

本标准参照 IEC/TC 18/533 号出版物 1977 年版《船舶电气与电子设备的电磁兼容》。

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了一般船舶（包括海洋平台）和特种船舶（如调查船、海洋考察船、试验船等）安装的电气和电子设备以及船舶总体电磁兼容的要求。

本标准适用于导线间电压不大于 500 V（直流或交流）或导线与地之间电压不大于 250 V（直流）或 220 V（交流有效值）的电气和电子设备。不适用于频率超过 400 Hz 场合下使用的电气和电子设备。

对于发射天线区域以及使用 F 组设备，必须控制场强对人体的辐照；对于使用点火系统或使用非金属外壳的设备等，其附加考核标准，应选用附录 A《特种船舶电气与电子设备的电磁兼容》中的有关条款。

特种船舶补充实施要求，详见附录 A《特种船舶电气与电子设备的电磁兼容》中的有关条款。

## 2 引用标准

GB 3907 工业无线电干扰基本测量方法

GB 4365 无线电干扰名词术语

GB 6113 电磁干扰测量仪

## 3 术语

本标准采用的术语，符合 GB 4365 规定。以下术语适用于本标准：

### 3.1 电磁危害

由于电磁能量引起的电击、电引爆、电引燃等使人体、设备、易爆物、易燃物等受到不可挽回或严重的损害（包括局部的损坏）。

### 3.2 电磁污染

由于人为的因素，在较长的时间内构成危害人体健康和生态平衡的电磁场的效应。

### 3.3 电磁辐照

照射到人体或生物体上的电磁能量。

### 3.4 敞开区域

金属舱室以外的所有场合，包括没有防护措施的飞机库和向露天开大门的货舱，以及非金属船体即没有屏蔽可利用的区域。

### 3.5 独立供电

设备或系统没有直接从船舶电网供电，而是单独用蓄电池或两个绕组分开的电动发电机组供电。采用双绕组隔离变压器或稳压电源不属独立供电。

## 4 设备分组

将对电磁干扰敏感的或能产生电磁干扰的设备分为六组。

### 4.1 A组

以窄频带或者正弦电压工作的设备。如无线电通信设备、无线电定位设备、无线电导航设备和电视设备。

### 4.2 B组

产生宽频带连续频谱干扰电压的设备。如半导体整流设备、电力变换器、电站和甲板机械、家用电器以及荧光灯。

### 4.3 C组

以脉冲能量工作的设备，如雷达和声纳设备。

### 4.4 D组

产生瞬变电压和电流的设备。如开关设备和控制设备、自动舵、电罗经导航仪器、厨房用恒温器和电热器。

### 4.5 E组

采用模拟或数字技术的自动控制电路。

### 4.6 F组

使用给定频率的工业、科学、医用设备。如高频、射频、微波加热器等设备。

## 5 抑制干扰的一般原则和防干扰措施

### 5.1 抑制干扰的一般原则

5.1.1 采用抑制元器件和安装工艺等措施，使电磁干扰能量减少到容许的程度。

5.1.2 在产生干扰的设备的电源接线端采用抑制措施以降低传导干扰能量。

5.1.3 在干扰源处采取屏蔽和接地措施，以降低辐射干扰能量，即使用电缆屏蔽以及对干扰场所完全屏蔽起来。

### 5.2 设备防干扰措施

#### 5.2.1 降低传导干扰

5.2.1.1 传导干扰以线间干扰电压、线地干扰电压两种形式出现。

通常用抑制干扰电容器来衰减传导干扰能量。在干扰能量高或干扰源阻抗低的场合采用电感线圈和电容器相结合的方法衰减传导干扰能量。

5.2.1.2 在大多数情况下，由L、T或 $\pi$ 型电感电容网络组成的低通滤波器，能把传导干扰能量降低到容许的程度。

5.2.1.3 为减少低频高电平能量所产生的影响，可采用对产生干扰和对干扰敏感的设备进行分别供电。

#### 5.2.2 降低辐射干扰

将设备进行间隔或屏蔽，对电缆进行隔离或屏蔽，在高辐射强度的干扰场所，应考虑电缆敷设路径。

#### 5.2.3 安全要求

抑制干扰元件不应危及人身和船舶的安全，并保证不降低重要电气设备和电子设备的性能和可靠性。

#### 5.2.4 结构要求

在设备设计的初期就应对可能出现的干扰问题加以考虑。

#### 5.2.5 电缆的屏蔽

如果没有其他特殊要求，电缆的屏蔽应由下列任一种材料制成：

a. 铜、铅、铝或钢的刚性或半刚性的管子；

b. 对称或非对称的铜丝或钢丝制成的编织套。编织套的编织密度应使其重量至少等于同一金属制成的同长度管子重量的90%（其管子的内径等于编织套内径、管子的厚度等于编织套一根金属丝直径）。

### 5.3 船舶结构防干扰措施

#### 5.3.1 结构

5.3.1.1 采用焊接或铆接结构的船舶，能保证船体或上层建筑所有金属部件的电气连续性。

5.3.1.2 铝结构应以焊接为好。

5.3.1.3 钢质船舶的铝质上层建筑应多点同船体连接，但连接点之间的距离不应大于2 m。

#### 5.3.2 绝缘与接地

5.3.2.1 承受很大张力的索具，如桅侧支索和烟囱支索，特别是油船甲板上的支索应该接地，在这些支索上下两端采用防腐蚀铜导线与船体可靠接地，并保证能承受足够的机械应力。

5.3.2.2 测向仪环形天线附近的支索应加以绝缘。

#### 5.3.3 舱室的屏蔽

在某些情况下，需对个别金属舱室实施屏蔽时，这些屏蔽舱室应满足下列要求：

5.3.3.1 所有舱壁、地板、天花板和门应该形成一个连续的导电面，在导电面上任何两端的直流电阻不应超过10 mΩ。

5.3.3.2 所有电缆管、管路、金属杆和电缆屏蔽套在屏蔽舱室的进入处必须接地。

5.3.3.3 抑制滤波器应配有屏蔽外壳。

#### 5.3.4 金属箱和机柜的接地

在需要接地措施的地方，接地线长度应尽量短，一般应不大于250 mm，并直接连接到船舶构件。采用宽金属带是获得低的射频阻抗的最好办法。每台设备应有各自的接地线。

#### 5.3.5 特种船舶实施要求

特种船舶的总体补充实施要求，见附录A（补充件）中的第二篇和第三篇。

## 6 设备实施细则和界限值

### 6.1 A组设备

#### 6.1.1 实施细则

##### 6.1.1.1 无线电室

6.1.1.1.1 如无线电室不是由金属结构组成，则该舱室需采取屏蔽措施。

6.1.1.1.2 在无线电室内或在其附近敷设电缆应遵循6.2.1条的规定。

##### 6.1.1.2 无线电发射机的安装位置

无线电发射机安装的位置应使其天线馈线最短。为降低射频辐射能量，在无线电室中的发射机天线馈线应采用适当的屏蔽。

##### 6.1.1.3 无线电发射机的接地

中短波发射机外壳可多处与船舶金属结构进行良好的电气连接。

##### 6.1.1.4 设备的接地

每台无线电设备应有各自单独的接地线。不采用汇流排集中接地。

##### 6.1.1.5 电缆布置

发射机馈线应妥善敷设，以降低对邻近射频敏感设备的干扰。

##### 6.1.1.6 屏蔽电缆的接地

电缆金属屏蔽层应适当接地。

##### 6.1.1.7 天线与天线馈线

6.1.1.7.1 所有发射天线和接收天线应远离船舶垂直金属构件。

- 6.1.1.7.2** 发射天线必须与接收天线和测向环形天线分开。
- 6.1.1.7.3** 测向天线应安装在驾驶室顶上较高的地方，以便在 2 MHz 上具有良好的性能。
- 6.1.1.7.4** 发射天线馈线采用屏蔽的同轴电缆是改善电磁兼容性能的有效措施。
- 6.1.1.7.5** 所有接收天线馈线应在整个长度上采用连续屏蔽。在特殊情况下，同轴式天线馈线应采用双屏蔽结构或者敷设在无缝金属管内。
- 6.1.1.8** 无线电发射机与其他电子设备的去耦
- 6.1.1.8.1** 为消除无线电设备和电气设备通过船舶电网互相耦合，在交流供电时，使用绕组间有接地金属屏蔽层的隔离变压器；在直流供电时，使用绕组分开的旋转变流机。
- 6.1.1.8.2** 安装在上甲板的对射频敏感的电子设备和电缆应加以适当的屏蔽。
- 6.1.1.8.3** 当无线电室为屏蔽型时，从无线电室引出的所有电缆在其出口处应有抑制干扰措施。
- 6.1.1.9** 船内通讯
- 6.1.1.9.1** 传输低频低电平信号电缆（例如：拾音器至放大器之间电缆）应采用对绞式屏蔽电缆，并具有绝缘外护套。
- 6.1.1.9.2** 电缆的金属屏蔽应该仅在一端（通常是放大器端）接地，以避免形成感应回路。

## 6.1.2 设备界限值

### 6.1.2.1 船舶电子设备射频电压界限值

无线电发射机电源端所测的载频和其谐频点上的射频电压，在 0.15~30 MHz 的频率范围内不应超过 10 mV 或 80 dB ( $\mu\text{V}$ )。

当工作在 0.15~30 MHz 的每一台无线电发射机以满功率连续发射时，应在无线电室外供无线电室的电源配电箱上按照 7.1.3 条规定的方法测量射频电压。但是发射机的天线输出应接到不辐射的仿真天线上，以免电缆受辐射能量的感应。

### 6.1.2.2 耦合衰减界限值

在 0.03~30 MHz 频段内按第 7.2 条所规定的方法测得的电源网络与有效长度为 1 m 的参考天线之间的耦合衰减的最小值应为 70 dB。

### 6.1.2.3 接收机电源端抗扰度界限值

无线电接收机电源端抗扰度按公式 (1) 计算

$$M = 20 \lg \frac{U_N}{U_r} \dots\dots\dots (1)$$

式中： $M$ ——接收机电源端抗扰度，dB；

$U_N$ ——电源端注入的干扰电压，V；

$U_r$ ——输入端注入的信号电压，V。

$U_N$ 、 $U_r$ 使接收机产生同一输出。 $M$ 在整个频段内最小值应是 70 dB。

测量要求见附录 A (补充件) 中的 A3.3.5 和 A3.3.6 条规定。

如有必要，接收机可加电源干扰抑制滤波器。此时，电源端的抗扰度数值适用于接收机和滤波器组合情况。

## 6.2 B 组设备

### 6.2.1 实施细则

#### 6.2.1.1 避免采用用船体作回路是有效降低干扰能量分布的良好措施。

在电力线路中不应使用单芯电缆。为了降低磁场干扰，应优先采用扭绞多芯电缆。

#### 6.2.1.2 在非采用单芯电缆不可时，必须做到下列要求：

- a. 电缆应无铠装或用非磁性材料铠装。金属屏蔽层应仅在一点接地；
- b. 同一供电线路中的所有电缆安装在同一管子、管道、电缆槽内或同一电缆导板内；
- c. 用两根、三根或四根单芯电缆组成的单相、三相电路在敷设时，电缆应尽可能靠近。任何情况下，两根相邻电缆的外护套之间间隔应不大于一根电缆的直径。

6.2.1.3 电力电缆应尽可能靠近金属船体和舱壁敷设。但载流大于250 A的单芯电缆当靠近钢质舱壁敷设时，除同一交流线路敷设成品字形的电缆外，电缆与舱壁之间的距离至少大于50 mm。

6.2.1.4 设备供电的来回电源线应沿着同一路径并列敷设。电力电缆不需要屏蔽，但在下列情况下应加以屏蔽：

- a. 在敞开区域；
- b. 在无线电室附近；
- c. 在船舶电站中采用晶闸管整流的控制设备。

电力电缆的屏蔽层应多点接地，至少在头、尾两端应接地。

6.2.1.5 对装有半导体元件和开关电路的所有外壳和机器应需注意。在大电流电路中一般不允许插入电感线圈，而应采用屏蔽电力电缆。接至干扰源的所有外部连接线应有抑制干扰的措施。在半导体控制电路中采取抑制措施时，应避免降低电路的工作性能。

