

ICS 33.100
L 06



中华人民共和国国家标准

GB/T 12190—2006
代替 GB/T 12190—1990

电磁屏蔽室屏蔽效能的测量方法

Method for measuring the shielding effectiveness
of electromagnetic shielding enclosures

常州华明电子设备有限公司

2006-03-06 发布

2006-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布



目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 初测程序	2
4.1 准备	2
4.2 测试计划	2
4.3 校准	2
4.4 参考电平和动态范围	2
4.5 屏蔽的预先检查程序	2
4.6 警告	2
5 详细的测量方法	2
5.1 背景	2
5.2 推荐的典型测量频率	2
5.3 判定准则	3
5.4 屏蔽效能的计算	3
5.5 准备过程	4
5.6 低频段测量(9 kHz~20 MHz)	4
5.7 谐振频段测量(20 MHz~300 MHz)	6
5.8 高频段测量(300 MHz~18 GHz)	11
6 测试报告	15
附录 A(资料性附录) 基本原理	16
A.1 基础	16
A.2 一些考虑	16
A.3 腔体谐振	16
A.4 测量位置	18
A.5 测量设备	18
附录 B(资料性附录) 数学公式	19
B.1 专门的数学公式	19
B.2 低频段(50 Hz~20 MHz)的屏蔽效能	19
B.3 谐振频段(20 MHz~300 MHz)的屏蔽效能	19
B.4 高频段(300 MHz~100 GHz)的屏蔽效能	19
B.5 用非线性单位(对数)计算	20
B.6 动态范围的考虑	20
附录 C(资料性附录) 其他的有关信息	21
C.1 环天线共面和共轴的比较	21
C.2 高磁导率铁磁性屏蔽室的非线性	21
C.3 测试频率的选择	21

附录 D(资料性附录) 测量技术选择指南	23
D.1 屏蔽室的分类	23
D.2 性能要求	23
D.3 仪器设备的要求	23
附录 E(资料性附录) 初测和改进	24
E.1 准备	24
E.2 初测的频率	24
E.3 初测方法	24

常州华明电子设备有限公司

前 言

本标准自实施之日起代替 GB/T 12190—1990《高性能屏蔽室屏蔽效能的测量方法》。

本标准与 GB/T 12190—1990 相比,主要变化如下:

- 标准的编号和名称由 GB/T 12190—1990《高性能屏蔽室屏蔽效能的测量方法》改为 GB/T 12190—2006《电磁屏蔽室屏蔽效能的测量方法》;
- 适用的最小屏蔽室尺寸从“1.5 m”改为“2.0 m”;
- 适用的频率范围从“100 Hz~12.4 GHz”改为“50 Hz~100 GHz”;
- 规范性引用文件中的引用文件改为“GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容”;
- 增加了“动态范围”等五个术语;
- “低频段(9 kHz~20 MHz)、谐振频段(20 MHz~300 MHz)和高频段(300 MHz~18 GHz)”取代了“频段 I(100 Hz~20 MHz)、频段 II(300 MHz~1 000 MHz)和频段 III(1.7 GHz~12.4 GHz)”;
- 取消了平均屏蔽效能的内容;
- 增加了测试频点;
- 取消了优先大环测试和备用大环测试;
- 用小环法测试时,增加了在门的四个角的测试和双扇门的测试;
- 增加了在谐振频段的测量方法;
- 在高频段 300 MHz~18 GHz,发射天线可以用偶极子天线、双锥天线、对数周期天线、喇叭天线或其他线性天线,而 1990 版本只能用偶极子天线(300 MHz~1 000 MHz)和波导天线(1.7 GHz~12.4 GHz)。在高频段,增加了 0.96 GHz~1.46 GHz、1.12 GHz~1.7 GHz 频段喇叭天线的尺寸;
- 1 GHz 以上接收天线的布置不同;
- 取消了多层板结构屏蔽室需要检查与双层间距尺寸有关的谐振特性测试。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 为资料性附录。

本标准由全国无线电干扰标准化技术委员会归口。

本标准由信息产业部电子工业标准化研究所、东南大学负责起草。

本标准主要起草人:陈世钢、蒋全兴、张戈、赵磊、周忠元。

本标准于 1990 年首次发布。

电磁屏蔽室屏蔽效能的测量方法

1 范围

本标准规定了各边尺寸不小于 2.0 m 的电磁屏蔽室屏蔽效能的测量和计算方法。测试频率范围为 9 kHz~18 GHz。根据需要,频率向两端可以扩展到 50 Hz 和 100 GHz。

如果屏蔽室用于全电波暗室或半电波暗室,则屏蔽效能的测试应在吸波材料安装以前进行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容(idt IEC 60050(161):1990)

3 术语和定义

GB/T 4365—2003 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

动态范围(DR) dynamic range (DR)

接收系统工作于线性区(参见第 B.6 章)的幅度范围。如果信号幅度的单位用分贝表示,则动态范围等于最大信号值与最小信号值的差值。对于屏蔽效能测量,动态范围主要取决于参考电平值与噪声电平之差。应按本标准 4.4 规定的方法对动态范围进行验证。它表示用那些特定设备和设置在该频点可测的最大屏蔽效能。

3.2

屏蔽室 shielding enclosure

使内部不受外界电、磁场的影响或使外部不受其内部电、磁场影响的一种结构。它通常由金属材料建成,在金属板接缝和门等处采取一定的措施以保证连续的电连接。高性能的屏蔽室在不同频率可以将电、磁场抑制一到七个数量级。

3.3

屏蔽效能(SE) shielding effectiveness (SE)

没有屏蔽体时接收到的信号值与在屏蔽体内接收到的信号值的比值,即发射天线与接收天线之间存在屏蔽体以后所造成的插入损耗。

3.4

本地源 local source

距离屏蔽室非常近的、电磁能量只照射在屏蔽室表面局部区域的发射源。

3.5

所有者 owner

提出最终屏蔽要求并将使用屏蔽室的个人、公司或组织。

3.6

测试机构 testing agency

完成测试并出具报告的机构。

4 初测程序

4.1 准备

在正式测试开始之前,需要先测试参考电平和动态范围。

4.2 测试计划

测量前应制定测试计划并得到屏蔽室的所有者或所有者代表的同意。测试时,应依照计划进行。测试计划应包括实际测试频点、判定准则、测试部位和推荐使用的仪器清单。

4.3 校准

在测试开始前,任何能影响屏蔽效能测量结果的仪器都必须经过校准。应提供可溯源到国家标准的、并在设备校准周期内的最新校准日期。

4.4 参考电平和动态范围

参考电平应按低频(磁场)、谐振频率、高频(平面波)测试条款中的描述确定。测试布置改变时应重新确定参考电平。在每个频率测试结束后应重新测量参考电平。如果该测量值与先前的参考电平值发生了 ± 3 dB以上的变化,则应重新测试。

应保证每个测试配置都有合适的动态范围,这可用以下的方法确定:用相关发射设备激励接收设备,证明设备对测试时所有可能遇到的各种发射、接收电平都仍保持在线性校准状态。在接收系统中,用校准过的衰减器改变接收机的输入,如果两者变化的分贝数相同,则表示系统工作在校准(线性)状态。这种验证在每个测试频点至少都应进行一次。

动态范围至少应比被测屏蔽室的屏蔽效能大6 dB。最好在测量参考电平时确定动态范围。并尽量降低周围环境(如墙,建筑物)的影响。

4.5 屏蔽的预先检查程序

参见附录 E。

4.6 警告

发射源应该由有经验的测试人员操作。

在依照本标准进行测试的过程中,应保护有关人员不会受到射频辐射的伤害,并避免对测试现场附近其他电子设备造成干扰。

5 详细的测量方法

5.1 背景

本章详细规定了屏蔽效能的测量方法。本标准只规定测量方法,不规定具体的测试频点和屏蔽效能最小值的要求。测试频点和屏蔽效能最小值的要求由所有者决定。

本标准只推荐典型的测量频率供所有者参考。在典型测量频点上的测试结果可以代表9 kHz~18 GHz的屏蔽效能。

详细的测量方法将测试频段分为低频段、谐振频段和高频段。在不同的频段上需使用不同的设备和测试方法。

5.2 推荐的典型测量频率

推荐的典型测量频率见表1,测试频点应由所有者来选择。

表1 推荐的典型测量频率

典型频率	天线类型	章条号
低频段*	9 kHz~16 kHz	5.6
	140 kHz~160 kHz	5.6
	14 MHz~16 MHz	5.6

表 1 (续)

典型频率	天线类型	章条号	
谐振频段 ^a	20 MHz~100 MHz	双锥天线	5.7
	100 MHz~300 MHz	偶极子天线	5.7
高频段 ^b	0.3 GHz~0.6 GHz	偶极子天线	5.8
	0.6 GHz~1.0 GHz	偶极子天线	5.8
	1.0 GHz~2.0 GHz	喇叭天线	5.8
	2.0 GHz~4.0 GHz	喇叭天线	5.8
	4.0 GHz~8.0 GHz	喇叭天线	5.8
	8.0 GHz~18 GHz	喇叭天线	5.8

^a 实际测试频点以测试计划为准。

^b 推荐在每一频段选择一个频点,但实际测试频点以测试计划为准。

测试频段可以向高端或低端扩展。表 2 为包含扩展范围的典型测量频率范围。

表 2 扩展范围的典型测量频率范围

频率范围	天线类型	章条号
50 Hz~110 Hz	小环天线	5.6
0.9 kHz~1.1 kHz	小环天线	5.6
35 GHz~45 GHz	喇叭天线	5.8
90 GHz~100 GHz	喇叭天线	5.8

