

前 言

随着机动车工业的发展,机动车电子化程度的不断提高,相应地对机动车电磁兼容性提出了要求。本标准的制定,对机动车电子电器组件的电磁抗扰性提出了技术要求,以增加车辆运行的安全性和可靠性及电磁抗扰性。

本标准采用欧共体指令 95/54/EC(1995)《机动车电磁兼容性》的相关内容,抗扰性限值等效采用附件 1 中关于安装于车辆上的电子电器组件的抗扰性限值;测量方法等效采用附件 9 关于电子电器组件对电磁辐射的抗扰性的测量方法。这样,可以使我国机动车电磁兼容国家标准能尽快适应国际贸易和经济技术交流以及国外先进标准快速发展的需要。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为标准的附录。

本标准由全国无线电干扰标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位:中国汽车技术研究中心、机械部上海电器科学研究所。

本标准参加起草单位:电子部标准化研究所、一汽大众汽车有限公司。

本标准主要起草人:徐立、楼鼎夫、陈俐、潘少杰。

机动车电子电器组件的电磁辐射
抗扰性限值和测量方法

GB/T 17619—1998

Limits and methods of testing for immunity
of electrical/electronic sub-
assemblies in vehicles to electromagnetic radiation

1 范围

本标准规定了机动车电子电器组件(ESA)对电磁辐射的抗扰性限值和测量方法。

本标准适用于机动车电子电器组件。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 4365—1995 电磁兼容术语

GB/T 6113.1—1995 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 电磁兼容 electromagnetic compatibility(EMC)

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造成不能承受的电磁骚扰的能力。

3.2 电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、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。电磁骚扰可以是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化。

3.3 (对骚扰的)抗扰性 immunity(to a disturbance)

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

3.4 电磁环境 electromagnetic environment

存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

3.5 抗扰性限值 immunity limit

规定的最小抗扰性电平。

3.6 参考天线 reference antenna

在 20 MHz~80 MHz 内指在 80 MHz 处为半波谐振偶极子的短平衡偶极子天线;80 MHz 以上则指调谐于测量频率的平衡半波谐振偶极子。

3.7 屏蔽室 shielded enclosure

专门为隔离室内和室外的电磁环境而设计的屏栅或整体金属封闭室。其目的是阻止室外的电磁场

干扰室内的环境,并阻止对室外各种电磁活动产生干扰发射。

3.8 半电波暗室 semi-anechoic chamber

除地板以外,其余内表面均装有吸波材料的屏蔽室。

3.9 电子电器组件(ESA) electrical/electronic sub-assembly

实现一项或多项特定功能的电子电器设备或设备组,包括电气连接器和导线。ESA 可应制造商要求作为“零部件”或“独立技术单元(STU)”进行检验。

3.10 ESA 型式 ESA type

和电磁兼容相关的 ESA 型式要在以下方面无本质区别:

- a) ESA 完成的功能;
- b) 电气或电子零部件的常规布置。

4 抗扰性限值

按本标准描述的测量方法和表 1 规定的抗扰性电平进行试验,ESA 在正常使用条件下能正常工作。场强应以 V/m 表示,注入电流应以 mA 表示。

表 1 抗扰性电平限值

测量方法	抗扰性电平
150 mm 带状线法	48 V/m
800 mm 带状线法	12 V/m
横电磁波(TEM)小室法	60 V/m
大电流注入(BCI)法	48 mA
自由场法	24 V/m

5 测量要求

5.1 试验设备应能在本标准中规定的整个频率范围内产生所需试验信号。试验设备应满足 GB/T 6113.1 的要求。

5.2 测量设备应放置于屏蔽试验室外。

6 试验过程中 ESA 的状态

6.1 被测 ESA 应处于正常工作状态。除非已有专用的测量方法,否则被测 ESA 应按本标准定义的方式安置。

6.2 电源应通过一个($5\ \mu\text{H}/50\ \Omega$)人工网络(AN)加到被测 ESA,该网络必须接地。电源电压应保持恒定,其偏差不得超过系统工作电压标称值的 $\pm 10\%$,在人工网络监视口测得的任何波动电压应小于系统工作电压标称值的 1.5% 。

6.3 在标定时,应将被测 ESA 运行所需的辅助设备按规定放置,其辅助设备距参考点的距离不得小于 1 m。

6.4 为确保获得可重复的试验结果,试验信号发生器及其线路配置应和每次相应标定时(本标准的 9.2.2,9.2.4.3,9.3.4,9.4.2,9.5.2)所用的技术条件相同。

6.5 如果被测 ESA 包含多个单元,相互接线电缆应同车上使用的连接线束一样。如果不允许这样,那么电子控制单元和人工网络间连线长度应为 $1\ 500\ \text{mm} \pm 75\ \text{mm}$ 。保护套里的所有电缆应尽可能按实际情况端接,并且最好带真实负载和激励器。

7 频率范围和承受时间

7.1 应在 20 MHz~1 000 MHz 频率范围进行试验。

7.2 为保证 ESA 满足本标准的要求,试验应在此频率范围内至少 14 个频率点上进行,例如:27 MHz, 45 MHz, 65 MHz, 90 MHz, 120 MHz, 150 MHz, 190 MHz, 230 MHz, 280 MHz, 380 MHz, 450 MHz, 600 MHz, 750 MHz 和 900 MHz。

