

GB/T 2423.48—1997

## 前 言

本标准是根据国际电工委员会 IEC 68-2-57《环境试验 第 2 部分：试验方法试验 Ff：振动——时间历程法》1989 年第一版制定的。

本标准完全等同 IEC 68-2-57,1989 年第一版。

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。

本标准起草单位：电子工业部第五研究所、电子工业部第四研究所。

本标准主要起草人：张友兰、王树荣、周心才、卢兆明、刘忠来、张越。

## IEC 前言

1) 国际电工委员会(IEC)关于技术问题的正式决议或协议,是由对该问题特别关切的国家委员会派代表参加的技术委员会制定的,他们尽可能地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第 50 技术委员会(环境试验)50A 分技术委员会(冲击、振动与其他动力学试验)制定的。

本标准文本以下列文件为基础:

标准草案	表决报告
50A(CO)176	50A(CO)178

更详细的全部表决资料可在上表指明的表决报告中找到。

# 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 试验 Ff：振动——时间历程法

GB/T 2423.48—1997  
idt IEC 68-2-57:1989

Environmental testing for electric and electronic products

Part 2: Test methods

Test Ff: Vibration—Time-history method

### 引言

本标准规定了元器件、设备和其它电工电子产品的时间历程法振动试验方法。因为这些元器件、设备和其它电工电子产品(下文称样品)在其使用期间可能会经常受到短持续时间的随机形式的动态力的作用,例如地震、爆炸、某些运输情况在设备中所产生的应力。

这些力的特性和样品的阻尼使样品的振动响应达不到稳态条件。

当用正弦振动进行了初始振动响应检查后,本试验将使样品经受由具有模拟动态应力特性的响应谱来规定的时间历程。

时间历程可以用下列方法产生和获得:

- 自然事件自然时间历程;
- 随机样本(人工时间历程);
- 合成信号(人工时间历程)。

为了适应所要求的严酷等级,通常还必须作某些修改。

使用时间历程时允许用单一试验波形包络宽带响应谱。

激励轴(一条或几条)中的所有结构模态可能在相同的时间上被激励,因此由耦合模式的合成效应而导致的应力一般都要加以考虑。

在12章中列出了编写有关规范必须具备细节的详细清单,并在附录A(标准的附录)中给出了导则。

### 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2298—91 机械振动和冲击术语(neq ISO 2041:1975)

GB 2421—89 电工电子产品基本环境试验规程 总则(eqv IEC 68-1:1988)

GB/T 2423.10—1995 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)(idt IEC 68-2-6:1982)

GB/T 2423.43—1995 元件、设备和其它产品在冲击(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(idt IEC 68-2-47:1982)

## 1 目的

提供一个用时间历程法来确定样品抗御规定严酷等级瞬时振动能力的标准程序。

## 2 一般说明

本试验的目的是按规定的性能确定样品的机械薄弱环节和(或)规定性能的降低情况,并使用这些信息结合有关规范来确定样品是否被接收。在某些情况下,本试验方法也可用来确定样品的机械强度和(或)研究它们的动态特性。

有关规范应规定在试验期间样品必须工作或仅仅经受住振动条件。

本标准规定了试验的程序和在给定点上测量振动的方法,以及对振动运动和选择严酷等级的要求(包括频率范围、所需响应谱、高应力响应周期数、时间历程数)。

应该强调的是,振动试验总带有一定程度的工程判断。供需双方都应充分认识到这一事实。希望有关规范编写者选择适合样品及其使用要求的试验程序和严酷等级的量值。

出于本试验的目的,样品在试验期间,通常是紧固在振动台上的。

为了方便使用本标准,本标准的正文部分和附录部分都给出了读者需要相互参照的章条号。

本标准应结合 GB 2421 一起使用。

## 3 定义

本标准所采用的名词术语一般在 GB/T 2298, GB 2421 或 GB/T 2423.10 中作了规定。为了方便读者,本标准列出了其中一种标准的定义,指出其出处,同时也指出了各标准之间的差别。