## 6.2.2 设备界限值

6.2.2.1 电源端射频电压散发界线，不同的电压散发界限值对应不同的测试阻抗见图1和图2中的三条线，其测试方法按7.1.2和7.1.3条进行。

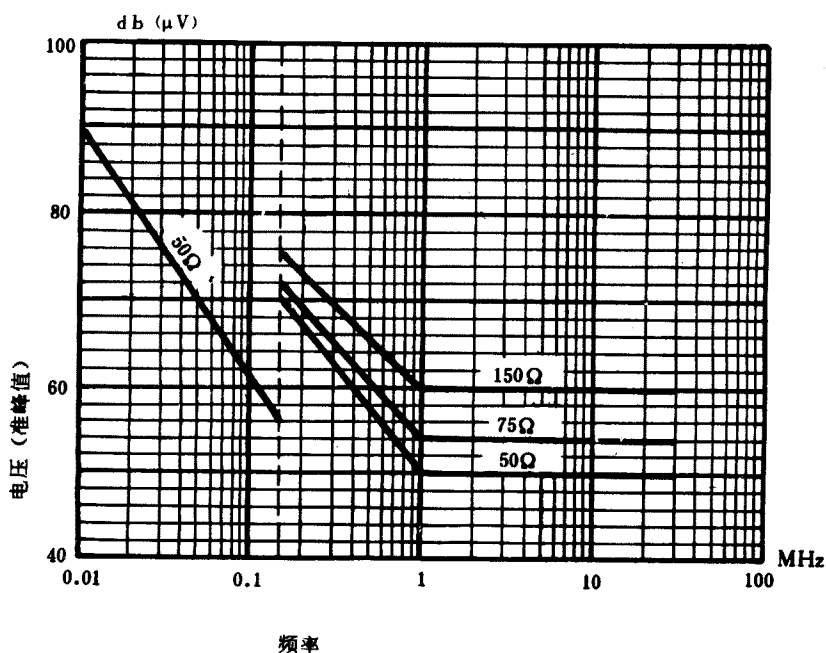


图1 宽带电压散发界限

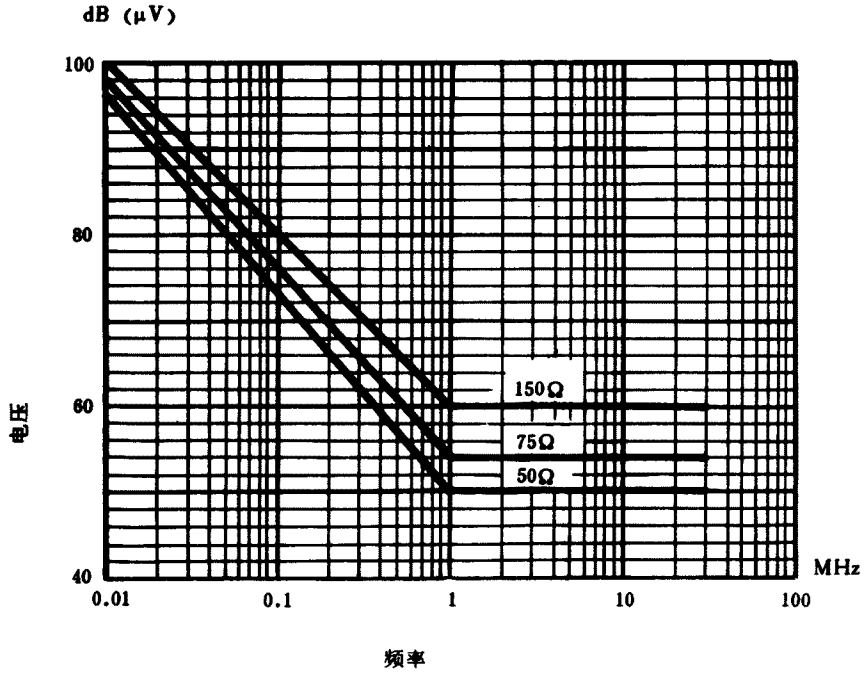


图 2 窄带电压散发界限

测试仪表：频率为0.01~0.15 MHz时，采用200 Hz的准峰值检波器；频率为0.15~30 MHz时，采用9 kHz的准峰值检波器。

窄带信号或宽带信号判别方法，见附录A（补充件）中的A6.3.2d条规定。

6.2.2.2 电源电缆电流散发界限值见图3及图4，按7.1.4条规定的方法测量射频电流。

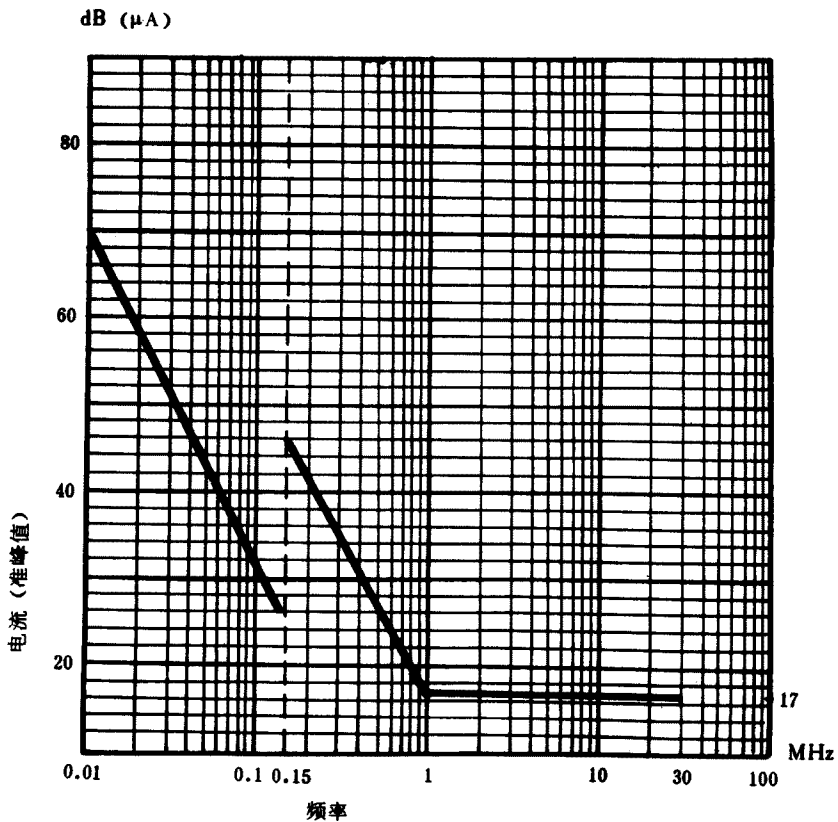


图 3 宽带电流散发界限

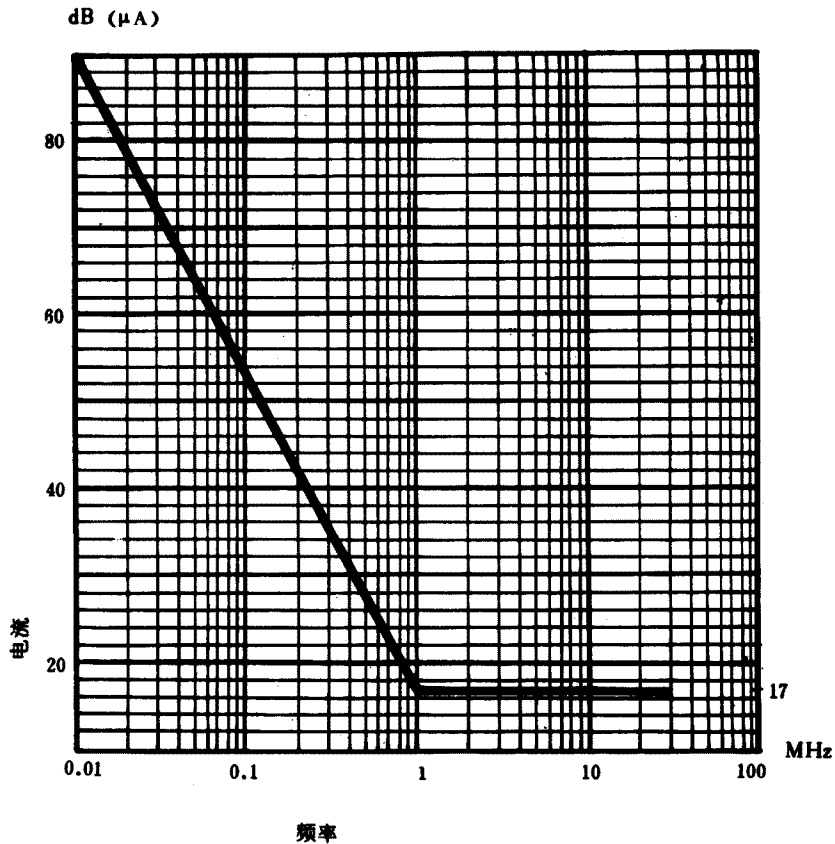


图 4 窄带电流散发界限

**6.2.2.3 耦合衰减界限值**

参照6.1.2.2条的规定，耦合衰减的最小值为70 dB。

**6.2.2.4 瞬态抗扰度的界限值**

按照7.3.5条规定进行试验，半导体控制设备应能承受线间和线地间的瞬态电压。

**6.3 C组设备****6.3.1 实施细则**

**6.3.1.1** 传送脉冲的电缆一定要和其他设备的电缆分开，雷达设备的波导管或馈电线的长度应尽可能短。

**6.3.1.2** 所有设备（包括波导管）都应适当接地，这是降低雷达和其他无线电设备之间相互干扰的必不可少的措施。

**6.3.1.3** 在声纳设备里传送脉冲的电缆应加以屏蔽；电缆穿在钢质电缆管里或采用双层屏蔽电缆进行敷设。

**6.3.2 设备的界限值****6.3.2.1 电源干扰电压和电流的界限值**

参照第6.2.2条的规定。

**6.3.2.2 耦合衰减的界限值**

参照6.1.2.2条的规定，耦合衰减的最小值为70 dB。

**6.3.2.3 抗扰度界限**

对敏感电路产生干扰的雷达和声纳设备应加以防护,抗扰度试验方法按照第7.3.3和第7.3.4条规定进行。

## 6.4 D组设备

### 6.4.1 实施细则

6.4.1.1 对出现的不规则时间间隔较长的弱瞬变干扰可以忽略不计,电抗电路的开关转换会产生高峰值的瞬变干扰,需要采取适当的抑制措施,幅值大的瞬变干扰应使用非线性电阻或其他适当措施加以抑制,使用适当的滤波器可得到宽频带干扰的抑制。

6.4.1.2 敏感设备的低频信号电缆应采用有绝缘外护套的对绞电缆,以降低不同电路间的相互干扰,电缆的金属屏蔽层应在一端接地。

6.4.1.3 信号电缆和控制电路应避免使用公共回路。

6.4.1.4 平均电平差大于40 dB的若干通信电路,不应设在同一根电缆内。

6.4.1.5 干扰电路和敏感电路的电缆应当隔离,这是减少干扰的有效措施。

### 6.4.2 设备的界限值

#### 瞬态抗扰度界限值

按7.3.5条规定进行试验,开关装置、测量仪表和数字电路应能承受线间和线地的感应瞬态干扰电压。

## 6.5 E组设备

### 6.5.1 实施细则

#### 6.5.1.1 系统设计

6.5.1.1.1 设备应设计成符合系统要求的最小带宽,而对频段外的信号不敏感。

6.5.1.1.2 在系统容许的情况下,应采用高电平和低速采样信号。

6.5.1.1.3 为了避免传输低电平信号,应在传感器端设置放大器以提高信号电平。

6.5.1.1.4 为减少电缆间的电容耦合效应,应设计成低阻抗电路。

6.5.1.1.5 采用平衡差分放大器和保护环技术,可提高对非对称感应干扰的抑制效果。

6.5.1.1.6 模/数转换器应采用积分型。

6.5.1.1.7 在系统中设备之间设置的零电位线应在一点接地,接地线应靠近设备,以便检查接地的情况。当无法单点接地时,应采用变压器或光电耦合器达到电路间的隔离。

6.5.1.1.8 设备间和设备内的电缆敷设路径应精心设计,并应采用分隔、扭绞或屏蔽措施。

6.5.1.1.9 若需将设备与船舶电网中的干扰源隔离开来,则采用铁芯和绕组之间以及初次级绕组之间均有接地屏蔽的变压器。

6.5.1.1.10 在控制电路中应尽量少用电动机。在必须采用的地方,电动机应加适当的抑制措施。

6.5.1.1.11 干扰能通过连接电缆(含电源线)进入设备,在设备的电缆进入处应采取适当的抑制干扰的措施。

6.5.1.1.12 信息数据处理设备能辐射超过允许值的干扰,而它对船舶发射机等干扰源的辐射也较敏感。必要时应加以屏蔽。

#### 6.5.1.2 测量放大器的特殊防护措施

测量放大器的信号受到从低频到射频的干扰,在完全平衡的系统中,这些干扰在电位大小和符号上相同,在这些信号线之间不存在电位差。实际上,在足够宽的频段上达到完全平衡是困难的。为了把这种类型的干扰影响降低到允许值内。测量放大器在设计中应采用适当的措施(如滤波)。

为了验证所采取的措施是否适当,应按6.5.2.3条款进行试验。

#### 6.5.1.3 电缆敷设

当电路结构未采用适当的抑制干扰或抗干扰措施时,则应特别注意电缆的选择和敷设。

6.5.1.3.1 传送低频低电平的信号线应绞紧并屏蔽,屏蔽层应具有电气连续性,并应在一端接地,不应将屏蔽层作为信号通路。传感器接地时,屏蔽层应在传感器端接地。传感器不接地时,屏蔽层应在



信息数据处理机端接地。

为了防止与船体电阻耦合，在电缆屏蔽层的外面应有与使用环境相适应的绝缘护套。

**6.5.1.3.2** 当信号电缆长度超过干扰信号波长的  $1/8$  时，应考虑对电缆屏蔽层两端接地。

**6.5.1.3.3** 电缆通过接线盒转接时，应保持电缆的屏蔽连续性。

**6.5.1.3.4** 信号电缆与动力电缆和控制电缆应分开敷设，最小间距为 500 mm，应避免平行敷设。如果信号电缆必须在这些电缆附近通过时，其通过的长度应尽量短（小于 5 m），并应成直角交叉通过或至少相距 200 mm。

**6.5.1.3.5** 传输模拟信号的电缆应与传输数字信号的电缆分开，并避免平行敷设。

**6.5.1.3.6** 若电缆不能适当分开敷设时，则传输低电平模拟信号的电缆应敷设在钢质电缆导管内或金属电缆罩壳内。所有钢质电缆导管和电缆罩壳都跨接在一起，并应与船体连接。

**6.5.1.3.7** 传输高电平数字信号（伏级）的电缆，本身对干扰不敏感，但能产生干扰，故应加屏蔽措施。

为了获得最佳的屏蔽效果，应在屏蔽层两端接地。

**6.5.1.4 连接和接地**

与设备外壳的电气连接应可靠和耐久，所有接触表面应清洁，不应有油漆、油脂和氧化物，连接线采用非编织的金属带，其长度应短，金属带的长度和宽度之比不应超过 5 : 1。

**6.5.2 设备界限值**

**6.5.2.1 射频电压和电流界限值**

参照第 6.2.2 条规定。

**6.5.2.2 抗扰度界限值**

设备应承受 7.3.3、7.3.4、7.3.5 条规定试验以及按附录 A3.3.8 进行判别。

**6.5.2.3 测量放大器的附加试验**

**6.5.2.3.1 抑制线地感应电压**

试验按照图 5 的典型线路进行，干扰源的信号发生器的内阻应为  $50 \Omega$ 。在  $50 \Omega$  负载下输出幅值调整为 1 V（有效值），干扰信号源应在 50 Hz ~ 30 MHz 的频率范围内扫描，在 10 kHz ~ 30 MHz 的频率范围内用 1 kHz 调制，调制度为 30%，调节放大器输入信号使输出端有一方便的参考电平。并监视输出电平相对于参考电平偏差。

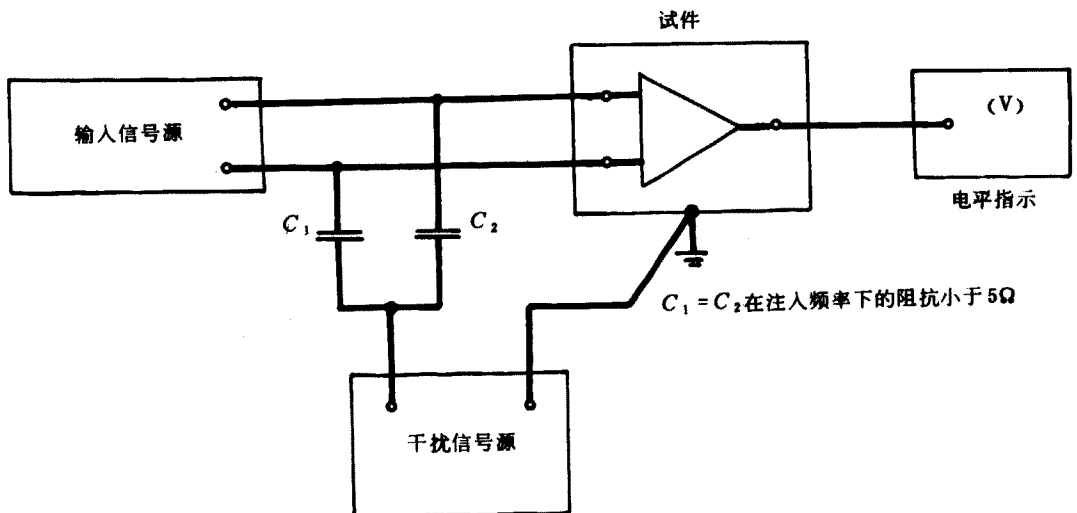


图 5 向线地注入干扰信号试验线路

若偏差没有超过试件的允许值，则认为抑制是符合要求的。

### 6.5.2.3.2 抑制线间感应电压

试验应按照图 6 的典型线路进行，输入信号调整到使输出有一方便的参考电平，从信号输入端注入干扰信号。

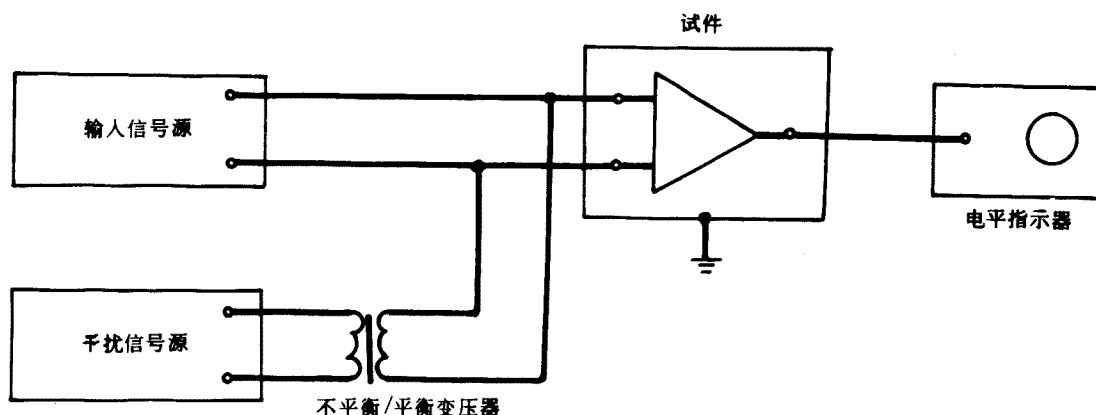


图 6 向线间注入干扰信号试验线路

在下列条件下，如果偏差没有超过试件允许值，则认为这种抑制是满意的：

- a. 在电源频率上施加有效值为 1 V 的干扰电压（50  $\Omega$  负载）；
- b. 在 10 kHz~30 MHz 频率范围内，施加 10 mV [即 80 dB ( $\mu$ V)]（50  $\Omega$  负载）的干扰电压，干扰源的调制频率为 1 kHz，调制度为 30%。