考虑到被测设备的响应时间,被测设备的承受时间应足以使其在正常条件下产生响应。在任何情况下,承受时间不应小于 2 s。

8 试验信号的特性

8.1 最大包络线幅度

试验信号最大包络线幅度应等于一个未调制的正弦波的最大包络线幅度。本标准第 4 章规定了该正弦波的均方根值,见图 1。

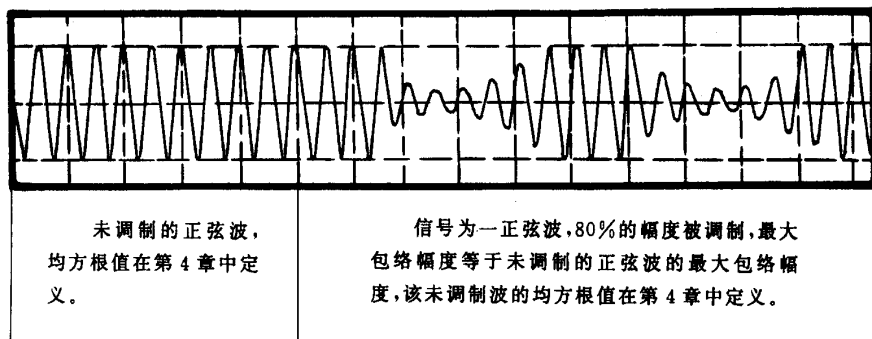


图 1 试验信号的特性

8.2 试验信号波形

试验信号应为一正弦波,其幅值由一个 1 kHz 正弦波调制,调制深度 m 为 0.8 ± 0.04 。

8.3 调制深度

调制深度 m 定义为:

$$m = \frac{\text{最大包络线幅值} - \text{最小包络线幅值}}{\text{最大包络线幅值} + \text{最小包络线幅值}}$$

9 测量方法

9.1 测量方法选择

在 20 MHz~1 000 MHz 频率范围内,ESA 可以选用以下测量方法进行试验。

- 带状线方法:见 9.2
- 自由场方法:见 9.3
- TEM 小室方法:见 9.4
- 大电流注入方法:见 9.5

由于试验时存在电磁场的辐射,所有试验应在具有屏蔽设施的场地进行(TEM 小室是一屏蔽场地)。

9.2 带状线方法

9.2.1 试验方法

该试验方法是通过将 ESA 中连接着零部件的连接线束放入特定的场强中,进行抗扰性试验的一种方法。

9.2.2 带状线内的场强标定

在每个期望的试验频率,应输入给带状线一定等级的功率,在被测 ESA 不存在的情况下,在试验区域产生所需场强。该预定功率等级或与决定场强所需的预定功率相关的其他参数,应进行测量并记录结果。这些结果将用于 ESA 的测试,除非试验室或装置发生变化时,这一程序才须重复进行。在这一过程中,场强探头的位置应在有源导体之下,且位于带状线的长度方向、垂直方向和水平方向的中心。场强探头的测量仪器部分应在带状线轴长度方向上,并尽可能远离带状线。

9.2.3 150 mm 带状线方法

9.2.3.1 试验方法

该试验方法是在一有源导体(带状线 50 Ω 阻抗)和一接地平板(安装桌的导电平面)间产生均匀场强,在场强中间可插入部分连接线束。被测 ESA 的电控制器应安装在接地平板上,但置于带状线以外,电控制器的一个边缘平行于带状线的有源导体,并且距有源导体的侧面的直线距离为 200 mm $\pm$ 10 mm。有源导体的任何边缘至用于测试的任何外部设备的距离至少为 200 mm,被测 ESA 的连接线束部分应在有源导体和接地平板之间水平放置(见附录 A 的图 A1 和图 A2)。

9.2.3.2 连接线束的最小长度,包括放在带状线内的电控部分的电源线,应为 1.5 m。除非车上该连接线束小于 1.5 m,在这种情况下连接线束的长度才为车辆安装中所用线束的最大长度。在这个长度上的任何支路应沿着和线长度轴垂直的方向走线。

9.2.3.3 连接线束全部伸展长度,包括所有分支的最大长度,选择为 1.5 m。

9.2.4 800 mm 带状线方法

9.2.4.1 试验方法

该带状线是由两块相距 800 mm 的平行金属板构成。被测设备放于金属板间的中心位置并承受电磁场(见附录 A 的图 A3 和图 A4)。

该方法能测试包括传感器和激励器以及控制器和接线保护套在内的完整的电器系统。该方法适用于最大尺寸小于金属板间距离的 1/3 的装置。

9.2.4.2 带状线的布置

带状线应放置在屏蔽室内(以避免外部辐射),并与墙壁和任何金属屏蔽壳体的距离大于 2 m,以避免电磁反射。射频吸波材料可用来减弱这些反射。带状线应置于地面以上至少 0.4 m 的非导电支撑物上。

9.2.4.3 带状线标定

在被测系统未放入带状线内之前,将一个场强测量探头放置在带状线金属平板之间的空间中心。该空间的三维尺寸为平板之间空间的长、宽、高的 1/3。相关测量设备应置于屏蔽室外。

