

---

ICS 43.040.10

T36



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33014.8—××××

---

道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法

第9部分：便携式发射机模拟法

Road vehicles — component test methods for electrical/electronic disturbances  
from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 9: Portable transmitters

(ISO 11452-9: 2012, MOD)

(征求意见稿)

20××-××-×× 发布

20××-××-×× 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

## 前 言

GB/T 33014《道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法》包括以下部分：

- 第1部分：一般规定
- 第2部分：电波暗室法
- 第3部分：横电磁波(TEM)小室法
- 第4部分：大电流注入(BCI)法
- 第5部分：带状线法
- 第7部分：射频(RF)功率直接注入法
- 第8部分：磁场抗扰法
- 第9部分：便携式发射机模拟法
- 第10部分：扩展音频范围的传导抗扰法
- 第11部分：混响室法

本部分为GB/T 33014的第8部分。

本部分按照GB/T1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 11452-9：2012《道路车辆 窄带辐射电磁能的电骚扰 零部件试验方法 第9部分：便携式发射机》进行制定。

本部分与ISO 11452-9的技术性差异及原因如下：

- 按GB/T1.1规定对第1章进行规范编写；
- 按GB/T1.1规定对8.3中天线放置的图示增加了标题，并对应在正文中进行引用说明。
- 按GB/T1.1规定8.3.4.1的列项前增加了“试验步骤如下”
- 对图6中的数字补充了注释说明。
- 原文中表 B.1数字有误，本部分做了修正。
- 图B.4下的公式、参数和注释等太重复、不规范，进行了整合和规范处理。
- 原文7.2条中的远端/近端接地采用附录D，本部分改为与其等效的本系列标准中的GB/T 33014.2中的附录B。避免相同内容的重复规定以及原文的不完全统一。同时删除了附录D。在引用文件中增加了GB/T 33014.2。

编辑性修改如下：

- 删除了原文的前言。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC114)归口。

本部分起草单位：

本部分主要起草人：

# 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法

## 第9部分：便携式发射机模拟法

### 1 范围

GB/T 33014的本部分规定了电气/电子部件（ESA）对连续窄带辐射电骚扰的抗扰试验方法—便携式发射机模拟法。

本部分适用于M、N、O、L类车辆（不限定车辆动力系统，例如火花点火发动机、柴油发动机、电动机）用电气/电子部件。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 33014.1—2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰试验方法 第1部分：一般规定（ISO 11452-1: 2005, MOD）

GB/T 33014.2—2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰试验方法 第2部分：电波暗室法（ISO 11452-2: 2005, MOD）

GB/T 33012.3—2016 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第3部分：车载发射机模拟法（ISO 11451-3: 2007, MOD）

### 3 术语和定义

GB/T 33014.1界定的术语和定义适用于本部分。

### 4 试验条件

便携式发射机模拟法适用的频率范围为26MHz~5.85GHz。在频率范围内用户应指定试验的严酷等级，试验严酷等级应考虑如下因素：

- 附录A给出的典型便携式发射机的特性（频段、功率电平和调制）；
- 试验所用天线的特性。

注：附录A未给出便携式发射机的所有信息，作为资料性附录仅供参考。

下列标准试验条件应符合GB/T 33014.1的规定。

- 试验温度；
- 试验电压；
- 驻留时间；
- 试验信号质量。

### 5 试验地点

试验应在电波暗室（模拟开阔场）中进行。

通常在电波暗室内部的反射表面铺设吸波材料，地面可以铺设或不铺设吸波材料，但要保证在试验区域内反射能量比直射能量至少低10 dB。

### 6 试验仪器设备

#### 6.1 概述

场发生装置应满足下列条件之一：

- 具有一体化天线的商用便携式发射机；
  - 模拟的便携式发射机，应使用 6.3.4 中规定的天线和放大器。
- 为减少试验误差，DUT 的工作状态通常通过光纤耦合器进行监测。

## 6.2 商用便携式发射机

具有一体化天线的商用便携式发射机为一种方便易得的场发生装置。

## 6.3 模拟的便携式发射机

### 6.3.1 概述

模拟的便携式发射机组成如下：

- 射频信号发生器；
- 射频功率监测设备和天线。

### 6.3.2 射频信号发生器

信号源应具有内部或外部调制功能。功率放大器要覆盖试验的频率范围，可能需要多个射频放大器。

### 6.3.3 射频功率监测设备

当使用模拟的便携式发射机时，应使用通过式功率计测量输入给天线的功率。应测量并记录前向功率和反向功率。

### 6.3.4 天线

模拟的便携式发射机的天线应为 B.2 规定的无源天线。可使用的其它天线示例见附录 B。

**所有天线应调谐为小于 4:1 的最小电压驻波比。**天线的电压驻波比应与射频源的设计相匹配。应记录天线试验频率范围内的下限频率、上限频率和中间频率的电压驻波比。

## 6.4 DUT 的执行器和监测设备

操纵 DUT 的执行器应尽量不影响 DUT 的电磁特性，如在按钮上使用塑料块、使用气动执行器（供气管路使用塑料管）等。

监测 DUT 对电磁干扰响应的监测设备应使用光纤或高阻抗导线连接。如使用其它类型的连接，应尽量减小线间的相互作用，并记录导线的布置方向、长度和位置以确保试验结果的可复现性。

应避免监测设备同 DUT 之间的任何电连接可能引起的 DUT 误动作。

## 7 试验布置

### 7.1 接地平板

接地平板应采用至少 0.5mm 厚的紫铜、黄铜或者镀锌钢板。最小宽度为 1000mm，最小长度为 2000mm，或者比接地平板上所有装置的外边缘长出 200mm，取两者中尺寸较大的平板。

接地平板（试验台）的高度应位于地面上（ $900 \pm 100$ ）mm 处，接地平板应与屏蔽室壳体电气搭接，接地带之间的距离不得大于 300mm，直流电阻不得超过 2.5m $\Omega$ 。

### 7.2 电源和人工网络（AN）

每一个 DUT 的电源线都应经过 AN 与供电电源相连。

通常供电电源负极接地，如果 DUT 使用的供电电源是正极接地，试验布置需进行相应调整。电源通过 5 $\mu$ H/50 $\Omega$  的 AN（见 GB/T 33014.2 的附录 A）连接到 DUT。所需 AN 的数量根据 DUT 在车辆上的安装情况确定：

—— DUT 远端接地（车辆电源回线大于 200mm）：要用两个 AN，其中一个接电源正极，另一个接电源回线（见 GB/T 33014.2 的附录 B）；

—— DUT 近端接地（车辆电源回线不大于 200mm）：使用一个 AN 接电源正极（见 GB/T 33014.2 的附录 B）。

AN 应直接安装在接地平板上，外壳应与接地平板搭接。电源回线应与接地平板相连（在电源和 AN 之间）。每个 AN 的测量端口应端接 50 $\Omega$  的负载。

7.3 DUT 的位置

DUT应放置在非导电、低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 材料上, 位于接地平板上方 ( $50 \pm 5$ ) mm的位置, DUT的外壳不应与接地平板相连 (模拟实际车辆结构的除外)。DUT表面距离接地平板边缘至少100mm。

