MORLAB

摩尔实验室
MORLAB LABORATORY

服务 永无止境

汽车电子EMC标准介绍

Presented by: Cao Shaodong

Morlab Group

主要内容：

- CISPR 25
- ISO11452-2
- ISO11452-4

CISPR 25规定了从150KHz到2.5GHz频率范围内的无线电骚扰限值和测量方法。该标准适用于车辆和大型装置的电子/电气零部件。目前标准是CISPR25 (2007 edition3),这个标准与前一版本02年版相比有较大的改动。

CISPR 25新旧版本区别

CISPR 25	2007版	2002版
测试频率	150KHz到2.5GHz	150KHz到1GHz
限值类型	平均值、峰值、准峰值	峰值、准峰值
骚扰源与限值的关系	标准要求骚扰源符合基于两种类型测量检波器的限值要求，而不考虑是何种骚扰类型	测试前必需区分EUT是何种骚扰源类型，以选择相对应的测试限值。

测试频率范围变更的原因在于当今社会科技的迅猛发展从而导致了电磁环境的更加复杂化，所以为了应对高频部分的电磁骚扰源对车载电子造成的干扰。所以将测试范围扩展到2.5GHz

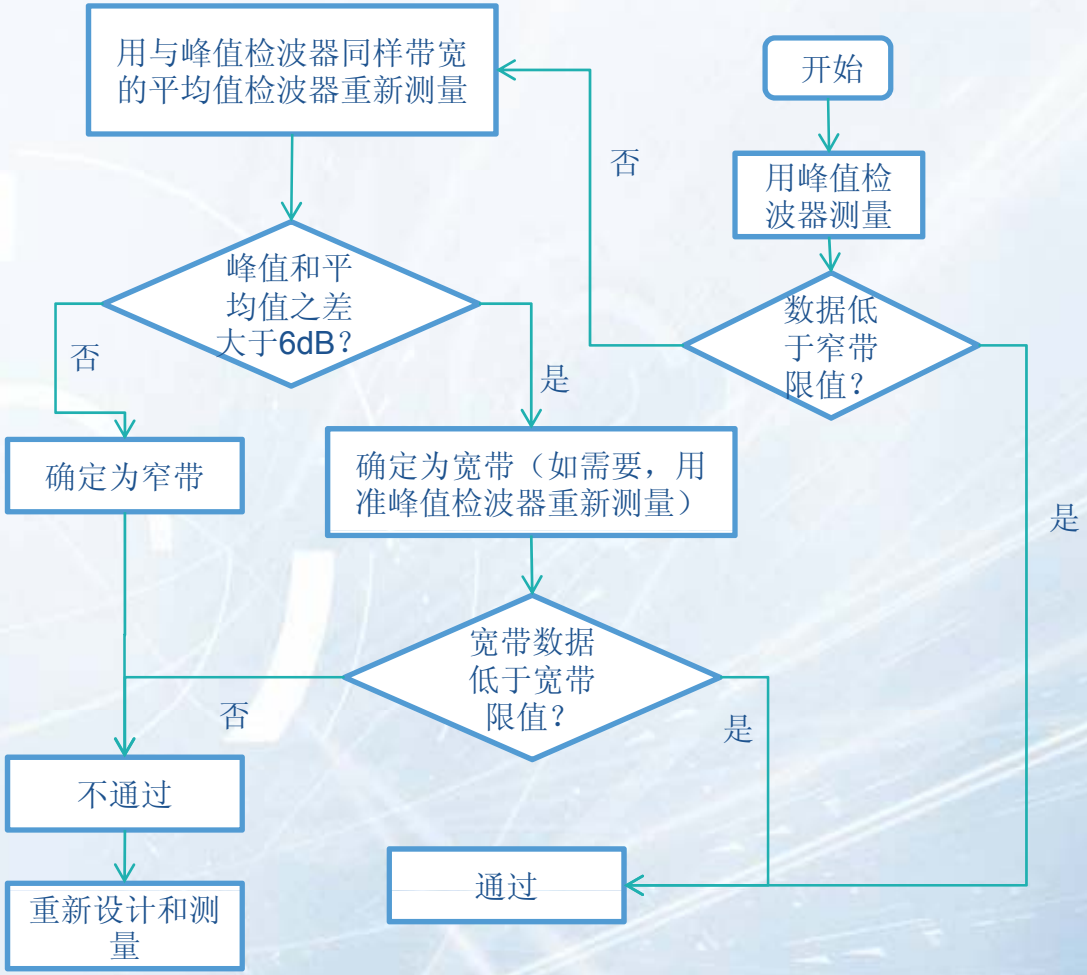
02版在测试中也会用到平均值检波器进行平均值的测量，但这仅仅是为了判定EUT的骚扰源属性。它并没有关于平均值限值的规范。

CISPR25（2002）辐射/传导骚扰的符合性判定

CISPR25 (2002)的传导及骚扰限值是与EUT所属骚扰类型有关，骚扰源分为窄带和宽带骚扰。

宽带是连续长时间或短时间型的骚扰源，有自动的，也有手动的。定义为带宽大于特定测试设备或接收机的发射。宽带骚扰源设备比较多，电动的，点火的，主要以电动控制的为多，如电动机、油泵、燃油喷射的等。窄带，是带宽小于特定测试设备或接 收机的发射。主要来自微处理器，数定逻辑电路，振荡器和时间等窄带骚扰源。

CISPR25（2002）辐射/传导骚扰的骚扰源判定



对于未知设备的骚扰类型判定，可以从以下方法得出：当你扫描完产品之后，会有峰值和平均值2个曲线，在同一频率点上如果峰值比平均值大6dB以上就是宽带，否则就要看窄带限值。

