

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD019-2024



中国船级社

电气电子产品型式认可试验 指南

2024

2024年10月1日生效

北京

目 录

第 1 章 通则.....	1
1.1 适用范围	1
1.2 定义	1
1.3 型式认可试验	3
第 2 章 基本试验	7
2.1 外观检查	7
2.2 性能试验	7
2.3 绝缘电阻测量	8
2.4 能源波动试验	9
2.5 能源故障试验	10
2.6 倾斜和摇摆试验	11
2.7 振动试验	12
2.8 高温试验	13
2.9 低温试验	14
2.10 交变湿热试验	15
2.11 恒定湿热试验	17
2.12 盐雾试验 Kb	18
2.13 盐雾试验 Ka	19
2.14 耐电压试验	20
2.15 外壳防护试验	21
2.16 滞燃试验	21
第 3 章 电磁兼容性试验	23
3.1 一般要求	23
3.2 传导发射测量	24
3.3 外壳端口辐射发射测量	25
3.4 静电放电抗扰度试验	27
3.5 射频电磁场辐射抗扰度试验	29
3.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	32
3.7 浪涌抗扰度试验	33
3.8 低频传导抗扰度试验	36
3.9 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	37
第 4 章 航行设备和系统以及无线电通信设备	40
4.1 一般要求	40
4.2 型式认可试验项目	40
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	42

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上列设备的型式认可试验：

- (1) 用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的所有设备（包括电气设备、电子设备和可编程设备）；
- (2) 计算机及其外围设备；
- (3) 其他 CCS 相关规范或指南中规定的需要型式认可的低压电气电子设备；
- (4) 航行设备和系统以及无线电通信设备。

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试验。如必要，应另外对其软件进行认可。

1.1.3 航行设备和系统以及无线电通信设备的型式认可试验，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 CCS 规范或 CCS 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(86kPa~106kPa)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5K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(86kPa~106kPa)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5K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, 有关设备标准和制造厂制定的技术条件规定的性能没有降低或者功能没有丧失;

(9) 性能判据 B

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。在试验以后, 受试设备应能满意地连续工作, 有关设备标准和制造厂制定的技术条件规定的性能没有降低或者功能没有丧失;

(10) 性能判据 C

在试验进行过程中和试验以后, 允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;

(12) 电磁骚扰

任何可能引起器具、设备或系统性能降低, 或者对有生命物质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;

^① 骚扰和干扰分别是原因和结果。

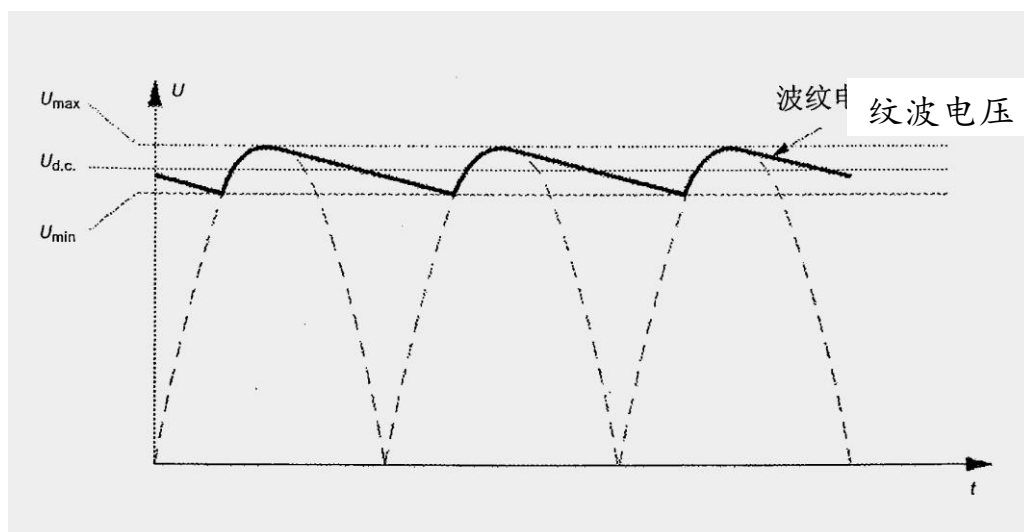


图1.2.1 纹波电压波形举例（单相整流）

(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

从发射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发射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/或来自其他设备产生热量的围蔽处所	+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CCS同意的处所。		

此外，位于低于 + 5℃而非E类环境类型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 不同类型的设备应按照表 1.3.3a 和表 1.3.3b 同时来确定型式认可试验项目。

各类环境条件中设备的型式认可试验

表 1.3.3a

序号	试 验 ^①	环境类型				
		A	B	C	D	E
1	外观检查	×	×	×	×	×
2	性能试验	×	×	×	×	×
3	绝缘电阻测量	×	×	×	×	×
4	能源波动试验	×	×	×	×	×
5	能源故障试验 ^②	×	×	×	×	×
6	倾斜和摇摆试验 ^③	×	×	×	×	×
7	振动试验	×	×	×	×	×
8	高温试验	—	×	×	×	×
9	低温试验	—	×	×	×	×
10	交变湿热试验	—	×	×	×	×
11	恒定湿热试验	×	—	—	—	—
12	盐雾试验 Kb	—	—	—	—	×
13	盐雾试验 Ka ^④	—	—	—	—	×
14	耐电压试验	×	×	×	×	×

15	外壳防护试验	×	×	×	×	×
16	滞燃试验 ^⑤	×	×	×	×	×
17	电磁兼容性试验	×	×	×	×	×
		注：① 表中：“×”表示应做项目；“—”表示不适用。下同本指南其他表格； ② 仅适用于用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的设备以及计算机； ③ 无运动部件和自由液面的设备，无需做倾斜和摇摆试验； ④ 除设备标准另有规定者外，开敞甲板上的电机、变压器可做金属零部件的盐雾试验 Ka； ⑤ 适用于电气电子设备非金属壳体。				

不同类型设备的型式认可试验 表1. 3. 3b

序号	设备类型	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
	试验项目			
1.	外观检查	×	×	×
2.	性能试验	×	×	×
3.	绝缘电阻测量	×	×	×
4.	能源波动试验	×（仅电动机）	×	×
5.	能源故障试验 ^①	—	—	×
6.	倾斜和摇摆试验 ^②	×	×	×
7.	振动试验	× ^③	×	×
8.	高温试验	—	—	×
9.	低温试验	—	—	×
10.	交变湿热试验	×	×	×
11.	恒定湿热试验 ^④	×	×	×
12.	盐雾试验 Kb	—	× ^⑤	×
13.	盐雾试验 Ka	×	—	—
14.	耐电压试验	×	×	×
15.	外壳防护试验	×	×	×
16.	滞燃试验 ^⑥	×	×	×

