

## 前 言

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 68-2-47《环境试验 第2部分:试验方法 元件、设备和其他产品在冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc 和 Fd)和稳态加速度(Ga)等动力学试验中的安装要求和导则》1982年第1版。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:电子部五所。

本标准主要起草人:徐咏梅、王树荣。

IEC 前言

- 1) 由所有对该问题特别关切的国家委员会参加的国际电工委员会所属技术委员会制定的有关技术问题的正式决议或协议,它尽可能地体现和表达了国际上对该问题的一致意见。
- 2) 这些决议或协议,以推荐标准的形式供国际上使用,在这种意义上为各国家委员会所接受。
- 3) 为了促进国际间的统一,国际电工委员会希望所有会员国在制定国家标准时,只要国家具体条件许可,应采用国际电工委员会的推荐标准的内容作为他们的国家标准。国际电工委员会的推荐标准和国家标准之间的任何分歧应尽可能地在国家标准中明确地指出。

本标准是由国际电工委员会 50 技术委员会(环境试验)50A 分技术委员会(冲击和振动试验)制定的。

在 1973 年慕尼黑会议上讨论决定开始制定本标准。在 1975 年海牙会议上讨论了本标准的第一个草案,通过讨论形成了 50A(中办)141 文件,于 1977 年 1 月将此文件分发给各国家委员会按“六个月法”表决。

下列国家委员会投票明确赞成本标准:

|      |     |     |     |        |
|------|-----|-----|-----|--------|
| 澳大利亚 | 奥地利 | 比利时 | 加拿大 | 捷克斯洛伐克 |
| 丹麦   | 埃及  | 芬兰  | 法国  | 德国     |
| 匈牙利  | 荷兰  | 挪威  | 波兰  | 南非(共和) |
| 西班牙  | 瑞典  | 瑞士  | 土耳其 | 苏联     |
| 联合王国 | 美国  |     |     |        |



# 中华人民共和国国家标准

## 电工电子产品环境试验

### 第2部分:试验方法

#### 元件、设备和其他产品在冲击(Ea)、

#### 碰撞(Eb)、振动(Fc和Fd)和

#### 稳态加速度(Ga)等动力学

#### 试验中的安装要求和导则

GB/T 2423.43—1995

idt IEC 68-2-47:1982

Environmental testing for electric and electronic products

Part 2: test methods

Mounting of components, equipment and other articles

for dynamic tests including shock(Ea), bump (Eb),

vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga)

and guidance

## 1 目的

本标准的目的是为在冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc和Fd)和稳态加速度(Ga)等动态试验中的元件规定标准的安装方法,为进行上述动力学试验的设备和其他产品规定安装的要求。

## 2 引言

本标准进行诸如冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc和Fd)和稳态加速度(Ga)等动力学试验中的元件、设备和其他产品(以下简称样品)提出安装要求,并提供有关资料。

在任何情况下,元件型样品都应按有关规范的规定进行安装。若有关规范没有规定安装细节,则可按本标准所规定的若干标准化的安装方法进行安装。

除有关规范另有规定外,设备型样品应该用它的正常安装方法进行安装。

在进行试验前,首先应将样品分成元件型样品或设备型样品,然后再进行相应的试验。但如果不可能这样做,例如包装着的样品,本标准仍然是适用的,此时是针对整个包装件,而不是针对其中的样品。

通用性的导则不仅适用于规范的编写者,而且也适用于试验工程师。

## 3 概述

有关规范应说明重力影响是否重要。如果重力影响重要的话,则样品的安装应使其重力作用的方向与实际使用时的重力作用方向一致。否则,样品可任意安装。如果下列因素对试验结果的影响是重要的,则有关规范应规定:

- a) 样品在试验中的温度限制(例如振动台面的温度升高,对某些样品可能是不允许的);
- b) 可以加于样品的最大干扰磁场值和(或)样品相对于磁场(例如接近电动振动台)的方位。

国家技术监督局1995-08-29批准

1996-08-01实施

#### 4 元件的安装

元件应按有关规范规定的安装方法进行安装。

如果有关规范没有规定,但根据设计是很清楚的,象图 1 中所示的那样来自样品本身的结构安装方法,则就应该采用这种方法。如果根据设计其安装方法并不明确,则应尽可能的选择与图 2、图 3 或图 4 所示的原理相一致的安装方法。但应考虑试验的目的是打算将动态应力加于引线 and (或)加于样品本身,还是为了确定样品的内部结构强度。

当被试样品带有附加的连接引线进行试验时,这些引线的配置应能使所加的应力和质量与样品在正常状态使用时相同。

在任何情况下,元件应固定在刚性试验夹具上或直接紧固在试验台的安装表面上。

#### 5 设备及其他产品的安装

样品应直接或借助于刚性试验夹具机械地紧固在试验台的安装表面上,或按有关规范的规定进行安装。

当设备的正常安装结构可以利用时,有关规范应说明这种正常安装结构是否应该利用。

应避免使用任何附加的支架和缚带。与样品的任何连接,例如电缆、导管等,应使其所加的应力或质量与样品在其工作位置时所受到的应力相同。为了做到这一点,必须将电缆、导管等固定到夹具上。

