

前 言

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 68-2-37《环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fdc:宽频带随机振动——低再现性》(1973 年第 1 版)及第 1 号修改单(1983 年 8 月)。

本标准代替 GB 2423.14—82《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Fdc:宽频带随机振动试验方法——低再现性》。本标准的第 1、2 两章与 GB 2423.14—82 的第 1、2 两章不同,GB 2423.14—82 对 IEC 68-2-37 的第 1、2 两章进行了改写。这次修订还增加了 1983 年 8 月国际电工委员会对 IEC 68-2-37 的第 1 号修改单的内容。

本标准于 1982 年首次发布,1997 年 9 月第 1 次修订,自 1998 年 10 月 1 日起实施。

自本标准实施之日起,同时代替 GB 2423.14—82。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所总归口。

本标准由全国电工电子产品环境技术标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:电子工业部标准化研究所、电子工业部五所。

本标准主要起草人:周心才、王树荣、张友兰、纪春阳等。

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委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)的 50A 分技术委员会(冲击振动和其他动力学试验)制定的。

第 1 次草案是在 1968 年斯德哥尔摩会议上讨论的,新的草案是在 1969 年德黑兰会议上讨论的,作为这次会议的结果,最后草案 50A(中办)133 号文件于 1971 年 2 月提交给各国家委员会按“六个月法”表决。下列国家投票明确赞成本标准:

澳大利亚	德国	葡萄牙
奥地利	匈牙利	瑞典
比利时	以色列	土耳其
捷克斯洛伐克	日本	英国
丹麦	挪威	美国
芬兰	波兰	

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 Fdc:宽频带随机振动——低再现性

GB/T 2423.14—1997
idt IEC 68-2-37:1973

Environmental testing for electric and electronic products

代替 GB 2423.14—82

Part 2: Test methods

Test Fdc: Random vibration wide band

—Reproducibility low

1 引言

宽频带随机振动试验的基本要求可在 GB/T 2423.11—1997(IEC 68-2-34)试验 Fd:宽频带随机振动——一般要求中给出。此外,还规定了三种可能的再现性等级,称为高、中、低再现性,并分别以试验 Fda、Fdb 和 Fdc 表示。其中每一试验方法连同其推荐验证方法组成单独的完整的标准,因此,在试验 Fd 中包括有关规范编写者所需用的全部信息。而试验工程师所需用的信息则分别包括在试验 Fda、Fdb 或 Fdc 中。

郑重建议本标准的使用者要结合 GB/T 2423.11—1997(IEC 68-2-34)阅读本标准。

必须注意,在整个标准文本中,经常提到随机振动试验问题中两个特别重要的术语。为了使读者更好地了解本标准的内容,现定义如下:

加速度谱密度 acceleration spectral density (A. S. D)

加速度变量的谱密度,以加速度单位的平方每单位频率来表示。

加速度谱密度的频谱 A. S. D spectrum

加速度谱密度在频率范围内的变化方式。

2 目的

确定元器件和设备经受规定严酷度等级的随机振动的能力。

本随机振动试验适用于在使用中可能受到随机性振动条件影响的元器件和设备。试验目的在于确定机械弱点和(或)规定性能是否下降,并结合有关规范使用这些信息来决定试验样品是否接收。

在施加本试验规定的环境应力(条件试验)时,试验样品要经受在宽频带范围内给定等级的随机振动试验。由于试验样品及其夹具会产生复杂的响应,所以本试验要求特别注意试验的准备、进行及规定要求的验证。

3 安装与控制

3.1 安装

试验样品应按 GB/T 2423.43—1995(idt IEC 68-2-47)《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》的要求安装到试验设备上。

3.2 基准点和控制点

试验要求是通过与基准点,或在某些情况下,与试验样品固定点有关的全部控制点上所做的测量来验证。当规定有假设基准点时,就只需要在控制点上测量。

如果在一个夹具上安装许多小试验样品时,则当荷载夹具的最低共振频率超过试验频率上限 f_2 时,可以认为基准点和(或)控制点与夹具有关,而与试验样品固定点无关。

3.2.1 固定点

固定点定义为试验样品与夹具或与振动台接触的部分。通常是使用中正常紧固试验样品处,如果使用实际安装结构的一部分做夹具,那么,应取这些安装结构的固定点做为固定点,而不取试验样品的固定点作固定点。