17.	电磁兼容性试验	×	×	×
	注：① 仅适用于用于控制、保护、安全、监测、报警和内部通信的设备以及计算机； 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 设备需要进行振动试验时，其包含的电动机应一同参与振动试验； ④ 仅适用于安装在A类环境类型中的设备； ⑤ 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； ⑥ 适用于电气电子设备非金属壳体。			

根据设备的具体情况，经 CCS 同意可以免做某些试验项目。若 CCS 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CCS审批。

1.3.5 在进行试验前，试验顺序应经CCS确认。

1.3.6 除盐雾试验和滞燃试验外，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CCS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。若这些国际标准有更新或替换，一般应使用这些标准的最新版本。

1.3.9 经CCS同意，可以采用其他等效的试验方法替代本指南中的试验方法。若试验仍不可行，经CCS同意，也可以接受产品生产商提供的仿真试验报告、计算书、该产品生产商生产的其他同类产品的对比分析报告等证明材料。

1.3.10 型式认可试验应在CCS认可或接受的试验机构进行。

1.3.11 无论规范或公约是否要求，船舶上可能引起电磁干扰的电气和电子设备，都应满足第3章3.2和3.3条的要求。

1.3.12 CCS相关规范指南中有明文规定的，若与本指南不符或本指南未涵盖的，应按照这些规范指南中的明文规定实施。

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) CCS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。

如适用，还应确认操作符合特定系统或设备的要求：

- (1) 自检功能检查；
- (2) 检查针对存储器访问的指定保护；
- (3) 检查计算机系统中控制元件的无错误使用的情况。

2.2.2 试验依据标准

CCS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

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。

2.4.4 试验结果

（1） 电机和变压器：在试验期间和试验后，均应达到第1章规定的性能判据A的要求；

（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2.4.2（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第1章规定的性能判据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：

- (1) 5min 内切断能源 3 次；
- (2) 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 试验依据标准

IEC 60092-504 出版物。

2.6.3 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) 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、左右两个水平轴向 $\pm 22.5^{\circ}$ 摇摆，周期为10s，试验持续时间不少于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；
- (5) 若其他规范或标准另有规定，按该规范或标准实施。如《海上移动平台入级规范》（2023）第5篇第2节第1.2.1.1（2）用于柱稳式平台、圆筒式平台上的应急电源、压载系统在任何方向的静态静倾角度为 25° 的规定。

2.6.4 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、左右两个水平轴向 22.5° 进行摇摆试验，周期为10s，试验持续时间不少于15min。

2.6.5 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 试验目的

验证在船舶振动的影响下，设备能正常工作。

2.7.2 试验依据标准

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 ~ 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℃		

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1oct/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频率下进行90min耐振试验；

(4) 在每一记录到的放大率 $Q \geq 2$ （一般不大于5）的共振频率上进行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：

① 故障和/或性能降低；

② 机械共振和/或其他现象发生，例如设备颤振；

(5) 试验中，可允许采取避开危险频率或减小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 试验目的

验证在高温的影响下，设备能正常工作。

2.8.2 试验依据标准

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Be。

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：

① $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/16\text{h}$ ； 或

② $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/16\text{h}$ （适用于安装在高热度环境的自动化、控制和仪表设备，比如和其它散热设备一起安装在控制台内、外壳内等环境的设备，一般是安装在C类和E类环境中的设备）； 或

③ 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 试验目的

验证在低温的影响下,设备能正常工作。

2.9.2 试验依据标准

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：

① $+5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ； 或

② $-25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ （对于安装在非风雨位置或寒冷位置的设备，应在 -25°C 下进行试验）； 或

③ 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仅适用于位于低于 $+5^{\circ}\text{C}$ 而非E类环境类型的寒冷处所内的设备。

- (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2h。若设备自带加热设备则可投入使用；
- (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) 在恢复后测量绝缘电阻和进行性能试验；
- (5) 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 试验目的

验证在湿热影响下，设备能正常工作。

2.10.2 试验依据标准

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：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

