

## 电力半导体器件检验抽样方法

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了计数型一次抽样方案、追加抽样方案及抽样程序。

本标准适用于电力半导体器件(包括模块、组件和附件)的出厂(或逐批)检验、型式(或周期)试验和交收检验。

### 2 引用标准

- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表  
GB 2829 周期检查计数抽样程序及抽样表  
GB 4589.1 半导体器件 分立器件和集成电路总规范

### 3 术语

#### 3.1 单位产品

为实施抽样检查的需要而划分的基本单位。

例如：一只器件、一个部件、一组产品等。

#### 3.2 检查批(简称：批)

为实施抽样检查汇集起来的产品。

#### 3.3 批量(N)

批中所包含的单位产品数。

#### 3.4 样本单位

从批中抽取用于检验的单位产品。

#### 3.5 样本

样本单位的全体。

#### 3.6 样本大小；样品量(n)

样品中所包含的样品单位数。

#### 3.7 不合格

单位产品的质量特性不符合规定。

#### 3.8 不合格品

有一个或一个以上不合格的单位产品。

#### 3.9 每百单位产品不合格品数；批质量(p)

批中所有不合格品数D除以批量N，再乘以100，即：

$$\text{每百单位产品不合格品数} = \frac{\text{批中不合格品总数}(D)}{\text{批量}(N)} \times 100$$

#### 3.10 过程平均( $\bar{p}$ )

一系列初次提交检验批的批质量平均值。

注：初次提交检验批不包括第一次提交检验判为不合格，经返工后再次提交检验的批。



**3.11 合格质量水平(AQL)**

在抽样检查中,认为可以接受的连续提交检验批的过程平均上限值。

**3.12 检查、检验**

用测量、试验或其它方法,把单位产品与技术要求对比的过程。

**3.13 计数检查**

根据产品技术标准规定的一组或一项技术要求,确定单位产品是合格品还是不合格品的检查。

**3.14 逐批检查**

为判断每个提交检验批的批质量是否符合规定要求,对每个批的单位产品进行百分之百或从批中抽取样本的检查。

**3.15 周期检验**

为判断在规定周期内(按时间规定,也可按制造的单位产品数量规定)生产过程的稳定性是否符合规定要求,从逐批检查合格的某个批或若干批中抽取样本的检查。

**3.16 生产定型检查**

为判断某一生产线能否成批制造符合规定质量要求的产品而进行的周期与逐批检查。

**3.17 批量生产检查**

为判断某一生产线在生产定型检查通过后,能否继续保持成批制造符合规定质量要求的产品进行的周期与逐批检查。

**3.18 合格判定数(Ac、c)**

作出批合格判断,样本中所允许的最大不合格品数。

**3.19 不合格判定数(Re、r)**

作出批不合格判断,样本中所不允许的最小不合格品数。

**3.20 判定数组**

合格判定数和不合格判定数或合格判定数系列和不合格判定数系列结合在一起。

**3.21 抽样方案**

样本大小或样本大小系列和判定数组结合在一起。

**3.22 抽样程序**

使用抽样方案判断批合格与否的过程。

**3.23 一次抽样方案**

由样本大小  $n$  和判定数组  $[Ac, Re]$  或  $[c, r]$  结合在一起组成的抽样方案。

注:一次抽样方案按检查的宽严程度,分为正常检查、加严检查和放宽检查三种。

**3.24 检查水平(IL)**

提交检查批的批量与样本大小之间的等级对应关系。

**3.25 样本大小字母码**

根据提交检查批的批量和检查水平确定的样本大小字母代码。

**3.26 批合格概率(Pa)**

对一个批质量已知的批,按给定抽样方案判该批合格的可能性大小。

**3.27 抽查特性曲线(OC 曲线)**

由给定的抽样方案所确定的批合格概率与批质量之关系曲线。

**4 抽样检查的程序与实施****4.1 抽样检查的程序**

- a) 明确或制订考核单位产品合格的判据;
- b) 组成与提出检查批;



- c) 规定合格质量水平(AQL)和检查水平(IL);
- d) 确定样本大小字码;
- e) 检索抽样方案(n、Ac);
- f) 抽取样本 n 和对样本进行检查;
- g) 判定检查批合格或不合格。