与减震器一起使用的样品通常应带减震器进行试验。如果带合适的减震器进行试验有困难,则样品应去除减震器,按有关规范的规定在不同的试验严酷等级上进行试验。

有关规范可以要求对去除或锁闭外部减震器的样品进行附加的试验,以便确定样品是否已达到最低可接受的结构强度。在这种情况下,所采用的严酷等级应在有关规范中给出。

#### 6 有关规范应给出的内容

当有关规范采用本试验时,应给出下列内容:

- a) 重力影响(第 3 章);
- b) 最高或最低温度(第 3 章);
- c) 最大干扰磁场(第 3 章);
- d) 元件的安装(第 4 章);
- e) 设备的安装(第 5 章)。



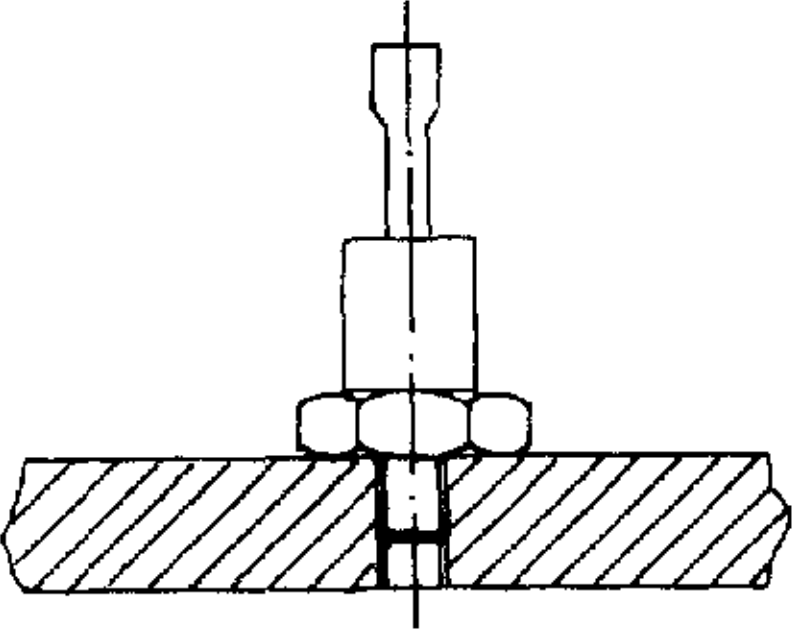
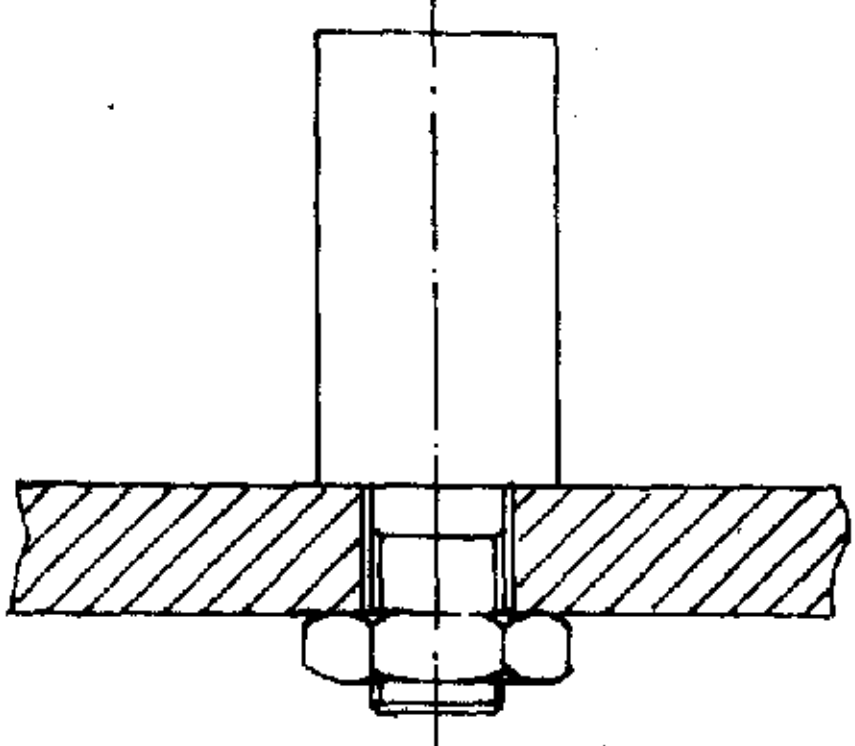
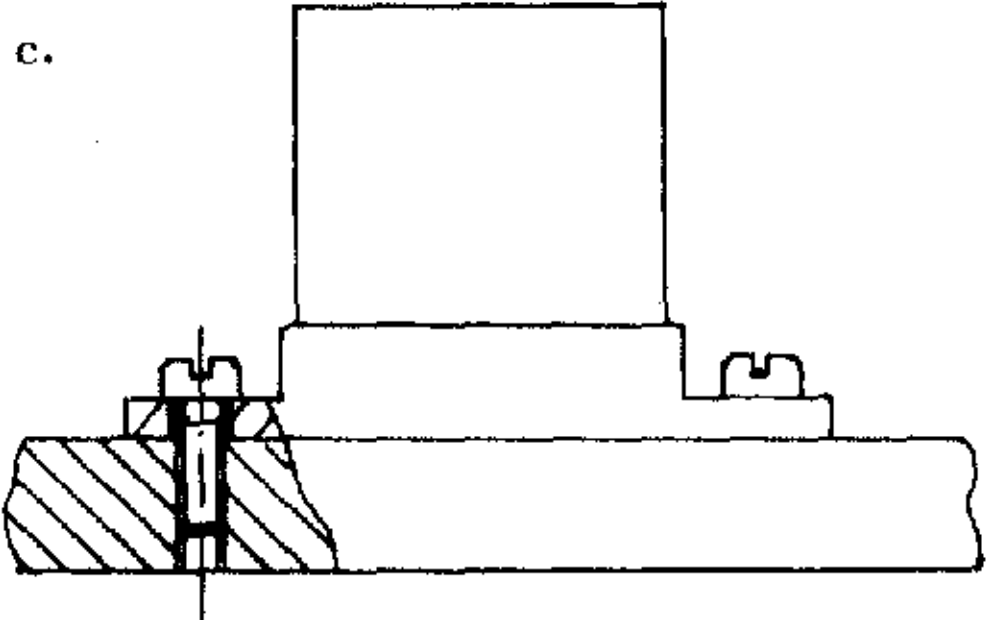
| 安装方法                                                                                          | 示 例                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <p>a.</p>    |                                                         |
| <p>b.</p>  | <p>有明显安装方法的元件,例如二极管、电解电容器、整流器、开关、连接器、继电器、变压器、大功率晶体管</p> |
| <p>c.</p>  |                                                         |

