

方法 301 介质耐电压试验.....79

方法 302 绝缘电阻测试.....81

方法 303 直流电阻测试.....82

方法 304 电阻—温度特性测试.....83

方法 305 电容量测试.....85

方法 306 品质因数(Q)测试.....86

方法 307 接触电阻测试.....86

方法 308 固定电阻器电流噪声测试.....87

方法 309 电阻电压系数测试.....93

方法 310 触点抖动监测.....95

方法 311 低电平负载切换寿命试验.....99

方法 312 中等电流切换试验.....101

前 言

本标准代替 GJB 360A—1996《电子及电气元件试验方法》。

本标准与 GJB 360A—1996 相比主要变化如下：

- a) 在名词术语和部分试验方法上与 GJB 548《微电子器件试验方法和程序》和 GJB 128《半导体分立器件试验方法》进行了统一；
- b) 对盐雾试验(方法 101)、可焊性试验(方法 208)、耐焊接热试验(方法 210)和耐溶剂性试验(方法 215)进行了重点修订；
- c) 微粒碰撞噪声检测项目名称改为“粒子碰撞噪声检测试验”；
- d) 删除了原 GJB 360A—1996 附录 A；
- e) 根据 GJB 0《军用标准文件编制工作导则》，对标准的编写格式作出了调整。

本标准由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本标准起草单位：工业和信息化部电子第四研究所。

本标准主要起草人：周钦沅、张一秋、王一静、王宝友、陈士新、刘砚君。

本标准于 1987 年首次发布，于 1996 年第一次修订，本次为第二次修订。

4.1.4.2 控制的恢复条件

若检测的参数受试验样品吸湿或表面状态的影响且变化很快，则采用下列控制的恢复条件：

- a) 温度：实际试验室温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，但应在 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- b) 相对湿度：72%~78%；
- c) 气压：86kPa~106kPa。

注：没有给出相对湿度的数值，因为它一般不可能通过计算来校正。

4.1.4.3 其他恢复条件

若检测的参数受试验样品吸湿或表面状态的影响不大，变化不快，则可在4.1.1规定的试验的标准大气条件下恢复。

4.1.5 辅助干燥条件

若在进行一系列的测量之前要求进行辅助干燥，除有关标准另有规定外，应按下列条件处理6h：

- a) 温度： $(55\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：不大于20%；
- c) 气压：86kPa~106kPa。

4.2 试验条件的容许误差

若无其他规定，试验条件的容许误差规定如下。

4.2.1 温度

试验箱内的温度控制，应使工作空间内任一测量点的温度保持在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之内；试验箱的构造应使工作空间内任一点的温度，在任何时间偏离测量点不超过 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。但紧靠发热样品周围除外。

4.2.2 相对湿度

控制传感器附近空气相对湿度的测量误差应在 $\pm 5\%$ 以内。

4.2.3 气压

当气压不小于 $1.3\times 10^5\text{Pa}$ 时，测量误差为 $\pm 5\%$ ，或 $0.133\times 10^5\text{Pa}$ ，以大者为准；当气压小于 $1.3\times 10^5\text{Pa}$ 时，测量误差为 $\pm 10\%$ 。

4.2.4 振动频率(f)

当 $f\geq 25\text{Hz}$ 时，测量误差为 $\pm 2\%$ ；

当 $f< 25\text{Hz}$ 时，测量误差为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

4.2.5 稳态加速度

稳态加速度的容许误差为 $\pm 10\%$ 。

4.3 试验仪器设备的误差

用于控制或监测试验参数以及进行测试的仪器、设备，其误差应不大于被测(被控)参数误差的三分之一，或按有关标准的规定。

4.4 试验顺序

当一种试验条件对试验样品的影响依赖于试验样品先前暴露的环境条件时，有必要规定试验顺序。

下列分组及各组的试验顺序只是优选顺序而不是强制规定。建议在制定新标准和对现行标准修订时遵循这种顺序。

对于密封元件，当不要求进行耐湿试验时，高灵敏的密封试验可以代替耐湿试验。

组1(所有试验样品)

目检

力学性能检验

电性能检测

密封试验(如果适用)

—

- b) 如不是 10 次, 循环次数(见 3.2.2);
- c) 在极限温度下的试验时间(见 3.2.2);
- d) 恢复时间(见 3.2.3);
- e) 最后检测(见 3.2.4);
- f) 失效判据(见第 4 章)。