5.3 判定准则

最低可接受的通过/不通过判定准则由所有者确定。

5.4 屏蔽效能的计算

屏蔽效能的计算公式见表 3 和附录 B。

表 3 屏蔽效能的数学表达式

频率范围	测量值	单位	屏蔽效能 ^a /dB
线性单位			
9 kHz~20 MHz (可向下扩展到 50 Hz)	H_1, H_2	$\mu\text{A}/\text{m}$ μT	$S_H = 20 \lg \frac{H_1}{H_2}$
	V_1, V_2	μV	$S_H = 20 \lg \frac{V_1}{V_2}$
20 MHz~300 MHz	E_1, E_2	$\mu\text{V}/\text{m}$	$S_E = 20 \lg \frac{E_1}{E_2}$
1.7 GHz~18 GHz (可向上扩展到 100 GHz)	P_1, P_2	W	$S_P = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$
对数单位			
上栏内所有频段	上栏中的各个测量值, 用 dB 表示	dB	$SE = E_1 - E_2$ $SE = H_1 - H_2$ $SE = V_1 - V_2$ $SE = P_1 - P_2$

^a 参见附录 B。

5.5 准备过程

在正式测试开始前,应确认测试仪器符合 4.3 的校准要求;参考电平和动态范围应按 4.4 确定。

5.6 低频段测量(9 kHz~20 MHz)

在低频段,使用具有静电屏蔽的小环来评价屏蔽室对附近磁场源的屏蔽效能。

5.6.1 频率范围和频段

推荐在以下三个频段内各选择一个频点进行测试: 9 kHz~16 kHz、140 kHz~160 kHz 和 14 MHz~16 MHz。实际的测试频点应由所有者来决定。

当频率向低端扩展到 50 Hz 时,小环法同样适用。在较低频率,可能需要使用不同的设备以获得足够的动态范围。例如,可以增加接收环天线和/或发射环天线的匝数。

5.6.2 测量设备和布置

信号源、测量设备和布置应满足本条和图 1 的要求。

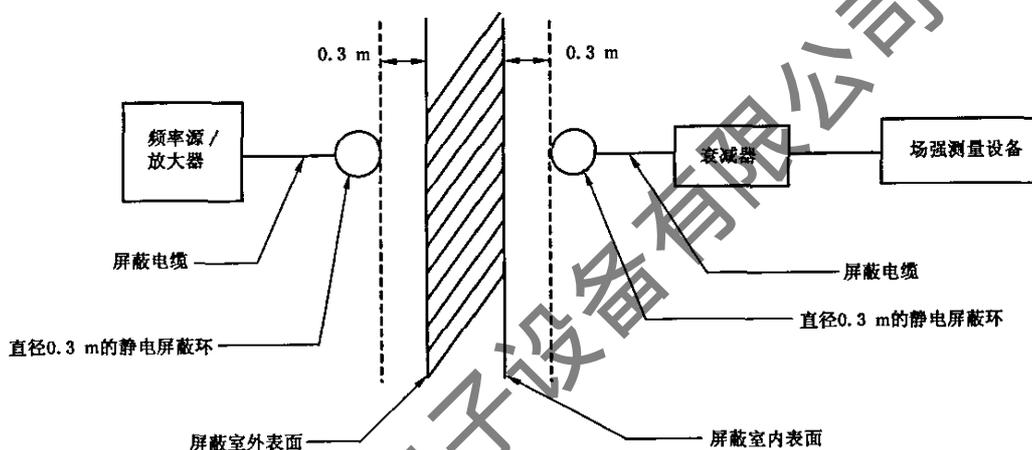


图 1 磁场测试配置示意图

5.6.2.1 磁场源

磁场由直径为 0.3 m 的静电屏蔽环中的电流来产生。如果使用阻抗匹配装置,普通的信号发生器加上放大器就可提供所需的环电流。

5.6.2.2 接收天线

接收天线是连接到场强仪、频谱分析仪或类似设备的直径为 0.3 m 的静电屏蔽环。

5.6.3 初测

在测量屏蔽室性能之前应该考虑到高磁导率铁磁性屏蔽室的非线性特性(参见附录 C)。

5.6.3.1 屏蔽缺陷

因为在 14 MHz~16 MHz 频率范围内容易发现屏蔽缺陷,所以极力推荐在该频率范围内进行磁场测试,并确定有问题的区域。

5.6.4 参考场强的测量

在没有屏蔽室时,将接收环天线与发射环天线相距:0.6 m 与屏蔽室壁厚度之和(这是实际测量时两个环天线间的真实距离);并且使两个环天线处于同一平面(共面法)。此时测得的场强即为参考场强。

与此同时,按 4.4 和 5.6.3 确定动态范围是否合适。

5.6.5 测量方法

5.6.5.1 设备的布置和设置

测试布置如图 1 和图 2 所示。发射环与接收环离屏蔽室壁的距离均为 0.3 m,两者应共面并垂直

于屏蔽墙、天花板或其他待测平面。在每一个频点和测试位置，信号源的输出值为 5.6.4 中测量参考场强值时的输出值。

在测试过程中，通常使发射环天线固定不动，而将接收环天线升高或降低（至少在共平面上移动接缝总长的 1/4），以保证测得最坏的情况。应使用检测仪器的最大读数来确定屏蔽效能。在寻找最坏的情况时允许发射环和接收环近似共面，但最终测量时应保证两者共面。

5.6.5.2 测量位置

对单扇门，应在图 2 a) 和图 2 b) 所示的 14 个位置上进行小环测试。环面应垂直于门缝。对于水平门缝，要求环位于拐角和门缝的中间；对垂直门缝，要求环分别位于拐角、距门顶部和门底部的 1/3 处。垂直接缝的上端和下端应按图 2 b) 进行测试。

对多扇门，上述的测试位置分别应用于每扇门，见图 2 b) 和图 2 c)。

对尺寸超过 1.5 m × 2.5 m 的门，应再增加一些测试位置以保证两个测量点间距不超过 1 m。

采用板材构件的屏蔽室，其接缝区域的电性能是不均匀的。不连续区域是指用铆接、螺接、钎焊或熔焊连接的部位。不连续处的测试方法与门的测试方法基本相同，只是这时不论水平还是垂直接缝，环的中心都应位于每一接缝的中点（见图 2 d)）。

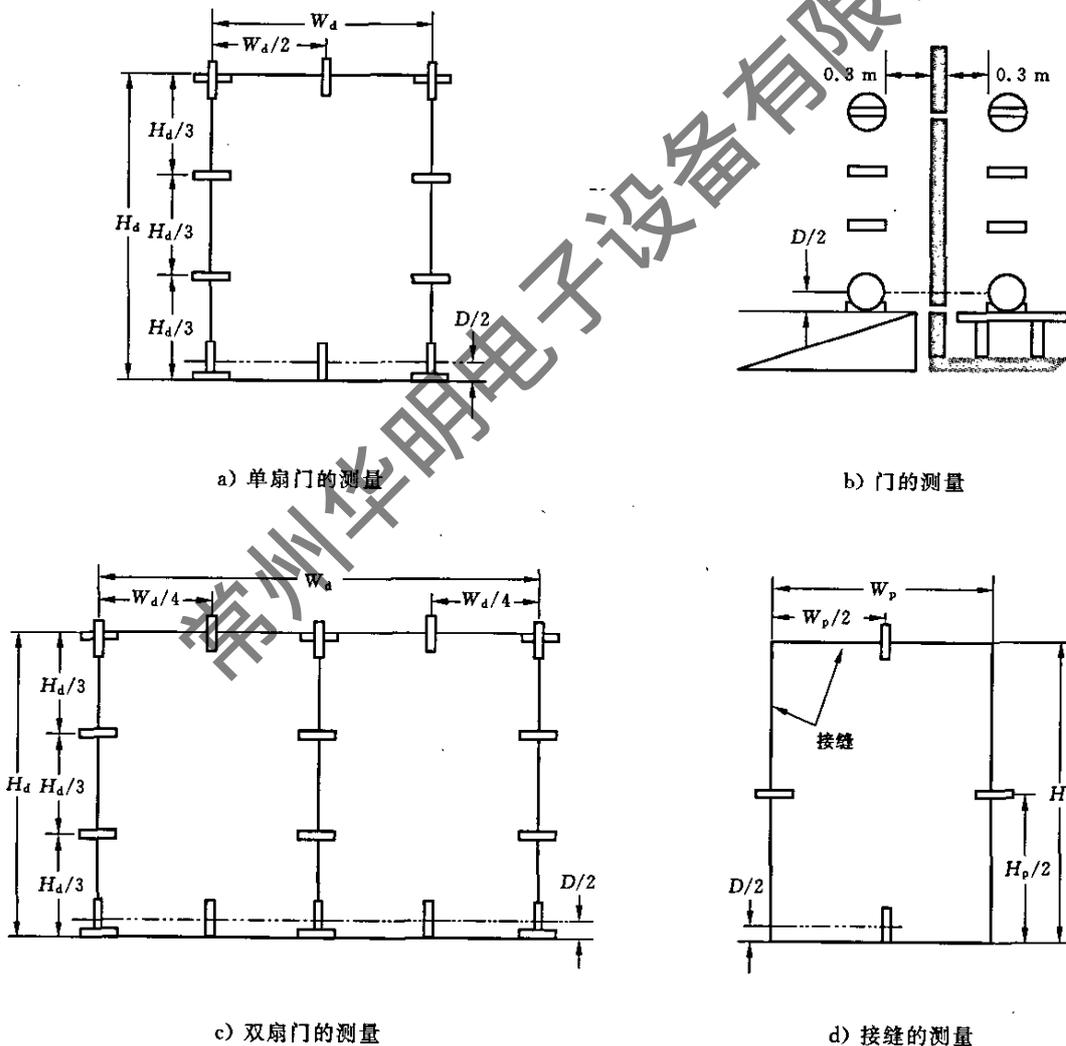


图 2 低频测试中环天线的标准位置



注：D 为环天线的直径。

图 2 (续)

如果从外观上看不到构件板缝的位置，应借助结构的设计图纸或其他文件来试着确定接缝的位置或板材的尺寸。如果插入的非屏蔽材料离屏蔽壁足够近，仍能满足环天线和屏蔽室之间规定的耦合距离，则图 2 所示的测试位置应尽量用于可接近的区域。