3.2.2 控制点

控制点通常就是固定点。控制点应尽量靠近固定点,在任何情况下它和固定点的连接应该是刚性的。

如果试验样品有四个或四个以下的固定点,那么每一个固定点都用作控制点。如果有四个以上的固定点,那么有关规范应规定四个有代表性的固定点作为控制点。

注:对大的和(或)复杂的试验样品,在有关规范中规定控制点是个重要问题。

3.2.3 基准点

基准点是用来取得基准信号验证试验要求和表示试验样品运动的单个点;它可以是一个控制点或者是用人工或自动处理各控制点信号而建立的一个假设点。

如果采用假设点,那么基准信号的频谱规定为全部控制信号的加速度谱密度值在每一频率上的算术平均值。在这种情况下,基准信号的总方均根值等于控制点信号方均根值的方均根。

有关规范应说明所采用的基准点,或说明应如何选取基准点,对大的和(或)复杂的试验样品,建议采用假设基准点。

4 共振检查

如果有关规范要求共振检查,在下列正弦试验阶段,应采用 GB/T 2423.10—1995(idt IEC 68-2-6) 试验 Fc, 振动(正弦)试验中规定的容差。

4.1 正弦幅值

除有关规范另行规定外,共振检查所使用的正弦幅值,按加速度谱密度等级由表 1 来确定。此幅值应施加于基准点上。如果随机振动条件试验使用假设点,那么此正弦幅值应施加在控制点上。

表 1

加速度谱密度等级		正弦幅值(峰值)	
$(m/s^2)^2/Hz$	g^2/Hz	m/s^2	g
<4.8	(<0.05)	9.8	(1.0)
4.8—19.2	(0.05—0.2)	14.7	(1.5)
>19.2	(>0.2)	19.2	(2.0)

4.2 共振检查方法

在初始和最后共振检查期间,应在整个试验频率范围内进行正反向扫频。

在共振检查时,应检查试验样品,以便确定下列现象的频率:

- a) 由于振动而使试验样品出现误动作和(或)性能降低;
- b) 试验样品出现机械共振。

为了更仔细地研究这些影响,并找出精确的频率,可中断扫频。

在初始共振检查时,为了和最后共振检查所得出的频率与幅值进行对比,应记录产生上述现象的全

部频率和幅值。有关规范应规定共振频率发生变化时所应采取的措施。

在共振检查时,如适用,试验样品应进行工作,如因试验样品处于工作状态而不能确定其机械振动特性时,则应将试验样品处于非工作状态再进行一次附加的共振检查。

为检测试验样品的内部效应所做的任何安排,都不应过大地改变试验样品的总体动态特性。

条件试验后必须规定一段恢复时间,以便允许试验样品在这段时间中恢复到和共振检查开始时相同的条件,例如温度影响。

5 振动运动要求

5.1 基本运动

试验样品各固定点的基本运动应为直线运动,并且其瞬时加速度值具有正态(高斯)分布的随机性质,这些点基本上也具有相同的运动。

5.2 分布

基准点上瞬时加速度的分布通常应在图 1 所示的容差带内。如果采用假设点,那么这一分布适用于控制点。

注:对大多数随机振动试验,这种分布落在容差带内,因此,只有在例外情况下才需验证。然而若有可能,建议测量加速度波形(例如目测),以保证所出现的峰值至少为信号方均根值的 2.5 倍。