图 1 有明显安装方法的元件的安装示例

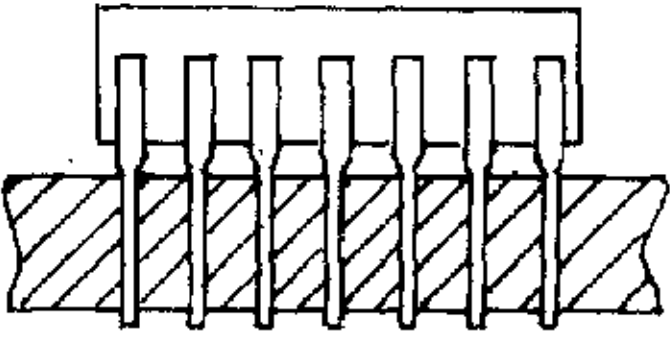
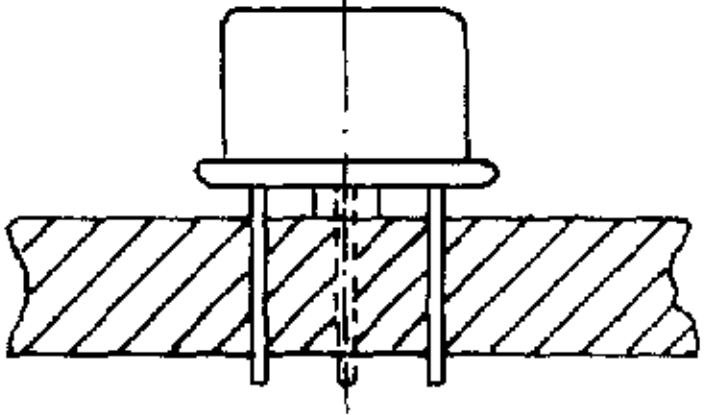
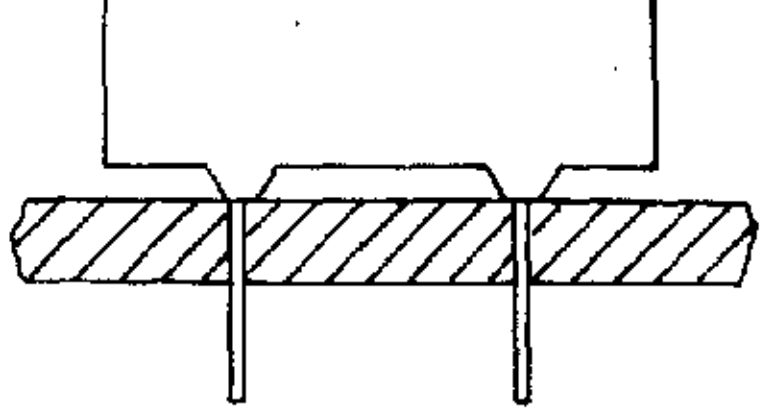
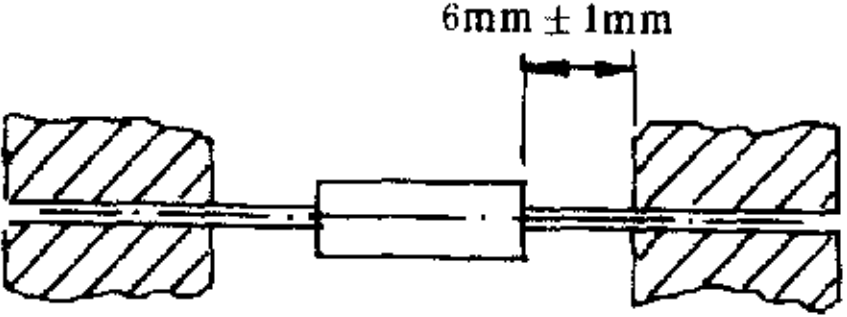
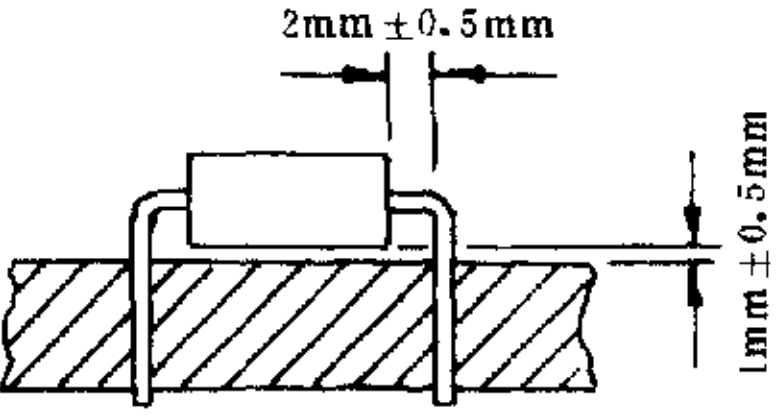
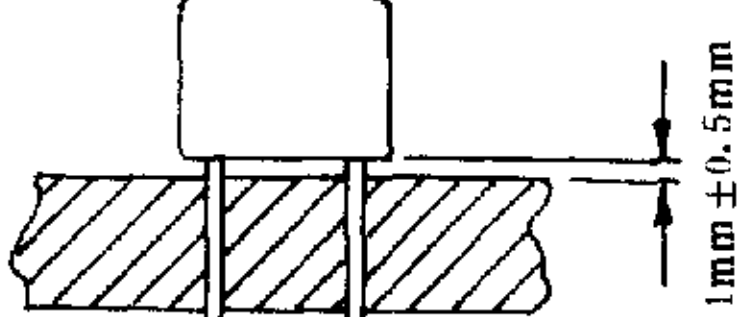
| 安装方法                                                                                          | 示 例                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <p>a.</p>    | <p>晶体管、集成电路、继电器以及到夹具的距离受设计限制的其他元件</p>                     |
| <p>b.</p>   |                                                           |
| <p>c.</p>  | <p>电阻器、电容器</p>                                            |
| <p>d.</p>  | <p>电阻器、电容器、电感器、二极管</p>                                    |
| <p>e.</p>  | <p>电阻器、电容器、电感器、二极管、晶体管<br/>注：重要的是有关规范应规定元件是否应和安装表面接触。</p> |
| <p>f.</p>  |                                                           |