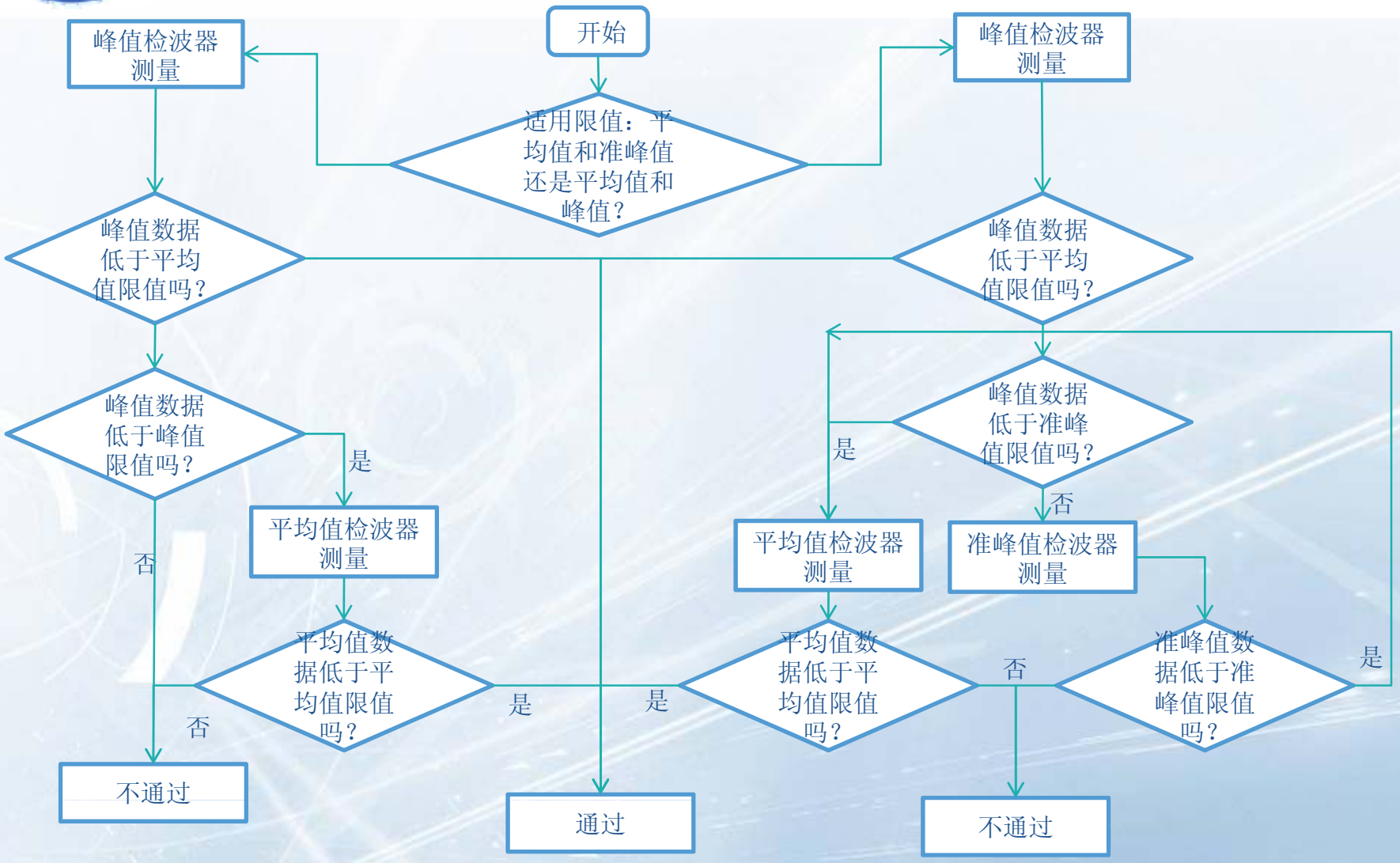
CISPR25（2007）骚扰的符合性判定

CISPR25 (2007 edition3)的传导及骚扰限值与EUT所属骚扰类型无关，但是骚扰源也是分为窄带和宽带骚扰。

宽带骚扰种类仅用于简化试验要求，减少必须使用的检波器数量。例如如果知道是宽带类型骚扰，诸如直流电刷整流马达，就可以去除平均值检波器。

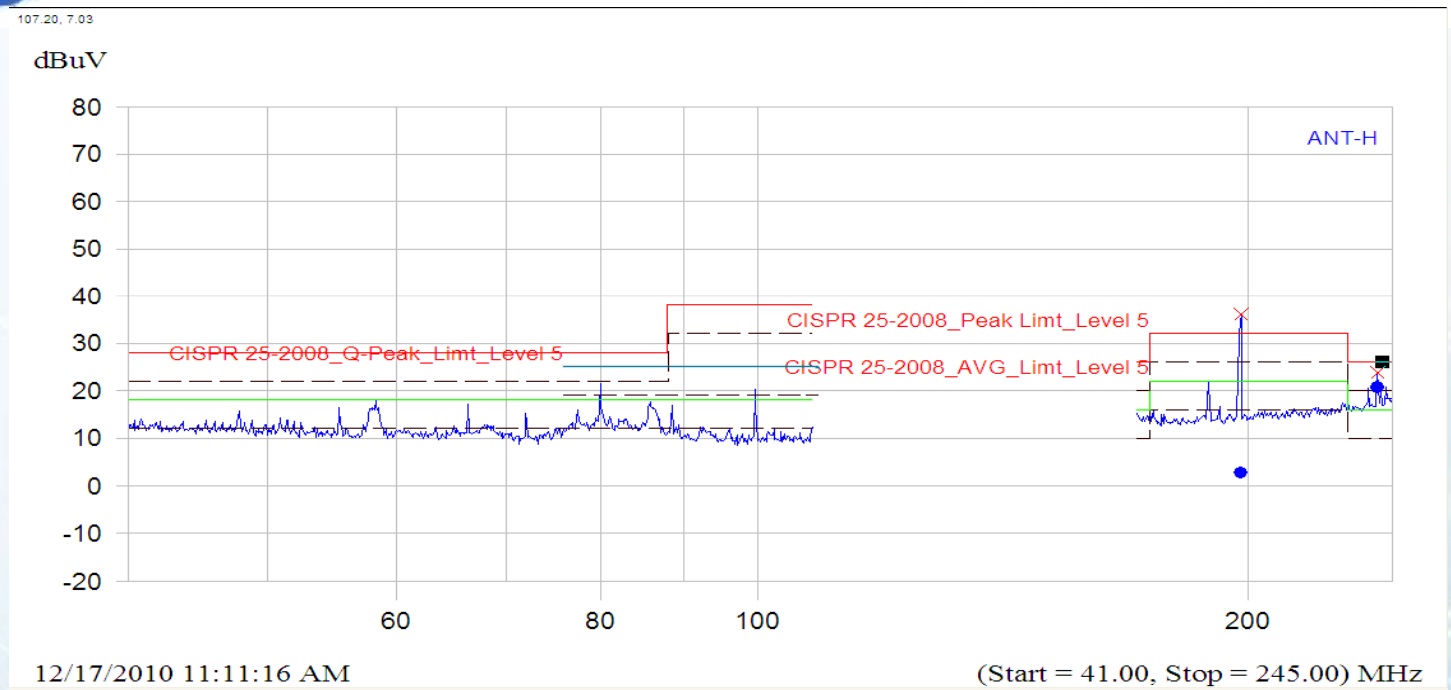
任何情况下，EUT 都应符合平均值限值的要求。除此之外EUT还应符合峰值或准峰值限值的要求。适合所有频段的符合性判定如下图所示。

CISPR 25新旧版本区别



CISPR 25新旧版本区别

图：三种限值要求



	Frequency MHz	Peak dBuV	QP dBuV	Avg dBuV	Trace Name	Comment
1	197.880	36.0		2.6	ANT-H	PASS
2	240.045	23.8		20.6	ANT-H	FAILL

注：

1. 一般达到平均值、峰值限值要求或达到平均值、准峰值限值要求的视为符合，除非试验计划写明达到单一适当限值（平均值和峰值/平均值和准峰值）的也视为符合。

CISPR 25新旧版本区别

2.因为峰值检波器测量值总是高于或等于平均值检波器测量值，并且适用的峰值限值也总是高于或等于适用的平均值限值，因此单一检波器测量值可以简化和加快符合性判定进程。
3.此流程图适用于各个单频点，举例来说，只有那些测量值在适用限值之上的频点才需要重新使用平均值或准峰值检波器测量。

虽然两个版本的测试频率范围有差异，但是测试方法确是一贯相承。所以下面将以CISPR 25（edition3）为主进行测试方法及测试设备等相关测试方面的介绍。

CISPR25传导骚扰测试方法

- 电压方法：电压测量只能用于单一导线的传导发射特性。故常用于测量电源线的发射，采用人工电源网络做隔离物
- 电流探头方法：测量控制/信号线的发射

CISPR25传导骚扰测试设备

设备名称	作用	推荐
电波暗室	屏蔽效能应足以保证达到对环境电磁噪声电平的要求。	标准3米法或10米法暗室
接收机	接收EUT的骚扰信号	扫描接收机或频谱仪
人工电源耦合网络（两个）	在指定频率范围内使待测设备与电源和负载电气隔离及耦合EUT骚扰信号	N.A
电流探头	耦合骚扰信号	测试频率范围1KHz~100MHz

设备名称	作用	推荐
电源	提供零部件 / 模块测试电压。	车载蓄电池
接地平板	提供一个低阻抗连接	接地平板采用至少0.5mm厚的铜板或镀锌钢。尺寸越大越好。接地平板应与屏蔽室地面或墙面电气搭接，目的是使它的直流电阻不超过2.5mΩ。此外接地铜带间的距离不得大于300mm，接地铜带最大长宽比应为7:1。

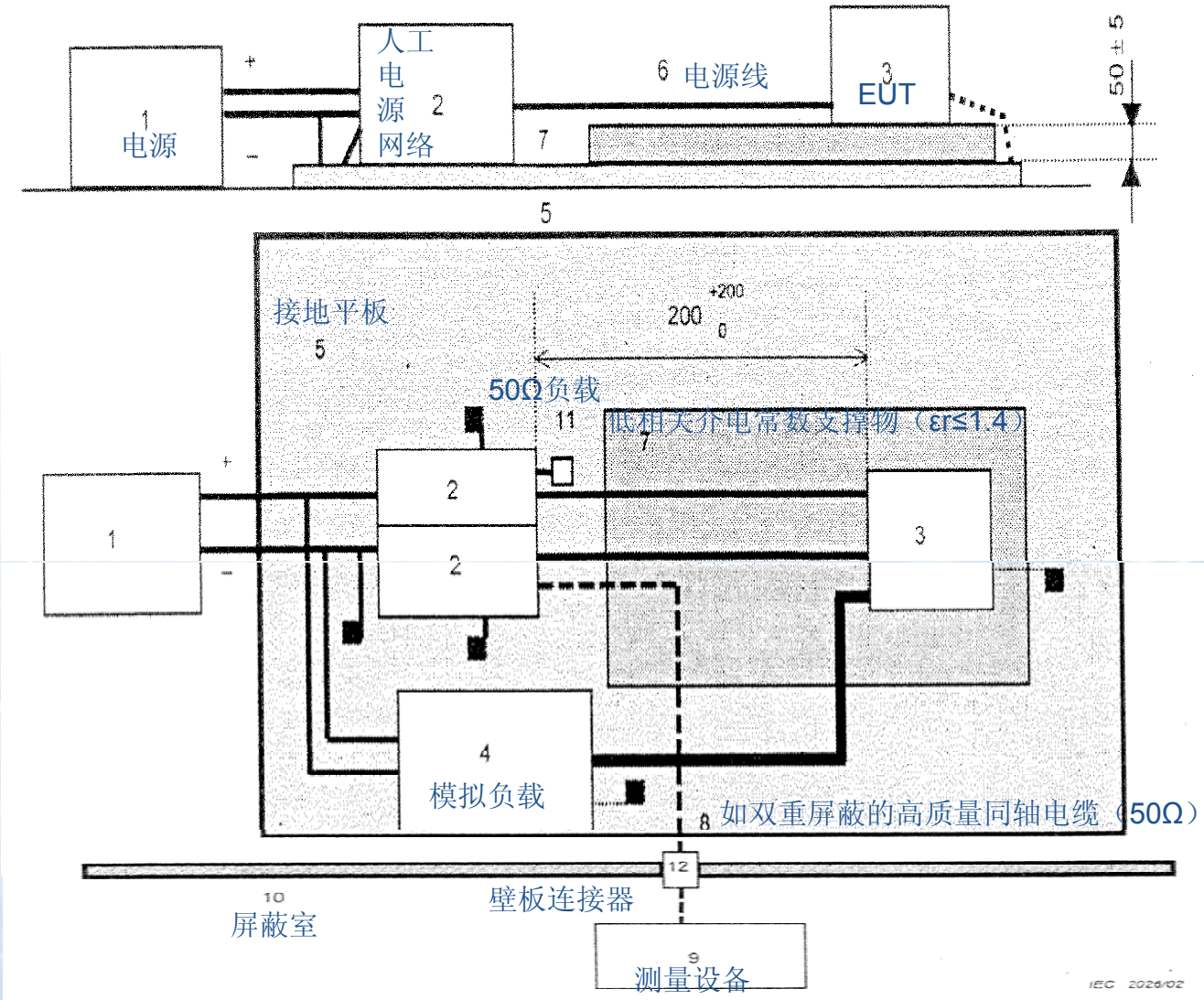
CISPR25传导骚扰测试（电压方法）

传导骚扰（电压法）是通过人工电源耦合网络来进行骚扰信号的测量。

注意事项：零部件／模块测试电压：12V系统为13±1V，24V系统应为26 ±2V。（02版中供电电压要求为12V系统为13.5±0.5V，24V系统应为27±1V ）