- (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所示的周期循环2次；

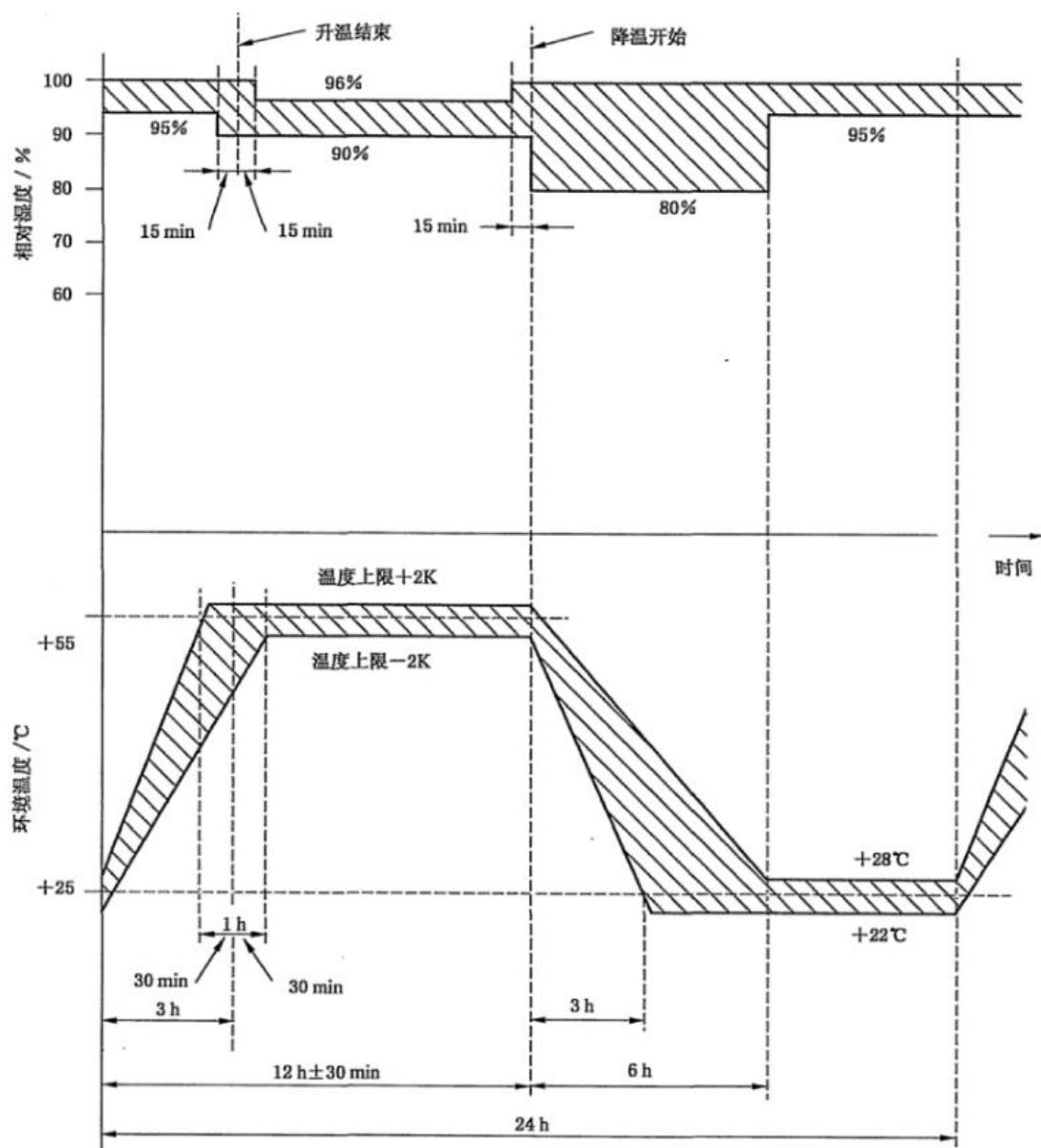


图2.10.4 试验周期

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) 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2.10.4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；
- 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 试验目的

验证在湿热影响下，设备能正常工作。

2.11.2 试验依据标准

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： $93\% \pm 3\%$ ；
- (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) 将未通电的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 $93\% \pm 3\%$ ，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°C ，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 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为6.5~7.2；

(2) 相对湿度： $93\% \pm 3\%$ （贮存）；

(3) 温度： $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （喷雾）， $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （贮存）；

(4) 试验周期：4个喷雾周期。每个周期连续喷雾时间2h，6天+22h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 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 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%~96%的湿热箱内，共历时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。在暴露完成后，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出版物的规定。

2.12.5 试验结果

(1) 绝缘电阻测量的结果应符合2.3.4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 试验目的

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 试验依据标准

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 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为 $6.5 \sim 7.2$;

(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℃,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 试验目的

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, 其测量结果应符合本章2.3.4的有关规定。

2.15 外壳防护试验

2.15.1 试验目的

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 试验依据标准

IEC 60529出版物。

2.16 滞燃试验

2.16.1 试验目的

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 试验依据标准

IEC 60092-101 或IEC 60695-11-5出版物。

2.16.3 试验条件

(1) 温度: 15℃~35℃;

(2) 相对湿度: ≤75%;

(3) 火焰应施加于试验样品5次, 每次15s, 每两次之间间隔15s; 或者施加于

试验样品1次，时长30s。

2.16.4 试验方法

(1) 试验开始前，试验样品应在温度15℃~35℃、相对湿度45%~75%的环境下，放置至少24h。从状态调节环境中取出后，试验样品应在1h内进行试验；

(2) 在对试验样品进行单独测试时，应将厚约10mm、紧密覆盖一层包装绢纸的平滑木板置于施加针焰的试验样品下方200mm±5mm处；

(3) 试验时应将试验样品安放在正常使用时最易起燃的位置。试验火焰施加到试验样品最易受到火焰影响的表面部位；

(4) 保持燃烧器管的轴线垂直，调节燃烧器，产生标称12mm的标准试验火焰，等待5min，待其状态达到平衡。整个试验期间，燃烧管与垂直方向成45°±5°；

(5) 火焰顶端接触试验样品表面。若试验样品位于试验火焰垂直上方，保持燃烧器顶部的中心与试验样品的剩余部分之间保持8mm±1mm的间距。若试验样品位于试验火焰水平侧边，该间距是5mm±1mm；

(6) 试验火焰在达到2.16.3(3)规定时间后移除；

(7) 试验在3个试验样品上进行。

2.16.5 试验结果

(1) 规定的铺底层没有起燃，并且在移开针焰后，试验样品无火焰或灼热；
或

(2) 在移开针焰后，试验样品和周围的零部件的火焰或灼热在30s内熄灭，而且周围的零部件没有完全烧毁以及规定的铺底层没有起燃。

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 设备		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	×	—	—	—	—	—	—	—
	直流电机	×	—	—	—	—	—	—	—
	电子自动电压调整器及其附属设备	×	×	×	×	×	×	×	×
	循环变换器	×	×	×	×	×	×	×	×
	同步变换器	×	×	×	×	×	×	×	×
	脉冲宽度变换器	×	×	×	×	×	×	×	×
	直流变换器	×	×	×	×	×	×	×	×
	变压器	—	—	—	—	—	—	—	—
开关设备和控制系统	无电子器件的断路器、接触器	—	—	—	—	—	—	×	—
	继电器控制的控制设备	—	—	—	—	—	×	—	—
	电子控制器	×	×	×	×	×	×	×	×
内部通信和信号处理设备	电子报警监视器	×	×	×	×	×	×	×	×
	电子控制系统	×	×	×	×	×	×	×	×
	自动化系统	×	×	×	×	×	×	×	×
	计算机	×	×	×	×	×	×	×	×
	传感器	×	×	×	×	×	×	×	×
综合系统	综合货物监视系统	×	×	×	×	×	×	×	×
	综合桥楼系统	×	×	×	×	×	×	×	×
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10kHz ~ 30MHz 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出版物规定使用人工电源网络，以能为受试设备端子之间提供规定的高频阻抗，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：10kHz~150kHz 应为 200Hz；150kHz~30MHz 应为9kHz；