方法 108 高温寿命试验

1 目的

确定元件在高温条件下工作一段时间后, 高温对元件的电气和机械性能的影响, 从而对元件的质量做出评定。

2 试验条件

2.1 试验温度

试验温度从表 108-1 中选取。

表 108-1

温度及容差 ¹⁾ ℃	温度及容差 ¹⁾ ℃
70±2	150±3
85±2	200±5
100±2	350, 容差按规定
125±3	600, 容差按规定

2.2 试验时间

试验时间从表 108-2 中选取。

表 108-2

试验条件	试验时间 h	试验条件	试验时间 h
A	96	G	3, 000
B	250	H	5, 000
C	500	I	10, 000
D	1, 000	J	30, 000
F	2, 000	K	50, 000

2.3 工作条件

试验期间, 加于试验样品上的试验电压、工作循环、负荷及其他工作条件由有关标准规定。

当出现失效或接点开路, 从而导致在所要求的试验时间(见 2.2)内的某一段时间未能加上所要求的试验应力时, 应延长试验时间以保证实际施加应力时间达到规定的最短总试验时间。在最后 24h 寿命试验期间, 无论试验箱是否处在加热状态下, 若任何去掉或中断偏置的总时间超过 10min, 则应延长试验时间, 使其在最后一次偏置中断以后, 在偏置不再中断的情况下至少再试验 24h。

1) 当电阻器在静止空气环境条件试验时, 最大温度容差为±5℃(静止空气定义为: 除了工作元件的热所形成的空气循环外。周围空气无其他循环)。



—

—

—

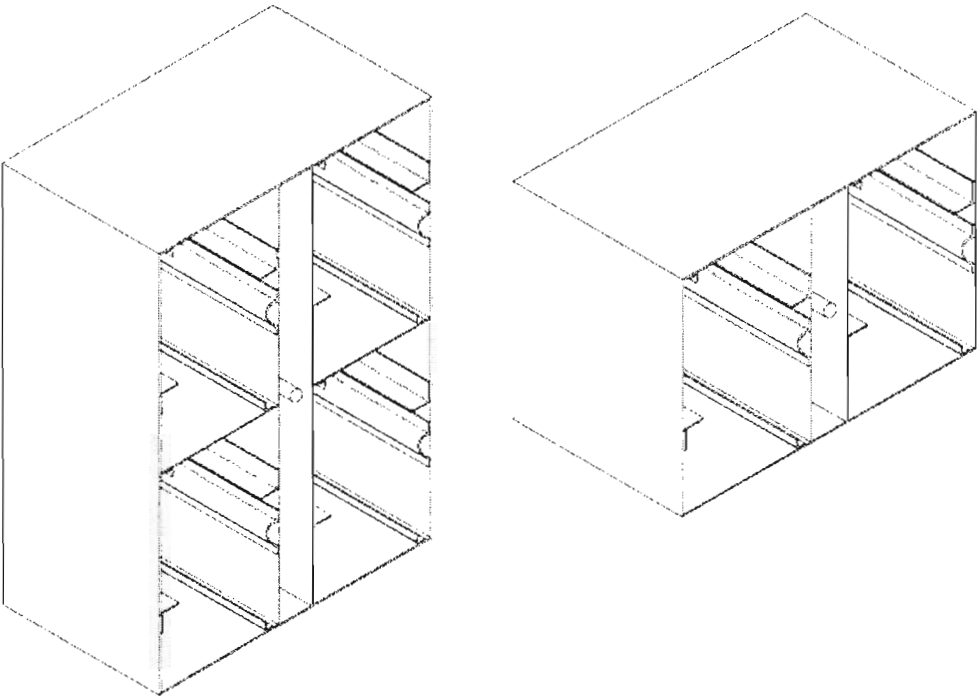
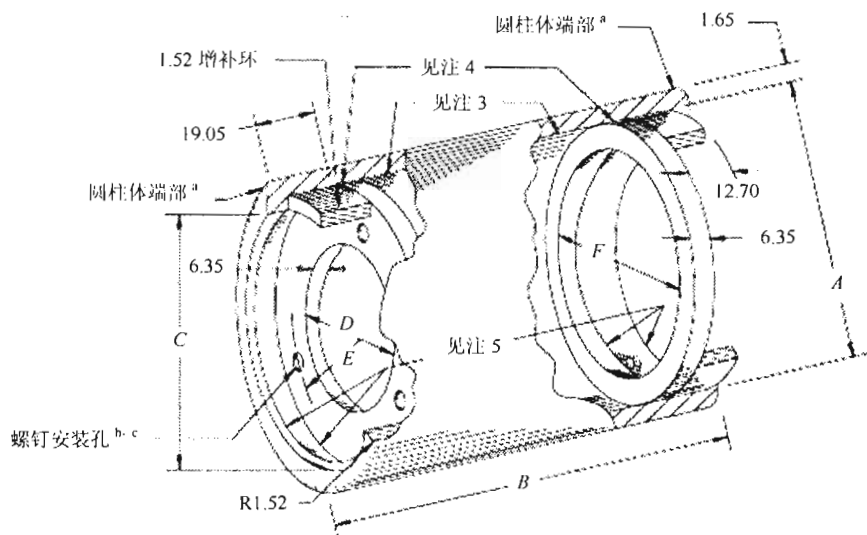