## 4.2 抽样检查的实施

4.2.1 考核单位产品性能合格的判据在产品标准或订货合同中给出,并通过测试或试验实施。

### 4.2.2 检查批的组成

检查批通常由同设计、同类型(基本型号、尺寸、主持性等),同生产条件和基本相同生产时间的单位产品组成。

检查批可以是生产批、销售批或运输批,也可以和它们不同。检查批可以是一个生产批,也可以由几个生产批组成。

### 4.2.3 合格质量水平的规定

合格质量水平(AQL)按产品性能参数或不合格(缺陷)的重要程度不同规定不同的值。确定 AQL 值的原则是:

- a) 关系到使用安全和可靠性的基本性能参数或属致命缺陷的 AQL 值应小于一般重要性能参数或严重缺陷的 AQL 值;
- b) 重要性能参数或属严重缺陷的 AQL 值应小于一般性能参数或属轻微缺陷的 AQL 值;
- c) 器件、组件或模块的 AQL 值应不大于整机的 AQL 值;
- d) 分立器件的 AQL 值应不大于组件或模块的 AQL 值;
- e) 构成器件的零部件和附件的 AQL 值应不大于器件的 AQL 值。

### 4.2.4 检查水平的规定

检查水平(IL)分为一般检查水平 I、II、III 三个级和特殊检查水平 S—1、S—2、S—3、S—4 四个级。除另有规定外,通常应采用一般检查水平 I。在抽样检验实施中,如未指出或说明检查水平的等级,则应认为是一般检查水平 I。特殊检查水平在批量小或需小样本时使用。

批量 N 和合格质量水平 AQL 一定时,抽取的样本大小 n 和判别力随检查水平的不同而不同。样本大小和判别力随下列检查水平从左至右逐渐增大或增强:

S—1、S—2、S—3、S—4、I、II、III

检查水平的规定除了与批量和样本大小有关外,原则上还应按产品性能参数或缺陷的重要程度分别规定。此外,在采用特殊检查水平时,应注意与合格质量水平协调一致,以防止较小 AQL 时的最小样本大于由检查水平(如 S—1 或 S—2)得到的最大样本的矛盾。

### 4.2.5 抽样方案的检索

- a) 除另有规定外,检验开始应使用正常检查一次抽样方案;
- b) 由检查批的批量 N 和规定的检查水平 IL,查表 1 得出样本大小字码;
- c) 由得到的样本大小字码在表 2 中查出对应的样本大小 n;
- d) 由样本大小 n 和规定的合格质量水平 AQL,在表 2 中查出判定数组[Ac、Re]。于是得到了具体的抽样方案(n、Ac、Re)。

如表 2 中 n 所在行与 AQL 所在列之相交处是箭头,则应使用箭头指向的第一个判定数组和此判定数组所在行的样本大小。当箭头指向的第一个判定数组对应的样本大小 n 等于或大于批量 N 时,则 N 即为样本,即对批中的全部单位产品进行检查。

### 4.2.6 抽取样本和实施检查

样本应从检查批中随机抽取,抽取方法应能代表批质量,当检查批由若干层组成时,样本应分层按层大小占批量的比例抽取,批的样本由批各层的抽样组成。根据产品标准或订货合同对单位产品规定的



检验项目、检验方法和合格判据，对样本中的全部单位产品逐个进行检查，累计不合格品总数( $d$ )。

#### 4.2.7 判定批合格的规则

样本经检查后，若样本中出现的不合格品数小于或等于合格判定数( $d \leq Ac$ )，则判该批为合格批；若样本中出现的不合格品数大于或等于不合格判定数( $d \geq Re$ )，则判该批为不合格批。

注：由于一次抽样方案满足  $Re = Ac + 1$  的关系， $Re$ 、 $Ac$  和  $d$  又都是正整数，可用  $d > Ac$  代替  $d \geq Re$  判批为不合格批，两者完全等效。

#### 4.2.8 加严检查和放宽检查

初次提交批使用正常检查一次抽样方案检查不合格经全检筛选或修理好后，再次提交检查时，如使用加严检查应按 GB 2828 的表 4 规定的加严检查一次抽样方案，或较正常检查的 AQL 加严一级的抽样方案。