下列附加的术语和定义适用于本标准。

### 3.1 危险频率 critical frequency(与 GB/T 2423.10 中 8.1 技术上等同)

试验样品由于振动而出现故障和(或)性能下降的频率。或者出现机械共振和其它效应(例如颤振)的频率。

### 3.2 阻尼 damping(与 GB/T 2298 定义不同)

阻尼是描述系统中各种机理产生的能量损失的一种通用术语。实际上,阻尼取决于许多参数,例如系统结构、振动模态、变形、外加力、速度、材料、连接滑动等。

#### 3.2.1 临界阻尼 critical damping

允许一个已移位的系统无振荡地回到初始位置的最小粘性阻尼。

#### 3.2.2 阻尼比 damping ratio

在一个粘性阻尼系统中,实际阻尼与临界阻尼之比。

### 3.3 失真度 distortion(与 GB/T 2423.10 中第 3 章相同,与 GB/T 2298 定义不同)

$$\text{失真度 } d = \frac{\sqrt{a_{\text{tot}}^2 - a_1^2}}{a_1} \times 100\% \text{ (以百分比计算)}$$

式中:  $a_1$ ——在驱动频率上的方均根加速度值;

$a_{\text{tot}}$ ——所施加的总方均根加速度(包括  $a_1$  值)。

### 3.4 固定点 fixing point(与 GB/T 2423.10 中第 3.1 相同)

样品与夹具或与振动台点接触的部分,此处在使用时通常是紧固样品的地方。

注:如果实际安装结构的一部分作夹具使用,则固定点就是安装结构的固定点,而不是样品的固定点。

### 3.5 重力加速度“ $g_n$ ” acceleration of gravity “ $g_n$ ”

由于地球重力而引起的标准加速度,该加速度本身随着高度和地球纬度而变化。

注:在本标准中, $g_n$  值取整数  $10 \text{ m/s}^2$ 。

### 3.6 高应力循环 high stress cycles

导致样品中产生疲劳的应力值的响应循环(次数)。

### 3.7 测量点 measuring points (与 GB 2423.10 中 3.2 技术上相同)

为进行试验而收集数据的特殊点,这些点具有两种主要形式,其定义如下:

注:为了评价样品的性能,可在样品中的许多点上进行测量,但在本标准中这些点不作测量点看待。

#### 3.7.1 检查点 check point

位于夹具,振动台台面或样品上的点,该点尽可能接近其中一个固定点,而且在任何情况下,都要和固定点刚性连结。

注

- 1 一些检查点是用来保证满足试验要求的。
- 2 如果存在 4 个或 4 个以下的固定点,则每一个固定点都用作检查点。如果存在 4 个以上的固定点,则有关规范应规定 4 个具有代表性的固定点作检查点用。
- 3 在特殊情况下,例如对大的或复杂的样品,如果不要求检查点紧靠固定点,则检查点应在有关规范中规定。
- 4 当大量的小样品安装在一个夹具上时,或在一个小样品有许多固定点的情况下,为了导出控制信号,可选用单个检查点(即基准点)。因此,控制信号与夹具有关,而与试验样品固定点无关,这种方法仅当加载后夹具的最低共振频率大大地超过试验的上限频率时才是可行的。