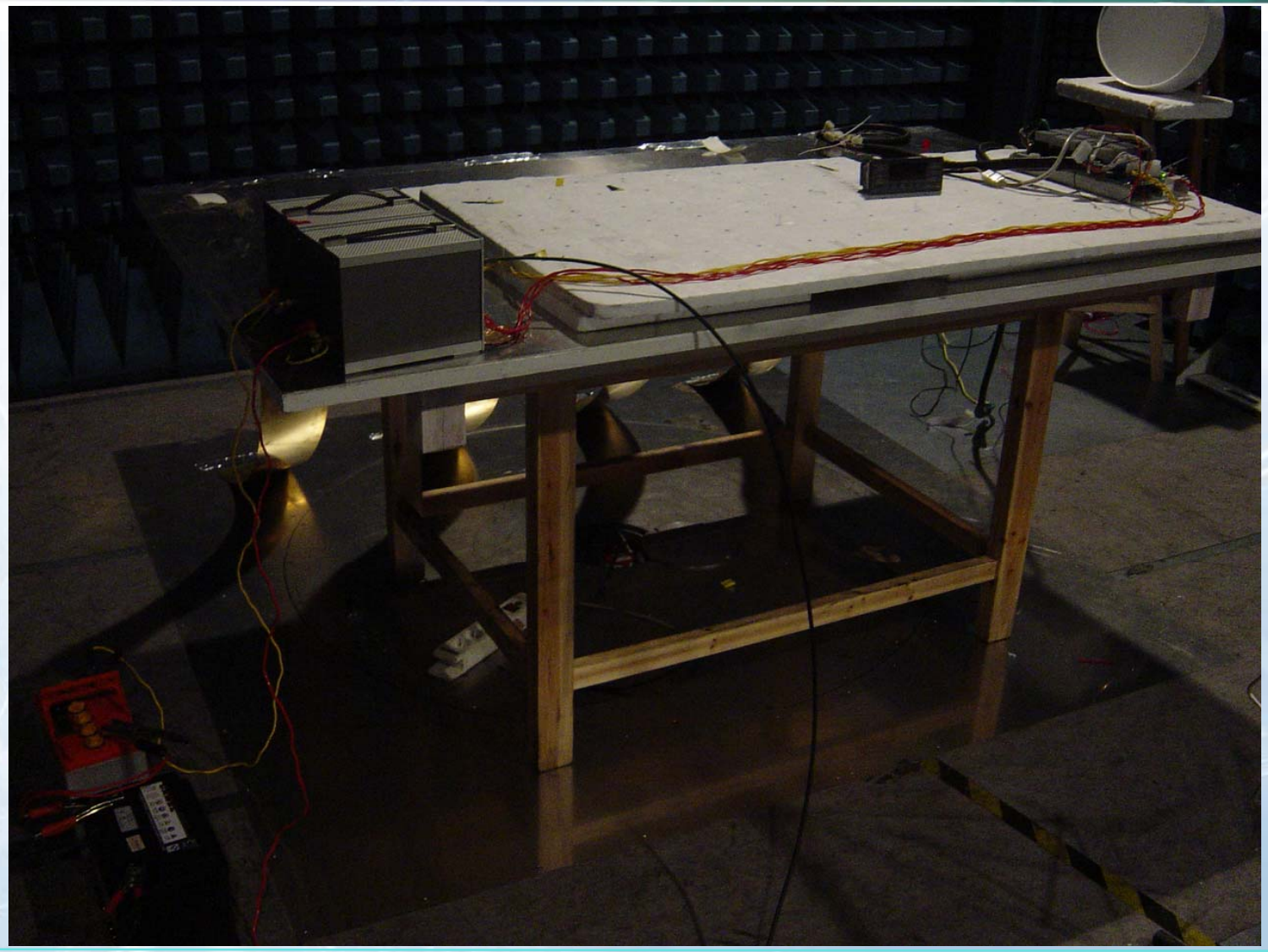
详细摆放可见下图：

图：
传导发射
（电压法）
电
源
回
线
远
端
接
地
的
EUT



CISPR 25（edition3）

图：
传导发射
（电压法）
电
源
回
线
远
端
接
地
的
EUT



注：若试验计划要求EUT外壳接地，则EUT外壳接地线长度不超过150mm。上图是电源回线远端接地的EUT摆设方法。而电源回线近端接地的EUT摆放方法与远端相似，不同的是近端接地只需一个LISN。

区分近远端接地的方法是看电源回线是否小于200mm。

CISPR25传导骚扰测试（电流探头方法）

传导骚扰 （电流探头方法）是通过电流耦合钳来进行骚扰信号的测试。测试时需注意以下几点：

1.试验线束应该为（1700~2000）mm 长（或试验另有规定）（2002版测试线束长为1500 ± 75）并且放置在绝缘材料（εr≤1.4）上，位于接地板上方(50± 5)mm处。除非在测试计划中特殊规定否则这些测试线束应该彼此平行并且彼此靠紧。

2. 探头应圈住整个线束（包括全部电缆）。在离EUT连接器50mm 和750mm两处测量辐射。（2002版中则为保证在30MHz以上的频率点能测到最大电平，测量探头除在EUT连接器50mm处外还应在下列位置逐个测量：

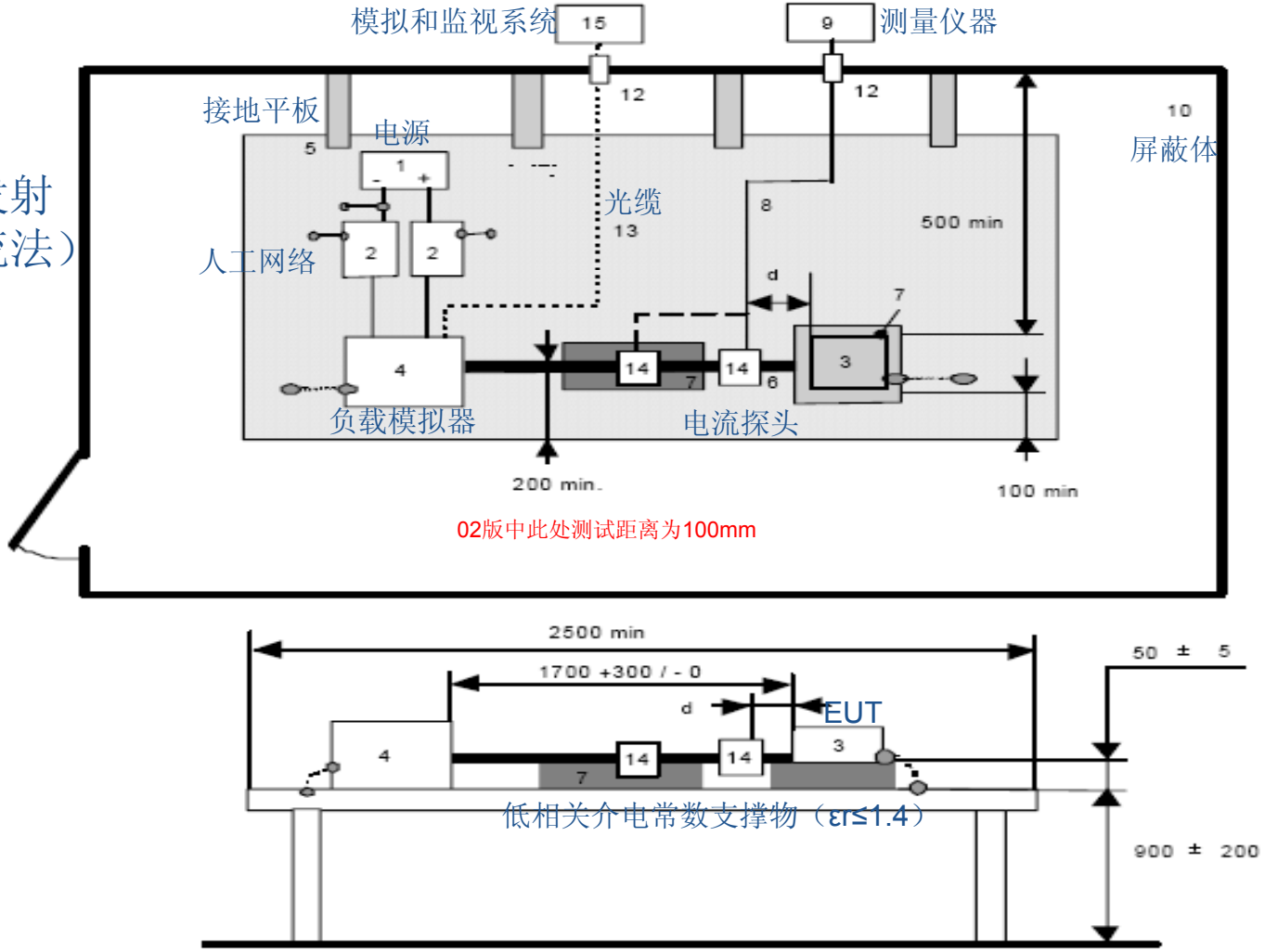
a） 离 EUT连接器500mm处；

b） 离 EUT连接器1000mm处；

c） 离人工网络端子50mm处。 ）

具体测量布置如下所示：

图：
传导发射
（电流法）
电
流
探
头
测
量
布
置



CISPR25辐射骚扰测试方法

电波暗室（ALSE）方法：辐射场强测量应在ALSE 内进行，以消除来自电气设备以及广播台站产生的额外电磁骚扰的影响。

TEM小室方法：辐射场强度的测量应该在屏蔽室中进行，以消除来自电气设备和广播站的附加干扰。TEM 小室的工作如同屏蔽室一样。

带状线法方法：带状线是开方式的波导，由一个接地平板和一个主导电体（隔板）构成，有特征阻抗。一般采用的特征阻抗值是50Ω和90Ω 。

目前关于零部件/模块的辐射骚扰测量的常见方法主要是：ALSE方法、 TEM小室方法。而关于带状线法，目前则还是鼓励大家研究和实践这种试验方法，随着知识的增长，将来有机会大家达成一致的意见后会把这种方法加入到本标准中。

而TEM小室受电磁环境及场地限制较多，所以基本上都是用ALSE方法来进行汽车电子的辐射骚扰测量。

CISPR25辐射骚扰测试设备

设备名称	作用	推荐
电波暗室	屏蔽效能应足以保证达到对环境电磁噪声电平的要求。	标准3米法或10米法暗室
接收机	接收EUT的骚扰信号	扫描接收机或频谱仪
人工电源耦合网络（两个）	在指定频率范围内使待测设备与电源和负载电气隔离及耦合EUT骚扰信号	N.A
单极子天线	用于测试频率范围为：0.15MHz～30MHz	N.A

CISPR 25（edition3）

设备名称	作用	推荐
双锥天线	用于测试频率范围为：20MHz～ 300MHz	N.A
对数周期天线	用于测试频率范围为：200MHz～1000MHz	200MHz～3500MHz的对数周天线
喇叭天线	用于测试频率范围为：1000MHz～2500MHz	覆盖该频率范围的喇叭或对数周期天线。400MHz~6GHz的喇叭天线 或200MHz～3500MHz的对数周天线
电源	提供零部件／模块测试电压。	车载蓄电池