可接近的拐角缝隙应按照图 2 f) 进行测试，不能完全接近的拐角测试布置见图 2 e)。每个可以接近的构件板都要进行测试。

通风孔、接口板或连接器板的屏蔽性能测试与接缝的测试方法相似。以通风孔为例，环的平面应垂直于；装有通风孔的板以及该板和通风孔所形成的各接缝，延伸的环平面应通过或尽量通过缝的中心点。环的边缘应离开所测平板 0.3 m。测试时，屏蔽室正常使用时需要的辅助设备（例如风机或风扇等）应正常就位，不是屏蔽室正常工作所需的部分则应在测试前移出屏蔽室。

对单个或少量的几个同轴穿墙式连接器，只需在一个位置上测试。

在电源线、信号线和控制线滤波器处的屏蔽性能也要测试。对滤波器的外壳进行测试时，应在每个滤波器的穿入点处测试，以及在未经过钎焊或熔焊处理的缝隙（如果适用）处测试。

5.6.6 低频段屏蔽效能的计算

如果测量值用线性单位表示，则屏蔽效能按照公式(B.1)和公式(B.2)计算；如果使用对数单位，则屏蔽效能按照公式(B.5 b)和公式(B.5 c)计算。

5.7 谐振频段测量(20 MHz~300 MHz)

本方法直接测量电磁发射源在屏蔽室所有可以接近表面的影响。入射场可能不是平面波，尤其在该频率范围的低端。屏蔽室的几何形状和物理尺寸对测试结果可能有明显的影响。

5.7.1 频率范围和频段

本条规定了 20 MHz~300 MHz 频率范围内的标准测试程序。因为大多数屏蔽室的最低谐振频率都在该频段内，所以在测试时要尽量避开这些频率点。屏蔽室的所有者如果出于某种目的或其他原因，要求获得屏蔽室在本频段的性能时，则不管潜在谐振是否有影响，测试都必须进行。

测试应该在所有者规定的、并列入测试计划的频点上进行。应尽可能避免在 5.7.5.3 中确定的屏蔽室谐振频率上或接近谐振频率的频点上进行测试。

5.7.2 测量设备和布置

信号源、测量设备和布置见 5.7.2.1~5.7.2.3 及图 3、图 4。

5.7.2.1 电磁场源

在 20 MHz~100 MHz 频率范围内，给双锥天线施加功率激励电磁场；在高于 100 MHz 时，给半波偶极子天线施加功率激励电磁场。加给天线的功率应足够大以产生所需的测量动态范围。

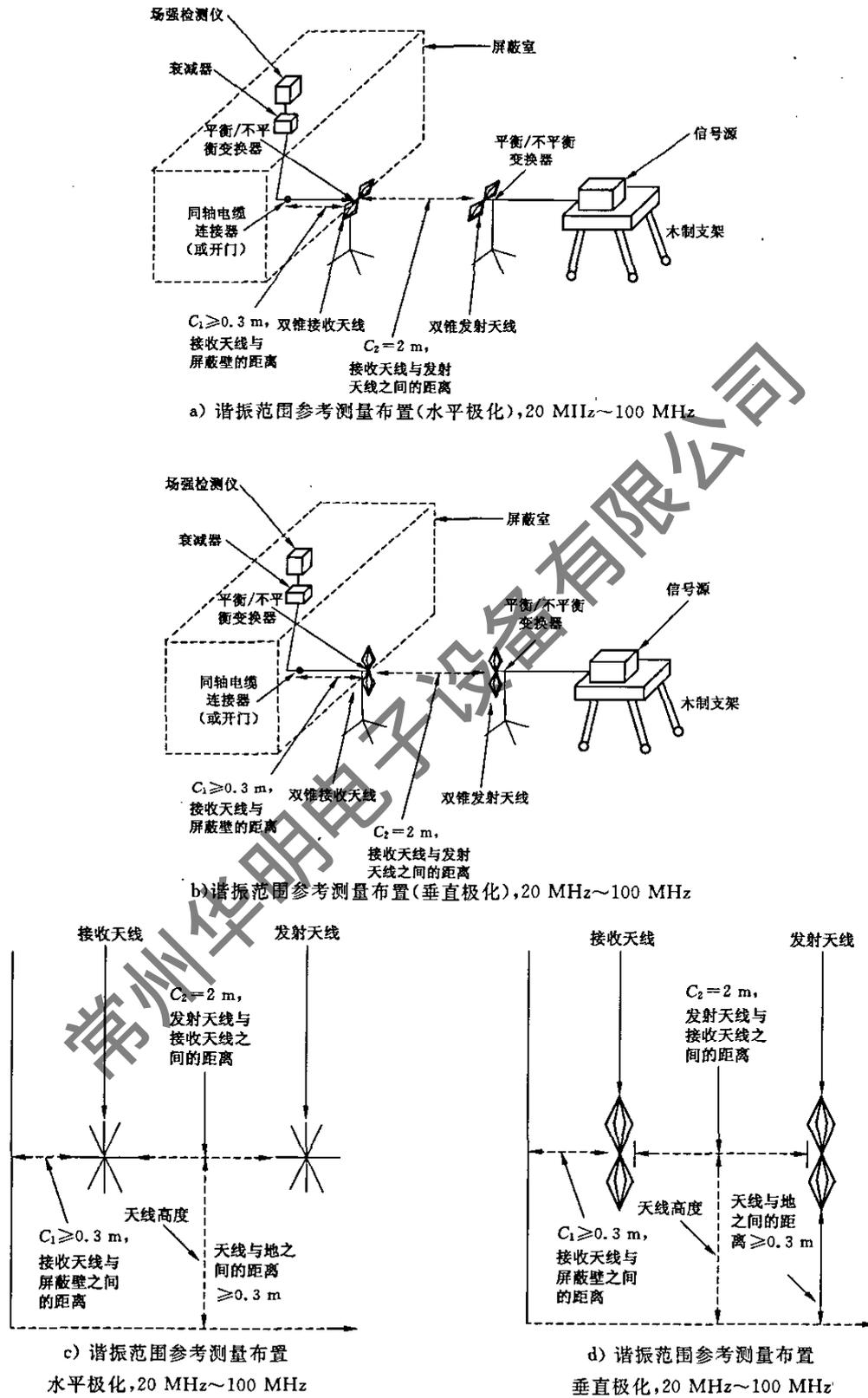


图 3 谐振范围参考电平测试配置示意图

5.7.2.2 接收天线

接收天线与发射天线应为同类型天线。如果用偶极子天线,应选 $\lambda/2$ (λ 是与测试频率对应的波长) 偶极子天线。将天线的输出通过平衡/不平衡变换器、同轴电缆连接到场强测量设备。上述电缆应与天线的轴向垂直并至少保持 1 m 距离。应使用带连续铁氧体护套的电缆,或者使用在电缆两端和中间都套有磁环的电缆。由于互连电缆可能无意谐振(参见附录 A.3.3),必要时可以更换电缆。测量结果中应记录电缆的长度和类型。