图 203-2 钢架装置



- 注 1: 尺寸由公制表示。
- 注 2: 若无其他规定。两位数小数公差为 0.51mm。
- 注 3: 套筒及增补环材料为碳钢。
- 注 4: 材料为经退火处理的热轧钢带。
- 注 5: 套筒周围用银焊。
- ^a 装进增补环后，圆柱体端部应卷边。
- ^b 三孔的半径应等距。
- ^c 六孔的半径应等距。

单位为毫米

A	B±1.52	C±1.52	D	E	F±1.52
98.30	102.36	95.25	56.39	30.99 ^a	85.60
98.30	102.36	95.25	71.63	40.13 ^a	85.60
123.70	127.76	120.65	97.03	52.37 ^b	111.60

^a 三孔的半径应等距。

^b 六孔的半径应等距。

图 203-4 套筒

4 试验程序

试验样品按正常安装方式牢固地安装在钢套筒上，试验样品的任何部分，包括元件的端头和外部金属附件都不得超过钢套筒，可在套筒内加螺栓来安装样品。

每个单元只放一个套筒。钢套筒不得使用端帽，必要时，可在套筒内增设一个适当的适配器。

按第 2 章的要求开机试验。

试验结束后，按有关标准规定，对试验样品进行外观检查、电性能及机械性能检测。

5 失效判据

机械损伤，例如：外壳、引线、封接等处损伤，最终检测电性能不合格以及有关标准的其他规定。

6 有关标准应作出的规定

- 有关标准采用本方法时，应规定下列细则：
- a) 试验样品的安装方法(见第 4 章)；
 - b) 特殊情况下试验样品的安装(见第 4 章)；
 - c) 初始与最后检测(见第 4 章)；



4.3 可焊性试验

4.3.1 通则

本标准规定了润湿称量法、焊槽法和烙铁法三种可焊性试验方法，润湿称量法是定量的，焊槽法和烙铁法是定性的，有关标准应根据具体条件及元件情况选用其中一种方法进行可焊性试验。

4.3.2 润湿称量法

4.3.2.1 试验概述

将元件的引出端从灵敏的秤的秤杆上悬吊下来，使其浸入保持规定温度的熔融焊料中至规定深度，与此同时，作用于引出端上的浮力和表面张力在垂直方向的合力由传感器测得并转换成信号，该信号由一高速的特性曲线记录仪将它作为时间的函数连续记录下来，然后将此曲线与一个具有相同性质和尺寸并能完全润湿的引出端所得到的曲线进行比较。本方法不适用于无引线片式元件。

4.3.2.2 框图

本试验方法的框图如图 208-1 所示。

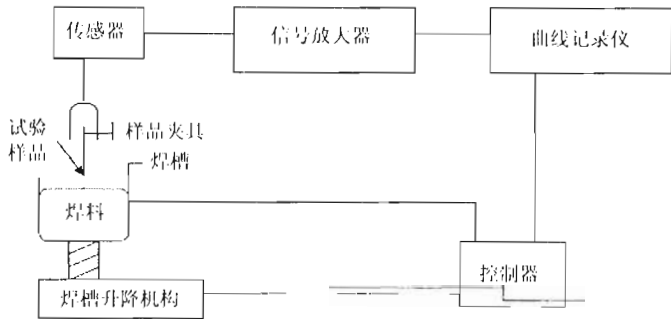


图 208-1 框图

4.3.2.3 试验步骤

4.3.2.3.1 升温

将焊槽中的焊料加热，并保持在 $(245 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

4.3.2.3.2 浸焊剂

将被试引出端安装在夹具上，把要求试验的全部表面浸渍到符合 2.2 规定的室温条件下的焊剂中去，随后立即把试验样品垂直地竖立在清洁滤纸上 $1\text{s} \sim 5\text{s}$ ，以去除多余的焊剂。