#### 3.7.2 基准点 reference point(与 GB/T 2423.10 中 3.2.2 技术上相同)

从检查点中选出来的点,它的信号是用来控制试验以满足本标准的要求。

### 3.8 自然时间历程 natural time-history

由给定事件导致的加速度、速度或位移等(随时间而变化)的记录。

### 3.9 振荡器 oscillator

能产生或能保持机械振荡的单自由度系统。

### 3.10 间歇 pause

相邻两时间历程之间的间隔。

注:间歇应使样品的响应运动无显著迭加。

### 3.11 优选试验轴线 preferred testing axes

符合样品最脆弱轴线的三条正交轴线。

### 3.12 随机运动样本 random motion sample

为产生所要的响应谱,对频率范围和振幅进行改进的随机运动记录样本。

### 3.13 所需响应谱 required response spectrum

用户规定的响应谱。

### 3.14 响应谱 response spectrum(与 GB/T 2298 定义不同)

一系列单自由度物体按规定阻尼比作规定输入运动的最大响应曲线。

### 3.15 时间历程强烈部分 strong part of the time history

从曲线开始达到最大值 25%到最后下降到 25%电平这段时间的时间历程(见图 1)。

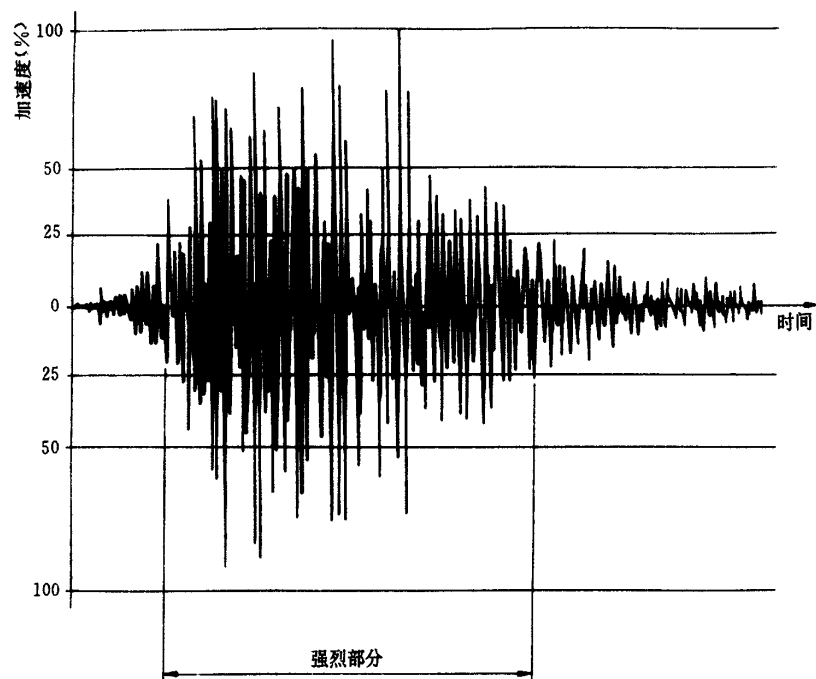


图 1 典型的时间历程

3.16 扫频循环 sweep cycle(与 GB/T 2423.10 中第 3 章技术上相同)

在规定频率范围内,在每个方向上来回一次,例如 1 Hz→35 Hz→1 Hz。

3.17 合成时间历程 synthesized time-history

人工产生的时间历程,其响应谱包络所要求的响应谱。

3.18 试验量值 test level

试验波形的最大峰值。

3.19 试验响应谱 test response spectram

从振动台的实际运动分析出的或是用谱分析设备导出的响应谱。

3.20 时间历程 time-history

加速度、速度、或位移随时间变化的函数记录。

注:数学术语“时间历程”的定义在 GB/T 2298 中给出,并与以时间为函数的量值有关。

3.21 零周期加速度 zero period acceleration

响应谱加速度的高频渐近值(例见图 2)。

注:零周期加速度具有实际意义,因为它代表时间历程中加速度的最大峰值,但不要和响应谱中的加速度峰值相混淆。

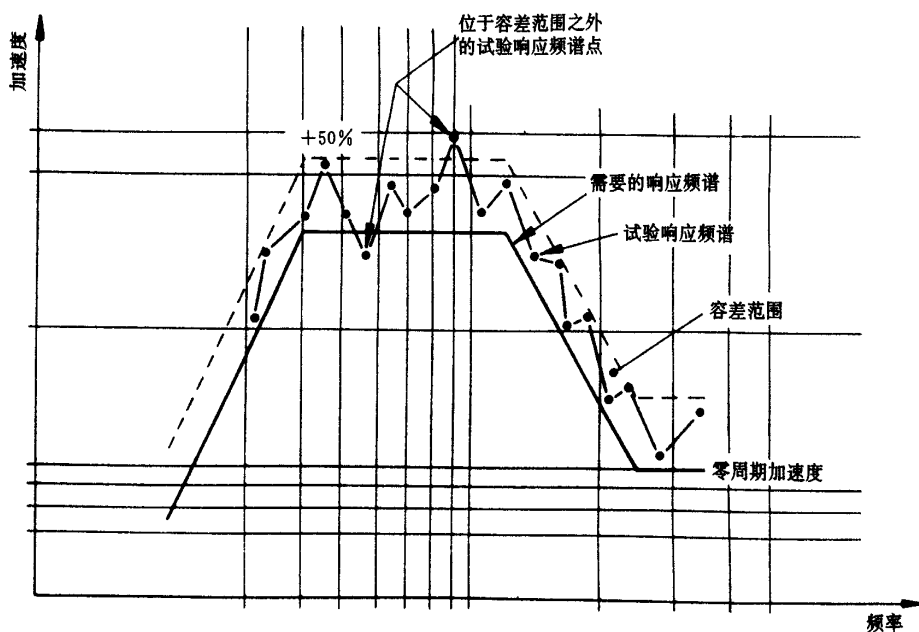


图2 所需响应谱的典型对数曲线

#### 4 条件试验的要求

4.1 规定了对振动响应检查的要求,4.2 规定了时间历程试验的要求,而 4.3 规定了条件试验样品的安装要求。

##### 4.1 振动响应检查

当有关规范有要求时,振动响应检查应按照 GB/T 2423.10 中的方式进行。特别要考虑下面 4.1.1 ~4.1.9 的要求,以便确定危险频率和必要时确定阻尼比。