在每个要求的试验频率点,输入给带状线一定等级的功率,以产生所要求的场强。该预定功率等级或直接影响规定场强所需预定功率的其他参数,应该用于 ESA 的测试。除非试验室或设备发生变化时,该过程才须重复进行。

9.2.4.4 被测 ESA 的安装

主控制单元应置于平行板之间的空间,该空间的三维尺寸为平板之间空间的长、宽、高的 1/3。它应放在一个非导电材料制的台架上。

9.2.4.5 主连线保护套和传感器电缆或激励器电缆

主连线保护套和传感器电缆或激励器电缆应该从控制单元垂直地向上引到接地平板内表面(这样使和电磁场的耦合最大化),并沿着金属板的内表面到它的一个自由面,在那儿环绕至接地平板的外表面,并沿着带状线馈线的走向,连接到置于电磁场影响之外的场地上的相关设备。例如,在带状线长度方向上,距离带状线 1 m 以外的屏蔽室的地面上的相关设备。

9.3 自由场方法

9.3.1 试验方法

该试验方法是将 ESA 暴露于由天线产生的辐射电磁场中进行试验。

9.3.2 试验台架

试验应在一个半电波暗室内的台架上进行。台架应是木质或等效的非导电桌。

9.3.2.1 接地平板

9.3.2.1.1 对自由场抗扰性试验,被测 ESA 及其连接线束应置于木质或等效的非导电桌上 $50\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 处。然而,如果被测 ESA 与车辆的金属车体有电气搭接,那么搭接部分应放在接地平板上并电气搭接于接地平板。接地平板应为厚度不小于 0.5 mm 的金属板。接地平板的最小尺寸取决于被测 ESA 的大小,并应有足够空间布置 ESA 的连接线束和零部件。接地平板应与接地系统的保护导体连接。接地平板应位于测试试验室地面以上 $1.0\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ 高处,并平行于该地面。

9.3.2.1.2 被测 ESA 应按要求装配和连接。电源供电线束应沿着离天线最近的接地平板或桌子边缘布线并限制在 100 mm 之内。

9.3.2.1.3 被测 ESA 应按制造商的安装说明书与接地系统连接,不允许有其他的接地连接。

9.3.2.1.4 被测 ESA 和所有其他导电结构之间的最小距离应为 1.0 m (除被测物体下的接地平板以外),导电结构可以是屏蔽室的侧壁。

9.3.2.1.5 接地平板的面积应不小于 2.25 m^2 ,其短边不小于 750 mm ,接地平板用连接线与屏蔽室相连,连接直流电阻不超过 $2.5\text{ m}\Omega$ 。

9.3.2.2 被测 ESA 的安装

对于安装在金属试验台架上的大设备,试验时,金属台架应被看作接地平板的一部分并进行相应搭接。试验样品的表面应放在距接地平板边缘至少 200 mm 处。所有导线和电缆距接地平板边缘的最小距离为 100 mm ,且在接地平板(从线束的最低点)以上 $50\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 。电源应通过一个($5\text{ }\mu\text{H}/50\text{ }\Omega$)人工网络(AN)加到被测 ESA。

9.3.3 场发生装置类型、位置和方向

9.3.3.1 场发生装置类型

9.3.3.1.1 应选择适当类型的场发生装置,使参考点(见 9.3.3.4)在相应频率上获得符合要求的场强。

9.3.3.1.2 场发生装置可以是天线或面天线。

9.3.3.1.3 场发生装置的结构和方向应使产生的场为极化场:从 $20\text{ MHz} \sim 1\,000\text{ MHz}$ 水平极化或垂直极化。

9.3.3.2 测试高度和距离

9.3.3.2.1 高度

天线的相位中心应位于被测 ESA 放置的接地平板之上至少 $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 。天线的任何发射部分到试验室地面的距离不应小于 250 mm 。

9.3.3.2.2 距离

9.3.3.2.2.1 将场发生装置放置在离 ESA 尽可能跟实际情况接近处,可以最好地接近实际情况。大多数情况下,这一距离在 $1\text{ m} \sim 5\text{ m}$ 之内。

9.3.3.2.2.2 如果试验是在一个屏蔽室内进行,场发生装置的辐射部分距辐射吸波材料不应小于 0.5 m ,距屏蔽室墙壁不应小于 1.5 m 。在发射天线和被测 ESA 之间不应放有吸波材料。

9.3.3.3 天线相对于被测 ESA 的位置

9.3.3.3.1 场发生装置的辐射部分距接地平板边缘不应小于 0.5 m 。

9.3.3.3.2 场发生装置的相位中心应在一平面上,该平面

- a) 垂直于接地平板;
- b) 平分接地平板的边缘和连接线束主要部分中点;
- c) 垂直于接地平板边缘和连接线束主要部分。

场发生装置应平行该平面放置(见附录 D 的图 D1 和图 D2)。

9.3.3.3.3 放置在接地平板或被测 ESA 之上的任何场发生装置应伸出被测 ESA。

9.3.3.4 参考点

参考点的场强应按如下的方法建立和定义。

9.3.3.4.1 参考点应距天线相位中心水平距离至少 1 m 或距面天线辐射部分的垂直方向的距离至少 1 m。

9.3.3.4.2 在一个平面上,该平面

- a) 垂直于接地平板;
- b) 垂直连接线束主要部分布线所沿的接地平板的边缘;
- c) 平分接地平板的边缘及连接线束主要部分中点;
- d) 与沿着离天线最近的接地平板的边缘布线的线束的主要部分的中心点重合。

