

微电子器件试验方法和步骤

美国军用标准 MIL-STD-883

中国人民解放军京字129部队

1 0 9 厂 合译

中国人民解放军京字116部队

毛 主 席 语 录

引进新技术不是一味摹仿，照抄照搬。
学习外国必須同独创精神结合起来。引进新技术必須同自己钻研结合起来。

学外国的东西，不等于统统进口，硬搬外国的一套。要批判地吸收。……向外国人学习是为了中国人。

一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用。

说 明

此标准的试验方法原有四部分，即环境试验、机械试验、数字电路测试、线性电路测试，于1968年出版。1969年进行了修订并增补了第五部分。为便于读者参考，现将两册合印成一本。

此标准由109工厂、中国人民解放军京字129部队和京字116部队翻译，由京字129部队校对。由于我们水平有限，译文中可能有不少错谬，敬希读者批评指正。

译 者

目 录

1. 范围	(1)
1.1. 目的	(1)
2. 参考文件	(2)
3. 缩写、符号和定义	(2)
4. 总的要求	(3)
4.1. 编号系统	(3)
4.2. 参考方法	(4)
4.3. 试验条件	(4)
4.4. 取向	(6)
4.5. 注意事项	(6)

索 引

实验方法的编号	(11)
---------------	------

附 录

试验方法	(15)
------------	------

1. 范 围

1.1.目的 本标准建立一套试验微电子器件的统一方法和步骤,其中包括为了确定一般元件的抗损害能力而作的基本环境试验,军用和空间运用的条件,以及物理试验和电学试验。

本标准中“器件”一词系指单片电路,多片电路,薄膜电路和混合电路,微型电路阵列和构成电路或阵列之元件。本标准规定只能用于微电子器件。

标准中列举之试验欲达到如下目的:

(a) 规定能在实验室中和根据器件水平获得的适当条件,使所提供的试验结果等效于野外实际工作条件下的结果而且试验结果具有重复性。但不能解释为,本标准描述之试验对于任何地理或外层空间位置的实际运用都能作严格而明确的表达。因为显而易见,只有运用在特定条件和位置下的真实测试才是真正的运用测试。

(b) 为了对各军种和国家航空及宇宙航行局的微电子器件规格中所载的类似特性之全部测试方法能在同一标准中描写出来,因此这些方法要有统一性,并使仪器、人力一小时和测试设施都很稳妥。为了达到这一目的,必须制定出适用于范围颇广的器件的各种通用测试方法。

(c) 凡本文列举之器件的环境试验、物理试验和电学测试,在适当时,也可应用到军用和国家航空及宇宙航行局承

认的规格、定型标准、规格表或图纸所未概括的其他地方去。

2. 参考文件（略）

3. 缩写、符号和定义

3.1. 缩写、符号和定义 本标准采用军用标准—19500、军用标准—280 和军用标准—1313 中所规定的缩写、符号和定义。

3.1.1. 微电子器件 微型电路，微型电路组件或微型电路的元件的定义见军用标准—1313。为了本文件之需要，各种微电子器件均应由统一型式、位置或图号标明。

3.1.2. 失效方式 可依据规定的电参数或物理参数要求，如不满足这些要求，即可作为淘汰失效器件或电路的理由（也就是说，无需作失效分析以证明失效方式，但失效方式应可从测试方法的淘汰标准中呈现出来）。

3.1.3. 失效机理 根据导致微型电路或器件失效的原始缺陷或者逐步衰退至失效点的物理过程即可鉴别是由于质量缺陷，内部结构的弱点或电学性能的弱点，还是由于外加应力导致失效。

3.1.4. 绝对最大额定值 额定值，最大额定值，绝对最大额定值是根据“绝对系统”规定的，任何工作或测试条件均不允许超过这些数值。这些额定值都是极限值，超过这些极限值时，任何一个微电子组合电路的工作能力均可遭到毁坏。由此可知，一般不能同时达到全部绝对最大额定值的组

合。只有在任何工作或测试条件下不超过任何一个最大额定值，才允许某些额定值的组合。除非另有规定，否则，电压、电流和功率额定值都以 $25^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的自由空气环境中的连续直流功率条件作为依据的。对脉冲或其他类似性质的工作条件，电流、电压和功率额定值是时间和空度比的函数。为了不致超过绝对额定值，仪器设计者有责任对每个额定值确定其平均设计值，使之低于由额定值乘以安全因子的绝对值。因此在电源变动，负载变动或仪器本身生产变动的任何情况下，也不致超过绝对额定值。

