 1021， 线性电路 1023	25℃	2（0）只/每晶片	2（0）只/每晶片
		质量一致性检验			11（0）只/每晶片批	11（0）只/每晶片批
		终点电测试	—	—	—	—
E4 分组	辐射锁定		1020	—	—	—
E5 分组	单粒子锁定		QJ 10005—2008	—	4（0）只/每晶片	不要求
表中用做一个分组的试验，不可用做另外一个分组，但可在同一分组中供较高等级试验用。除非试验是在试验方法所限定的时间内进行，总的辐射时间不应考虑为累积量。E 组试验可以在器件筛选之前进行。						
^a 采购文件有规定时才进行本分组试验。						
^b 按晶片批，如果一个器件失效，在样品中可增加 7 个器件，但不允许再发生失效，即 18（1）。						
^c 按检验批，如果一个器件失效，在样品中可增加 7 个器件，但不允许再发生失效，即 18（1）。						

4.5 检验方法

4.5.1 电压和电流

所有给出的电压均以器件 GND 端为基准。电流约定以流入器件引出端为正。

4.5.2 老炼和寿命试验冷却程序

被试器件（DUT）在完成试验之后，应先冷却到（25±3）℃，才能去掉偏置电压。应规定在 96h 内完成老炼后测试，然后再进行电参数终点电测试并按要求计算变化量（△）值，老炼和寿命试验前后，应记录每个器件的必要的参数，以确定变化量（△）。

4.5.3 电源电流（ I_{DDH} / I_{DDL} ）的测试

进行电源电流测量时，电流表的安置应使全部电流流过该电流表。

4.5.4 总剂量抗辐射试验方法

总剂量抗辐射试验方法要求为：

- 辐射器件的偏置可按照本规范表 14 的要求，如果使用方另有要求，按照使用方要求进行；
- 辐射前后器件在 $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 下按表 15 要求进行终点电测试。

表 14 总剂量辐射试验偏置条件

悬空端	接地端	接电源端 $V_{\text{DD}}=10\text{V}\pm 0.5\text{V}$
4-6,11,13	8	1-3,7,9-10,12,14-16
除了电源 V_{DD} 和 V_{SS} 外，其他器件引出端需要串联 $47(1\pm 5\%) \text{ K}\Omega$ 的电阻。		

表 15 辐射测试要求

参数	符号	测试条件	辐射后规范值		单位
			最小值	最大值	
电源电流	I_{DD}	$V_{\text{DD}}=15\text{V}, V_{\text{in}}=V_{\text{DD}}$ 或 GND	—	25	μA
辐射前 N 沟阈电压	V_{nth1}	$V_{\text{DD}}=10\text{V}, I_{\text{ss}}=10\mu\text{A}$	-2.8	-0.7	V
辐射后 N 沟阈电压	V_{nth2}	$V_{\text{DD}}=10\text{V}, I_{\text{ss}}=\text{零偏值}+10\mu\text{A}$	-2.8	-0.2	V
N 沟阈电压变化	ΔV_{nth}	$V_{\text{SS}}=0\text{V}$	—	± 1.0	V
辐射前 P 沟阈电压	V_{pth1}	$V_{\text{SS}}=0\text{V}, I_{\text{DD}}=10\mu\text{A}$	0.7	2.8	V
辐射后 P 沟阈电压	V_{pth2}	$V_{\text{SS}}=0\text{V}, I_{\text{DD}}=\text{零偏值}+10\mu\text{A}$	0.2	2.8	V
P 沟阈电压变化	ΔV_{pth}	$V_{\text{SS}}=0\text{V}$	—	± 1.0	V
功能	F	$V_{\text{DD}}=15\text{V}, V_{\text{in}}=V_{\text{DD}}$ 或 GND	$V_{\text{oh}} > V_{\text{DD}}/2$	$V_{\text{oh}} < V_{\text{DD}}/2$	V
		$V_{\text{DD}}=5\text{V}, V_{\text{in}}=V_{\text{DD}}$ 或 GND			
传输延迟时间	$T_{\text{plh}}, T_{\text{phl}}$	$V_{\text{DD}}=5\text{V}$	—	规范值的 1.35 倍	ns

4.6 使用方的监制和验收

4.6.1 总则

使用方的监制和验收按照 QJ 10006—2008 中 3.16 的规定。

4.6.2 使用方的监制

4.6.2.1 监制的职责与权利

在器件封帽前，承制方应通知使用方监制。

使用方可以对与产品技术、质量及可靠性要求有关的任何试验和检验进行检查，但产品的最终质量由承制方负责。

提交使用方监制的器件应是经过承制方 100% 检验合格的产品。

4.6.2.2 使用方监制的内容

监制内容至少包括下列方面：

- 了解承制方当时的生产工艺状态和重点工序的质量控制状态；
- 核对器件结构与 PID 的规定是否一致；
- 对承制方内部目检合格的器件，由使用方进行封帽前镜检。YA 级器件、YB 级器件按照 GJB 548 方法 2010 条件 A 的要求进行，YC 级器件按照 GJB 548 方法 2010 条件 B 的要求进行；
- 监制人员在工作过程中，负责向承制方解释所执行的标准，并向承制方质量管理部门和检验人员及时反馈监制工作中发现的质量问题；必要时，监制人员应在产品工艺流程卡上签字，以便验收时对产品的监制情况进行确认。

