

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD22-2015



中国船级社

电气电子产品型式认可试验指南

2015

北京

2015年11月

出版说明

船用电气电子产品与陆上通用产品的主要差别在于其应能在船舶上存在的各种环境条件下正常工作。因此，船舶的各种环境条件就成了各船级社在船用电气电子产品方面的关注点。国际船级社协会（IACS）在对船用电气电子产品试验参数、方法和试验设备进行研究的基础上，于 1991 年制订了 UR E10《电气电子设备型式认可试验规范》，并先后进行了 6 次修订，旨在统一各成员船级社这方面的要求。本社曾于 2006 年在本社《船舶与海上入设施用电气电子设备型式试验指南》（2000）的基础上，纳入了 IACS UR E10 Rev.4（May 2004），形成本社《电气电子产品型式认可试验指南》（2006）。

自该 2006 版指南颁布以来，IACS 分别于 2006 年 12 月和 2014 年 10 月颁布 E10 Rev.5 和 E10 Rev.6。本社曾于 2007 年颁布 CCS 总工办（2007 年）通函第 038 号总第 273 号《关于执行 UR E10（Rev.5）——型式认可试验规程要求的通知》，对在 2006 版指南中如何执行 IACS UR E10 Rev.5 进行了说明。本次 2015 版指南是在 2006 版指南基础上，合并纳入 CCS 总工办（2007 年）通函第 038 号总第 273 号以及 IACS UR E10 Rev.6（Oct 2014）。

本指南的内容：除了对船用电气电子产品型式认可试验中的外观检查、性能试验作出了原则规定以外，主要是对其所应进行的各种船舶环境条件试验的试验目的、条件、方法、结果和所依据的标准，作出了明确规定。是本社在进行电气电子产品型式认可过程中，进行各项型式认可试验的依据。

目 录

第 1 章 通则

1.1	适用范围.....	1
1.2	定义.....	1
1.3	型式认可试验.....	4

第 2 章 基本试验

2.1	外观检查.....	8
2.2	性能试验.....	8
2.3	绝缘电阻测量.....	9
2.4	能源波动试验.....	10
2.5	能源故障试验.....	11
2.6	倾斜和摇摆试验.....	12
2.7	振动试验.....	13
2.8	高温试验.....	14
2.9	低温试验.....	15
2.10	交变湿热试验.....	16
2.11	恒定湿热试验.....	18
2.12	盐雾试验 Kb.....	19
2.13	盐雾试验 Ka.....	20
2.14	耐电压试验.....	21
2.15	外壳防护试验.....	22
2.16	滞燃试验.....	22

第 3 章 电磁兼容性试验

3.1	一般要求.....	24
3.2	传导发射测量.....	25
3.3	外壳端口辐射发射测量.....	27

3.4	静电放电抗扰度试验.....	29
3.5	射频电磁场辐射抗扰度试验.....	31
3.6	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验.....	34
3.7	浪涌抗扰度试验.....	36
3.8	低频传导抗扰度试验.....	38
3.9	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验.....	40
第4章 航行和无线电通信设备及系统		
4.1	一般要求.....	43
4.2	型式认可试验项目.....	43
附录 A	本指南引用的国际标准与相应的中国国家标准清单.....	45

第 1 章 通则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于船舶和海上设施用下列设备的型式认可试验：

- 用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备（包括电气、电子和可编程设备）；
- 计算机及其外围设备；
- 其他低压电气设备和电子设备^①；
- 航行设备和无线电通信设备及系统。

1.1.2 按照本指南进行的计算机型式认可试验，实际上只是对其硬件的考核，对其软件仅限在性能试验中的功能检查。如果必要应另外进行其软件的认可。

1.1.3 航行设备和无线电通信设备及系统的型式认可试验应按照本指南第 4 章的要求进行。

1.1.4 本指南未规定的设备，如防爆设备、电缆、灯具等应符合本社规范或本社接受标准的相关规定。

1.2 定义

1.2.1 下列定义适用于本指南：

(1) 受试设备 (EUT)

为进行型式认可试验而指定的设备样机，包括使该设备功能完整化的任何辅助部件和系统，例如制冷、加热和机械减振器等。

(2) 性能试验

为证实设备符合其设备标准(技术条件)所有性能要求的全面试验。

(3) 性能检查

为证实设备符合其设备标准(技术条件)规定的主要性能要求的部分试验。

(4) 功能试验

为证实设备符合其设备标准(技术条件)规定的运行功能的试验。相比一个完整的性能试验，功能试验是一个简化的试验，其足以验证受试设备经环境测试后功能

^① 高压电气设备参见本社《钢质海船入级规范》第 4 篇的有关规定。

并未有任何退化。

(5) 非散热设备

在自由空气条件和试验用标准大气条件规定的大气压力(86 kPa ~ 106 kPa)条件下, 在温度稳定后测得的表面最热点温度与环境温度之差小于 5 K 的受试设备。

(6) 散热设备

在自由空气条件和试验用标准大气条件规定的大气压力(86 kPa ~ 106 kPa)条件下, 在温度稳定后测得的表面最热点温度与环境温度之差大于 5 K 的受试设备。

(7) 性能降低

任何器件、设备和系统的工作性能与其正常性能相比, 有非期望的偏离。

(8) 性能判据 A

在试验进行过程中和试验以后, 受试设备均应能连续地进行预期的工作, 无有关设备标准和制造厂制定的技术条件规定的性能降低或者功能的丧失。

(9) 性能判据 B

在试验以后, 受试设备应能满意地连续工作, 无有关设备标准和制造厂制定的技术条件规定的性能降低或者功能的丧失。在试验过程中, 允许有能自行恢复的功能或性能的降低或丧失存在, 但不允许发生实际工作状态的改变和储存资料的变化。

(10) 性能判据 C

在试验进行过程中和试验以后, 允许有有关设备标准和制造厂制定的技术条件规定的功能或性能的暂时降低或丧失, 但其功能应能自行恢复, 或者能以进行上述标准和技术条件规定的某种控制操作得以恢复。

(11) 纹波电压

纹波电压的幅值为图1.2.1中所示的 U_{\max} 与 U_{\min} 之差值。

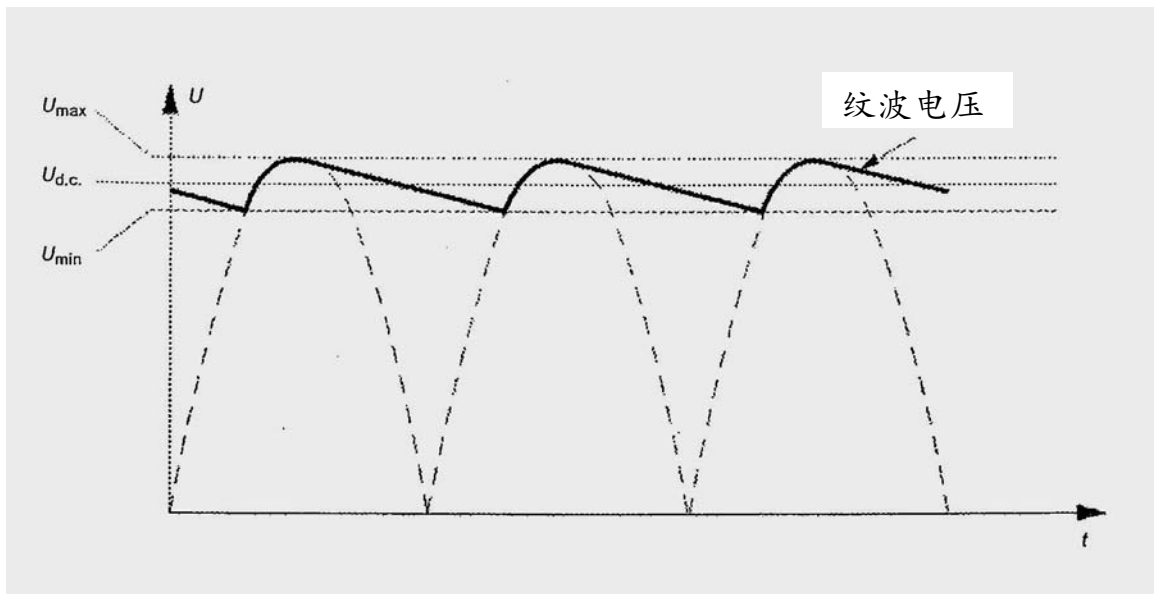


图1.2.1 纹波电压波形举例(单相整流)

(12) 电磁骚扰

任何可能引起器具、设备或系统性能降低，或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

(13) 电磁干扰^①

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

(14) 电磁兼容性

设备或系统在其电磁环境中能正常工作，且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

(15) (电磁)发射

从源向外发出电磁能的现象。

(16) (电磁)辐射

能量以电磁波形式由源发射到空间或以电磁波形式在空间传播的现象。

(17) (对骚扰的)抗扰度

器件、设备或系统面临电磁骚扰而不降低其工作性能的能力。

(18) 端口

处在外部电磁环境中的设备的特殊接口，通过它骚扰可被感受或发射出

^① 骚扰和干扰分别是原因和结果。

去。

(19) 地

金属船体的整体或专门设置的金属接地板。

(20) 接地参考平面(GRP)

一块导电平面，其电位用作公共参考电位。

1.3 型式认可试验

1.3.1 型式认可试验的目的是为了证明在规定试验条件下设备具有其预期功能的能力。

1.3.2 根据设备的安装位置，其环境条件的分类如表1.3.2所示。

环境条件分类

表1.3.2

类型	描 述	试验温度范围
A	受控环境 ^①	按制造厂的规定
B	有一般温度、高湿和振动的围蔽处所	+5℃~+55℃
C	有高湿、振动和来自其他设备产生的热量的围蔽处所	+5℃~+70℃
D	剧烈振动环境（例如安装在往复式机械上）	+5℃~+55℃
E	开敞甲板上	-25℃~+70℃

注：①使用空调设备并经本社同意的处所。

此外，位于低于 + 5℃而非环境类型E的寒冷处所内的设备，应按其所遇到的实际温度进行试验。

1.3.3 根据设备的用途及其安装位置，电气电子设备应按表 1.3.3a 的规定进行相关的型式认可试验。不同类型的电气电子设备应进行的型式认可试验项目如表 1.3.3b 所示。

各类环境条件中设备的型式认可试验

表 1.3.3a

试 验	环境类型				
	A	B	C	D	E
外观检查	X ^①	X	X	X	X
性能试验	X	X	X	X	X
绝缘电阻测量	X	X	X	X	X
能源波动试验	X	X	X	X	X
能源故障试验 ^②	X	X	X	X	X
倾斜和摇摆试验 ^③	X	X	X	X	X
振动试验	X	X	X	X	X
高温试验	— ^①	X	X	X	X
低温试验	—	X	X	X	X
交变湿热试验	—	X	X	X	X
恒定湿热试验	X	—	—	—	—
盐雾试验 Kb	—	—	—	—	X
盐雾试验 Ka ^④	—	—	—	—	X
耐电压试验	X	X	X	X	X
外壳防护试验	X	X	X	X	X
滞燃试验	适用于有塑料部件的设备				
电磁兼容性试验	按第 3 章的规定				
<p>注：① 表中：“X”表示应做项目；“—”表示不适用，下同。</p> <p>② 仅用于控制、保护、安全、监测、报警的设备和计算机需做能源故障试验。</p> <p>③ 无运动部件和自由液面的设备，不需做倾斜和摇摆试验。</p> <p>④ 除设备标准另有规定者外，开敞甲板上的电机、变压器可做金属另部件的盐雾试验 Ka。</p>					