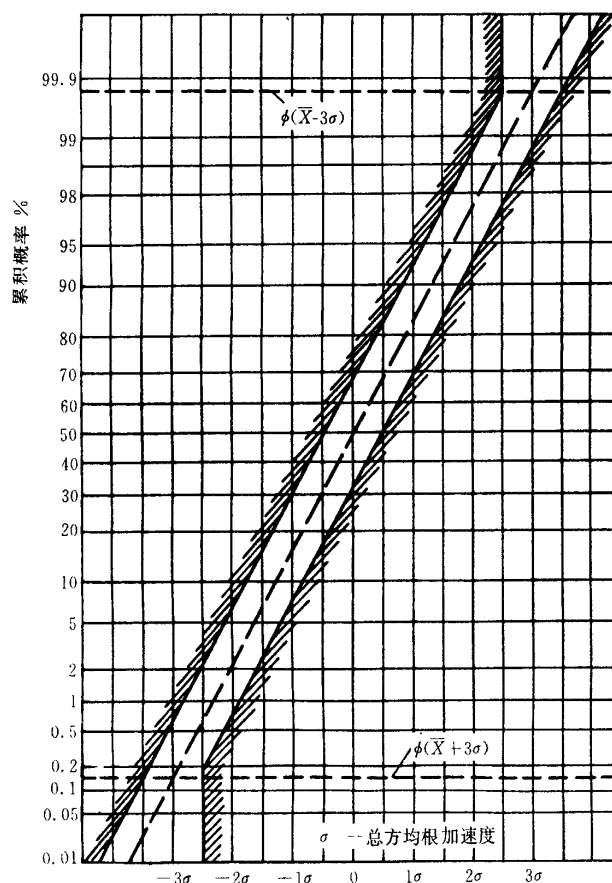
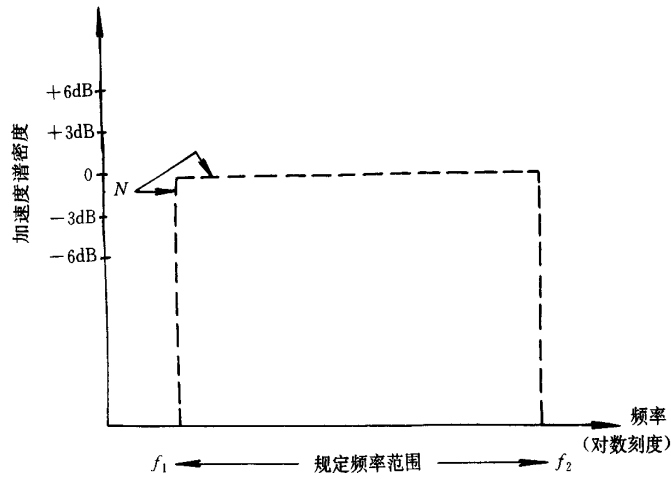


图 1 瞬时加速度分布的容差带

5.3 加速度谱密度的频谱和总方均根加速度

有关规范应规定加速度谱密度等级和频率范围。加速度谱密度的频谱如图 2 所示。有了这些值就可同时确定出总方均根加速度的标称值。这个值也可通过查表 3a 和表 3b 得出。



N 所规定的加速度谱密度的标称值

图 2 加速度谱密度的频谱

由分析设备读出的加速度谱密度指示值的容差和总方均根加速度真值的容差见表 2。由此表可见，总方均根加速度真值的容差较加速度谱密度指示值的容差要小。

为了验证运动要求，只需在基准点的预定方向上进行加速度测量。

加速度谱密度容差的验证可用满足给定容差的任何方法进行，然而，建议采用本标准附录 A 规定的验证方法。

表 2

dB

容 差 范 围	
加速度谱密度的指示值	总方均根加速度的真值(f_1 至 f_2)
± 3.0	± 2.0
注：在特殊情况下，规定使用成形频谱，此时，仍可采用附录 A 中的规定方法。	

5.4 规定频率范围内的总方均根加速度值

在规定频率范围内，所要求的总方均根加速度值见表 3a 和表 3b。为了验证这些值，要使用低通滤波器，该低通滤波器的截止频率(3 dB)为 f_2 。如果 3 dB 带宽较之用白噪声输入信号的滤波器输出时所得等效噪声带宽相差 2% 以上，那么在使用此表中所计算的方均根值时就应考虑此带宽。

5.5 位移极限

所有振动台都有位移极限，为了限制峰值位移，必须在功率放大器前面插入一高通滤波器。

注：如果因振动台位移极限的限制在低频区内必须减少加速度谱密度时，那么必须注明所减少的值，并取得供需双方的同意。

6 初始检测

应按有关规范的规定，对试验样品进行电气和机械检查。

如果有关规范要求条件试验前后进行共振检查，则包括响应检查的整个程序应在一条轴线上完成，并在其他轴线上重复进行。共振检查方法在 4.2 中规定。

7 条件试验前的激励

当用正弦振动进行共振检查时，应尽量缩短时间，所施加的幅值在 4.1 中规定。

包括共振检查和条件试验在内的完整试验程序应在一条轴线上完成后(且不得从振动台上拆下试验样品)，然后再在其他轴线上依次重复进行。

在进行正式的(即全等级的)随机振动试验前,必须先对试验样品进行较低等级的随机激励,以便进行预调(即均衡和预先分析),重要的问题是,此时所加的振动量级要保持最小,时间要保持最短。