9.3.3.4.3 位于接地平板以上 150 mm±10 mm。

9.3.4 产生所需场强

9.3.4.1 应用“替代法”建立试验场。

9.3.4.2 替代法:在每个要求的试验频率,向场发生装置输入一定等级的功率以使在参考点(在被测 ESA 不存在的情况下,按 9.3.3.4 定义的参考点)产生所需场强。应测量并记录下该预定功率等级或与确定场强所需预定功率相关的其他参数。这些参数将用于 ESA 测试,除非试验室或设备发生变化时,才有必要重复这一程序。

9.3.4.3 在标定过程中,附加设备距离参考点至少 1 m。

9.3.4.4 场强测量设备:用替代法标定场强时,用适当的小型场强测量仪确定场强大小。

9.3.4.5 场强测量设备的相位中心应位于参考点上。

9.3.4.6 将包括一个附加接地平板的被测 ESA 放入试验室中,并且按 9.3.3 的要求放置。如果要用到第二块接地平板,那么它应该距台架接地平板 5 mm 之内,并且与台架接地平板电气搭接。然后在第 7 章中规定的每个频率点上,施加给场发生装置 9.3.4.2 中确定的所要求的预定功率。

9.3.4.7 在 9.3.4.2 中为确定场强选择的参数,在 ESA 测试过程中应该使用同样参数来确定场强。

9.3.5 等场强线

9.3.5.1 用替代法标定场强时(被测 ESA 放入试验场地以前),在一条平行于离天线最近的接地平板的边缘且通过参考点的直线上,在参考点两侧 0.5 m±0.05 m 位置处,场强不应低于额定值的 50%。

9.4 TEM 小室方法

9.4.1 试验方法

TEM 小室在内部导体(芯板)和外壳(接地平板)之间产生均匀场强,用来测试 ESA 的抗扰性(见图 C1)。

9.4.2 TEM 小室内场强标定

9.4.2.1 TEM 小室内电场强度应用下面等式确定:

$$|E| = \frac{\sqrt{P \times Z}}{d} \dots\dots\dots (1)$$

式中: E ——电场强度, V/m;

P ——输入小室的功率, W;

Z ——小室的阻抗(50 Ω);

d ——上板和平板(芯板)之间的距离, m。

9.4.2.2 应选择适当的场强传感器放入 TEM 小室的上半部分。在 TEM 小室的这部分,传感器对试验场仅有很小的影响,传感器测定的场强大小即为 TEM 小室场强。

9.4.3 TEM 小室的尺寸

为维持 TEM 小室内均匀场强并获得可重复性试验结果,被测 ESA 的高度不应大于小室顶板到芯板高度的 1/3。在附录 C 中,图 C2 和表 C1 给出了 TEM 小室的推荐尺寸。

9.4.4 电源线、信号线和控制线

TEM 小室应与一个同轴插座板连接,并且尽可能近的连接于带适当管脚的插头连接器上。从小室壁上的插头连接器出来的电源线和信号线应直接与被测 ESA 连接。

外部零部件如:传感器、电源和控制元件可以连于

- a) 已屏蔽的外部设备;
- b) TEM 小室附近的车辆;
- c) 直接与屏蔽的接线板连接。

如果车辆或外部设备不在同一或邻近的屏蔽室内,那么一定要使用屏蔽电缆将 TEM 小室与外部设备或车辆连接。

9.5 大电流注入方法

9.5.1 试验方法

这是利用电流注入探头通过将电流直接感应到连接线束进行抗扰性试验的一种方法。该注入探头由一个耦合钳组成,被测系统的电缆从耦合钳中穿过。然后通过改变感应信号的频率进行抗扰性试验。

被测 ESA 可以按 9.3.2.1 放置在接地平板之上,或者根据车辆实际安装要求放置于车内。

9.5.2 试验前大电流注入探头的标定

注入探头应安装在一个标定架上,在扫描全频率范围时,监测本标准第 4 章中规定的电流所需要的功率。这种方法标定了试验前大电流注入系统预定功率和电流的关系。当用标定时所用电缆连接被测 ESA 时,正是这个预定功率将施加到注入探头里。应注意,监测到的用于注入探头的功率为预定功率。

9.5.3 被测 ESA 的安装

对于按 9.3.2.1 安装在接地平板上的 ESA,连接线束的所有电缆应尽可能按实际情况端接并且最好带真实负载和激励器。对于安装在车上或接地平板上的 ESA,应使连接每个接线端子的连接线束中所有的导线依次穿过电流注入探头,并且电流注入探头距被测系统电控单元(ECU)、设备组件或有源传感器的每个接线端子的距离为 $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 。