7.4 试验线束的位置

DUT和负载模拟器 (或RF界面) 之间试验线束的总长度不应超过 $1700^{+300}_0$  mm。线束类型应根据实际系统的使用要求确定。

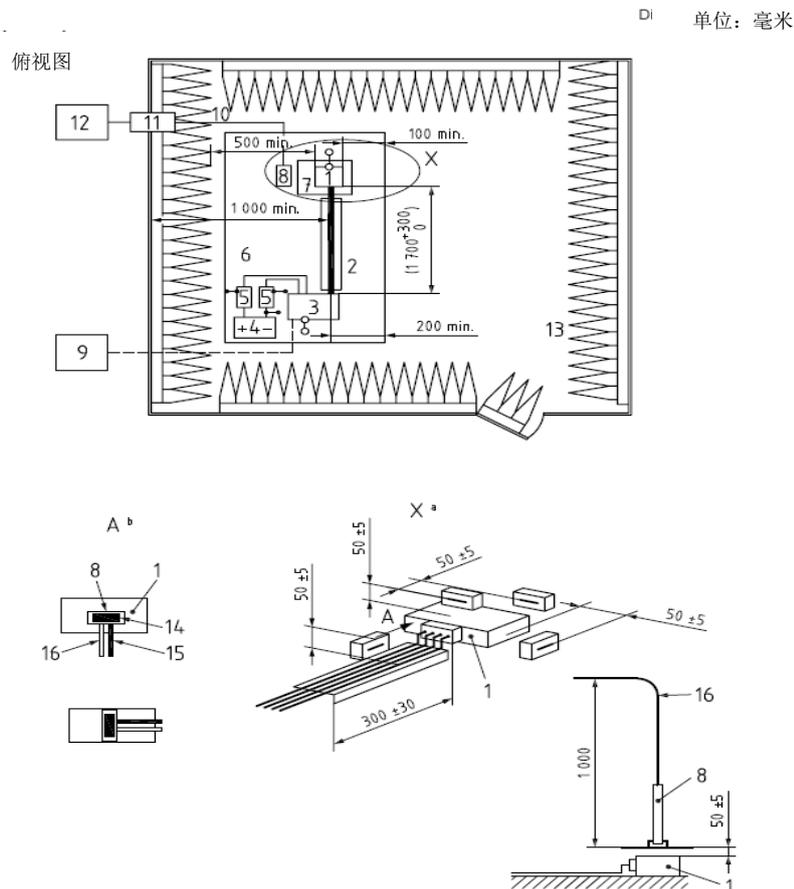
试验线束应放置在非导电、低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 材料上, 位于接地平板上方 $50 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 的位置。试验线束与接地平板边缘平行的部分距离接地平板边缘至少为200mm。

7.5 负载模拟器的位置

将负载模拟器直接放置在接地平板上。如负载模拟器为金属外壳, 外壳与接地平板直接搭接。

DUT引出的试验线束穿过与接地平板搭接的RF边界与负载模拟器连接时, 负载模拟器可置于接地平板附近 (外壳与接地平板搭接) 或试验室外。

如负载模拟器放在接地平板上, 负载模拟器的直流电源线应通过AN进行连接。



图中:

1—DUT (若试验计划有要求则可就近接地); 2—试验线束; 3—负载模拟器 (根据7.5进行放置和接地); 4—电源 (位置可选); 5—人工网络 (AN); 6—接地平板 (搭接到屏蔽室的壳体); 7—介电常数小 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 的支撑物; 8—模拟的便携式发射机天线或商用发射机; 9—激励和监测系统; 10—高质量的双层屏蔽同轴电缆 ( $50 \Omega$ ); 11—穿墙连接器; 12—用于模拟便携式发射机的射频信号发生器、放大器、定向耦合器和功率计; 13—射频吸波材料; 14—偶极子的轴线或贴片平面; 15—绝缘支撑物; 16—同轴电缆

<sup>a</sup>视图X: 不同极化时模拟的便携式发射机的位置。

<sup>b</sup>视图A: 模拟的便携式发射机的位置 (DUT和线束)

图1 试验布置示例

## 8 试验方法

### 8.1 概述

骚扰源和连接线束等的整体布局作为规范的试验条件,对规范试验条件的任何偏离,如线束长度与标准试验线束长度存在偏差,要在试验前得到认可,并在试验报告中予以记录。

DUT应在典型负载并按车辆实际条件运行。每个DUT应在最典型的条件下进行试验,即至少在待机模式和DUT所有功能处于工作的模式下进行试验。这些运行条件应在试验计划中明确的定义,以确保试验的复现性。

### 8.2 试验计划

在进行试验之前应制定试验计划,包括以下内容:

- 试验布置;
- 频率范围;
- DUT 的运行模式;
- DUT 的验收准则;
- 试验严酷等级;
- DUT 的监测条件;
- DUT 的暴露方法;
- 模拟的便携式发射机天线或商用发射机的位置;
- 试验报告的内容;
- 其他特别说明及相对标准试验的差异。

### 8.3 试验方法

#### 8.3.1 概述

试验参数为模拟的便携式发射机天线馈入点的净功率。附录A给出了典型的功率值。

注:净功率值可根据GB/T 33012.3-2016的附录B进行调整。

#### 8.3.2 模拟的便携式发射机法

##### 8.3.2.1 概述

试验分两个阶段进行:

- 试验电平的标定;
- 连接上线束和外围设备的DUT试验。

##### 8.3.2.2 试验电平的标定

模拟的便携式发射机的天线放置位置应距离DUT的任何部位、接地平板和实验室的壳体至少1m,距离吸波材料至少0.5m,应采用未调制的正弦波进行标定,标定时应调整净功率直到得到预先规定的试验电平。记录标定时的净功率和前向功率。

注:标定时如果使用的是峰值包络功率计,则在功率调整的过程中可以使用调制信号。

##### 8.3.2.3 DUT 试验

在试验电平标定后,可以使用下面两种方法之一对 DUT 进行试验:

- 保持发射机的功率输出,将发射机按照试验计划规定的不同位置靠近 DUT;
- 先切断发射机的功率输出,将发射机按照试验计划规定的不同位置分别靠近 DUT 时,再恢复发射机的功率输出。

DUT 试验应在试验计划规定的不同位置进行,8.3.4 和 8.3.5 规定了对 DUT 和线束进行耦合时的天线位置。附录 A 规定了使用的连续波信号/调制信号。

DUT 试验时应使用试验电平标定过程中记录的前向功率。为满足 GB/T 33014.1-2016 中的峰值**守恒原则**，对调幅和脉冲调制信号，应进行功率电平调整。功率调整应按照试验电平标定时发射机相同位置条件进行。

注：由于模拟的便携式发射机天线接近 DUT 的位置不同，会出现发射机净功率的变化，此时不需要重新调整。

当射频功率开启，如需要试验人员改变天线位置时，应注意尽可能的减少试验人员暴露在场中。为避免试验人员的影响，推荐试验人员与发射机之间至少保持 0.5m 的距离。

试验应在试验天线适用的频率范围内进行——至少在各试验频段的上限、下限和中间频率进行，且按照频率步长不大于 GB/T 33014.1-2016 中的规定进行扫频。

应按照试验计划的规定，完成所有频段、调制、极化和发射机位置的试验。

### 8.3.3 商用便携式发射机试验法

在本方法中，DUT 连接线束和外围装置后直接进行试验。

试验时不应改变商用便携式发射机的特性（功率，调制）。当需要改变发射机的特性时，应在试验计划中规定。

注：发射机的输出功率为额定功率。

按照试验计划，开启发射机后放置在规定的位置。完成试验计划中规定的所有试验。

### 8.3.4 对 DUT 进行耦合时天线位置

#### 8.3.4.1 宽带天线试验

当天线与 DUT 之间的距离为 50mm 时，B.2 中规定的宽带天线可用试验面积为 100×100mm，试验时天线需以 100mm 的步长移动。

DUT 的所有受试表面应分割为 100×100mm 的正方形单元，天线距 DUT 的表面 50mm，在天线的两个正交方向，每一个单元的中心分别暴露在天线的中心位置和振子位置（共 4 次暴露）。因电场和磁场产生的位置不同且随着频率变化，需把每一个单元暴露在天线振子的中心。