图 2 仅用元件引线安装元件的示例



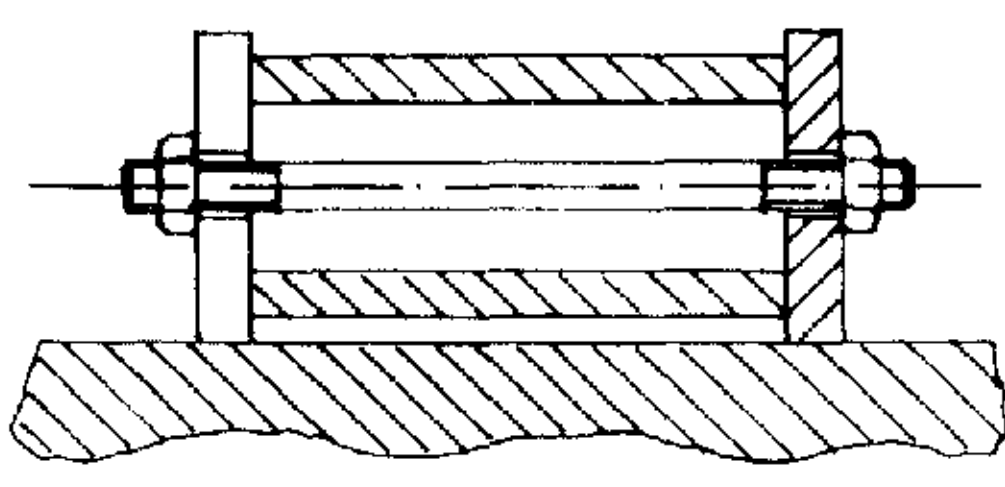
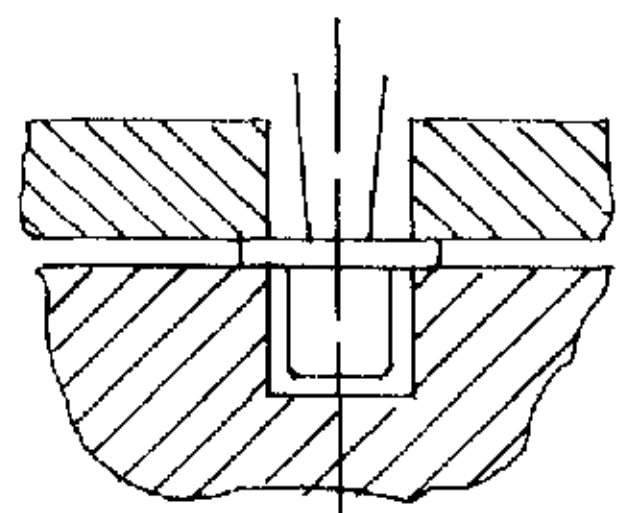
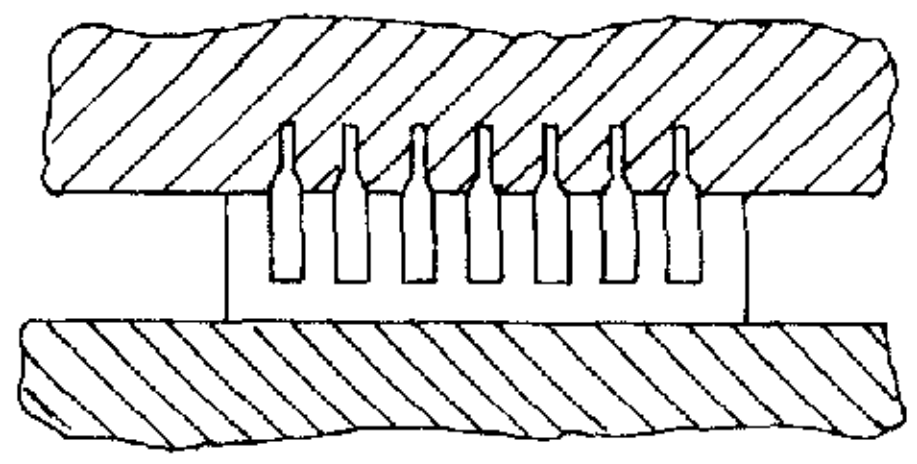
| 安装方法                                                                                          | 示 例                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>a.</p>    | <p>外壳易碎的管状元件,例如大功率电阻器</p> |
| <p>b.</p>  | <p>晶体管、二极管</p>            |
| <p>c.</p>  | <p>集成电路</p>               |