注：确定输出的参考电平的另一种方法是在放大器输入端接一等于其额定值的阻抗，输出端的干扰信号电平应不超过系统的额定电平。

## 6.6 F 组设备

### 6.6.1 实施细则

6.6.1.1 考核项目按附录 A（补充件）中的表 A1 规定。

6.6.1.2 在总体上应采用屏蔽和隔离，防止强电磁场危害或电磁污染。

### 6.6.2 安全容限

安全容限按附录 A（补充件）中的图 A22 标准考核，测量方法按照附录 A（补充件）中的 A8 进行。

## 7 测量方法

### 7.1 射频电压和电流

#### 7.1.1 总则

对设备、环境、操作等要求，均按附录 A（补充件）中的 A3 有关规定。测量方法应优先用附录 A4.4 条的电流法进行。

#### 7.1.2 射频宽带电压

7.1.2.1 在试件的电源端上测量射频宽带电压，其值应按 GB 3907 的规定考核，并参照附录 A（补充件）中的 A4.3 条执行。

7.1.2.2 电源电流较大（大于 25 A）时，可不用隔离网络。

#### 7.1.3 射频窄带电压

窄带电压，可用RR型测干仪进行测量，测干仪应符合GB 6113要求。

在电网上测量窄带电压（如由无线电发射机产生的）可以省去隔离网络，用校正过的高阻抗探测器来测量每根电缆线的对地射频电压。

#### 7.1.4 电缆中散发的射频电流

把试件直接接到电网按照附录A（补充件）中的A 4.4条规定进行。

### 7.2 电源网络与无线电接收天线之间的去耦值

#### 7.2.1 干扰信号注入

信号发生器输出至少为1 V调幅信号的射频电压（ $U_g$ ），经0.1  $\mu\text{f}$ 隔离电容器接在注入点和最靠近的船体部分（地）之间。注入点应在配电板上或尽可能靠近主配电板方便的电源端子上，并在注入点用适当的电压表测量射频电压。

在船舶无线电导航和无线电通信频带70 kHz~25 MHz之间选择合适的测量频率。

#### 7.2.2 天线修正系数 $F_a$

在接收天线处的场强  $E$ ，是用已校正过鞭状天线和测量设备测得的，图7所示为鞭状天线的结构，图8所示为相应的天线修正系数  $F_a$ 。

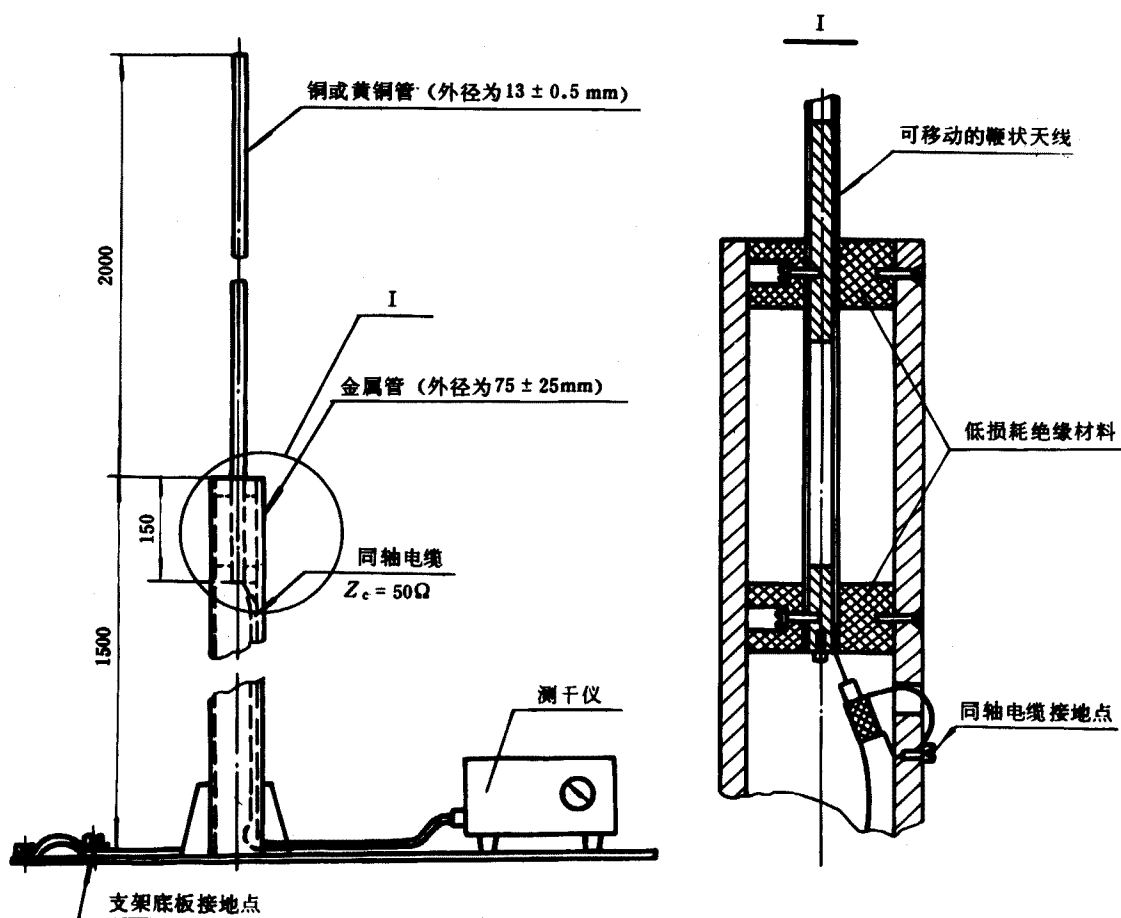


图7 测量总体耦合衰减用的鞭状天线

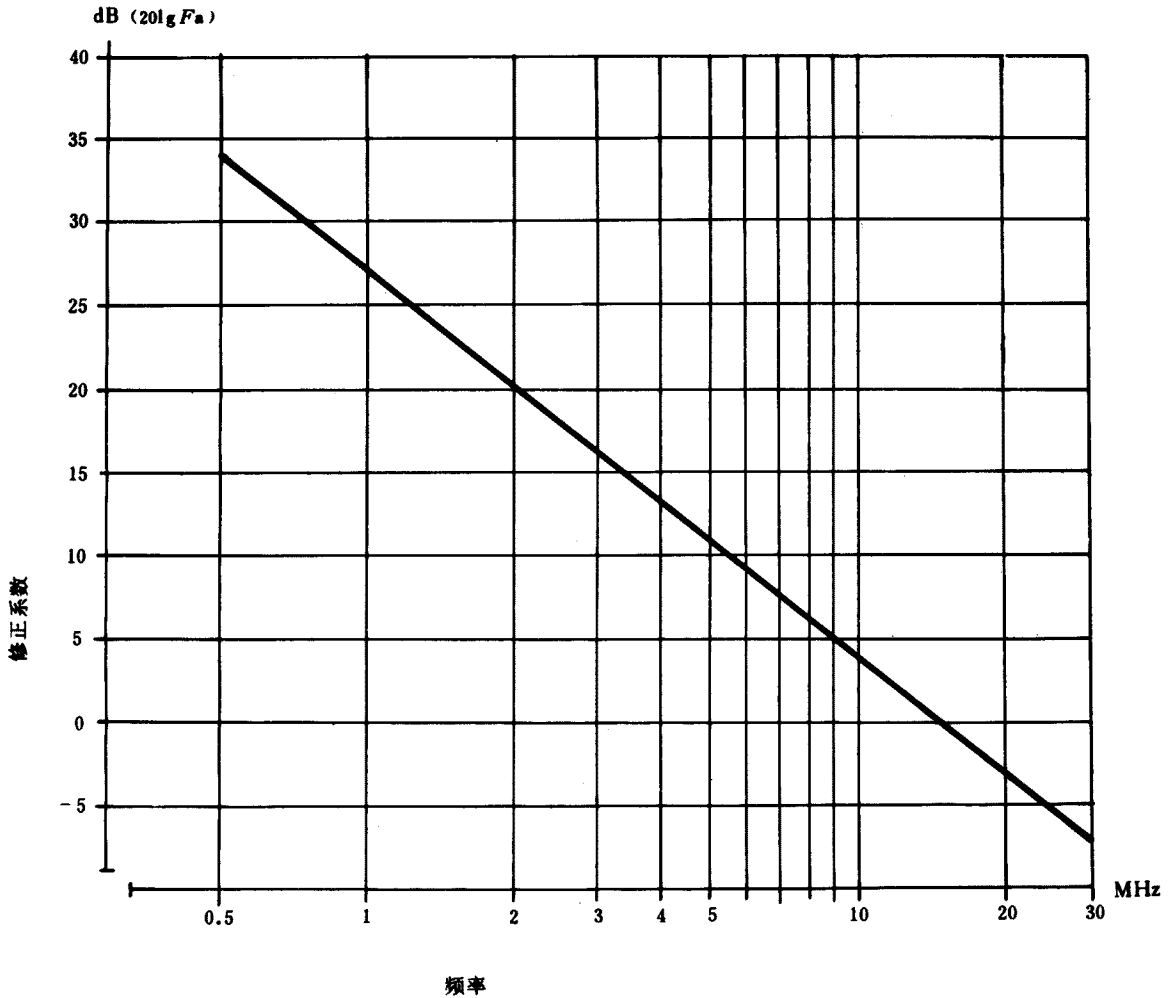


图 8 鞭状天线修正系数  $F_a$

可按公式 (2) 计算

$$F_a = \frac{E}{U_r} \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $F_a$ ——天线修正系数;  
 $E$ ——空旷场地的已知场强;  
 $U_r$ ——测干仪输入端的电压。

对于其他形式的鞭状天线 (长度 1 m 和 4 m 之间), 其天线修正系数, 应在空旷场地上确定。

7.2.3 测量天线安装

在测量位置上的船舶天线应该拆除 (或天线馈线与接收机断开), 测量鞭状天线应尽可能远离 (至少 2 m) 大型垂直金属部件。

测量天线的底座应用一短的接地线与金属上层建筑接地。测干仪和连接的同轴电缆也应接地, 同轴电缆的特性阻抗应与测干仪的输入阻抗相同。

7.2.4 天线去耦系数

天线去耦系数  $C$  按公式 (3) 计算:

$$C \text{ (dB)} = 20 \lg U_g - 20 \lg U_r - 20 \lg F_a \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $C$ ——天线去耦系数, dB;  
 $U_r$ ——测干仪输入电压, V;  
 $U_g$ ——注入电压, V;  
 $F_a$ ——天线修正系数。

**7.3 抗扰度**

**7.3.1 总则**

抗扰度试验的目的在于验证设备的外壳, 外接电缆和辅助设备受到的外加电磁能量的作用时性能是否正常, 设备应按附录 A (补充件) 中的 A3.3 有关项目进行试验。

**7.3.2 试验要求**

试验应从下列条款中选择试验项目, 以满足系统的有关规定。

对试件作各项试验时, 抗扰度的判别法见附录 A (补充件) 中的 A 3.3.8 条规定。

**7.3.3 向地线注入干扰信号**

由于存在公共接地阻抗, 设备与系统之间产生耦合。本试验要验证试件对这种形式的耦合有无响应。试件应与地面隔离, 其接地经过隔离变压器的次级绕组接到地面, 见图 9。向试件注入 10 kHz~50 kHz 有效值为 1 V 的开路电压。

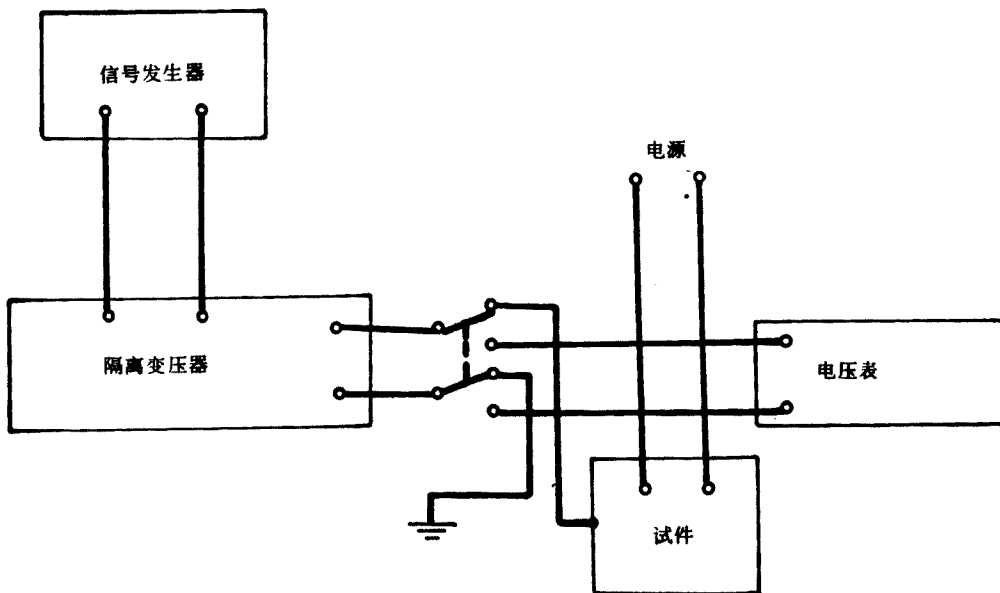


图 9 向地线注入 (10~50 kHz) 信号的接线图

- 注: 1. 发生器输出阻抗不应超过 1 Ω。
- 2. 变压器应能承载所需电流而不饱和。
- 3. 电压表应指示开路电压。

**7.3.4 注入 10 kHz~30 MHz 的射频传导电压**  
 应按图 10 所示的线路进行试验。

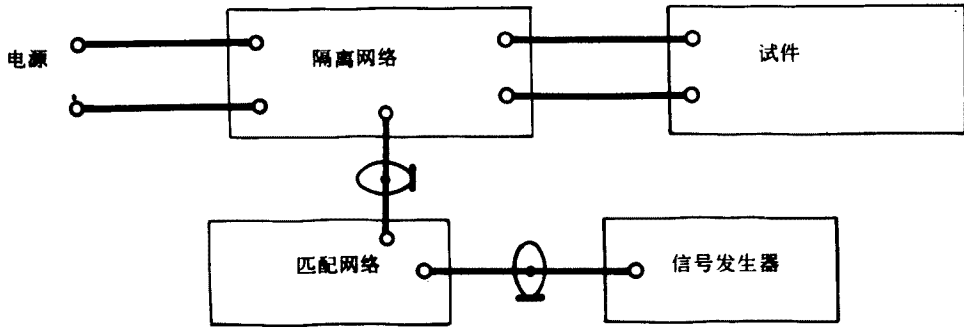
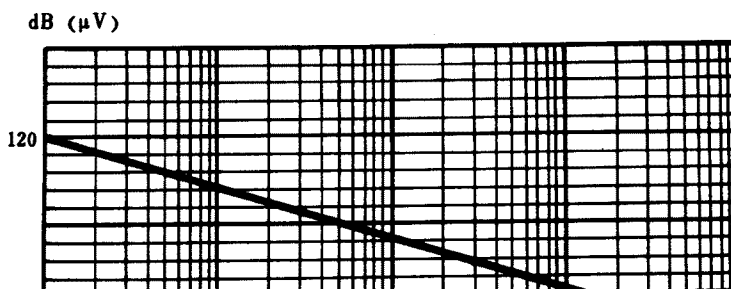


图 10 向线地间注入射频信号抗扰度试验线路

信号发生器必须正确连接，它通过阻抗小于  $5 \Omega$  (频率  $10 \text{ kHz} \sim 30 \text{ MHz}$ ) 的电容器接到受试电缆上。

必要时，隔离网络可串接在电源线上，以隔开电源线与地之间可能有的低阻抗。信号发生器应提供能在  $10 \text{ kHz} \sim 30 \text{ MHz}$  频率范围内调制度为 30% 的试验信号。注入于电源线上，其电平应从频段上