CISPR25辐射骚扰测试（ALSE方法）

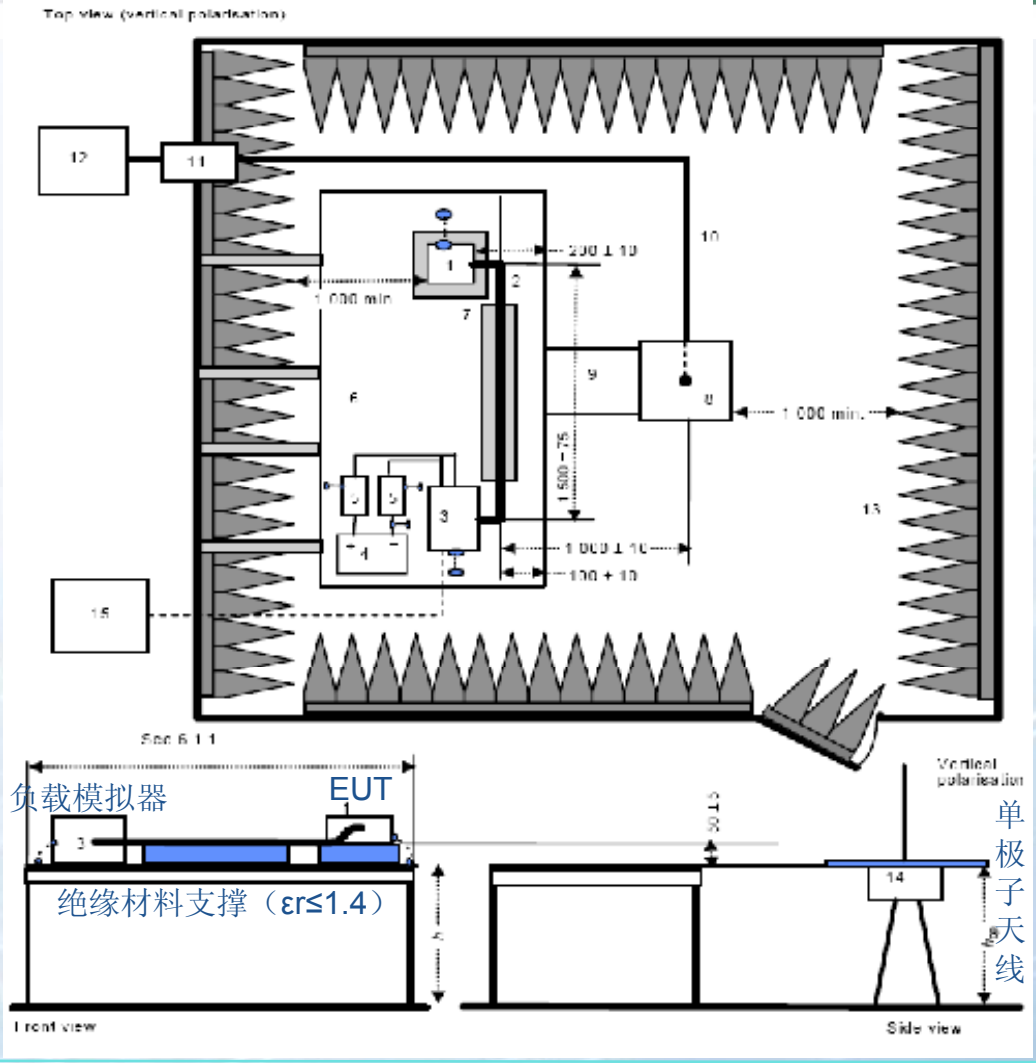
测试 注意事项：零部件 / 模块测试电压：12V系统为13±1V，24V系统应为26 ±2V。（02版中供电电压要求为12V系统为13.5±0.5V，24V系统应为27±1V ）

测试时
从150 kHz 到30 MHz的测量仅在垂直极化状态下进行。
从30 MHz到2.5GHz的测量应该分别在垂直和水平极化中进行。
针对辐射发射测量，EUT 和测量设备的布置应该与下图所示大体相同。