不同类型设备的型式认可试验 表1.3.3b

设备类型 试验项目	电机、变压器	电器及其成套 设备、仪表	用于控制、保护、安全、监测、报警 和内部通信的所有设备、计算机和其 他电子设备
外观检查	X	X	X
性能试验	X	X	X
绝缘电阻测量	X	X	X
能源波动试验	X (仅电动机)	X	X
能源故障试验 ^①	—	—	X
倾斜和摇摆试验 ^②	X	X	X
振动试验	X (仅微电机)	X	X
高温试验	—	—	X
低温试验	—	—	X
交变湿热试验	X	X	X
恒定湿热试验 ^③	X	X	X
盐雾试验 Kb	—	X ^④	X
盐雾试验 Ka	X	—	—
耐电压试验	X	X	X
外壳防护试验	X	X	X
滞燃试验	适用于有塑料部件的设备		
电磁兼容性试验	按第3章规定		
注：① 仅用于控制、保护、安全、监测、报警的设备和计算机需做能源故障试验。 ② 无运动部件和自由液面的设备，不需做倾斜和摇摆试验。 ③ 仅适用于安装在A类环境中的设备。 ④ 除设备标准另有规定者外，开敞甲板上的这些设备原则上应做盐雾试验Kb。			

根据设备的具体情况，经本社同意可以免做某些试验项目；本社认为必要，可以增加某些附加试验项目。

对于某些设备，如国际标准或与其等效的其他标准有相应的试验规定，在做型式认

可试验时应予以采纳。

1.3.4 在型式认可试验前，应按本指南要求编制型式试验大纲，并经本社审批。

1.3.5 在进行试验前，试验顺序应经本社确认。

1.3.6 除盐雾试验外，其他各项试验原则上应在同一受试设备上进行。如有特殊情况应经本社同意。

1.3.7 只要不影响试验结果，各项试验之间可以对受试设备进行重复校准。

1.3.8 凡本指南中规定依据有关国际电工委员会（IEC）标准（出版物）的试验项目，其试验程序、试验设备及其配置等细节，均应详见这些标准。一般应使用这些标准（详见附录A）的最新版本。

1.3.9 经本社同意，可以采用其他等效的试验方法。

1.3.10 型式认可试验应在本社认可或接受的试验机构进行。

第 2 章 基本试验

2.1 外观检查

2.1.1 检查受试设备的外观结构、选用材料、制造工艺和标志等，以证明其符合：

- (1) 本社规范的有关规定；
- (2) 制造厂制定的技术条件；
- (3) 有关设备标准；
- (4) 图纸及设计资料。

2.2 性能试验

2.2.1 试验目的

验证设备的性能，确认其运行能满足规定的要求。当受试设备的性能需要满足国际标准时，如保护继电器，应在试验流程所要求的初始性能试验以及环境试验之后所做的后续性能试验中验证这些标准中的要求。

2.2.2 试验依据标准

本社规范的有关规定和该设备标准（技术条件）。

2.2.3 试验条件

- (1) 受试设备应在额定工作电压和频率（交流设备）下工作。
- (2) 试验场地应维持在下列标准大气条件范围以内：
 - ① 温度范围：15℃ ~ 35℃；
 - ② 相对湿度：30% ~ 90%；
 - ③ 气压：86kPa ~ 106kPa。

2.2.4 试验方法

受试设备应在2.2.3规定的试验条件下，按该设备标准（技术条件）规定的试验方法对其性能进行全面测试。

2.2.5 试验结果

应达到规定的性能要求，测得的性能指标偏差应在设备标准（技术条件）规定的范围内。

2.3 绝缘电阻测量

2.3.1 试验目的

验证设备的绝缘电阻在规定的范围内。应在湿热试验、低温试验、盐雾试验Kb和耐电压试验前后进行绝缘电阻测量。

2.3.2 试验条件

测试电压应符合下列规定：

(1) 用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备、计算机和其他电子设备如表 2.3.2(1)的规定。

绝缘电阻测试电压值 表 2.3.2(1)

额定工作电压 U_n (V)	直流测试电压 (V)
≤ 65	$2 \times U_n$, 最小为24
> 65	500

(2) 其他电气设备，如表 2.3.2(2)的规定。

绝缘电阻测试电压值 表 2.3.2(2)

额定电压 U_n (V)	直流测试电压 (V)
$U_n \leq 250$	$2 \times U_n$ 或 250
$250 < U_n \leq 1000$	500
$1000 < U_n \leq 1500$	1000

2.3.3 试验方法

(1) 应在所有相与地（机壳）之间测量绝缘电阻。如适用时，还应在各相之间测量绝缘电阻。

(2) 某些部件，例如滤波器、浪涌抑制器等在进行该项测量时可以将其断开。

2.3.4 试验结果

测得的绝缘电阻值应不低于表 2.3.4 的规定值。

最低绝缘电阻值

表2.3.4

设 备		最低绝缘电阻值(MΩ)	
		试验前	试验后
用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备、计算机和其他电子设备 ^①	≤65 V	10	1
	>65 V	100	10
其他电气设备		按该项设备标准规定	
注：① 对复杂的多回路设备，其最低绝缘电阻值，视具体情况可适当降低。			

2.4 能源波动试验

2.4.1 试验目的

验证当供给能源产生波动时，设备应能正常工作。

2.4.2 试验条件

以下所列能源波动参数，电气部件是以额定工作电压和频率（交流设备）为基准，液压/气动部件则是以其设备技术条件规定的额定控制压力为基准。

交流电源波动 表2.4.2(1)

组合编号	电压稳态波动 (%)	频率稳态波动 (%)
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	-5
4	-10	+5
	电压瞬态波动 (%) 恢复时间 1.5s	频率瞬态波动 (%) 恢复时间 5s
5	+20	+10
6	-20	-10

直流电源波动 表2.4.2(2)

电压稳态波动 (%)	±10
电压周期性波动 (%)	5
纹波电压 (%) ^{①②}	10

注：①纹波电压（%），系指以百分数表示的纹波电压幅值对设备直流额定工作电压之比，即图1.2.1中的 $(U_{\max} - U_{\min}) / U_{d.c.} \%$ 。
 ②纹波电压试验仅适用于交流经整流的直流电源供电的设备。

蓄电池电源波动 表2.4.2(3)

情 况	电压波动 (%)	
充电期间接于蓄电池的设备	+30	-25
充电期间不接于蓄电池的设备	+20	-25

液压/气动源波动 表2.4.2(4)

控制压力波动	+20 %	-20 %
--------	-------	-------

2.4.3 试验方法

(1) 用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备、计算机以及其他电子设备

受试设备应按表2.4.2(1)中的 1~4 组合、表2.4.2(2)、表2.4.2(3)和表2.4.2(4)中适用的规定，在每种波动（或波动组合）情况下，各运行 15 min。此外，受试设备还应按表2.4.2(1)中 5~6 组合的规定，各进行 3 次瞬态电压和频率波动试验。

(2) 其他电气设备

受试设备应按表2.4.2(1)中的 1~4 组合、表2.4.2(2)和表2.4.2(3)中适用的规定，在每种波动情况下各运行 15 min。

2.4.4 试验结果

(1) 电机和变压器：在试验期间应能可靠工作，试验后应能正常工作；

(2) 除电机和变压器以外的电气电子设备：

在试验期间和试验后，除表2.4.1(1)中 5~6 组合瞬态波动试验应达到第1章规定的性能判据 B 的要求以外，其他各项试验均应达到性能判据 A 的要求。

2.5 能源故障试验

2.5.1 试验目的

在断开能源和恢复能源时，检查设备的功能。

2.5.2 试验条件

对电气、电子部件，试验应在额定工作电压和频率（交流设备）运行的情况下进行；对液压、气动部件，试验应在额定控制压力运行的情况下进行：

- 5min 内切断能源 3 次；
- 每次切断时间 30s。

注：若受试设备需要较长的起动时间（例如依序导入），试验时间可大于5分钟。对于要求导入的设备，应在导入期进行一次附加的能源切断。

2.5.3 试验结果

在试验过程中和试验后，其性能检查结果应达到第1章规定的性能判据 C 的要求。

2.6 倾斜和摇摆试验

2.6.1 试验目的

验证在倾斜和摇摆的影响下设备能正常工作。

2.6.2 试验条件

- (1) 在试验期间，受试设备在额定工作电压和频率（交流设备）下工作；
- (2) 前、后、左、右四个方向各倾斜 22.5° 。对于在实际情况下不会出现四个方向 22.5° 倾斜的设备，例如发电机等，可根据实际情况确定；
- (3) 前后、左右二个水平轴向 22.5° 摇摆，一个位置转到另一位置的时间为 10s，试验持续时间为 15min；
- (4) 在液化气体船和危险化学品船上，当船舶最大横倾达 30° 时，应急电源仍能保持工作。

2.6.3 试验方法

- (1) 将受试设备按实际使用状态安装在倾斜和摇摆试验设备上，并通电工作。
- (2) 将受试设备按前、后、左、右四个方向各倾斜 22.5° ，每一位置的试验时间应能充分评估设备的特性，但一般应不少于 15min。
- (3) 受试设备应按前后、左右二个水平轴向 22.5° 进行摇摆试验，一个位置转

到另一位置的时间为 10s，试验持续时间不少于 15min。

2.6.4 试验结果

在试验进行过程中和试验后，受试设备均应能正常工作，无异常和受损现象。

2.7 振动试验

2.7.1 目的

验证在船舶振动的影响下，设备能正常工作。

2.7.2 依据标准

IEC 60068-2-6 出版物，试验Fc。

2.7.3 试验条件

- (1) 在试验期间，受试设备在额定工作电压和频率（交流设备）下工作；
- (2) 振动试验参数按表2.7.3（2）。

振动试验参数 表2.7.3（2）

安装位置	频率 (Hz)	振幅 (mm)	加速度 (m/s^2)
一般振动条件	2 (+3/0) ~ 13.2	±1.0	—
	13.2 ~ 100	—	±6.9 (或0.7g)
剧烈振动条件（如柴油机、空压机及其他类似环境）	2 (+3/0) ~ 25	±1.6	—
	25 ~ 100	—	±39 (或 4.0g)
很特殊的振动条件，例如柴油机的燃油喷射系统或排气管上。对于高于上述所规定振动条件的设备，应按商定的振动条件、频率范围和持续时间进行振动试验	40 Hz~2000 Hz，加速度±98 m/s^2 (或10.0g)；温度为600°C		

2.7.4 试验方法

- (1) 将受试设备按实际使用状态安装在振动台上，并通电工作。
- (2) 按表2.7.3(2)规定的频率范围和振幅，以不超过 1 oct / min 扫频速率扫描，检查有无共振现象。
- (3) 如无明显共振点，则应在 30Hz下作 90min耐振试验。

(4) 在每一记录到的放大率 $Q \geq 2$ 的共振频率上作 90min耐振试验。如测得的几个共振频率较为接近, 则可采用扫频试验来替代离散频率试验, 持续时间为 120min。扫频频率可限制在临界频率的 0.8~1.2倍之间。

注: 临界频率是受试设备可能出现下列状况的频率:

—故障和/或性能降低;

—机械共振和/或其他现象发生, 例如设备咯咯作响。

(5) 试验中, 可允许采取避除危险频率或减小Q值的措施, 但应重新进行共振检查和耐振试验。

(6) 试验应在3个互相垂直的轴线上进行。

(7) 其他详见IEC 60068-2-6 出版物规定。

2.7.5 试验结果

在试验过程中受试设备应无异常和受损现象, 试验后应能正常工作。

2.8 高温试验

2.8.1 目的

验证在高温的影响下, 设备能正常工作。

2.8.2 依据标准

非散热设备: IEC 60068-2-2 出版物, 试验Bb;