4.3.2.3.3 浸渍前准备

将被试引出端垂直地悬吊在焊槽上面，使其下部边缘离焊料表面 $(20 \pm 5)\text{mm}$ ，并停留 $(30 \pm 15)\text{s}$ ，以便在试验开始之前，使焊剂中的绝大部分溶液挥发掉。在此干燥期间应调节悬吊着的引出端至要求的零位，并将记录笔也调到零位。紧接在试验开始之前，用合适材料做成的刮板刮去焊料表面的氧化物。

4.3.2.3.4 浸渍焊料

将引出端以 $(20 \pm 5)\text{mm/s}$ 的速率浸入熔融焊料中至规定深度，并在此深度保持 5s ，再以 20mm/s 的速度取出，就得到了力—时间曲线如图 208-2 所示：

力—时间曲线上各点的含义：

- a) t_0 是焊料表面与试验样品开始接触的时间；
- b) A 点是作用于试验样品上的力等于计算出来的浮力的点，此时接触角为 90° ；
- c) Z 点是作用于试验样品上的力为零时的点；
- d) M 点表示浸渍 3s 时力的点；
- e) B 点表示在 5s 的浸渍周期内获得的最大向下力；
- f) C 点是在 5s 的浸渍周期末尾的点。

必须注意 X 射线照相检验一般来说是一种非破坏性的试验方法，大多数元件都可以用 X 射线照相法检验，然而，对某些材料来说，X 射线辐射可能会引起电性能的改变。

2 对试验设备的要求

2.1 X 射线照相装置

所使用的 X 射线照相装置应能保证有关标准所要求的 X 射线照相质量，使用 X 射线照相装置时最好是使用有效焦点尺寸小，并且固有滤光当量低的 X 射线管。

2.2 胶片盒

使用 50kV 电压时，最好是使用对 X 射线固有滤光当量低的不透光的胶片盒。在胶片盒背面应采用一个铅质的背面板，以减少由于二次回射所造成的胶片模糊。

2.3 影像质量指示器

应在有关标准中规定影像质量指示器，它用来指示 X 射线照相灵敏度。灵敏度是对 X 射线照相清晰度与对比度的综合度量。它应能表示出最大的允许缺陷。影像质量指示器应当用一个与受 X 射线照相元件相同类型的试验样品制成，它应包含有一个实际缺陷或模拟缺陷，该缺陷至少要比被检查出来的最小缺陷还要小 10%。

2.4 胶片

所使用的胶片应与 2.1 所要求的灵敏度兼容。一般说来，使用粒度越细，曝光指数越低的胶片，获得的清晰度就越好。如果需要使用极高的放大技术时，则最好是使用纯乳剂胶片。

2.5 无胶片技术

当有规定时，如果能获得所要求的清晰度级和记录。可以采用无胶片技术(见 2.1)。

2.6 人身安全注意事项

所使用的 X 射线照相检验设备必须符合有关辐射安全的要求。操作时，必须将门关闭，严防射线泄漏。

3 试验程序

3.1 试验样品的位置

用铅板将镀铅胶片盒从背后支撑起来(见 2.2)，然后将被照相的试验样品放在有关标准规定的一个或几个位置上。

3.2 曝光参数

曝光参数应按以下方法设置：

a) 为了达到 2.1 所规定的照相质量，可以改变下述各曝光参数：

- 1) 光源与胶片的距离；
- 2) 千伏数或同位素类型；
- 3) 毫安或同位素源的强度；
- 4) 曝光时间；
- 5) 走片速度；
- 6) 增光屏。

b) 影响光敏度的因素如下：

- 1) 焦点的大小；
- 2) 胶粒的大小；
- 3) 试验样品的性质；
- 4) 试验样品的方法。

在确定曝光参数时，应考虑上述各种因素。

3.3.3 弯曲周期数

弯曲周期数应为 3。

3.4 试验条件 D

3.4.1 试验样品的准备

在离引出端与元件本体结合点 6.4mm 的地方将引出端弯曲成 90°，90°弯曲的曲率半径约为 0.8mm，如图 211-4 a) 所示。应在距弯曲处 (1.2 ± 0.4) mm 处夹住引出端的自由端如图 211-4 b) 所示。