4.6.3 使用方的验收

4.6.3.1 总则

验收试验应在筛选试验和质量一致性检查合格后进行。验收试验过程如发现批次性失效的器件，则验收试验判为不合格，且不得再一次进行验收试验。

4.6.3.2 贮存期

除非另有规定，提交验收的器件在承制方贮存的期限为（1~36）个月。

4.6.3.3 质量文件的审查

审查提交验收器件的质量文件，至少包括以下文件：

- a) 设计文件；
- b) 质量手册和程序文件；
- c) 试验、测试所用的关键设备清单；
- d) 外购关键原材料入厂检验规范和检验报告；
- e) PID；
- f) 批流程卡；
- g) 监制报告；
- h) 承制方筛选试验报告；
- i) 质量一致性检验报告（或鉴定检验报告等）；
- j) 辐射能力评估报告（有要求时）；
- k) 抗静电能力摸底试验报告；
- l) 失效分析报告（必要时）；
- m) 合格证。

4.6.3.4 交收试验项目和要求

验收项目和要求见表 16。

表 16 验收项目和要求

序号	试验项目	GJB 548	
		方法	条件或要求
1	DPA	5009	本规范 4.6.3.5
2	常温测试	—	表 5
3	PIND ^a	2020	条件 A
4	密封	1014	精检漏：条件 A1 或 A2 粗检漏条件 C1 或 C2
5	高温测试	—	表 5
6	低温测试	—	表 5
7	标志 ^b	—	—
8	外形尺寸检查 ^c	2016	—
9	外部目检	2009	—

^a 要求记录 PIND 试验次数、每次试验的合格/不合格情况。

^b 目视器件外壳上的标志应清晰、牢固，标志内容符合详细规范的规定。 随机抽取三只样品，或选用 DPA 样品。用棉花沾无水乙醇擦每只样品三次后，标志仍应保持清晰。

^c 必要时用合适的量具测量器件的外形尺寸。

4.6.3.5 破坏性物理分析（DPA）要求

DPA 在供需双方认可的独立试验室进行，或在使用方进行，或有使用方人员参加的情况下、在承制方进行。DPA 抽样方法按照 QJ 1906A—1997。但当批数量少于 10 只时，抽取 2 只。DPA 试验时项目应不得少于表 17 的规定。

表 17 破坏性物理分析（DPA）

序号	试验项目	GJB 548	
		方法号	要求
1	外部目检	2009	—
2	PIND	2020	条件 A
3	密封	1014	精检漏：条件 A1 或 A2 粗检漏：条件 C1 或 C2
4	水汽含量测试	1018	不大于 5 000ppmv
5	内部目检	2010	条件 A
6	扫描电子显微镜检查	2018	—
7	键合强度	2011	—
8	芯片剪切强度	2019	—

4.6.3.6 验收的结果和处理

4.6.3.6.1 接收

通过验收试验并满足下述要求的产品可接收：

- a) 达到采购合同和详细规范规定的性能指标和合格判据的交验产品；
- b) 文件审查通过；
- c) 交收试验通过。

4.6.3.6.2 拒收

凡有下列情况之一的产品应拒收：

- a) 如发现生产工艺控制不满足要求并直接影响到产品质量；
- b) 筛选试验 PDA 不通过；
- c) 质量一致性检验（或例行试验）不通过；
- d) 文件审查未通过；
- e) 交收试验不通过。

4.6.3.6.3 重新验收

当采购合同中无要求时，对验收未通过的器件允许承制方重新提交，但要进行如下程序：

- a) 重新验收应预先取得使用方的同意；
- b) 对验收未通过的器件，承制方应进行失效分析，明确失效原因，确认不合格器件可以经过针对性筛选后剔除，并且能保证针对性筛选的试验方法不会对器件的质量和可靠性产生不良影响时，允许在完成针对性筛选后重新验收；
- c) 针对性筛选试验后进行重新验收时，应作重新验收记录，且只准重新验收一次。

