

# 中华人民共和国国家标准

## 陆地移动通信设备电磁兼容 技术要求和测量方法

GB 15540—1995

EMC specification and test methods for land  
mobile communication equipment

### 第一篇 总则

#### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了陆地移动通信设备的传导发射、传导敏感度、辐射发射、辐射敏感度等要求、极限值和测量方法。

本标准适用于陆地移动通信业务使用的，工作频率 25~1 000 MHz，发射功率不超过 150 W 的设备。1. 6~30 MHz 单边带电台也可参照执行。

#### 2 引用标准

- GJB 72 电磁干扰和电磁兼容性名词术语
- GJB 151 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GB 6280 25~1 000 MHz 陆地移动通信的容量系列及频道配置
- GB 12192 移动通信调频无线电发射机测量方法
- GB 12193 移动通信调频无线电接收机测量方法

#### 3 术语和符号

##### 3.1 术语

###### 3.1.1 传导发射 conducted emission

沿电源线或互连线等导体传输的电磁发射。

###### 3.1.2 辐射发射 radiated emission

借助辐射(包括感应)耦合到敏感装置的电磁发射。

###### 3.1.3 辐射敏感度 radiated susceptibility

在存在辐射干扰的情况下，设备或系统性能劣化的程度，辐射敏感度高，即抗辐射干扰能力低。

###### 3.1.4 传导敏感度 conducted susceptibility

在存在传导干扰的情况下，设备或系统性能劣化的程度，传导敏感度高，即抗传导干扰能力低。

###### 3.1.5 宽带发射 broadband emission

一种能量频谱分布相当宽，即其带宽大于测量接收机带宽的发射，它的频谱能量分布足够均匀而且连续以致于测量接收机在几倍带宽的频率范围内调谐时，它们的响应无明显变化。

###### 3.1.6 窄带发射 narrowband emission

一种能量频谱分布比较窄，即其带宽小于测量接收机带宽的一种发射。它包括谐波和非谐波发射以

及寄生发射,其特征通常是在离散频率上或在窄频带范围有一显著分量的信号。

注:宽带发射和窄带发射的鉴别方法:

- a. 电磁干扰测量仪在中心频率加减2倍脉冲带宽的范围内进行调谐,若峰值响应变化小于3 dB,则为宽带发射;若峰值响应变化大于3 dB,则为窄带发射;
- b. 测量该发射的脉冲重复频率,若脉冲重复频率小于或等于测量设备的脉冲带宽,则为宽带发射。若脉冲重复频率大于脉冲带宽,则为窄带发射。

### 3.1.7 互连线 interconnecting lines

与其它设备或分系统对接的控制线和信号线。

### 3.1.8 标准参考输出 standard reference output

设备在正常工作时所具有的输出电平。标准参考输出由制造方在设备技术要求中规定。

### 3.1.9 互调 intermodulation

两个或两个以上有一定频率关系的射频干扰信号通过非线性电路产生新的组合信号对有用信号产生的干扰。

### 3.1.10 交调 crossmodulation

在调幅制式的设备中由于系统的非线性,导致无用信号在有用信号的载波上产生的调幅。

## 3.2 符号

按英文字母及数字组合编号方式表示:

C 传导

R 辐射

E 发射

S 敏感度

CE 传导发射

RE 辐射发射

CS 传导敏感度

RS 辐射敏感度

## 第二篇 技术要求

### 4 传导发射(CE)

#### 4.1 25 Hz~15 kHz 电源线和互连线的传导发射(CE01)

##### 4.1.1 适用范围

本要求适用于25 Hz~15 kHz频段内,下列各类连接线的窄带发射:交直流电源线、地线或内部不接地的零线、或控制线。

##### 4.1.2 极限值

交直流电源线和互连线的电磁发射不超过图1规定的极限值。测量仪使用的带宽不大于75 Hz。

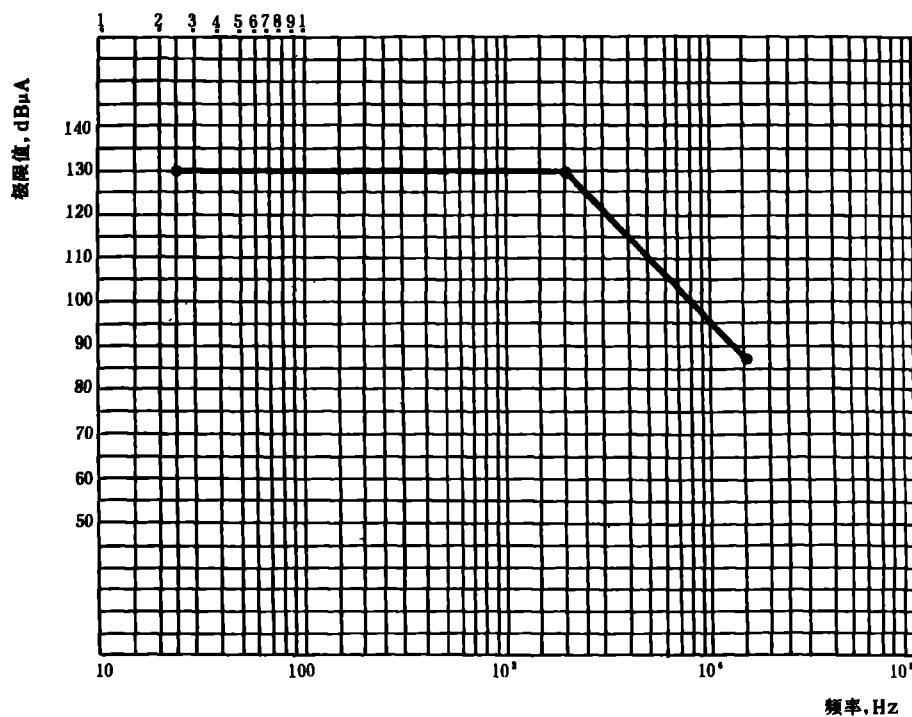


图 1 CE01 窄带发射极限

#### 4.2 0.015~50 MHz 电源线和互连线的传导发射(CE03)

##### 4.2.1 适用范围

本要求适用于交直流电源线和互连线。

##### 4.2.2 极限值

交流、直流电源线和互连线上的窄带和宽带电平应分别符合图 2a 和图 2b 所示值。

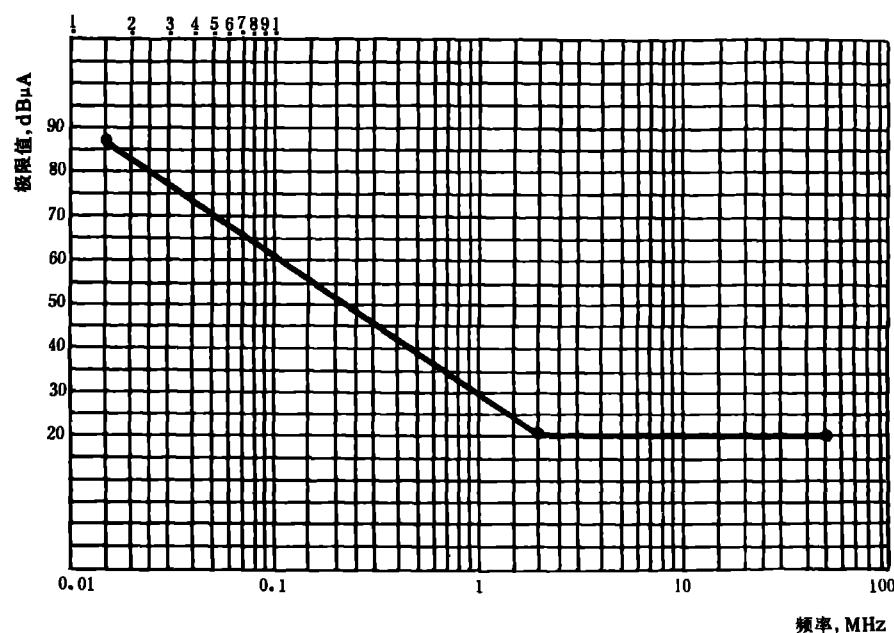


图 2a CE03 窄带发射极限

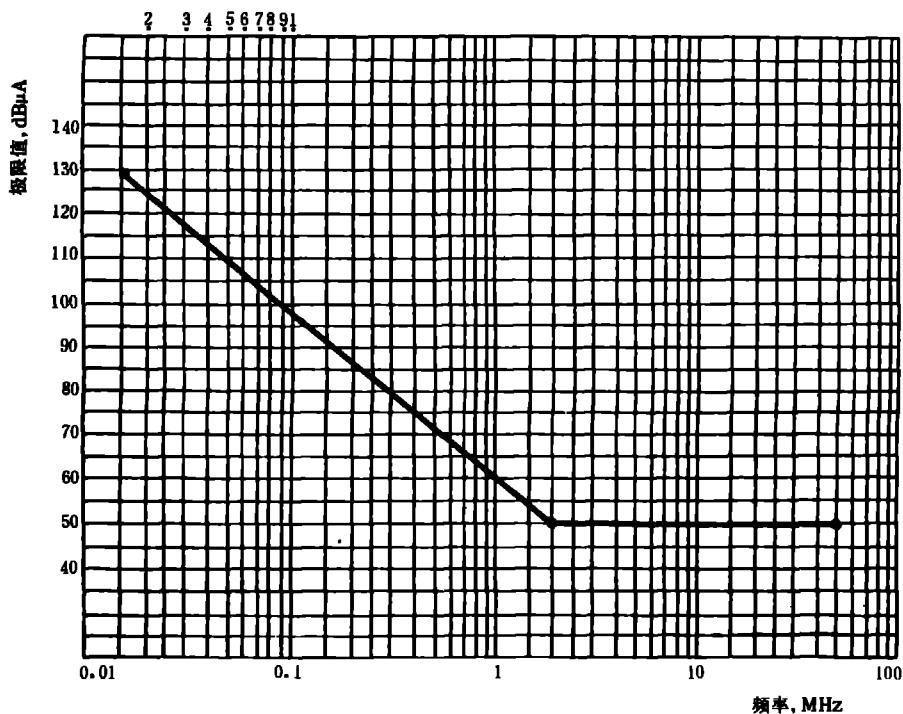


图 2b 频率 CE03 宽带发射极限

#### 4.3 天线端传导发射(CE06)

##### 4.3.1 适用范围

本要求适用于带天线连线的设备和分系统以及设计要求与天线连接的设备和分系统。本要求的频率范围由试样工作频率决定。

本要求中关于发射机(工作状态)的谐波和杂散发射电平的规定不适用于发射机带有不可拆卸天线，并且不能用恰当的假负载来代替的试样，也不适用于试样所需带宽内的频率和基频±5%范围内的频率。

##### 4.3.2 极限值

试样天线端的传导发射电平不超过下列规定。

###### 4.3.2.1 接收机

- a. 窄带发射电平 34 dB $\mu$ V ( $50\Omega$ )
- b. 宽带发射电平 40 dB $\mu$ V/MHz ( $50\Omega$ )

###### 4.3.2.2 发射机(热待用状态)

- a. 窄带发射电平 34 dB $\mu$ V ( $50\Omega$ )
- b. 宽带发射电平 40 dB $\mu$ V/MHz ( $50\Omega$ )

###### 4.3.2.3 发射机(工作状态)

发射机载波功率小于或等于 25 W 时,任何一个离散频率的杂散辐射功率不超过  $2.5 \mu\text{W}$ ,发射机载波功率大于 25 W 时,杂散发射功率应比基波功率低 70 dB。对二次和三次谐波的抑制值为:  $50 + 10\lg P_0$  (dB) ( $P_0$  是基波峰值功率, W)。

任一发射的平均功率至少衰减至低于发射机的平均功率的如下值。

- a. 在偏离指配频率大于准许带宽 25%而不大 100% 的任一频率上,至少衰减 25 dB;
- b. 在偏离指配频率大于准许带宽 100%而不大于 250% 的任一频率上,至少衰减 35 dB;
- c. 在偏离指配频率大于准许带宽 250% 的任一频率上,至少衰减  $50 + 10 \lg \bar{P}$  ( $\bar{P}$  是平均输出功

率, W) dB。

## 5 传导敏感度(CS)

### 5.1 25 Hz~50 kHz 电源线的传导敏感度(CS01)

#### 5.1.1 适用范围

本要求适用于设备和分系统的电源线,包括设备和分系统地线和内部不接地的零线和中线。

本要求不适用于电源频率±5%内的频率。

#### 5.1.2 极限值

当试样电源线上注入等于和小于图 3 所示值的电磁能量时,该试样不应出现任何故障,性能降低或超出单个设备和分系统规范中规定的指标容差。

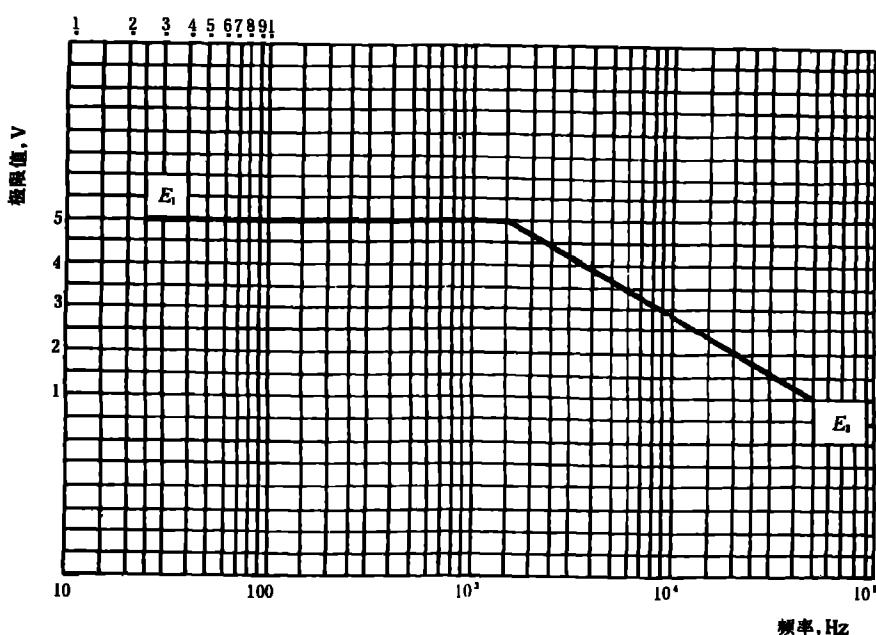


图 3 CS01 极限值

### 5.2 电源线和互连线传导敏感度(CS02)

#### 5.2.1 适用范围

本要求适用于设备和分系统的电源线包括地线和在设备或分系统内部未接地的中线。

#### 5.2.2 极限值

当试样的电源输入端受到由输出阻抗为  $50\Omega$  频率为 0.05~400 MHz 的信号源输出的 1 V 的信号作用时,不出现任何故障、性能降低或指示偏离超过设备或分系统规范中所给出的容许值。当内阻为  $50\Omega$  阻抗的 1 W 信号源不能在试样电源输入端产生所需电压,且试样对信号源输出不敏感时,也认为满足了本要求。