（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；

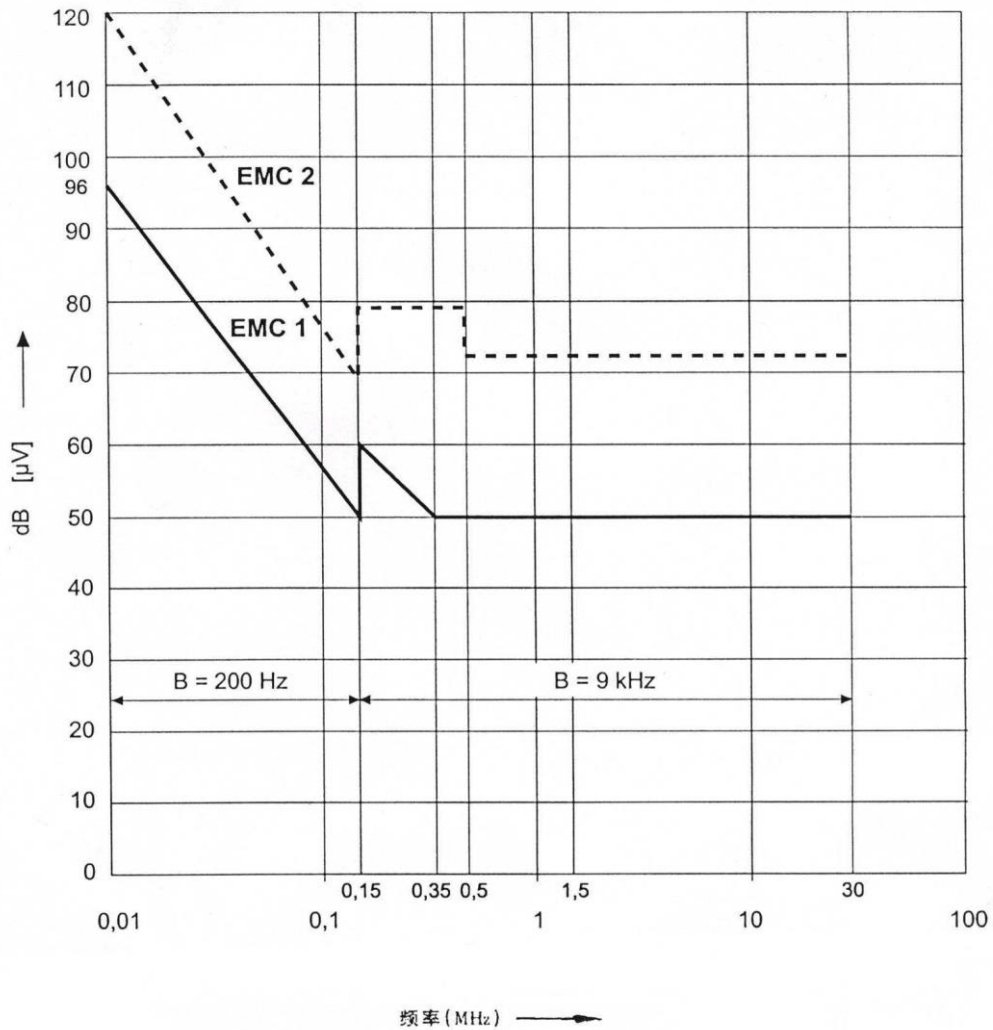
- （4）其他详见CISPR 16-2-1出版物规定。

3.2.5 试验结果

频率范围为 10kHz~30MHz 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 出版物和IEC 60945（适用于156MHz~165MHz）。

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 150kHz~6GHz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和平均值测量接收机进行测量。其带宽为：频率范围为150kHz~30MHz 和 156MHz~165MHz 应为 9kHz；频率范围为 30MHz~156MHz 和 165MHz~1GHz 应为 120 kHz；频率范围为1GHz~6GHz应为 1MHz；
- (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+51.5dB 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~6 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）应不超过表 3.3.5a 和表 3.3.5b 按不同频段列出的限值。

外壳端口辐射发射限值（1GHz以下）

表3. 3. 5a

位置	频率范围	准峰值限值
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 ~ 1 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 ~ 1 GHz 其中：156 MHz ~ 165 MHz	54 dB μ V/m 24 dB μ V/m ^①
注：① 按照 IEC 60945，作为另一种选择，距离外壳端口3m频率范围在156 MHz~ 165 MHz的辐射峰值限值应是 30 dB μ V/m。		

外壳端口辐射发射限值（1GHz以上）

表3. 3. 5b

频率范围	平均值限值
1GHz ~ 6GHz	54 dB μ V/m
根据UR E22的规定，用于传输无线电通信的无线电信号的设备（如WiFi路由器、远程无线电控制器）可在其通信频率范围内免于限制。	

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2kV，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；

(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 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ）的每一边缘的中部（见图3.4.4a和图3.4.4b），并应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；

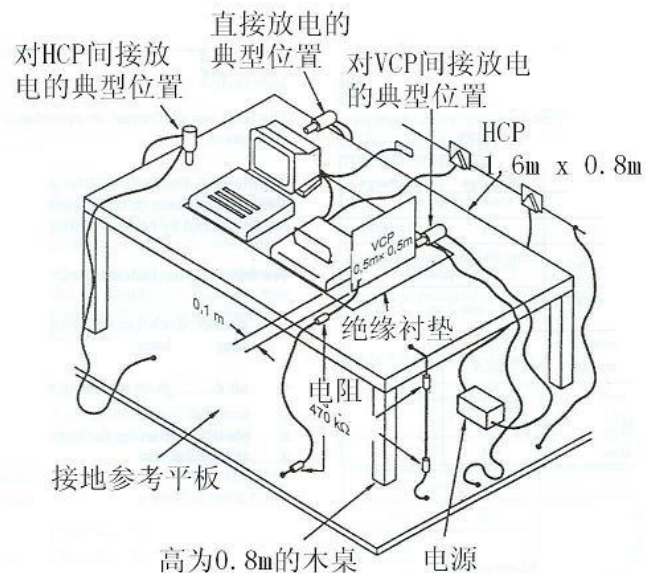


图3.4.4a 台式设备试验配置举例

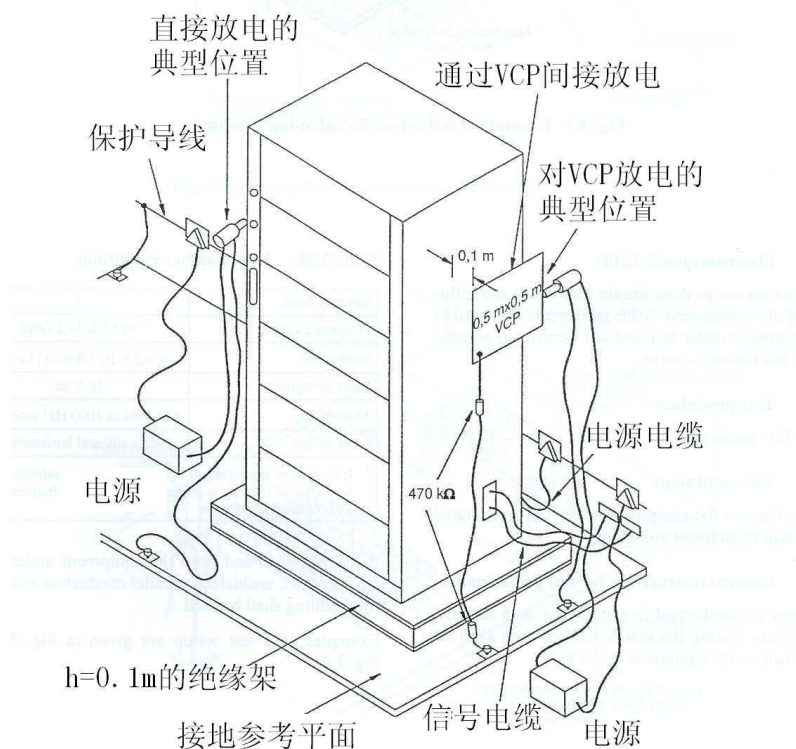


图3. 4. 4b 落地式设备试验配置举例

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) 试验参数见表3. 5. 3。

试验参数

表3.5.3

试验参数	参数值
频率范围	80MHz~6GHz
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	$\leq 1.5 \times 10^{-3} \text{ dec/s}^{\text{②}}$ （或1%/3s）