试验步骤如下：

a) 天线与 DUT 线束平行（见图 2），放置在第一个单元的中心，施加试验计划规定的严酷等级；

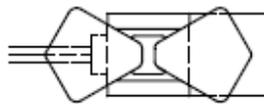


图 2 天线放置示意图 1

b) 天线旋转 90°（见图 3）后重复步骤 a）；

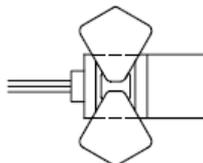


图 3 天线放置示意图 2

c) 天线移动到下一个单元的中心，重复步骤 a) 和 b)，直到所有单元在天线两个垂直的方向上都被暴露；

d) 天线移回到第一个单元。把天线振子放置在试验单元的中心（见图 4），施加试验计划规定的严酷等级；

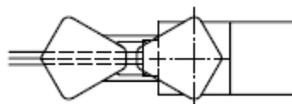


图 4 天线放置示意图 3

e) 天线旋转 90° (见图 5) 后重复步骤 d) ;

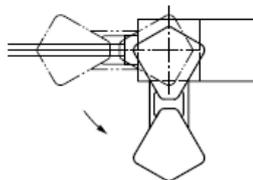


图 5 天线放置示意图 4

f) 重复步骤 d) 和 e), 直到所有单元都被暴露。对具有多个单元的 DUT, 当对邻近单元按步骤 d) 和 e) 进行试验时, 一些单元将暴露在天线振子的位置, 会导致某些单元的重复试验, 此时不需要重复步骤 d) 和 e)。若对此有效暴露存在怀疑, 应重复步骤 d) 和 e)。

g) 对试验计划中规定的每一个 DUT 表面重复步骤 a) ~f)。试验中要对 DUT 进行旋转, 使受试表面与接地平板平行。应使用低介电常数的材料放置 DUT, 使得受试表面朝向上面天线。

#### 8.3.4.2 其他(非宽带)天线试验

对 DUT 的每一个表面, 天线的中心距 DUT 的表面为 50mm (见图 1)。单极子天线、偶极子天线、套筒天线的轴线或贴片天线的平面应平行于 DUT 的表面。

试验计划中应规定便携式发射机的放置位置—DUT 的特定位置或沿着 DUT 扫描。天线平行于 DUT 的表面, 在天线的两个极化方向上沿着 DUT 的表面移动。

#### 8.3.5 对线束进行耦合时天线的放置位置

##### 8.3.5.1 使用宽带天线进行试验

天线的中心正对受试连接器且平行于线束 (见图 6)。天线的中心与 DUT 连接器的最外端对齐。给 DUT 施加试验计划规定的试验信号。若 DUT 具有多个连接器或连接器宽度大于 100mm, 要进行多次试验。天线中心应距离线束 50mm。

从 DUT 的连接器开始沿着线束移动便携式发射机进行试验, 步长为 100mm, 直到 300mm 处。



其中:

- 1—连接器插头 (线束端);
- 2—连接器插座 (DUT 端)。

图 6 天线放置示意图 5

##### 8.3.5.2 使用其他天线的试验

天线的中心应距离线束为 50mm。天线的轴线应平行于线束。对贴片天线, 应确保天线的极化方向平行于线束。当天线的极化未知时, 试验时应使用两种极化。

从 DUT 的连接器开始沿着线束移动便携式发射机进行试验, 步长为 100mm, 直到 300mm 处。

#### 8.4 试验报告

按试验计划要求, 试验报告应提交有关试验设备、试验场地、待测系统、频率、调制方式、功率电平、DUT 的暴露方法、使用的便携式发射机、电压驻波比的值 (商用发射机除外)、系统相互作用的详细信息以及与试验有关的其它任何信息。

附 录 A  
(资料性附录)

便携式发射机典型特性

表 A.1 给出了便携式发射机典型特性的示例,表 A.2 给出了所用术语的解释。

表 A.1 便携式发射机的典型特性

发射机类型	频段 MHz	功率 W	发射机典型 调制方式	试验调制方式
10 m	26~30	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	AM (调制频率为 1 kHz, 调制深度为 80 %)
2 m	146~174	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
70 cm	410~470	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
TETRA/TET RAPOL	380~390 410~420 450~460 806~825 870~876	10 (峰值)	TDMA/FDM A, Tetra: $\pi/4$ DQPSK	PM (频率为 18 Hz, 50 % 占空比)
AMPS/GSM 850	824~849	10 (峰值)	GMSK, PSK, DS	PM (频率为 217Hz, 50 % 占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
GSM900	876~915	16 (峰值) or 2 (峰 值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 % 占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
PDC	893~898 925~958 1429~1453	0.8 (峰值)	TDMA	PM (频率为 50 Hz, 50 % 占空比)
PCS, GSM1800/1 900	1710~1785 1850~1910	2 (峰值) or 1 (峰 值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 % 占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
IMT-2000	1885~2025	1 (峰值)	QPSK	CW 及 PM (频率为 1600Hz, 50 % 占空比)
Bluetooth/W LAN	2400~2500	0.5 (峰 值)	QPSK	PM (频率为 1600Hz, 50 % 占空比)
IEEE 802.11a	5725~5850	1 (峰值)	QPSK	PM (频率为 1600Hz, 50 % 占空比)

表 A.2 缩略语

术语	定义	使用示例
AM	调幅	广播
AMPS	高级移动电话服务	---
BT	蓝牙	---
DECT	数字增强无绳通信	---
DQPSK	差分四相相移键控	铱卫星电话
FDMA	频分多址	---
FM	调频	广播
GMSK	高斯最小频移键控	<b>GSM</b>
GSM850	全球移动通信系统 850 MHz 频段	---
GSM900	全球移动通信系统 900 MHz 频段	---
GSM1800/1900	全球移动通信系统 1800/1900 MHz 频段	---
HAM	得到许可的业余无线电的术语/名称	HAM 无线电台
IEEE802.11a	IEEE802.11 工作组制定的无线局域网技术规范之一	<b>WLAN</b>
IMT-2000	国际移动通信 2000	<b>UMTS</b>
PCS	个人通信系统	---
PDC	个人数字蜂窝电话	---
PM	脉冲调制	<b>PDC</b>
PSK	相移键控	<b>CDMA</b>
QPSK	四相相移键控	<b>UMTS, W-LAN</b>
SSB	单边带	军用, HAM 无线电
Telegraphy (CW)	摩斯码电报	---
TDMA	时分多址	<b>Tetra25, DECT, GSM</b>
TETRA	陆上集群无线电系统	---
TETRAPOL	警用陆上集群无线电系统	---
UMTS	通用移动通信系统	---
WLAN	无线局域网	---
10m/2m/70 cm	HAM 无线电波段的波长	---

## 附录 B

(资料性附录)

## 模拟的便携式发射机天线示例

## B.1 概述

本附录详细地给出了小型宽带天线以及其他模拟的便携式发射机天线的示例，试验时可以使用：

- 小型宽带天线；
- 套筒天线；
- 单极子天线。

## B.2 小型宽带天线

## B.2.1 概述

小型宽带天线类似于对称的宽带偶极子天线。与通常的偶极子天线相比，为了覆盖更宽的带宽、更接近于 DUT 以及更好的场均匀性，这种天线的辐射振子进行了特殊设计。由于这种天线覆盖的频段宽，试验时间显著减少。