散热设备: IEC 60068-2-2 出版物, 试验Bd。

2.8.3 试验条件

(1) 试验时, 受试设备应在额定工作电压和频率(交流设备)下工作。对于散热设备, 设备自带的冷却系统可以投入使用;

(2) 试验温度/持续时间:

55°C \pm 2°C/16h; 或

70°C \pm 2°C/16h (适用于安装在 C 类和 E 类环境中的设备); 或

对于高于上述所规定温度的设备, 应按商定的试验温度和持续时间进行高温试验。

2.8.4 试验方法

(1) 将受试设备放入温度为室温的试验箱的有效工作空间内，通电工作，然后将箱温升高至 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保持 16h； 或

将受试设备放入温度为室温的试验箱的有效工作空间内，通电工作，然后将箱温升高至 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保持 16h。

(2) 在试验温度的最后 1h内进行功能试验。

(3) 在恢复后进行性能试验。

(4) 其他详见IEC 60068-2-2 出版物规定。

2.8.5 试验结果

试验结果应符合设备标准（技术条件）的有关规定。

2.9 低温试验

2.9.1 目的

验证在低温的影响下,设备能正常工作。

2.9.2 依据标准

非散热设备：IEC 60068-2-1 出版物，试验Ab；

散热设备：IEC 60068-2-1 出版物，试验Ad。

2.9.3 试验条件

(1) 受试设备在试验期间除进行功能试验外，不通电工作；

(2) 试验温度： $+5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ； 或

$-25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ； 或

设备所在处所的实际温度^①；

(3)持续时间： 2h。

2.9.4 试验方法

(1) 试验前应按 2.3 的有关规定测量受试设备的绝缘电阻。

(2) 将受试设备放入温度为室温的试验箱的有效工作空间内，将箱温降至以上 2.9.3(2)所列试验温度之一，并保持这一温度 h。若设备自带加热设备则可投入使用。

^①仅适用于位于低于 $+5^{\circ}\text{C}$ 而非环境类型E的寒冷处所内的设备。

(3) 在试验的后 1h 内, 在试验温度下进行功能试验(散热设备可不进行该项试验), 试验期间除进行功能试验外, 设备不通电工作。

(4) 在试验温度的最后 1h 内, 进行功能试验。

(5) 在恢复后测量绝缘电阻和进行性能试验。

(6) 其他详见IEC 60068-2-1 出版物规定。

2.9.5 试验结果

试验结果应符合设备标准(技术条件)的有关规定, 绝缘电阻值按2.3.4的要求。

2.10 交变湿热试验

2.10.1 目的

验证在湿热影响下, 设备能正常工作。

2.10.2 依据标准

IEC 60068-2-30 出版物, 试验Db。

2.10.3 试验条件

(1) 温度: $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;

(2) 相对湿度: 90%~95%;

(3) 持续时间: 2周期(每周期24h); 或
6周期(每周期24h) (仅适用于电机和变压器)。

2.10.4 试验方法

2.10.4.1 除电机和变压器以外的电气电子设备

(1) 在试验前, 应按2.3的有关规定测量受试设备的绝缘电阻。

(2) 受试设备放入试验箱的有效空间内, 先在温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度至少为 95%的条件下进行预处理, 使受试设备达到温度稳定。

(3) 按图2.10.4.1(3)所示的周期循环2次。

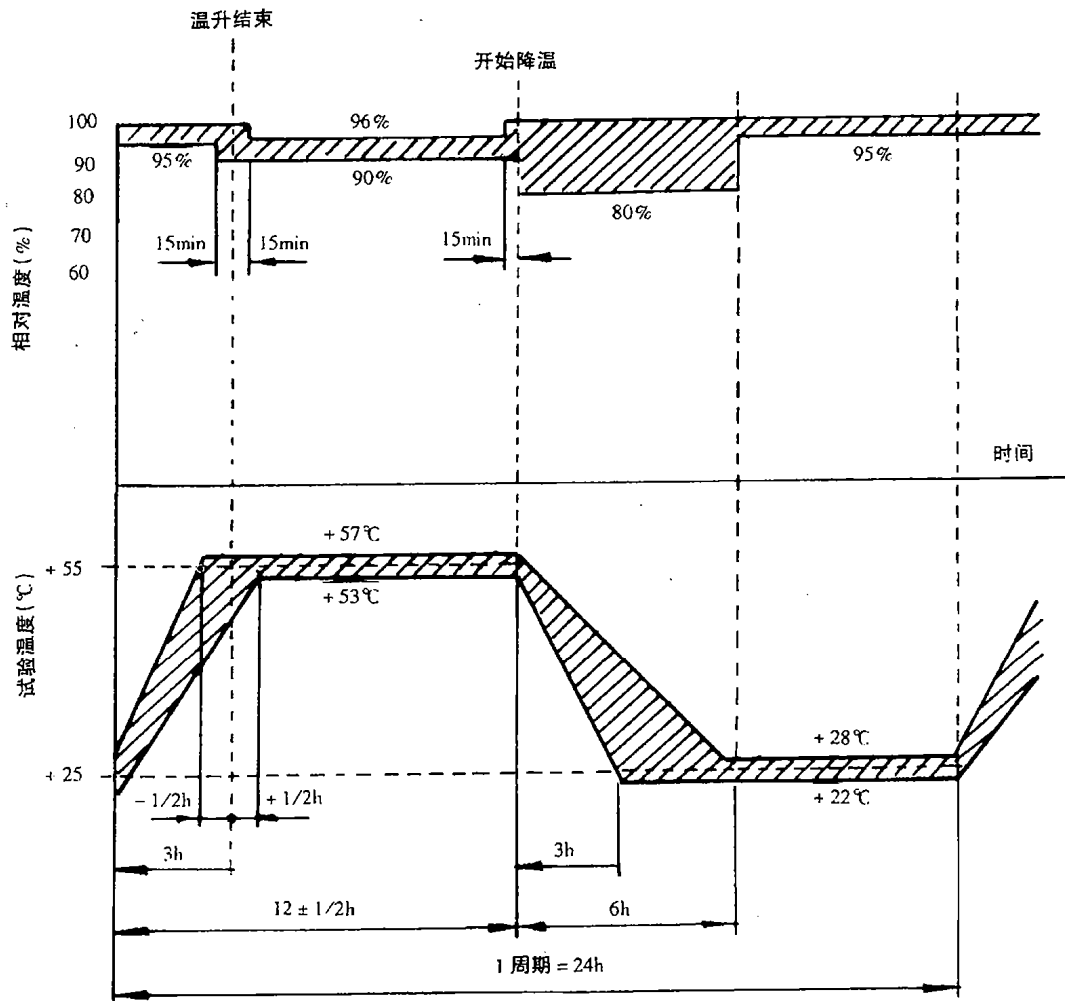


图2.10.4.1(3) 试验周期

(4) 第1周期中设备应处于通电工作状态，在第2周期中除进行功能试验外应切断电源。在第1周期高温高湿阶段前2h和第2周期高温高湿阶段的最后2h应进行功能试验。为便于功能试验的执行，第2周期的持续时间可延长。

(5) 试验周期结束后，从试验箱中取出受试设备，在标准大气条件下进行恢复。允许用手将试验样品上所有能接触到的表面和部件上的水渍抹去。

(6) 在恢复后按2.3条规定测量绝缘电阻和进行性能试验。

(7) 其他详见IEC 60068-2-30 出版物规定。

2.10.4.2 电机、变压器

- (1) 在试验前，应按2.3的有关规定测量受试设备的绝缘电阻。
- (2) 将受试设备放入试验箱的有效空间内，先在温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为45%~75%的条件下进行预处理，使受试设备达到温度稳定。
- (3) 在1h内将工作空间内的相对湿度升高至不小于 95%，然后按图2.10.3(3)所示周期循环6次。但降温阶段湿度下限值为85%。
- (4) 在试验的最后1周期的低温高湿阶段的第6h后，在试验箱内测量受试设备的绝缘电阻。接着应进行绕组对机座的耐电压试验。在耐电压试验后应立即再进行绝缘电阻的测量。
- (5) 受试设备从试验箱中取出的24h内完成外观检查，8h~24h 内完成其表面油漆附着力的测定。
- (6) 其他详见IEC 60068-2-30 出版物规定。

2.10.5 试验结果

试验结果应符合设备标准（技术条件）的有关规定，绝缘电阻值按2.3.4的要求。

2.11 恒定湿热试验

2.11.1 目的

验证在湿热影响下，设备能正常工作。

2.11.2 依据标准

IEC 60068-2-78 出版物，试验Cab：恒定湿热。

2.11.3 试验条件

- (1) 温度： $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 相对湿度：90%~95%；
- (3) 持续时间：96h。

2.11.4 试验方法

- (1) 在试验前，应按2.3的有关规定测量受试设备的绝缘电阻。
- (2) 将受试设备放入试验箱的有效空间内，先在不加湿的条件下在2h内把温度从 20°C 上升至 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，进行预热，当受试设备达到温度稳定后加湿到 90%~95%。
- (3) 在湿度为 90%~95%，温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下保持96h，然后在1h~2h时

间内下降至20℃，并将受试设备取出在常温条件下恢复。

- (4) 在试验的第1小时、第50小时和最后2小时时进行功能试验。
- (5) 试验结束恢复后，测量受试设备的绝缘电阻并进行性能试验。
- (6) 其他详见IEC 60068-2-78出版物规定。

2.11.5 试验结果

试验结果应符合设备标准(技术条件)的有关规定，绝缘电阻值按2.3.4的要求。

2.12 盐雾试验Kb

2.12.1 试验目的

验证在盐雾环境的影响下，设备不产生腐蚀损坏及影响正常工作。

2.12.2 试验依据标准

IEC 60068-2-52 出版物，试验Kb。

2.12.3 试验条件

- (1) 试验溶液：质量百分比浓度为 $5\% \pm 1\%$ 的氯化钠（化学纯以上）溶液，其pH 值在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为6.5~7.2。
- (2) 相对湿度：90%~95%；
- (3) 温度： $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- (4) 试验周期：4个喷雾周期。每个周期连续喷雾时间2h，7天湿热贮存期。

2.12.4 试验方法

- (1) 在试验前应按2.3 的规定测量受试设备的绝缘电阻和进行功能试验。
- (2) 受试设备按使用状态放入盐雾箱内，在 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 温度条件下连续喷雾2h，喷雾过程结束时，将受试设备按使用状态放入温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 90%~95%的湿热箱内，历时7天。
 - (3) 试验期间设备不运行，每个贮存周期的第7天进行功能试验。
 - (4) 试验结束后，应将受试设备置于正常大气条件下恢复 4~6h，紧接着应进行绝缘电阻测量和性能试验。在曝光完成后，应检查受试设备，以验证其恶化或侵蚀（如有）实际上是表面现象。
 - (5) 其他详见IEC 60068-2-52 出版物规定。

2.12.5 试验结果

- (1) 绝缘电阻测量的结果应符合2.3.3 的有关规定。
- (2) 试验结果应符合设备标准（技术条件）的有关规定，且用肉眼检查金属表面应无明显变质和腐蚀。

2.13 盐雾试验Ka

2.13.1 目的

验证在盐雾环境的影响下，设备及部件不产生腐蚀损坏。

2.13.2 依据标准

IEC 60068-2-11 出版物，试验Ka。

2.13.3 试验条件

- (1) 试验溶液：质量百分比浓度为 $5\% \pm 1\%$ 的氯化钠（化学纯以上）溶液，盐溶液的pH 值在温度为 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为6.5 ~7.2 ；
- (2) 箱内温度： $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- (3) 持续时间：按不同的底金属和镀层，应符合表2.13.3的规定。