5.7.2.3 场强测量设备

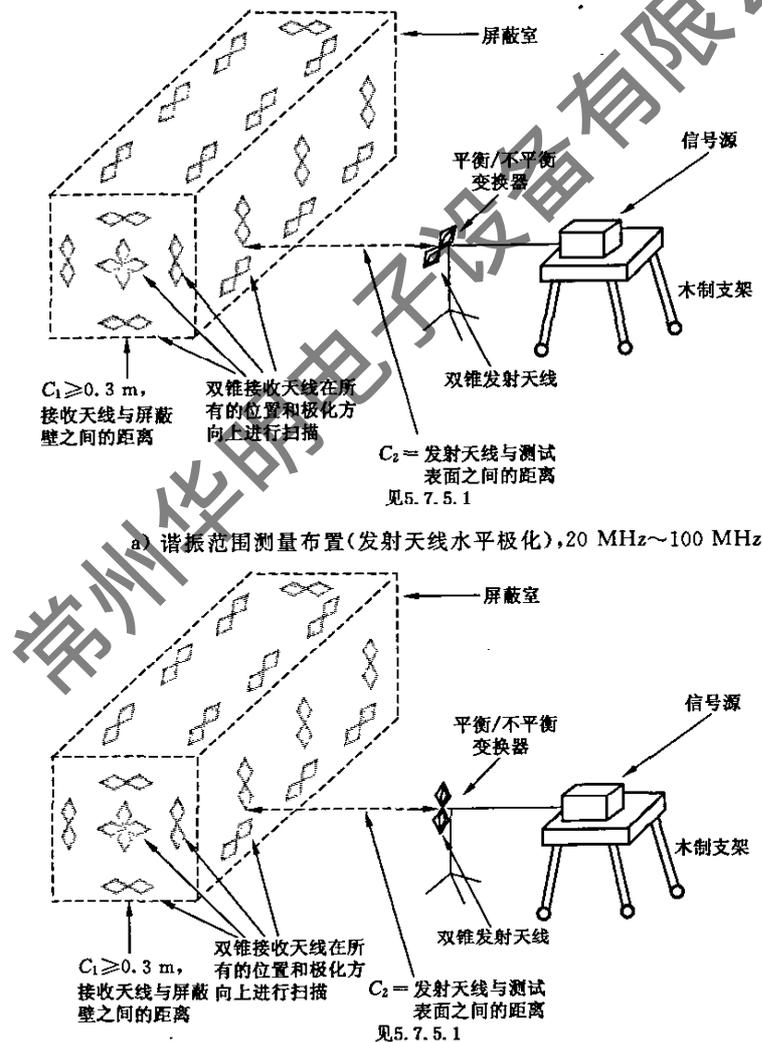
场强测量设备可以是接收机、频谱分析仪或其他类似设备。

5.7.3 初测

测试前为探测屏蔽室的缺陷(目的是进行修复),可以参照附录 E 对屏蔽室进行初测。在本标准中,初测不是必须的。

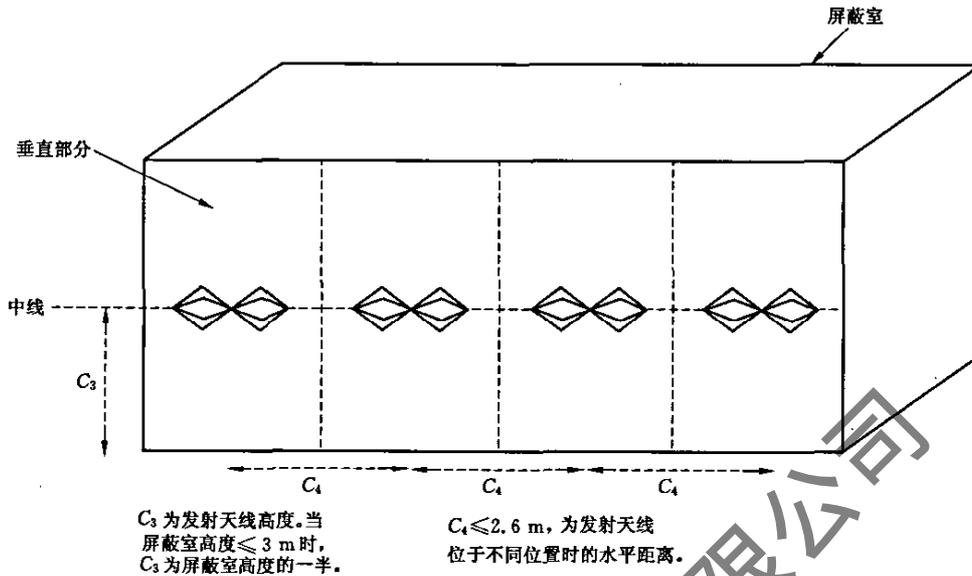
5.7.4 参考电平的测量

将发射天线和接收天线都置于屏蔽室外并保持规定的距离,通过检测设备测出信号的参考电平。按图 3 测量参考电平。对上述两种类型的天线,测量方法相同。

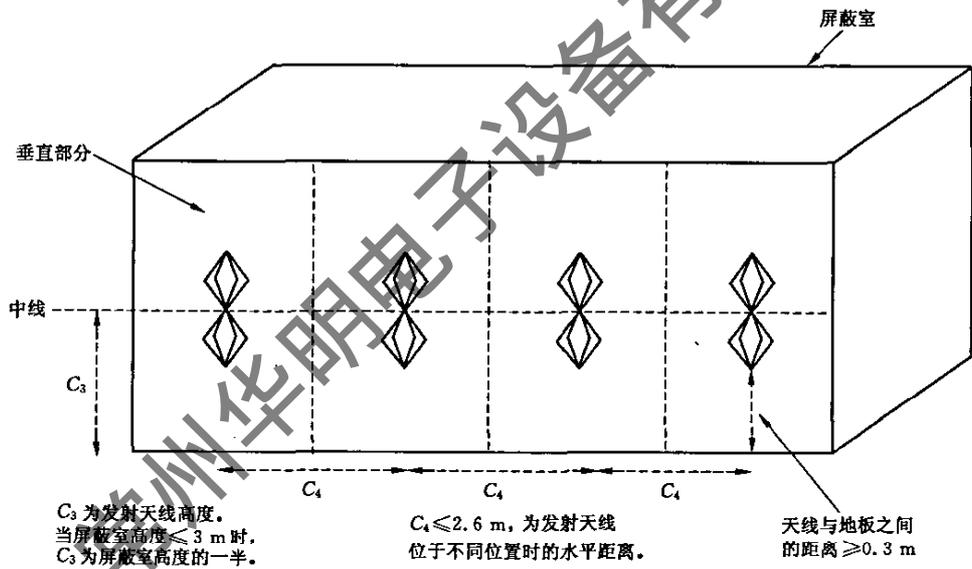


b) 谐振范围测量布置(发射天线垂直极化), 20 MHz~100 MHz

图 4 谐振范围测试配置示意图



c) 谐振范围测量发射天线布置(水平极化), 20 MHz~100 MHz



d) 谐振范围测量发射天线布置(垂直极化), 20 MHz~100 MHz

图 4 (续)

天线之间的距离至少为 2 m。如果受到物理尺寸的限制而不能实现,则应使天线间距尽可能大(不能小于 1 m),并在测试报告中注明。

除非电缆紧邻屏蔽室,否则接收天线的连接电缆应与天线的轴向垂直并至少保持 1 m。该电缆最好通过屏蔽壁上的穿墙式同轴电缆连接器通过屏蔽室墙壁。如果没有这种连接器,也可以把门稍开一点,让电缆从门缝通过。此时要考虑直接耦合的影响:用一个模拟负载取代接收天线,并检查接收到的任何信号比参考电平至少小 10 dB 以上。

当天线为水平极化时,接收天线在垂直方向上至少移动 ± 0.5 m;而当天线为垂直极化时,接收天线至少横向移动 ± 0.5 m。尽可能把周围人和物体的影响减到最小,记录下最大读数作为参考电平值。

5.7.5 详细的测试方法

确定屏蔽室外发射天线和屏蔽室内接收天线的位置;测量接收信号的最大幅值。

5.7.5.1 发射天线位置

按图 4 的布置,以测试计划(见 4.2)为依据选取一些不同的点作为发射天线的位置。应分别在水平极化和垂直极化方向上测试。测试点间的水平距离应不大于 2.6 m。如果测参考电平时两天线间的距离不足 2 m,则选择的测试点间距应不大于 1.3 m。如果屏蔽墙壁的高度小于 3 m,则将天线的几何中心放在屏蔽墙壁高度的一半位置上。如果高度超过了 3 m,那么在垂直方向上要选取几个测试点,测试点间距离应不大于 2.0 m,且天线应定位于每个垂直分段的中心。如果测参考电平时两天线间距小于 2 m,则垂直方向上选取的测试点间距应不大于 1 m。发射天线距离屏蔽壁测试表面至少为 1.7 m (不包括屏蔽室壁厚度);并保证至少离地 0.3 m。如果因为物理尺寸的局限而使两天线的间距不足 2 m,则发射天线距离屏蔽壁的距离为参考距离与 0.3 m 的差值。

测试时,馈给发射天线的功率应等于测量参考电平的发射功率。

5.7.5.2 接收天线的位置和数据记录

接收天线应在屏蔽室内的所有位置和极化方向上寻找最大的响应。用记录下的最大值计算屏蔽室的最小屏蔽效能。接收天线离屏蔽壁距离至少 0.3 m。

5.7.5.3 屏蔽室最低谐振频率的确定

用图 5 或公式(1)确定最低固有谐振频率 f_r ,记录该值。应在记录中说明规定测试频点和最低谐振频率之间的关系,并用 f_r (参见 A.3.1)的小数倍数表示。

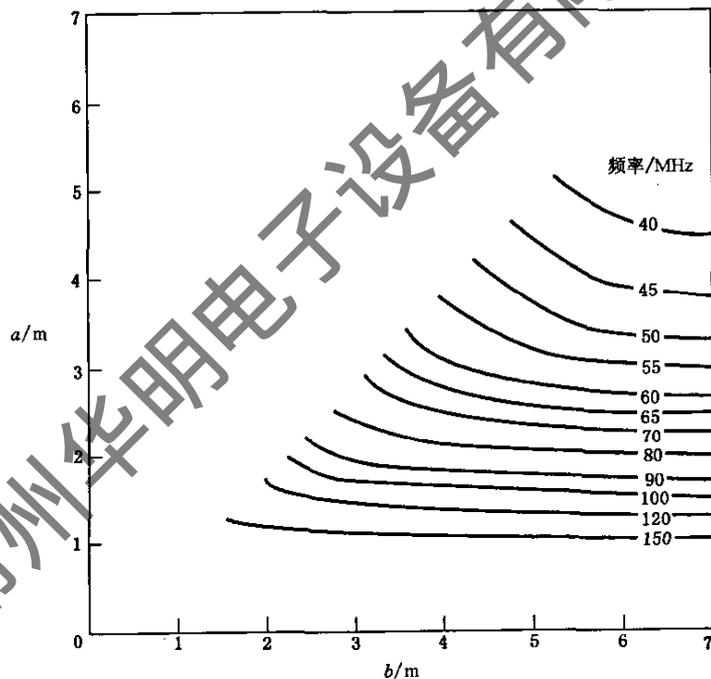


图 5 最低固有谐振频率图

对于最大尺寸分别为 a (单位:m)和 b (单位:m)的屏蔽室,其最低谐振频率 f_r (单位:MHz)的计算公式如公式(1)所示:

$$f_r = 150 \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}} \dots\dots\dots(1)$$

5.7.5.4 测试点

用测试计划中规定的方法(参见 A.4),在所有发射天线位置、测试频率、屏蔽室的各表面重复 5.7.5.2。建议测试人员按照测试参数(频率、天线位置)的顺序进行测试,以缩短测试时间。

5.7.6 谐振频段屏蔽效能的计算

测量值如果使用线性单位,则屏蔽效能按照公式(B.2)、公式(B.3)或公式(B.4)计算;如果使用对数单位,则按照公式(B.5a)、公式(B.5c)或公式(B.5d)计算。

下面的注释应包含在测试报告中：

该频段内单频点测试时得到的屏蔽效能测试结果并不能代表整个频段内其他频率点的屏蔽效能。由于谐振或反射的影响，测试结果可能有明显的差异。

5.8 高频段测量(300 MHz~18 GHz)

