

电工电子设备结构的试验(下)

田 蓑 许昌继电器研究所(461000)

2.6 振动和冲击试验

2.6.1 机柜和机架的振动和冲击试验

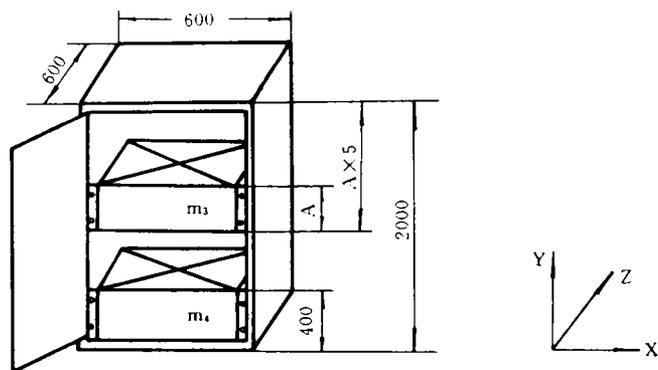


图 4

机柜和机架的振动和冲击试验安装要求见图 4。机柜以前门、背板、两侧板和顶板覆盖。试品以底部安装在振动试验仪上, 负荷分布情况见表 6, 试验规范见表 7。

表 6 机柜振动和冲击试验负荷分布

机柜和机架	A(mm)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	总负荷(kg)
IEC297-2	265.9	10	100	150
IBC917-2-1	250	10	100	150

表 7 机柜振动和冲击试验规范

特性水平	应用实例	试验条件		试验程序(冲击)	合格评定
		Y轴振动	冲击		
M1	机柜用于低振动和冲击水平的运输和应用领域, 如工厂和办公室	300m/s ² (30G) 18ms, 1/2 正弦波	5~9Hz, 幅值 0.75mm; 9~100Hz, 2m/s ² (0.2G)	持续时间: 1 倍频程/ min; 试验轴: x-y-z, 每轴持续时间: 10 个循环(1h15min);	构架的零件 无变形或损 坏, 功能和 配合符合要 求, 接地电 阻小于 0.1Ω。
M2	类似于 M1, 但应用在较高振动和冲击场合, 如铁路、公路信号, 阵风防护, 闭环机械	500m/s ² , (50G) 11ms, 1/2 正弦波	5~9Hz, 幅值 1.5mm; 9~100Hz; 5m/s ² (0.5G)	谐振扫描: 5~10Hz, 加速度 1m/s ² ; 谐振 试验: 以放大系数 3 ~4 扫描, 使振幅增 加至放大系数达到 7 ~8, 保持最少 10min。	
M3	类似于 M2, 但振动和冲击水平高的场合, 如商船, 低水平的军用要求	500m/s ² (50G) 11ms, 1/2 正弦波	5~9Hz, 幅值 3.5mm; 9~100Hz, 10m/s ² (1G)		

2.6.2 插箱的振动和冲击试验

试品用标准的插箱安装角板固定。插件必须通过 M2.5 螺钉使前面板与插箱固定, 连接器

直接安装在后横梁或背板上。插件负荷沿插箱宽度方向对称分布,深度分布为整个插件。插箱的组装按制造厂说明书进行,所有螺钉均应按推荐的扭矩值紧固。

试品的具体要求见表 8 和表 9。

表 8 IEC297-3,4 试品要求

试 品	1	2
安装宽度的水平格距(HP)	84	
插箱高度	3U	6U
印制板深度(mm)	160	220
插件安装	2×M2.5(上下各一只)	
连接器要求	符合 IEC603-2	
插箱安装角板设置	前 面	
试验用固定螺钉	4×M6	
插件数量(宽度 6HP)	14	
每个插件重量(g)	250	500

插箱的试验规范见表 10。试验程序为:

a)冲击:沿 x-y-z 三个轴每轴两个方向各 3 次。

b)振动:持续时间为 1 倍频程/min;轴数为 x-y-z 三个轴;每轴持续时间为 10 次循环,1h15min;谐频扫描:50~100Hz,加速度 $2m/s^2$;谐频试验与机柜相同(见表 7)。

表 9 IEC917-2-2 试品要求

试 品	1	2	3
安装宽度 W _i (mm)	450	500	625
插箱高度 H _i (mm)	300		
插箱深度 D _i (mm)	175		
插件安装	2×M2.5		
连接器	符合 IEC1076-4-100		
插箱安装角板位置	前面		
插箱固定用螺栓	4×M6		
插件数量(宽 30mm)	14		
每个插件重量(g)	500		