##### 4.1.1 基本运动

基本运动应为时间的正弦函数,按有关规范的要求样品在振动台上各固定点应基本上同相,并以平行直线运动。且符合 4.1.2、4.1.3、4.1.5 所规定的容差要求。

##### 4.1.2 横向运动

在检查点上垂直于规定轴线的任何轴线上的最大振动应不超过基本运动的 50%。在特殊情况下,例如小样品,如果有关规范有要求,允许横向振动的峰值限制在 25% 以内。

在某些频率上,大尺寸或大质量样品,达到这些要求可能是困难的(A1 章),此时有关规范应规定采用下列二者之一。

- a) 超过上述规定的横向运动记录在试验报告中;
- b) 横向运动不监控。

##### 4.1.3 旋转运动

当振动台的寄生旋转运动显得重要时,有关规范可以规定寄生旋转运动的容差电平,然后写在试验报告中。

##### 4.1.4 测量点

##### 4.1.4.1 基准点

有关规范应规定是采用单点控制还是多点控制。若规定多点控制时,则应规定是检查点上信号的平均值还是选定点的信号值被控制在规定的量值上。

##### 4.1.4.2 检查点

在某些频率上,对大尺寸或大质量的样品,要达到 4.1.6.2 所要求的容差可能是困难的(见 A1 章)。在这种情况下,希望有关规范规定一个较宽的容差,或将所使用的替代评定方法写在试验报告中。

#### 4.1.5 加速度失真

加速度波形失真测量应在基准点上进行,其频率范围应达到试验频率的五倍。

按第 3 章定义的失真应不超过基本运动的 25%。

注:在某些情况下,要达到这些要求也许是不可能的,在这种情况下,如果使基频控制信号的加速度幅值恢复到规定值,例如使用跟踪滤波器,则大于 25%的失真是可以接受的。

对大的或复杂的样品,若在频率范围内某些部分规定的失真值可能不满足,并且使用跟踪滤波器也不实际时,则加速度就不需要恢复,然后应将失真写在试验报告中(见 A1 章)。

不管是否使用跟踪滤波器,有关规范可以要求失真与受影响的频率范围一道记录下来。

#### 4.1.6 振幅容差

沿着所要求轴线的检查点和基准点上的基本运动应等于规定值,并在下列容差内,这些容差包括仪器误差。

##### 4.1.6.1 基准点

在基准点上控制信号的容差:

±15%(基本运动)。

##### 4.1.6.2 检查点

每一检查点上的容差:

500 Hz 以下:±25%(加速度);

500 Hz 以上:±50%(加速度)(见 4.1.4.2)。

#### 4.1.7 频率容差

在危险频率上的容差为:

0.25 Hz 以下:±0.05 Hz;

0.25 Hz~5 Hz:±20%;

5 Hz~50 Hz:±1 Hz;

50 Hz 以上:±2%。

当比较条件试验前后的危险频率时,采用下列容差(见 8.2):

0.5 Hz 以下:±0.05 Hz;

0.5 Hz~5 Hz:±10%;

5 Hz~100 Hz:±0.5 Hz;

100 Hz 以上:±0.5%。

#### 4.1.8 扫频

扫频应是连续的,并且以不超过每分钟一个倍频程的速率随时间按指数规律变化(见 3.16)。

注:用数字控制系统时,对扫频是“连续的”,严格来说不是很正确的,但这种差别毫无实际意义。

#### 4.1.9 阻尼比

一般根据振动响应检查确定阻尼比,这种确定取决于所用的试验装置,并且需要工程判断。如试验报告认为正确,可采用其它方法。

### 4.2 时间历程条件试验

对时间历程的条件试验,应考虑下列要求:

#### 4.2.1 基本运动

所用的时间历程可从下列两种方法中任一种获得:

a) 自然时间历程;

b) 在所规定的频率范围内用频率合成法合成的时间历程,在这种情况下,合成时间历程应该用如



下合适的分辨率产生：

- 当样品的阻尼小于或等于 2% 时，不超过 1/12 倍频程频带。
- 当样品的阻尼为 2%~10% 时，一般情况下不超过 1/6 倍频程频带。
- 当样品阻尼大于或等于 10% 时，不超过 1/3 倍频程频带。