试验持续时间 表2.13.3

底金属	镀层	试验持续时间 (h)
碳钢	锌	48
碳钢	最外层镀铬	48
铜及铜合金	镍铬	96
铜及铜合金	镍	48
铜及铜合金	银、金	24
铜及铜合金	锡	48

2.13.4 试验方法

- (1) 试验前，试验样品应进行清洁。
- (2) 将试验样品放入盐雾箱内，平板试验样品需使受试面与垂直方向成 30° 角，试验样品不得互相接触，按表2.13.3规定的时间持续喷雾。
- (3) 试验结束后，用流动水轻轻洗去试验样品表面的盐沉淀物，再在蒸馏水中漂洗，洗涤水温应不超过 35°C ，然后将试验样品置于正常大气条件下恢复 1h~2h。

2.13.5 试验结果

试验结果应符合设备标准（技术条件）的有关规定，且用肉眼检查金属表面应无明显变质和腐蚀。

2.14 耐电压试验

2.14.1 目的

验证设备的各独立电路之间和所有电路相对于机壳之间的绝缘特性。

2.14.2 试验条件

(1) 试验电压值：

①用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备、计算机和其他电子设备如表2.14.2(1)的规定。

试验电压值 表2.14.2(1)

额定工作电压 U_n (V)	试验电压 (V)
≤ 65	$2 \times U_n + 500$
66 ~ 250	1500
251 ~ 500	2000
501 ~ 690	2500

②除电机的试验电压值应按IEC 60034-1出版物的有关规定外，其他电气设备如表2.14.2(2)的规定。

试验电压值 表2.14.2(2)

额定电压 U_n (V)	试验电压 (V)
≤ 60	1000
61 ~ 300	2000
301 ~ 660	2500
661 ~ 800	3000
801 ~ 1000	3500
1001 ~ 1500 ^①	3500

注：①仅适用于直流设备。

(2) 试验电压的频率：50 Hz ； 或

60 Hz;

(3) 试验时间: 1 min。

2.14.3 试验方法

- (1) 试验前, 应按2.3的规定测量受试设备的绝缘电阻。
- (2) 受试设备应在各独立电路之间和所有电路对地(机壳)之间进行耐电压试验。
- (3) 受试设备中有些组件电压不同, 可分开进行试验。
- (4) 在试验中可能引起损坏的带有电子元件的印刷电路板, 在试验前可以拆除。

2.14.4 试验结果

试验结果应无击穿或闪烁现象, 试验后应立即测量绝缘电阻, 其测量结果应符合2.3.4的有关规定。

2.15 外壳防护试验

2.15.1 目的

验证设备的外壳防护是否达到相应防护等级的要求。

2.15.2 依据标准

IEC 60529出版物。

2.16 滞燃试验

2.16.1 目的

验证设备的塑料部件在规定的火焰下具有滞燃和自灭的特性。

2.16.2 依据标准

IEC 60092-101 或IEC 60695-11-5出版物。

2.16.3 试验条件和试验方法

- (1) 煤气喷灯(普通的本生灯)的火焰在静止空气及垂直位置时, 火焰高度调节成约为 125mm, 火焰的蓝色部分长度约为 35mm;
- (2) 试验样品固定在细金属丝上, 使其纵轴与水平面倾斜约 45°角, 而其横轴呈水平。
- (3) 试验样品由至少长为 120mm、宽为10mm、厚为3mm 的棒材或带材制成。也可

以采用其他尺寸的试验样品。长度可以超过 120mm。在使用其垂直截面稍大于 10mm × 3mm 规格和截面积的矩形的管材或型材的情况下，试验可用长度为 120mm 的试验样品进行。

(4) 试验应在标准大气条件和避风情况下进行。本生灯轴应垂直放置得使火焰蓝色部分的尖端刚好触及试验样品的下端。火焰应施加于试验样品 5次，每次 15s，每两次之间间隔 15s。在最后一次施加火焰之后，应允许试验样品燃烧至自行熄灭。

(5) 除上述本生灯试验方法之外，可对受试设备或受试设备外壳使用针焰试验方法。

2.16.4 试验结果

(1) 本生灯试验：试验样品的燃烧部分或损坏部分的长度应不大于 60mm。

(2) 针焰试验：试验样品应不产生火焰和灼热现象，或移去针焰后，火焰和灼热现象持续时间不超过 30s。任何燃烧落体应自熄灭，不会点燃位于样品下方 200mm ± 5mm的铺底物。

第 3 章 电磁兼容性试验

3.1 一般要求

3.1.1 电气电子设备应进行 3.1.2 规定的发射测量和各项抗扰度试验（以下统称试验），并达到要求的结果，以确保其在实际运行中的电磁兼容性。

3.1.2 由于不同类型的电气电子设备有各自的特点，故要求进行的电磁兼容性试验项目也就不同，表 3.1.2 列出了一些类型的电气电子设备应进行的电磁兼容性试验项目。

不同类型的电气电子设备应进行的电磁兼容性试验项目 表 3.1.2

试验项目		发射测量		抗扰度试验					
		传导发射	外壳端口辐射发射	静电放电	射频电磁场辐射	电快速瞬变脉冲群	浪涌	低频传导 ^①	射频场感应的传导骚扰
电机和变换设备 ^②	感应电动机/发电机	—	—	—	—	—	—	—	—
	同步电机	X	—	—	—	—	—	—	—
	直流电机	X	—	—	—	—	—	—	—
	电子自动电压调整器及其附属设备	X	X	X	X	X	X	X	X
	循环变换器	X	X	X	X	X	X	X	X
	同步变换器	X	X	X	X	X	X	X	X
	脉冲宽度变换器	X	X	X	X	X	X	X	X
	直流变换器	X	X	X	X	X	X	X	X
	变压器	—	—	—	—	—	—	—	—
开关设备和控制系统	无电子器件的断路器、接触器	—	—	—	—	—	—	X	—
	继电器控制的控制设备	—	—	—	—	—	X	—	—
	电子控制器	X	X	X	X	X	X	X	X
内部通信和信号处理设备	电子报警监视器	X	X	X	X	X	X	X	X
	电子控制系统	X	X	X	X	X	X	X	X
	自动化系统	X	X	X	X	X	X	X	X
	计算机	X	X	X	X	X	X	X	X
综合系统	传感器	X	X	X	X	X	X	X	X
	综合货物监视系统	X	X	X	X	X	X	X	X

	综合桥楼系统	X	X	X	X	X	X	X	X
注：① 不适用于仅由蓄电池供电的设备。 ② 充电用变换器可仅进行发射测量。									

3.2 传导发射测量

3.2.1 试验目的

测量设备所产生并出现在其供电端口（交流和直流）的任何信号，这些信号能够在船舶供电系统中传导，从而可能骚扰其他设备。

3.2.2 试验依据标准

国际无线电干扰特别委员会（CISPR）制定的CISPR 16-2-1出版物。

3.2.3 试验条件

- (1) 在试验期间受试设备应在其额定工作电压和频率(交流设备)下工作。
- (2) 测量受试设备频率范围为 10 kHz ~ 30 MHz 的传导发射。

3.2.4 试验方法

(1) 应以符合CISPR 16-2-1出版物规定的准峰值测量接收机进行测量。并应按照CISPR 16-2-1 出版物规定使用一人工电源网络，以能为受试设备端子之间提供一规定的高频阻抗，并能将试验电路与电源端处不需要的射频信号隔离。测量接收机的带宽为：10 kHz~150 kHz 应为 200 Hz；150 kHz~30 MHz 应为 9 kHz。

(2) 受试设备的交流与直流电源端口以及与人工电源网络之间的电源输入电缆应为屏蔽电缆，且其长度不应超过 0.8m。如果受试设备由 1个以上有各自交流和/或直流电源端口的组件组成，则其相同额定电压的电源端子可以并联连接至人工电源网络上。

(3) 应将所有测量设备和受试设备都安装并连接于接地平板上进行测量。如果设置接地平板不切实际，则应以受试设备的金属框架或其金属本体作为参考接地。

(4) 其他详见CISPR 16-2-1出版物规定。

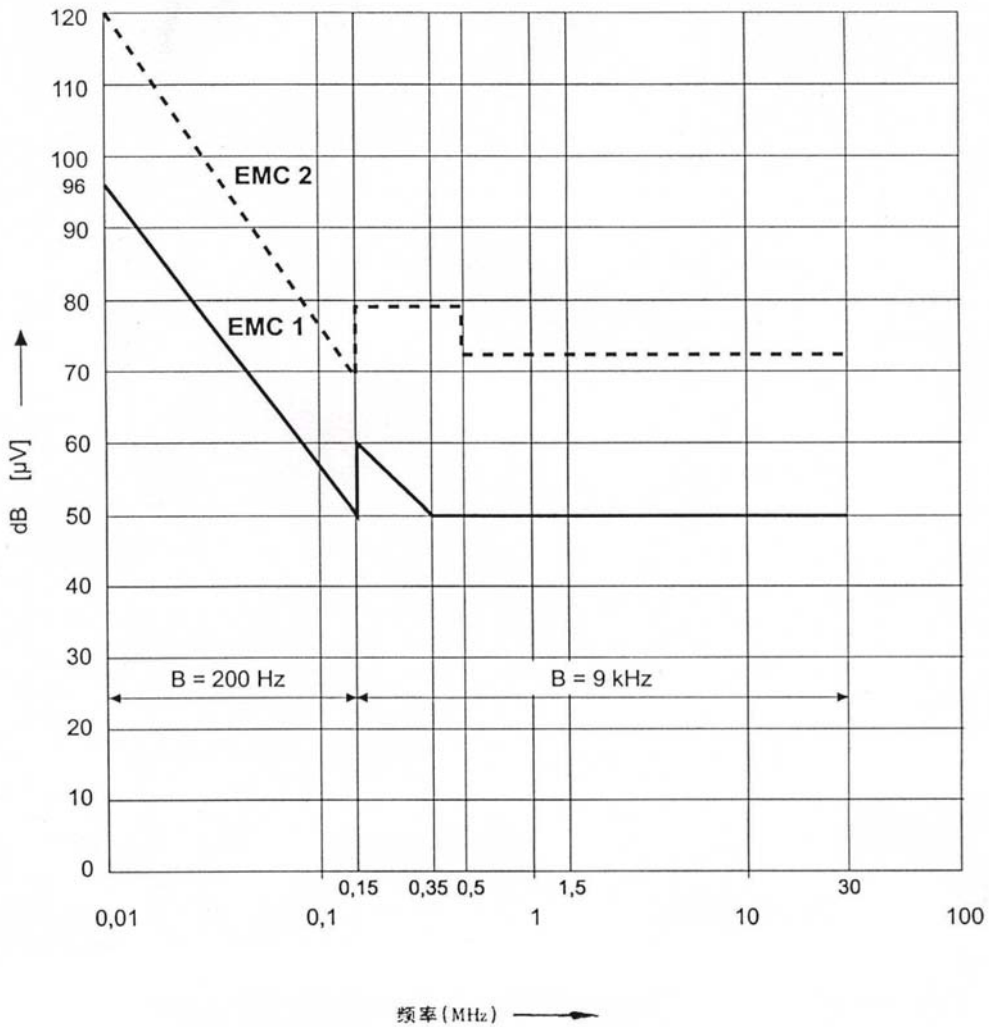
3.2.5 试验结果

频率范围为 10 kHz~30 MHz 受试设备供电端子处射频电压的测量结果应不超过图3.2.5所示限值，表3.2.5 按不同频段列出了这些限值。

传导发射限值

表 3.2.5

位置	频率范围	限值
桥楼和甲板区域	10 kHz ~ 150 kHz	96 dB μ V ~ 50 dB μ V
	150 kHz ~ 350 kHz	60 dB μ V ~ 50 dB μ V
	350 kHz ~ 30 MHz	50 dB μ V
一般配电区域	10 kHz ~ 150 kHz	120 dB μ V ~ 69dB μ V
	150 kHz ~ 500 kHz	79 dB μ V
	500 kHz ~ 30 MHz	73 dB μ V