高频段的测试方法是在所有可接近的屏蔽壁上直接测出高频源的影响。当相关的波长和周围的结构允许时，入射到屏蔽体的场应是平面波。

5.8.1 频率范围和频段

本条规定 300 MHz~18 GHz 频率范围内的标准测试方法。实际测试频点应该由所有者决定并写在测试计划中。在任何情况下，最低测试频率点应至少是屏蔽室最低固有谐振频率 f_r 的 3 倍。用 5.7.5.3 图 5 或公式(1)确定最低固有谐振频率 f_r 。

建议在下列频段内各只选一个频点进行测试：300 MHz~600 MHz、600 MHz~1 GHz、1 GHz~2 GHz、2 GHz~4 GHz、4 GHz~8 GHz 和 8 GHz~18 GHz。

如果有合适的测量设备，该方法的频率范围可以扩展到 100 GHz。

5.8.2 测量设备和布置

信号源、测量设备与布置见以下条文和图 6、图 7、图 8。

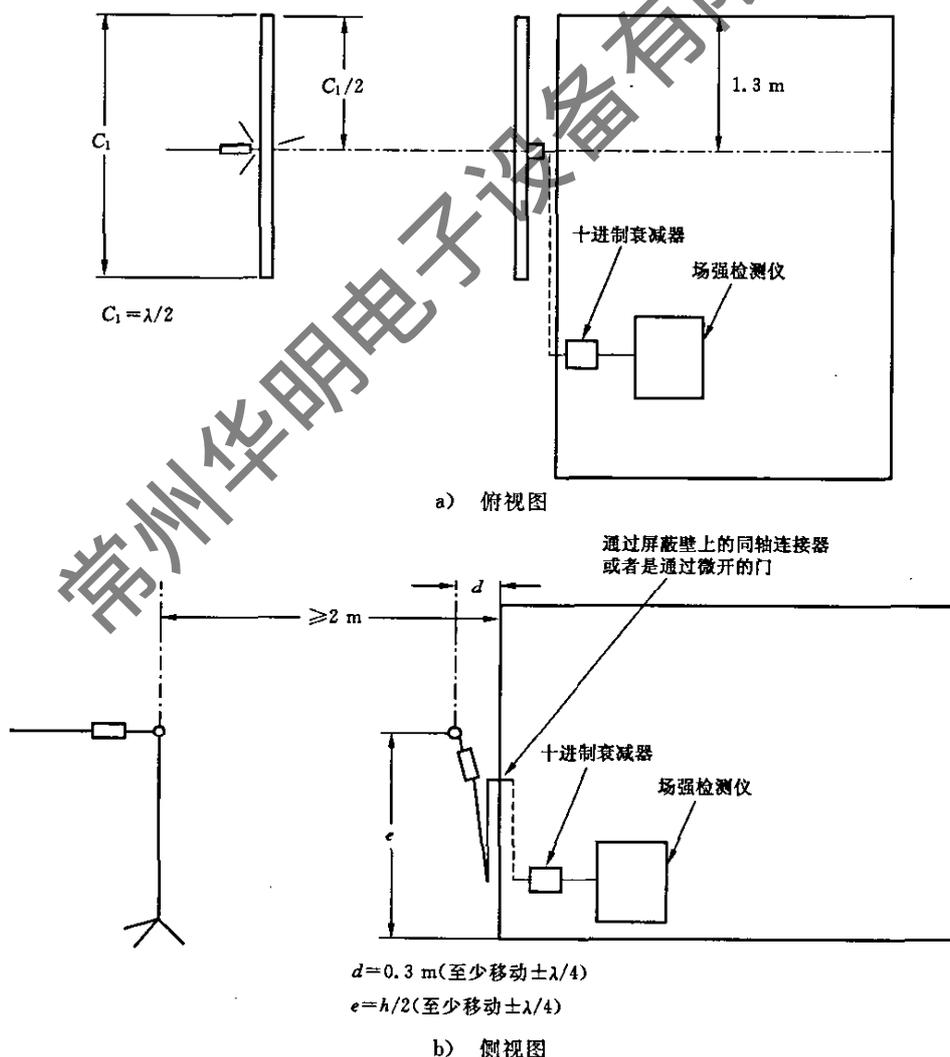


图 6 参考测量配置(频率低于 1 000 MHz)

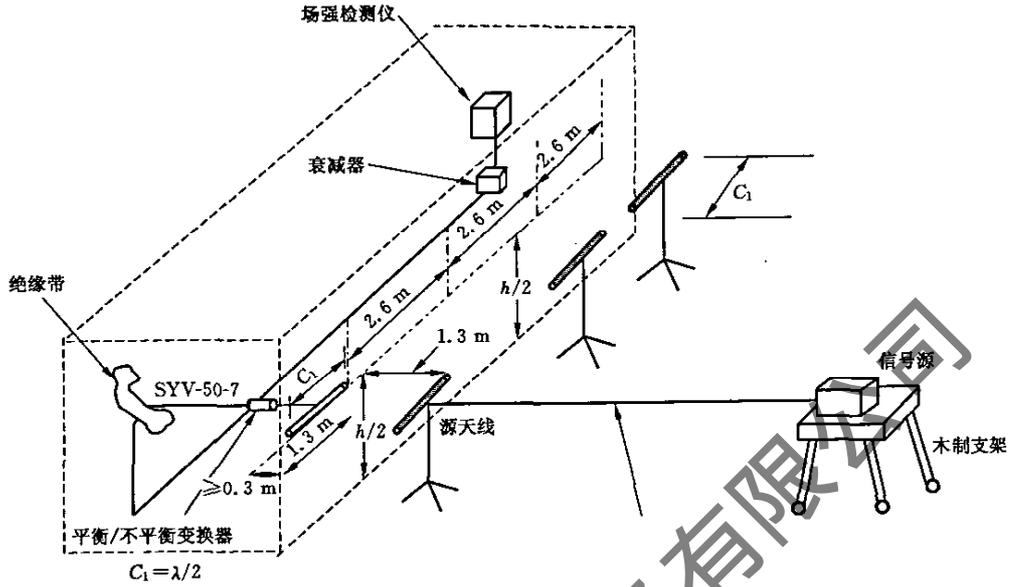
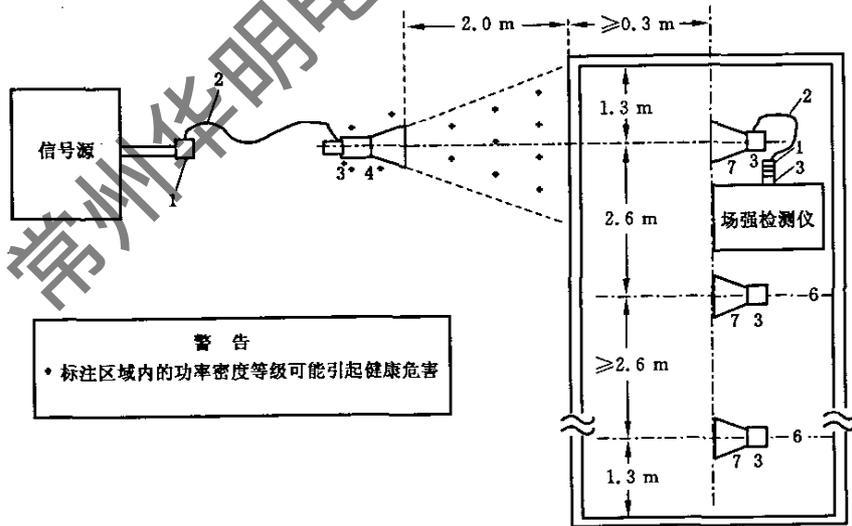
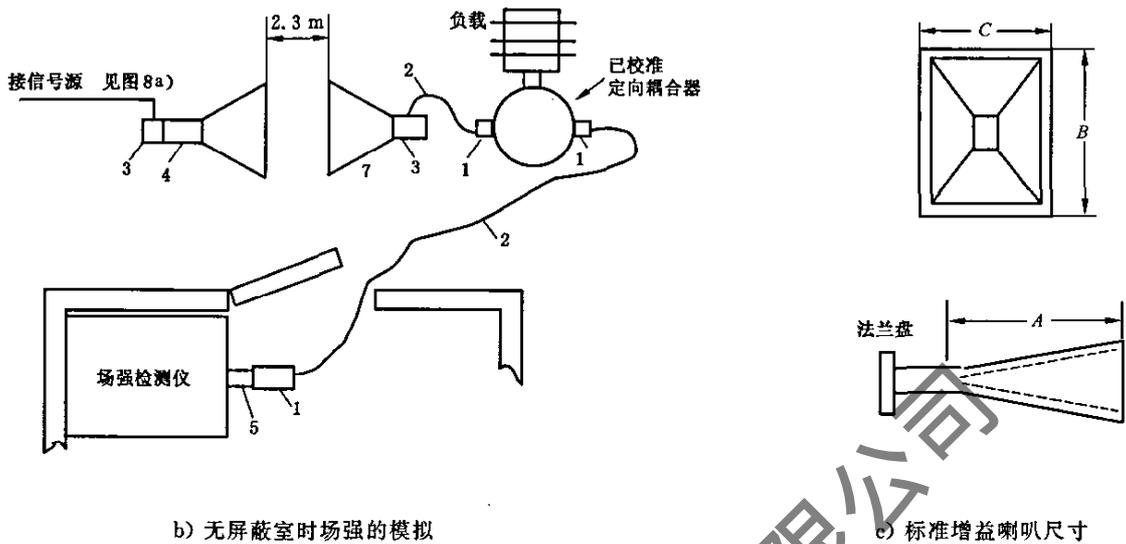


图 7 屏蔽效能测量配置(频率低于 1 000 MHz)



a) 大面积微波穿透

图 8 参考和测量配置(频率高于 1 GHz)



b) 无屏蔽室时场强的模拟

c) 标准增益喇叭尺寸

- 1—N型同轴适配器-波导(如果需要);
- 2—同轴电缆或波导;
- 3—适配器(需要时);
- 4—发射天线,见表4规定的喇叭天线,或脊波导天线;
- 5—衰减器(如果不在场强仪的量程内);
- 6—补充的中心线,以便使所有区域都被辐射;
- 7—喇叭接收天线,见图8c)和表4,尺寸与标准EIA波导、法兰和波导-同轴转换相关。