在进行正式的随机振动试验前,所允许的预调激励时间(即建立时间)为:

- a) 小于规定等级的 25%,无时间限制;
- b) 在规定等级的 25%~50%,其时间应不大于规定试验时间的 1.5 倍;
- c) 在规定等级的 50%~100%,其时间应不大于规定试验时间的 10%。

必须注意,上述这些预调激励时间不应从规定的试验时间中扣除。

8 条件试验

除有关规范另有规定外,试验样品应在三个相互垂直的轴线上依次受振,轴线的选取应使最容易暴露样品的故障。严酷等级在有关规范中规定。除非有关规范另有规定,为了确定功能和机械效应,只要适用,在条件试验期间,被试设备应进行工作。

对于元件,有关规范应规定在条件试验时是否要进行电气和机械检查,以及在条件试验的哪一阶段上进行些检查。

在整个条件试验期间,应测量和控制在规定频率范围内的总方均根加速度。其值见表 3a 和表 3b,其容差按 5.3 规定。

为验证加速度谱密度,应在条件试验时抽取瞬时加速度时间历程的样本。每个样本的最小持续时间应为所使用的分析设备的最大平均时间的两倍。对持续时间不超过 10 min 的试验,一个样本就够了。对于较长的持续时间,应在条件试验开始和结束时抽取样本。如果振动系统的设定值在耐久条件试验时发生变化,则在变化后应立即抽取追加样本。对很长的条件试验持续时间,建议在条件试验期内抽取追加样本。

无论条件试验期间或条件试验后,都应对加速度谱密度进行验证。

9 最后检测

应按有关规范的要求,对试验样品进行电气和机械检测。

如果要求共振检查,则应按 4.2 所述方法进行最后共振检查。

表 3a 总方均根加速度值

每一频率范围对每一加速度谱密度的总方均根加速度(矩形谱,单位:m/s²)

规定的 加速度 谱密度 (m/s ²) ² /Hz	规定的频率范围($f_1 \sim f_2$) Hz											
	5~150	5~200	10~150	10~200	20~150	20~200	20~500	20~2 000	20~5 000	50~500	50~2 000	50~5 000
	总方均根加速度 m/s ²											
0.048	2.65	3.04	2.55	3.04	2.55	2.94	4.81	9.81	15.7	0.46	9.81	15.7
0.096	3.73	4.32	3.62	4.31	3.53	4.22	6.77	13.7	21.6	0.66	13.7	21.6
0.192	5.30	6.20	5.20	6.08	5.00	5.89	9.61	19.6	31.4	0.93	19.6	31.4
0.48	8.33	9.71	8.24	9.61	7.95	9.32	15.7	31.4	49.1	1.47	30.4	49.1
0.96	11.8	13.7	11.8	13.7	10.8	12.8	21.6	44.1	69.7	2.06	43.2	68.7
1.92	16.7	19.6	16.7	18.6	15.7	18.6	30.4	61.8	98.1	2.94	61.8	98.1
4.8	26.5	30.4	25.5	30.4	25.5	29.4	48.1	98.1	157	4.61	98.1	157

表 3a(完)

规定的 加速度 谱密度 (m/s ²)/Hz	规定的频率范围($f_1 \sim f_2$) Hz											
	5~150	5~200	10~150	10~200	20~150	20~200	20~500	20~2 000	20~5 000	50~500	50~2 000	50~5 000
	总方均根加速度 m/s ²											
9.6	37.3	43.2	36.2	43.1	35.3	42.2	67.7	137	216	6.60	137	216
19.2	53.0	62.0	52.0	60.8	50.0	58.9	96.1	196	314	9.32	196	314
48	83.3	97.1	82.4	96.1	79.5	93.2	157	314	491	14.7	304	491
96	118	137	118	137	108	128	216	441	697	20.6	432	687
192	167	196	167	186	157	186	304	618	981	29.4	618	981
480	265	304	255	304	255	294	481	981	1 570	46.1	981	1 570
960	373	432	362	431	353	422	677	1 370	2 160	66.0	1 370	2 160

表 3b 总方均根加速度值

每一频率范围对每一加速度谱密度的总方均根加速度(矩形谱,单位:g)