图 3 仅用元件本身安装元件的示例

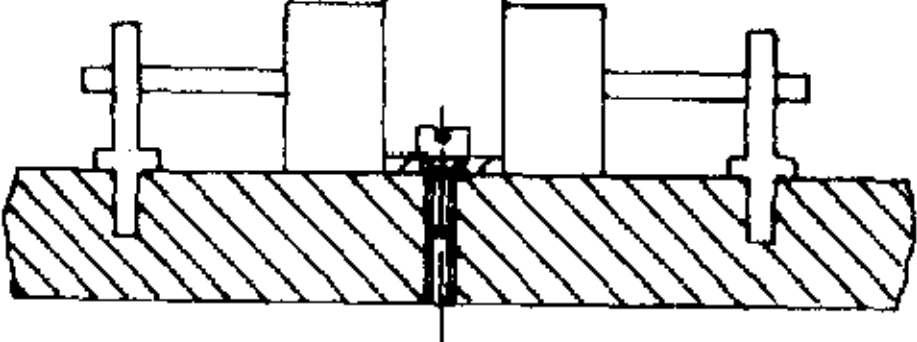
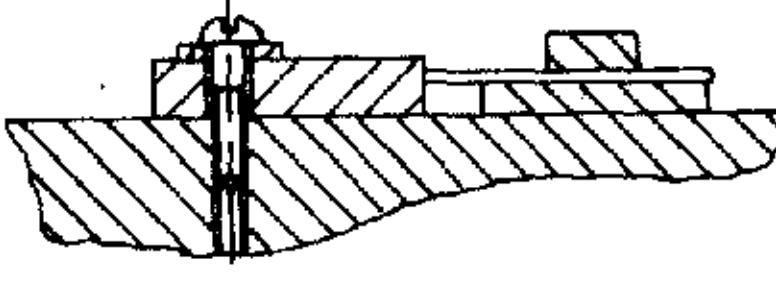
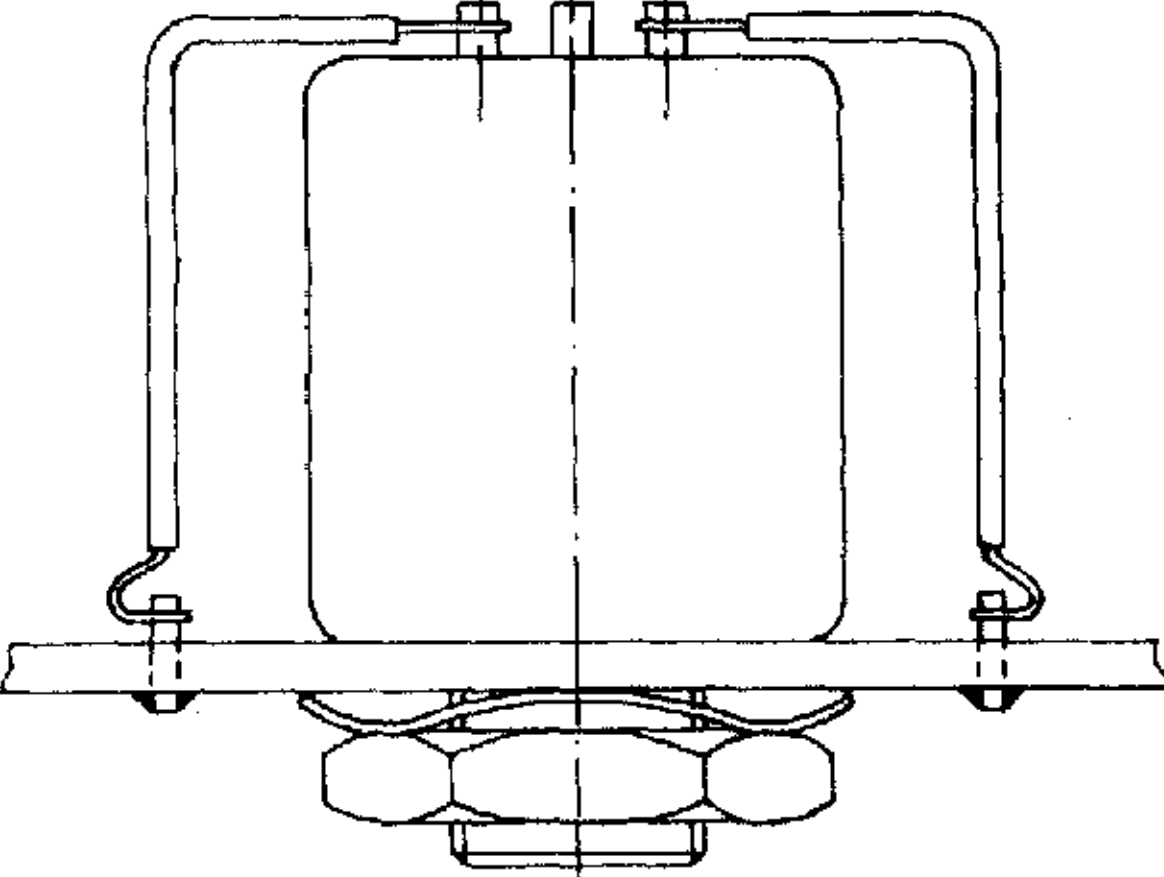
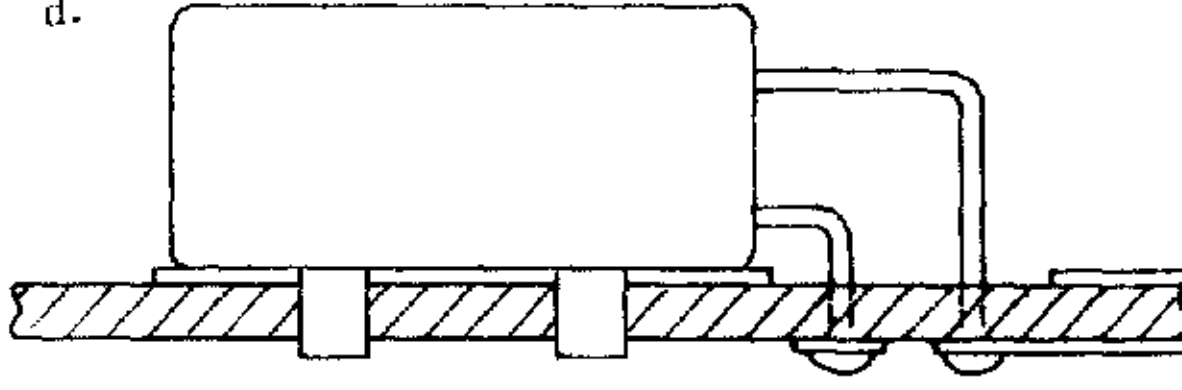
| 安装方法                                                                                           | 示 例                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p>a.</p>     | <p>由于元件的质量和试验严酷等级必须要附加固定<br/>(例如额外支架)的电容器、继电器</p> |
| <p>b.</p>   | <p>安装在散热器上的晶体管</p>                                |
| <p>c.</p>  | <p>变压器、扼流圈</p>                                    |
| <p>d.</p>  | <p>继电器</p>                                        |