2.7 碰撞试验

2.7.1 试验目的

设备在正常使用时,应能承受一定的碰撞而不导致危险发生。为此,通过试验检验设备的机械强度和电绝缘性。

2.7.2 安装要求

试品安装在具有足够刚性的平板状支撑物上,该支撑物在碰撞试验时,不得产生大于 0.1mm 的位移。对于小型机柜,可安装在最少为 15kg 重的类似刚性支撑物上,例如混凝土块。

样品的门、复板等按规定的力矩对螺钉进行紧固,而后固定在支撑物上。

如果吊摆试验不方便,可对 90°安装在正常使用位置上的垂直或倾斜表面进行模拟的水平或垂直碰撞试验。

碰撞的负荷应根据试品大小确定,以避免在碰撞试验中产生的变形影响到整个设备构体。

2.7.3 试验规范

试验规范参考 IEC68—2—62,IEC68—2—63 和 50A(法国)182 制定(见表 11)。

表 10 插箱的试验规范

特性等级	应用实例	试验条件		合格评定
		振动	冲击	
		IEC68—2—26(pc)	IEC68—2—27(Ea)	
V1	安装在低强度的固定使用领域,如电站,一般工业,无持续振动场所	频率范围:10~60, 60~150Hz 振幅:0.075mm 加速度:9.8m/s ² (1G)	加速度峰值: 150/s ² (15G) 持续时间:11ms 冲击次数:18次	无机械损害, 尺寸保持性,
V2	固定和移动电站和一般工业领域,承受 55Hz 以上较重冲击(在闭路车辆和船舶上)	频率范围:10~60, 60~150Hz 振幅:0.15mm 加速度:19.6m/s ² (2G)	加速度峰值: 300m/s ² (30G) 持续时间:18ms 冲击次数:18次	无螺钉松动, 插箱和连接器磨损, 接地电阻小于
V3	重型旋转和移动设备,承受高强度振动冲击(如内燃机调节系统)	频率范围:10~60, 60~150Hz 振幅:0.35mm 加速度:49m/s ² (5G)	加速度峰值: 300m/s ² (30G) 持续时间:18ms 冲击次数:18次	0.1Ω 并保持连续性

表 11 碰撞试验规范

特性等级	应用实例	试验条件 (J)		试验程序	合格评定
		机柜部件	可见的玻璃、塑料		
K1	测量和试验室设备	0.5	0.2	试验只能对机柜的外露的门、复板等部件进行,不能作用在插箱上。如果材质及表面结构相同,试验也可在原始的独立部件上进行	部件无变形和损坏,配合和功能符合要求,接地电阻小于 0.1Ω
		5次			
K2	一般工业电子设备(办公室,试验室)	2	0.2		
		5次			
K3	一般工业电子设备,电力和移动设备或户外设备	5	0.35		
		5次			

2.8 接地试验

为防止产生触电危险,机柜、机架和插箱的所有可触及的金属构件应当互连。如果有要求,插件的前面板也应实行导电互连。经验表明,独立的安装螺钉不能有足够可靠的电连接,例如,由绝缘材料制造的面板、金属锁、铰链等,在有要求时也应提供附加措施。保护接地端子或保护接地导体与有要求的接地部件的电阻应小于 0.1Ω,试验程序按 IEC950。

2.9 静电放电试验

静电放电试验的具体内容在标准草案中暂缺。

2.10 防火材料

机柜内所有元件及零部件的防火要求均应达到人体的最低安全要求。为了达到防火目的,所有材料均应达到 V—2 及以上防火等级的要求。具体内容参见 IEC1000—4—2。

2.11 外壳防护

为防止触及,防止外部物体和水的影响,外壳防护等级确定为:

IP20,IP30: 插箱,机柜;