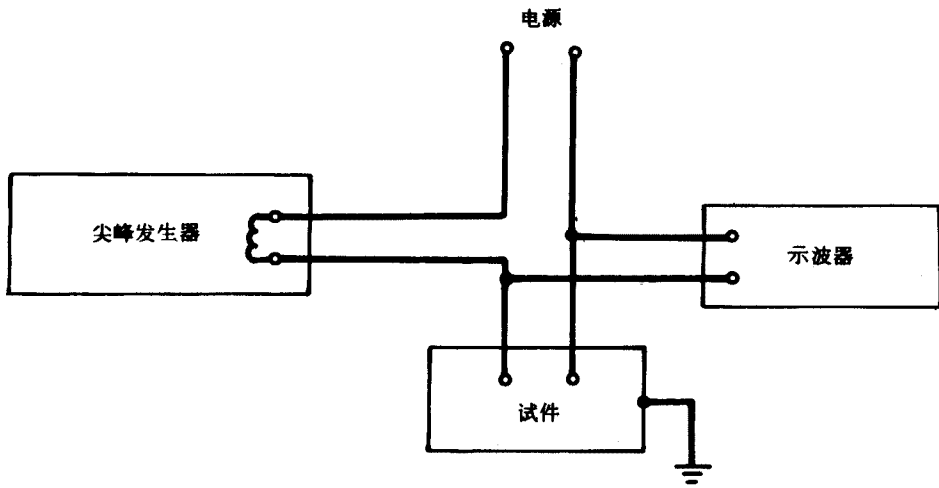


图 12 由线间注入瞬变信号接线图

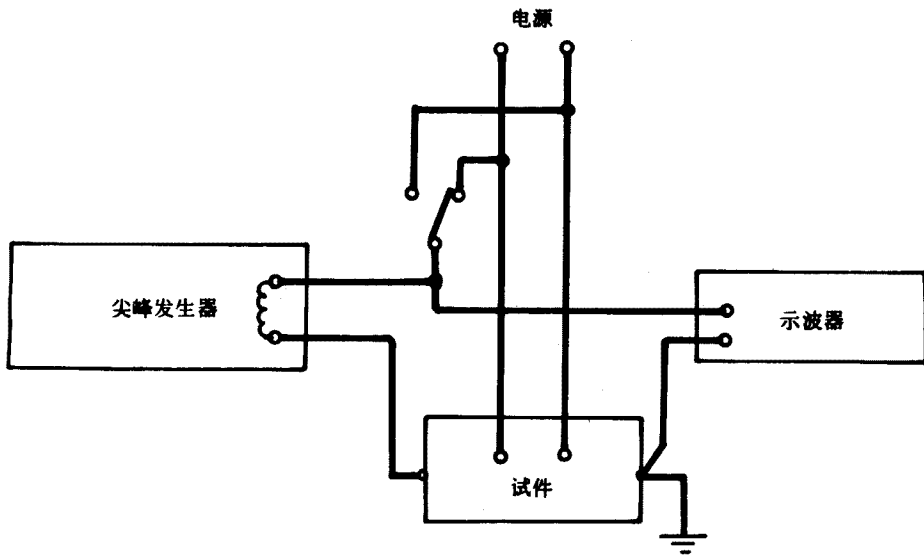


图 13 由线地注入瞬变信号接线图  
合成的瞬态电压波形应如图14所示，最大幅值为400 V ( $U_0 = 500$  V)。

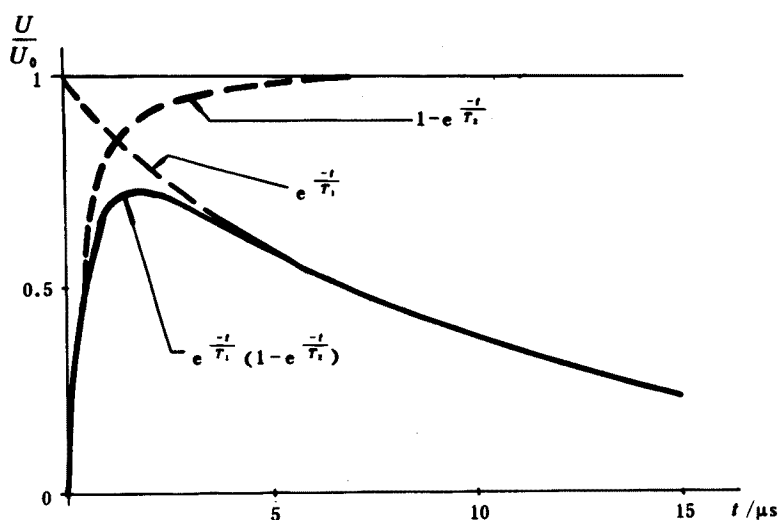


图 14 尖峰信号波形图

在监测示波器上的瞬态电压波形见附录 A (补充件) 中的图 A 1。

电源电压小于 55 V 的瞬态电压的最大峰值限制在 100 V 内。

**7.3.6 在设备金属外壳及其连接电缆屏蔽层中环流**

流过金属外壳和连接电缆屏蔽层的环流能对机壳内的敏感电路产生干扰, 为了验证设备对这种耦合方式的敏感性, 试件的金属外壳应通过有效值为 100 mA 的射频电流。

射频电流应以外壳的一角依次流到所有其他角, 同时信号源应以 15 kHz~30 MHz 的范围内扫描。

若各组成部件彼此用屏蔽电缆连接时, 则射频电流也应依次流过每根电缆屏蔽层。详见附录 A (补充件) 的表 A 2 进行。

图 15 为试验线路, 或按附录 A (补充件) 中的图 A 9 和图 A 10 进行试验。

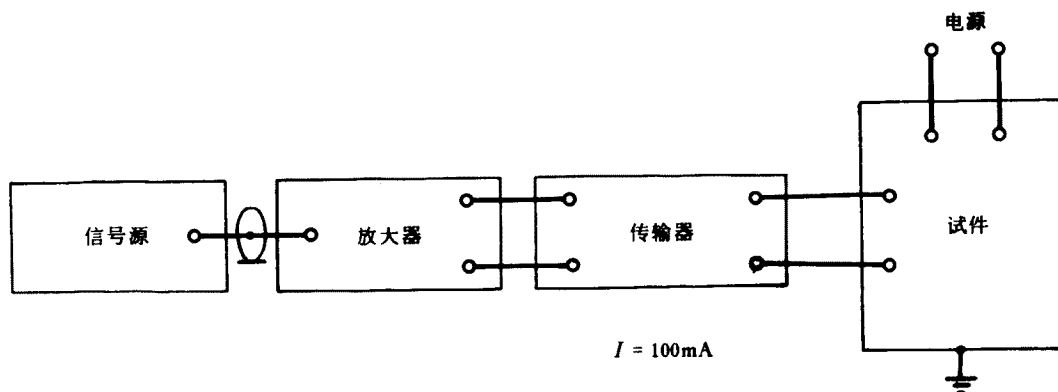


图 15 抗环流试验线路

传输器用铁氧体铁芯, 双绕组电感线圈, 每个绕组的电感量为 1 mH。

**7.3.7 特种船舶上安装的设备补充考核要求**

见附录 A (补充件) 中的第一篇的规定。



附录 A  
特种船舶电气与电子设备的电磁兼容  
(补充件)

第一篇 设 备

A1 设备的设计原则

A1.1 设计要求

A1.1.1 安装在露天区域,尤其在靠近收发天线附近的电子及电气设备,外接电缆及插接件等都应采用金属外壳,对使用接收天线的设备应有防止强场烧毁措施。

A1.1.2 收发天线用的馈线应采用有外屏蔽层的同轴电缆。

A1.1.3 对阴极射线管及其有关电路应进行磁屏蔽。

A1.1.4 在采用各种附加防扰措施时,一定要考虑设备内部或系统间的自兼容。

A1.1.5 各种附加的防扰措施必须与被抑制的设备构成一个有机的整体,不允许分开安装。

A1.1.6 对电源电压超过55 V的设备,应考虑人体安全的接地或是绝缘措施。

A1.1.7 安装在敞开区域的金属活动设备(如旋转天线、货物吊架、传送带等)应设有接地装置。

A1.1.8 在多芯插头座或多芯电缆中,应将传输不同电平的芯线进行合理的安排,必要时,在容易引起干扰的导线中间设置隔离线。

A1.1.9 防止因采用水密、气密等措施而破坏了电磁屏蔽的完整性。

A1.1.10 防止因设置水管、风道等破坏了屏蔽的连续性,或者增加了电磁的泄漏。

A1.1.11 外接屏蔽电缆的插口,应设有屏蔽层的连接装置。

A1.1.12 非屏蔽线,不允许穿越屏蔽壳体,否则应增设滤波器。

A1.1.13 凡属重要的电子数字自动控制系统,应设置储能装置,以便在船舶电网突然断电时,此装置能确保数控系统进行各项自动关机而提供足够电能。

A1.1.14 为防止各部雷达的同频异步干扰,要求雷达设有统一触发电路和外接口。

A2 各组设备应考核的项目

各组设备考核项目见表 A1。

表 A1 各组设备考核项目

考核项目 测试内容及 编号	共电网传导				外壳电流		外接口互连线			近场耦合			安全		
	抗瞬变 A4.1	抗低频 A4.2	射频电压 A4.3	射频电流 A4.4	抗射频 A4.5	抗环流 A5.1	抗地电流 A5.2	放大器 抗扰 A6.1	互连线 抗扰 A6.2	互连线 散发 A6.3	发射机 输出 A6.4	抗瞬 变场 A7.1		射频频 场 A7.2	抗射 频频 场 A7.3
A组	接收机	✓			✓		✓					✓			
	发射机		✓	S						✓			✓		✓
	船内通信		✓			✓						✓			
B组	电机电器		✓	✓											
	电子电力	✓	✓	✓						✓					
	电点火												✓		
	家用电器		✓	✓	✓		✓						✓		
C组	雷达	✓		✓	S	✓	✓	✓	✓	✓		S			✓
	声纳	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
D组	舵、导航	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		S			
	控制装置	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓			
	电子电路	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
E组	模/数系统	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
	放大器	✓	✓				✓					✓			
F组	工业设备			S	✓								✓		✓
	科学设备			S	✓								✓		✓
	医用设备			S	✓								✓		✓

注：表中“✓”为必试项目；  
“S”由供需双方在合同中规定。

### A3 对设备测试的一般要求

#### A3.1 对试件的要求

A3.1.1 所有参加电磁性能考核的设备和系统，必须处在技术条件所规定的情况下运行。

A3.1.2 在考核试验的过程中，不应随便更换灵敏度、精度、识别度、使用频点、传输电平、对接参数、负载特性等原设计的指标。

A3.1.3 试件的安装形式、安装方法，包括共架运行状态、操作方法应尽量模拟实船各种情况。

A3.1.4 在考核测试过程中，不应临时增减试件的屏蔽、滤波、接地等防扰措施。

A3.1.5 与试件相连接的电源线、互连线、天线馈线等。其外引线长度应在1~2 m之间。有特殊要求的例外。

A3.1.6 有外接天线的设备，在测试中应将天线隔离或用等效负载屏蔽起来。

#### A3.2 对环境的要求

A3.2.1 在试件不通电的瞬间，环境电平应比所选用的界限值小6 dB。

A3.2.2 试验空间（如试验室或试验场）应满足下列要求：

当试件与测试用的天线距离定为 $D$ 时，要求无关物体（如墙壁、框架、树木、缆索等）与测试用的天线的距离为：

- a. 在室内应大于 $2D$ （与天线平行的距离，但地面除外）；
- b. 在室外应大于 $3D$ （与天线平行的距离，但地面除外）。

A3.2.3 进行辐射测试时，不许将任何影响测量的物体（包括人体）置于天线与试件之间，试件距无关物体应大于0.3 m。

A3.2.4 供试验用的电源（包括附加的稳压电源或隔离变压器）应符合试件及各种测试仪表的正常运行和安全的要求。

A3.2.5 当设备受潮或电路部分有水珠时，不应进行试验。

#### A3.3 对操作的要求

A3.3.1 为了测出试件散发的最大值，或抗扰的最差值，并具有重现性，必须作如下内容的试验：

- a. 不同功能、不同状态、不同参数、不同电源以及各种插接孔及互连线；对于电子数控设备，应使其中每种类型的模块处于工作状态；
- b. 不同方位：散发大的方位或对干扰敏感的部位；移动电缆位置所产生的影响；以及在屏蔽室内避开产生反射及驻波时反向叠加的影响；
- c. 不同频率：如工作频率、本振、谐波等。对窄带系统每10倍频程不得小于6点或每倍频程不小于3点，若用点频的，则应全部进行；
- d. 对射频宽带信号需测量每10倍频程的如下六个频点：……，1，1.5，2，3，5，7，……；
- e. 在数据中，不应该包括因手动开关而产生的高幅值瞬时冲击电平。

A3.3.2 在试验中必须检查各种仪器的性能是否影响了测量结果的可信度。

A3.3.3 对于成套装船的系统，应在系统正常运行时，进行各种考核。

A3.3.4 试验时，所有的连接或接地的接点直流电阻应小于1 m $\Omega$ 。

连接天线地网或设备安装在绝缘台上的跨接线，其长度不应超过1 m。在进行射频辐射项目的测量时，应采用长宽比为5:1的短铜片连接。

A3.3.5 接收机（和放大器）的响应必须按试件的灵敏度，信噪比确定其响应，当试件的技术资料中没有对测量灵敏度提出要求时，建议信噪比用12 dB。

#### A3.3.6 测试信号的调制

测试用的调制信号，根据试件的技术条件进行调制。如果试验技术资料中没有明确规定，建议采用下述调制方法。

##### A3.3.6.1 声频通道的设备

- a. 调幅接收机：用 1 kHz 信号、30% 的调制度进行调制；
  - b. 调频接收机：监测信噪比时，用 1 kHz 信号调制，频偏 10 kHz；监测静噪电平时，不进行调制；
  - c. 脉冲接收机：用脉冲调制时，应使它的频谱能量的 80% 处在接收机 3 dB 带宽内。
- 注：单边带接收机不进行调制。

#### A3.3.6.2 视频通道的设备

用持续时间为  $2/BW$ 、重复频率为  $BW/1000$ ，用 90%~100% 的幅度进行调制（ $BW$  为试件的视频带宽）。

#### A3.3.6.3 电子数控设备

采用脉冲调制，脉冲的持续时间和重复频率应与试件的持续时间和重复频率相同。

#### A3.3.6.4 非调谐的设备

用 1 kHz 信号，以 30% 的调制度进行调制。

#### A3.3.7 测量次数

所测数据应保持稳定，有重复性。对间断工作的试件，要求对各种状态的测试不小于 5 次。

#### A3.3.8 抗扰度合格与否的判别法

按试件的技术要求，用听测、视测、仪器测量等方法来判别试件是否合格。

##### A3.3.8.1 合格

试件抗扰度不小于界限值；全部测试均满足技术要求，不受任何干扰影响的；虽有些受扰但不降低使用性能的。

##### A3.3.8.2 不合格

抗扰度小于界限值；试件的使用性能降低；出现误动作或出现异常等现象。

#### A3.4 测试大纲

测试大纲应包括下列内容：

- a. 使用仪器、设备的主要性能清单；制造单位；
- b. 测试用的场地、环境；
- c. 试件的名称、型号、厂家、规格、特性、主要结构图、电路图和电缆连接图等；
- d. 选定试验的状态、功能、频点、方位的原则；
- e. 选用的标准界限及其测量方法，包括接线图和系统布置图；
- f. 拟定具体的试验步骤和填写数据的表格；
- g. 合同中的附加要求。

#### A3.5 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a. 试件的名称、型号、厂家、出厂编号、规格特性、主要电磁性能；
- b. 测试用的场地大小、周围情况、环境电平；
- c. 测量用的各种仪器名称、型号、规格、近期校验时间以及使用情况；
- d. 产生散发值最大或抗扰度最差的各种功能、状态、频点、方位，包括电缆布置图等应于记录；
- e. 各种数据应与选用的界限标准相比较，或与合同中规定的数据比较；
- f. 试验报告应由有关单位及人员签字盖章。