3.1.5. 最坏条件 最坏条件是这样组成的：将偏压，信号输入，负载和环境（在指定的工作范围内）的种种不利数值（依据器件所需的功能而定的）同时加在器件上进行测试。不同参数的最坏状态可以是不同的。如果所用的全部测试条件并不都取最不利数值，利用术语“部分最坏条件”加以区别，并应带有背离最坏状态程度的标记。例如，电源电压，信号输入电平环境温度加最小值，而负载加最大值可构成门输出电压测量的“最坏条件”。施加电压条件取最不利数值，而环境温度为室温则构成“部分最坏条件”，并用“在室温下”的附记加以识别。

4. 总的要求

4.1. 编号系统 试验方法是按照下列系统分配的编号拟定的：

4.1.1. 试验分类 试验分为四类：编号从1001到1999的

试验方法为环境试验；编号从2001到2999为机械试验，编号从3001到4999为戴帽后的电学测试。

在每一类内，试验方法和步骤按引出本标准的次序再顺次编号。

4.1.2. 修正 修正是采用连续编号的方式，由句点把试验方法编号和修正编号分开。例如：

4001.1系指4001试验方法的第一次修正。

4.2. 参考方法 在使用中，这里所有的试验方法均应参考说明本标准的有关规范，试验方法编号和该方法的小结中提出的详细要求。

4.3. 试验条件 除非在本标准或申请购买文件中另有规定，否则全部测量或试验均在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 和周围大气压以及相对湿度下进行。但必须对此条件严加控制，以期获得重复之结果，参考条件应该是：温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 50 ± 5 ，大气压力为650至800毫米汞高。

4.3.1. 环境室内允许的温度起伏 当采用环境室时，被测样品应置于如下定义的工作面积之中：

(a) 在工作面积内的温度起伏：环境室对工作面积内任一参考点的温度控制能力保持在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或4%以内。

(b) 工作面积的空间范围：环境室内在任何给定时间内，工作面积中任何一点之温度偏离参考点不应大于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 3\%$ ，除非发热样品周围的那些空间。

4.3.2. 电学测试频率 除非另外说明，否则电学测试频率应该是规定的工作频率。如规定为某一频段，应在频段的最高和最低频率对大部分功能参数进行测试。除了在频段内

的任何规定频率进行测试之外，还应规定在一频段内或在一个以上的工作频率对微电子器件进行电学测试时，则测试频率应连同在各频率上测得的参数一同记录下来。

4.3.3.精度 规定的界限是在标定的测试条件下获得的绝对（真正）数值标定。对测量的误差（包括偏离标定的测试条件引起的）给予适当的宽裕度以便建立适用于测量值的工作界限，使得器件参数的真正数值（正如在标定的测试条件下那样）落在规定的界限内。

4.3.4.校准 在生产控制和测试中所用全部测试设备（包括电学测试设备，环境控制设备和其他仪器）的校准应按军用标准—45662 和下列要求进行。全部电学测试设备应作定期校准，全部可使用的设备均应列出校准数据的记录和负责单位或效能。检查期之长短视设备之级别及其历史而定。用于评定优劣，交接，寿命考证以及类似重复性测试的一切自动测试设备或其他电学测量设备，至少每周要校验一次。校验时使用被测类型微电子器件的已校核样品或符合国家标准局要求的测试标准。验证的读数应符合每一已校核器件所记录的数值，而其精度应符合4.3.3.中之要求。

4.3.5.数据的报告 应用任何测试方法或步骤所获得之数据应以实际测试条件和结果作成报告。“等效”结果（也就是从 125℃ 测试条件推算的等效于 25℃ 的器件一小时或失效速率）可附在实际结果上作成报告，而不应作为代替实际的结果。任何测试方法或步骤所得之结果应附有下列数据：每批作 100% 测量或抽样测量的器件总数，有关作取样测量的取样器件数，通过测试方法和失效观察方式淘汰的器件数或

失效数。如果在检验或交付的一批器件有几种型号的器件的情况下,则数据的报告与上述的相同,但应再分成比率数字。

4.3.6. 试验样品的处理 除非在申请购买文件中另有规定,除了规定采用的试验方法和步骤,如100%筛选和100%接受试验的器件,其他按本标准内试验方法做过试验的器件概不交运。