规定的 加速度 谱密度 g ² /Hz	规定的频率范围($f_1 \sim f_2$) Hz											
	5~150	5~200	10~150	10~200	20~150	20~200	20~500	20~2 000	20~5 000	50~500	50~2 000	50~5 000
	总方均根加速度 g											
0.000 5	0.27	0.31	0.26	0.31	0.26	0.30	0.49	1.0	1.6	0.47	1.0	1.6
0.001	0.38	0.44	0.37	0.44	0.36	0.43	0.69	1.4	2.2	0.67	1.4	2.2
0.002	0.54	0.63	0.53	0.62	0.51	0.60	0.98	0.2	3.2	0.95	2.0	3.2
0.005	0.85	0.99	0.84	0.98	0.81	0.95	1.6	3.2	5.0	1.5	3.1	5.0
0.01	1.2	1.4	1.2	1.4	1.1	1.3	2.2	4.5	7.1	2.1	4.4	7.0
0.02	1.7	2.0	1.7	1.9	1.6	1.9	3.1	6.3	10	3.0	6.3	10
0.05	2.7	3.1	2.6	3.1	2.6	3.0	4.9	10	16	4.7	10	16
0.1	3.8	4.4	3.7	4.4	3.6	4.3	6.9	14	22	6.7	14	22
0.2	5.4	6.3	5.3	6.2	5.1	6.0	9.8	20	32	9.5	20	32
0.5	8.5	9.9	8.4	9.8	8.1	9.5	16	32	50	15	31	50
1.0	12	14	12	14	11	13	22	45	71	21	44	70
2.0	17	20	17	19	16	19	31	63	100	30	63	100
5.0	27	31	26	31	26	30	49	100	158	47	100	157
10.0	38	44	37	44	36	43	69	141	223	67	140	222

附录 A
(标准的附录)
验证方法

A1 说明

本验证方法要求所采用的分析器带宽不得大于三分之一倍频程或 100 Hz(取其中较大者)。有关规范可以根据这一要求规定所需的系统。

所给出的加速度谱密度值的容差是对分析器读数而言,而不是对加速度谱密度的真值。

因为分析器频谱的精度取决于分析器的带宽,所以本验证方法所指的是分析器的要求,并没有概括被试样品响应中存在的全部峰谷。由于这一点,从一个试验室到另一个试验室的再现性就低。

A2 均衡器总偏差的测量

如果采用固定滤波器式的均衡器,则必要时应按下述程序检查滤波器组,其总偏差应在 ± 2 dB 内,或者按有关规范的规定。

均衡滤波装置的测量,应使所有滤波器在具有同等电平的条件下进行。测定均衡器输入到输出的传递函数应使用从 $f_1 \sim f_2$ 的正弦扫描信号,扫描率不超过每分钟一个倍频程。在 $f_1 \sim f_2$ 范围内的偏差(按 dB 计算)就是总偏差。

注:为了足以保证滤波装置在每次试验时有良好的功能,应经常测量总偏差。

A3 加速度谱密度的验证

加速度谱密度分析器无论是扫描或固定滤波器,其带宽不应大于 100 Hz 或三分之一倍频程,有关规范可以规定直至不超过这些极限的带宽。

如果采用扫描分析器,所选择的扫描速率所引起的误差应使其保持在采用低扫描速率时所允许的那种误差范围内。如扫描速率 S 值符合下式,则在任何情况下,误差总是小的。

$$S \leq k \frac{B}{t}$$

式中: S ——扫描速率,Hz/s;

B ——分析器带宽,Hz;

t ——平均时间,s;

k ——0.4,当采用真实平均时间时。

注

1 如果采用 RC 电路求平均值,则 $t=2RC$, $k=0.2$ 。

2 除分析方法和仪器所引起的真值偏差外,每一频率所得出的读数有时受到时间波动的影响。这是由于随机振动的随机性所致。这种波动随平均时间增大而减少。不具备 $t>30/B$ 的平均时间,就不会满足此容差。

分析器的加速度谱密度读数在规定频率范围内各处均应在 ± 3 dB 以内。

A4 总方均根加速度的验证

在整个随机振动条件试验过程中应按 5.3 和 5.4 的规定,测量和控制总方均根加速度,这个值随着仪器误差的减少,应在 ± 2 dB 的容差内。