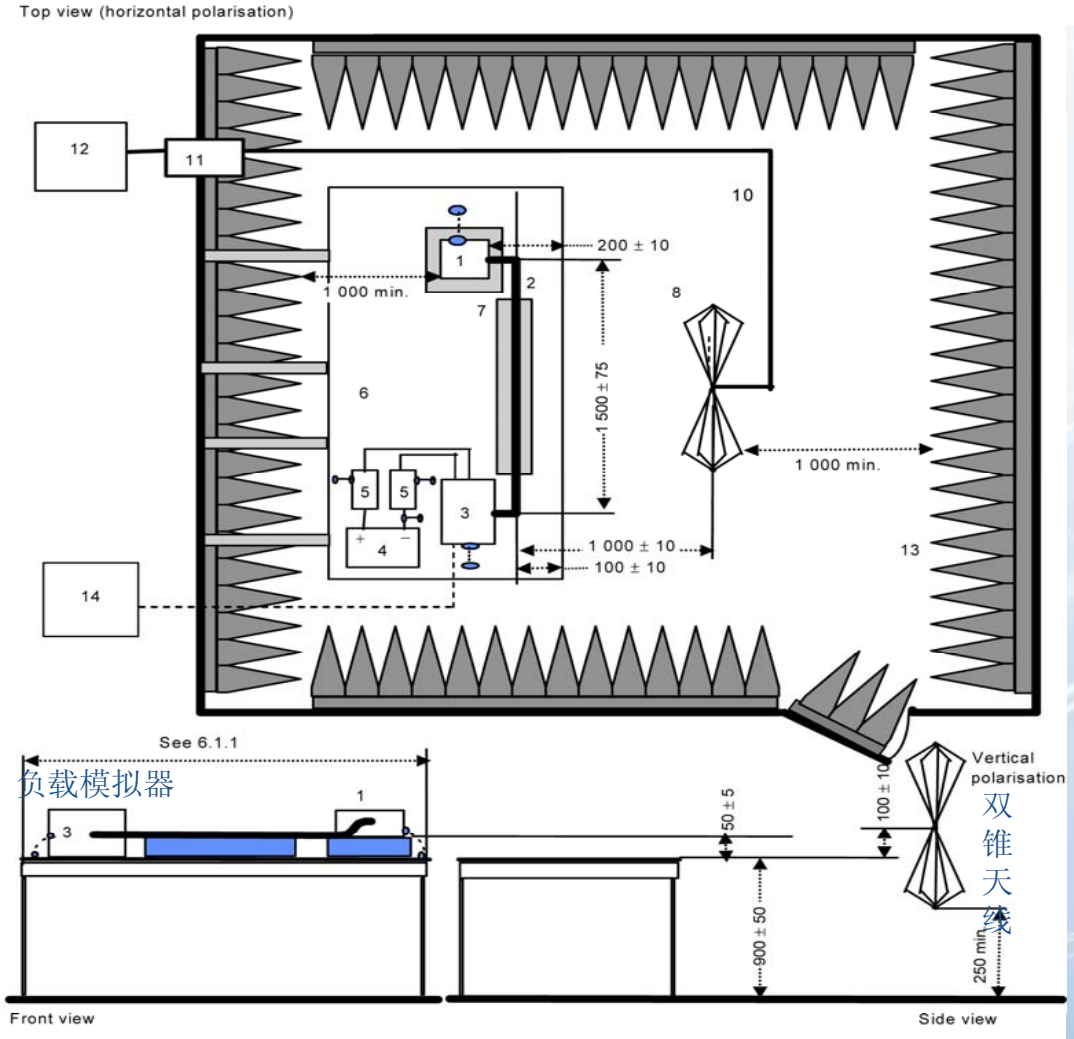
具体测试设置如下图所示：

CISPR 25（edition3）

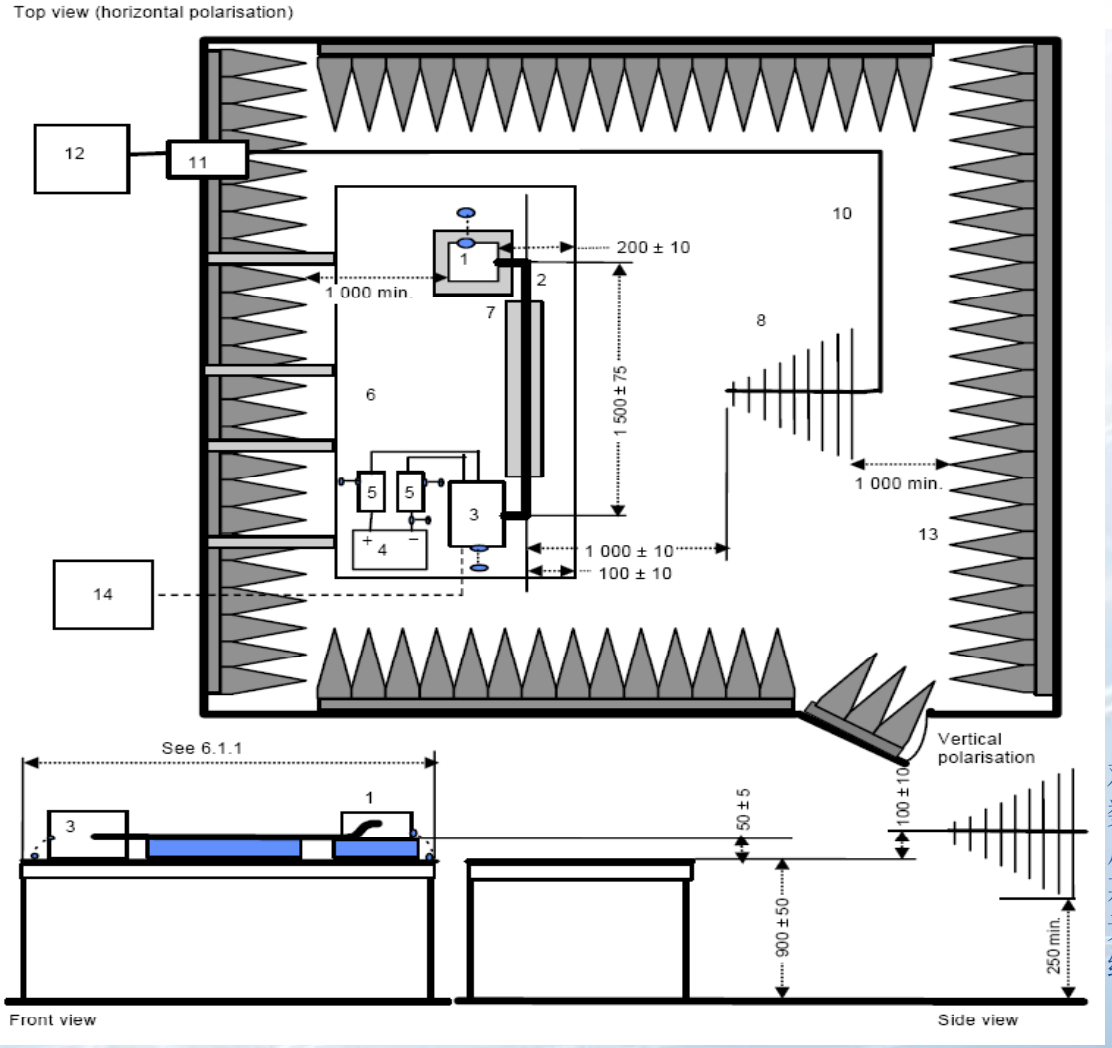
图：单极子天线放置图



图：双锥天线放置图

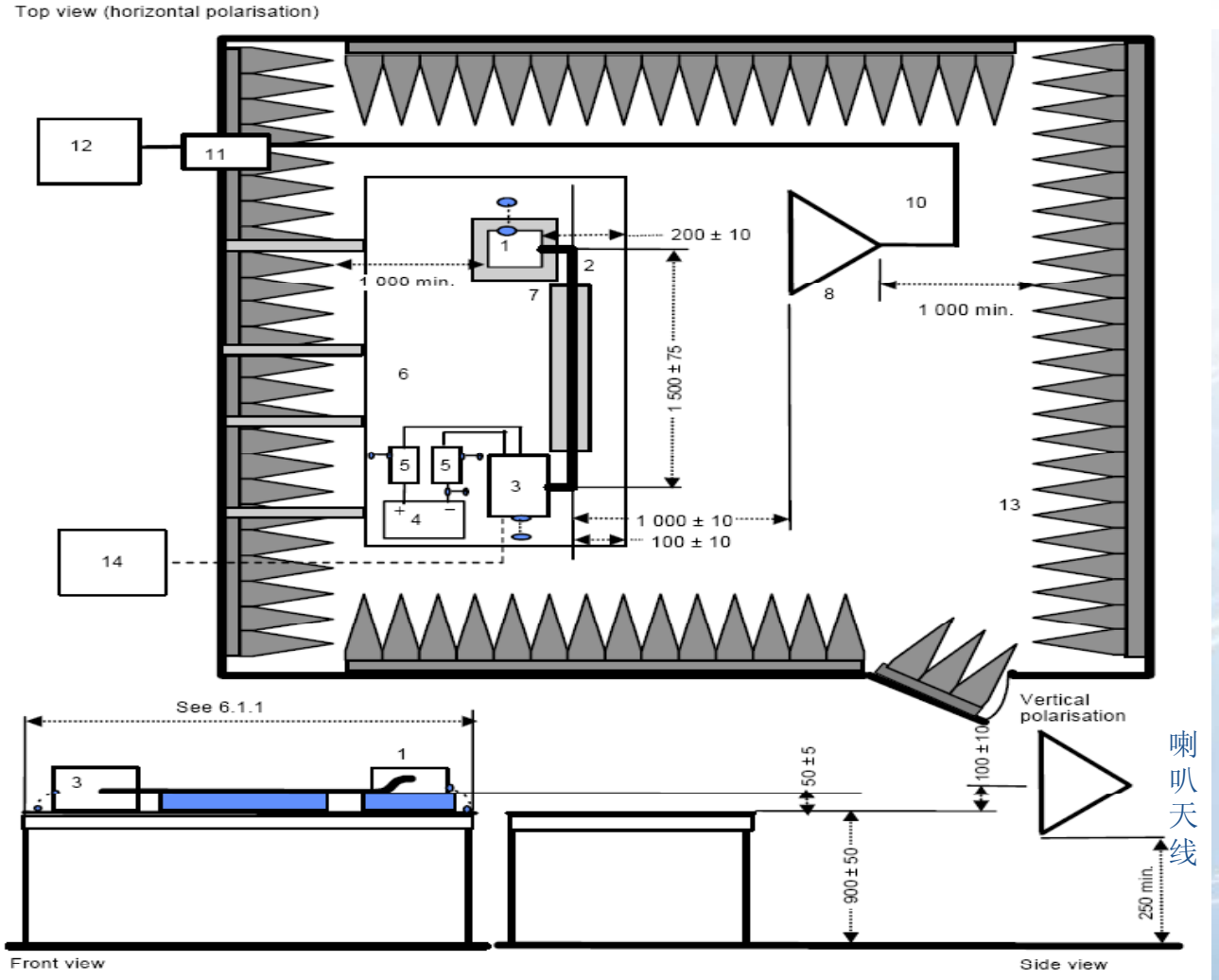

Top view (horizontal polarisation)
12
11
10
200 ± 10
1
2
1 000 min.
7
8
6
1 500 ± 75
1 000 min.
5
5
3
4
1 000 ± 10
100 ± 10
13
14
See 6.1.1
负载模拟器
1
3
50 ± 5
100 ± 10
Vertical polarisation
双锥天线
900 ± 50
250 min.
Front view
Side view

图：对数周期天线放置图



对数周期天线

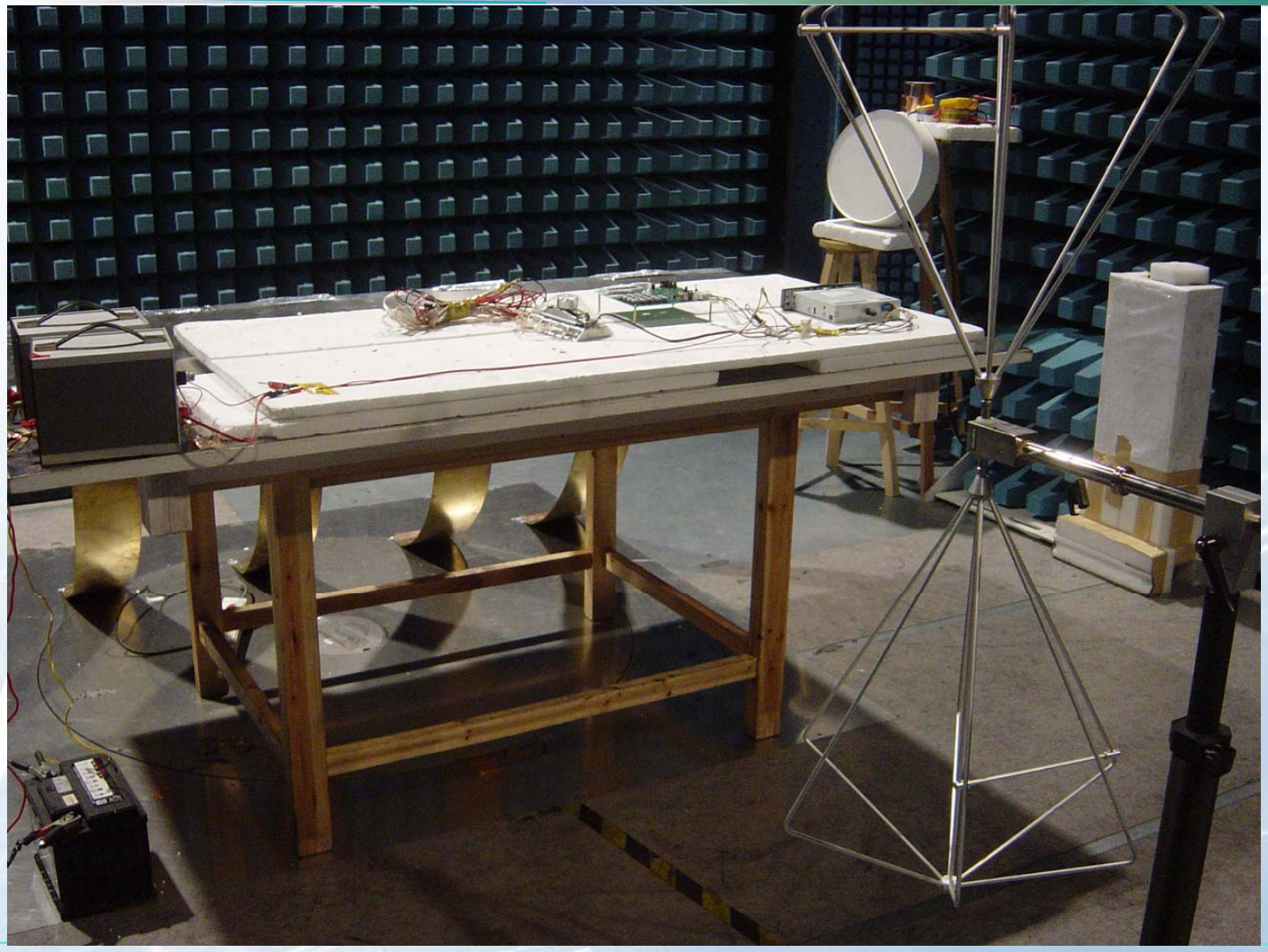
图：喇叭天线放置图



喇叭天线

CISPR 25（edition3）

图：辐射骚扰摆放实景图



天线的参考点定义如下：
--鞭状天线的垂直单极元件，
--双锥天线的相位中心（中点），
--对数周期天线的末端（包括双锥对数复合天线），
一喇叭天线的前开孔
每副天线（鞭状天线除外）都应以到参考点距离为1000mm的测量距离进行标定。另外不允许天线的任何辐射部分距地面小于250mm。

CISPR 是做为一个国际化的测试标准，所以它是非强制性的一个要求，而关于它的相关测试应该具体到各个地区的法规来规定。例如欧盟的EN55025,中国的GB18655来规范。并且测试最后所用限值等级是经整车生产商和零部件供应商的同意进行设定的。

ISO 11452: A1:2008

Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy

道路车辆-用窄带发射的电磁能量进行电子干扰.