## B.2.2 典型特性

输入阻抗：50Ω；

平衡—不平衡变换器的变压比：1：1；

频率范围：360~2700MHz；

辐射振子的尺寸：240×109mm；

最大输入功率：20W；

连接器：N 型母头；

VSWR 特性：见图 B.1。

图 B.2 示出了模拟的便携式发射机使用的小型宽带天线的几何尺寸特性。

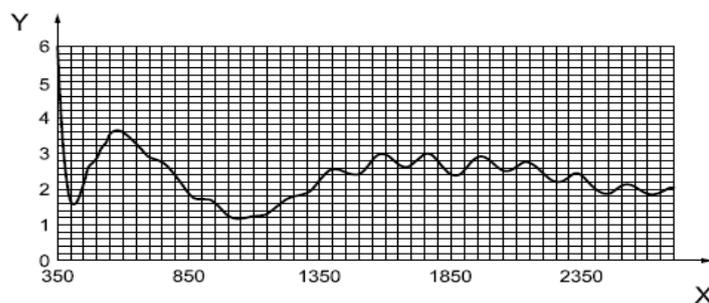
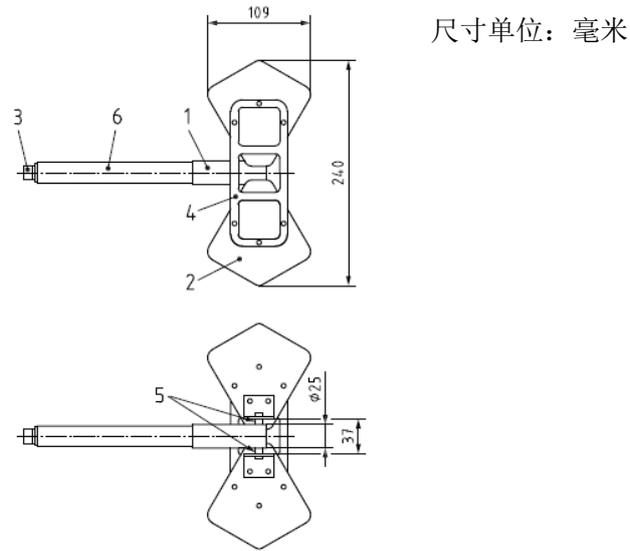


图 B.1 典型的 VSWR 特性



尺寸单位：毫米

图中：

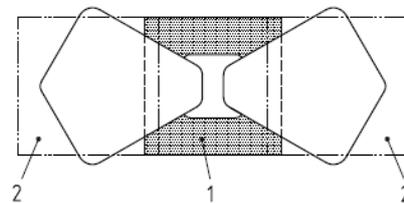
- 1—宽带低损耗的平衡—不平衡变换器的变压比（1：1）；
- 2—平板天线振子；
- 3—N型母头连接器；
- 4—保持振子间距的固定架（5mm厚的非金属）；
- 5—对称端子（M4）；
- 6—用于手持或固定的管子（直径为22mm）。

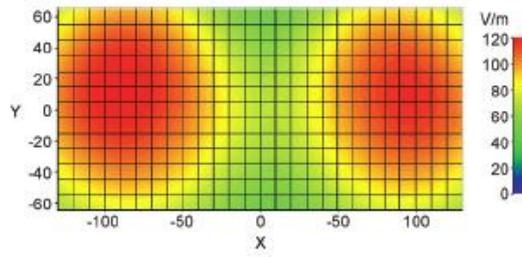
图 B.2 宽带天线的详细结构

### B.2.3 天线产生的电场

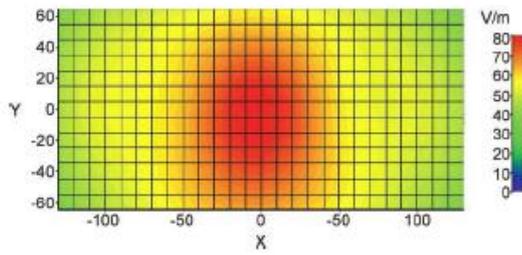
试验天线的试验区域为 3100×100mm，在该区域内场均匀性优于±3dB。频率范围为 360~480MHz 时，电场主要位于天线振子的下部，800MHz 以后时电场移向振子的中心。试验电平为这些区域内电场的平均值。

图 B.3 示出了对天线输入 1W 的净功率时距离天线振子 50mm 处的场分布和峰值（V/m）。绿色最深的区域（单色时为朝向格子边缘的中灰区域）的场强偏离最大场强超过 6dB。

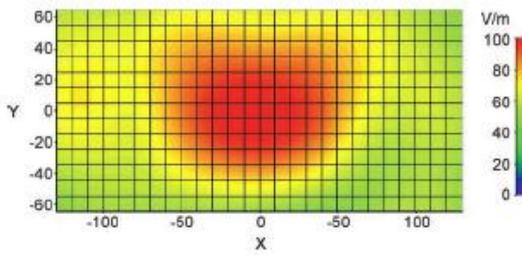




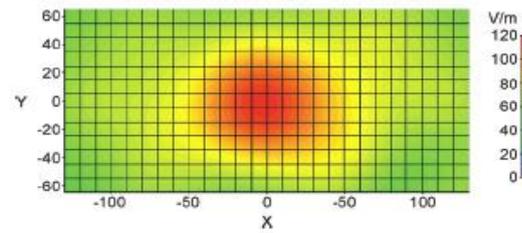
400 MHz; 1 W net; average field strength: 100 V/m



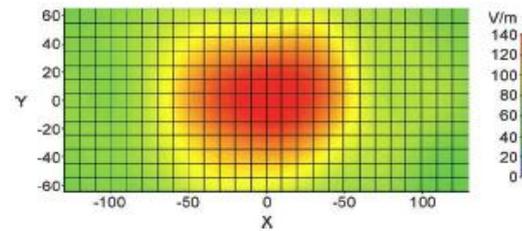
900 MHz; 1 W net input; average field strength: 67 V/m



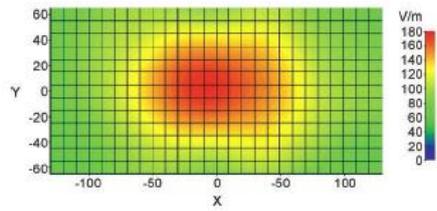
1 800 MHz; 1 W net input; average field strength: 84 V/m



2 000 MHz; 1 W net input; average field strength: 89 V/m



2 450 MHz; 1 W net input; average field strength: 114 V/m



2 600 MHz; 1 W net input; average field strength: 137 V/m

2600MHz; 净输入功率 1W; 平均场强 137V/m

图中:

- 1—频率范围为 800~2700MHz 时的均匀电场, 频率范围为 360~2700MHz 时的均匀磁场;
- 2—频率范围为 360~480MHz 时的均匀电场。

图 B.3 宽带天线的电场波瓣图

### B.3 套筒天线

#### B.3.1 概述

表 B.1 给出了每一频段的的天线信息及套筒长度。这些特性仅供参考。图 B.4 给出了用于模拟便携式发射机的套筒天线配置的示例。

#### B.3.2 典型特性

输入阻抗: 50Ω; 允许的功率: 30W; 连接器: BNC 型; 增益: 2.15dB±1dB; VSWR:<2:1。

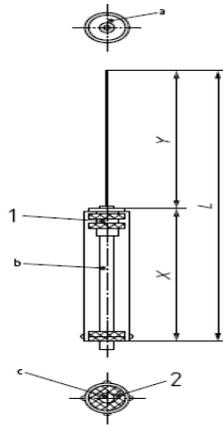
表 B.1 每一频段天线和套筒振子长度的示例

发射机	频段 (MHz)	中心频率 (MHz)	天线振子长度 X (mm), (允差: ±5%)	套筒长度 Y(mm), (允差: ±5%)
TETRA/TETRAPOL	380-390	385	198±9	162±8
	410-420	415	189±9	155±8
	450-460	455	172±8	141±7
	806-876	841	93±5	76±4
70cm	420-450	435	180±9	147±7
AMPS/GSM 850	824-849	836.5	94±5	77±4
GSM 900/PDC	876-915	895.5	88±4	72±4
PDC	925-958	941.5	83±4	68±3
PDC	1440-1453	1446.5	54±3	44±2
PCS/GSM 1800/1900	1710-1910	1810	43±2	35±2
注: 天线振子和套筒长度可调谐以获得特定的 VSWR。				