#### A4 对设备电源端的考核

凡需接在共用电网运行的发电、变电、输配电和各种用电设备或系统，其输入或输出的电源端，包括直接使用共电网的控制电源线，均应进行传导试验考核。

##### A4.1 抗瞬变传导试验

## A4.1.1 使用仪器

a. 瞬变信号发生器，其特性如下：

脉冲宽度  $t$  为  $10\ \mu\text{s}$

脉冲重复频率：  $3\sim 10\ \text{Hz}$

输出峰值电压：  $0\sim 700\ \text{V}$  连续可调

相位：  $0\sim 360^\circ$  连续可调

输出阻抗（接隔离变压器时）小于  $1\ \Omega$

隔离变压器载流量不小于  $35\ \text{A}$

尖峰波形：用  $5\ \Omega$  无感标准电阻端接在隔离变压器的输出端，在示波器上看出的波形应符合图 A1 的要求。

外同步：  $50\sim 1\ 000\ \text{Hz}$

外触发：  $0\sim 20\ \text{Hz}$

b. 示波器

带宽大于  $20\ \text{MHz}$ ；

c. 电容器

交流电源用  $10\ \mu\text{f}$  的串心式电容器

直流电源用  $10\sim 100\ \mu\text{f}$  的一般电容器

电容器的工作电压和耐压应满足安全要求；

d. 监视用仪器

所用的监测、监视仪器的性能应符合测试要求。

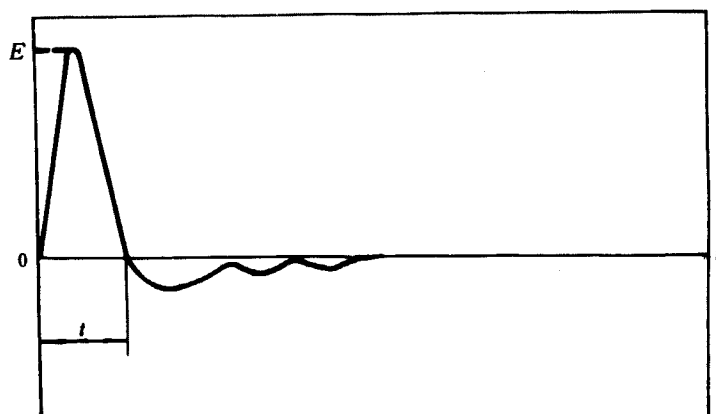


图 A1 尖峰信号波形图

## A4.1.2 测试方法

a. 按图12或图13连接。

图12可用于任何线制的电网，图13只用于接在绝缘线制电网的试件；

b. 将尖峰信号分别注入到试件的各个电源线上（不包括地线和中线）；

c. 分别调节相位、调节同步、调节触发、调节重复频率，使注入的信号是试件最易受干扰的信号；

d. 用交流电源时，尖峰信号应与电源频率同步，并调到电源波形的  $90^\circ$  相位的整数倍上；

e. 在试件中有数控电路时，应使用同步频率，调到在逻辑电路的开门时间内或产生脉冲时间内出现尖峰信号；

f. 必须将正的、负的、单个的或重复的尖峰信号分别注入；

g. 每个状态注入的时间为 3 ~ 10 min, 对间断工作的设备或电路, 要求在每个过程中有 3 ~ 5 次的注入机会;

h. 如果试件受扰, 调小尖峰信号发生器的输出, 且在监测示波器上读出试件在这一状态下的抗扰度;

i. 记下试件受扰时, 干扰信号的各种参数 (如相位、频率等); 记下试件受扰时的各种现象;

j. 如果在试验的全过程中, 试件没发现异常, 且注入的尖峰信号在  $5 \Omega$  无感电阻上监测的幅度达到 A4.1.3 条的要求, 则试件的此项考核为合格。

#### A4.1.3 抗瞬变电压界限

试件电源端抗瞬变传导电压的抗扰度界限:

a. 400 V (峰值), 适于有效值不小于 55 V 的电源;

b. 100 V (峰值), 适于有效值小于 55 V 的电源。

#### A4.2 抗低频传导试验

##### A4.2.1 使用仪器

a. 低功率率发生器, 输出功率大于 100 W;

b. 选频电压表, 频率在 20 Hz ~ 20 kHz 可调;

c. 监测仪表;

d. 隔离变压器, 载流量不小于 35 A。

##### A4.2.2 测量方法

a. 按图 A2 连接;

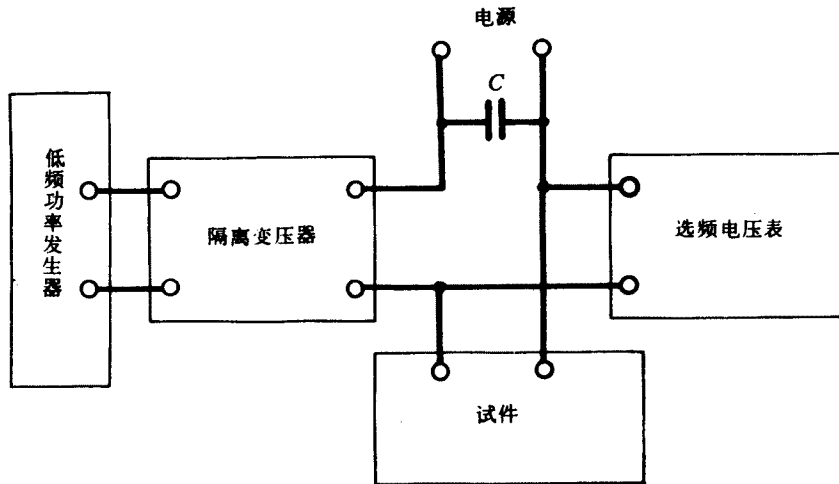


图 A2 抗低频传导试验接线图

b. 调节低功率率发生器, 向试件电源端注入干扰信号, 并在 25 Hz ~ 10 kHz 内反复扫描三次以上, 按 A3.3 条款规定的操作方法, 观察试件是否受扰;

c. 若试件受扰时, 则记下受扰时的各种现象和数据, 并按 A3.3.8 条要求, 判别试件抗扰度是否合格;

d. 若注入的信号在监测用的选频电压表上达不到图 A3 的要求, 而低功率率发生器注入到试件电源端的功率达到 100 W 时, 只要试件正常运行, 则属合格。

##### A4.2.3 抗低频电压界限

试件电源端的低频传导抗扰度应不小于图 A3 中的界限。

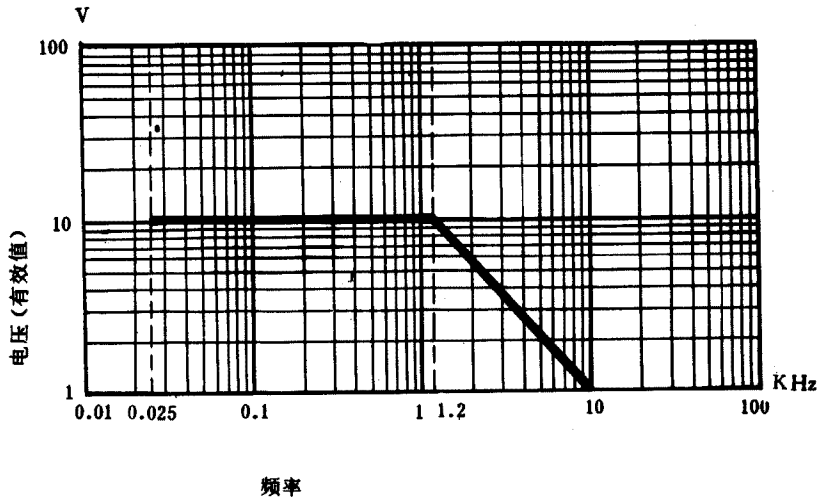


图 A3 低频传导抗扰度界限

**A4.3 射频电压散发试验**

除白炽灯、电阻器、电抗器、变压器、笼型电动机、日光灯、接线盒、配电板外，各种电气、电子设备均需进行这一试验。

试验频率10 kHz~30 MHz。

**A4.3.1 使用仪器**

- a. 电磁干扰测试仪（简称测干仪），主要参数按GB 6113规定；
- b. 隔离网络

在10 kHz~30 MHz范围内， $L$ 为50  $\mu\text{H}$ ， $R$ 为50  $\Omega$ 。在此频率范围内，电容 $C$ 的阻抗 $Z_c$ 应小于5  $\Omega$ 。

**A4.3.2 测试方法**

对于高电压电源以及发射系统应采用电压测试法进行试验。

- a. 按图A4或图A5连接。

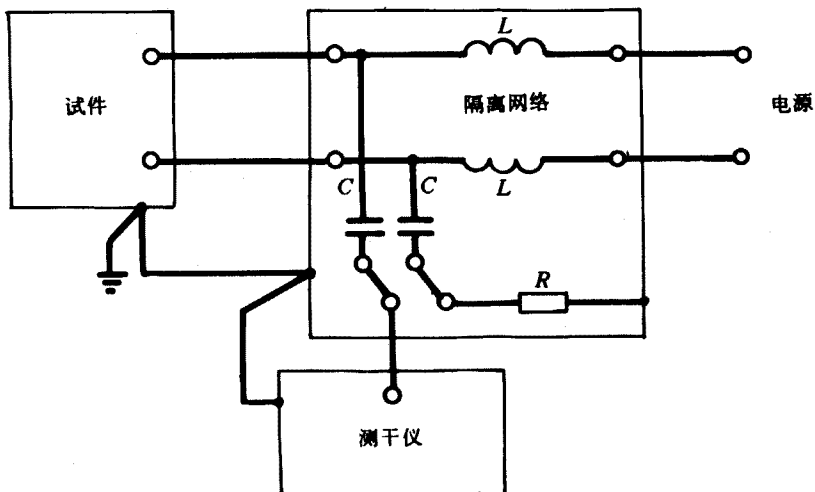


图 A4 测量线地电压接线图

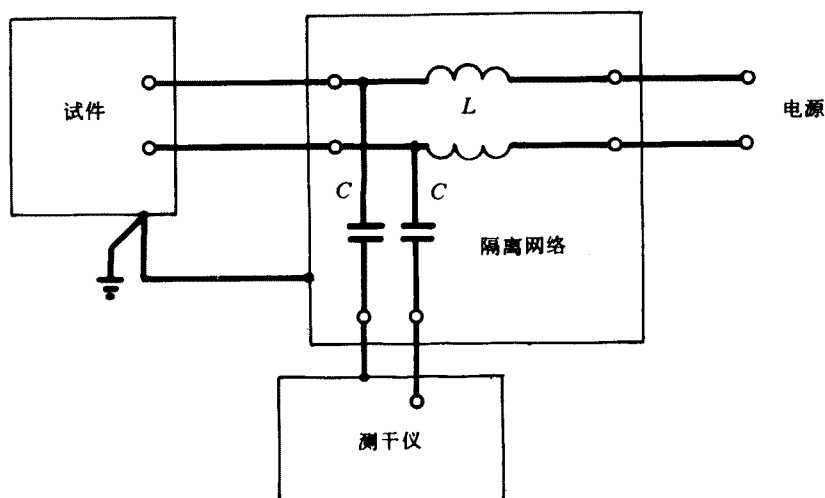


图 A5 测量线间电压接线图

其中图 A4 —— 测量线地电压，要求测干仪外壳通过网络外壳后与试件的金属外壳共地（由试件外壳进行接地）；

图 A5 —— 测量线间电压，要求测干仪用自备电源（不许与试件共电网），测干仪外壳不许接地；

b. 用测干仪在试件的各组的电源线上进行测量；

c. 找出试件各种运行状态下的最大电压散发值。

#### A4.3.3 射频电压散发界限

试件电源端的射频电压散发值不应超过图 1 中的  $50\ \Omega$  或  $75\ \Omega$  的界限。

#### A4.4 射频电流散发试验

一般低电压、低阻抗、大电流以及无法采用隔离网络的电路，均采用电流测量方法。当使用电流方法测试时，就不再进行电压方法的测试。

试件电源端至  $10\ \mu\text{f}$  电容器间的电源线长度应在  $1\ \text{m}$  左右。

##### A4.4.1 测试仪器

- 测干仪；
- $10\ \mu\text{f}$  穿心电容器；
- 电流环。

##### A4.4.2 测试方法

- 按图 A6 连接， $10\ \mu\text{f}$  电容器间的连接及接地接点的直流电阻小于  $1\ \text{m}\Omega$ ；

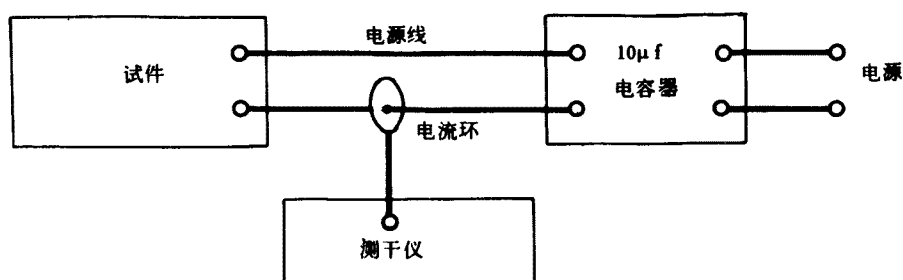


图 A6 电源线射频电流测试图



b. 将电流环套在电源线上，并作移动，找出试件在不同电源线上的各种运行状态下的最大电流散发值。

#### A4.4.3 射频电流散发界限

- 试件电源线的射频电流散发值不应超过图 3 中的界限；
- 使用天线的射频发射机电源线上的射频电流散发值(包括基波和谐波)应不大于 43 dB ( $\mu\text{A}$ )。

#### A4.5 抗射频传导试验

除电机、电阻器、变压器、工科医设备、配电箱、日光灯、白炽灯外，各种电子设备均需进行此项试验。

试验频率：10 kHz ~ 30 MHz。

##### A4.5.1 使用仪器

###### a. 射频功率发生器

要求其频率在 10 kHz ~ 30 MHz 内连续可调，在匹配时的输出功率应不小于 1 W，并且具有符合试件性能要求的调幅、调频或脉冲调制等输出信号，输出阻抗为 50  $\Omega$ ；

- 隔离网络；
- 电磁干扰测试仪；
- 监测试件性能的各种监视仪表；
- 隔离变压器；
- 电流环。

##### A4.5.2 测试方法

- 除无线电接收机外，对一般电子信息设备的测试方法，按图 A 7 连接；

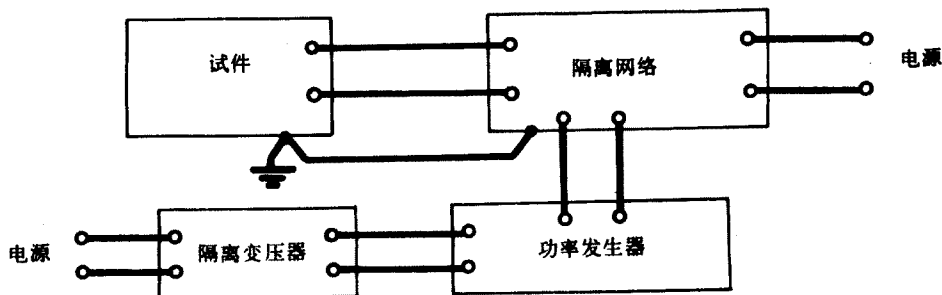


图 A7 向线间注入射频信号连接图

- 分别向各电源线的线间或线地施加各种干扰信号；
- 调节射频功率发生器，在 10 kHz ~ 30 MHz 的频段内反复扫描（三次以上）；
- 监测试件是否受扰；
- 如果试件受干扰，应记下受扰的工作状态、现象和频率；
- 如果试件需加调制信号进行试验，则试件抗扰度应在切除调制信号后，在试件电源端（注入点）读取。

##### A4.5.3 抗射频电压界限

- 一般电子设备电源端的抗扰度应不小于图 A 8 中的曲线界限；
- 无线电接收机在工作频段上的抗扰度应不小于 90 dB；
- 当注入到一般试件电源端的干扰信号，在射频功率发生器与其内阻 50  $\Omega$  相匹配的负载上有 1 W 输出时，若试件的电源端还不到图 A 8 中曲线的要求，且试件仍处于正常运行的，则为合格的设备。

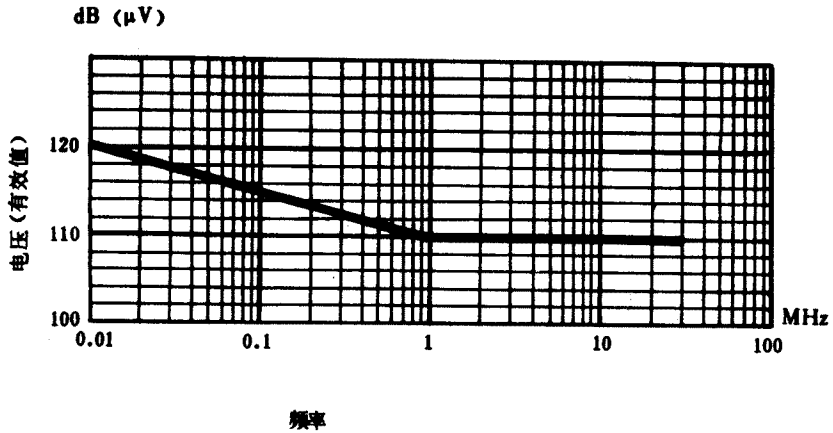


图 A8 射频电压抗扰度界限

### A5 对设备外壳、接地的考核

凡有金属外壳的，其输入信号或输出信号或内部电路信号电平小于100 mV的电子设备，以及在总体中有共地可能的电子设备均需进行此项考核。

非金属外壳的设备、发射系统、浮地设备不进行此项试验。

#### A5.1 抗环流试验

##### A5.1.1 使用仪器

- a. 功率源：频率在50 Hz~30 MHz内连续可调；
- b. 电流环和电流表：工作频率50 Hz~30 MHz；
- c. 电压表：频响在50 Hz~30 MHz内；
- d. 电阻器：1 Ω无感电阻；
- e. 传输器：用铁氧体铁芯双线绕制的，每个绕组的电感为1 mH；
- f. 隔离变压器；
- g. 绝缘垫：绝缘电阻大于10 MΩ；
- h. 监测试件性能的仪表。