图 4 用元件本身及引线安装元件的示例



## 附录 A

### (标准的附录)

### 导 则

#### A1 元件

当试验的目的是用来确定元件对其工作环境的适应性时,有关规范应保证元件以模拟实际使用中的方式安装。超过一定质量的元件,在试验过程中要求与实际使用中一样的给予支撑,并应在有关标准中加以规定,对这一点要特别强调。

重要的是安装方式要符合制造商的要求,如制造商没有提出这种要求,可采用图 1~4 中所给出的详细资料。

具有特殊形状的某些元件,例如圆盘形、球形、灯泡形以及要求特殊固定装置的元件的安装方法没有用图表示出来。对这些元件的安装方法,有关规范必须给出详细资料。

如果一个样品设计有几种安装方法,则所有的方法都应考虑。在每一次试验中建议都用新的元件。

无论规定何种方法或选择何种方法,重要的是应把元件刚性地紧固到试验夹具上或试验台的安装表面上。这可通过合适的夹紧、焊接、嵌入或胶粘合元件体或元件的导线的方法来达到。元件固定在标准尺寸的印刷电路板上通常不能给出足够的刚性,并且用这种方法不可能达到试验要求。此外,再现性也多半要被降低。但是使用小块的印刷电路板,只要注意到它的动态特性,是可以满足试验要求的。

当为高冲击加速度试验或高频振动试验设计夹具时,应注意在试验所规定的频率范围内不能有共振存在。另外,必须考虑声音在夹具材料中的传递速度。应尽可能地保证途径小于  $1/4$  波长。对大型元件或同时试验几个元件的夹具必须特别考虑,并且对设备用夹具的通用原则也适用(见 A3 章)。

如果试验后必须使元件经受引线强度试验,其引线在试验时不允许弯曲,也决不允许相对于元件本体产生相对位移。然而,若这种情况不能避免,则有关规范应规定每次试验必须使用不同的元件。

要十分注意的是,当进行内强度试验时,其安装方法在工作环境下几乎不使用。然而,内强度试验的基本要求是动态应力要传递到样品的内部结构上。为了满足这种要求,试验时既要固定样品本身又要固定样品的引线。