ISO11452

标准部分	内容	适用范围
Part 1: General and definitions	总则和定义	用于介绍一些基本定义和测试条件
Part 2: Absorber-lined shielded enclosure	电波暗室法	检验设备对【80MHz – 18GHz】频带电磁场的抗干扰性能
Part 3: Transverse electromagnetic mode (TEM) cell	TEM小室	检验设备对【0.01MHz – 200MHz】频带电磁场的抗干扰性能。
Part 4:Bulk current injection (BCI)	大电流注入法	检验设备对【1MHz – 400MHz】频带电磁场的抗干扰性能
Part 5: Stripling	带状线法	检验设备对【0.01MHz – 200MHz】频带电磁场的抗干扰性能。

ISO11452

标准部分	内容	适用范围
Part 6: Parallel plate antenna	射频平行板天线测试法	检验设备对【0.01MHz – 200MHz】频带电磁场的抗干扰性能。
Part 7: Direct radio frequency (RF) power injection	直接射频功率注入法	检验设备对【0.25MHz – 400MHz】频带电磁场的抗干扰性能

ISO11452介绍的是用各种不同的测试方法来对车载电子进行抗骚扰类的测试。所以我们将对最常用的两种测试方法进行介绍。分别是电波暗室法（ISO11452-2）和大电流注入法（ISO11452-4）

辐射抗干扰测试方法

校准法：使用校准夹具标定的标准电流值，系统记录下发射功率后，再将样品摆放上去开始试验，测试过程中的注入功率不变，但产生的电流可能出现变化

闭环法：无需校准，直接测试，系统根据监测钳的数据实时改变输出功率，尽量使电流稳定在测试要求的数值。

注：这两种方法产生的结果很可能有较大差别。其效果和产品自身的阻抗特性有关。其中闭环法不常见，而基本都是用校准法进行测试。

ISO11452-2测试设备

设备名称	作用	推荐
电波暗室	屏蔽效能应足以保证达到对环境电磁噪声电平的要求。	标准3米法或10米法暗室
人工电源耦合网络（两个）	在指定频率范围内使待测设备与电源和负载电气隔离及耦合EUT骚扰信号	N.A
双锥天线	用于测试频率范围为：20MHz～ 300MHz	N.A
对数周期天线	用于测试频率范围为：200MHz～1000MHz	200MHz~3.5 GHz
喇叭天线	用于测试频率范围为：1000MHz～18000MHz	400MHz~6GHz

设备名称	作用	推荐
功率放大器	放大信号发生器产生的功率	AP32 SV125A:25W,0.8~3GHz AP32 L7165:65W, 20MHz~1GHz
功率计	用于监视输出或反馈功率	N.A
场强探头	可监视水平或垂直极化	N.A
信号发生器	提供一个稳定的信号	SME 02 10MHz~20GHz
定向耦合器	用于将输出功率耦合一部分给功率计	N.A
6dB固定衰减器	防止测试过程中天线不匹配，造成的能量回流	N.A

ISO11452-2测量条件

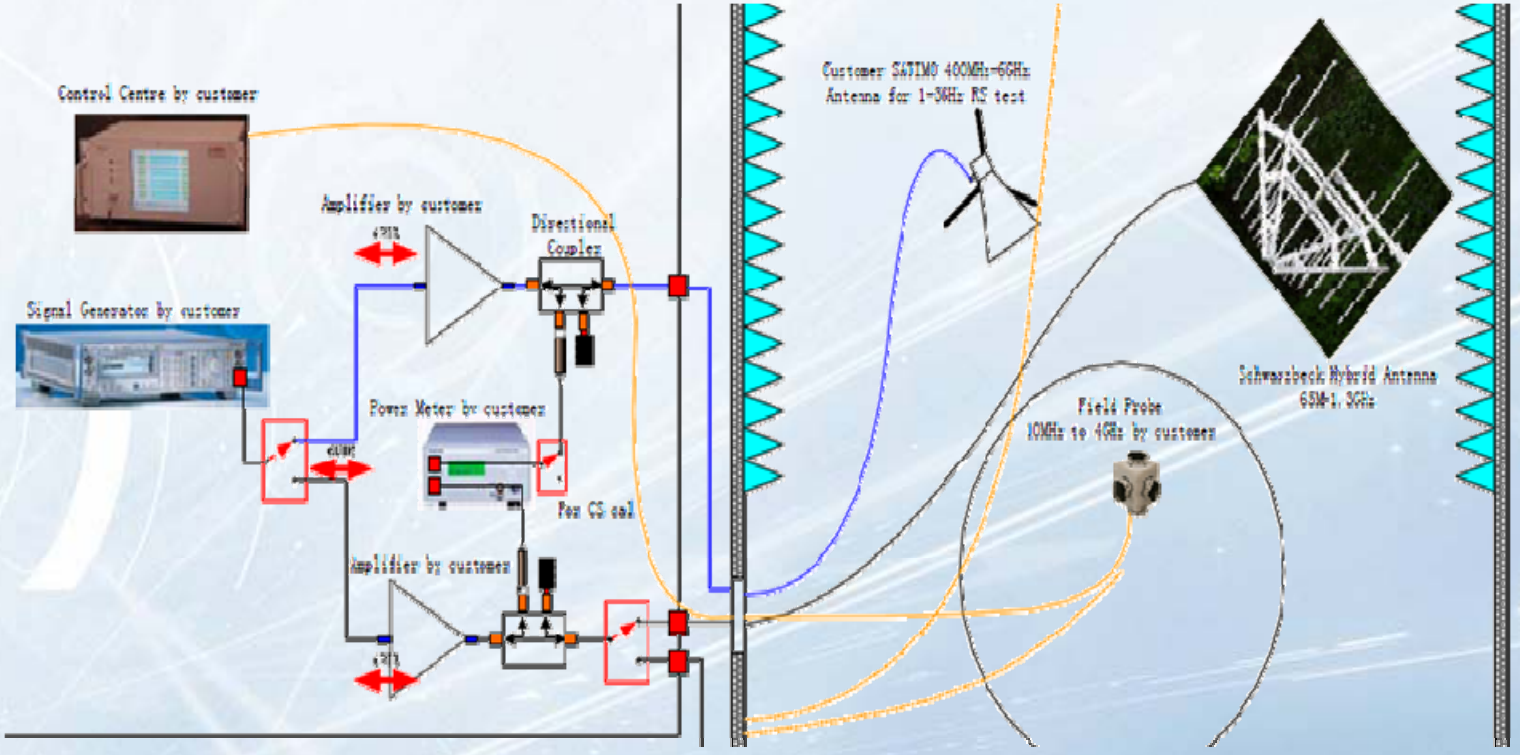
1.测试温度：(23 ± 5)°C.