- B 测量接收机带宽
- EMC1 桥楼及甲板区域内的设备
- EMC2 适用于一般配电区域内的设备

图3.2.5 传导发射射频端子电压限值

3.3 外壳端口辐射发射测量

3.3.1 试验目的

测量由设备（不通过天线）辐射的任何信号，这些信号可能骚扰其他设备。

3.3.2 试验依据标准

CISPR 16-2-3 出版物。

3.3.3 试验条件

(1) 在试验期间受试设备应在其额定工作电压和频率(交流设备)下工作。

(2) 应在离开受试设备外壳端口 3m 处，测量其频率范围为 150 kHz~2 GHz 的外壳端口辐射发射。

3.3.4 试验方法

(1) 应以符合CISPR 16-2-3出版物规定的准峰值测量接收机进行测量。其带宽为：频率范围为150 kHz~30 MHz 和 156 MHz~165 MHz 应为 9 kHz；频率范围为 30 MHz~156MHz 和 165MHz~2GHz 应为 120 kHz。

(2) 在频率范围为 150 kHz ~ 30 MHz 内，应测量其磁场强度 H。对天线的校正系数中应包括由磁场强度换算至等效的电场强度的系数 +51.5 dB 在内。

(3) 频率范围为 30MHz 以上时，应测量其电场强度 E 。

(4) 试验场所应符合CISPR 16-2-3 出版物的有关要求。应有一金属接地平板，其面积应允许有 3m 的测量距离。

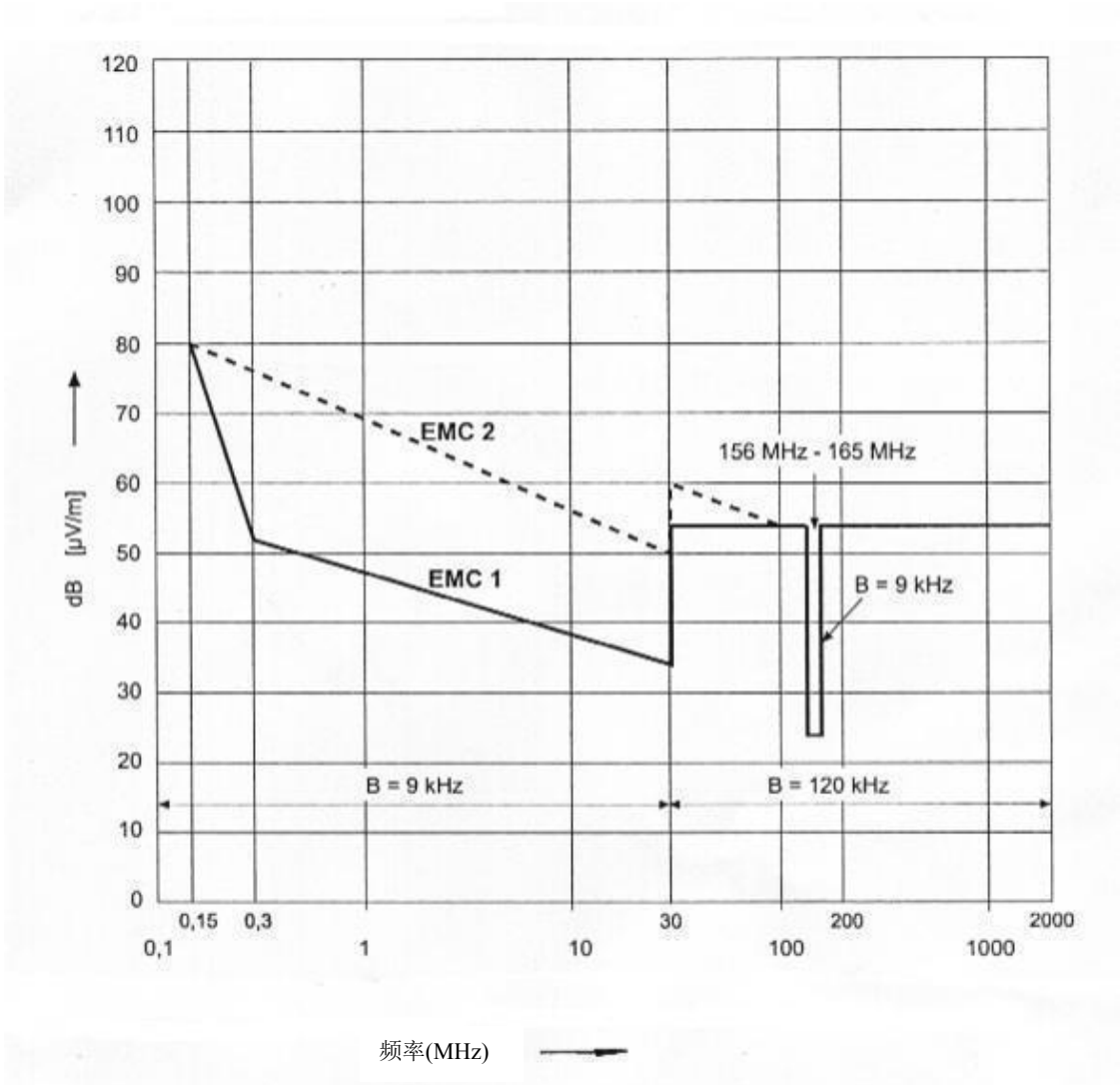
(5) 测量天线与受试设备之间的距离应为 3m，天线中心的高度应离接地平板至少 1.5m 。对电场强度 E 的测量天线，为了确定最大发射值，应能调节其高度并能旋转以得到不同的水平和垂直定位，其中之一应是与地平行。此外，测量天线还应能围绕受试设备旋转，或者也可将受试设备安放在与天线相正交的平板中点，并加以转动，以能确定最大发射值。

(6) 其他详见CISPR 16-2-3出版物规定。

3.3.5 试验结果

频率范围为 150 kHz~2 GHz，测得的受试设备外壳端口 3m 处电场强度（测得的磁场强度应换算成电场强度）应不超过图3.3.5所示限值，表 3.3.5 按不同频段列出了这些限值。

3m处电磁场强度E



B 测量接收机带宽

EMC1 桥楼及甲板区域内的设备

EMC2 适用于一般配电区域内的设备

图3.3.5 外壳端口辐射发射限值

外壳端口辐射发射限值

表3.3.5

位置	频率范围	限值
桥楼和甲板区域	150 kHz ~ 300 kHz	80 dB μ V/m ~ 52 dB μ V/m
	300 kHz ~ 30 MHz	52 dB μ V/m ~ 34 dB μ V/m
	30 MHz ~ 2 GHz 其中：156 MHz~165 MHz	54 dB μ V/m 24 dB μ V/m ^①
一般配电区域	150 kHz ~ 30 MHz	80 dB μ V/m ~ 50 dB μ V/m
	30 MHz ~ 100 MHz	60 dB μ V/m ~ 54 dB μ V/m
	100 MHz ~ 2 GHz 其中：156 MHz ~ 165 MHz	54 dB μ V/m 24 dB μ V/m ^①
注：① 作为另一种选择，距离外壳端口3m频率范围在156 MHz~ 165 MHz的辐射限制应是 30 dB μ V/m。		

3.4 静电放电抗扰度试验

3.4.1 试验目的

模拟可能因接触纤维地毯或乙烯基服装等而带静电的人产生的静电放电效应。

3.4.2 试验依据标准

IEC 61000-4-2 出版物。

3.4.3 试验条件

(1) 在试验期间，受试设备应在额定工作电压和频率(交流设备)下工作。

(2) 静电放电参数

试验电压：接触放电 6kV；空气放电 2 kV，4kV，8kV；

两次放电之间时间间隔： $\geq 1s$ ；

脉冲数量： 正和负极性各 10 次。

3.4.4 试验方法

(1) 将受试设备安装在金属接地平板上，但应与其绝缘，该平板应足够大以使在受试设备周围有 0.5m 空间。

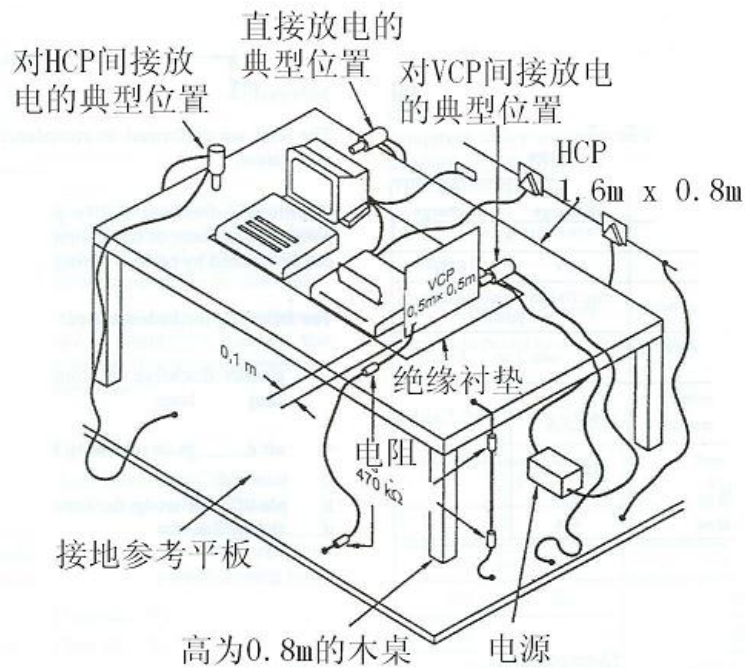


图3. 4. 4a 台式设备试验配置举例

(2) 直接施加的放电

用符合IEC 61000-4-2 出版物有关规定的静电放电发生器对操作人员在正常使用中可能接触的那些点和表面放电。在试验中应保持静电放电发生器垂直于被试表面，放电点可用 20次/s 或以上的放电重复率进行试探的方法加以选择。在预选的各点上各施加正和负极性各 10 次放电，相邻两次放电之间时间间隔至少为 1s，以能观察到受试设备的任何故障。

接触放电适用于导电表面，空气放电适用于绝缘表面。

(3) 间接施加的放电

为了模拟放在或安装在受试设备附近物件的放电效应，正和负极性各10次接触放电施加于水平耦合板（HCP）上距受试设备每一边0.1m处（见图3. 4. 4a）。另外再加10次放电施加于垂直耦合板（VCP）（面积为0.5m×0.5m）的每一边缘的中部（见图3. 4. 4a和图3. 4. 4b），并使该耦合板处于不同位置重复进行以上放电试验，以能顾及到受试设备的4个表面。