图8(续)

5.8.2.1 模拟电磁场源

用偶极子天线、对数周期天线、喇叭天线、八木天线或者其他线极化天线来模拟电磁场源。

为获得足够的动态范围,可能要采用大功率的超高频源或者微波源,但要注意射频场对人员照射产生的危害。

在任何情况下都要考虑传输电缆的影响。以偶极子天线为例,与天线轴垂直的传输电缆部分至少要长于一个波长。

5.8.2.2 电磁场检测设备

应用场强仪、接收机、频谱分析仪或其他类似设备来测量场强。

在300 MHz~1 GHz频率范围内,只能使用偶极子天线。电偶极子的长度应为 $\lambda/2$ 。其输出应通过平衡/不平衡变换器连接至场强检测设备上;电缆应与偶极子天线垂直,且垂直长度应保持在1 m以上。

频率高于1 GHz以上时,应采用标准增益喇叭天线。本标准使用的是无脊矩形波导喇叭天线,其典型尺寸见表4。

表4 喇叭天线的尺寸和频率范围

频率范围 GHz	A(最小值) mm	B(近似值) mm	C(近似值) mm
0.96~1.46	1 033	632	475
1.12~1.7	883	534	402
1.7~2.6	416	340	260

表 4 (续)

频率范围 GHz	A(最小值) mm	B(近似值) mm	C(近似值) mm
2.6~3.95	400	235	175
3.95~5.85	264	157	116
5.85~8.2	200	116	86
8.2~12.4	126	76	58

5.8.3 初测

正式测试前,为探测屏蔽室的缺陷(目的是进行修复),可以参照附录 E 对屏蔽室进行初测。在本标准中,初测不是必须的。

5.8.4 参考电平的测量

参考电平的测量应按 5.8.4.1、5.8.4.2、图 6 和图 8 进行。

5.8.4.1 偶极子天线的参考电平测量(300 MHz~1 GHz)

天线之间的距离至少为 2 m。如果因物理尺寸的限制而达不到,则应保证天线间距尽可能大(不能小于 1 m),同时在测试报告中加以注明。

除非电缆紧邻屏蔽室,否则接收天线的连接电缆应与天线的轴向垂直并至少保持 1 m。该电缆最好通过屏蔽壁上的穿墙式同轴电缆连接器通过屏蔽室墙壁。如果没有这种连接器,也可以把门稍开一点,让电缆从门缝通过;此时要考虑直接耦合的影响;用一个模拟负载取代接收天线,并检查接收到的任何信号比参考电平应至少小 10 dB 以上。

当两个天线为水平极化时,接收天线在垂直方向上至少上下各移动屏蔽室高度 h 的 $1/4$,并且应该再朝向或离开发射源的方向移动 $(1/4)\lambda$;当天线为垂直极化时,接收天线至少左右各横向移动屏蔽室被测屏蔽壁宽度的 $1/4$;并且应该再朝向或离开发射源移动 $(1/4)\lambda$ 。将记录下的最大读数作为参考电平值。

5.8.4.2 喇叭天线的参考电平测量(1 GHz 以上)

参考电平的测量见图 8b)。

如果测量时使用到与场强仪相连的衰减器和 N 型适配器,则应将其放置在屏蔽室内。接收天线放置的位置应离屏蔽壁有一定的距离。发射天线与接收天线应该共轴,口径面相距 2 m;当两天线之间的间距限制了动态范围,可以适当减小两个天线的间距,但不能小于 1 m,并在报告中注明此时的间距。在屏蔽室壁上安装穿墙式插座,使定向耦合器的输出通过传输线连到场强仪。

两天线的高度应和测量过程中的两天线高度近似相同。应选择合适的电缆与接收天线的输出端连接。测量时,接收天线应在各个方向上移动大致 $(1/4)\lambda$ 的距离;记录最大的读数。

5.8.5 详细的测试方法

确定发射天线和接收天线距离屏蔽壁的相对位置后,测量最大信号的幅值。无论用偶极子天线测量还是用喇叭天线测量,方法均相同。

5.8.5.1 发射天线位置

按照图 7 和图 8,根据测试计划选取一些测试点,选取的发射天线位置和极化应能分别覆盖屏蔽室的各表面。

测量分别在水平极化和垂直极化方向上进行。相邻测试点间的水平间距应不大于 2.6 m。但如果测量参考电平时发射天线和接收天线间的距离不足 2 m,则相邻测试点间水平间距应不大于 1.3 m。如果屏蔽墙体高度不大于 3 m,则将天线中心放在屏蔽墙体高度的一半位置上。如果屏蔽墙体高度超过 3 m,则在垂直方向上要增加测试点。垂直方向测试点间距不应大于 2 m,天线应位于每个垂直分段的中心。但如果测量参考电平时发射天线和接收天线间的距离不足 2 m,则相邻测试点间垂直间距应

不大于 1 m。发射天线距离屏蔽壁测试表面至少为 1.7 m(不包括屏蔽室壁厚度),并保证至少离地 0.3 m。如果因为物理尺寸的限制而使两天线的间距不足 2 m,则发射天线到屏蔽壁的距离为参考距离与 0.3 m 的差值。

测试时,馈给发射天线的功率应等于 5.8.4 中测量参考电平时使用的功率。

5.8.5.2 接收天线的位置和数据记录

接收天线应在屏蔽室内的各个位置、各个极化方向上来寻找最大的响应。用记录下的最大值来计算屏蔽室的最小屏蔽效能。接收天线到屏蔽壁的最近距离应不小于 0.3 m。

5.8.5.3 测试点

用测试计划中规定的方法(参见 A.4),在所有发射天线位置、测试频率,对屏蔽室的各表面重复 5.8.5.2。建议测试人员按照测试参数(频率、天线位置)的顺序进行测试,以便缩短测试时间。

5.8.6 屏蔽效能的计算

如果测量值用线性单位表示,则屏蔽效能按照公式(B.2)、公式(B.3)或公式(B.4)计算;如果用对数单位表示,则屏蔽效能按公式(B.5a)、公式(B.5c)或公式(B.5d)计算。

6 测试报告

测试报告中至少应包含以下内容:

- a) 客户名称;
- b) 测试机构名称;
- c) 屏蔽室名称及简单描述;
- d) 测试地点;
- e) 测试人员;
- f) 测试日期;
- g) 测试频率点;
- h) 具体的测试位置;
- i) 使用的测量仪器:包括制造商、型号、序号、校准有效日期;
- j) 测试方法和试验配置;
- k) 屏蔽效能的计算方法,以及与标准测试方法的差异;
- l) 屏蔽效能结果。

附录 A
(资料性附录)
基本原理

A.1 基础

本标准规定的测试方法保证了技术的可靠性,简化了测试过程,可以避免财力和物力的浪费。这些明确规定的测试方法构成了本标准的基础。

A.2 一些考虑

A.2.1 标准测量

- a) 在标准频率范围内(表 1)的测量结果可以用来比较不同屏蔽室的屏蔽效能特性;
- b) 标准测量位置如下:
 - 1) 屏蔽室入口屏蔽壁上预选的门缝和结合部位;
 - 2) 所有屏蔽面上穿过屏蔽墙并且可以接近的部位。

A.2.2 初测

- a) 在正式测试开始之前可以先进行初测,以便找到屏蔽效能比较差的部位。如果屏蔽效能达不到要求,可以对其进行改进。
- b) 在低频段,没有给出电场屏蔽效能的测试方法,因为经验表明:在低频段,磁场屏蔽效能已经包含了最严格的要求。

A.2.3 非线性特性

在强发射情况下,可能出现显著的非线性特性,这将导致屏蔽效能的变化。附录 C 提供了在规定照射范围内界定明显非线性特性的可选方法。

A.2.4 扩展的频率范围

按照下面推荐的方法,并使用下面三个频率范围内的任何非标准频率,可得到附加的测量结果:

- 低频段:50 Hz~20 MHz;
- 谐振频段:20 MHz~300 MHz;
- 高频段:300 MHz~100 GHz。

A.3 腔体谐振

在屏蔽室谐振频率范围内进行测试时,应考虑结果是否正确。该频率范围大概从 $0.8f_r$ 到 $3f_r$, f_r 是指屏蔽室的最低谐振频率。在该频段测试时,应考虑采取专门的预防措施。对尺寸比较大的屏蔽室,其最低固有谐振频率可能在 20 MHz 以下。

A.3.1 腔体谐振的考虑

由于屏蔽室壁面呈电连续性,因此它是一个谐振腔体。在一定条件下,当电磁波注入到屏蔽室内时,在高于其最低固有谐振频率 f_r 的频段内将产生驻波。由于驻波的影响,屏蔽室内部的电磁场不再均匀,出现了与该激励频率相关的极大值和极小值。

谐振频率和模式取决于屏蔽室的几何尺寸和形状。几乎任何形状的屏蔽室都可以产生谐振,但通常只对相对简单的长方体、圆柱体和球体屏蔽室的谐振频率进行数学分析。大部分屏蔽室是六面长方体结构。这种形状的屏蔽室的谐振频率用公式(A.1)计算:

$$f_{ijk} = \frac{1}{2\sqrt{\mu\epsilon}} \sqrt{\left(\frac{i}{a}\right)^2 + \left(\frac{j}{b}\right)^2 + \left(\frac{k}{c}\right)^2} \quad (\text{MHz}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