有关规范可规定阻尼比的值(见 3.14)，或用其它方法获得(见 4.1.9)。通常选用 5% 的值。

#### 4.2.2 横向运动

除有关规范另有规定外，垂直于规定轴线的任何轴线的检查点上的最大峰值加速度或位移应不超过时间历程所规定的峰值的 25%。记录测量仅需覆盖到所规定的频率范围。在某些频率上，对大尺寸或大质量样品，可能难以达到上述值(见 A1 章)。在这种情况下，有关规范应指出下列哪一项适用。

- a) 超过上述规定的横向运动应记录在试验报告中；
- b) 横向运动不监测。

#### 4.2.3 旋转运动

当振动台的寄生旋转运动可能很重要时，有关规范可规定一种容差电平，并将其记录在试验报告中。

#### 4.2.4 要求响应谱的容差带

适用于要求响应谱的容差带应在 0%~50% 的范围内，如图 3 所示。

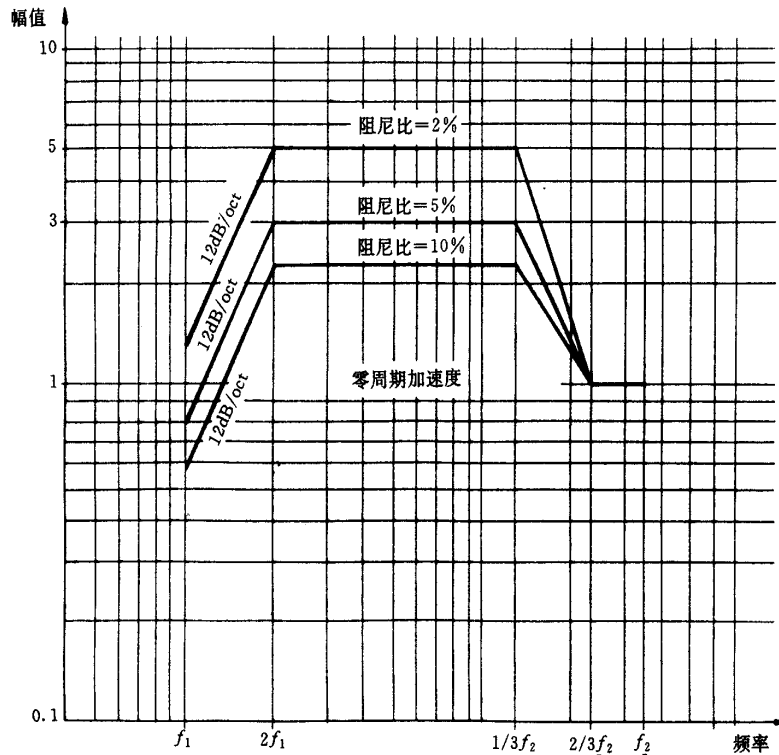


图 3 通用型 RRS(建议的响应谱)形状

注：如果试验响应谱有一小部分单个点落在容差带之外，该试验仍可接受，然后这些点的值应记录在试验报告中

(见 A1 章)。

试验响应谱至少要受以下检查：

- 如果样品阻尼小于或等于 2%，按 1/12 倍频程频带检查；
- 如果样品阻尼在 2%和 10%之间(一般情况)，按 1/6 倍频程频带检查；
- 如果样品的阻尼大于或等于 10%时，按 1/3 倍频程频带检查。

注：在某些情况下，由于要求响应谱是人工地使其成形和加宽，以致使试验响应谱无法在该容差带内产生，此时，试验规范中的容差可能需要修改。

#### 4.2.5 频率范围

除试验装置和样品产生的频率外，基准点上的信号不应包括试验频率范围以外的任何频率。试验装置产生的在试验频率范围外的信号最大值，在无样品情况下不应超过基准点规定信号最大值的 20%。如果上述值不可能达到，所获得的值应记录在试验报告中。

在评价试验响应谱时，频率范围以外的频率不予考虑。

#### 4.3 安装

样品应按 GB/T 2423. 10 的要求进行安装，因为该标准安装部分采用了 GB/T 2423. 43。

如果样品通常安装在减震器上，而在进行试验时，又必须去掉减震器，则应考虑修改所规定的激励值。

安装样品时应考虑连接件、电缆、导管等的影响。

注：试验应包括样品在正常使用中的安装结构。

有关规范应规定条件试验时样品的方位和安装方法，并应作为样品符合本标准要求的唯一条件，可给出充分的理由说明方位和安装对试验没有影响者除外(例如，如果能证明重力效应不影响样品的性能)。