4.6.3.6.4 交收报告的签署

不论验收的器件接收与否，承制方与使用方均应签署交收试验报告；不合格时应注明拒收原因，必要时双方应针对拒收产品签署验收纪要。

4.7 使用方补充筛选

4.7.1 补充筛选试验要求

使用方可根据 QJ 10006—2008 中 4.10 的规定，根据器件质量等级和应用等级选择是否进行补充筛

选试验。补充筛选试验的项目和要求见表 18。

表 18 补充筛选试验的项目和要求

序号	项目	GJB 548 方法号	要求	
			I 级	II 级
1	外部目检	2009	100%	
2	常温电参数测试	—	按表 5 的要求	
3	稳定性烘焙 ^a	1008	条件 C, 至少 24h	不要求
4	温度循环	1010	条件 C, 5 个循环	条件 B, 5 个循环
5	恒定加速度	2001	条件 E, Y1 方向	2001, 条件 E
6	外部目检	2009	100%	
7	PIND	2020	条件 A, 100%	不要求
8	编序列号	—	100%	100%
9	常温电参数测试	—	按表 5 的要求	
10	动态老炼 ^b	1015	至少 96h	至少 48h
11	中间(老炼后)电测试	—	按表 5 的要求	
12	老炼后电参数变化量计算	—	LTPD=10,判据按表 7 的要求	不要求
13	老炼后不合格品率计算	—	5%或 1 只, 取大者	5%或 1 只取大者
14	低温电参数测试	—	按表 5 的要求, LTPD=10, 不合格全检	不要求
15	高温电参数测试	—	按表 5 的要求, LTPD=10, 不合格全检	不要求
16	密封	1014	精检漏: 条件 A1 或 A2 粗检漏: 条件 C1 或 C2	
17	X 射线照相 ^a	2012	两个视图	
18	外部目检	2009	要求	
对温度循环、恒定加速度, 如果生产厂已经进行过, 使用方应确定是否再进行补充筛选。				
^a 可在筛选的不同阶段进行, 承制方已经进行的项目可不必重复进行。				
^b 承制方和使用方老炼试验的总时间为 240h, 但使用方应进行补充筛选, I 级要求不少于 96h, II 级要求不少于 48h。				

4.7.2 对筛选不合格元器件的处理

对筛选不合格的元器件可按不同情况作以下处理:

- 对失去规定功能的元器件, 应进行失效分析, 如分析确定为缺陷具有批次性, 应作整批报废处理;
- 除非另有规定, 对于参数超差的不合格品应予以剔除;
- 对于筛选不合格的元器件应严格隔离。

5 交货准备

5.1 包装

产品包装应符合 QJ 10006—2008 中 5.1 的要求。

5.2 运输、贮存

5.2.1 运输

在避免雨、雪直接影响的条件下, 装有产品的包装箱可以用任何运输工具运输。但不能和带有酸性、碱性和其它腐蚀性物体堆放在一起。

承制方应及时将器件和需提交的全部报告发往指定地点。

5.2.2 贮存

包装好的产品应贮存在环境温度为 10℃~30℃, 相对湿度不大于 70%, 周围没有酸、碱或其它腐蚀性气体且通风良好的库房里。

5.3 标识

5.3.1 内包装标识

内包装上应包括下列标识内容：

- a) 型号规格；
- b) 数量；
- c) 生产批号和日期代号；
- d) 承制方名称、商标。

5.3.2 外包装标识（运输包装）

包装箱上除应在明显位置标识防潮防雨、防倒置、防振等标识外，还应注明：

- a) 承制方名称；
- b) 承制方通信地址；
- c) 使用方收件人姓名和联系电话；
- d) 使用方通信地址。

5.4 发货时应提供的文件

器件交付使用方时，随器件提交的文件应满足QJ 10006—2008中附录A的规定，每份订货合同、每个器件类型提供一套。

6 说明事项

6.1 预定用途

符合本详细规范的器件预定用于宇航领域或军事装备。为了使产品在保持其基本的质量和可靠性要求的条件下取得最佳成本效果，应根据实际需要，采购等级与用途相适应的器件。

6.2 分类

6.2.1 总则

本规范给出的器件按质量保证的等级分类。

6.2.2 器件标志

器件标志应符合 QJ 10006—2008 中 3.15 的规定。

6.2.3 器件型号

器件型号为 C4018，可预置 N 分频计数器（有预置端）。

6.2.4 器件等级

器件质量等级应为 QJ 10006—2008 所规定的 YA 级、YB 级或 YC 级。

6.3 采购文件中应明确的内容

采购文件中明确的内容为：

- a) 器件名称及编号；
- b) 本规范的名称、编号及发布日期；
- c) 质量等级；
- d) 订货数量；
- e) 验收单位；
- f) 使用方的特殊要求时，如抗辐射能力、抗静电等级等要求；
- g) 任何与本规范不一致或本规范为规定的特殊要求，如载体、包装等。

6.4 术语和定义

GB 3431.1—1982、GJB 597A—1996 和 QJ 10006—2008 确立的术语和定义适用于本规范。

6.5 操作

器件应采取防静电措施进行操作。推荐下列操作措施：

- a) 器件应在防静电的工作台上操作；
 - b) 试验设备和器具应接地；
 - c) 不能触摸器件引线；
 - d) 器件应存放在防静电材料制成的容器中；
 - e) 生产、测试、使用及流转过程工作区域内应避免使用能引起静电的塑料、橡胶或丝织物；
 - f) 相对湿度应尽可能保持在 20%~70%。
-

中华人民共和国航天行业标准
宇航用半导体集成电路
有预置端 N 分频计数器
(C4018) 详细规范

QJ 10006/5—2008

*

中国航天标准化研究所出版
北京西城区月坛北小街 2 号

邮政编码: 100830

中国航天标准化研究所
印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2008 年 6 月出版

定价: 25.00 元