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（ $\leq 1.5 \times 10^{-3} \text{ dec/s}$ ）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；

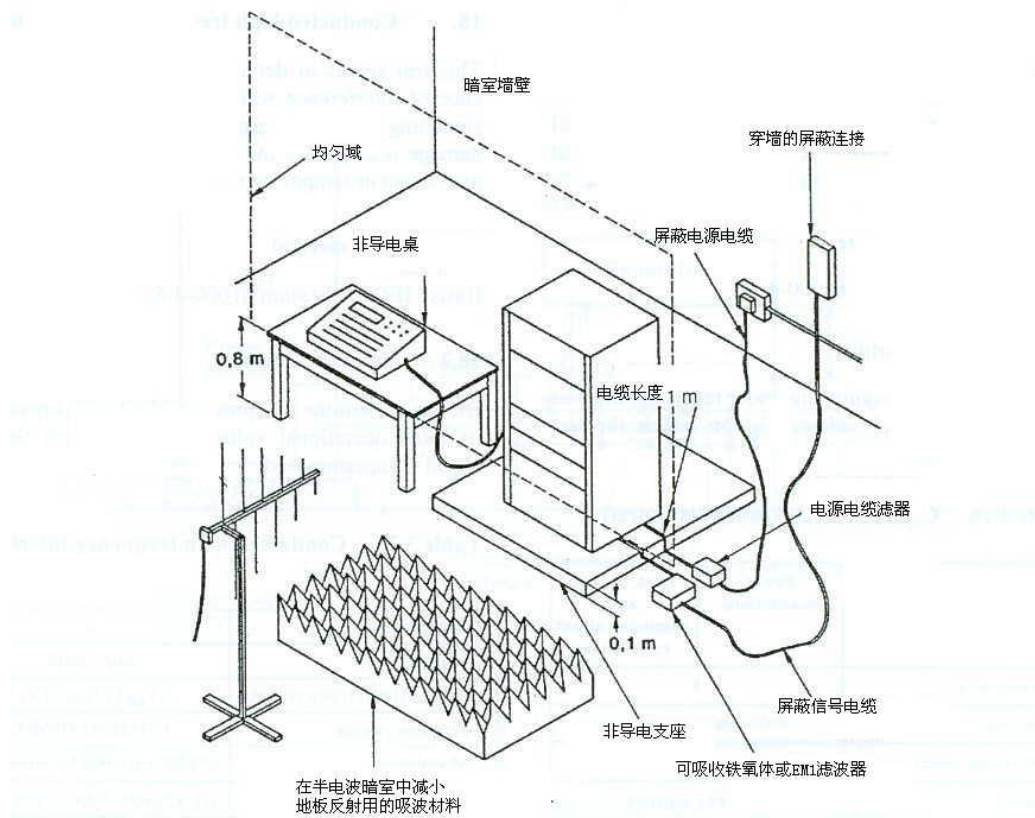
（5） 落地式和台式受试设备的试验布置举例见图3.5.4a和图3.5.4b。

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。但如果设备打算接收用于无线电通信的无线电信号（例如Wi-Fi路由器、远程无线电控制器），则其通信频率的抗扰度限值不适用，但须符合IACS UR E22的规定。

^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

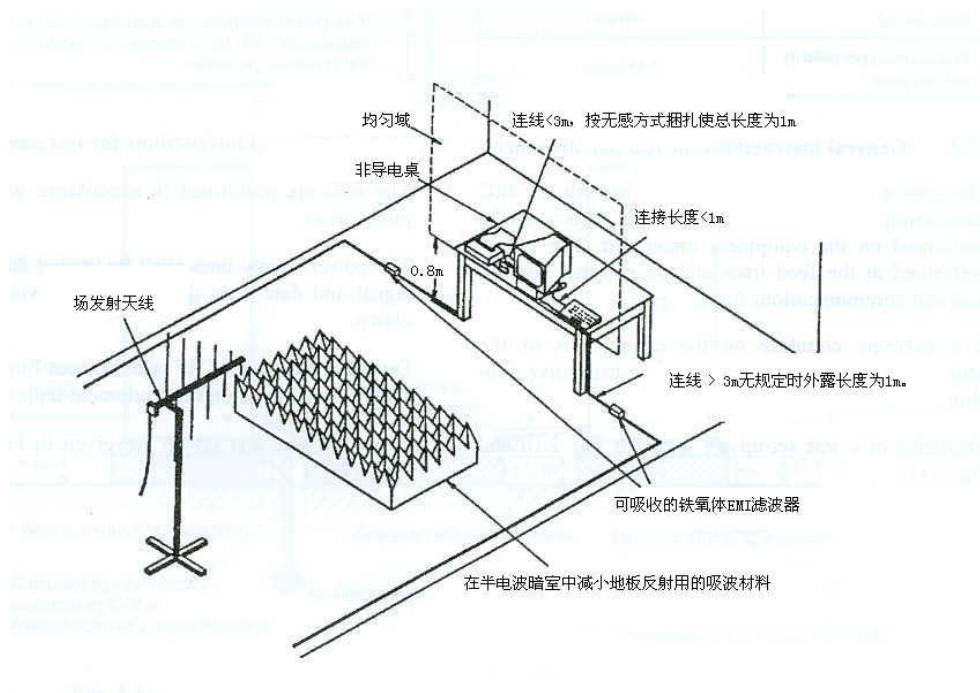


图3.5.4b 台式设备试验配置举例

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) 试验参数见表3.6.3。

试验参数 **表3.6.3**

试验参数	参数值
单脉冲上升时间	5ns（10%~90% 之间值）
单脉冲宽度	50ns（50% 值）
电压峰值（开路）	电源线为 2kV（线/地）
	控制和信号线为 1kV（线/地）
脉冲的重复频率	1kV时 5 kHz，2kV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。