IP42,IP54: 机柜

具体要求见 IEC529。

2.12 地震试验

机柜的地震试验在振动仪上进行。机柜应按高度方向布置负荷或以插箱作模拟负荷,后者应以实际情况设置。试验应在最大负荷和最低刚性下进行。地震试验规范见表 12。

表 12 地震试验规范和合格评定

项 目	参 数	合 格 评 定
波形及参数	模拟地震波的随机峰值,持续时间 $\geq 50s$, 频率范围 1~35Hz,最强部分的持续时间为历时的 50%	① 部件无变形和损坏; ② 配合和功能符合要求;
加速度	水平 1: $2m/s^2(0.2G)$ 水平 2: $5m/s^2(0.5G)$ 水平 3: $10m/s^2(1G)$	③ 接地电阻 $< 0.1\Omega$; ④ 各覆板不得解脱或脱落;
试验频谱	应超出要出匹配的频谱(IEC68—2—57, A2)	⑤ 门不应因锁的开启而打开
输入波形的条件	单轴,双轴,三轴。当三轴不能进行时,必须接各相互垂直的三轴分别进行或联合进行	

2.13 电磁屏蔽试验

2.13.1 试验条件

在半消音或全消音室或开放环境中进行。当采用半消音室时,半消音室应符合 CISPR16 规定的垂直和水平衰减要求。

2.13.2 试验要求

测量必须使用水平和垂直天线。两天线必须以同样方式极化,扫描频率必须测量。试品应沿垂直轴呈 360°旋转,最大信号强度以每 45°增值。

试验以天线垂直位置和频率同时扫描,扫描频率以不大于 5MHz 的相等大小增值,在 30MHz 和 1GHz 之间不少于 200 次。接收天线对 30MHz~1GHz 间的所有频率通过 1~4m 高度扫描。记录来自旋转台和天线高度的最大信号。高于 1GHz 的所有频率,接收天线必须安装在 1、2、3m 三个高度对准机柜和插箱的中心。

2.13.3 试验结果

对通过机柜前后的场强对比(E_1-E_2),可得出机柜的屏蔽水平,应符合表 13 的规定。

表 13 电场衰减要求

特 性 水 平	电场频率范围	最小屏蔽特性 (dB) (E_1-E_2)
1	30MHz~1GHz	20
2		40
3		60

3 试验要求一览

结构的试验项目、严酷等级与插箱、机柜的对应情况,可列在一个综合的表格中,见表 14。

表 14 结构试验要求一览表

试验项目		IEC297— $\frac{3}{4}$ 插箱	IEC917—2—2 插箱	机 柜	
气候试验	低温、干热、交变湿热	C1、C2、C3	C1、C2、C3	C1、C2、C3	
	工业大气	A1、A2、A3	A1、A2、A3	A1、A2、A3	
机械试验	静负荷	吊 装	—	S1、S2、S3	
		刚 性	—	—S1、S2、S3	
		静 载 荷	$m_1; p_1$	$m_2(1,2,3); p_2(1,2,3)$	—
	动负荷	振动、冲击	V1、V2、V3	V1、V2、V3	M1、M2、M3
		碰 撞	—	—	K1、K2、K3
安全试验	接 地	✓	✓	✓	
	静电放电(ESD)	✓	✓	✓	
	防 火	✓	✓	✓	
	外壳防护(IP)	IP20、IP30	IP20、IP30	IP20,30,42,54	
地 震 试 验		—	—	1,2,3	
电 磁 屏 蔽		1,2,3	1,2,3	1,2,3	

4 讨论

a)结构相当于电气产品的载体,明确结构的试验项目和严酷等级要求,便于产品对结构的选择。

b)为保证产品达到一定要求,结构部分应当先行一步,并应当严于产品。因而,结构试验的严酷等级较产品稍高是合理的。

c)过去对结构的电磁屏蔽要求一直没定量的考核方法,不便于结构的设计和选型。IEC48D 规定了结构的电磁屏蔽要求(20、40、60dB)解决了这一矛盾,明确了结构的 EMC 特性,对静态型产品的开发是有益的。

d)防静电要求(ESD)对结构来说是一个新课题,试验方法和合格评定有待进一步研究。建议暂不考核。如果从保护接地连续性和接地电阻的限制上多加防范,也许是最有效的办法。

参考文献

- 1 Mechanical structures for electronic equipment, Draft for Part 1: Mechanical aspects/climatic tests for cabinets, racks and subracks for the IEC917 and IEC297 series, IEC48D/89/CD.
- 2 Mechanical structures for electronic equipment, Draft for Part 2: Seismic tests for cabinets and racks for the IEC917 and IEC297 series. IEC48D/90/CD.
- 3 Mechanical structures for electronic equipment, Draft for Part 3: Electromagnetic shielding performance tests for cabinets, racks and subracks for the IEC917 and IEC297 series. IEC48D/91/CD.