#### A2 设备及其他产品

重要的是设备及其他产品要以其在工作环境中使用的那种典型的安装方式进行安装,例如通常用面板固定的样品,在试验时就应该用面板进行安装。

如果原有的安装结构可用,并且实际上使用这种安装结构,则建议使用之,因为这种安装结构更能代表设备的工作条件。然而,必须记住的是,此时在有关试验中所涉及到的固定点是安装结构的固定点,而不是样品的固定点。

如果原有的安装结构不适用,或者在特殊情况下,这种安装结构可用,而且知道这种安装结构对设备特性没有影响,因此,还是应采用设计得能满足试验要求的夹具。

预定带减震器使用的样品,如果该样品和其他样品一道安装在一个公共系统中,或如果减震器的动态特性变化很大(例如随温度而变化)情况下,有时必须去掉减震器进行试验。因此,此时试验严酷等级将需要修改。除稳态加速度试验外,新的等级应通过减震器在每一轴线上的传递特性曲线的包络来确定。如果知道试验严酷等级随施加应力的方向而改变,则这种情况也应考虑到。

如无传递特性曲线可以利用,则需要人为地选择新的试验严酷等级,但最好经供、需双方讨论后确定。在正弦振动试验(GB/T 2423.10—1995,IEC 68-2-6,1982,电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc 和导则:振动(正弦))的情况下,某些通用的传递特性曲线在该标准附录 A 第 A5.1 给

出。

对稳态加速度试验,应注意在某些情况下,如果样品带减震器进行试验,可能存在一个安全问题,因此支架和缚带的使用是不可避免的。

### A3 试验夹具

样品的安装和定位总离不开夹具,因此,夹具的设计必须着重考虑可能妨碍达到试验要求和可能影响再现性方面的问题。然而本导则没有提出解决这方面问题的方法,因为这方面的办法常可在技术文献中找到。

试验夹具的基本用途就是将试验台所产生的应力如实地传递给被试样品,并且确保在样品的固定点上满足规范的要求。

试验夹具的设计要根据样品的几何形状、质量、试验要求的严酷等级、试验台的能力等主要参数要求来决定。其中后二项参数取决于所需进行的试验。

#### A3.1 冲击和碰撞试验

试验台所允许的总质量和最高的试验严酷等级通常由制造商规定。对某一给定质量的样品,如果试验台的能力明显的大于试验所必需的能力,则试验夹具的设计通常是容易的。因为此时夹具可设计得较重而又比较简单。

考虑刚性和尺寸的影响仍然是冲击和碰撞试验夹具设计的一个重要问题(A3.4条)。

#### A3.2 振动试验

在振动试验夹具设计中,限制样品及其夹具总质量的主要因素是振动台的推力。振动台的推力通常由制造商规定。在试验严酷等级标准中,最重要的特性是所规定的试验频率范围以及位移和(或)加速度值大小。然而在振动台的性能中,大推力和宽频带通常是不能兼容的。因此,不能象冲击和碰撞试验那样,使用最大的振动台就可以了。所以振动试验的夹具比其他试验所要求的夹具更复杂。为了达到满意的结果,将需要更丰富的经验。还要记住,当夹具和样品被固定到振动台上时,可能影响到频率响应。

在振动夹具的设计中,需要考虑的一些参数在 A3.4 条和 A3.5 中给出。

#### A3.3 稳态加速度试验

对稳态加速度试验,夹具的设计最简单,因为稳态加速度是逐步施加到样品上的,并且夹具和样品的动态特性是可以忽略的。因此,夹具仅需足够的刚性来抗御所涉及到的静力负荷,以及能方便地调节样品的方位就可以了。然而,应当记住的是,稳态加速度试验机的最大能力是由制造商规定的。

应注意的是,在很高的加速度值上,特别是高于  $10\,000\text{ m/s}^2$  试验元件会有很多困难。

#### A3.4 材料的选择

在设计试验夹具时,材料的选择主要是考虑夹具的质量和刚性。上述每一种试验都要考虑与质量限制有关的若干问题。而刚性仅在需要考虑夹具的动态特性时才是重要的,并且在夹具设计中有严格的限制。

材料的刚性是材料的一种物理特性,现有各种塑料和金属的刚性是多种多样的。对任何一种给定的材料,刚性将随着它的尺寸和支撑方式(例如刚性固定的单梁或双梁)而变化。并且在某种程度上还随着它的制造方法而变化。某些材料具有较高的刚性-质量比,即使用相同质量的材料时,它可以制造成刚性较高的夹具,这是最理想的材料。

材料的另一个特性是阻尼,它也是材料内部性能的一种表现。例如铝的内阻尼大约为钢的 4 倍多。阻尼主要是对振动夹具的性能有某些影响。试验夹具设计的主要目的是使其在试验所规定的频率范围内无共振存在。如果不能做到这一点,则会影响从试验台到样品之间的振动传递的保真度。其影响的程度直接与阻尼有关。应当牢记的是,大多数通用金属的阻尼,尽管因材料不同而异,但对夹具的总的性能的影响相对来说还是比较小的。所以仅在某些情况下,才需要加以考虑和利用。

对要求快速上升时间的冲击试验,或对要求一个高的上限频率的振动试验,必须考虑的另一个特性



是声音在被选取的材料中的传播速度。

沿任何固定点和振动台工作台之间传播通道的距离在夹具材料中应尽可能的小于四分之一波长。对波长 $\lambda$ 的计算,必须考虑与最低的音速有关的振动模式,通常是横向模式。