### 5.3 互调传导敏感度(CS03)

#### 5.3.1 适用范围

本要求适用于接收机、射频放大器、收发信机以及类似的接收设备和分系统。本要求的适用频率范围取决于试样的工作频率。

#### 5.3.2 极限值

		dB		
电台种类		基地台	固定台,车台	便携台
信道间隔				
25 kHz 信道间隔		≥65	≥60	≥55
12.5 kHz 信道间隔		≥60	≥55	≥50

#### 5.4 对无用信号的抑制(CS04)

##### 5.4.1 适用范围

本要求适用于接收机、射频放大器、收发信机以及类似的接收设备和分系统。本要求的适用频率范围取决于试样的工作频率。

##### 5.4.2 极限值

		dB		
电台种类		基地台	固定台,车台	便携台
信道间隔				
25 kHz 信道间隔		≥70	≥65	≥55
12.5 kHz 信道间隔		≥65	≥60	≥50

#### 5.5 交调传导敏感度(CS05)

##### 5.5.1 CS05 适用范围

本要求适用于接收机、射频放大器、收发信机和类似的接收设备和分系统,其频率范围取决于试样工作频率。

##### 5.5.2 CS05 极限值

当试样受 10.5 条测量方法所示信号发生器 2 的信号作用时,不应因交调而出现任何故障、性能降低或指示偏离超过设备或分系统规范所给出的允许值。信号发生器 2 产生的信号电平比标准参考输出所需电平高 66 dB,但不超过 10 dBm。

#### 5.6 电源线尖峰信号的传导敏感度(CS06)

##### 5.6.1 适用范围

本要求适用于设备和分系统的电源线,包括与设备、分系统相连而在其内部不接地的零线及中线。

##### 5.6.2 极限值

将图 4 所示波形的尖峰信号依次加到试样的交直流电源线上时,该试样不应出现任何故障、性能降低或超过单个设备和分系统规范中规定的指标容差,在每相电源线上加测试信号的时间不小于 1 min,总持续时间不超过 15 min。尖峰信号应叠加在电源的电压波形上, $E=100 V, t=10 \mu s \pm 20\%$ 。

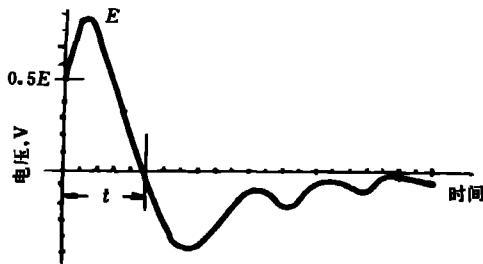


图 4 CS06 的波形

## 5.7 静噪电路传导敏感度(CS07)

### 5.7.1 适用范围

本要求适用于采用静噪电路的接收设备和分系统。

### 5.7.2 极限值

a. 要求 1:当  $50\Omega$  阻抗的脉冲发生器的输出置于  $90 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{MHz}$ ,且匹配地加到试样输入端时,静噪电路不应开启;

b. 要求 2:当两个信号加在试样输入端时,静噪电路不应开启。信号 1 是未调制的射频信号,其频率是接收机的调谐频率,其幅度应为调整静噪门限所用的射频电压值的  $2/3$ 。第二个信号应是  $50 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{MHz}$  的脉冲信号。

## 6 辐射发射(RE)

### 6.1 电场辐射发射(RE02)

#### 6.1.1 适用范围

本要求适用于设备和分系统、电缆(包括控制、脉冲、中频、电源等电缆和天线馈线)和试样互连线的辐射发射。频率范围适用于  $25 \text{ MHz} \sim 1 \text{ GHz}$  的宽带发射和的窄带发射;对于窄带场,它适用于基频以及包括谐波在内的所有杂散发射,但不适用于天线的辐射。

#### 6.1.2 极限值

在规定的距离上,窄带电场发射电平不应超过图 5 的极限值,宽带电场发射(包括开关瞬变发射)电平不应超过图 6 的极限值。超过  $30 \text{ MHz}$  时,水平和垂直极化波均应满足本要求。

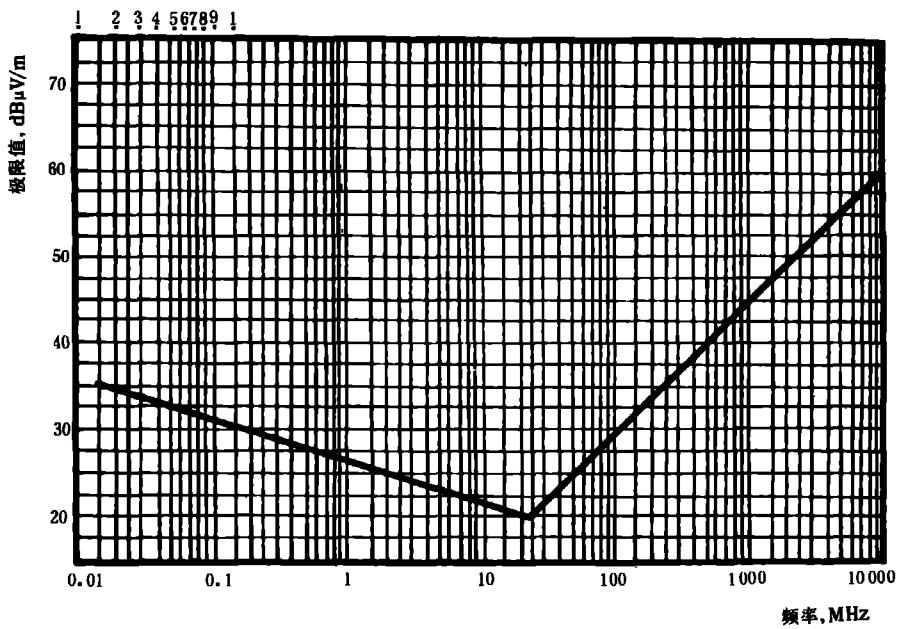


图 5 RE02 窄带发射极限

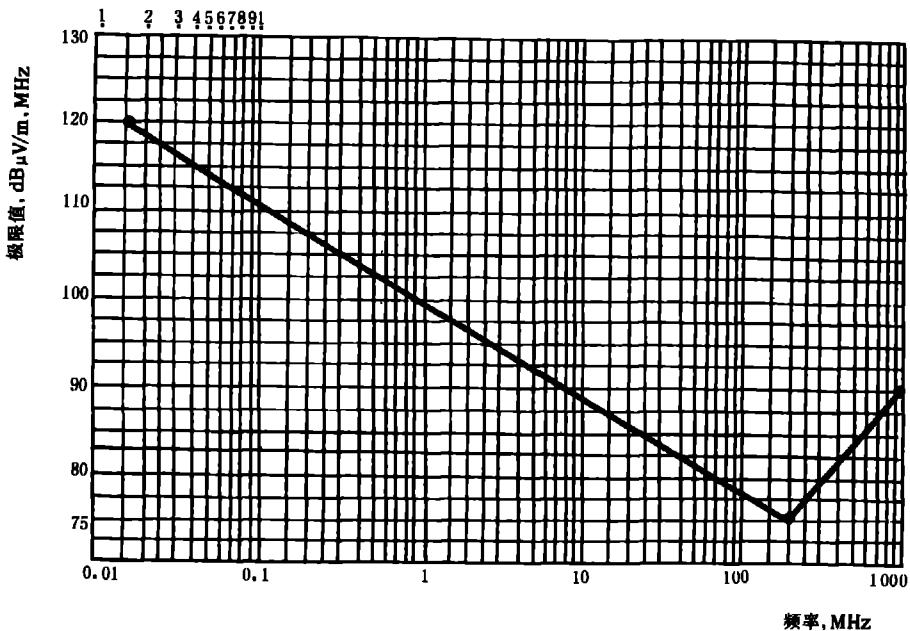


图 6 RE02 宽带发射极限

## 6.2 杂散信号的辐射发射(RE03)

### 6.2.1 适用范围

本要求适用于带天线连线以及设计要与天线连接的设备和分系统以及试样的天线是发射机不可拆卸部分,且不能用假负载代替,频率范围取决于试样的工作频率。本要求不适用于试样件所需带宽内的频率,也不适用于基频±5%范围内的频率。