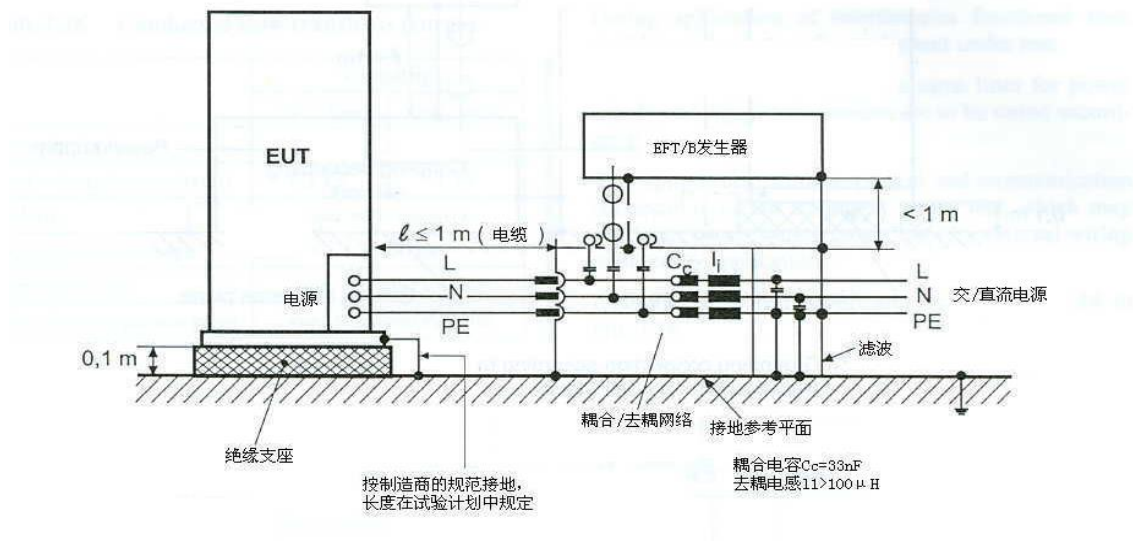


图3. 6. 4a 试验电压直接耦合到电源端口/端子的试验配置举例

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。

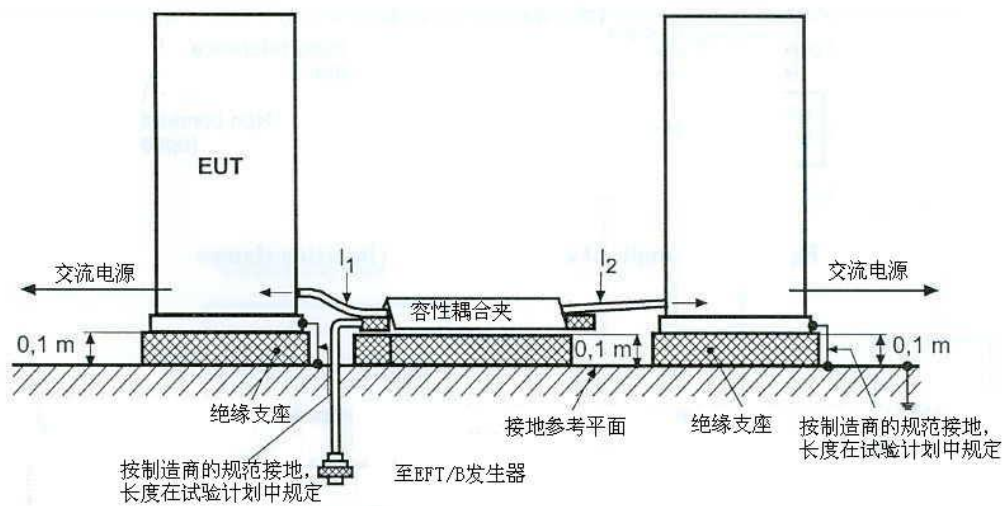


图3. 6. 4b 利用容性耦合夹进行试验的试验配置举例

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，试验参数见表 3.7.3。

试验参数 **表3.7.3**

试验参数		参数值
开路电压	脉冲上升时间	1.2 μ s（波前时间）
	脉冲宽度	50 μ s（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 μ s（波前时间）
	脉冲宽度	20 μ s（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) 电源线上线一地电容耦合试验配置举例见图3.7.4a和电源线上线一线电容耦合试验配置举例见图3.7.4b。