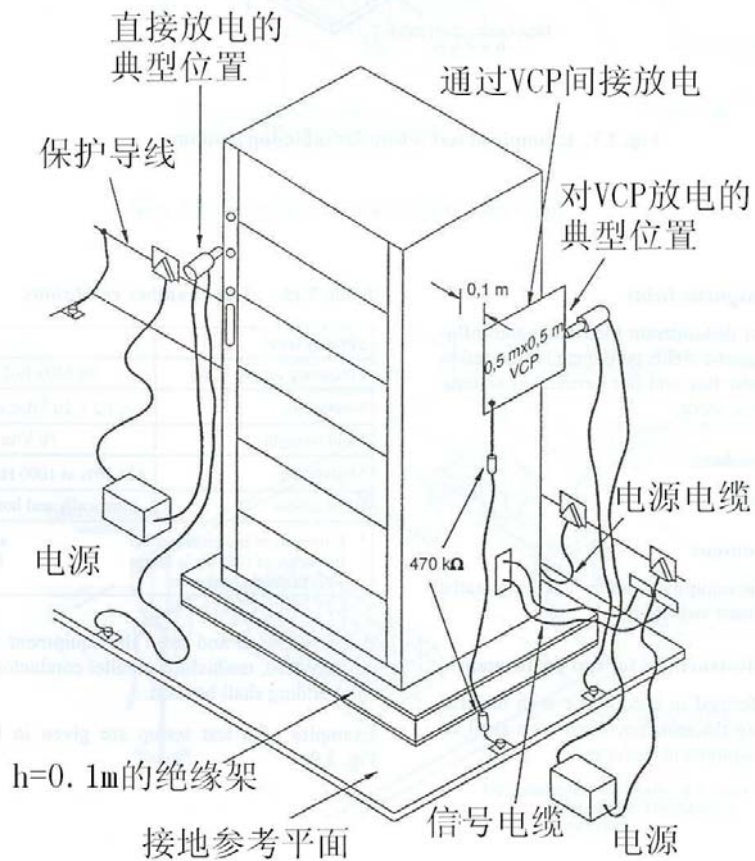


图3. 4. 4b 落地式设备试验配置举例

(4) 其他详见IEC 61000-4-2 出版物规定。

(5) 台式和落地式受试设备的试验布置举例见图3. 4. 4a和图3. 4. 4b。

3. 4. 5 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 B 的要求。

3. 5 射频电磁场辐射抗扰度试验

3. 5. 1 试验目的

模拟接近设备的工作频率在80 MHz以上的无线电发信机，例如船上的VHF发信机和便携式无线电设备辐射的电磁场效应。

3. 5. 2 试验依据标准

IEC 61000-4-3 出版物。

3.5.3 试验条件

(1) 在试验期间, 受试设备应在额定工作电压和频率(交流设备)下工作。

(2) 试验参数

频率范围: 80 MHz~2 GHz;

调制频率: 1000 Hz (或者 400 Hz^①);

调制深度: 80%;

场强: 10 V/m (未经调制);

扫描速率: $\leq 1.5 \times 10^{-3}$ dec/s^②。

3.5.4 试验方法

(1) 将受试设备安放在大小与其相适配的适当的屏蔽室或电波暗室内。应使受试设备处于均匀磁场区域内, 并用非金属基座将其与地板绝缘。受试设备及其相关联的电缆配置应记录在试验报告中。

(2) 如果制造厂未对受试设备的连接电缆做出规定, 则应采用非屏蔽平行导体, 且从受试设备引出的连线暴露在电磁场中的距离应为1m。

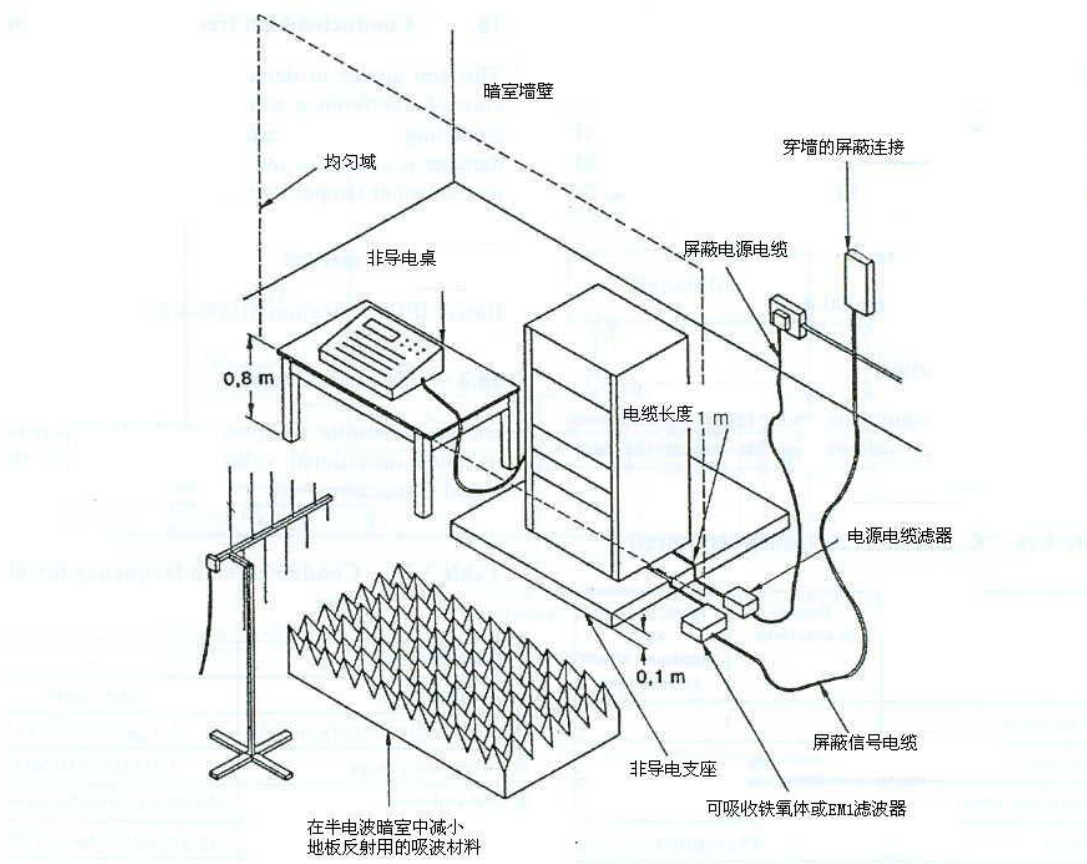
(3) 试验中使用的信号发射天线应能面向受试设备4个面的每个面。当设备能在不同方向(垂直或水平方向)使用, 则应在所有面进行试验。应以足够低的速率($\leq 1.5 \times 10^{-3}$ dec/s) 在规定频率范围内扫描, 以能发现受试设备的任何故障。对每一敏感的频率应单独进行分析。

(4) 其他详见IEC 61000-4-3 出版物规定。

(5) 落地式和台式受试设备的试验布置举例见图3.5.4a和图3.5.4b。

^① 如果为了设备的试验必需频率为 1000 Hz 调制输入信号, 则可选用 400 Hz 为调制频率。

^② 这里的“dec/s”, 译成中文为: “10 倍频程 / 秒”。其中的“dec”为“decades”的缩写, 即高频率对低频率之比为 10。



注：为了简明而省略了墙上的吸波材料

图3.5.4a 落地式设备试验配置举例

3.5.5 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 A 的要求。

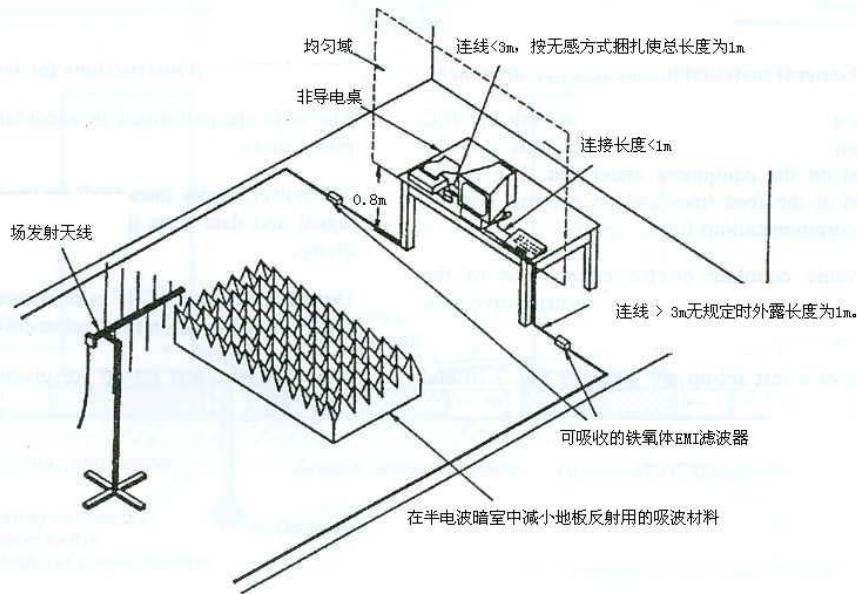


图3.5.4b 台式设备试验配置举例

3.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

3.6.1 试验目的

模拟由于设备接通和关断时在触头处形成电弧，而产生的快速低能量瞬变效应。

3.6.2 试验依据标准

IEC 61000-4-4 出版物。

3.6.3 试验条件

(1) 在试验期间，受试设备应在额定工作电压和频率（交流设备）下工作。

(2) 试验参数

单脉冲上升时间： 5 ns（10%~90% 之间值）；

单脉冲宽度： 50 ns（50% 值）；

电压峰值(开路)： 电源线为 2 kV（线/地）；

控制和信号线为 1 kV（线/地）；

脉冲的重复频率： 1 kV 时 5 kHz， 2 kV 时 2.5 kHz；

脉冲群持续时间： 15 ms；

脉冲群周期：300 ms；

每一极性持续时间：5 min

3.6.4 试验方法

(1) 应按如下要求进行试验：

- ① 使用符合 IEC 61000-4-4 出版物有关规定的试验信号发生器；
- ② 电源线采用符合 IEC 61000-4-4 出版物有关规定的耦合/去耦网络耦合；
- ③ 控制和信号线采用符合 IEC 61000-4-4 出版物有关规定的容性耦合夹耦合。