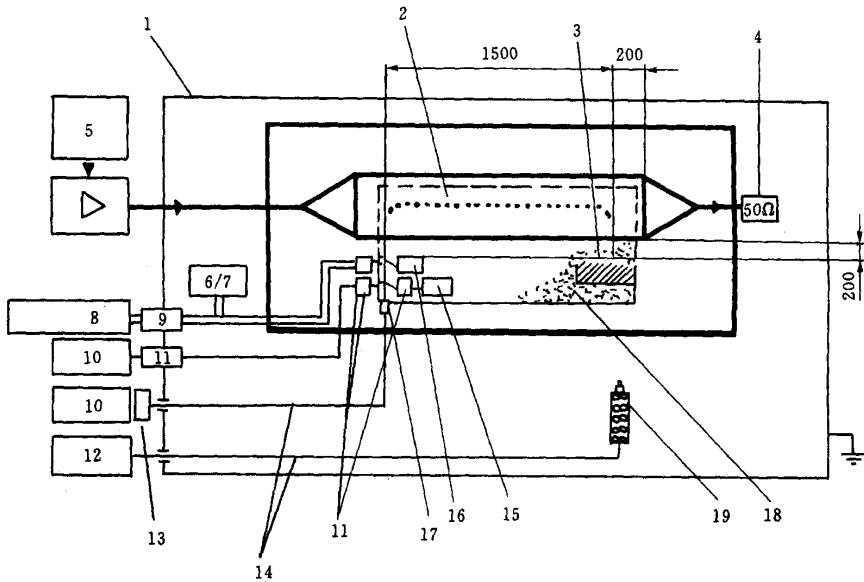
9.5.4 电源线、信号线和控制线

对于按 9.3.2.1 安装在接地平板上的被测 ESA,连接线束应连于人工网络(AN)和主电控单元(ECU)之间。该线束应平行于接地平板的边缘并距其至少 200 mm。该线束应包括连接汽车蓄电池到 ECU 的电源馈给线,如果汽车上用到的话,还应包括电源返回线。

从 ECU 到 AN 的距离应为 $1.0\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ 或者为 ECU 和蓄电池之间在车上使用线束长度。如果已知线束使用长度,那么选择两者中较短者。如果使用车辆线束,那么在其长度上存在的任何支线应沿接地平板走线,并且应和接地平板边缘垂直,否则被测 ESA 在该长度上的导线应在人工网络处断开。

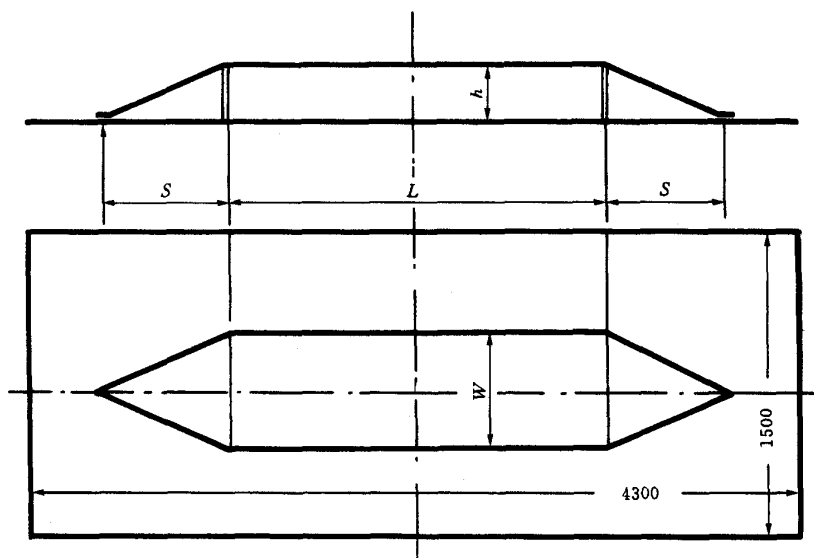
附录 A
(标准的附录)
带状线试验

单位: mm



1—屏蔽室；2—电缆线束；3—被测物体；4—端接电阻；5—信号发生器；6/7—可替换的电瓶；8—电源；
9—滤波器；10—外部设备；11—滤波器；12—视频监视器；13—光电转换器；14—光缆；15—无防辐射的外设；
16—线性或防辐射外设；17—光电转换器；18—绝缘支承座；19—摄像机