从正常检查到放宽检查和从放宽检查到正常检查的条件应符合 GB 2828 的 4.6.3(转移规则)。放宽检查一次抽样方案按 GB 2828 的表 5 实施。

### 5 批允许不合格品率(LTPD)抽样方案

#### 5.1 概述

批允许不合格品率(LTPD)抽样方案主要用于电力半导体器件的周期检验。表 3 给出了大批量( $N > 10n$ )、置信度为 90% 的 LTPD 抽样方案(一次抽样)；表 4 给出了批量小于等于 200 的 LTPD 抽样方案。

表 5 是由表 3 选择 LTPD 值、按合格判定数  $c=2$  和样本大小接近 AQL 抽样方案的检查水平 I 编制的，此表给出了 AQL 值与 LTPD 值相对应的两种抽样方案。本表限于合格判定数不大于 4 和批量不大于 150000 的抽样方案。

表 6 给出置信度四个挡值的 LTPD 抽样方案。置信度低于 90% 的抽样方案通常用于机械、气候环境试验和耐久性试验。

#### 5.2 LTPD 抽样方案的样本大小 $n$ 和检索程序

对于批量大于 200 的抽样，由规定的 LTPD 值和选择的合格判定数  $c$  在表 3 或表 6 中即可查到样本大小  $n$ 。对于批量小于等于 200 的抽样，原则上由批量  $N$ 、规定的 LTPD 和选择的合格判定数  $c$  确定样本大小  $n$ 。检索程序是：首先由  $c$  在表 4 中找到需要进一步查索的分表；在此分表找到等于或最接近检查批批量  $N$  的批量栏(如实际批量在两栏之间，则可任选两栏中之一栏)；在批量栏所在列找到等于或最接近规定 LTPD 值的 LTPD 值，此 LTPD 值所在行的左端对应的  $n$  即是所需的样本大小。如使用的批量栏中没有等于或小于规定 LTPD 值的 LTPD 值，则应采用 100% 检验。

LTPD 抽样方案(一次)合格判定数通常选择 1，最大不超过 4。

#### 5.3 追加抽样和批合格判定规则

第一次抽样时，对样本检验后，如样本中的不合格品数  $d$  小于或等于合格判定数  $c$  ( $d \leq c$ )，则判该批为合格批；如  $d > c$ ，则判该批为不合格批。

当第一次抽样对样本  $n_1$  检验后出现  $d_1 > c_1$  时，可采取选定一个大于  $c_1$  的新的合格判定数  $c_2$  及对应的样本大小  $n_2$  (总样品量)的追加抽样方案，但只能追加一次。追加的样品必须经受不合格项目的全部检验。

追加抽样方案仅对追加的样品量  $\Delta n$  ( $n_2 - n_1$ ) 进行检验， $\Delta n$  中出现的不合格判定数为  $d_2$ ，如  $d_1 + d_2 \leq c_2$ ，则判批为合格批，如  $d_1 + d_2 > c_2$ ，则判批为不合格批。

采用追加抽样方案时，必须保持与第一次抽样方案相同的 LTPD 和置信度(CL)。第一次抽样方案的合格判定数  $c_1$  通常选取 1，追加抽样方案的合格判定数选取 2(见表 7)。

#### 5.4 加严检验

加严检验按表 3 或表 4 中比规定的 LTPD 值严一级进行。



表1 样本大小字码

批 量 范 围	特殊检查水平				一般检查水平		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2~8	A	A	A	A	A	A	B
9~15	A	A	A	A	A	B	C
16~25	A	A	B	B	B	C	D
26~50	A	B	B	C	C	D	E
51~90	B	B	C	C	C	E	F
91~150	B	B	C	D	D	F	G
151~280	B	C	D	E	E	G	H
281~500	B	C	D	E	F	H	J
501~1200	C	C	E	F	G	J	K
1201~3200	C	D	E	G	H	K	L
3201~10000	C	D	F	G	J	L	M
10001~35000	C	D	F	H	K	M	N
35001~150000	D	E	G	J	L	N	P
150001~500000	D	E	G	J	M	P	Q
≥500001	D	E	H	K	N	Q	R

表2 正常检查一次抽样方案

样本大小字码	样本大小	合 格 质 量 水 平 (AQL)															
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2															↓	0 1
B	3															0 1	↑
C	5															↑	↓
D	8															1 2	2 3
E	13															2 3	3 4
F	20															3 4	5 6
G	32															5 6	7 8
H	50															7 8	10 11
J	80															10 11	14 15
K	125															14 15	21 22
L	200															21 22	↑
M	315															↑	↑
N	500															↑	↑
P	800															↑	↑
Q	1250															↑	↑
R	2000															↑	↑