2.测试电压：12V系统为13.5±0.5V，24V系统应为27±1V 。
（由车载蓄电池进行供电）

ISO11452-2测试校准方法

校准是为了使测试时EUT所在的场强维持在一个固定的状态下。
所以校准过程与实际的测试过程是有一定的相似性的。

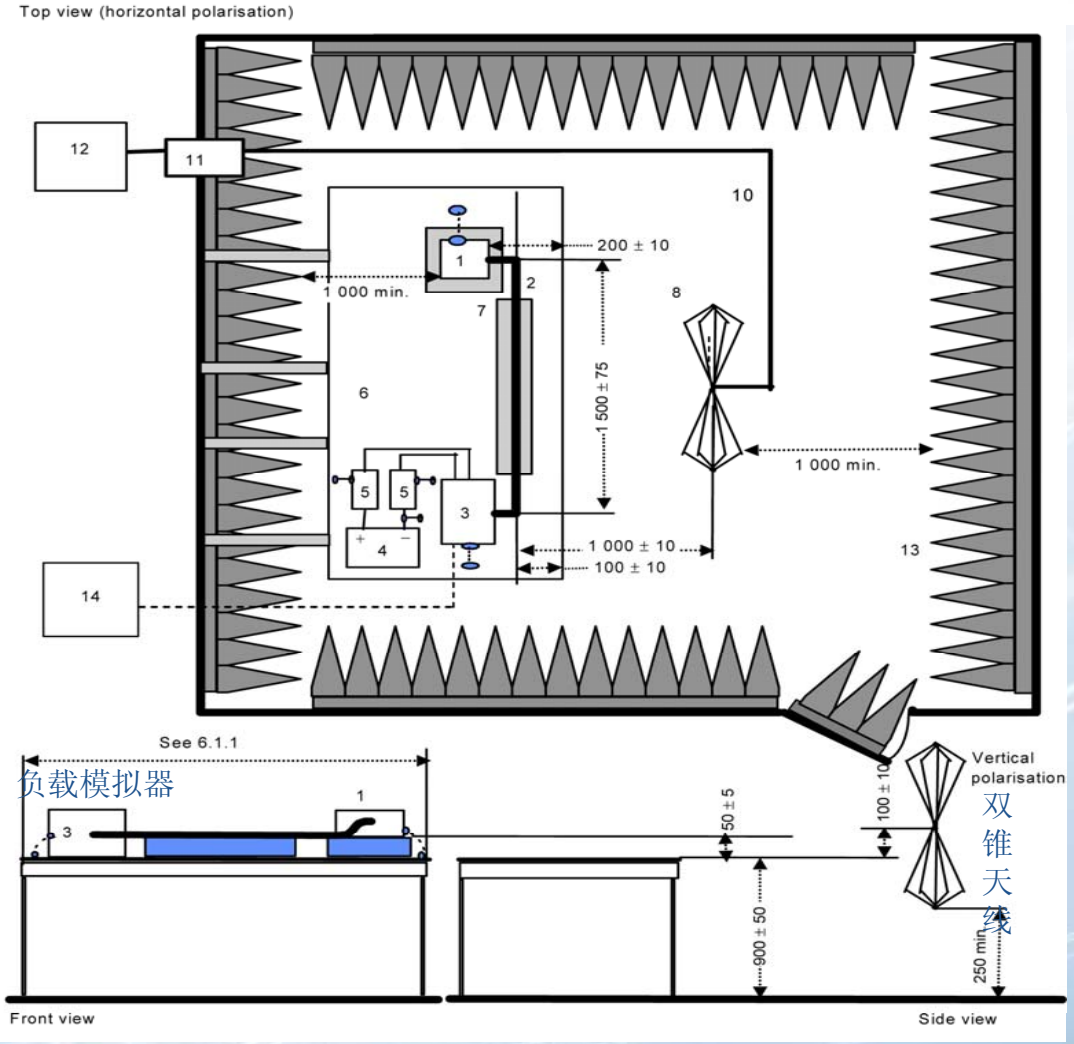
ISO11452-2校准示意图



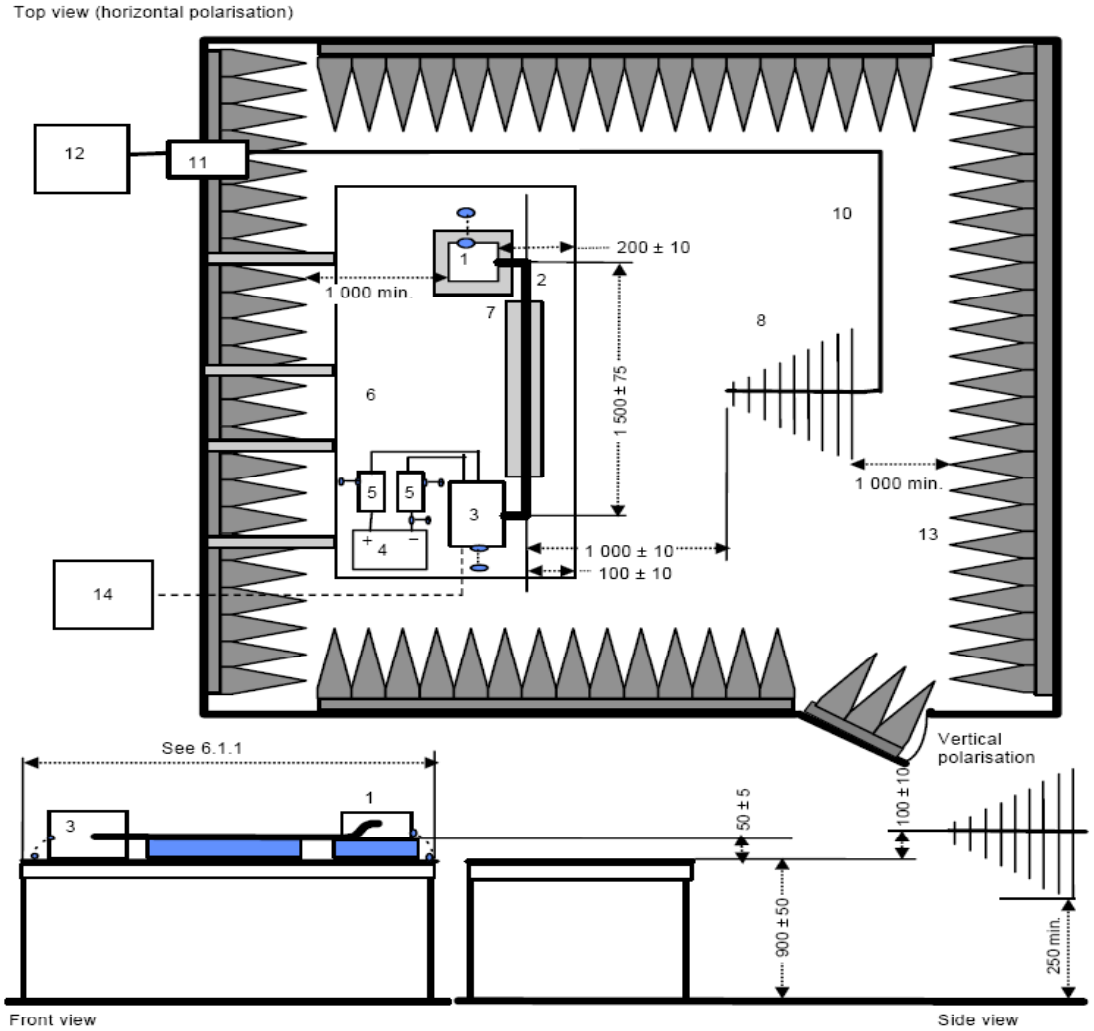
ISO11452-2测量设置

具体测量设置与CISPR25 (edition3)的辐射测试方法一致。如下图所示。

图：双极天线放置图


Top view (horizontal polarisation)
12
11
10
200 ± 10
1
2
1 000 min.
7
8
6
1 500 ± 75
1 000 min.
5
5
3
4
1 000 ± 10
100 ± 10
13
14
See 6.1.1
负载模拟器
1
3
50 ± 5
100 ± 10
Vertical polarisation
双锥天线
900 ± 50
250 min.
Front view
Side view

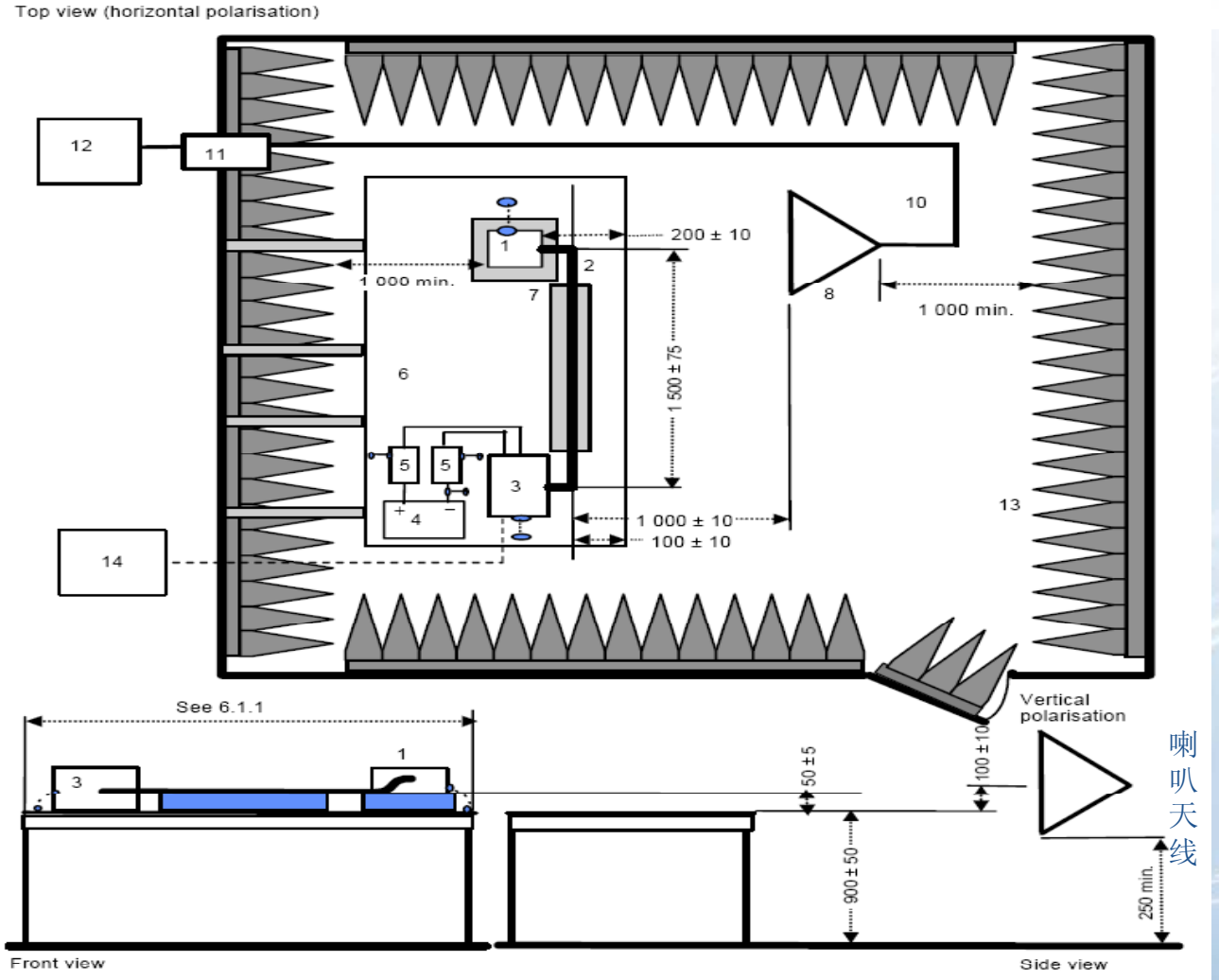
图：对数周期天线放置图



对数周期天线

图：喇叭天线放置图

注：测试频率为1GHz以上时采用。



喇叭天线

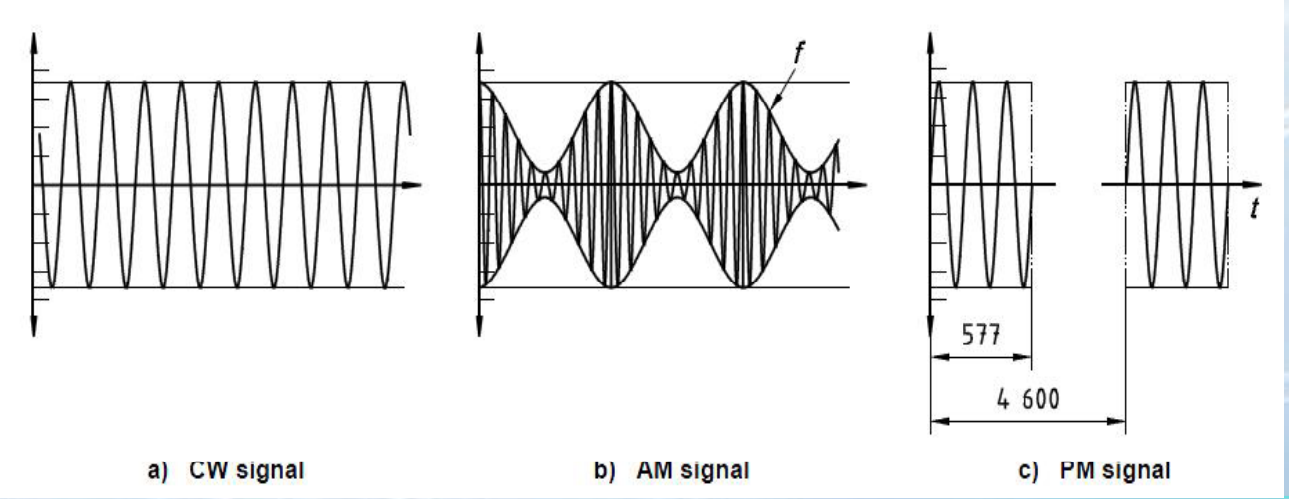
ISO11452-2测试信号

1.信号的调制

a) 未调制正弦波信号（可使用范围：0.01 MHz to 18 GHz）

b) 1KHz, 80%调制的AM（振幅调制）信号（可使用范围：0.01 MHz to 800MHz）

c) ton = 577 μs 和 period = 4 600 μs的PM（相位调制）信号（可使用范围：800 MHz to 18 GHz）



2. 800MHz以下测试信号幅度为80％的1kHz正弦波调制信号。
800MHz以上测试信号为ton = 577 μs 和 period = 4 600 μs的相位调制信号

3. 扫描频率范围可从80MHz到800MHz，在测试过程中使用的信号电平为幅度80％的干扰信号。而800MHz以上为相位调制信号。扫描速度不应超过1.5×10-3 十倍频程/S，在频率范围内步进递增扫描时，以不超过基频的1％步长扫描。

4. 在每一频率点上扫描驻留时间不应短于受试设备操作和反应所需的时间。敏感频点（如时钟频率和谐波频率），应单独分析。

4. 应努力在测试过程中充分运行受试设备的各项功能，并尽可能多的测试各个模式

2.滞留时间（Dwell time）：不小于1s。
3.频率步长：

Table 2 — Maximum frequency steps sizes

Frequency band MHz	Linear steps MHz	Logarithmic steps %
0,01 to 0,1	0,01	10
> 0,1 to 1	0,1	10
> 1 to 10	1	10
> 10 to 200	5	5
> 200 to 400	10	5
> 400 to 1 000	20	2
> 1 000 to 18 000	40	2