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。

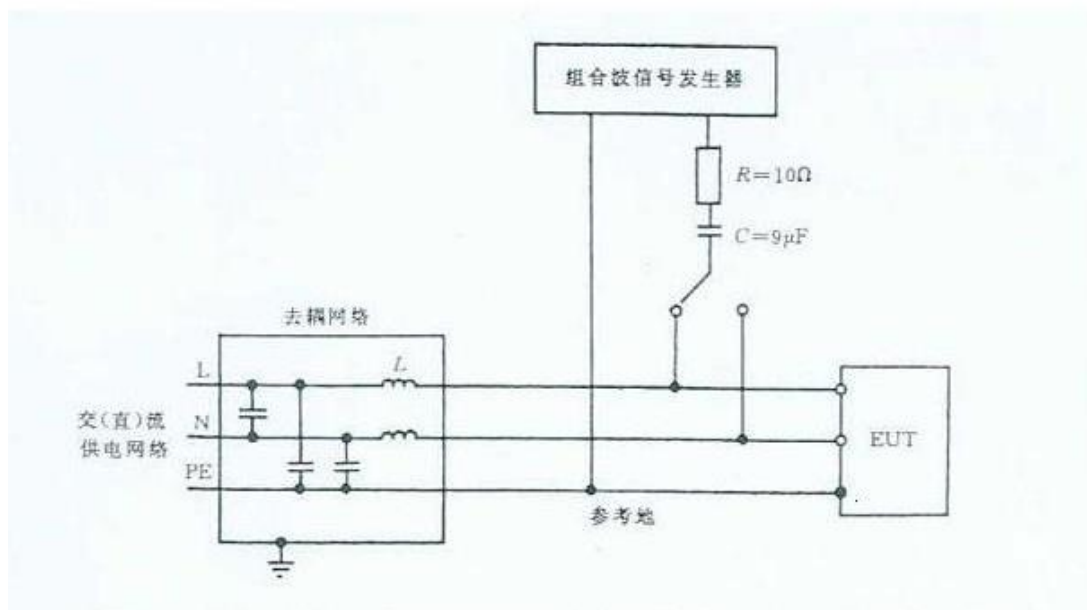


图3.7.4a 电源线上线一地电容耦合试验配置举例

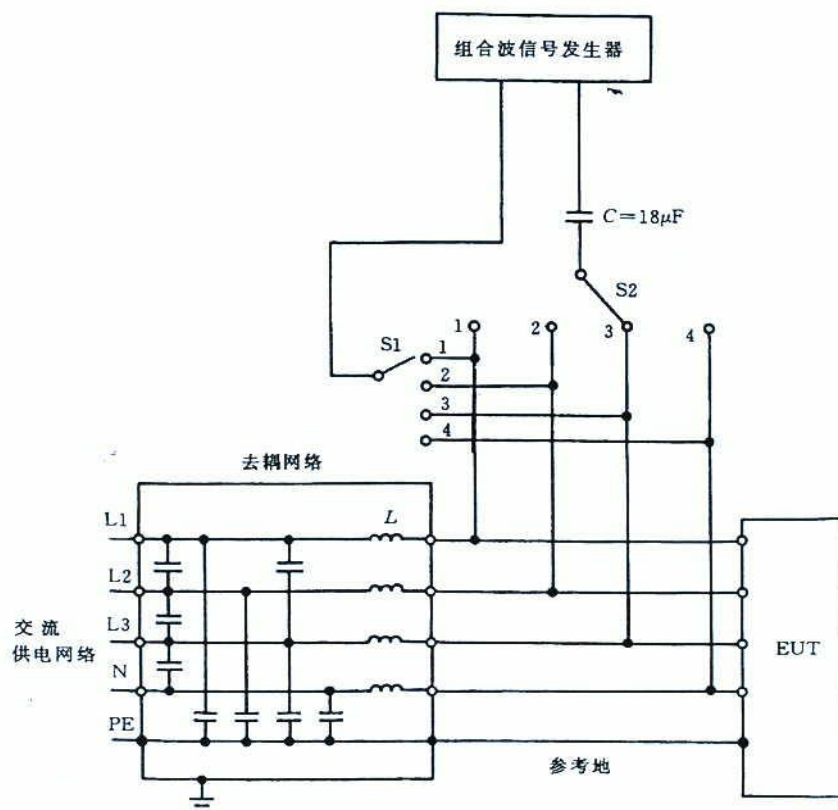


图3.7.4b 电源线上线一线电容耦合试验配置举例

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）下工作，如果必要还应在其额定电流下工作；

(2) 试验参数

① 交流供电设备试验信号：

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；

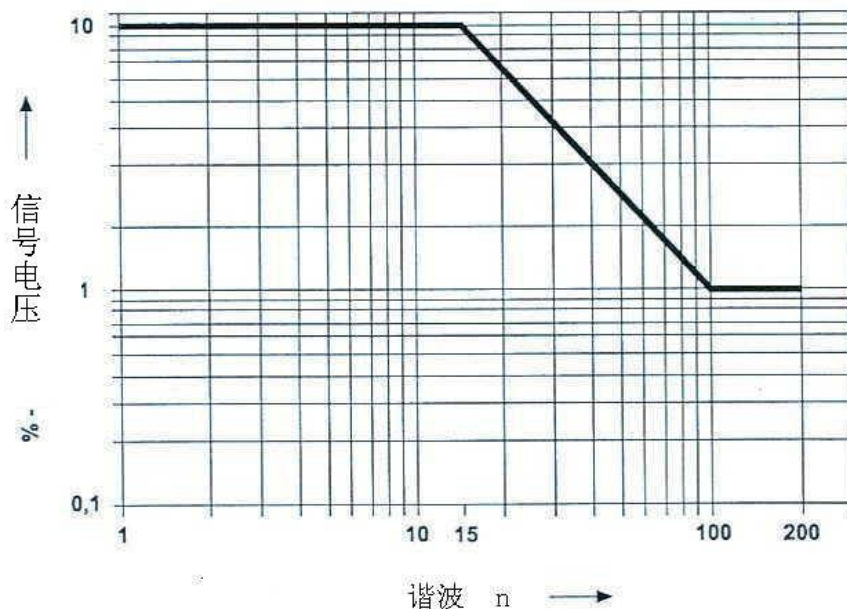


图3.8.2 交流供电设备低频传导抗扰度试验的信号电压

② 直流供电设备试验信号：

频率范围：50Hz ～ 10kHz；

试验电压（均方根值）：10% U_n ；

③ 试验中施加至电源线上的功率限制为最大2W。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。

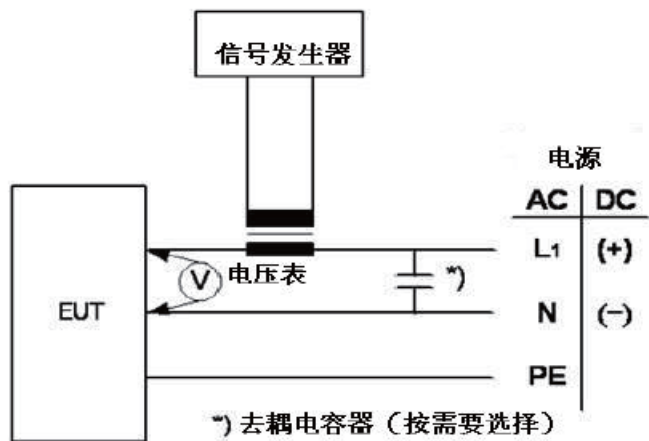


图3.8.3 典型的低频传导抗扰度试验配置

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) 试验参数见表3.9.3。

试验参数 表3.9.3

试验参数	参数值
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	$\leq 1.5 \times 10^{-3} \text{dec/s}$

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）进行试验骚扰电平の設定，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 $1.5 \times 10^{-3} \text{dec/s}$ ，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。