### 5 严酷等级

试验严酷等级由下列参数的组合确定：

- 试验频率范围；
- 要求的响应谱；
- 时间历程的数目和持续时间；
- 高应力响应周期数(如果适用)；

有关规范应根据 5.1~5.4 中给出的资料规定每一参数值。

#### 5.1 试验频率范围

有关规范应从表 1 中选取一个下限频率和从表 2 中选取一个上限频率来给出试验频率范围。推荐的频率范围示于表 3。

表 1 下限频率

$f_1, \text{Hz}$
0.1
1
5
10
55
100

表 2 上限频率

$f_2, \text{Hz}$
10
20
35
55
100
150
300
500
2 000

表 3 推荐频率范围

从 $f_1 \sim f_2, \text{Hz}$
0.1~10*
1~35
1~100
5~35*
10~100*
10~500
10~2 000
55~2 000

注：在 GB/T 2423. 10 的推荐频率范围中，没有带星号标记的频率范围。

5.2 要求的响应谱

有关规范应规定条件试验所需用的响应谱的形状与量值,包括零周期加速度值。若样品所有轴线不相同,还应规定施加响应谱的样品轴线。

在完全不知环境条件的情况下,A2章提供了制定所需响应谱的导则。

5.3 时间历程数和持续时间

5.3.1 时间历程数

有关规范应规定对样品所施加的时间历程数和有关轴线。

除非另有规定,对每条轴线和每一时间历程电平所施加的时间历程数应从下列系列中选择:1、2、5、10、20、50……。

当所施加的时间历程电平有一个以上时,条件试验总是应从最低值开始,继续升到较高值,每一时间历程之后应有一间歇。

5.3.2 时间历程的持续时间

有关规范应规定每一时间历程的持续时间。以秒为单位的推荐值以下列系列给出:……1、2、5、10、20、50……。

5.3.3 时间历程强烈部分的持续时间

在某些情况下,有关规范可以要求时间历程强烈部分占总的持续时间的百分比。另外,除当受5.4要求排除时,应从下列总持续时间的百分比中选择时间历程强烈部分的值:25%、50%、75%。所选定的值应记录在试验报告中。