4.4. 取向 对于需与器件取向相关的观察或施加外力的测试方法,器件取向和加力的方向应与图1和图2一致。

注:封壳结构不同于如图1和图2所示的时候,器件的取向应按申请购买文件中的规定。

注:对从3个或3个以上的面引出辐射式引线的扁平封装,X方向应选取两横向尺寸中之较大尺寸,Z方向取较小尺寸。

4.5. 注意事项 在试验器件时应注意:

4.5.1. 瞬变 器件不应承受这样的条件:电压或电流瞬变会引起超过额定值。

4.5.2. 电学测量的测试条件 所有非破坏性电学测量的测试条件都不应超过最大额定值,还应预防超过最大瞬间电流和施加电压的极限。

4.5.3. 测试方法和电路 除非在规定的试验方法中另有说明,否则测试方法和电流都是作为基本测量方法给出的。并不是必须采用唯一的方法或电路,但是生产应向购买者表明,他所希望采用的其他方法或电路是等效的并且给出的结果应在测量要求的精度之内(见4.3.3.)。

4.5.4. 焊接和熔焊 应非常小心,避免在测试所需的焊接和熔焊过程中损坏器件。

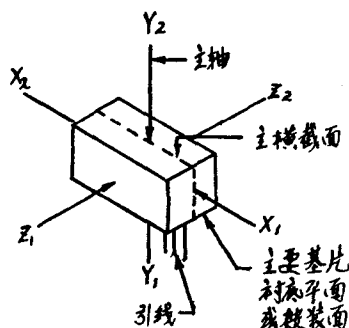


图 1a 微电子器件对施力方向的取向

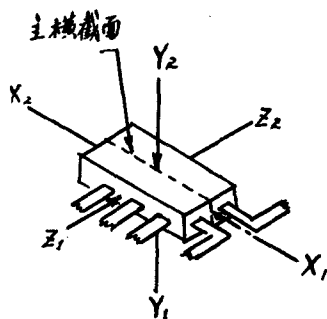


图 1b 辐射式引线的扁平封装

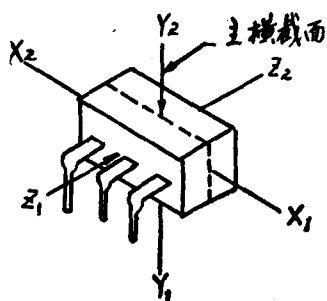


图 1c 双列直插式封装

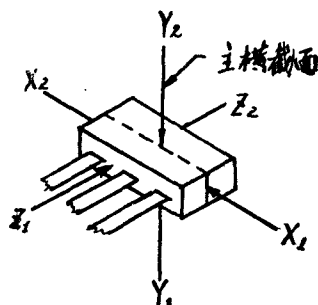


图 1d 单边辐射式引线的扁平封装

4.5.5. 引线联接的次序 将微电子器件联接到电源时应当小心。对于引线联接次序是重要的，MOS 器件或其他微电子电路器件应查阅申请购买文件上列举之注意事项。

4.5.6. 预防辐照 在 X 射线，核子或其他高能粒子的辐

射场中贮存或测试微电子器件时，应当采取预防措施。

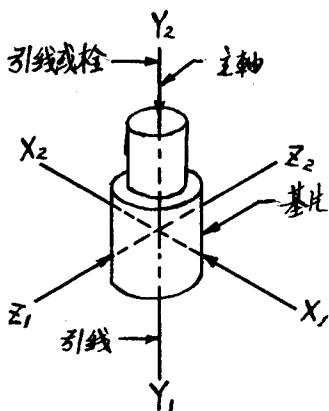


图 2 圆柱形微电子器件
对施力方向的取向

4.5.7. 拿取微电子器件时的注意事项

(a) 接入电学测试的器件之前，全部仪器接地。

(b) 如有可能，在器件插入仪器之前（或需要拿去作测试之前）器件应装在金属防护罩内。

(c) 如有可能，在测试时器件应按装在载运器内或其他防护罩内。

4.5.8. 结温之控制 在测试期间，由于施加规定的

电学输入而引起的器件温度或内部结温(T_J)偏离规定之测试温度、外壳温度(T_c)或环境温度(T_A)超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 时，应留意观察下列情况：当要求是 $T_J = T_A$ 或 T_c 时，应在断电状态下稳定器件之温度，使器件温度处于外壳温度或环境温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内，在加输入后，上述的通电测量应尽可能做得迅速（决不许超过30秒）。当要求 T_J 达到超过 T_A 或 T_c 的正常工作水平时，器件应在通电并加规定之全部电输入的条件下稳定足够长的时间，使得温度 T_J 至少达到规定测试条件的稳定值之80%。