图 A1 150 mm 带状线试验布置

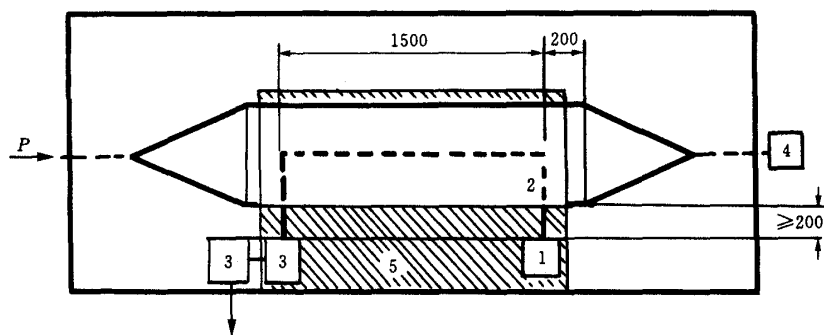


$$L = 2\,500\text{ mm}$$

$$S = 800\text{ mm}$$

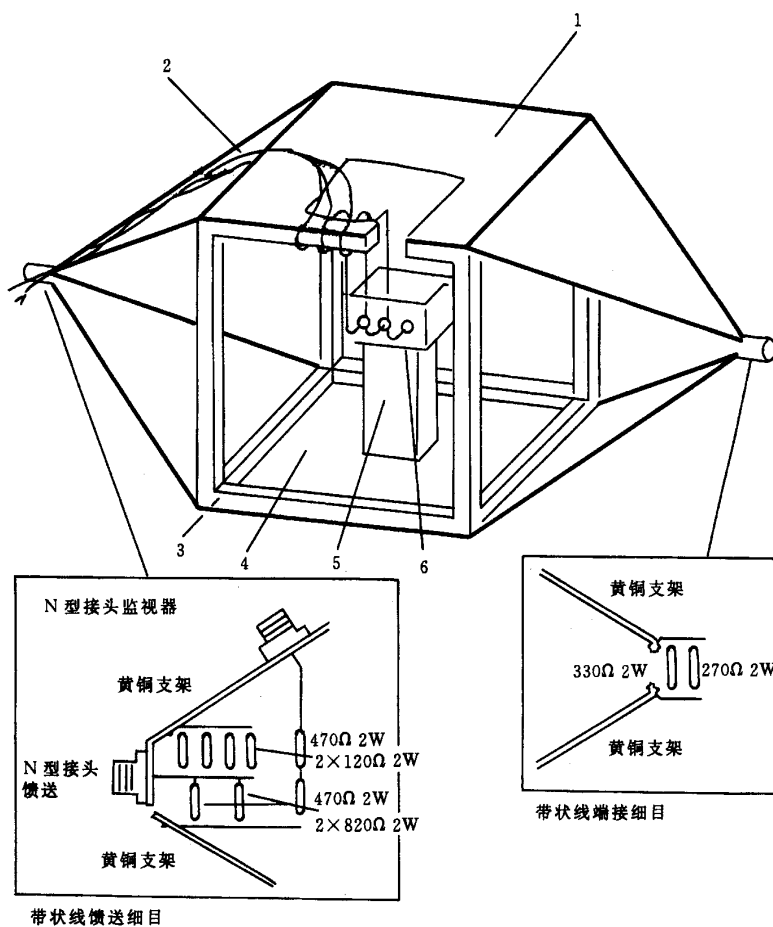
$$W = 740\text{ mm}$$

$$h = 150\text{ mm}$$



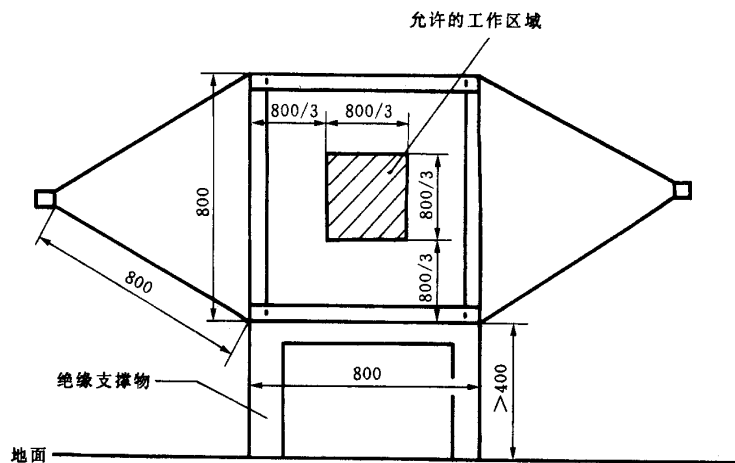
1—被测物体; 2—电缆线束; 3—外部设备; 4—端接电阻; 5—绝缘支承座

图 A2 150 mm 带状线尺寸

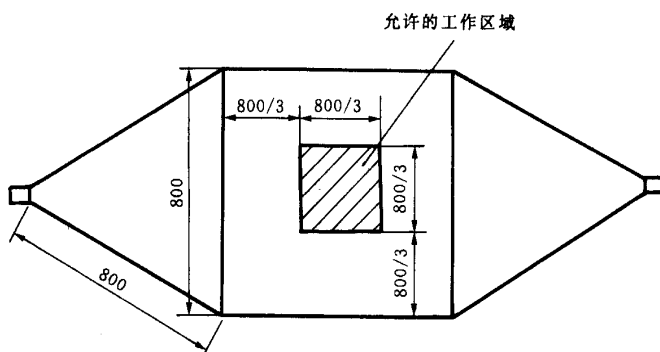


1—接地平板;2—主保护套和传感器电缆或激励器电缆;3—木质框架;
4—激励板;5—绝缘装置;6—被测物体

图 A3 800 mm 带状线试验布置



侧视图

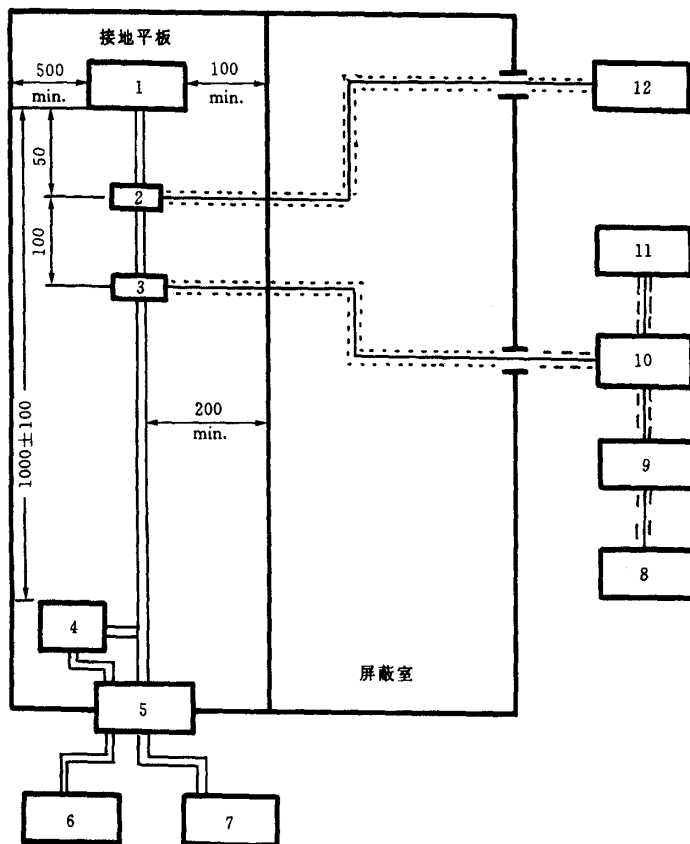