例如,对上限频率为2 000 Hz的铝制试验夹具,声音在铝中的速度:

纵波  $v_1 = 6\,300\text{ m/s}$

横波  $v_2 = 3\,200\text{ m/s}$

因此,所考虑的波长是:

$$\lambda = \frac{v_2}{f} = \frac{3\,200}{2\,000} = 1.6\text{ m}$$

所以传播通道的最大长度为  $L = \lambda/4 = 1.6\text{ m}/4 = 0.4\text{ m}$

试验夹具不要全都用同一种材料制成。由于种种原因(例如电或热绝缘)而要增加阻尼时,可能需要使用金属和塑料、或甚至金属和陶瓷相结合的材料来制造夹具。

### A3.5 制作方法

有许多种制作夹具的方法,其中包括螺纹连接、铆接、焊接、铸造以及使用胶粘合等。这些方法的选择取决于能否满足试验要求和所使用的材料。试验夹具应尽可能的简单,例如一坚实的块状物通常是最好的。应当指出,螺纹连接的结构刚性不如其它连接方法那样好。当涉及到大体积和(或)高频试验的样品时,这一因素就显得更重要。

所有的接触面应达到所需的平整度,以保证良好的机械接触。另外,应视夹具的大小使用试验台安装表面上最多数目的安装孔。

设计一个对不同样品能多次使用的夹具是有利的。如果使用螺纹孔,而且材料易出现过度的磨损,则建议使用钢质螺纹孔套嵌入到这种材料中,以增加耐磨性。然而,应该注意的是,它们的装配一定要满足要求,并且不能出现损坏。另外,如果使用螺纹,螺纹连接还应具有高的抗拉强度。

当把样品固定到夹具上时,重要的是夹具和样品不能出现变形。如果出现变形,则多半是夹具的刚性不够,并且会妨碍所要求的试验严酷等级施加到样品的各固定点上。

就实际应用来说,所有的螺纹连接都应以它们所允许的最大力矩拧紧。如果阻尼很重要,则应注意螺纹连接或铆接的内阻尼比焊接的内阻尼要大。

## A4 平衡

平衡问题通常仅是振动和稳态加速度试验中的问题,但对冲击和碰撞试验也必须加以考虑。

### A4.1 振动

在振动情况下,当夹具装上样品时,必须保证夹具的重心(其重心尽可能的低)原则上保持在通过整个振动台运动单元的重力中心线上,并且垂直于运动单元的表面。在某些情况下,要保证装上样品后的夹具和样品的重力中心处于振动台的推力轴线上是不可能的。由于传播通道的长度和摇动,将产生变形和驻波图形,所有这些都限制了可用的频率范围和限制了在样品固定点上达到试验的要求。因此必须使用配重技术,但非必要时,这种技术应尽量避免采用。由于频率增加,样品(也许夹具)可能会共振。如果这样,将会引起动态重心的连续运动的相对位移。此时如果使用了配重技术,这种位移将会加剧。因此也就造成了一个目前对这个问题并没有实际解决的局面。所以这种影响通常是允许的。如果不是这样,则可通过使用较大功率的振动台来减轻这种影响,其前提条件是只要试验规范的要求仍得到满足。

使用与振动台连接在一起的滑台是很普遍的,特别是在样品对重力很敏感的情况下。如果不这样做,夹具的设计就很复杂。虽然这样,仍然会遇到类似于上文所叙述的问题。

### A4.2 稳态加速度

对稳态加速度试验,通常使用离心机。为了防止损坏试验台的支承部分,样品和夹具相对于试验台要保持静平衡和动平衡。对所允许的不平衡度,通常由制造商规定。



### A5 加速度计的位置

试验夹具的设计应允许将加速度计连接在有关试验所要求的位置上。连接的方法是多种多样的,通常由加速度计的制造商推荐,其中包括螺纹连接、特种胶粘合等。在振动试验中,有时可允许安装几个附加的加速度计,这样可以检查夹具的动态特性。

### A6 试验夹具的性能检查

在进行振动试验前,当夹具是装上,还是未装上具有动态代表特性的样品或是装上真实样品时,检查规定点上的试验要求是否达到是有用的。在后一种(指装上真实样品)情况下,在较低的振幅上进行检查比按所规定的振幅进行检查更为合适。

对本标准所包括的其他动力学试验进行这种检查也是合适的。

### A7 大的和复杂的样品

对“大的”或“复杂的”样品这两个术语下定义是困难的。为某种设备所设计的夹具对通常仅试验元件的试验室来说可能是大的。这不是本标准这一部分所考虑的情况。“大的”系指样品加夹具的总称,它们在设备试验室内搬运通常是有困难的。并且由于它的质量和体积、复杂的连接,或所规定的频率范围等所要求的解决办法超过了目前的技术水平。

当要求一个“大的”或“复杂的”夹具时,就必然会发现用一般的方法就难以完全满足试验要求,因为夹具和样品的共振特性还没有被掌握。在研究了其他技术后,其中可能包括使用多台同步的振动台,最后必须参考试验要求以确定必须采取何种措施。在这种情况下,试验程序通常要求注意所达到的各种参数值,并且要取得供需双方的一致同意。

---