4.5.9. 多输入/输出器件的测试 对具有一个以上的输入或输出的器件，当任何输入和输出参数均有规定时，器件全部输入输出端均须测量规定之参数。

4.5.10. 复杂器件之测量 当被测微电子器件含有多种电路或功能时，无论是从器件的外引线独立地联接或是为了减少外引线数目在里面以某种方式联接，则应使用适当的测试电路和步骤，按申请购买文件所规定的全部测试方法，对器件所含之电路或功能进行测量。例如，器件有一对逻辑门，就不允许只测量一个门的规定参数。另外，应对多电片路作测试，保证在各个电路之间不存在重要的互作用（也即，对双门器件的一个门加有信号，不应该引起起另一门的输出有变化）。这一要求意味着保证微电子器件内所有电路元件能按结构和联接的款式最大限度地发挥作用。对具有复杂信号通道的，非常依赖于输入信号的性质或完成输入信号的内部功能的电路阵列，在编制器件工作程序时会遇到如下要求，即保证全部电路元件能按规定的试验方法发生作用，从而提供观察或测量他们性能水平的机会。

保管者：

空军—17

陆军—EL

海军—EC

国家航空及宇宙航行局—HQ (KR)

评论者：

空军—11, 17, 85

陆军—EL, MI, MU

海军—HQ (KR)

DSA—ES

编者：

空军—17

(5962—0007计划)

使用者：

空军—19

陆军—EL, SM

海军—CG, MC, AS, OS

国家航空及宇宙航行局

HQ (KR)



索 引

实 驗 方 法 的 編 号

方法编号 项 目

一、环 境 试 验

1001.低气压试验 (高空运用)	(15)
1002.水浸	(18)
1003.绝缘电阻	(21)
1004.抗潮湿	(24)
1005.静态寿命	(30)
1006.间歇寿命	(36)
1007.模拟寿命	(37)
1008.高温存贮	(39)
1009.盐雾 (浸蚀)	(41)
1010.温度循环	(44)
1011.热冲击	(47)
1012.热性能	(49)
1013.露点	(59)
1014.密封	(61)
1015.高温功率老化筛选	(70)

二、机械试验

2001. 恒定加速	(74)
2002. 冲击	(76)
2003. 可锡焊性	(78)
2004. 引线牢固性	(82)
2005. 振动疲劳	(90)
2006. 振动干扰	(92)
2007. 变频振动	(94)
2008. 机械结构的目检	(96)
2009. 外部目检	(99)
2010. 封装前内部目检	(101)
2011. 键合强度	(131)
2012. X射线照相术	(135)
2013. 内部目检	(138)

三、电学测试 (数字电路)

3001. 驱动源 (动态)	(139)
3002. 负载条件	(145)
3003. 传输延迟	(147)
3004. 延迟及过渡时间的测试	(150)
3005. 功耗电流	(152)
3006. 高电平输出电压	(153)

3007.低电平输出电压·····	(154)
3008.输入或输出击穿电压·····	(155)
3009.低电平输入电流·····	(156)
3010.高电平输入电流·····	(157)
3011.输出短路电流·····	(158)
3012.末端电容·····	(159)
3013.微电子逻辑门电路抗干扰区测量·····	(160)

四、电学测试（线性电路）

4001.输入失调电压和电流以及偏置电流·····	(170)
4002.相位余量和转换速度测量·····	(176)
4003.共模输入电压范围、共模抑制比和电流 电压抑制比·····	(181)
4004.开环性能·····	(186)
4005.输出性能·····	(191)
4006.功率增益和噪声系数·····	(194)
4007.自动增益控制范围·····	(201)

五、可靠性试验

5001.参数中间值控制·····	(203)
5002.参数分布控制·····	(205)
5003.微电路的失效分析程序·····	(207)
5004.筛选程序·····	(218)