平面图

图 A4 800 mm 带状线尺寸

附录 B
(标准的附录)
大电流注入试验

单位:mm

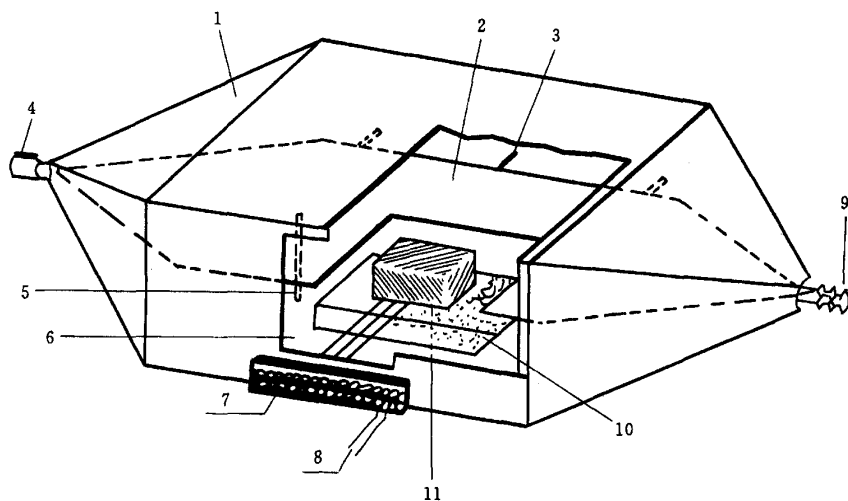


1—被测 ESA; 2—RF 测量探头(选用); 3—RF 注入探头; 4—人工网络; 5—屏蔽室滤波网络
6—电源; 7—被测 ESA 接口模拟和监视设备; 8—信号发生器; 9—宽带放大器; 10—RF50Ω
定向耦合器; 11—RF 功率电平测试设备或等效设备; 12—频谱分析仪或等效设备(选用)

图 B1 BCI 试验配置示例

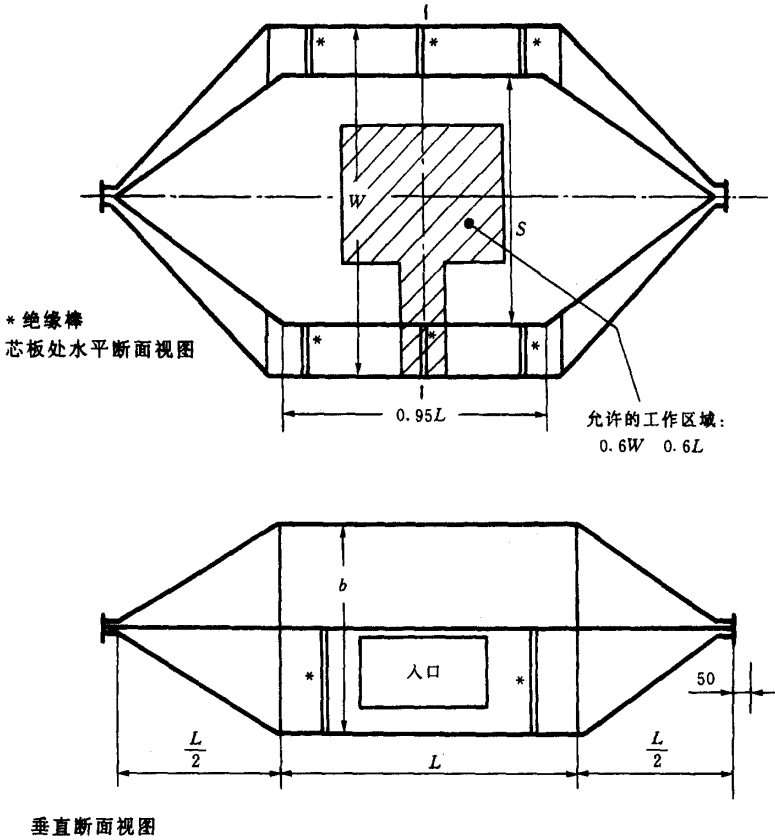
附录 C
(标准的附录)
TEM 小室试验

单位: mm



- 1—外导体,屏蔽;2—内导体(芯板);3—绝缘体;4—输入端;5—绝缘体;6—门
7—接线板;8—被测物体电源;9—端接电阻 50Ω (匹配负载);10—绝缘支架
11—被测 ESA(最大高度为小室底板到芯板距离的 $1/3$)