#### B.3.3 天线配置

天线设计为典型的λ/4 套筒天线。每一频段的的天线由 3D-2V 电缆、BNC 连接器、作为天线振子的黄铜杆以及作为套筒振子的钢管构成。为了沿着套筒和电缆保持恒定的横截面, 在套筒振子的底部可以使用一个固定电缆的塑料螺钉和四个聚碳酸酯螺钉。天线振子和套筒的表面推荐使用防锈的金属材料(例如, 镍)。

λ 为中心频率对应的波长; 缩短百分数: 95%; 套筒的外径: 20mm; 天线直径: 2mm (黄铜杆); 套筒内径: 18.5mm。



其中：

1—BNC 连接器 (UG-625/U,BNC-P-3)

2—聚碳酸酯螺钉：M3

a—直径为 14.9mm 的螺帽（用于紧固）

b—电缆（3D-2V）

c—固定电缆的塑料螺钉（材料：MC 尼龙；外径：13mm；内径：6mm；厚度：6mm；螺钉孔：M3）。

$L=X+Y=\lambda/2 \times 0.95$

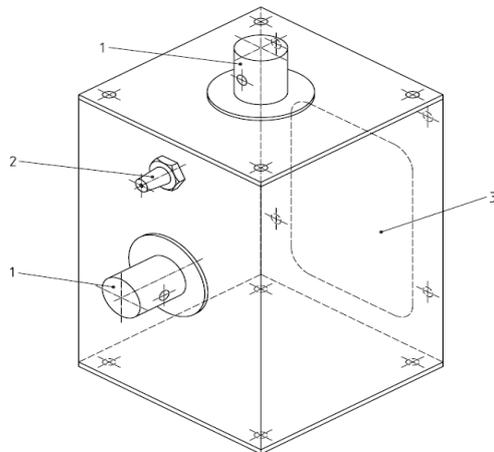
X:Y=55:45（基于样品配置）

图 B.4  $\lambda/4$  套筒天线的结构示例

## B.4 单极子天线

### B.4.1 概述

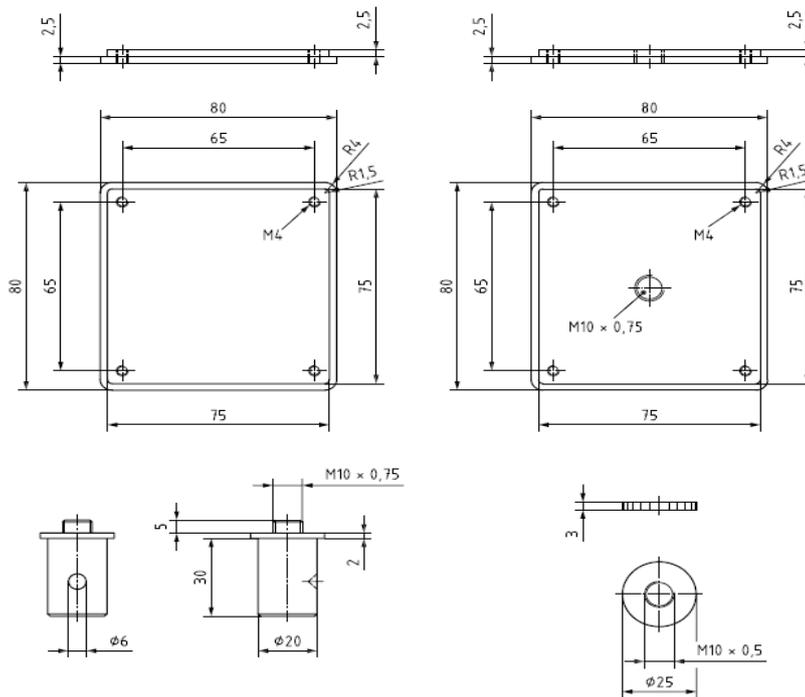
为能够看见天线内部，天线集成在一个装有 PMMA（聚乙烯（甲基丙烯酸甲酯））窗户的 PVC 壳体内。壳体装有 SMA 型的穿板连接器和机械连接器，一个手柄与该机械连接器相连，以便在一定距离时能握住天线。图 B.5 和图 B.6 示出了具有这种壳体的所有天线共有的结构特性。



图中：

1—用于天线杆的柱状支撑物；2—同轴连接器；3—壳体上的（透视）玻璃窗

图 B.5 壳体共有的结构特性—整体结构



注：进行试验时，大线距离 DUT 为 50mm，使用这种壳体时要求使用 10mm 的垫片。如不使用这种垫片，壳体的外尺寸应为 100mm（而非 80mm）。

图 B.6 壳体共有的结构特性—详细结构

B.4.2 890~915 MHz 频段的的天线

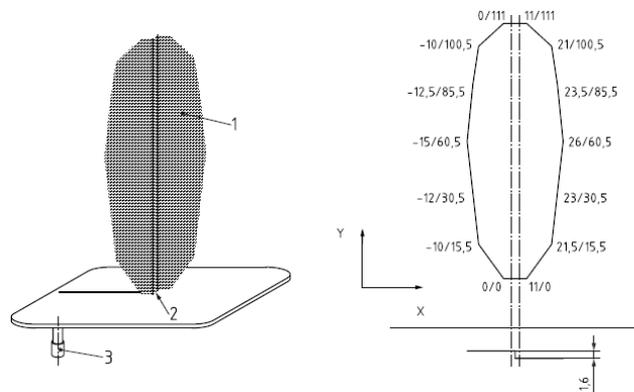
B.4.2.1 典型特性

天线带宽：890MHz~915MHz(最小范围)； 输入阻抗：50Ω； 允许的功率：20W； 连接器：SMA 型； 增益：通常为 0.5dB±0.5dB； VSWR：<2:1（整个频段）。

B.4.2.2 天线结构以及所集成的壳体

天线由 FR4 型印刷电路板制成，位于微带线的中心。辐射振子为单极，形状为叶状，相对于接地平板垂直放置。图 B.7 的 a) 和 b) 示出了组件的几何尺寸特性。

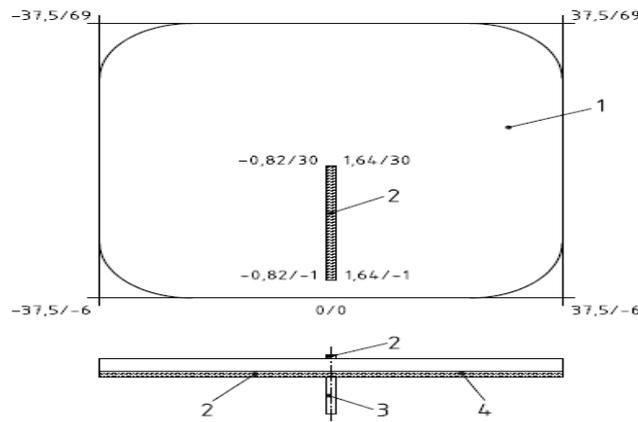
图 B.7 c) 示出了壳体结构的详细信息。



图中：

- 1—天线振子；
- 2—铜焊；
- 3—RG402+SMA 型母连接器。

a)天线的几何尺寸特性（整体）



图中：

- 1—天线基板尺寸 75 mm×75mm；
- 2—覆铜；
- 3—RG402+SMA 型母头连接器；
- 4—下侧的接地平板(FR4 1.6mm/35μ Cu)。