注：↓ = 使用箭头下面第一个抽样方案，若样本大小等于或大于批量，则进行百分之百检验。

↑ = 使用箭头上第一个抽样方案。



表3 大批量的 LTPD 抽样方案  
(置信度 90%)

LTPD	50	30	20	15	10	7	5	3	2	1.5	1	0.7
合格判定数(c) (r=c+1)	样 本 大 小 (n)											
0	5 (1.03)	8 (0.64)	11 (0.46)	15 (0.34)	22 (0.23)	32 (0.16)	45 (0.11)	76 (0.07)	116 (0.04)	153 (0.03)	231 (0.02)	328 (0.02)
1	8 (4.4)	13 (2.7)	18 (2.0)	25 (1.4)	38 (0.94)	55 (0.65)	77 (0.46)	129 (0.28)	195 (0.18)	258 (0.14)	390 (0.09)	555 (0.06)
2	11 (7.4)	18 (4.5)	25 (3.4)	34 (2.24)	52 (1.6)	75 (1.1)	105 (0.78)	176 (0.47)	266 (0.31)	354 (0.23)	533 (0.15)	759 (0.11)
3	13 (10.5)	22 (6.2)	32 (4.4)	43 (3.2)	65 (2.1)	94 (1.5)	132 (1.0)	221 (0.62)	333 (0.41)	444 (0.31)	688 (0.20)	953 (0.14)
4	16 (12.3)	27 (7.3)	38 (5.3)	52 (3.9)	78 (2.6)	113 (1.8)	158 (1.3)	265 (0.75)	398 (0.50)	531 (0.37)	798 (0.25)	1140 (0.17)
5	19 (13.8)	31 (8.4)	45 (6.0)	60 (4.4)	91 (2.9)	131 (2.0)	184 (1.4)	308 (0.85)	462 (0.57)	617 (0.42)	927 (0.28)	1323 (0.20)
6	21 (15.6)	35 (9.4)	51 (6.6)	68 (4.9)	104 (3.2)	149 (2.2)	209 (1.6)	319 (0.94)	528 (0.62)	700 (0.47)	1054 (0.31)	1503 (0.22)
7	24 (16.6)	39 (10.2)	57 (7.2)	77 (5.3)	116 (3.5)	166 (2.4)	234 (1.7)	390 (1.0)	589 (0.67)	782 (0.51)	1178 (0.34)	1680 (0.24)
8	26 (18.1)	43 (10.9)	63 (7.7)	85 (5.6)	128 (3.7)	184 (2.6)	258 (1.8)	431 (1.1)	684 (0.72)	864 (0.54)	1300 (0.36)	1854 (0.25)
注：样本大小是根据普阿松指数二项式极限确定的。												
括号内所示为平均 19/20 批被接收所要求的最低质量水平(约等于(AQL)仅供参考。												

表4 批量小于或等于 200 的小批量超几何抽样方案

N	10	20	30	40	50	60	80	100	120	150	160	200
C=0												
n	LTPD											
2	65	66	67	67	67	68	68	68	68	68	68	68
4	36	40	42	42	42	43	43	43	43	43	44	44
5	29	33	34	35	35	35	36	36	37	37	37	37
8	15	20	22	23	23	23	24	24	24	24	24	25
10		15	17	19	19	19	20	20	20	20	20	20
16		6.9	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13
20			6.8	8.0	8.7	9.0	9.4	10	10	10	10	10
25			4.3	5.7	6.4	6.9	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.8
32				3.7	4.4	5.0	5.5	5.9	6.0	6.2	6.3	6.3
40					3.0	3.4	4.0	4.5	4.6	4.9	5.0	5.0



表 4(完)