4.测试严酷等级

Table C.1 — Suggested test severity levels

Test severity level	Value V/m
I	25
II	50
III	75
IV	100
V	Specific value agreed between the users of this part of ISO 11452, if necessary

5.测试频率范围

Table C.2 — Frequency bands

Frequency band	Frequency range MHz
F1	> 80 to ≤ 400
F2	> 400 to ≤ 1 000
F3	> 1 000 to ≤ 10 000
F4	> 10 000 to ≤ 18 000

测试结果性能判据

Class A: EUT功能或性能一直保持正常，无任何异常现象

Class B: 所有功能或性能在干扰状态下，一个或者多个功能或者性能偏移指定的容差，但所有功能或性能在干扰移除以后能恢复到规定的容差限值以内。并且存储数据不能有任何异常现象

Class C: 一个或者多个功能或性能暂丧失，但在施加干扰之后EUT能自动恢复到正常模式

Class D: 一个或者多个功能或性能暂丧失，但在施加干扰之后通过人为的干预能自动恢复到正常模式

Class E: 一个或者多个功能或性能暂丧失，并且不能自动恢复到正常模式

ISO11452-4:Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 4:Bulk current injection (BCI)

道路车辆-用窄带发射的电磁能量进行电子干扰. 部件试验方法-第4部分:大电流注入法

该测试目的是检验设备对【1MHz – 400MHz】频带电磁场的抗干扰性能。

ISO11452-4测试设备

设备名称	作用	推荐
电波暗室	屏蔽效能应足以保证达到对环境电磁噪声电平的要求。	标准3米法或10米法暗室
人工电源耦合网络（两个）	在指定频率范围内使待测设备与电源和负载电气隔离及耦合EUT骚扰信号	N.A
大电流注入钳	用于场强的输出	N.A
电源	提供一个稳定的直流电源	车载蓄电池

设备名称	作用	推荐
校准夹具	代替EUT进行场强的校准	N.A
功率放大器	放大信号发生器产生的功率	AP32 DR180:80W, 10KHz~400MHz
功率计	用于监视输出或反馈功率	N.A
信号发生器	提供一个稳定的信号	SME03:5KHz~3GHz
定向耦合器	用于将输出功率耦合一部分给功率计	N.A
6dB固定衰减器	防止测试过程中天线不匹配，造成的能量回流	N.A

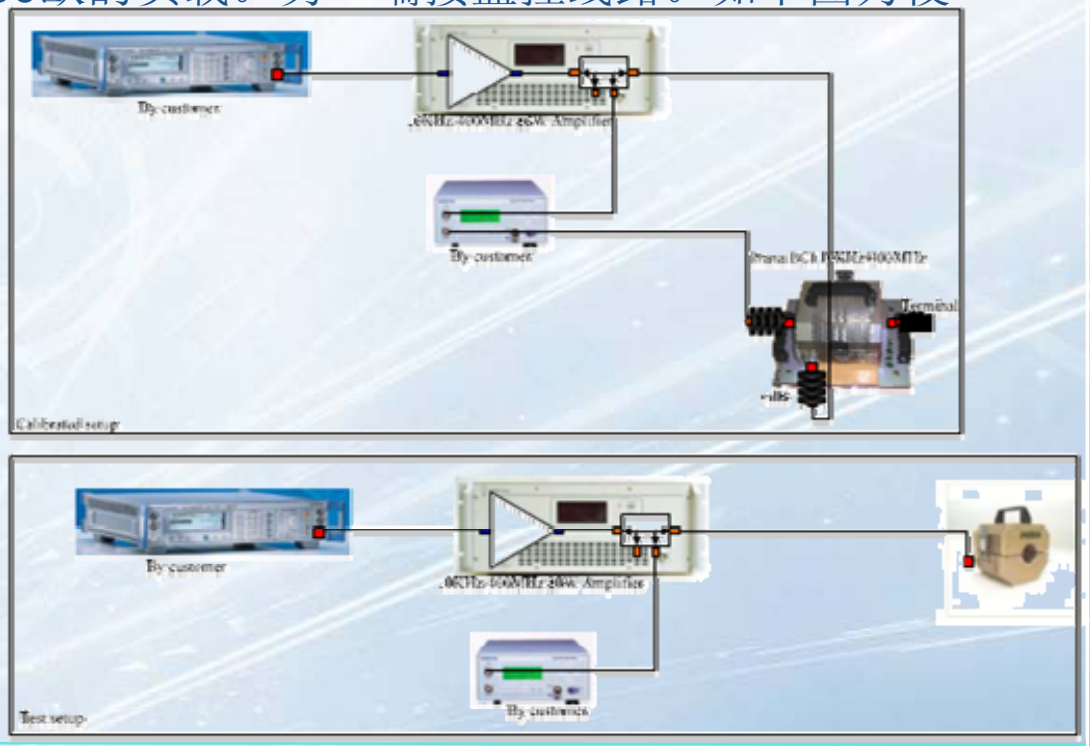
ISO11452-4测量条件

1.测试温度：(23 ± 5)°C.

2.测试电压：12V系统为13.5±0.5V，24V系统应为27±1V 。

ISO11452-4测量校准

校准与实际测试过程相似，不同的是用校准夹具代替EUT进行。校准夹具一端接50欧的负载。另一端接监控线路。如下图为校准及测试配置图：



ISO11452-4测试设置

1. 测试信号幅度为80％的1kHz正弦波调制信号。

2. 扫描频率范围可从20kHz到400MHz，在测试过程中使用的信号电平为幅度80％的干扰信号。扫描速度不应超过1.5×10-3 十倍频程/S，在频率范围内步进递增扫描时，以不超过基频的1％步长扫描。

3. 在每一频率点上扫描驻留时间不应短于受试设备操作和反应所需的时间。敏感频点（如时钟频率和谐波频率），应单独分析。

4. 应努力在测试过程中充分运行受试设备的各项功能，并尽可能多的测试各个模式

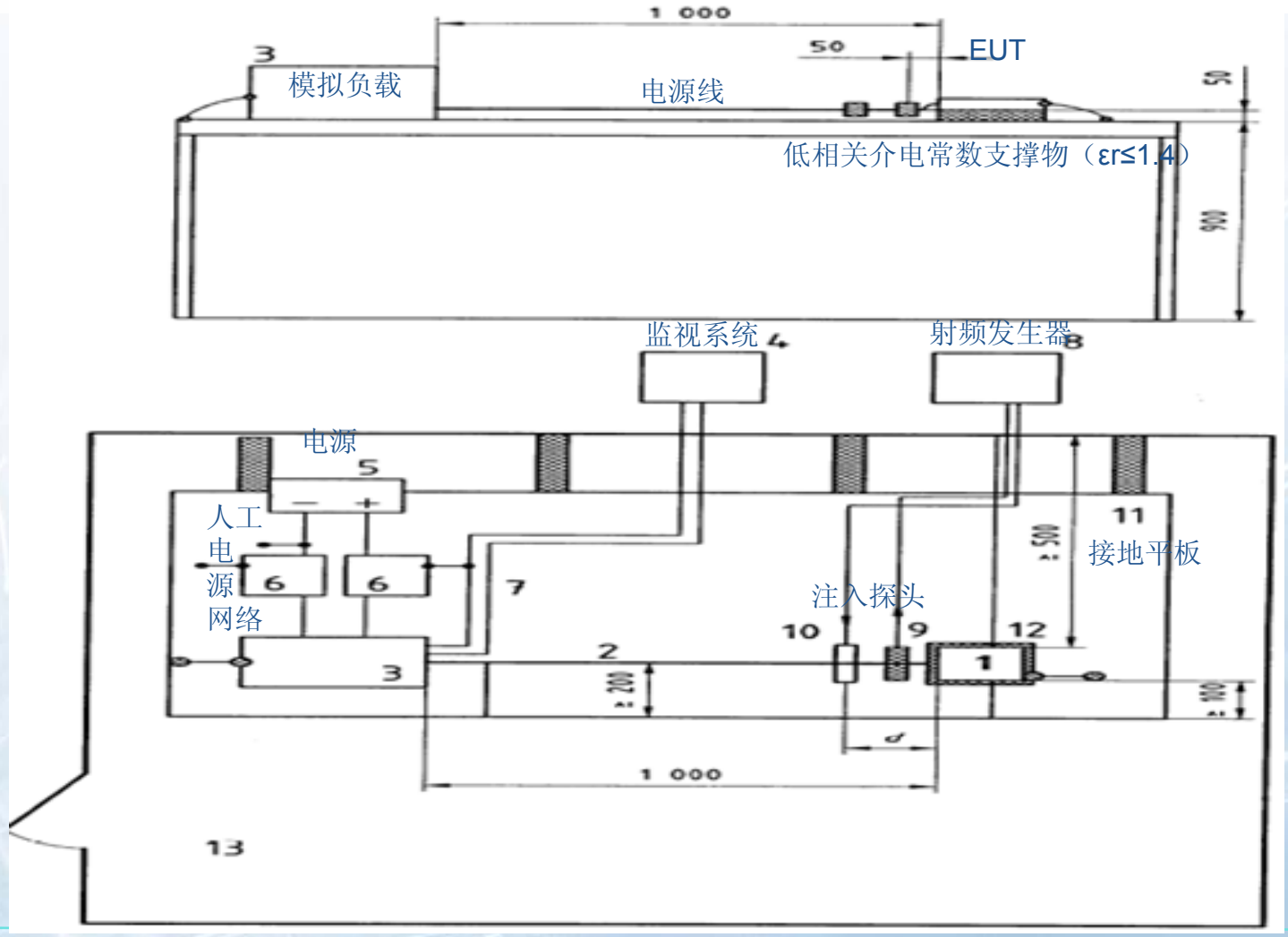
5. 测试严酷等级

Table E.1 — Suggested test severity levels

Test severity level	Value mA
I	25
II	50
III	75
IV	100
V	Specific value agreed between the users of this part of ISO 11452, if necessary.

6. 详细的测试装置如下图所示 。

图：测试装置摆放示意图



注：BCI测试位置分别为距EUT (150 ± 10）mm, (450 ± 10) mm和(750 ± 10) mm。

谢谢！

MORLAB与您携手成就未来

:::CCC|CE|FCC|RoHS|GCF|UL|OTA|TELEC|Bluetooth:::
Shenzhen Morlab Communications Technology Co., Ltd.
Electronic Testing Building, Shahe Road, Xili, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong Province, P. R. China 518055