b) 天线的几何尺寸特性（详细信息）

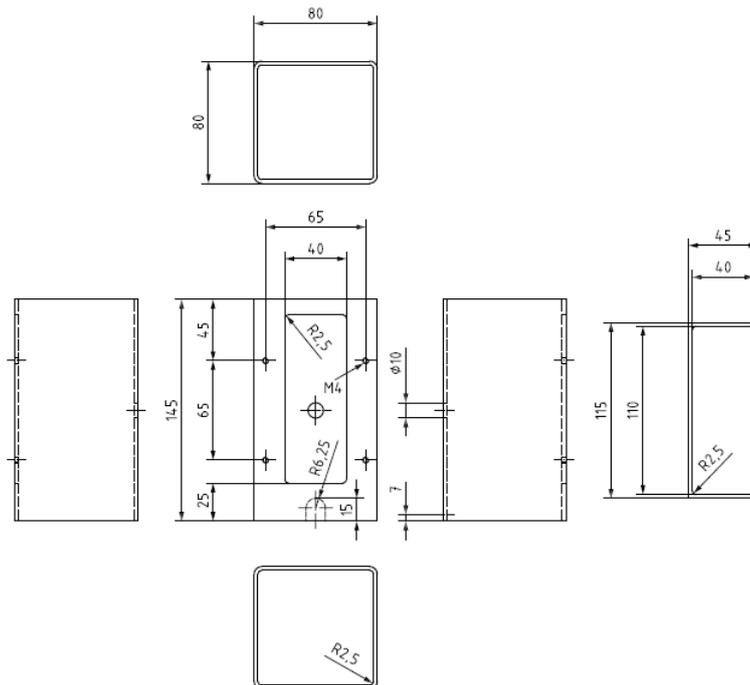


图 B.7 890~915 MHz 频段的的天线

### B.4.3 1710~1785 MHz 频段的的天线

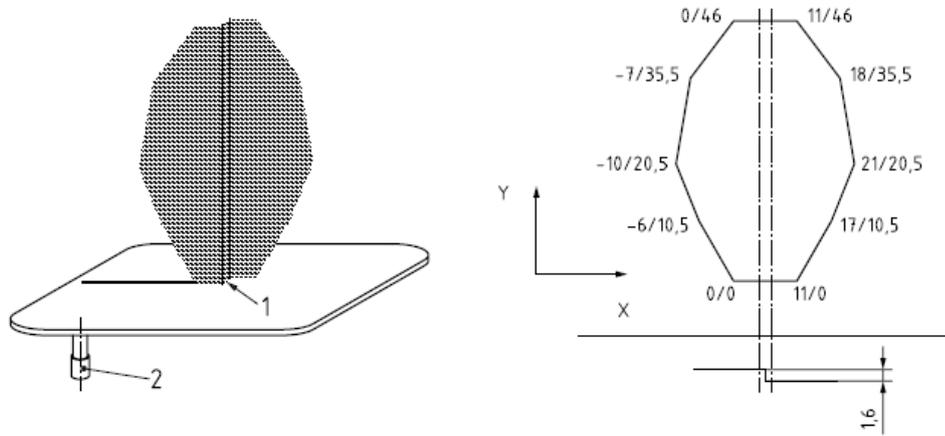
#### B.4.3.1 典型特性

天线带宽：1710MHz~2025MHz(最小范围)；输入阻抗：50Ω；允许的功率：20W；连接器：SMA型；增益：通常为0dB±1dB；VSWR：<2:1（整个频段）。

#### B.4.3.2 天线结构及所集成的壳体

天线由 FR4 型印刷电路板制成，位于微带线的中心。辐射振子为单极，形状为叶状，相对于接地平板垂直放置。图 B.8 的 a) 和 b) 示出了组件的几何尺寸特性。

图 B.8 c) 示出了壳体结构的详细信息。

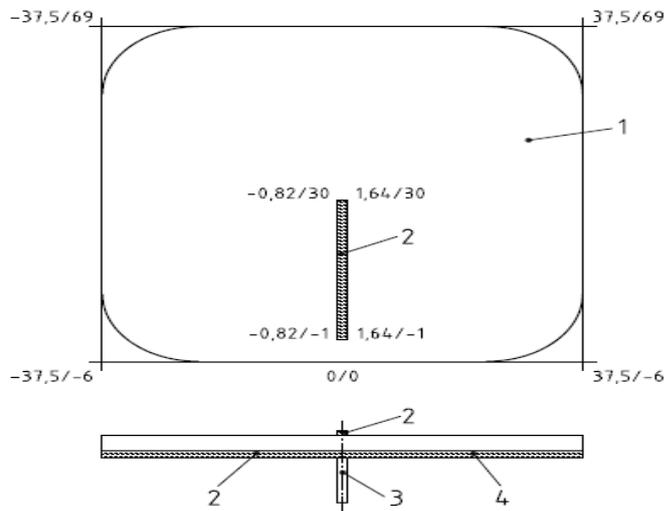


图中：

1—铜焊；

2—RG402+SMA 型母连接器

a)天线的几何尺寸特性（整体）



图中：

1—天线振子固定板，尺寸 75×75mm；

2—天线振子，印制铜箔制成；

3—RG402+SMA 型母连接器；

4—下侧的接地平板（FR4 1.6mm/35 $\mu$  Cu）。

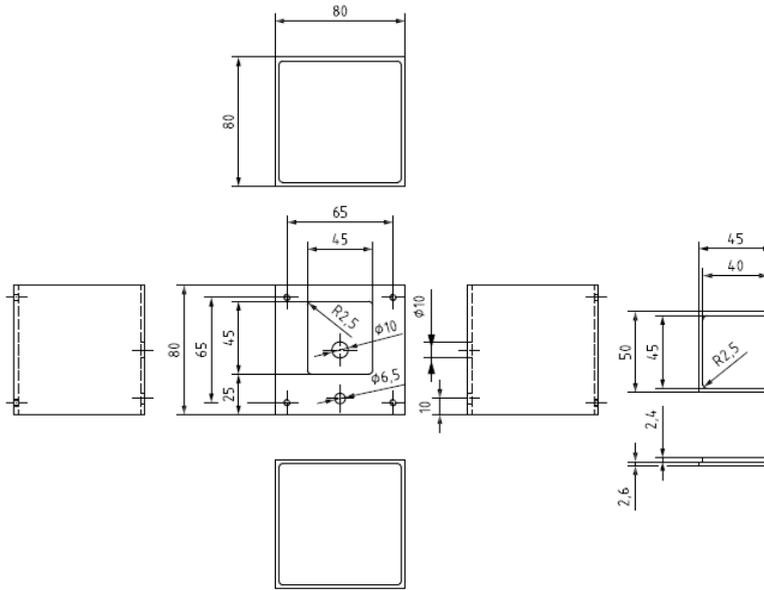
b) 天线的几何尺寸特性（详细信息）



GB/T 33014.8-××××

- 2—天线振子，印制铜箔制成；
- 3—RG402+SMA 型母连接器；
- 4—下侧的接地平板（FR4 1.6mm/35 $\mu$  Cu）。

a) 天线的几何尺寸特性



b) 壳体结构（详细信息）

图 B.9 2402MHz~2480MHz 的天线

### B.4.5 26.96~27.4MHz 频段的的天线

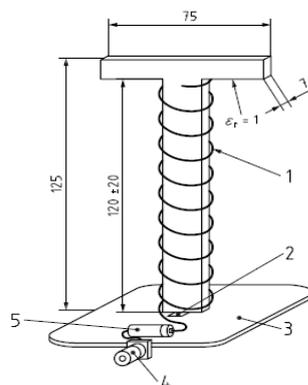
#### B.4.5.1 典型特性

天线带宽：26.96MHz~27.4MHz(最小范围)； 输入阻抗：50 $\Omega$ ； 允许的功率：50W； 连接器：SMA 型； 增益：通常为 0.5dB $\pm$ 0.5dB； VSWR：<2:1（整个频段）。