图 C1 TEM 小室试验布置



矩形 TEM 小室设计

图 C2 TEM 小室尺寸

表 C1 具有特定上限频率的小室的结构尺寸

上限频率 MHz	小室形状系数 W/b	小室形状系数 L/W	平板间距 b cm	芯板 S cm
200	1.69	0.66	56	70
200	1.00	1	60	50

附录 D

(标准的附录)

自由场试验

单位: mm

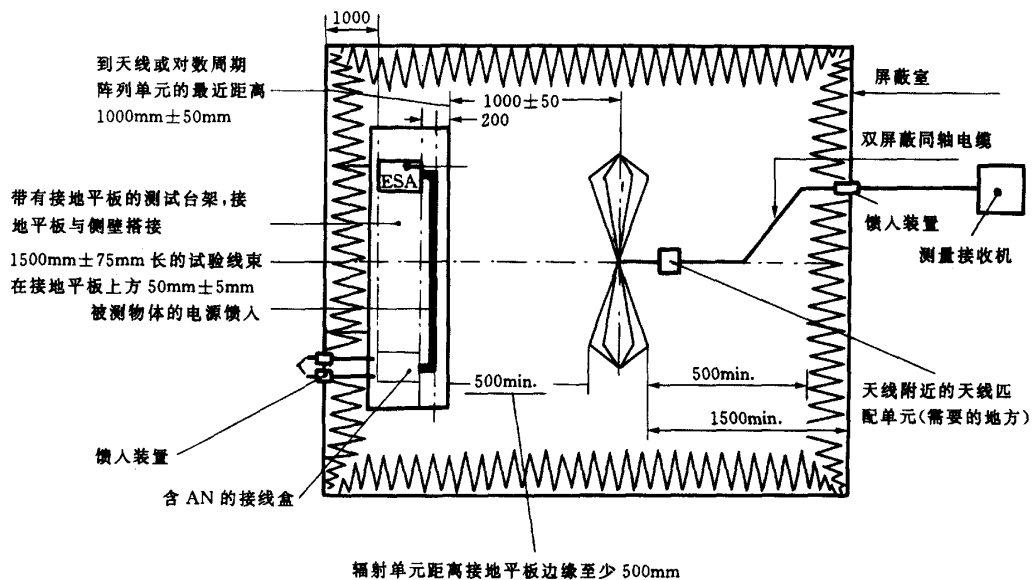


图 D1 自由场 ESA 抗扰性试验布置(普通平面视图)

单位: mm

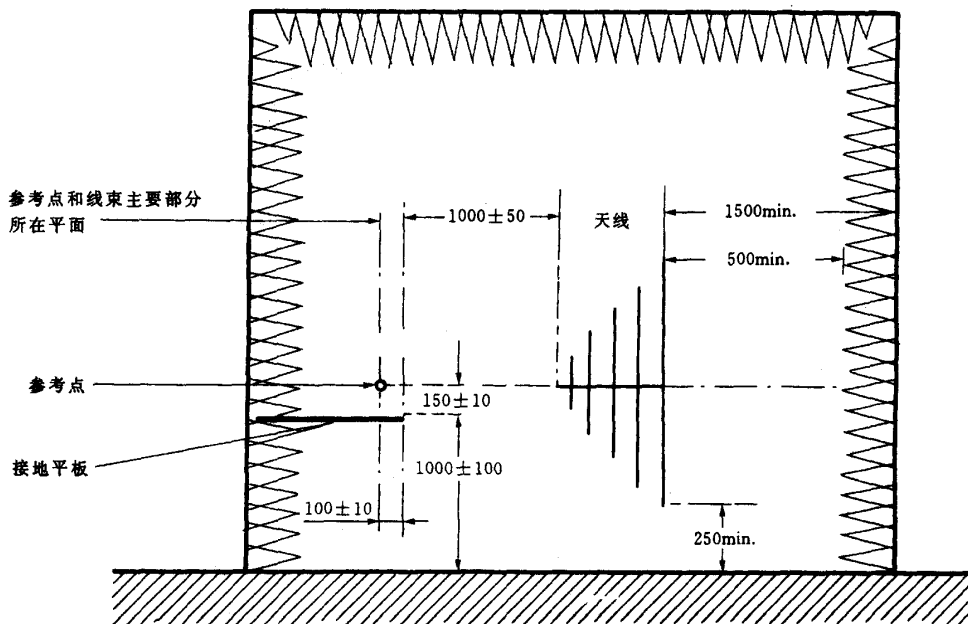


图 D2 自由场 ESA 抗扰性试验布置(主视图)