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。

^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。

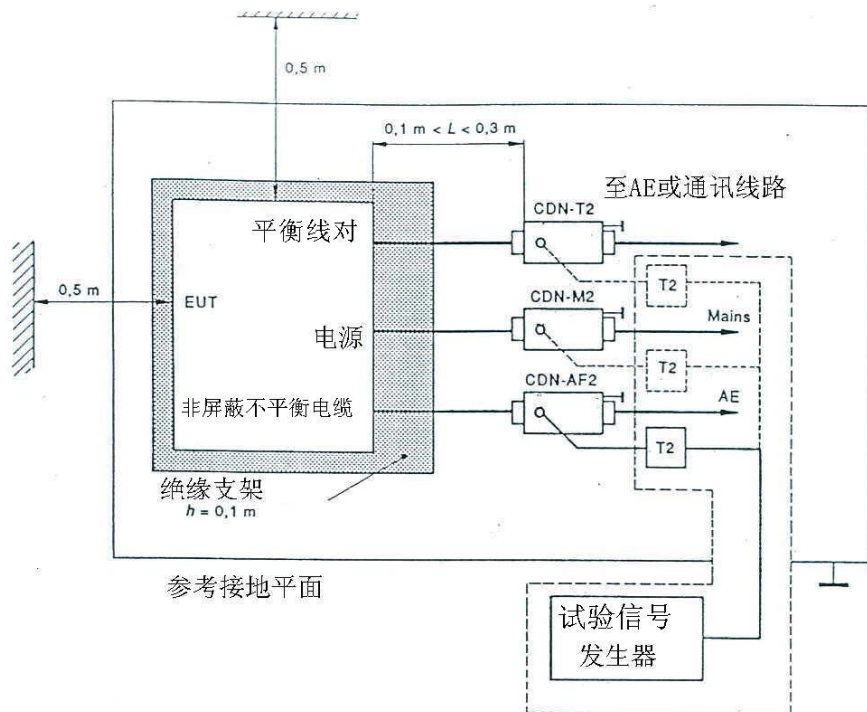


图3.9.4a 单一单元设备试验配置举例

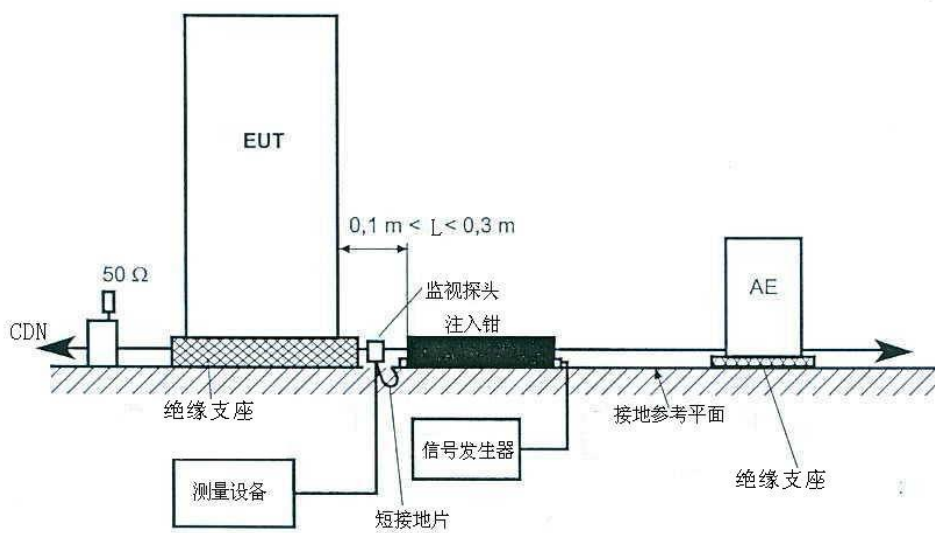


图3.9.4b 用注入钳试验配置举例

第4章 航行设备和系统以及无线电通信设备

4.1 一般要求

4.1.1 航行设备和系统以及无线电通信设备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》要求的航行设备和系统以及无线电通信设备，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 航行设备和系统以及无线通信设备的型式认可试验项目如表4.2.1所示。如有差异，应以IEC 60945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	×	×	×	×	6.1 ~ 6.4
	性能试验	×	×	×	×	5.1
电 源	电源最大稳态波动	×	×	×	×	7.1, 5.2.2
	电源异常 ^②	×	×	×	×	7.2, 5.2.3
	电源瞬时波动 ^③	—	×	×	×	7.3, 10.7
	电源故障 ^③	—	×	×	×	7.4, 10.8
环 境 条 件	干热	×	×	×	× ^④	8.2
	湿热	×	×	×	—	8.3
	低温 ^⑤	×	×	×	—	8.4
	热冲击	×	—	—	—	8.5
	跌落	×	—	—	—	8.6.1, 8.6.2
	振动	×	×	×	×	8.7
	雨和喷水	—	—	×	—	8.8
	潜水1	—	—	—	×	8.9.1
	潜水2	×	—	—	—	8.9.2
	短时浸水	×	—	—	—	8.9.3
	太阳辐射 ^⑥	×	—	—	—	8.10
	耐油 ^⑥	×	—	—	—	8.11
	盐雾（腐蚀） ^⑥	×	×	×	×	8.12

续表 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出版物（2002）的相关条文编号
	试验项目					
电磁兼容性	传导发射	—	×	×	×	9.2
	外壳端口辐射发射	×	×	×	—	9.3
	射频场感应的传导骚扰抗扰度	—	×	×	×	10.3
	射频电磁场辐射抗扰度	×	×	×	—	10.4
	电快速瞬变抗扰度	—	×	×	×	10.5
	浪涌（冲击）抗扰度 ^⑦	—	×	×	×	10.6
	静电放电抗扰度	×	×	×	—	10.9
特殊	噪声和听觉信号 ^⑧	—	×	×	—	11.1
	磁罗经安全距离	×	×	×	—	11.2
人身安全	防止触及危险电压	×	×	×	×	12.1
	射频电磁辐射	×	×	×	×	12.2
	视觉显示单元（VDU）的发射 ^⑨	×	×	×	×	12.3
	X-射线辐射 ^⑨	×	×	×	×	12.4
注： ① 包括连续接触海水的设备； 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； 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； ④ 潜水设备只做+70℃ 贮存试验； 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； 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； ⑦ 仅适用于交流供电设备； ⑧ 仅限安装在驾驶室和桥翼的设备需做噪声和声信号试验； ⑨ 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。						

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 2-1: Tests -Tests A:Cold"	GB/T 2423.1 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温》
2	IEC60068-2-2 "Environmental testing Part 2-2: Tests -Tests B: Dry heat "	GB/T 2423.2 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温》
3	IEC60068-2-6 "Environmental testing Part2: Tests-Tests Fc: Vibration(sinusoidal)"	GB/T 2423.10 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）》
4	IEC60068-2-30 "Environmental testing – Part 2-30:Tests-Test Db:Damp heat,cyclic "	GB/T 2423.4 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热》
5	IEC60068-2-78 "Environmental testing – Part 2-78: Tests-Test Cab:Damp heat,steady state "	GB/T 2423.3 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验》
6	IEC60068-2-11 "Environmental testing – Part 2: Tests-Test Ka: Salt mist "	GB/T 2423.17 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验Ka：盐雾》
7	IEC60068-2-52 "Environmental testing – Part 2: Tests-Test Kb-salt mist, cyclic (sodium chloride solution) "	GB/T 2423.18 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验Kb：盐雾，交变（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"Speciflcation for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance 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 6113.201 《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第2-1部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量》 GB/T 6113.203 《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第2-3部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量》
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 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 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 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验》