- μ ——屏蔽室内部的磁导率；
- ϵ ——屏蔽室内部的介电常数；
- a ——屏蔽室的长度，单位为米(m)；
- b ——屏蔽室的宽度，单位为米(m)；
- c ——屏蔽室的高度，单位为米(m)。

i, j, k ——0、1、2……等整数，但 i, j, k 三者中每次最多只能有一个数取 0 值。

上式中 $a > b > c$ 。

在理想条件下，谐振频率为：

$$f_{ijk} = 150 \sqrt{\left(\frac{i}{a}\right)^2 + \left(\frac{j}{b}\right)^2 + \left(\frac{k}{c}\right)^2} \quad (\text{MHz}) \quad \dots\dots\dots (\text{A. 2})$$

令 i, j, k 中与最短边长(如 c)对应的系数为 0，另外两个系数(如 i, j)为 1，则可得最低谐振频率：

$$f_r = f_{110} = 150 \sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2} \quad (\text{MHz}) \quad \dots\dots\dots (\text{A. 3})$$

当频率高于 f_r 时，屏蔽室才会维持谐振；而频率低于 f_r 时则不会维持谐振。

对长、宽、高都为 2 m 的最小屏蔽室，三个最低模式(例如 TM_{110} 、 TE_{011} 和 TE_{101})有同样的谐振频率 $f_r = f_{110} = 106$ MHz；屏蔽室尺寸越大，谐振频率越低。

腔体内能量损耗用品质因数 Q 表示。 Q 为一个周期内储存的能量与损耗的能量的比值。在空屏蔽室内，能量损耗是屏蔽壁所用金属材料电导率的函数，因此当使用铜等一类高电导率材料时，能量损耗最小。屏蔽室内的任何金属物体都会增加能量损耗。

A. 3.2 缝隙谐振的考虑

除腔体谐振外，其他的谐振也会影响屏蔽效能的测量结果，其中就有缝隙谐振。穿过导电平面上缝隙的电磁场随着频率而变化。缝隙谐振可能在比腔体最低固有谐振频率 f_r 低的频率上发生。

这些谐振效应是屏蔽室的固有特性，也应加以考虑。

A. 3.3 注意事项

大量的试验证明：接收天线与接收设备之间的连接电缆会影响屏蔽室内的场强，对屏蔽效能的结果产生影响。因此必须给天线加平衡/不平衡变换器，给电缆上套磁环加载以尽量降低电缆自身对测量结果的影响。建议测试人员在屏蔽室内只用同一根长电缆用于测试。如果使用不同的电缆则可能得出不同的测量值，影响测试结果的重复性。将电缆的长度写入测试报告中。

如果怀疑谐振效应对屏蔽室的屏蔽效能产生了显著影响，可以在有关的频点左右进行频率扫描；在该相关频点左右选一些频点测试也能达到同样目的。如果在该频段内屏蔽效能的值变化 6 dB 以上，则认为谐振的影响是明显的。

通常谐振效应在频率低于 $0.8f_r$ 时达到最小。在该频段内，应尽量在算出的固有谐振频率 f_r 的 80% 或更低的频率处测试。

如果接收天线的位置距离屏蔽壁太近，天线本身的特性将受到影响。测试时，接收天线的摆放位置可参考图 A. 1。

在复杂的腔体内，例如高频激励的屏蔽室，天线的方向性不明；再加上因腔体品质因数 Q 而使场强增加的影响，这些将导致错误的测试结果。本标准对屏蔽效能的定义不包括复杂场强的情况。作为一种替代措施，本标准推荐使用标准增益天线以得到一致的测量方法，进而得出可比较的屏蔽室屏蔽效能。

如果想对这方面的影响进行修正，就用公式(A. 4)和公式(A. 5)计算参考场强 E_1 和屏蔽室内测量场强 E_2 ，并代入表 3 中的公式中。

$$E_1 = \sqrt{377 \times 4\pi P_r / \lambda^2 G} \quad (\text{V/m}) \quad \dots\dots\dots (\text{A. 4})$$

$$E_2 = \sqrt{377 \times 8\pi P_r / \lambda^2} \quad (\text{V/m}) \quad \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

式中:

P_r ——接收的功率,单位为瓦(W);

λ ——波长,单位为米(m);

G ——接收天线增益。

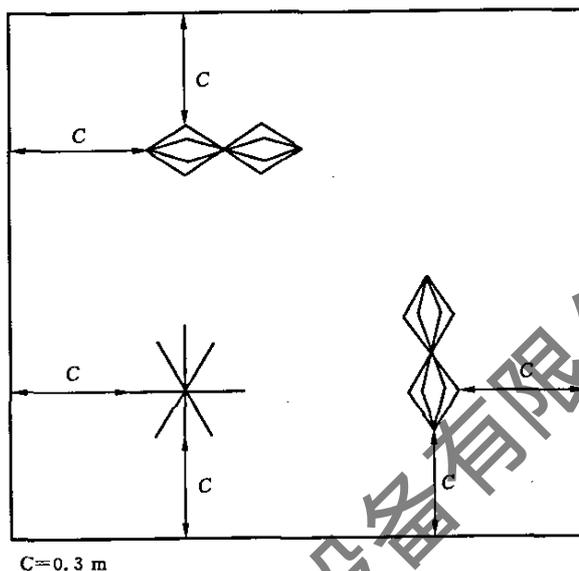


图 A.1 天线到屏蔽墙体的最小距离

A.4 测量位置

通常,建筑物内的屏蔽室除了地板和顶棚外还有一到两个面是测试过程中不易接近的,因此对所有的面都进行测试是不切实际的,只能对那些可以接近的表面进行测试。但在较高频段的现场测试表明,外部反射的射频能量可以通过不易接近的屏蔽面的缝隙或接缝,造成屏蔽效能的下降。因此对这一部分也必须要用不直接照射的方式来验证有无明显的泄漏。对大部分屏蔽室,所有入口所在的墙面都是可接近的,应在本标准规定的部位测试。

对入口所在屏蔽室墙面有部分或全部装饰处理(包括但不限于:无浆砌墙和/或无金属衬底的绝缘、声音吸波材料、木制或金属龙骨材料)的屏蔽室,设置发射天线与接收天线之间的间距时应将装饰结构作为屏蔽室的一部分,同时应根据频率范围选用合适的测量方法。由于入口所在墙体不会包含所有的穿墙口,因此在该墙体进行的测量不能用于推测出屏蔽室所有的屏蔽效能。因此在所有紧邻可接近穿墙口的墙面上都应进行测量。对不能接近的穿墙口,应用间接、反射检查的概念来检查从外部不能接近的穿墙口处有无泄漏。A.2.1.b) 汇总了标准的测量位置。

A.5 测量设备

测试过程已经阐明:

- a) 在非理想情况下(例如在容纳屏蔽室的典型环境里)使用现有商品化设备进行测试;
- b) 尽量减小天线固有阻抗的变化(由于临近屏蔽体造成)对测量数据的影响。

附 录 B
(资料性附录)
数 学 公 式

B.1 专门的数学公式

通常,穿透屏蔽室的场强来自入射在屏蔽壁上电磁波的电场分量和磁场分量。如果分别对磁场和电场进行测量,可证明它们是入射波的函数。此外,电磁波在穿透屏蔽壁时波阻抗将完全发生变化,测量可能会受到传感器位置的影响。除非非常细致地控制测试步骤,否则测量过程的细节对测量的结果可能会有较大影响。因此,在以下条款中针对各有关测量方法提出了专门测量屏蔽室性能的定义。

B.2 低频段(50 Hz~20 MHz)的屏蔽效能

在低频段(50 Hz~20 MHz),屏蔽效能可用磁场表达如下:

$$S_H = 20 \lg \frac{H_1}{H_2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

H_1 ——无屏蔽室时的磁场强度(参考读数);

H_2 ——屏蔽室内的磁场强度。

如果与磁场强度 H_1 、 H_2 成正比的检测仪器指示值是电压读数 V_1 、 V_2 ,则(B.1)式也可更方便地表示为:

$$S_H = 20 \lg \frac{V_1}{V_2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

V_1 ——无屏蔽室时的电压读数(参考读数);

V_2 ——屏蔽室内的电压读数。

如果测量结果以对数单位表示,可利用公式(B.5b)或公式(B.5c)直接计算屏蔽效能。

B.3 谐振频段(20 MHz~300 MHz)的屏蔽效能

在谐振频段,可以用电场强度或功率的形式表示屏蔽效能,见公式(B.3)、(B.4)。

$$SE = 20 \lg \frac{E_1}{E_2} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

E_1 ——无屏蔽室时的电场强度;

E_2 ——屏蔽室内的电场强度。

或者表示为:

$$SE = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

P_1 ——无屏蔽室时的功率;

P_2 ——屏蔽室内的功率。

如果测量结果以对数单位表示,则可利用公式(B.5a)、(B.5c)或(B.5d)直接计算屏蔽效能。

B.4 高频段(300 MHz~100 GHz)的屏蔽效能

在高频段(300 MHz~100 GHz),屏蔽效能可以用公式(B.2)、(B.3)、(B.4)或(B.5a)、(B.5c)、

(B. 5d)计算。

B. 5 用非线性单位(对数)计算

如果使用对数单位,则屏蔽效能可以直接用下式来表示。

$$SE = E_1 - E_2 \quad \dots\dots\dots (B. 5a)$$

$$SE = H_1 - H_2 \quad \dots\dots\dots (B. 5b)$$

$$SE = V_1 - V_2 \quad \dots\dots\dots (B. 5c)$$

$$SE = P_1 - P_2 \quad \dots\dots\dots (B. 5d)$$

E_1 、 H_1 、 V_1 和 P_1 分别是无屏蔽室存在时测得的电场强度、磁场强度、电压和功率,单位分别用 dB μ V/m、dB μ T、dB μ V 和 dBm 表示。

E_2 、 H_2 、 V_2 和 P_2 分别是在屏蔽室内测得的电场强度、磁场强度、电压和功率,单位分别用 dB μ V/m、dB μ T、dB μ V 和 dBm 表示。