5.4 高应力循环的次数

有关规范可以规定导致大于规定应力值的高应力循环数(见A3章)。

除当有关规范另有规定时,应从下列系列中选择高应力循环的次数:4、8、16、32……。正和负交变循环应大体等于图4所示的平均分布。

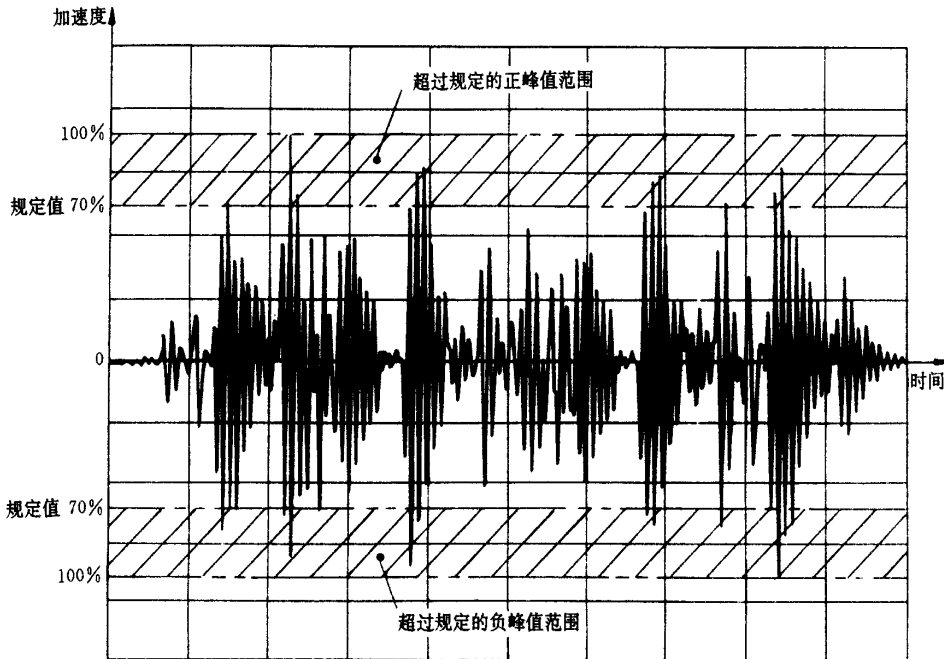


图4 振荡器在特殊频率上的典型响应

这些高应力循环应该用于所需响应谱强烈部分中的特殊危险频率的所需响应谱的百分数来表

示。应从50%、70% (优选值)、90%数值中选择。

## 6 预处理

有关规范可以要求预处理。

## 7 初始检测

应根据有关规范的要求对样品进行外观、尺寸和功能检查。

## 8 条件试验

### 8.1 概述

除非有关规范另有规定,样品应在三条优选试验轴线中的每条轴线进行激励,如果有关规范没有规定,沿着这些轴线的试验次序是不重要的。

当有关规范有规定时,规定试验量值的控制应该用施加于振动台最大驱动力的上限来补充。限制力的方法也应在有关规范中规定。

### 8.2 振动响应检查

当有关规范有规定时,应对试验频率范围进行响应检查,以便研究样品在振动条件下的动态特性。振动响应检查应按有关规范的规定,在试验频率范围内用正弦波和以一定的试验幅值进行。通常,振动响应检查应该用不高于每分钟一个倍频程的对数扫频速率进行。但如果要获得更精确的响应特性,扫频的速率也可以放慢,但应避免不适当的停顿。

激励峰值的选择应使样品的响应保持小于时间历程的响应,但应保持在一个足够高的量值上,以便发现危险频率。

如果有关规范有要求,振动响应检查期间样品应工作。如果因为样品工作而不能评价其机械振动特性时,则应在样品不工作的情况下进行附加的振动响应检查。在这阶段,为了确定危险频率,应对样品进行检查,然后应把检查情况写在试验报告里。

在某些情况下,有关规范可以要求在完成了时间历程条件试验后再进行附加的振动响应检查,以便比较危险频率。有关规范应该规定如果频率出现任何变化时所采取的措施。最重要的是应以同样的方式和相同的试验量值进行两种振动响应检查。

### 8.3 时间历程条件试验

对时间历程条件试验,有关规范应根据第5章规定的严酷等级值。在连续的时间历程之间应有一个间歇,以使样品的响应运动不发生明显的叠加。有关规范还应规定是需要单轴线条件试验、双轴线条件试验,还是三轴线条件试验。

#### 8.3.1 单轴线条件试验

依次沿着每条优选试验轴线进行条件试验,若有关规范没有规定,沿这些轴线试验的先后顺序是不重要的。

#### 8.3.2 双轴线条件试验

对每个系列试验,沿着样品的二条优选轴线同时施加二个时间历程。如果二个时间历程不是独立的,则先以相对相位角 $0^\circ$ ,然后以 $180^\circ$ 重复每一试验。

注:当规定双轴线试验时,可在单斜线安装下进行条件试验,但沿二轴线的运动总是相关的。应调节每条轴线的试验响应谱,以便包络该轴线的要求响应谱。

#### 8.3.3 三轴线条件试验

对每个系列试验,沿着样品的三条优选轴线同时施加时间历程。对这种条件试验方法,用单轴线双轴线的安装是不合适的。

## 9 中间检测

当有关规范有规定时,在所规定的时间历程试验期间,样品应工作,并测量其性能。

## 10 恢复

有关规范有规定时,在条件试验之后,最后测量之前,有时需要提供一段时间让样品达到与初始测量时相同的条件,例如温度条件。

## 11 最后检测

应按有关规范的规定对样品进行外观、尺寸和功能检查。

有关规范应提供接收或拒收样品的判据。

## 12 有关规范应作出的规定

当有关规范包括本试验时,只要适用应规定下列细节,应特别注意带星号标记的项目,因为这些项目总是不可少的。

- a) 固定点(见 4.1.1);
- b) 横向运动(见 4.1.2 和 4.2.2);
- c) 旋转运动(见 4.1.3 和 4.2.3);
- d) 测量点(见 4.1.4);
- e) 加速度波形失真(见 4.1.5);
- f) 振幅容差(见 4.1.6);
- g) 阻尼比(见 4.2.1);
- h) 样品的安装(见 4.3);
- i) 试验频率范围\*(见 5.1);
- j) 要求响应谱\*(亦见 A2 章)(见 5.2);
- k) 时间历程次数\*(见 5.3.1);
- l) 时间历程持续时间\*(见 5.3.2);
- m) 时间历程强烈部分持续时间\*(见 5.3.3);
- n) 高应力循环次数(亦见 A3 章)(见 5.4);
- o) 预处理(见 6 章);
- p) 初始检测(见 7 章);
- q) 优选试验轴线\*(见 8.1);
- r) 驱动力限制(见 8.1);
- s) 振动响应检查(见 8.2);
- t) 性能和功能检查(见 8.2 和 8.3);
- u) 单轴线、双轴线、三轴线试验\*(见 8.3);
- v) 中间检测(见 9 章);
- w) 恢复(见 10 章);
- x) 最后检测\*(见 11 章)。