##### A5.1.2 测试方法

a. 若按图 A9 进行连接，则试件及其电缆屏蔽层应对地绝缘。若按图 A10 进行连接，则试件外壳可以接地；

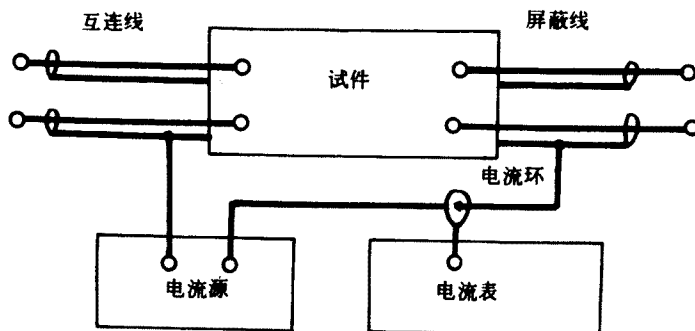


图 A9 用电流环直接测量注入电流（对地绝缘法）

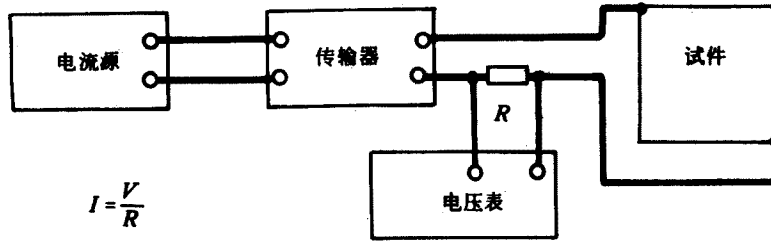


图 A10 用传输器在电阻  $R$  上测量电压算出注入电流

b. 按表 A2 中的不同情况,分别向试件各组测试点施加干扰电流,施加的电流可用电流环或电阻降压法测量;

表 A2

试件接地情况	注入干扰电流的测试点
有接地点的,又有屏蔽电缆的	由接地点对每一电缆屏蔽层分别注入
无接地点的,有外接屏蔽电缆的	分别以任意两根电缆的屏蔽层注入
无屏蔽的,但外壳接地的	在接地点与远离此点的对顶角间注入
仅通过试件电缆插座接地	在插座的接地点与相距此点的顶角间注入
浮地的试件	在试件可通电的立体对顶角注入

c. 将电流源输出足够大的干扰信号,在 50 Hz~30 MHz 内连续进行三次扫描,观察试件是否受扰;

d. 若试件受扰,应记下注入的测试点、受扰现象、使用频率、试件工作状态等;

e. 试件及电流源、电压表等,若需共用同一交流电源,则要求采用隔离变压器或分相序供电。

#### A5.1.3 抗环流界限

要求试件金属外壳的抗扰度在 10 kHz~30 MHz 内不小于 100 mA。

#### A5.2 抗地电流试验

凡有共地可能的电子设备,均需进行此项试验。

不适用于单线制的用电设备、浮地系统、发射系统。

##### A5.2.1 使用仪器

a. 低频信号发生器:在输出负载为 5 Ω 时,输出功率在 10 kHz~200 kHz 内应大于 100 W;

b. 隔离变压器:次级载流量不小于 35 A、漏感应小于 1 μH;自振频率应大于 80 kHz;

c. 交流电压表;

d. 各种监测使用仪表。

##### A5.2.2 测试方法

a. 按图 9 连接;

b. 在电压表上测出的开路电压值应不小于 1 V。

- c. 在试件接地线上注入干扰信号, 在各种运行状态下, 反复扫描三次以上;
- d. 若出现干扰, 应记下各种现象, 并找出受扰频点的抗扰度 (即注入的开路电压值)。

### A5.2.3 抗扰度界限

试件接地点的抗扰度, 在10~50 kHz内的开路电压值不小于1 V (有效值)。

## A6 对设备外接口及互连线的考核

凡与共用电网无关的各种信号线、控制线以及电源线, 即系统间用互连线对接运行, 只要互连线长度超过2.5 m的, 在实船上为固定安装的, 均需进行此项考核。如电子放大器的输入端、无线电发射机输出端、接收机的输出端、电传机的输入端以及各种控制系统或专用电源等的连接线。

### A6.1 通用型放大器输入接口的抗扰度试验

#### A6.1.1 使用仪器

- a. 干扰信号发生器: 频率50 Hz~30 MHz, 内阻为50  $\Omega$ ;
- b. 电容器C: 在10 kHz~30 MHz的阻抗小于5  $\Omega$ ;
- c. 平衡/不平衡变压器;
- d. 电阻器 $R = 50 \Omega$ ;
- e. 高频电压表;
- f. 各种监测仪器。

#### A6.1.2 测量方法

- a. 线地注入按图5连接, 线间注入按图6连接;
- b. 将信号源调到使放大器输出端有参考电平 $U_0$  (这一电平不应超过系统中给定的额定电平);
- c. 在注入射频干扰信号时, 要求加1 kHz、30%的调制度信号;
- d. 向放大器输入端注入干扰信号, 应在50 Hz~30 MHz内连续扫描;
- e. 若注入的干扰信号使放大器输出值偏离 $U_0$ , 则应降低干扰信号, 使放大器的输出趋近于 $U_0$ ;
- f. 用输入端接有50  $\Omega$ 电阻的高频电压表, 在干扰信号的注入点上测得的电压值, 即为该点的抗扰度。

#### A6.1.3 放大器输入接口的抗扰度界限

- a. 按图5连接试验的, 应不小于图A11的曲线a中的界限值;
- b. 按图6连接试验的, 应不小于图A11中的曲线b中的界限值。

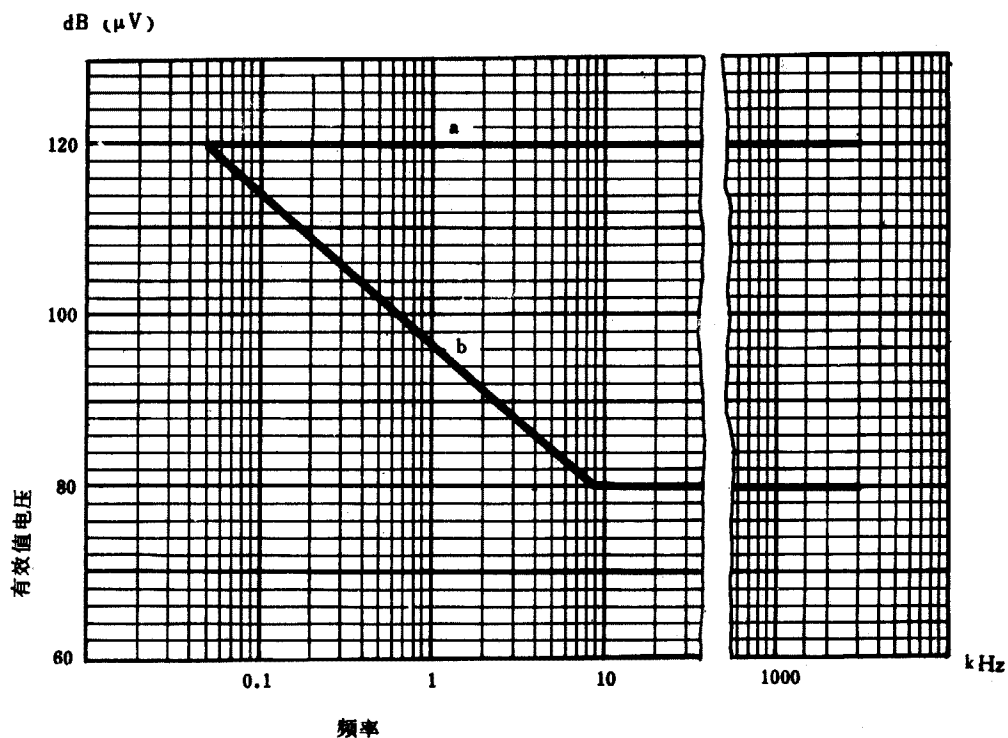


图 A11 放大器输入端抗扰度界限

**A6.2 互连线的抗扰度试验**

**A6.2.1 使用仪器**

- a. 功率发生器；
- b. 测干仪；
- c. 低频电压表：频响在 5 kHz 以内；
- d. 电容器 C：在使用频率范围内的阻抗小于 5 Ω；
- e. 各种监测仪器。

**A6.2.2 电压注入试验方法**

- a. 按图 A12 a 连接；
- b. 将具有 30% 调制度的干扰信号通过电容器，施加在各个互连线的接口上；
- c. 在所测试的频段内连续扫描三次，看试件是否正常；
- d. 在试件试验受扰时，必须记下各种现象和参数；
- e. 各频点的抗扰度由干扰发生器的输出幅值（表头指示）读出。

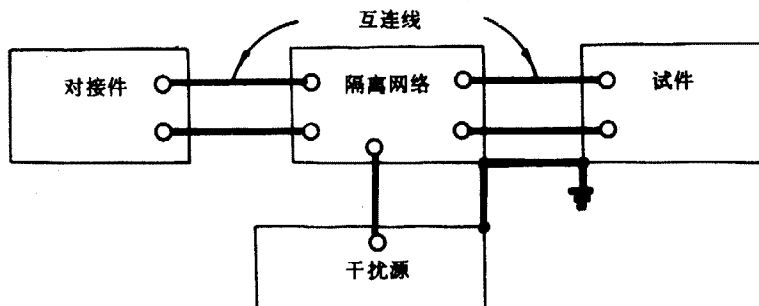


图 A12 a 向互连线注入射频电压试验连接图

对于在互连线上无法使用隔离网络的，可采用电流注入法进行抗扰度试验。此时：

- a. 按图A12b所示连接；

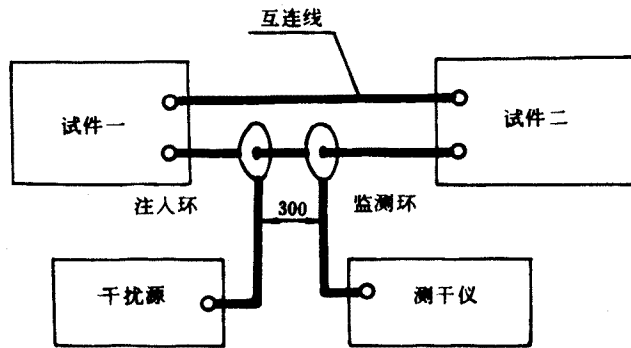


图 A12b 向互连线注入射频电流试验连接图

- b. 将具有30%调制度的干扰信号通过电流环向互连线施加干扰；
- c. 只要有可能应将电流环在被试互连线上移动，并连续扫描所试的频率；
- d. 必须对每根互连线进行测试；
- e. 若受扰，就需记下各种现象和参数，同时找出抗扰度；
- f. 抗扰度界限：使用测干仪，在被试互连线上检测到的抗扰度，在10 kHz~30 MHz 范围内，应不小于70 dB ( $\mu\text{A}$ )。

**A6.2.3 互连线抗扰度界限**

在10 kHz~30 MHz内的抗扰度应不小于0.1 V。

**A6.3 互连线的散发电流试验**

**A6.3.1 使用仪器**

- a. 测干仪；
- b. 电流环。

**A6.3.2 试验方法**

- a. 按图A13连接；

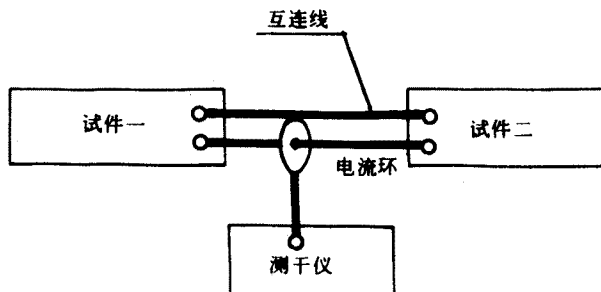


图 A13 互连线散发电流测试图

- b. 在每根互连线上找出各种状态下的最大散发值；

- c. 只要有可能, 应将电流环在被试互连线上移动, 以便找出数值最大的位置;
- d. 在测量中, 如发现所测频率为锐调谐信号, 应进一步用测干仪对它进行宽窄带判别。若准峰值与平均值之差大于或等于 3 dB, 则为宽带信号, 若准峰值与平均值之差小于 3 dB, 则为窄带信号。

#### A6.3.3 互连线的散发电流界限

- a. 互连线的射频电流宽带散发值应不大于图 3 中的宽带界限值;
- b. 互连线的射频电流窄带散发值不应大于图 4 的窄带界限值。

#### A6.4 对射频发射机天线端无用信号的考核

工作频率不大于 30 MHz。

##### A6.4.1 使用仪器

- a. 假负载;
- b. 功率计;
- c. 频率计;
- d. 频谱分析仪;
- e. 衰减器。

##### A6.4.2 试验方法

- a. 当天线端信号功率不超过 13 dB W 时, 按图 A14 进行测试;