(2) 其他详见 IEC 61000-4-4 出版物规定。

(3) 试验电压直接耦合到电源端口/端子的试验配置举例见图3.6.4a，利用容性耦合夹进行试验的试验配置举例见图3.6.4b。

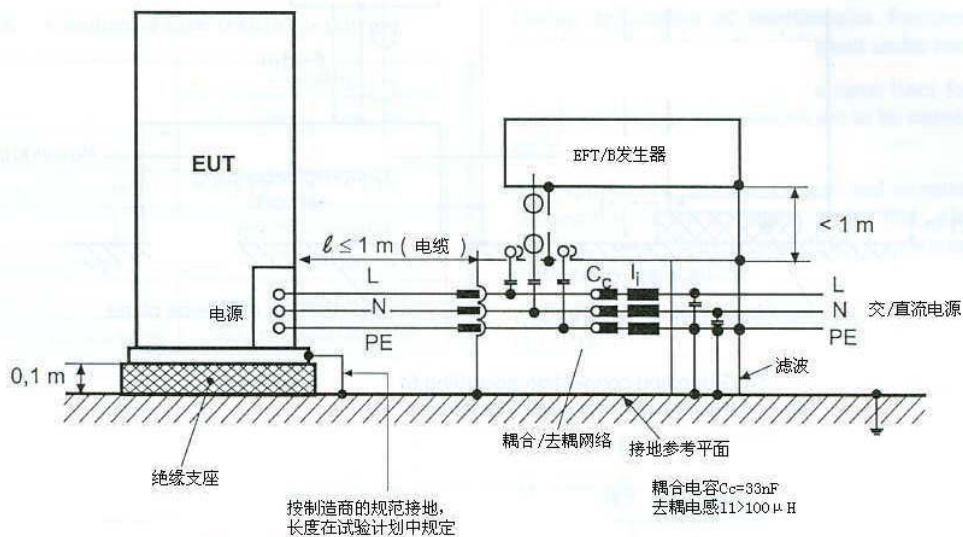


图3.6.4a 试验电压直接耦合到电源端口/端子的试验配置举例

3.6.5 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 B 的要求。

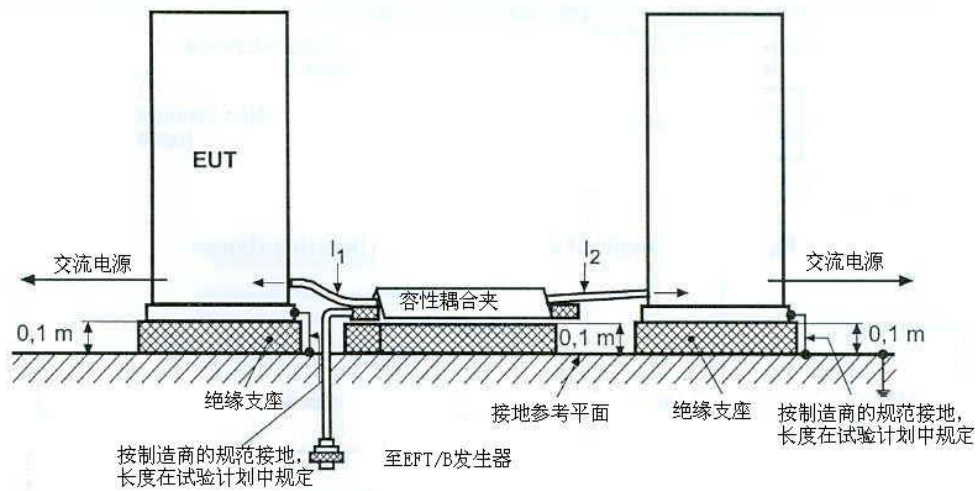


图3. 6. 4b 利用容性耦合夹进行试验的试验配置举例

3. 7 浪涌抗扰度试验

3. 7. 1 试验目的

模拟例如接通和断开大功率感性负载，可能在供电线路上产生的高能量骚扰。

3. 7. 2 试验依据标准

IEC 61000-4-5 出版物。

3. 7. 3 试验条件

(1) 在试验期间，受试设备应在额定工作电压和频率（交流设备）下工作。

(2) 试验参数

试验适用于交流和直流电源端口

开路电压：

脉冲上升时间：1.2 μs （波前时间）

脉冲宽度：50 μs （50%值）

振幅（峰值）：线对地 1 kV；线对线 0.5 kV

短路电流：

脉冲上升时间：8 μs （波前时间）

脉冲宽度：20 μs （50%值）

重复率： 每分钟至少一次；

脉冲数量：在选定点上至少加 5 次正极性和 5 次负极性；

应用：连续。

3.7.4 试验方法

(1) 应按 IEC 61000-4-5 出版物规定，以 3.7.3 规定的参数，采用符合该出版物有关规定的组合波信号发生器和耦合/去耦网络进行试验。

(2) 其他详见IEC 61000-4-5 出版物规定。

(3) 电源线上线—地电容耦合试验配置举例见图3.7.4a和电源线上线—线电容耦合试验配置举例见图3.7.4b。

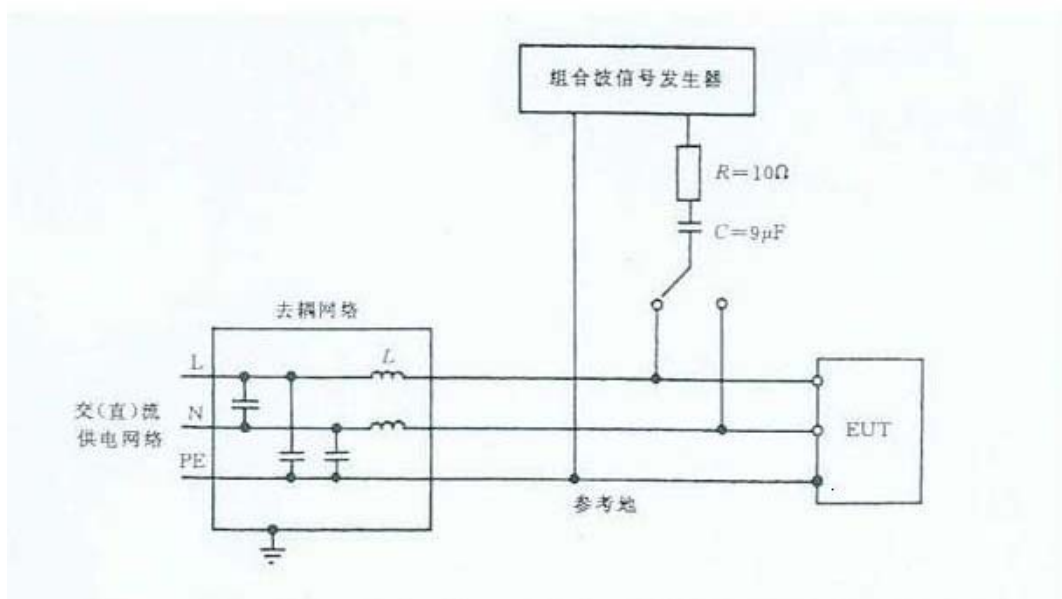


图3.7.4a 电源线上线—地电容耦合试验配置举例

3.7.5 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 B 的要求。

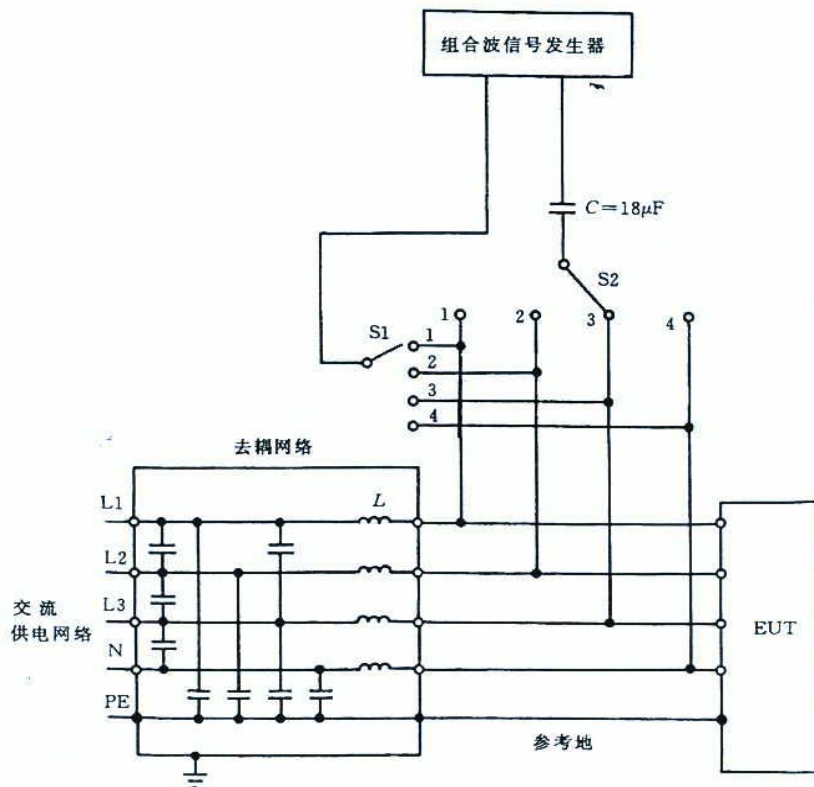


图3.7.4b 电源线上线—线电容耦合试验配置举例

3.8 低频传导抗扰度试验

3.8.1 试验目的

模拟交流电源谐波和直流电源交变纹波的供电电源效应。

3.8.2 试验条件

(1) 在试验期间，受试设备应在额定工作电压和频率（交流设备），如果必要还应在其额定电流下工作。

(2) 试验参数

① 交流供电设备试验电压值（有效值）：

电源频率的 15 次谐波及以下：10% U_n ；

电源频率的 15 次谐波~100 次谐波：从 10% U_n 下降 1% U_n ；

电源频率的 100 次谐波~200 次谐波：1% U_n 。

如图 3.8.2所示,但至少为3V;

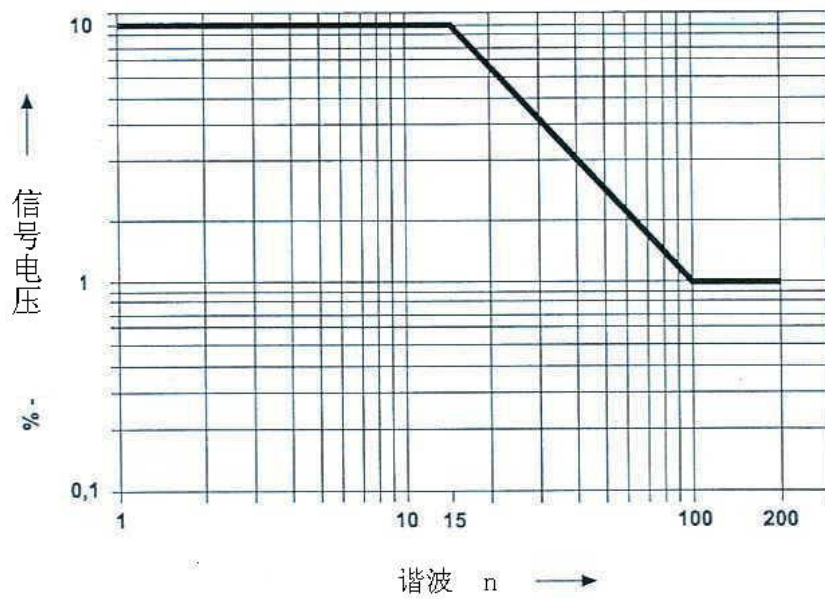


图3.8.2 交流供电设备低频传导抗扰度试验的信号电压

② 直流供电设备试验电压值（正弦有效值）：

试验电压（有效值）：10% U_n ；

频率范围：50Hz ~ 10kHz；

③ 试验中施加至电源线上的功率均可限制为 2 W。为保持最大2W的功率，测试信号的电压可降低。

3.8.3 试验方法

(1) 交流或直流供电的受试设备的典型试验装置见图3.8.3所示。

(2) 按图3.8.3所示方式，将符合3.8.3(2)规定的低频骚扰信号叠加在受试设备的供电线上，并应在规定的频率范围内以足够低的速率扫描，以能发现受试设备的任何故障。

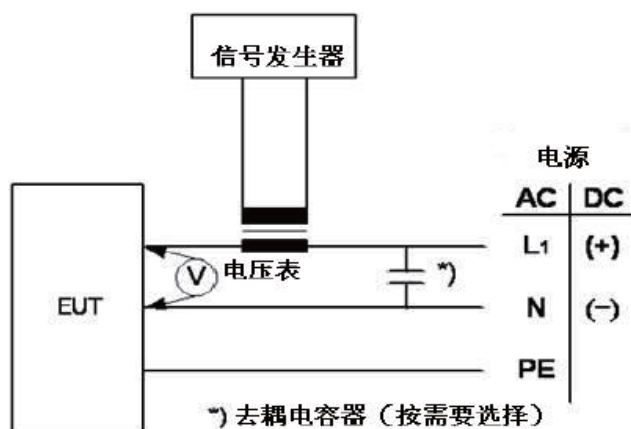


图3.8.3 典型的低频传导抗扰度试验配置

3.8.4 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 A 的要求。

3.9 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

3.9.1 试验目的

模拟由于无线电发信机工作而在设备电源线、信号和控制线上感应产生频率低于80MHz的骚扰效应。

3.9.2 试验依据标准

IEC 61000-4-6 出版物。

3.9.3 试验条件

(1) 在试验期间，受试设备应在额定工作电压和频率(交流设备)下工作。

(2) 试验参数

频率范围：150 kHz ~ 80 MHz；

电压(开路)：3 V (有效值)；

调制频率：1000 Hz (或者 400 Hz^①)