### 6.2.2 极限值

按 GB 6280 第 6 条的规定。

## 7 辐射敏感度(RS)

### 7.1 电场辐射敏感度(RS03)

#### 7.1.1 适用范围

本要求适用于移动通信频率范围内所有设备和分系统。

#### 7.1.2 极限值

当试样受到不大 5 V/m 的电场辐射作用时,不应出现任何永久性故障、性能降低或指示偏离超过单个设备或分系统规范中所给的容许值。在 25 MHz 以上,水平和垂直极化都应满足要求。

## 第三篇 测量方法

## 8 要求

### 8.1 关于电磁发射和电磁敏感度测量方法的总要求符合 GJB 151 及 GJB 152 的规定。

#### 8.2 测试条件

##### 8.2.1 环境电磁电平

在试样断电情况下测得的环境电平应比待测项目允许的极限值低 6 dB,这些要求既适用于辐射引起的环境电平,也适用于传导引起的环境电平。

##### 8.2.2 接地板

应采用紫铜或黄铜做的实心接地板,接地板面积应大于或等于 2.25 m<sup>2</sup> 且最小边长大于 76 cm,最小厚度应为 0.25 mm(紫铜板)或 0.63 mm(黄铜板),接地板应连接到屏蔽室,直流连接电阻应不大于 2.5 mΩ,接头间的距离不应大于 90 cm。

##### 8.2.3 人员和设备

屏蔽室内不应包含无关的设备,电缆架和台子,只能放置测试时必不可少的设备。不参加测试的工作人员也不要进入屏蔽室内。

##### 8.2.4 射频吸收材料

在进行电磁干扰测试时,为减少从屏蔽室表面到测量天线的反射,可根据订货方要求使用射频吸收材料。也可在电波暗室进行。

#### 8.3 测量设备

所用的测量设备应满足本标准第二篇技术要求,所有测量设备均应按仪器规定的要求进行校准。

##### 8.3.1 检波器

所有测量都采用峰值检波器,但对窄带测量可使用平均值检波器。

##### 8.3.2 测量设备的接地

- a. 天线应远离测量仪器;
- b. 电磁干扰测量仪器应确实地在一点接地;

c. 电磁干扰测量仪应经隔离变压器连接到交流电源上,必须使机壳上的电源接地在这一点上断开,以避免测试设备中的射频地电流过。

##### 8.3.3 脉冲发生器

脉冲发生器应作如下校准:

a. 把脉冲发生器的输出信号加到具有同步调谐欠临界耦合电路的幅度-线性接收机的输入端。电磁干扰测量仪可以满足上述要求,只要它的脉冲宽度大于脉冲发生器重复频率五倍即可,并使机内任何自动增益控制(AGC)系统不工作,为此用一个具有适当电平的低阻抗电源把 AGC 线路稳定接地;

b. 在中频输出端,得到接收机整个频响的示波器图形,调整示波器的控制旋钮,使屏幕上测量面积内图形尽可能大,拍照或描绘出该图形。记录示波器上调定的扫描速度(扫描速度应精确地校准);

- c. 用求积仪或其它积分装置,确定图形面积。至少重复十次,并取该数平均值作为面积值;

- d. 计算接收机的脉冲带宽  $IBW(\text{Hz}) = \frac{\text{图形高度(cm)}}{\text{图形面积(cm}^2\text{)} \cdot \text{扫描速度(s/cm)}};$
- e. 将正弦波发生器接到接收机，并在  $f_0$  处调整其输出，直到图形的峰值高度与用脉冲发生器时相同；
- f. 将射频功率计接到正弦波信号发生器的输出端，测量其功率输出值，并计算出正弦波信号的有效值电压；
- g. 用步骤 f 计算的有效值电压除以步骤 d 计算的脉冲带宽，即能计算出脉冲发生器的输出。

#### 8.3.4 测量天线的位置和选择

8.3.4.1 进行辐射发射测量时测量天线上任何一点与屏蔽室墙壁或障碍物之间的距离应大于 1 m，屏蔽室高度应大于或等于 2.5 m。

8.3.4.2 测量敏感度时，场强激励天线和场强测量天线上的任何一点到屏蔽室墙壁或障碍物之间距离应大于 1 m，应使场强测量天线不接受试样的反射信号。

#### 8.3.5 测量频率

对每个适用的测试都应在整个规定的频率范围内进行扫描，每个倍频程至少要测量代表倍频程内最大指示的三个频率。此后，按照测试计划的规定，在试样的临界频率处（电源频率和谐波，本地振荡器的频率，射频频率和其它频率）也要进行测量。

### 9 传导发射(CE)

#### 9.1 电源线和互连线的传导发射(CE01 CE03)

##### 9.1.1 测量设备

- a. 电流探头；
- b. 电磁干扰测量仪；
- c.  $10 \mu\text{F}$  穿心电容器。

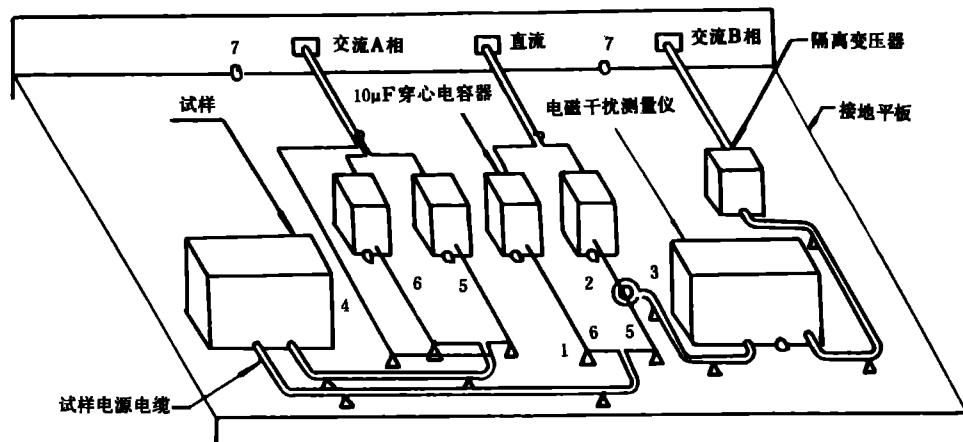
##### 9.1.2 测量方法

- a. 测量布置如图 7 所示；
- b. 应在每根电源线上分别测量传导发射；
- c. 应按要求使试样带上负载；
- d. 任何控制线均应进行测量；
- e. 同一电缆中的控制线和信号线，在下述情况下应分组测试。

(1) 当被测量电缆的尺寸超过电流探头孔径时，应将其分成几组，使探头能包住被测导线。所分各组，包含的导线根数应大致相同。

(2) 除双股绞合线外，在被测量的一组导线中，不允许同时在既有高电位线又有回线的情况下。

(3) 如有某组导线超过本标准极限值，应进一步再分别进行测量直到鉴别出干扰导线并标示出来。



1—5cm 传输线固定器；2—到接地板的低阻连接器；3—电流探测器；4—试样机壳地；5—电源线高端；  
6—电源线回线；7—接地板和外壳之间的连接(直流电阻应不超过  $2.5\text{ m}\Omega$ )