B. 6 动态范围的考虑

测试系统的动态范围与下列因素有关:激励信号强度、发射和接收天线性能、电缆损耗、衰减器和/或预放的性能、接收设备的背景噪声。通常情况下,信号源的功率可以足够大(如果屏蔽效能能在 120 dB 以上,则需要更大的发射功率)。标准规定使用的无源天线,它对系统动态范围的影响不大。在频率低于 1 GHz 时,除了在测试比较大的屏蔽室时需要使用长电缆外,一般长度的电缆损耗对动态范围的影响都不明显。因此接收设备和预放是决定动态范围的重要因素。

对现代接收设备,当带宽小于 30 kHz 时,其典型本底噪声小于 -120 dBm。于是,对动态范围成为关键问题的是施加到仪器的最大信号不会引起非线性(增益压缩),否则会改变参考电平读数并影响屏蔽效能结果。接收系统(接收设备加上任何外部衰减器)的动态范围是最大可能输入信号(通常定为 1 dB 压缩点)和本底噪声(它限制最小可检测到的信号)的差值。接收机的动态范围 DR_{RCVR} 用 dB 表示,见公式(B. 6)。

$$DR_{RCVR} = A_1 - A_2 \quad \dots\dots\dots (B. 6)$$

式中:

A_1 ——引起 1 dB 压缩的最小输入信号(包括内部和/或外部衰减器),单位为分贝(dB);

A_2 ——在该频率上,在同样的带宽下,仪器可检测到的最小信号(通常是本底噪声),单位为分贝(dB)。

为了确定动态范围,动态范围必须超过预期的屏蔽效能 6 dB。这意味着对一个屏蔽效能测试,不必按上述方法确定绝对动态范围的大小,除非屏蔽室的预期屏蔽效能非常大。当使用实际进行参考电平测量的发射功率电平,只要接收系统是线性的,实际测试配置的动态范围(考虑接收机本底噪声)超过屏蔽效能要求至少 6 dB,就算满足本标准的要求。

附 录 C
(资料性附录)
其他的有关信息

C.1 环天线共面和共轴的比较

环天线共面和环天线共轴在屏蔽室表面所激励出的电流有着显著的差别。共面环天线感应的电流集中在共面的一条线上,而共轴环天线感应的电流则集中在与激励环平行的一个圆环上。这些不同导致了测量的差异,主要体现在以下三个方面:

- a) 位置的精确性:确定缝隙缺陷的位置时,使用共面天线的情况(单一电流流过缝隙)要比使用共轴天线的情况(两股电流流过缝隙)更精确。这一点在多个缺陷存在时显得尤为重要。
- b) 环阻抗:在以下两种情况下,共轴环天线的输入阻抗变化要比共面环天线的输入阻抗变化剧烈:
 - 1) 靠近屏蔽体时;
 - 2) 离开屏蔽体时。

按 5.6.5.1,可以使源天线中保持相同的电流,避免对源场强产生影响。

- c) 源功率:在共轴情况时,由于环之间的紧密耦合作用,激励共轴发射环天线所需的功率比共面时所需的功率小。

由于共面环天线在发现缺陷位置和估量其影响上都比共轴环天线准,所以本标准推荐使用共面环天线法。

无屏蔽的环天线能产生和/或接收磁场和电场。在低频段电场分量要比磁场分量衰减明显,使用无屏蔽的环天线会人为地将屏蔽效能测量结果增大 4 dB~10 dB,所以本标准要求必须使用静电屏蔽环天线。

C.2 高磁导率铁磁性屏蔽室的非线性

强磁场可以使磁材料饱和从而使磁场强度的测量结果不准确。非线性的影响可以通过将源天线与接收环天线分别位于屏蔽壁板几何中心的两侧(见图 1),然后测试磁场屏蔽效能与源场强的函数关系获得。测试时,信号源的输出按 10 dB 步进递增,通常为 0.1 W、1 W 和 10 W。如果磁场屏蔽效能值降低了 2 dB 以上,就要在上述输出值的中间选择其他值再进行测试。绘出结果曲线,以确定线性特性(在 ±1 dB 之内)下对应的最大电平。

C.3 测试频率的选择

C.3.1 频率的选择

在选择测试频率时,应该参考国家或军队无线电管理机构提供的频率列表。建议从供工业、科学和医疗设备(ISM)使用的频率(见表 C.1)或表 C.2 中选择频率。

表 C.1 工业、科学和医疗设备(ISM)使用的频率

kHz	MHz
6 780±15	2 450±50
13 560±7	5 800±75
27 120±163	24 125±125
40 680±20	

表 C.2 9 kHz~18 GHz 内建议的测试频率

kHz	kHz	MHz	MHz	MHz	GHz
10.0	111	1.0 ^a	13.56	130	1.29
14.0	130	1.3 ^a	16.00	160	1.86
16.0	160	1.995	20.02	209 ^a	2.1
20.5	200	2.6	27.12	260	2.45
25	250	3.2	33.30	327	3.29
32	326	4.06	40.68	415	4.19
40	400	5.1	52	523 ^a	5.80
50	520	6.525	65 ^a	661 ^a	6.6
64	640 ^a	8.1	81 ^a	836	8.4
80	810 ^a	10.1	100 ^a	923	10.495
					13.22
					18

^a 这些频率在广播频段以内。如果这些频率已被占用,则在这些频率的附近选择没有被占用的频点。

选择的频点不能对其他无线业务造成干扰。

应避免选择下面的频率:

- 受保护的民用公共无线业务频率、军用频率和消防频率;
- 正好与商用广播电视台台频率相同的频率;
- 防护频带内的频率,在测试地点附近的 VLF、LF、MF 或 HF 段无线电导航频道工作所使用的紧急事件频率;
- 国际时间频率站使用的频率;
- 测试地点附近射电天文台使用的频率。

所有将使用的频率均应是单点频率而不是一个频段。

附录 D
(资料性附录)
测量技术选择指南

D.1 屏蔽室的分类

通常根据屏蔽室的建造方法、屏蔽材料和预期的用途对屏蔽室加以分类。

建造方法是指并不限于：单层屏蔽、双层屏蔽、双层电气隔离屏蔽、螺栓紧固、固定式、可拆卸式和焊接式；屏蔽材料是指并不限于：铜（非网状和网状）、钢（带材和板材）、铝或金属化纺织物；从用途上可分为并不限于：军标符合性测试暗室、商用 EMC 符合性测试的半电波暗室、混响室、研发试验使用、射频设备的生产和维修设施、医疗成像和治疗设施、科学研究设施。

确定屏蔽室的用途后，并考虑到上面提到的分类，可以在选择测量方法和测试频率时适当地应用本标准。某些情况下，可能需要使用特殊的技术，例如在一段频率范围内扫频。详情见其他附录。

以下为一些实际应用中的例子：

- a) 军用焊接屏蔽室需在每个频段上都进行测量。屏蔽效能的要求也比较高，通常都在 100 dB 以上；
- b) 医疗上用于磁共振成像(MRI)用途的单屏蔽、焊接的铜屏蔽室可以只在谐振频率范围内进行测试，通常要求的屏蔽效能在 80 dB~100 dB 之间；
- c) 用于 VHF 或 UHF 频段射频设备测试和修理的钢屏蔽室通常只在高频范围内进行测试；
- d) 用金属化织物或网状材料做成的便携式测试室在谐振或高频范围内的性能要求不高。

D.2 性能要求

在设计、订购和建造屏蔽室的过程中就应该对其屏蔽效能提出明确的要求。本标准的目的就是对各种类型的屏蔽室提出一个统一的测量方法。但测量方法的选择和使用仍由所有者或其代表来决定。如果本标准要求的方法和技术与特殊的屏蔽室不配套，那么就不能依照本标准来进行所有测试。

D.3 仪器设备的要求

测量屏蔽效能时使用的仪器一定要满足测试的需要。频率范围和测试方法决定了需要使用的信号源和天线类型。应保证仪器的频率范围和动态范围都满足相应要求。测试系统的动态范围应比规定的或预期的屏蔽效能大 6 dB 以上。

附录 E
(资料性附录)
初测和改进

在正式测量屏蔽效能前,可进行小范围的改进,必要时也可大范围地整改。为提高效率,建议在按照第 5 章的方法测试前先进行粗略检查。但粗略检查不是必须的。

E.1 准备

在正式测量开始前进行的初测虽然不是强制性的,但还是有益的。它能寻找到那些泄漏严重的区域。

E.2 初测的频率

初测的频率既可以在正常测试的频率范围内,也可以在扩展的频率范围内。

在低频段(9 kHz~20 MHz)选择小环天线(直径小于 1 m)作为发射天线和接收天线;

在谐振频段(20 MHz~300 MHz)推荐使用双锥天线和偶极子天线;

在高频段(300 MHz~18 GHz)应使用偶极子天线、喇叭天线及类似的天线。

测量应按照测试计划(见 4.2)进行。在下面几个频段内选择单一的频点进行测量:9 kHz~16 kHz、140 kHz~160 kHz、14 MHz~16 MHz、50 MHz~100 MHz、300 MHz~400 MHz、600 MHz~1 000 MHz、8.5 GHz~10.5 GHz、16 GHz~18 GHz。设施所独有的频率也应考虑。

E.3 初测方法

在初测开始前,应该对场强检测设备壳体的泄漏情况加以测试。

测试时,屏蔽室工作时通常存在的辅助设备,例如风机或风扇,应按正常使用时布置;而屏蔽室正常使用时不需要的多余设备则应在测试前移出屏蔽室。

发射天线和接收天线的位置应与第 5 章的各测试大概相同(见图 1、图 2、图 4、图 7 和图 8),但对初测,建议调整天线的位置和方向以得到最大的响应,并且在屏蔽室各个可以接近的表面扫描一遍以检测泄漏最严重的区域。

应该对门、电源滤波器、通风孔、缝隙、同轴电缆和观察窗、通信用滤波器、波导装置、逃生口、液体管道连接口等处进行检测。根据测试结果和泄漏的区域大小,所有者和测试机构可以决定是先进行改进还是继续测试。