## 附录 A (标准的附录) 导 则

### A1 引言

目前已有许多公认的试验程序,可验证样品是否经受得起各种不同类型振动应力。这些程序从简单的连续的正弦振动法到复杂的高度专门化的时间历程法。每种程序都是适合一种特殊的要求或环境,或代表一种特殊的振动环境。

时间历程方法对下列场合很重要:

- a) 必须尽可能真实地重现振动环境;
- b) 对样品所知甚少,或很难确定样品的临界值,例如危险频率。

与其它方法相比,时间历程试验避免了过试验的倾向。这是因为时间历程方法重现或密切地代表了实际环境,采用太保守的试验方法因此而产生过应力或疲劳的可能性减少了。

在重现实际或现场环境中,由规范编写者制定响应谱。通常给一个阻尼系数代表样品阻尼。这样制定的响应谱叫做要求响应谱,并且是规范的一部分,代表了必须满足的指标。在样品试验期间,试验室产生一个类似的环境,并且产生一个试验响应谱。这个试验响应谱在试验期间通过监测振动台的运动产生。然后把试验响应谱和要求响应谱进行比较,以便确定试验指标是否已被满足。为了达到试验指标,试验响应谱必须包络要求响应谱。在制定试验响应谱时,往往先把样品换成等效质量进行尝试性试验或预先运行,这样试验室可以调整试验值,而样品不受不必要的疲劳和过试验。

适用于要求响应谱的容差将在规范中规定,但若少部分的单个点落在容差带之外(见图 2),试验仍可接受。在某些情况下,当试验尺寸大或质量大的样品时,在某些频率上达到要求的容差是不可能的,在这种情况下,或者是规范允许一个更宽的容差,或者需要采用一个替代的试验方法(见 4.1.4.2)。

时间历程试验要求试验室采用复杂精密的仪器以及控制和分析用的数字计算机设备。

所给的参数是标准化的,并且选择合适的容差,以便在不同的地点进行试验时获得类似的结果。数值的标准化也可帮助设备按经受给定振动的严酷等级的能力来分类。

### A2 对获得要求响应谱的建议(见 5.2)

当不了解样品的用途和环境时,为了根据图 3 规定要求响应谱,给出下列建议:

- a) 应从 5.1 表 3 中选择试验频率范围;
- b) 零周期加速度值( $g_a$ )(见 3.5),通常从下列系列中选择:1、2、5、10、20……;
- c) 在  $f_1$  和  $2f_1$  之间,用每个倍频程十二分贝的斜率规定加速度;
- d)  $2f_1$  和  $1/3f_2$  之间最大加速度值等于:
  - 对 10%的阻尼比,零周期加速度的 2.24 倍;
  - 对 5%的阻尼比,零周期加速度的 3 倍;
  - 对 2%的阻尼比,零周期加速度的 5 倍。

注

- 1 当样品的典型阻尼比在 2%~10%之间时,推荐 5%时的要求响应谱,如果样品的典型阻尼比小于或等于 2%,仅推荐 2%时的要求响应谱。如果样品的阻尼比大于或等于 10%,则推荐 10%的要求响应谱。
- 2 当频率  $f_1$  低于 0.8 Hz 时,1.6 Hz 以下的加速度将由每个倍频程十二分贝的斜率来规定。

### A3 高应力循环次数(见 5.4)

重现由振动产生的影响(例如由地震、爆炸产生的)要求以一定的安全系数尽可能准确地模拟特定

的环境。当不能充分知道环境时或难以模拟时,考虑安全系数时必须包括最坏的情况。

上述的第一个指标在于保证试验响应谱包络所要求的响应谱。这种包络保证已经达到每个振动器响应的最大要求电平。

第二个指标在于保证时间历程强烈部分的持续时间等于或大于要考虑的现象所产生的时间。

然而,上述这两种方法由于没有完全考虑高量值交变激励的影响,所以是不够的。的确这种激励在危险频率上出现时,对设备是非常重要的,并产生对样品有害的非弹性变形。

对模拟所考虑现象的信号分析和对样品性能的分析,如果必要,允许考虑这些高量值应力。实际上这是通过对以规定频率为中心频率的每个振荡器超过规定值的高应力循环次数的计算来实现的。由于疲劳损坏随振幅的减少而迅速下降,考虑超过例如要求响应谱最大值的50%峰值就足够了(见图4)。

---