图 7 电源线和互连线传导发射测量布置图

注：① 电缆、引线和接地板间的最小间隔应为 5 cm。

② 从试样到穿心电容器的长度不应超过 1 m。

③ 连接穿心电容器分离点的每根电源线的长度应该是  $30 \pm 2\text{ cm}$ ，电流探测器沿该长度移动，最后放置在使电磁干扰仪读数最大的位置上。

④ 试样和电磁干扰仪应从分开的两相交流电源供电，这是为了通过有屏蔽外壳的电源线滤波器使试样和测量仪器之间隔离。

⑤ 电磁干扰测量仪应通过隔离变压器连接交流电源。为了防止在测试设备中射频电流的地电流，要在这一点断开机壳电源地。

⑥ 接地板和机壳间的直流连接电阻不应超过  $2.5\text{ m}\Omega$ 。

## 9.2 天线端口传导发射(CE06)

### 9.2.1 测量设备

可根据需要选用图 8~图 10 的测量方框图

### 9.2.2 测量方法

#### a. 测量频率范围

试样工作频段	MHz
25~300	0.01~3 000
300~1 000	0.01~12 400

#### b. 测量布置

应根据输出功率和工作频率选择：

(1) 天线端口的信号平均功率不超过  $13\text{ dBW}$  时，选用测量布置如图 8 所示。接收机和发射机(待发状态)用此图时，须去掉衰减器和抑制网络；如试样工作时需用特定的天线，则应采用如图 10 所示布置。

(2) 天线端口的信号平均功率在  $13\sim37\text{ dBW}$ ，试样工作频率在  $25\sim300\text{ MHz}$  时，选用测量布置如图 9 所示。如试样工作时需用特定的天线，则使用图 9 所示的布置图。

(3) 天线端口的信号平均功率在  $13\sim37 \text{ dBW}$ , 试样工作频率在  $300\sim1000 \text{ MHz}$  时, 选用测量布置如图 10 所示。

(4) 如果试样具有平衡输出, 则应在任一根输出线和接地平板之间进行测量, 此类设备是一种特殊情况。此时难于保持阻抗匹配。

### 9.2.3 注意事项

- a. 一般情况在试样和测量设备间应保持阻抗匹配, 电压驻波比  $VSWR \leq 1.2$ ;
- b. 查看由于继电器、电动吹风机和其它部件在天线端引起的宽带信号;
- c. 本项目测试很容易损坏设备及在干扰测试中产生虚假响应。为此建议在抑制网络的输入端把基频衰减到约  $-30 \text{ dBW}$ ;
- d. 用频谱仪监测测量仪输出中频, 能简化虚假响应的鉴别。

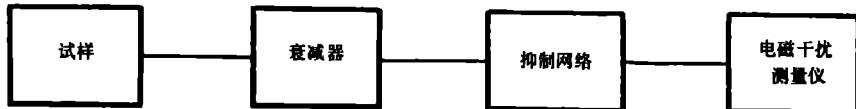


图 8 天线端口传导发射测量方框图

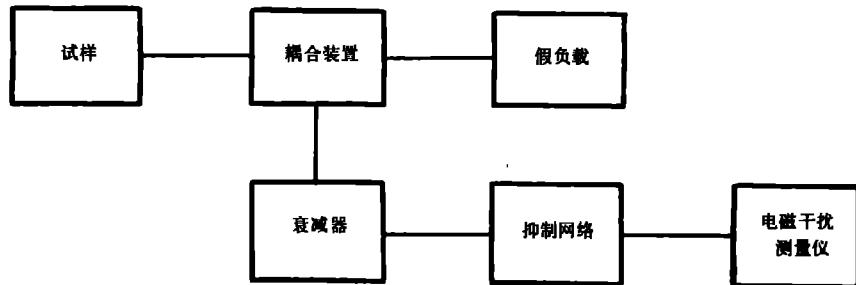


图 9 天线端口传导发射测量方框图

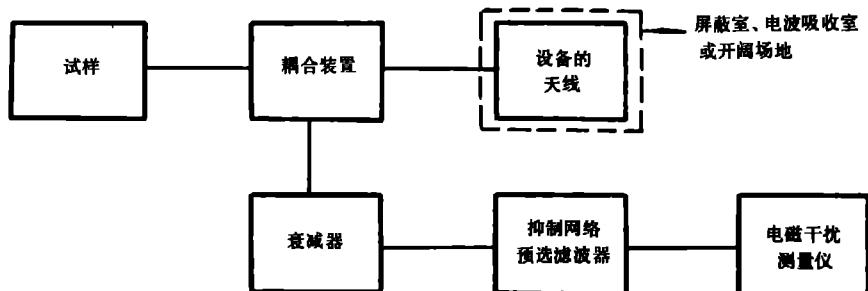


图 10 天线端口传导发射测量方框图

## 10 传导敏感度(CS)

### 10.1 电源线和互连控制线传导敏感度(CS01)

#### 10.1.1 测量设备

- a. 振荡器:应能在要求的频率范围内调谐,其输出电平应能调到使功率放大器输出规定的电平;
- b. 功率放大器:要求输出满足规定的电平;
- c. 隔离变压器:要求满载时不应饱和,并且漏感小于  $1 \mu\text{H}$ ,次级电流(交流或直流)可达 35A,压降不大于 10%;
- d. 示波器、电子电压表或电磁干扰测量仪。

#### 10.1.2 测量方法

- a. 测量装置如图 11 所示连接;
- b. 测量从隔离变压器次级端看进去的信号源输出阻抗是否小于或等于  $0.5\Omega$ ,先测量开路次级电压  $V_{\infty}$ ,然后在次级跨接一已知负载  $R_L$ ,测出闭路电压  $V_{\infty}$ ,按公式  $Z = \frac{R_L(V_{\infty} - V_{\infty})}{V_{\infty}}$  计算结果以  $\Omega$  表示,若不满足要求,应调整圈数比直到获得所要求的阻抗,要求在 30 Hz~50 kHz 频率范围内,按十进制每一段内取一频率(包括 30 Hz 和 50 kHz),重复上述步骤;
- c. 振荡器在要求的频率范围内调谐,将输出调到规定的电平,检验试样:(a)有无异常存在,(b)性能是否下降,(c)指示是否偏离出设备技术条件或已批准的测试方案中所允许的误差;
- d. 若试样对给定的极限电平敏感,则应降低输出以便测定敏感门限电平并记下这个数值。

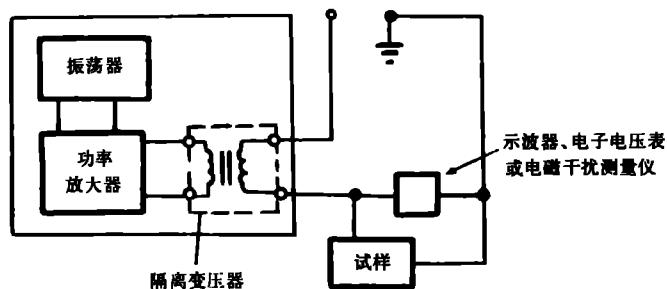


图 11 电源线和互连控制线传导敏感度(CS01)测量布置图

注:在交流线上,使用一个能消除示波器、电子电压表和电磁干扰测量仪上电源频率干扰的网络,可使测量简化。

### 10.2 电源线和互连线传导敏感度(CS02)

#### 10.2.1 测量设备

- a. 信号源:内阻为  $50\Omega$ ,输出到匹配负载上的电压为 1 V,假如不能达到 1 V,则改用能达到 1 W 的功率信号源;
- b. 耦合电容器:使电源频率与信号源隔离,要求在整个测试频率范围内电容器的射频阻抗不大于  $5\Omega$ ,为使该射频阻抗保持不变,在测试过程中电容器可更换;
- c. 电子电压表、示波器或电磁干扰测量仪。