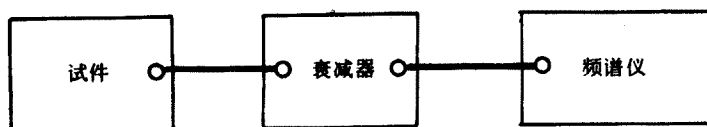


图 A14 发射机天线端无用信号测试方框图

- b. 当天线端信号功率超过 13 dB W 时, 按图 A15 进行测试;
- c. 测试时发射机必须处于满功率工作, 调到最佳输出状态。

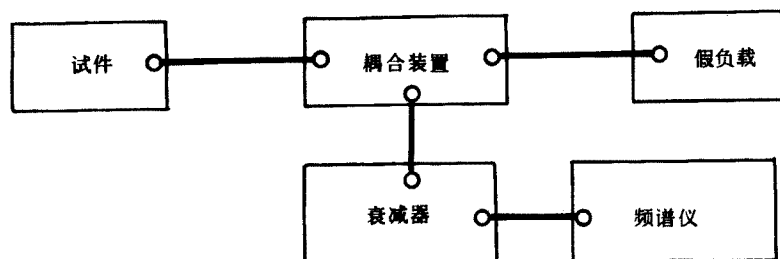


图 A15 发射机天线端无用信号测试方框图

##### A6.4.3 界限值

发射机无用信号电平应小于图 A16 中的界限值。

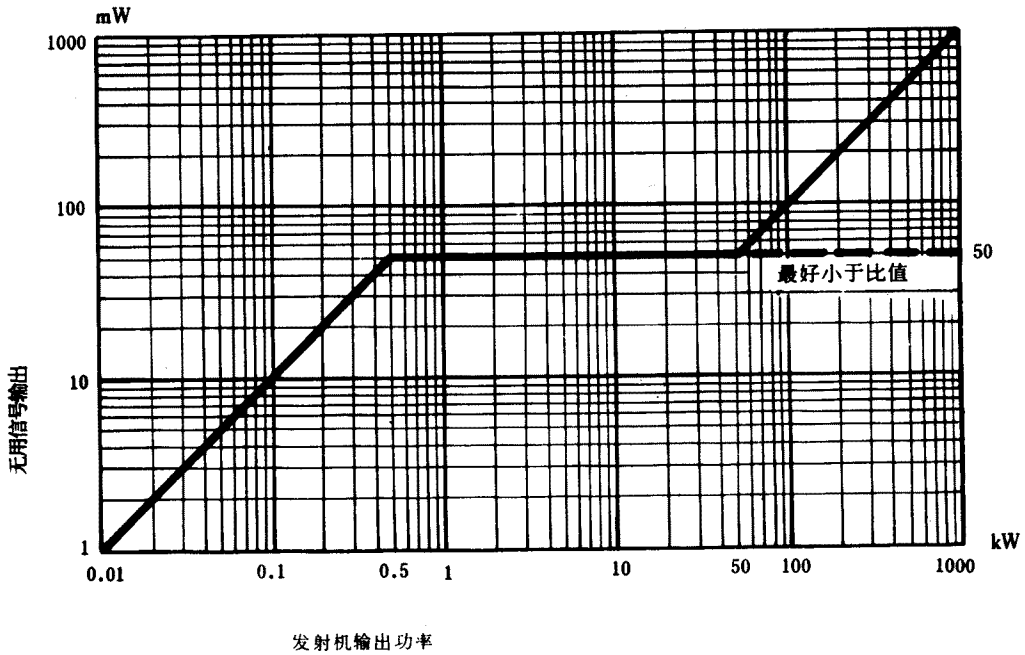


图 A16 对工作频率 $\leq 30\text{ MHz}$ 的发射机  
输出端无用信号的控制值

## A7 对设备近场的考核

为获得同一空间的电磁兼容，防止有害的近场耦合，必须对非金属外壳的设备、电点火系统、工科医设备、浮地系统和便携式设备等进行近场抗扰度和散发值的考核。

已被总体确定安装在电磁屏蔽舱内的设备可以免于考核。

### A7.1 抗瞬变场试验

E组设备必须进行此项考核。

#### A7.1.1 使用仪器

- 瞬变信号发生器；
- 各种监测仪器；
- 示波器：带宽大于 $20\text{ MHz}$ ；
- 非屏蔽的电线：足够长，作发射线用。

#### A7.1.2 测量方法

- 按图A17进行布线，所有的互连线均需参加试验；



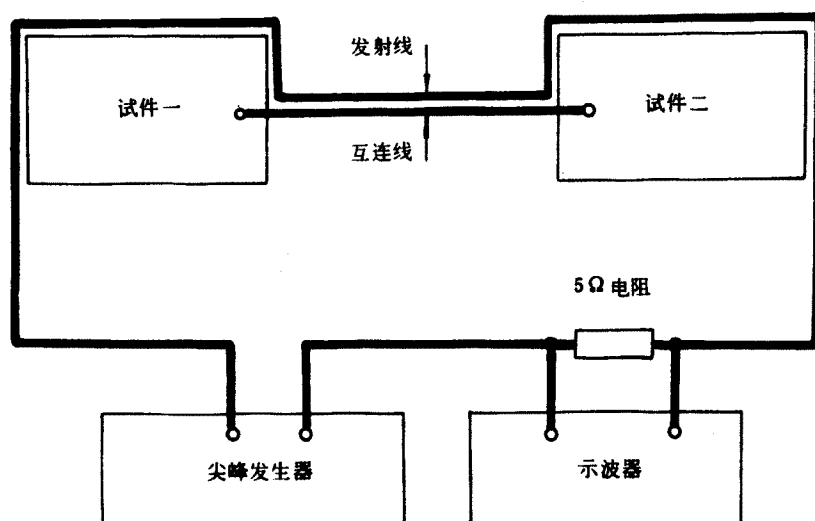


图 A17 抗瞬变场试验图

- b. 向“发射线”注入瞬变信号；
- c. 调节发生器的输出为400 V（峰值）；
- d. 调节发生器的重复频率，使试件的每个工作状态有3 min的受试时间，对于间隙工作的设备或系统，要求每种过程有五次的注入机会；
- e. 移动发射线，使其在试件的每个表面上（除安装面外）作互为垂直的移动，看试件是否受扰；
- f. 应在发射线紧靠试件敏感部位的表面上读取抗扰度。

#### A7.1.3 抗瞬变场界限

在试件表面施加尖峰信号使其幅值为400 V时应正常运行。

#### A7.2 射频电场散发试验

##### A7.2.1 使用仪器

- a. 测干仪；
- b. 测试天线。

在0.15~30 MHz频段内采用2 m鞭状天线，配上直径为30 cm圆形地网，或边长为30 cm的正方形地网。

在28~500 MHz频段，采用双锥天线。

在500~1 000 MHz频段，采用螺旋天线，或对数周期天线；

- c. 接地平面，应比放在桌上面的设备大出0.1 m边框的金属板，但不应小于 $1 \times 2$  (m<sup>2</sup>)的要求。

##### A7.2.2 测试方法

- a. 按A3.2.2条规定，选定场地；
- b. 按不同试件的要求，参照图A18对试件、天线及仪表等进行合理布置；
- c. 凡是要接地的，均要求跨接线尽量短，各接点的直流电阻要小于1 mΩ；
- d. 在所有的测量频点上，均应转动天线或转动试件，找出试件散发最大的方位。固定天线与试件的距离为1 m，读取试件在不同运行状态时的最大散发值。

##### A7.2.3 射频电场界限值

- a. 安装在金属舱室内的设备，要求其射频电场散发值不超过图A19中的曲线a值；

- b. 安装在敞开区域的设备，要求其射频电场散发值不超过图A19中的曲线b值；
- c. 射频发射机在工作频点上的辐射场不应超过80 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ )。

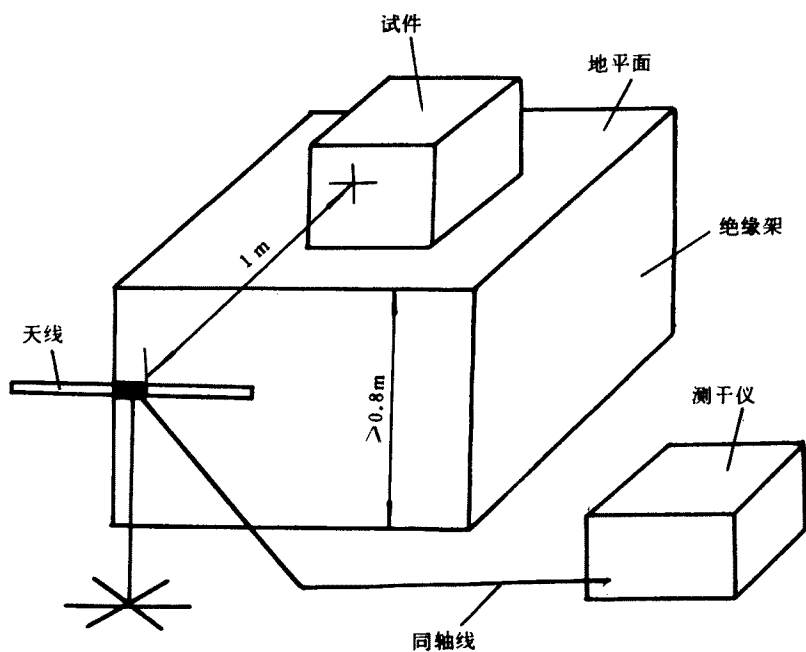


图 A18 射频散发场测试布置图

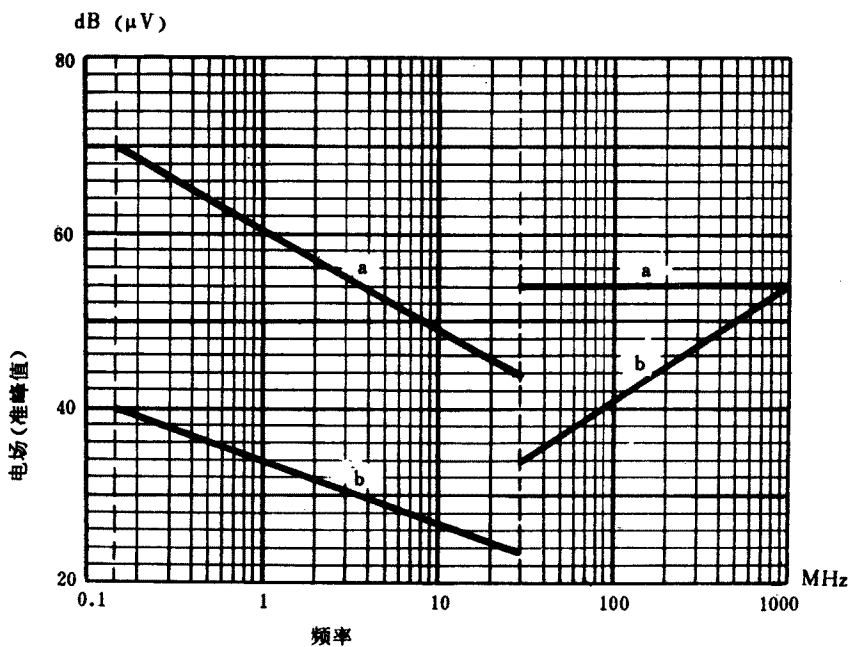


图 A19 射频电场散发界限

### A7.3 抗射频电场试验

考核的频率范围为10 kHz~30 MHz

#### A7.3.1 使用仪器

- a. 信号发生器：适合试件要求的信号源，输出端应与相应的发射天线馈线能进行同轴对接；
- b. 天线  
发射天线：10~150 kHz范围采用环形天线或2 m鞭状天线。  
0.15~30 MHz范围采用1 m鞭状天线。  
监测天线：需经修正，监测天线形式应与发射天线形式相似；
- c. 测干仪；
- d. 各种监测试件性能的仪器。

#### A7.3.2 测量方法

- a. 按A3.2.2条款选定合适的试验场地；
- b. 按图A20进行布置；
- c. 在试验的频点上，应旋转天线或转动试件，找出试件敏感的方位，然后将发射天线与试件的  
距离定为 $D$ ；
- d. 调节信号发生器为试件易受干扰的信号；
- e. 当试件受干扰时，应记下其现象，调节发生器输出，找出试件的抗扰度；
- f. 抗扰度的监测方法：  
保持施加干扰场强不变，发射天线不动，移去试件，将监测天线放在原试件的受试面位置，测出  
距发射天线 $D$ 处的场强值（即为抗扰度）。

当发射天线为全向性或对称性发射时，可用监测天线，在距发射天线 $D$ 的另一方位直接测量抗扰度。按图A21布置。

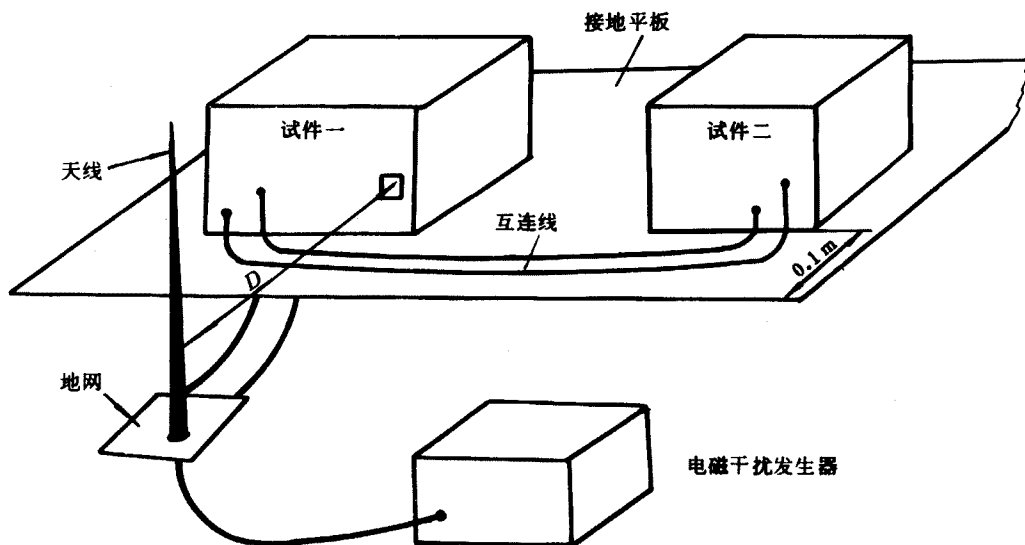


图 A20 抗射频电场试验布置图

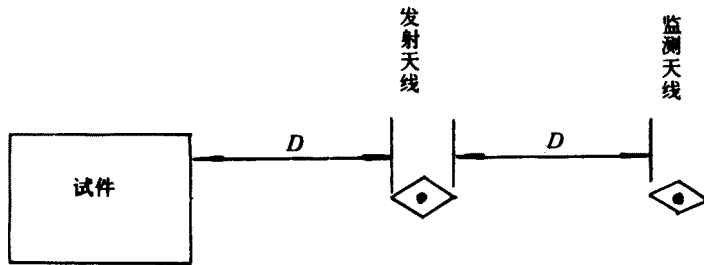


图 A21 抗辐射场的抗扰度监测示意图

**A7.3.3 射频电场抗扰度界限**

- a. 安装在金属舱内设备的抗扰度不小于120 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) ;
- b. 安装在敞开区域的设备, 要求其抗扰度不小于60 V/m。

**A8 对人体电磁辐照的测试**

对散发强电磁场的设备(如射频加热设备、微波杀菌设备、医疗设备以及大功率发射机等), 均需进行考核。

当其输出的最大平均功率小于表 A3 中数值时, 免于此项试验。

发射机应需进行设备外壳漏能的考核。测量时可将天线屏蔽或隔开。天线的辐射, 应在船上安装后, 按 A16.2.4条规定进行考核。

表 A3

频率范围		30 ~ 100 kHz	0.1 ~ 50 MHz	50 ~ 300 MHz	0.3 ~ 100 GHz
输出功率	有天线	100 W	30 W	7 W	10 W
	无天线	1 kW	300 W	70 W	10 W

**A8.1 使用仪器**

强场计: 可测宽带立体辐射电磁场。

测量平均功率密度的量程:  $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \sim 100 \text{mW}/\text{cm}^2$ ;

测量有效值电场的量程:  $1 \text{V}/\text{m} \sim 2 \text{kV}/\text{m}$ ;

测量有效值磁场的量程:  $0.1 \sim 300 \text{A}/\text{m}$ 。

**A8.2 测量方法**

- a. 除了在正常操作中非要用人眼进行近距离观察的距离外, 其他任意部位的测量距离一律定为 0.3 m;
- b. 测量时, 应寻找试件散发场的最大方位;
- c. 将强场计天线置于距试件表面0.3 m处, 适当转动天线方位, 并微动距离以读取最大辐射场。

**A8.3 辐照容限**

- a. 断续辐射场强应小于图 A 22中的曲线 D值;
- b. 连续辐射场强应小于图 A 22中的曲线 C值。

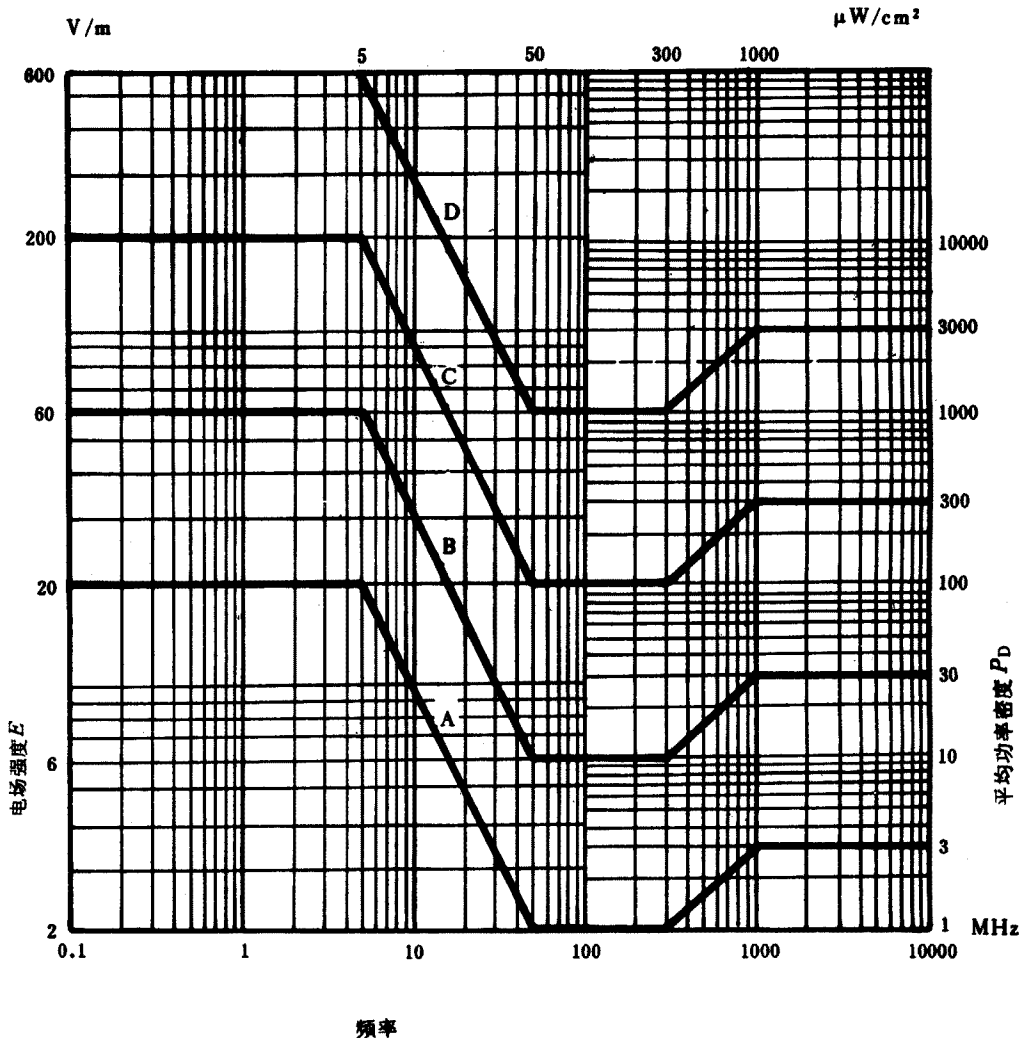


图 A22 人体被非离子电磁辐照的安全容限

图 A22 中的曲线:

- A——适用于非船员活动的场合。
- B——适用于船员的生活舱内。
- C——适用于有连续辐照的作业区。
- D——适用于断续辐照的作业区 (包括敞开区域)。

## 第二篇 总 体

### A9 设备的选择和配置

#### A9.1 选择

选择散发值和抗扰度合格的设备和系统。

#### A9.2 配置

**A9.2.1** 凡装有阴极射线管的电子设备 (如雷达、声纳、导航、电子计算机等) 应远离电力设备 (如

电机、电抗器、变压器等)以及载有大电流的电缆(单线制大于10 A,绝缘线制大于100 A)。

**A9.2.2** 电子设备应远离磁罗经1 m以上。

**A9.2.3** 安装F组设备的舱室,应有一定的屏蔽要求。

## **A10 天线的选择和布置**

### **A10.1 选择**

**A10.1.1** 选择不同极化形式的天线,以降低天线间的耦合。

**A10.1.2** 选择方向性强的和副瓣小的天线,以降低对邻近天线的耦合干扰。

**A10.1.3** 选择不同工作频段的的天线,以减小天线间的相互影响。

**A10.1.4** 选择多用途天线和天线共用器,以利天线合理使用,减少天线数量。

### **A10.2 布置**

**A10.2.1** 各种天线应设置在较高和开阔的地方,并应远离船舶垂直金属构件。

**A10.2.2** 发射天线应与接收天线和测向天线远离,环形测向天线需安装在驾驶台上面较高的地方,以便在2 MHz上有良好的性能。

**A10.2.3** 在环形测向天线周围2 m内应避免其他天线、吊杆、钢索和其他金属结构,在周围5 m内,其金属索具应用绝缘子加以隔离,绝缘子间距一般为2~5 m。

**A10.2.4** 超短波天线、微波天线应分散、分层布置。超短波天线应安装在船舶桅杆较高处。并且不宜与同频段工作的天线布置在同一垂直高度。

**A10.2.5** 米波雷达天线应与大功率短波发射天线远离,其主波束应避免对通讯、导航接收天线以及燃油装卸口和通气口进行直接辐照。

**A10.2.6** 广播接收天线应远离各种天线,特别要远离测向仪天线。

**A10.2.7** 安装众多天线的船舶可将通信天线分为发射天线组和接收天线组,一般将发射天线组设在船的中、尾部;接收天线组设在船的中、前部。两组间距应足够大。

**A10.2.8** 具有双工工作功能的通信设备。其发射天线与接收天线间隔应大于50 m。若不能满足这一要求,应采取其他隔离措施。

**A10.2.9** 电视接收天线应远离短波和超短波发射天线,并应避免雷达天线主波束的直接辐照。

## **A11 上层建筑和舱面设施的布局 and 安装**

### **A11.1 上层建筑和舱面设备的布置**

应减少上层建筑和舱面上活动的金属设施,尽量把舱面上的金属设施移至甲板下面或安装在金属箱体内部。

### **A11.2 舱面设备的安装**

**A11.2.1** 桅杆支索、烟囱支索等,应用绝缘子分段隔离,并将支索的末端用绞铜线与船体良好连接。

**A11.2.2** 舱面上设置的各种金属柜、金属箱、用电设备机壳应接地良好。箱盖及门应配置金属跨接线,并应良好接地。

**A11.2.3** 电力和照明系统距接收天线应不小于1 m。

**A11.2.4** 露天甲板上的接线盒、开关及插座应使用金属外壳。

**A11.2.5** 在距易燃、易爆物装卸口及通气口等危险区3 m应安装相应等级的防爆设备。

## **A12 舱室布局和设备布置**

### **A12.1 舱室布局**

**A12.1.1** 无线电发射机室和接收机室应设置在靠近各自天线附近部位以缩短天线馈线长度及减小收发馈线之间的相互串扰。

**A12.1.2** 安装电子设备的舱室,除海图室、无线电室外,其门、窗等开口应设在内走道上,并背向

天线辐射区。

**A12.1.3** 海图室、无线电室，凡通向露天甲板的门，应采用金属材料，并应采取有效的接地措施。

## **A12.2** 设备布置

**A12.2.1** 敏感设备应远离强辐射源（如F组设备、大功率发射机、大功率晶闸管装置等）。

**A12.2.2** 同一舱室易产生干扰的设备，与易受干扰的设备应相隔一定距离安装或采取有效的屏蔽措施。

**A12.2.3** 与无线电室无关的金属管道及电缆应避免从其中通过，若要通过必须采取有效的接地措施。

**A12.2.4** 装有易燃、易爆物品的舱室应安装相应防爆等级的电气设备，其舱室内应采取防静电积聚的安全措施。

**A12.2.5** 各种无线电设备，不应使用公共的汇流排接地。

## **A13** 供电要求

### **A13.1** 电源选择

#### **A13.1.1** 频率选择

设备主电源应采用50 Hz或60 Hz电源供电，尽量不用直流或中频电源供电。

#### **A13.1.2** 线制

不应采用船体金属作电网的公共回路。

### **A13.2** 配电原则

**A13.2.1** 接在船舶电网运行的大功率脉冲性负载设备，以不损害电网的品质为准。

**A13.2.2** 易受干扰的设备应从总配电板上直接供电。

## **A14** 电缆的选择和敷设

### **A14.1** 电缆的选择

**A14.1.1** 船上各种电缆的选择，首先应根据设备或系统的使用要求，以及信号传输形式，并考虑总体安装场合的需要来确定电缆的型号。

**A14.1.2** 敷设在露天区域和非金属舱室的电缆，应采用有金属护套的电缆。另外，屏蔽室与滤波器之间的电缆、设备与滤波器相连的电缆均应加屏蔽套。

**A14.1.3** 通信发射天线、接收天线馈线，应选用具有外屏蔽的同轴电缆并应采取接地措施。

**A14.1.4** 传输低频（小于100 kHz）低电平信号的电缆，应采用有外绝缘护套的对绞屏蔽电缆。

**A14.1.5** 传输射频（0.1~300 MHz）信号的电缆，应采用同轴电缆。

**A14.1.6** 传输脉冲信号、数字信号、控制信号的电缆，应使用同轴电缆；若用其他型式的电缆则应穿在金属管内敷设。

### **A14.2** 电缆的敷设

各种电缆，尤其是传输信息的电缆，首先应根据设备或系统已试验过的敷设要求，考虑总体的具体情况作如下要求：

**A14.2.1** 在甲板上天线附近电缆的屏蔽层应多点接地，至少在电缆的两端应进行接地，或穿金属管敷设。

**A14.2.2** 凡传输频率相近的信号（如低频段或射频段或脉冲信号）当其电平差值大于40 dB时，不应采用同一根电缆传输。

**A14.2.3** 传输频率相近的信号电缆，其高低电平差值大于40 dB的（如声纳的发射馈线、通信机的发射馈线、雷达的调制脉冲线等）应单独敷设，或相互远离，其间距宜在450 mm左右；或穿金属管敷设。

**A14.2.4** 所有同轴线、屏蔽电缆均应有良好的屏蔽连续性。

**A14.2.5** 传输低频低电平的电缆，要求其屏蔽层实施单点接地，若传感器有接地要求的，应先在传感器端接地。

**A14.2.6** 所有穿过电子设备舱室的电缆、波导管、钢管等应在穿越处进行接地，其接地线长度宜控制在150 mm左右。

**A14.2.7** 在收发天线附近，所有穿过露天甲板的电缆、波导管、金属管道，在穿越处需进行接地，其接地线长度宜在150 mm左右。

## **A15 防止强电磁场辐照的措施**

### **A15.1 限制强电磁场的设计要求**

人体被强电磁辐照的容限按图 A22 规定。

### **A15.2 防止强场辐照的方法**

**A15.2.1** 大功率发射天线周围，在超过人员安全容限值的区域应划警戒线，并设置围栏或围索。

**A15.2.2** 在强场区的警戒线上，应设置声光报警装置。

**A15.2.3** 发射天线应安装在人触摸不到的地方。

**A15.2.4** 在强场区域，严禁安置易燃、易爆等物品。

## **A16 船舶总体电磁兼容检测**

### **A16.1 检测条件**

- a. 电子设备及系统安装调试完毕，并且系泊试验合格；
- b. 具有船舶总体电磁兼容性检测试验大纲和试验方法；
- c. 各种检测仪表需经计量部门检验合格，满足检测要求。

### **A16.2 检测内容**

#### **A16.2.1 工艺检查**

a. 按照船舶总体电磁兼容设计文件和技术要求，对天线布置、设备布局、电缆敷设、辐照防护等方面进行全面检查；

b. 检查电子设备、电缆屏蔽层、索具、活动栏杆、门、窗、舱口盖、起艇架等接地电阻及天线接点电阻，应满足表 A 4 的直流电阻标准值。

表 A4

序号	测量对象	测量仪表	直流电阻值	每项测量点数
1	设备外壳	微电阻测试仪	$\leq 10 \text{ m}\Omega$	$> 5$
2	电缆屏蔽层、活动栏杆、索具等	微电阻测试仪	$\leq 10 \text{ m}\Omega$	$> 3$
3	天线接点	微电阻测试仪	$\leq 1 \text{ m}\Omega$	$> 3$

### **A16.2.2 射频传导电压测量**

#### **A16.2.2.1 测量仪器**

- a. 电磁干扰测试仪；
- b. 频谱分析仪；
- c. 电流环。

#### **A16.2.2.2 测量方法**



采用准峰值电磁干扰测试仪，当大功率发射机等射频设备以满功率发射时，在电子设备舱室分电箱电源线上进行测量，测量时应注意测量仪器的安全。

#### A16.2.2.3 射频传导电压散发界限值

发射机工作时，在0.1~30 MHz频段内任何电源配电盘上，测量的射频传导电压应不大于90 dB ( $\mu\text{V}$ )。

#### A16.2.3 天线感应电压测量

##### A16.2.3.1 测量仪器仪表

- a. 50  $\Omega$ 无感电阻；
- b. 高频电压表。

##### A16.2.3.2 测量方法

采用高频电压表测量接收天线端（此时应将接收机输入与天线馈线断开，接50  $\Omega$ 匹配电阻）发射天线满功率工作时的感应电压值。

A16.2.3.3 天线感应电压值，不应超过接收机允许的电压值。

#### A16.2.4 辐射场的测试

##### A16.2.4.1 测试仪器

- a. 强场计；
- b. 电磁干扰测试仪；
- c. 电场探测器。

##### A16.2.4.2 测试方法

###### a. 在敞开区域辐射场的测试

400 W以上通信发射机工作时，在发射天线10 m内，以1 m的间隔为一测试点，离发射天线10 m外，按需要进行场强测试，测试天线应距人员站立地面高1.5 m左右；

###### b. 在电子设备舱内的测试

当大功率发射机满功率发射时，用电场探测器距设备0.3 m处进行强场测量；

###### c. 在电磁屏蔽舱内测试

在大功率发射机工作时，或在工科医设备工作时，在操作人员所在位置，以头部为准，将电场探测器距设备0.3 m处进行测量。

##### A16.2.4.3 界限值

###### a. 辐照容限值

当工科医设备处于连续工作状态时，其工作场所的场强应小于图A22中的曲线C；

当工科医设备处于断续工作状态时，其工作场所的场强应小于图A22中的曲线D；

船员生活舱室，其场强应小于图A22中的曲线B；

露天区域发射天线附近，船员作业区，其场强应小于图A22中的曲线D；

旅客以及非船员编制工作人员的生活住舱，其场强应小于图A22中的曲线A；

###### b. 电子设备舱室场强界限值

在发射机工作时，舱内（距设备0.3 m）的辐射场应不大于100 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ )；

###### c. 飞机平台场强界限值

应小于或等于30 V/m。

#### A16.2.5 综合性干扰试验

在全船的电气、电子等设备正常运行时，在航行过程中，用“听测、视测或监视仪器测量”的方法，检查有关敏感设备是否受到干扰。检查内容如下：

A16.2.5.1 当有多部雷达工作时，采用视测法，检查雷达之间是否引起同频异步干扰。

A16.2.5.2 当各雷达发射时，用听测法，检查无线电接收机是否受干扰。

A16.2.5.3 当有多台通信机同时工作时，确定一定的频点，检查多网络通信间的互扰情况，并确定

频率分配表。

**A16.2.5.4** 选定通信发射机的某一频点，用听测、视测法检查卫、导、雷达或其他电子仪器是否受干扰。

**A16.2.5.5** 确定发射机的频点。用听测法，检查无线电接收机是否可察觉到因露天甲板上的金属杆、索、架等引起的干扰。

**A16.2.5.6** 启动大功率的脉冲负载设备，检查电子数控系统是否受干扰。

**A16.2.5.7** 启动大功率晶闸管设备，采用听测或视测法，检查声纳或船内通信是否受干扰。

**A16.2.5.8** 当有多部水声设备工作时，应检查其互扰情况。

如果上述定性测量，发现不允许的干扰，影响总体性能，则必须加以消除。

注意：所有实测，均应取散发值大，易引起干扰，抗扰度差的频率状态下进行。

### A16.3 试验报告

在对船舶总体进行电磁兼容性能检测后，应详细整理和分析测量数据，编写试验报告。

试验报告应包括以下内容：

- a. 天线布置示意图；
- b. 试验内容；
- c. 试验仪器；
- d. 试验条件和环境电平；
- e. 试验方法和步骤；
- f. 试验数据；
- g. 测量结果和分析，对于存在的电磁兼容方面的问题，提出处理意见。

## 第三篇 使 用

### A17 外观检查

#### A17.1 天线

**A17.1.1** 定期进行维修、保养，保持天线及绝缘子表面清洁、无油污、无锈蚀；天线结构牢固、不松动；天线系统高频接触可靠，接触电阻及绝缘电阻应符合有关规定。

**A17.1.2** 天线及其附近活动金属构件应紧固，避免随船体振动、摇摆而与其他金属构件发生碰撞。

**A17.1.3** 发射机工作时，天线系统不应出现“吱吱”响的明暗火花放电现象。

**A17.1.4** 出航前应拆除天线附近临时增设的电视、广播、通信等天线，并同时清除临时性的电线、电缆及其他金属物件。

#### A17.2 电缆

**A17.2.1** 电缆接头接触紧密、牢固、可靠、不松动、无锈蚀。

**A17.2.2** 电缆屏蔽层应与插头（座）外金属壳体连接紧密、牢固可靠、无锈蚀。

**A17.2.3** 电缆屏蔽层应完整无缺损，保持屏蔽的连续性，屏蔽层接地应满足 A14.2 条款要求及表 A4 标准。

#### A17.3 接地线及跨接线

**A17.3.1** 接地线和跨接线两端接触应牢固可靠，发现松动、脱落、虚焊等应重新固紧或焊好。如严重锈蚀或缺损，应予以更换。

**A17.3.2** 采用螺栓、螺钉固紧连接的接地线和跨接线，两相连的接触面，应无油污和锈蚀，检测接地电阻应符合表 A4 标准。

#### A17.4 活动连接

**A17.4.1** 清除活动接触面上的非导电物质。

**A17.4.2** 对于已磨损的导电材料（如电刷）应及时更换。

## **A18 使用注意事项**

### **A18.1 工作频率**

进行多网络通信时，严格遵守频率分配和管理。

### **A18.2 使用天线的选择**

配有两个通信网络以上同时工作的收发天线系统，应选择隔离度较大的天线工作。

### **A18.3 防止射频危害**

**A18.3.1** 装卸易燃或易爆物品时，不许发射大功率射频信号和微波信号。

**A18.3.2** 大功率发射天线工作时，工作人员严禁进入发射天线的强场区，当工作人员确需进入强场区检修时，必须穿戴防护服以及控制进入强场区的时间。

## **A19 设备的增加、更换和改装**

### **A19.1 设备的选择**

对于需要增加、更换和改装的各种设备，必须满足附录 A（补充件）第一篇“设备”中有关条款的要求。

### **A19.2 电磁兼容性能检测**

凡增加、更换和改装的设备，应按附录 A（补充件）第二篇“总体”中有关要求施工、安装和调试，然后进行电磁兼容性能检测。

---

#### **附加说明：**

本标准由中华人民共和国中国船舶工业总公司603所提出。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院708所、704所负责起草。

本标准主要起草人曾恭兴、鲍协文、冯德胜。