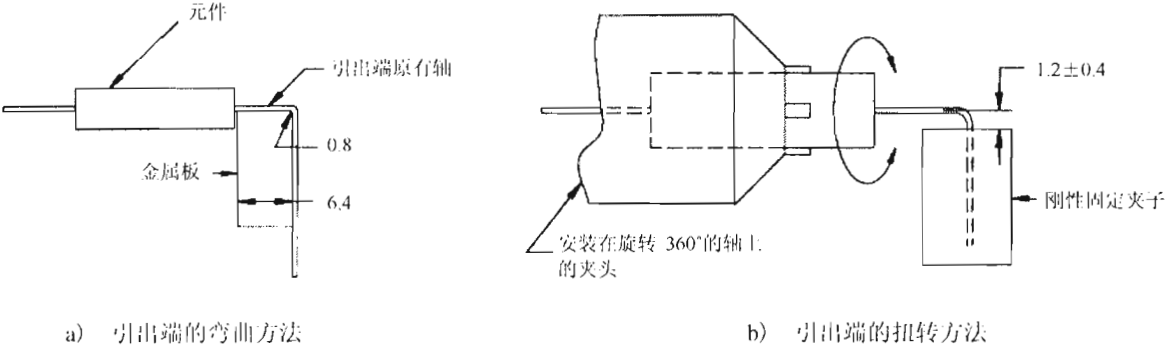


图 211-4 试验条件 D

3.4.2 扭力的施加

应将元件本体或夹住的引出端围绕弯曲引出端的原轴转 360°，按交替方向旋转，转 3 次共 1080°，旋转速率约为每转 5s。

3.5 试验条件 E

3.5.1 转矩的方向和转矩的施加

在与引出端垂直的平面上，先顺时针方向，后逆时针方向施加转矩，如图 211-5 所示。

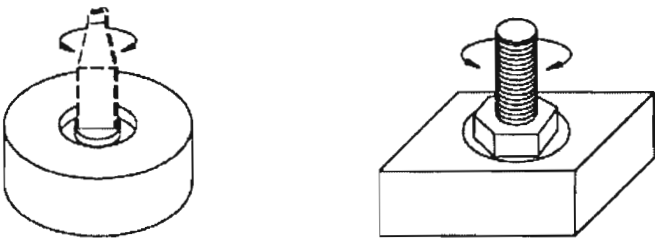


图 211-5 试验条件 E

3.5.2 加力持续时间

应将力逐渐施加到引出端上，然后保持 10s~15s。

3.5.3 螺纹引出端

对螺纹引出端进行试验时，应按引出端大小对引出端组件的中心线施加转矩，转矩值从表 211-1 中选取。

表 211-1

标称螺纹直径 mm	2.5	3	3.5	4	5	6
转矩 N·m	0.4	0.6	0.8	1.2	2.0	2.5

当标称螺纹直径大于 6mm 时，其转矩值由有关标准规定。

3.5.4 其他非线状硬引出端

对其他非线状硬引出端进行试验时，根据引出端组件外部等效直径按表 211-2 施加转矩。等效直径定义为从引出端轴线至正常的导线接头点之间距离的两倍。如图 211-6 所示。