#### 10.2.2 测量方法

- a. 测量布置如图 12 所示;
- b. 在距试样电源线入口端 5 cm 之内接上耦合电容器和示波器、电子电压表或电磁干扰测量仪;
- c. 将测试信号加到每条电源线上;
- d. 试验设备采用单点接地的,将测试信号加在每条电源线与地回线之间,还应加在每条电源线或地回线和接地板之间。或每条电源线中线和接地平板之间;

- e. 测量并记录试样两端电压；  
 f. 如果试样对极限电平敏感，则应减少信号源的输出，以确定敏感度的临界值，记录此值。

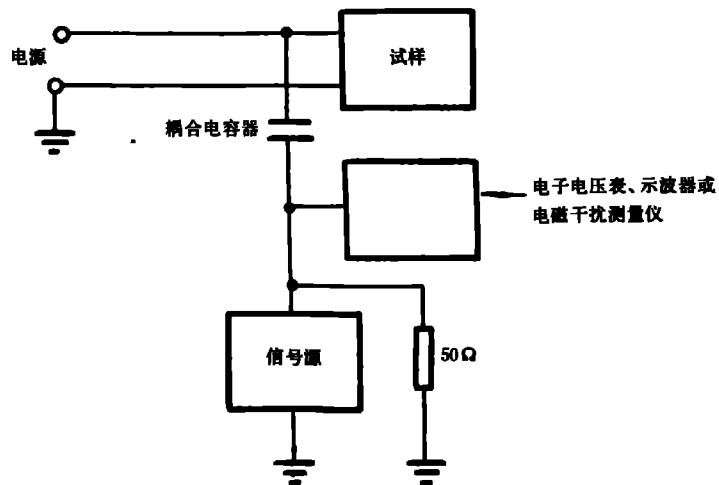


图 12 电源线和互连线传导敏感度(CS02)测量方框图

## 10.3 互调传导敏感度(CS03)

按 GB 12193 的 14.6 条规定。

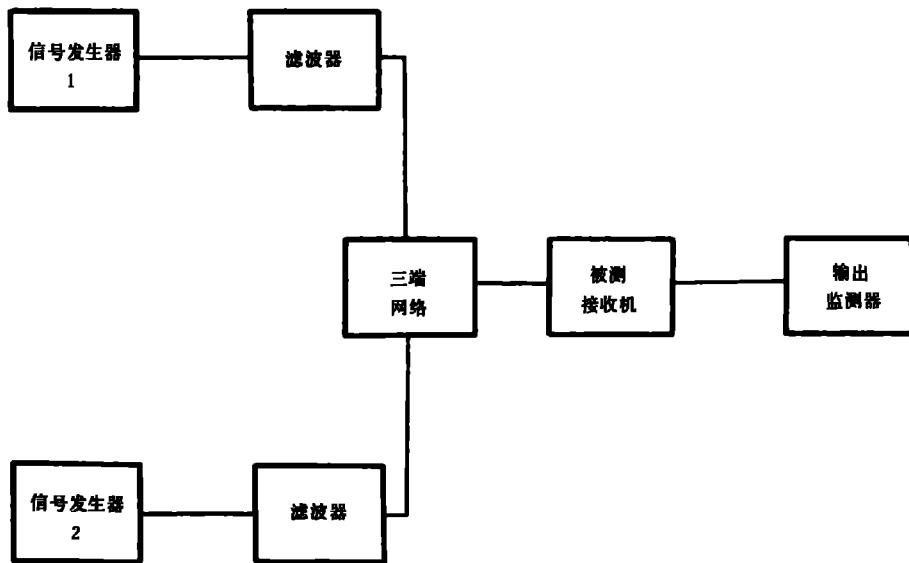


图 13 交调传导敏感度测量方框图

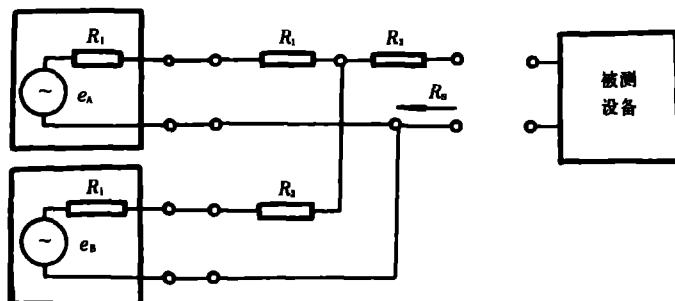


图 14 三端网络示例图

注：如果  $R_1 = R_2 = \frac{R_4}{3} = R_3$ ，则网络原阻抗  $R_n = R_4$ ，在这种情况下，网络衰减约 6 dB。

#### 10.4 无用信号抑制的传导敏感度(CS04)

按 GB 12193 的 14.5 条规定。

#### 10.5 交调传导敏感度(CS05)

##### 10.5.1 测量设备

- a. 两台信号发生器：应能在整个所需测试频率范围内提供所需信号；
- b. 两个低通滤波器：应能滤除信号发生器各次谐波，其谐波电平应至少比基波电平低 80 dB；
- c. 三端网络：应在两台信号发生器之间至少提供 20 dB 的隔离，并应在三路信号之间保持阻抗匹配，此网络需经测试以确保本身不产生互调；
- d. 输出监测器：用以监测试样的性能。

##### 10.5.2 测量方法

- a. 测量方框图如图 13 所示，所用符号规定如下：

$f_0$ ：试件的调谐频率

$f_1$ ：信号发生器 1 的频率

$f_{om}$ ：交调信号频率，由信号发生器 2 确定

$f_{IF}$ ：试样的中频频率

- b. 使信号发生器 2 输出为零，将信号发生器 1 调谐到试样的调谐频率  $f_0$ ，并按要求进行调制，调节其输出电平，使试样产生标准参考输出，记下信号发生器 1 的输出电平  $V_{10}$  与频率  $f_0$ ；
- c. 使信号发生器 1 输出为零，将信号发生器 2 调谐到  $f_0$ ，并按要求进行调制，重复步骤 b，记下信号发生器 2 的输出电平  $V_{20}$ ；
- d. 两个信号发生器同时工作，信号发生器 2 按要求调制，信号发生器 1 不调制；
- e. 调节信号发生器 1 的输出电平，使其比 b 步所得电平  $V_{10}$  高 10 dB；
- f. 调节信号发生器 2 的输出电平，使其为 CS05 极限值和 c 步所得输出电平  $V_{20}$  之和；
- g. 从频响曲线(或选择性曲线)上电平等于 CS05 规定交调抑制电平极限值的频率开始到  $f_0 \pm f_{IF}$  为止，调节信号发生器 2 的频率；
- h. 监测试样的输出，测量和记录所有响应的频率；
- i. 找到响应时，去掉信号发生器 2 的调制，如果响应消除，则是由于交调产生的，再降低信号发生器 2 的输出电平直到试样产生标准参考输出为止，记下信号发生器 2 的电平  $V$  和频率，该电平  $V$  和 c 步所得输出电平  $V_{20}$  之差，即为交调抑制。

##### 10.5.3 注意事项

- a. 用于本测试的信号发生器应始终按照适用测量接收机灵敏度的相同方法调制，这种方法规定

在试样的详细规范中,若设备规范中没有规定,则应采用下述调制:

(1) 调幅接收机

信号发生器应用 400 Hz 正弦波进行 30% 调制。

(2) 单边带和调频接收机

信号发生器不应该调制(A0 发射)