#### B.4.5.2 天线结构以及所集成的壳体

天线由 FR4 型印刷电路板制成，位于微带线的中心。如图 B.10a)所示，辐射振子由单极子组成，在其底部串联了一个螺旋线圈。

图 B.10 b)和 c)示出了壳体结构的详细信息。

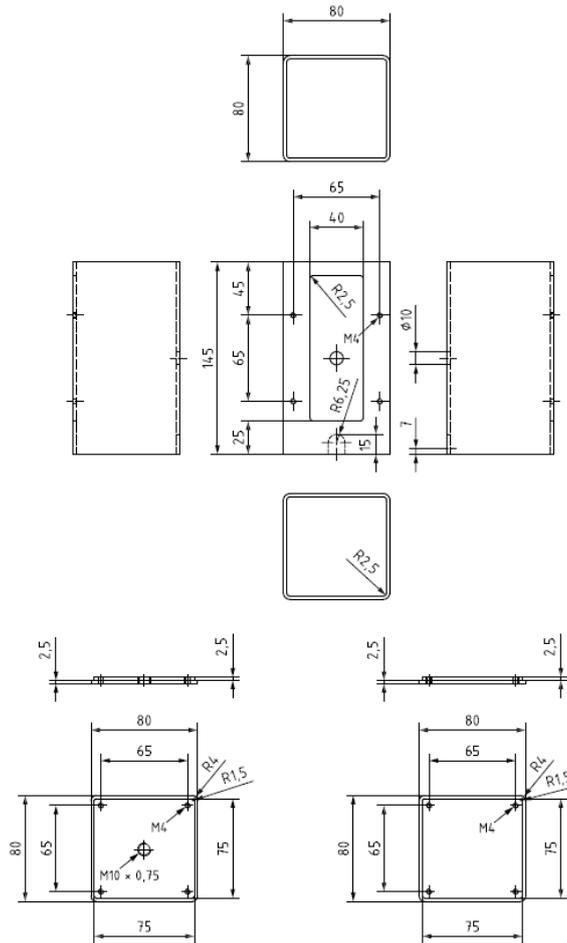


图中：

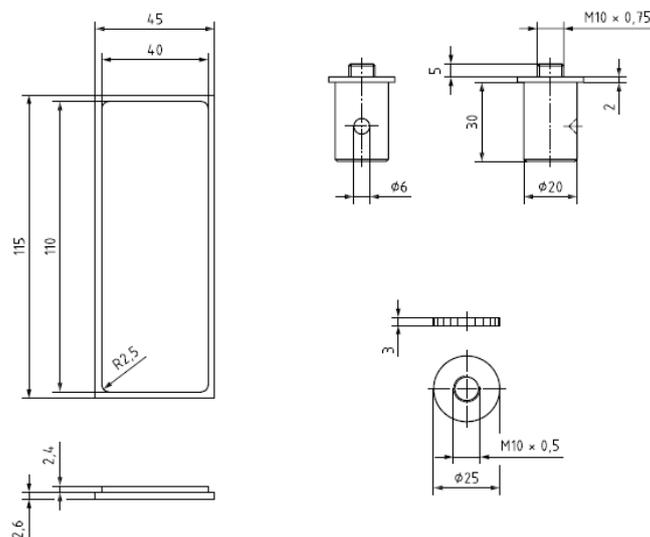
- 1—铜导线：直径 1mm/710mm（线圈直径，匝数：9 $\pm$ 0.5）；
- 2—铜片：尺寸 5/5mm；

- 3—FR4 (厚度 1.6mm/覆铜厚度 35 $\mu$ m): 下侧的接地平面; 尺寸, 74/74mm;
- 4—BNC 连接器 (EMERSON ref: VBM511-1502);
- 5—可调线圈 20W (4—10 $\mu$ H)。

a) 天线的几何尺寸特性

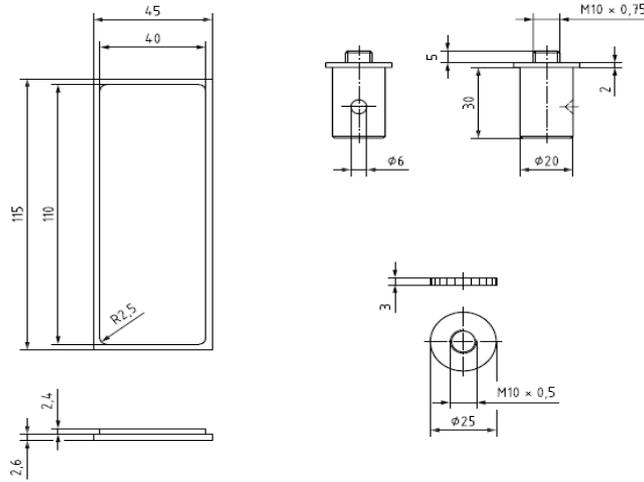


b) 壳体结构 (详细信息)





b) 壳体结构 (详细信息)



c) 壳体结构 (详细信息)

图 B.11 144MHz~148MHz 的天线

B.4.7 168~173MHz 频段的的天线

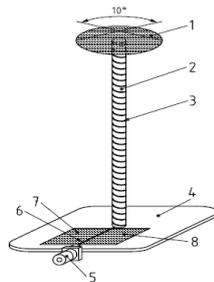
B.4.7.1 典型特性

天线带宽: 169.8MHz~173MHz(最小范围); 输入阻抗: 50Ω; 允许的功率: 50W; 连接器: BNC 型; 增益: 通常为-16dB±1dB; VSWR: <2.6:1 (整个频段)。

B.4.7.2 天线结构以及所集成的壳体

天线由 FR4 型印刷电路板制成, 位于微带线的中心。如图 B.12a)所示, 辐射振子由螺旋单极子组成, 在其顶部放置了一个垂直的金属圆柱。

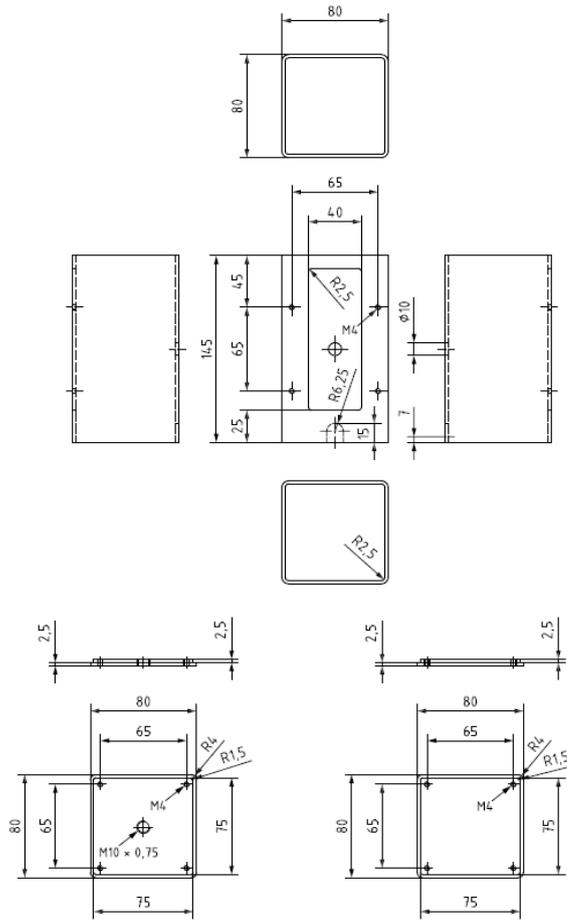
图 B.12 b)和 c)示出了壳体结构的详细信息。



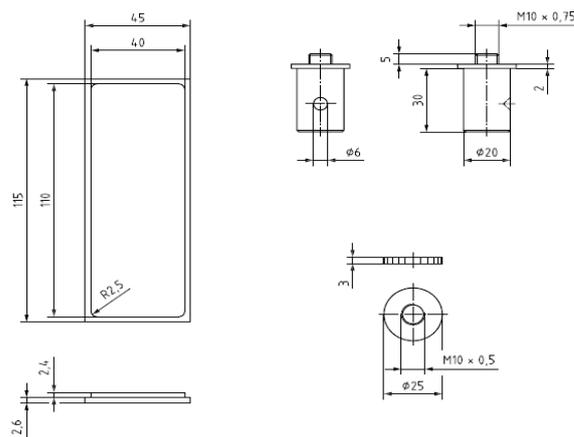
图中:

- 1—铜锥 (直径 50mm; 厚度 0.1mm);
- 2—PVC 圆柱 ( $\epsilon_r=3.3$ ; 直径 10mm; 长度 127mm);
- 3—铜导线 (直径 1mm/900mm; 匝数 29);
- 4—FR4 1.6mm/35μ Cu (下侧的接地平板: 尺寸 74/74mm);
- 5—BNC 连接器 (EMERSON ref: VBM511-1502);
- 6—微带线 (35/2/0.8mm);
- 7—C1 (15~25pF);
- 8—C2 (15~25pF)。

a) 天线的几何尺寸特性



b) 壳体结构 (详细信息)



c) 壳体结构 (详细信息)

图 B.12 168MHz~173MHz 的天线

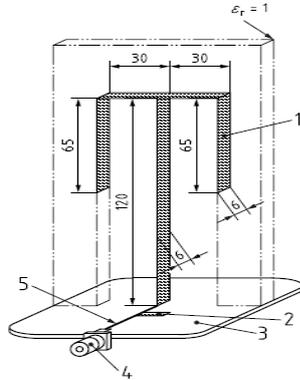
B.4.8 380~430MHz 频段的的天线

B.4.8.1 典型特性

天线带宽: 380MHz~430MHz(最小范围); 输入阻抗:  $50\Omega$ ; 允许的功率: 50W; 连接器: BNC 型; 增益: 通常为  $-9\text{dB} \pm 1\text{dB}$ ; VSWR:  $<2:1$  (整个频段)。

B.4.8.2 天线结构以及所集成的壳体

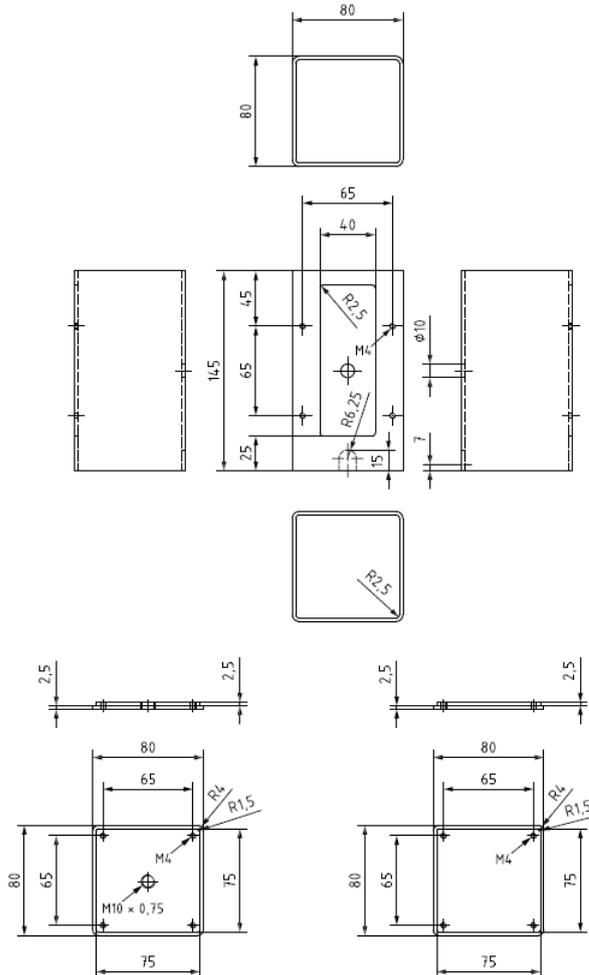
天线由FR4型印刷电路板制成，位于微带线的中心。图B.13a)示出了放大的对称折叠的辐射振子。图B.13 b)和 c)示出了壳体结构的详细信息。



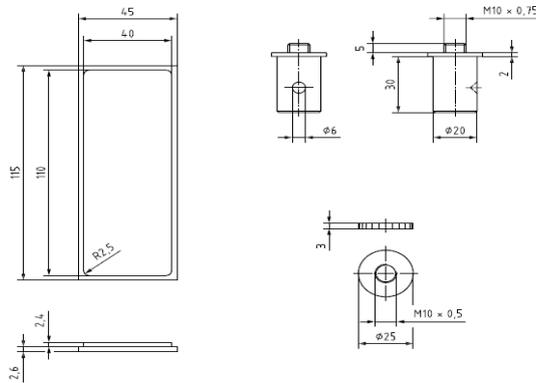
图中：

- 1—铜厚度 0.5mm;
- 2—短截线 12/2mm（频率调整时沿着微带线移动）;
- 3—FR4 1.6mm/35 $\mu$  Cu: 下侧的接地平面；尺寸，74/74mm;
- 5—BNC 连接器（EMERSON ref: VBM511-1502）;
- 6—微带线 35/1.2/0.8mm。

a) 天线的几何尺寸特性



b) 壳体结构 (详细信息)



c) 壳体结构 (详细信息)

图 B.13 380MHz~430MHz 的天线

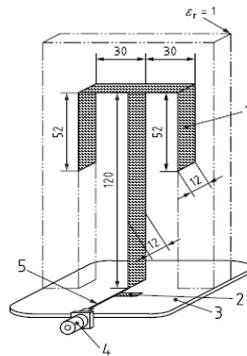
#### B.4.9 430~470MHz 频段的的天线

##### B.4.9.1 典型特性

天线带宽: 430MHz~470MHz(最小范围); 输入阻抗:  $50\Omega$ ; 允许的功率: 50W; 连接器: BNC 型; 增益: 通常为:  $-8\text{dB} \pm 1\text{dB}$ ; VSWR:  $<2:1$  (整个频段)。

##### B.4.9.2 天线结构以及所集成的壳体

天线由 FR4 型印刷电路板制成, 位于微带线的中心。图 B.14a)示出了放大的对称折叠的辐射振子。图 B.14 b)和 c)示出了壳体结构的详细信息。



图中:

- 1—铜厚度 0.5mm;
- 2—短截线 20/2mm (频率调整时沿着微带线移动);
- 3—FR4 1.6mm/35μ Cu (下侧的接地平板, 尺寸 74/74mm);
- 5—BNC 连接器 (EMERSON ref: VBM511-1502);
- 6—微带线 (35/1.2/0.8mm)。

a) 天线的几何尺寸特性



附 录 C  
(资料性附录)

与功能特性状态分类 (FPSC) 相关的试验严酷等级示例

C.1 概述

本附录给出了试验严酷等级的示例，FPSC 的详细说明见 GB/T 33014.1-2016。

C.2 试验严酷等级示例

表C.1给出了GSM频段的试验严酷等级示例。对于不同频段，表C.1中的试验严酷等级会有所不同。

表 C.1 GSM 频段的试验严酷等级示例

试验严酷等级	类别 1 W	类别 2 W	类别 3 W
L <sub>4</sub>	2	6	10
L <sub>3</sub>	2	6	6
L <sub>2</sub>	1	2	2
L <sub>1</sub>	1	1	1