方法 213 冲击(规定脉冲)试验

1 目的

确定元件在运输、搬运及军用操作中可能经受到的非重复性冲击作用时的适应能力。
本方法用于模拟和重现实际环境对元件的影响。

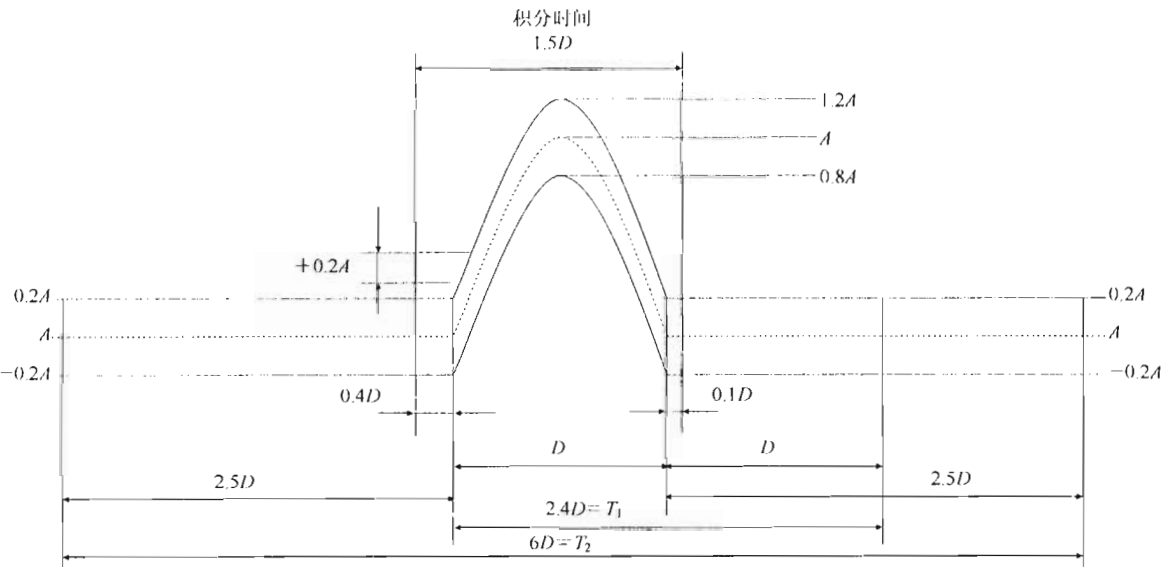
2 试验条件

本方法不规定冲击试验机，而是规定冲击脉冲波形及其试验条件等级、容差和相应的测量系统频率特性。

2.1 冲击脉冲波形

2.1.1 半正弦冲击脉冲

半正弦冲击脉冲如图 213-1 的规定。



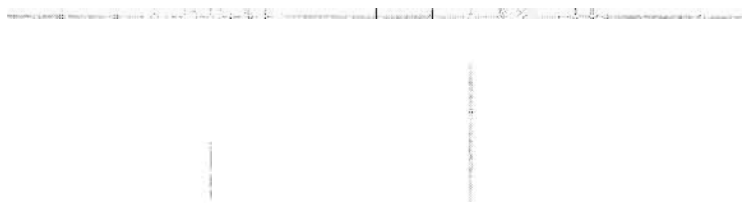
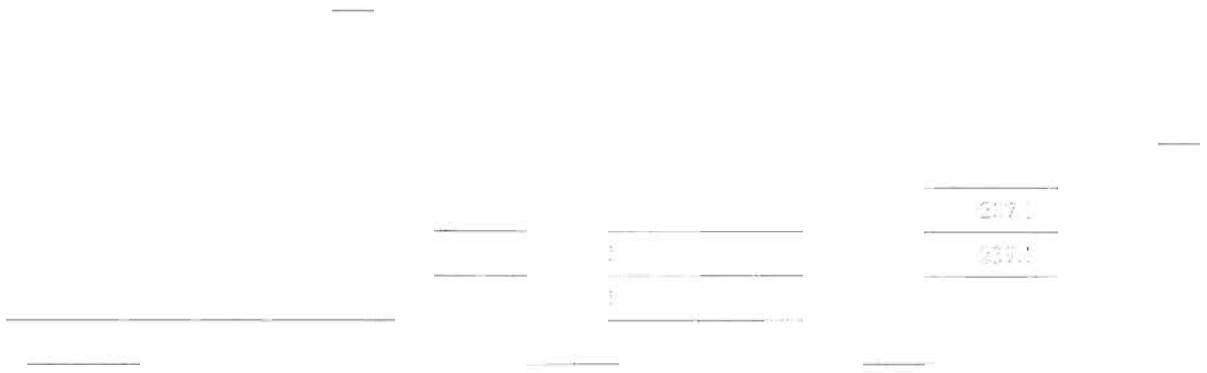
- 图中：
- ... 标称脉冲线；
 - 容差范围线；
 - D 标称脉冲持续时间；
 - A 标称脉冲的峰值加速度；
 - T_1 用常规冲击机产生冲击时，对脉冲进行监测的最短时间；
 - T_2 用电动振动台产生冲击时，对脉冲进行监测的最短时间。