(3) 脉冲接收机

调节调制脉冲使得它的频谱能量的 80% 处在接收机 3 dB 带宽内。

b. 因为某些发生器频率可能漂移,就需要重调每个发生器以便确保测量最大的响应。

## 10.6 电源线尖峰信号传导敏感度(CS06)

### 10.6.1 测量设备

a. 尖峰信号发生器:要求脉冲宽度 10  $\mu$ s;重复频率 3~10 pps;电压输出 0~200 V(峰值)可调;输出频谱 25 kHz 时 160 dB $\mu$ V/MHz,30 MHz 时减到 115 dB $\mu$ V/MHz;相位 0~360 度可调;源阻抗(有输入变压器)0.06 $\Omega$ ;变压器电流容量 30A;外同步 50~800 Hz;外触发 0~20 pps;

b. 10  $\mu$ F 穿心电容器;

c. 示波器。

### 10.6.2 测量方法

a. 交流供电按图 15 连接,直流供电按图 16 所示连接;

b. 当使用高内阻信号源时,应按图 17 加负载和校准;

c. 用跨接在试样输入端的示波器测量所加尖峰信号的幅度,上升时间和持续时间波形,以符合 CS06 极限规定的波形;

d. 调整同步触发,使尖峰信号位于规定的试样信号条件位置上;

e. 将正、负、单个及重复的(6~16 pps)尖峰信号加到试样的不接地输入线端,持续时间不超过 30 min。尖峰信号应与电源频率同步并在每个 90° 的相位位置上,其注入时间不小于 5 min,也要求把尖峰信号置于电源频率的 0°~360° 位置上。改变尖峰同步频率(从 50~800 Hz),并注意它对设备敏感度的影响。对使用数字电路的设备,尖峰信号应由逻辑电路产生的任何门或脉冲的时帧内触发产生;

f. 如果发现试样对尖峰信号敏感,则应测定和记录它的门限电平,重复频率,在交流波形上的相位位置以及在数字门上出现的时间。

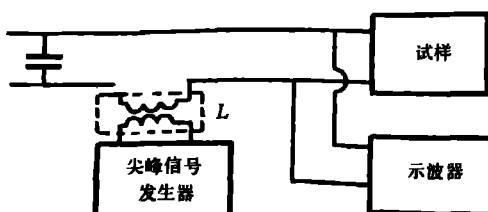


图 15 尖峰信号传导敏感度:串联注入,  $L=20 \mu\text{H}$

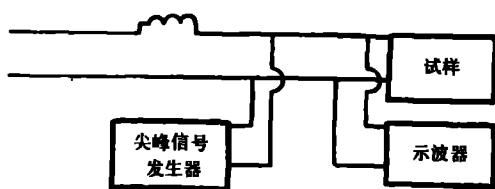


图 16 尖峰信号传导敏感度，并联注入



图 17 尖峰信号特性的校准

## 10.7 静噪抑制电路传导敏感度(CS07)

### 10.7.1 测量设备

- a. 信号发生器；
- b. 脉冲发生器；
- c. 匹配网络。

### 10.7.2 测量方法

#### 测量方法 1

- a. 测量布置如图 18 所示；
- b. 调整静噪抑制电路，使其在规定的试样射频输入电压时开启（即允许该信号通过），该规定值在设备技术条件下给出；
- c. 如果需要，在脉冲发生器和试样之间可以使用匹配网络；
- d. 把脉冲发生器的输出调到 CS07 极限规定的数值上，并把它加到试样的输入端，此时静噪抑制电路不应开启（即不应让信号通过）。

#### 测量方法 2

- a. 测量布置如图 19 所示；
- b. 调整静噪抑制电路，使其在规定的试样射频输入电压时开启，该规定值在设备技术条件下给出；
- c. 按需要，在信号发生器和试样之间加入隔离和匹配网络；
- d. 当两个 CS07 极限规定的信号同时加在试样输入端时电路不应开启。



图 18 静噪抑制电路传导敏感度测量布置图

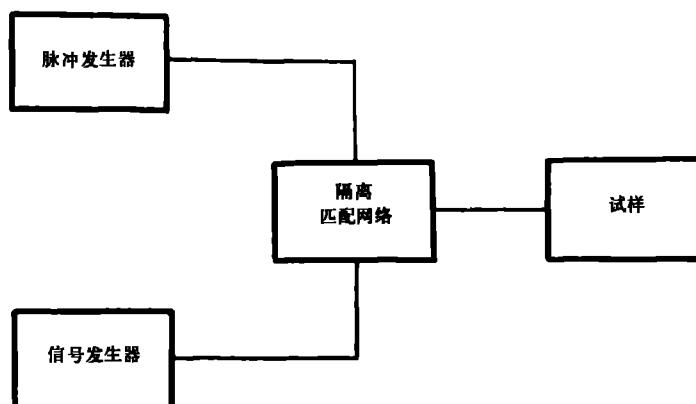


图 19 静噪抑制电路传导敏感度测试布置图

## 11 辐射发射(RE)

### 11.1 电场辐射发射(RE02)

#### 11.1.1 测量设备

- a. 测量天线；
- b. 电磁干扰测量仪；
- c. 10  $\mu\text{F}$  穿心电容器。

#### 11.1.2 测量方法

- a. 固定式设备如图 20 所示布置，便携式设备如图 21 所示布置；
- b. 用探头探测试样，找出试样的最大辐射点；
- c. 选择和安放测试天线，在 25~200 MHz 频率范围内，调节测量天线的位置，使之可进行垂直和水平测量；
- d. 对每个测量天线，用电磁干扰仪在测试频率范围内进行扫描，并按要求进行测量和记录测量结果。

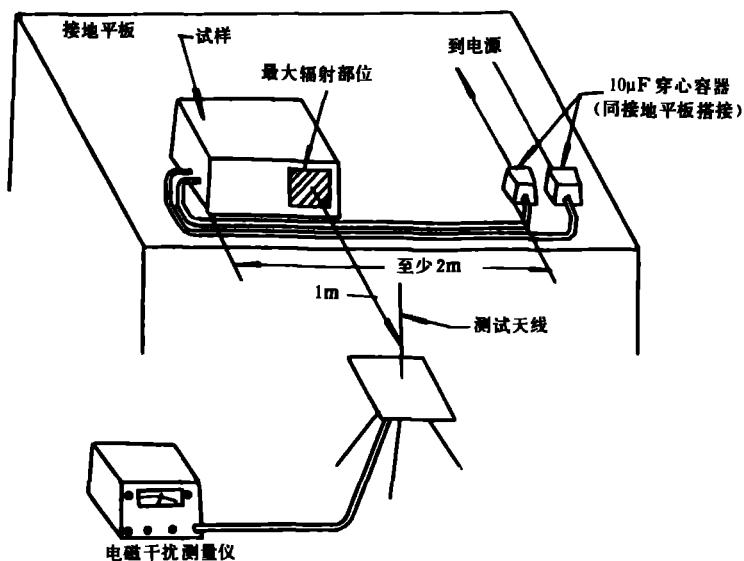


图 20 固定式设备电场辐射发射的测量布置

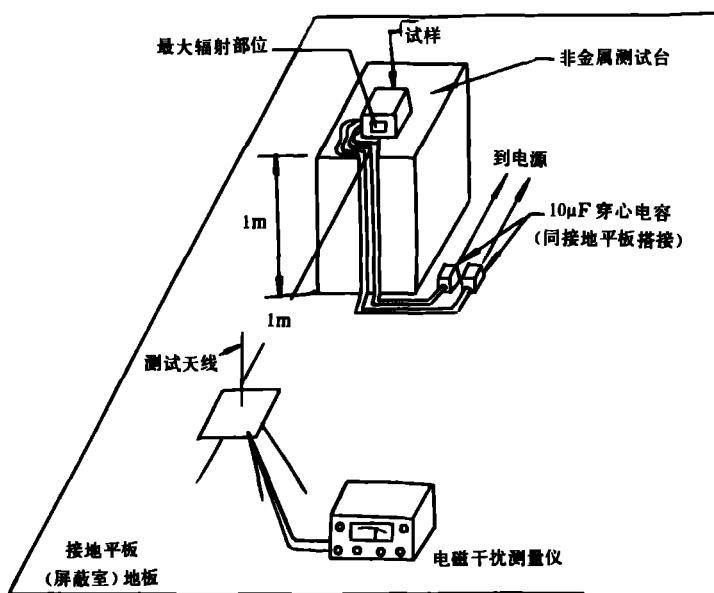


图 21 便携式设备电场辐射发射的测量布置

## 11.2 谐波和杂散信号的辐射发射(RE03)

### 11.2.1 测量设备

#### a. 测量天线;

- (1) 0.01~25 MHz 有效长度 0.5 m 的天线杆;
- (2) 25~200 MHz 132 cm 双锥形天线;
- (3) 200~1 000 MHz 背腔式螺旋形天线;