调制深度：80%；

频率扫描速率： $\leq 1.5 \times 10^{-3}$ dec/s；

^① 如果为了设备的试验必需频率为 1000 Hz 调制输入信号，则可选用 400 Hz 为调制频率。

对安装在船桥和甲板区域的设备：

应增加在频率为：2、3、4、6.2、8.2、12.6、16.5、18.8、22 和 25 MHz这些点上，加上电压为10V（有效值）调制频率和调制深度相同的骚扰信号进行试验。

3.9.4 试验方法

(1) 应将受试设备安放在高出接地参考平面 0.1 m 的绝缘支撑物上。用电缆将为被试设备提供电源和为其正常工作所要求的信号等辅助设备（AE）连接起来，并应在这些电缆中串联接入合适的耦合和去耦网络（CDN）。这些耦合和去耦网络应放在参考接地平面上，并在距受试设备 0.1 m 至 0.3 m 处。如果不能使用耦合和去耦网络（CDNs），则可以使用符合IEC 61000-4-6 出版物规定的另一种钳注入法。

(2) 用符合IEC 61000-4-6 出版物规定的试验信号发生器依次接入每一耦合和去耦网络（CDN）进行试验，此时其他不被激励的耦合和去耦网络（CDNs）的射频输入端口用 50 Ω 电阻端接。应对每一耦合和去耦网络（CDN）进行试验骚扰电平的设定，在进行这种设定时应接入试验信号发生器，而以 150 Ω 替代辅助设备和受试设备。

(3) 频率扫描速率应不大于 1.5×10^{-3} dec/s，以能检测出试验样品的任何故障。

(4) 其他详见IEC 61000-4-6 出版物规定。

(5) 单一单元设备试验配置举例见图3.9.4a，用注入钳试验配置举例见图3.9.4b。

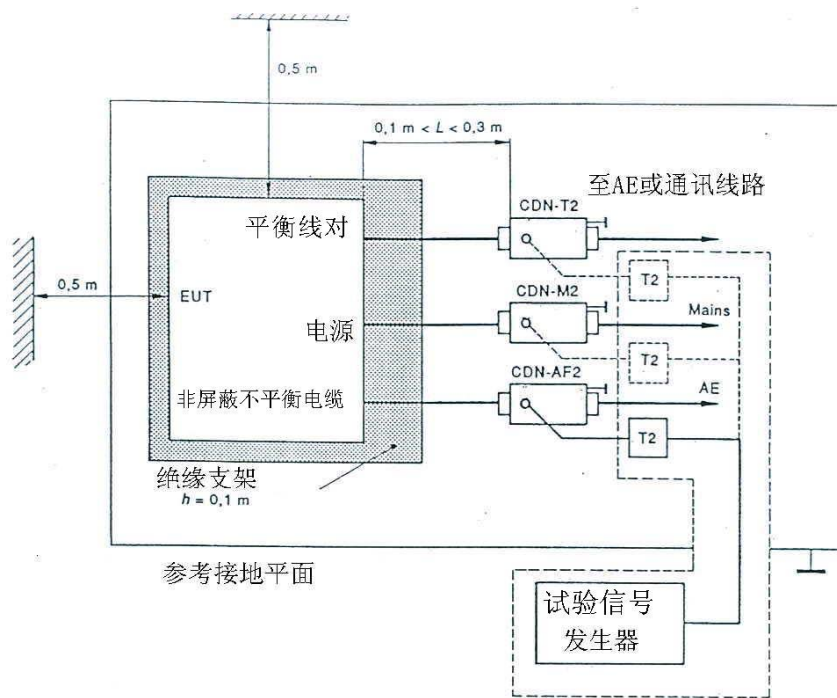


图3.9.4a 单一单元设备试验配置举例

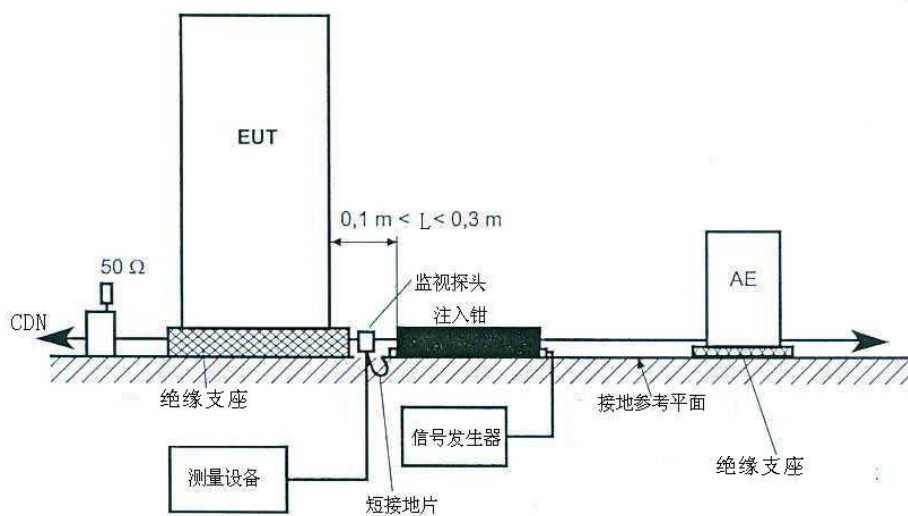


图3.9.4b 用注入钳试验配置举例

3.9.5 试验结果

在试验期间和试验后，其性能检查结果均应达到第1章规定的性能判据 A 的要求。

第 4 章 航行和无线电通信设备及系统

4.1 一般要求

4.1.1 航行和无线电通信设备及系统的型式认可试验应按IEC 60945出版物的要求执行。对于《国际海上人命安全公约》要求的航行和无线电通信设备及系统，国际海事组织，国际电工委员会等具有相应的性能标准和试验标准，在对这些设备做型式认可试验时，应采用国际标准的要求。

4.2 型式认可试验项目

4.2.1 航行和无线电通信设备系及统的型式认可试验项目如表4.2.1所示。如有差异，应以IEC60945出版物最新版本为准。

型式认可试验项目 表4.2.1

试验分类	设备类型	可携设备	室内设备	室外设备	潜水设备 ^①	IEC60945: 2002的相关条文编号
	试验项目					
一般	操作检查	X	X	X	X	6.1 ~ 6.4
	性能试验	X	X	X	X	5.1
电 源	电源最大稳态波动	X	X	X	X	7.1, 5.2.2
	电源异常 ^②	X	X	X	X	7.2, 5.2.3
	电源瞬时波动 ^③	—	X	X	X	7.3, 10.7
	电源故障 ^③	—	X	X	X	7.4, 10.8
环 境 条 件	干热	X	X	X	X ^④	8.2
	湿热	X	X	X	—	8.3
	低温 ^⑤	X	X	X	—	8.4
	热冲击	X	—	—	—	8.5
	跌落	X	—	—	—	8.6.1, 8.6.2
	振动	X	X	X	X	8.7
	雨和喷水	—	—	X	—	8.8
	潜水1	—	—	—	X	8.9.1
	潜水2	X	—	—	—	8.9.2
	短时浸水	X	—	—	—	8.9.3
	太阳辐射 ^⑥	X	—	—	—	8.10
	耐油 ^⑥	X	—	—	—	8.11
	盐雾(腐蚀) ^⑥	X	X	X	X	8.12

续表
4.2.1

试验分类	设备类型				IEC60945出版物(2002)的相关条文编号
	试验项目	可携设备	室内设备	室外设备	
电磁兼容性	传导发射	X	X	X	9.2
	外壳端口辐射发射	—	X	X	9.3
	射频场感应的传导骚扰抗扰度	—	X	X	10.3
	射频电磁场辐射抗扰度	X	X	X	10.4
	电快速瞬变抗扰度	—	X	X	10.5
	浪涌(冲击)抗扰度	—	X	X	10.6
	静电放电抗扰度	X	X	X	10.9
特殊	噪声和听觉信号 ^⑦	—	X	X	11.1
	磁罗经安全距离	X	X	X	11.2
人身安全	防止触及危险电压	X	X	X	12.1
	射频电磁辐射	X	X	X	12.2
	视觉显示单元(VDU)的发射 ^⑧	X	X	X	12.3
	X-射线辐射 ^⑧	X	X	X	12.4
<p>注： ① 包括连续接触海水的设备。</p> <p>② 电源异常系指电压波动超过IEC 60945出版物5.2.2的规定值，电流超过正常工作电流以及电源极性或相序接反的情况。</p> <p>③ 直流供电设备不做电源瞬时波动试验，以蓄电池供电或者有蓄电池作备用电源的设备不做电源故障试验；</p> <p>④ 潜水设备只做 +70℃ 贮存试验。</p> <p>⑤ 可携航行和无线电通信设备还应做-30℃±3℃的低温储存试验。</p> <p>⑥ 对太阳辐射、耐油和盐雾(腐蚀)3项试验，如果制造厂能提供设备中使用的部件、材料及其最后的加工是满足试验要求的证明，则可免做这些试验。</p> <p>⑦ 仅限安装在驾驶室和桥翼的设备需做噪声和声信号试验。</p> <p>⑧ 如果制造厂能提供设备是满足试验要求的证明，则可免做试验。</p>					

附录A 本指南引用的国际标准与相应的中国国家标准清单

序号	国际标准	中国国家标准
1	IEC60068-2-1 "Environmental testing Part 2: Tests-Tests A: Cold"	GB/T 2423.1 《电工电子产品基本环境试验规程 试验A: 低温试验方法》
2	IEC-68-2-2 "Environmental testing Part 2: Tests-Tests B: Dry heat "	GB/T 2423.2 《电工电子产品基本环境试验规程 试验B: 高温试验方法》
3	IEC60068-2-6 "Environmental testing – Part2: Tests-Tests Fc: Vibration (sinusoidal)"	GB/T 2423.10《电工电子产品基本环境试验第2部分: 试验方法 试验Fc和导则: 振动(正弦)》
4	IEC60068-2-30 "Environmental testing – Part 2:Tests-Test Db:Damp heat,cyclic "	GB/T 2423.4 《电工电子产品基本环境试验试验Db: 交变湿热试验方法》
5	IEC60068-2-78 "Environmental testing – Part 2-78: Tests-Test Cab:Damp heat,steady state "	GB/T 2423.3 《电工电子产品基本环境试验试验Cab: 恒定湿热试验方法》
6	IEC60068-2-11 "Environmental testing – Part 2: Tests-Test Ka: Salt mist "	GB/T 2423.17《电工电子产品基本环境试验试验Ka: 盐雾试验方法》
7	IEC60068-2-52 "Environmental testing – Part 2: Tests-Test Kb-salt mist, cyclic(sodium chloride solution)"	GB/T 2423.18《电工电子产品基本环境试验试验Kb: 交变盐雾试验方法(氯化钠溶液)》
8	IEC60092-101 "Electrical installations in ships– Part 101: Definitions and general requirements "	GB/T 6994 《船舶电气设备一般规定》
9	CISPR 16-2-1"Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducteddisturbance measurements” CISPR16-2-3 " Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements"	GB/T 6113.1 《无线电骚扰和抗扰度测量设备规范》 GB/T6113.2 《无线电骚扰和抗扰度测量方法》
10	IEC61000-4-2 "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge test”	GB/T 17626.2 《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》
11	IEC61000-4-3 "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic Field immunity test”	GB/T 17626.3 《电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验》
12	IEC61000-4-4 "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity Test”	GB/T 17626.4 《电磁兼容性 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》

13	IEC61000-4-5 "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test”	GB/T 17626.5 《电磁兼容性 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》
14	IEC61000-4-6 "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: immunity to conducted disturbances, Induced by radio-frequency fields”	GB/T 17626.6 《电磁兼容性 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验》