图 213-1 半正弦冲击脉冲及其容差

2.1.2 后峰锯齿脉冲

后峰锯齿脉冲如图 213-2 的规定。









±5%。则电桥或测试仪器的误差不得超过±0.5%)；

- b) 对于工厂内进行的质量一致性的检测，测试仪器的误差应保证电阻值在所要求的误差范围内；
- c) 若未规定正负误差，电桥或测试仪器的误差不得超过±2%。

4 测试程序

4.1 准备

按以下规定进行准备：

- a) 如果要求对试验样品进行特殊的处理(如时效)时，应在有关标准中规定。
- b) 为减少电桥或测试仪器与试验样品间连接线带来的误差，应使用合适的测试技术。如连接线尽量地短、粗；接触点应用利刃，以刺破氧化层；适当增大接触面；接触点或面应紧密结合等。

4.2 测试

按以下规定进行测试：

- a) 如果没有规定测试电压或电流时，考虑仪器指示灵敏度的实际可能性，测试时电流要尽可能小，试验样品的温度不得显著升高；
- b) 如无其他规定，连续施加测试电压的时间应尽可能的短，不得超过 5s；
- c) 用双臂电桥测试时，每个电位接点和相应的电流接点间的距离应不小于试验样品引线截面周长的 1.5 倍。

5 失效判据

由有关标准规定。

6 有关标准应作出的规定

有关标准采用本方法时，应规定下列细则：

- a) 测试设备的误差，当不是规定误差的 1/10 时(见 3 a)；
- b) 试验样品特殊处理方法(见 4.1 a)；
- c) 测试电压或电流(见 2.2)；
- d) 连续施加测试电压的时间，当不是 5s 时(见 4.2 b)；
- e) 失效判据(见第 5 章)。

方法 304 电阻—温度特性测试

1 目的

用以确定电阻器在试验温度下的直流电阻值对基准温度下直流电阻值的相对变化程度。

即确定试验温度与基准温度之间的每 1℃温差引起电阻值的相对变化量。用电阻温度系数(RTC)来表征这种特性(计算公式见 304-1)。

电阻温度系数是表征电阻值对温度的稳定性。如果电阻温度系数大，应用于电路中，将使电路性能不稳定，甚至破坏电路的正常工作。

电阻器的电阻与温度的关系，在规定的试验温度范围内呈线性或近似线性关系时，本试验方法和计算公式才能适用。

测量电阻的仪器精度及精确测量试验样品实际感受的温度值，是准确测试电阻温度系数的重要因素。除此之外，应采用正确的测量技术、合适材料的测量导线及优良的夹具等，以便在整个试验范围内最大限度地减少因接触电阻、导线电阻、并联低绝缘电阻、寄生电动势和湿气凝结等引起的电阻测量误差。

—

的直流电压应从表 308-1 中选取。

R_T 应安装在一个与外部电磁场相隔离的屏蔽测试夹具上。 R_s 为 0.1Ω 。

3.4 交流系统

交流测量系统由校准信号源、带通放大器及平方律检波器和指示器组成。

校准信号源是 1000Hz 的正弦信号。此信号加在 R_s 上, 然后用可变衰减器调整放大器的增益, 直到输出电表指针偏转到“校准”线为止。此时, 校准信号源的输出在带通放大器的输入端产生的电压为 $0.659A\text{mV}$ (A 是通带修正系数, 其值为 1 ± 0.025), 使测试系统输出指示器上的读数为 1mV , 即 60dB ($1\mu\text{V}$ 为 0dB)。

带通放大器、平方律检波器与指示器的作用是将 R_T 的噪声电压放大, 并显示其均方根值的大小。此部分电路包括一个高增益低噪声放大器、一个滤波器、一个平方律检波器和指示电表。滤波器把放大器的频率响应加以限制, 使之符合图 308-2 所示的要求。其几何中心频率为 1000Hz, 半功率点的通频带为 1000Hz。

为了简化计算, 交流系统的指示电表以分贝 (dB) 刻度。

4 试验程序

4.1 准备

- a) 测试前, 试验样品应置于 $(25\pm2)^\circ\text{C}$ 条件下直至温度稳定, 或按有关标准规定;
- b) 试验样品除引线应清洗外, 勿需进行特殊处理;
- c) 以试验样品的额定功率和阻值为依据, 采用表 308-1 所列的测量条件(不要超过其额定值)。

4.2 测试步骤

4.2.1 通则

由表 308-1 确定测量工作条件后, 按下述三个步骤进行测量:

- a) 校准;
- b) 系统噪声的测量;
- c) 测量直流电压及总噪声。

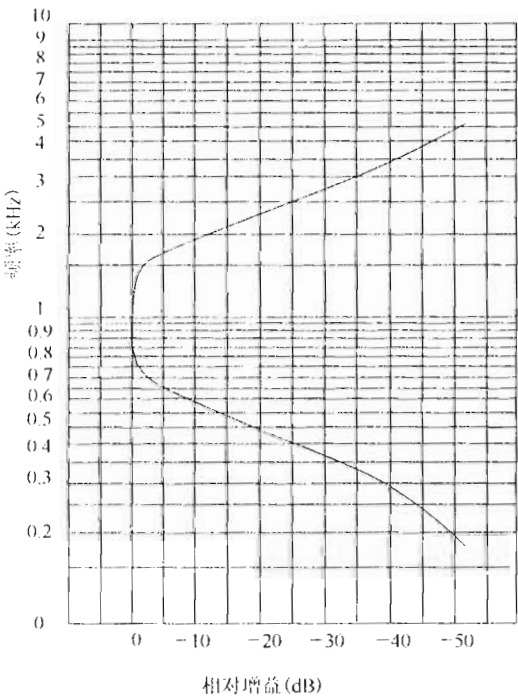


图 308-2

表 308-1 (续)

R_i Ω	R_m Ω	1/2W 和 1/2W 以上的电阻			1/4W, 1/8W 和 1/10W 的电阻		
		D dB	U_T V	PDC mW	D dB	U_T V	PDC mW
15k 18k	10k 10k	35.6 36.6	61.2 67.1	250 250	31.8 32.5	39.0 42.0	100 100
22k 27k	10k 100k	37.4 38.3	74.2 82.2	250 250	33.4 34.3	47.0 52.0	100 100
33k 39k	100k 100k	39.2 40.0	90.8 98.7	250 250	35.1 35.8	57.0 62.0	100 100
47k 56k	100k 100k	40.7 41.5	108 116	250 250	36.7 37.5	69.0 75.0	100 100
68k 82k	100k 100k	42.3 43.1	130 143	250 250	38.3 39.2	82.0 91.0	100 100
100k 120k	100k 100k	44.0 44.8	158 173	250 250	40.0 40.8	100 110	100 100
150k 180k	100k 100k	45.8 46.5	194 212	250 250	41.7 42.5	122 134	100 100
220k 270k	100k 1M	47.5 38.0	234 85.0	250 26.8	43.4 38.6	148 85.0	100 26.8
330k 390k	1M 1M	40.0 41.0	99.0 112	29.7 32.2	40.0 41.0	99.0 112	29.7 32.2
470k 560k	1M 1M	42.1 43.1	127 143	34.3 36.5	42.1 43.1	127 143	34.3 36.5
680k 820k	1M 1M	44.2 45.1	161 180	38.1 39.5	44.2 45.1	161 180	38.1 39.5
1.0M 1.2M	1M 1M	46.0 46.8	200 218	40.0 39.6	46.0 46.8	200 218	40.0 39.6
1.5M 1.8M	1M 1M	47.6 48.0	240 250	38.4 34.7	47.6 48.0	240 250	38.4 34.7
2.2M 2.7M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	28.4 23.2	48.0 48.0	250 250	28.4 23.2
3.3M 3.9M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	18.9 16.0	48.0 48.0	250 250	18.9 16.0
4.7M 5.6M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	13.3 11.2	48.0 48.0	250 250	13.3 11.2
6.8M 8.2M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	9.2 7.6	48.0 48.0	250 250	9.2 7.6
10M 12M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	6.2 5.2	48.0 48.0	250 250	6.2 5.2
15M 18M	1M 1M	48.0 48.0	250 250	4.2 3.5	48.0 48.0	250 250	4.2 3.5
22M	1M	48.0	250	2.8	48.0	250	2.8

2.3	3.8
2.4	3.5
2.5	3.2

2.7

2.2	
2.4	

3.3

2.4	3.1
-----	-----

2.7

2.3	3.3
2.4	3.2

2.3

2.3	



中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
电子及电气元件试验方法
GJB 360B-2009

*

总装备部军标出版发行部出版
(北京东外京顺路 7 号)
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
总装备部军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 7 字数 225 千字
2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷
印数 1-2000

*

军标出字第 8000 号 定价 105.00 元