- (4) 1~12 GHz 背腔式螺旋形天线。
- 电磁干扰测量仪或频谱分析仪等；
  - 衰减器或放大器，以确保在电磁干扰测量仪输入端有合适的信号电平。

### 11.2.2 测量方法

- 测量方框图如图 22 所示；
- 调节发射天线和测试天线的方位角和仰角，使测量天线产生最大信号，记下基频电平；
- 接入基频抑制网络，在所需测量频率范围内，连续调节电磁干扰测量仪的频率，以对所有的发射进行探测，每当发现有寄生输出时，测定并记录该电平；
- 需要时，应用测量天线的有效长度以及其它修正系数（电缆损耗、衰减等）进行修正。

### 11.2.3 注意事项

- 测量设备放置在屏蔽室中可以减少测量仪器对辐射场的敏感性。可在测量天线处断开测量仪器，并检查它的显示情况，以核实没有不正常的响应；
- 测量时必须连续地监测发射机的输出功率，如在  $f_0$  处功率变化超过  $\pm 2$  dB，应停止测试，直到又得到原来的输出功率时，再进行测试，必须考虑占空系数并按照设备测试方案所规定的执行。

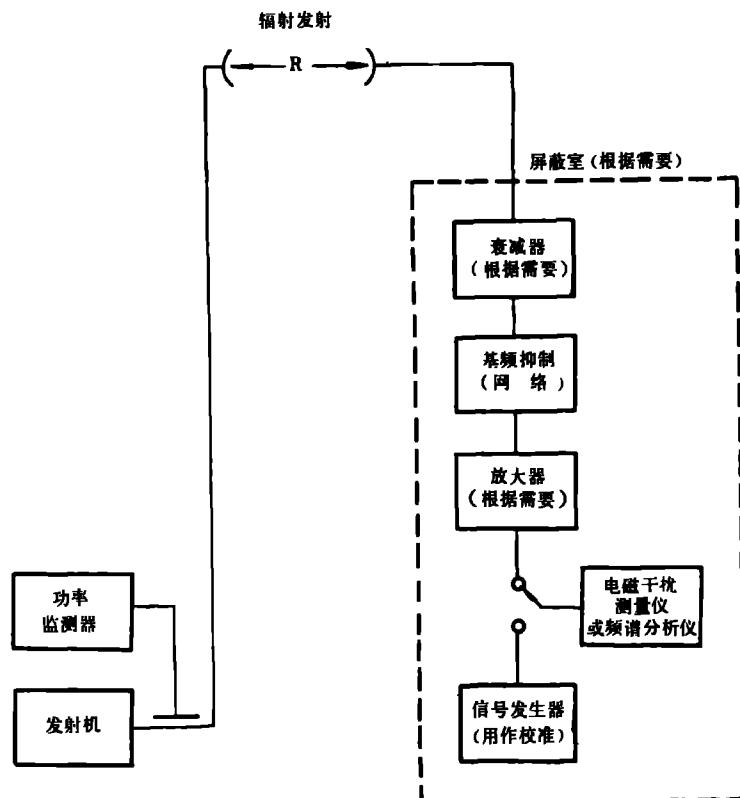


图 22 谐波和杂散信号辐射发射测量方框图

发射天线与接收天线之间的距离按下式决定：

$$(1) \text{ 当 } d < 0.4D \text{ 时 } R = 2D^2$$

$$(2) \text{ 当 } d \geq 0.04D \text{ 时 } R = (D+d)^2/\lambda$$

式中： $R$  为发射天线与接收天线之间的距离， $D$  为接收天线的最大尺寸， $d$  为发射天线的最大尺寸。 $\lambda$  为发射信号波长，单位均用 m 表示。

## 12 辐射敏感度(RS)

### 12.1 电场辐射敏感度(RS03)

#### 12.1.1 测量设备

- a. 信号源；
- b. 电磁干扰测量仪；
- c. 天线；
- d. 输出监测器：用以监测试样的性能。

#### 12.1.2 测量方法

- a. 测量布置按图 23 所示，测量设备及其安置应符合本标准第 8 章中的要求；
- b. 按 7.1 条规定选择测试信号；
- c. 按要求，用场强激励天线产生电场，注意测试信号不要影响测试设备；
- d. 改变试样取向，找出其最敏感部位；
- e. 按试样处电场要求的极限值调节信号发生器的输出；
- f. 测量试样敏感的频率及门限，并记录数据。

注：对个别体积较大的试样不适用图 24 测量布置的情况，可使用 3 m 开阔场地，参见 GB 12192 附录 C。

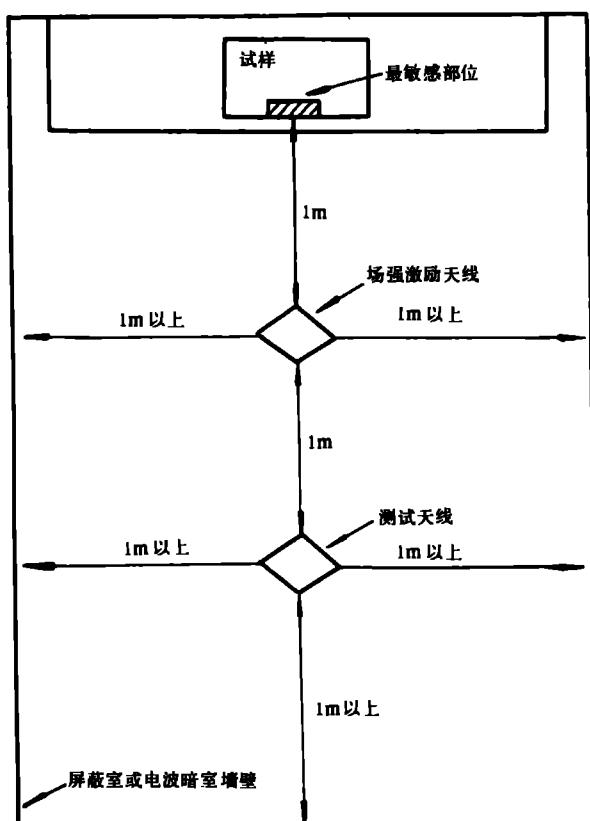


图 23 测量电场辐射敏感度布置图

**附加说明：**

本标准由国家无线电管理委员会归口。

本标准由电子部七所负责起草。

本标准起草人伍碧珊、曾胜龙。

## 射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>

---



### 射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

---

### ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…



课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>

---



### HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

## CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出，是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装，所有课程都由经验丰富的专家授课，视频教学，可以帮助您从零开始，全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装，还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



## HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

## 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…



详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验，
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>