N	10	20	30	40	50	60	80	100	120	150	160	200
50						2.3	2.9	3.3	3.5	3.7	3.7	3.9
64							1.7	2.2	2.5	2.7	2.8	2.9
80								1.5	1.7	2.0	2.1	2.2
100									1.1	1.5	1.5	1.7
125										0.8	0.9	1.2
128										0.8	0.9	1.1
160												0.7
C=1												
2	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
4	62	66	66	67	67	67	67	67	67	67	67	68
5	51	55	56	57	57	58	58	58	58	58	58	58
8	28	35	38	38	39	39	39	39	39	40	40	40
10		30	30	31	32	32	32	33	33	33	33	33
16		15	18	18	20	20	21	21	21	21	22	22
20			13	15	16	16	16	16	17	17	17	18
25			9.2	11	12	13	13	13	13	14	14	14
32				7.4	8.2	9.0	9.9	10	10.5	11	11	11
40					5.9	6.8	7.6	7.8	8.2	8.3	8.4	8.6
50						4.6	5.6	6.1	6.4	5.5	6.7	6.7
64							3.8	4.4	4.7	5.0	5.0	5.2
80								3.0	3.4	3.7	3.8	4.0
100									2.5	2.8	2.8	3.0
125										1.9	2.0	2.2
128										1.7	1.9	2.2
160												1.5
C=2												
4	82	83	84	85	85	85	85	86	86	86	86	86
5	69	73	74	74	74	75	75	75	75	75	75	75
8	42	49	49	52	52	52	53	53	53	53	53	53
10		39	42	42	43	43	43	44	44	44	44	44
16		22	25	27	27	27	28	29	29	29	29	30
20			19	21	22	22	23	23	23	23	24	24
25			13	16	17	17	18	18	18	18	19	19
32				11	12	13	14	14	14	14.5	15	15
40					8.9	9.8	11	12	12	12	12	12
50						6.9	8.1	8.4	8.6	9.0	9.3	9.5
64							5.7	6.2	6.6	7.1	7.1	7.4
80								4.5	4.9	5.4	5.4	5.6
100									3.5	3.9	4.0	4.4
125										2.8	2.9	3.3
128										2.6	2.9	3.2
160												2.3

注:

① 本表给出了与特定的一次抽样方案(合格判定数、样本大小和批量)相应的 LTPD 值。

② 本表是根据超几何分布(精确理论)对小于等于 200 的批进行计算的。

③ 一个抽样方案的 LTPD 定义为:在该方案下批的接收概率为 0.10 时相应的百分不合格品率,这样定义的 LTPD 不一定是涉及批量的可实现的批不合格品率。



表 5 AQL 抽样方案和 LTPD 抽样方案

AQL	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
LTPD	0.7	1.0	2.0	3	5	7	10	20	30	50
注：由本表抽样方案得到的样本大小最接近检查水平 I、样品大小字码 C 至 N 给出的样本大小(5~500)。										

表 6 不同置信度的 LTPD 抽样方案

LTPD	置信度 (CL)	样本大小(n)			
		c=0	c=1	c=2	c=3
70	90%	3	6	8	10
	60%	2	3	5	6
	50%	1	3	4	5
	40%	1	2	3	5
50	90%	5	8	11	13
	60%	3	5	7	9
	50%	2	4	6	8
	40%	1	3	5	7
30	90%	8	13	18	22
	60%	4	7	11	14
	50%	3	6	9	12
	40%	2	5	8	11
20	90%	11	18	25	32
	60%	5	11	16	22
	50%	4	9	13	18
	40%	3	8	12	17
15	90%	15	25	34	43
	60%	8	13	21	29
	50%	5	11	18	24
	40%	4	10	15	22
10	90%	22	38	52	65
	60%	10	22	32	43
	50%	7	17	27	37
	40%	5	15	23	33
7	90%	32	55	75	94
	60%	16	29	46	61
	50%	10	24	38	52
	40%	7	21	33	47
5	90%	45	77	105	132
	60%	20	40	64	86
	50%	14	34	53	73
	40%	10	30	46	66



表 7 常用的 LTPD 追加抽样方案

	样本大小 n									合格判定数 c
	3	5	6	7	8	9	11	13	18	
一次抽样( $n_1$ )	3	5	6	7	8	9	11	13	18	1( $c_1$ )
追加抽样( $n_2$ )	5	8	9	11	12	13	16	18	25	2( $c_2$ )
追加数( $n_2 - n_1$ )	2	3	3	4	4	4	5	5	7	
置信度(CL)	40	40	50	60	40	50	60	90	90	
LTPD	50	30	30	30	20	20	20	30	20	

## 附加说明:

本标准由机械工业部西安电力电子技术研究所提出并归口。

本标准由西安电力电子技术研究所负责起草。

本标准主要起草人 秦贤满