

# Lesmo

## Lesmo Mobile Communications

---

### 硬件测试用例

---

TITLE	硬件测试用例
DOCUMENT ID	
AUTHOR	JY Chen
LAST MODIFIED	2005.8.1
NUMBER OF PAGES	33
CREATION DATE	2004.12.31
VERSION	V1.0
STATUS	
VOB ID	
DISTRIBUTE TO	

Copyright © 2004 Lesmo Mobile Communications  
All Rights Reserved

**Lesmo Mobile Communications Confidential Proprietary**

## Revision History

Revision #	Author	Reviewed By	A. Description Of Change B. Summary of Review	Issued by / Date
V1.0	JY Chen			2005.1.21
V1.1	JY Chen		增加电流测试项, 完善测试方法	2005.8.1

### 保密声明

本文档（包括任何附件）包含的信息是保密信息。接收人了解其获得的本文档是保密的，除用于规定的目的外不得用于任何目的，也不得将本文档泄露给任何第三方。

## Table of Contents

<b>1. RF 测试</b> .....	<b>3</b>
1.1 POWER_VS_TIME_TEMPLATE.....	4
1.2 POWER_VS_CHANNEL .....	4
1.3 FREQUENCY/PHASE_ERROR.....	5
1.4 OUTPUT_RF_SPECTRUM .....	5
1.5 RX_LEVEL .....	7
1.6 RX_SENSITIVITY .....	7
1.7 同信道抑制 .....	7
1.8 邻信道抑制 .....	8
1.9 互调抑制.....	8
1.10 阻塞与杂散响应.....	8
1.11 天线测试 .....	8
<b>2. BB 测试</b> .....	<b>10</b>
2.1 基本功能测试.....	10
2.1.1 手机版本查询.....	10
2.1.2 开关机测试 .....	10
2.1.3 I/O 串口测试 .....	11
2.1.4 LCD 测试.....	11
2.1.5 LCD 背光及键盘背光测试.....	11
2.1.6 键盘测试.....	11
2.1.7 振子功能测试.....	12
2.1.8 翻盖功能测试.....	12
2.1.9 RTC 测试.....	12
2.1.10 Camera 测试.....	12
2.2 通话功能测试.....	13
2.2.1 呼叫测试.....	13
2.2.2 Receiver 测试 .....	14
2.2.3 Microphone 测试.....	14
2.2.4 Speaker 测试.....	14
2.2.5 耳机功能测试.....	15
2.2.6 MP3 播放测试.....	13
2.3 功耗测试.....	15
2.3.1 电流测试.....	15
2.3.2 电压测试.....	17
2.3.3 通话时间.....	17
2.3.4 待机时间.....	17
2.4 充电测试.....	18
2.4.1 正常充电功能测试.....	18
2.4.2 电池过充测试.....	18
2.4.3 电池零电压充电测试 .....	19
<b>3. AUDIO 测试</b> .....	<b>22</b>
3.1 接收灵敏度/频率响应 .....	22
3.2 发送灵敏度/频率响应 .....	22
3.3 接收响度评定值 .....	23
3.4 发送响度评定值 .....	23

3.5	侧音掩蔽评定值 (STMR)	23
3.6	发送失真	24
3.7	稳定度储备	24
<b>4.</b>	<b>EMC 测试</b>	<b>26</b>
4.1	传导杂散骚扰	26
4.2	辐射杂散骚扰	26
4.3	传导连续骚扰	27
4.4	辐射连续骚扰	28
4.5	辐射骚扰抗扰度试验	28
4.6	话机辐射吸收率 SAR	28
4.7	ESD 测试	29
<b>5.</b>	<b>环境测试</b>	<b>30</b>
5.1	低温存储试验	30
5.2	低温负荷测试	30
5.3	高温存储测试	30
5.4	高温负荷测试	31
5.5	温度冲击试验	31
5.6	自由跌落试验	31
5.7	振动试验	32
5.8	潮热试验	32
5.9	砂尘试验	32
5.10	低气压试验	33
5.11	淋雨试验	33
5.12	可靠性试验	33
<b>6.</b>	<b>非法操作测试</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
6.1	非法关机测试	错误! 未定义书签。
6.2	电源反接测试	错误! 未定义书签。
6.3	非正常充电测试	错误! 未定义书签。
6.4	非正常按键测试	错误! 未定义书签。

# 1. RF 测试

**测试目的:** 使手机各项射频测试指标符合标准  
**测试标准:** GSM 11.10, 需参考项目的手机规范  
**测试条件:** 温度: +15 C ~+35 C  
 湿度: 20%~75%  
 气压: 86~106kPa  
 电源: 3.8V<sub>DC</sub>, .2Amp

**测试仪器:** CMU200/ Agilent 8960, PC, DC 电源, 万用表, 测试卡, Link Cable, 数据线  
 注: 测试方法可结合参考 Agilent8960/CMU200 操作手册。

所需测试的信道及功率等级视具体情况而定。一般情况下, RF Test 各测试项可在 High、Low、Middle 信道及 High、Low、Middle 功率级条件下进行(如表 1), 并且按照表 2 所列条件分别进行测试:

Item	Channel			Power level		
	High	Middle	Low	High	Middle	Low
GSM900	124	62	1	5	13	19
DCS1800/PCS1900	885	700	512	0	8	15

表 1: 参考测试信道及功率级

No.	T (°C)	U (v)
1	+55	4.2
2	+55	3.5
3	-10	4.2
4	-10	3.5
5	25	3.8

表 2.温度及电压条件

## 1.1 POWER\_VS\_Time\_TEMPLATE

1. 定义：发射载频功率在一个突发脉冲时间上的包络图；
2. 测试指标：各功率控制级下的功率/时间包络应落在图 1 和图 2 所示的功率/时间包络框架内，有用信息比特上的功率值变化范围需在  $\pm 1\text{dB}$  之内，发射突发脉冲定时的时间误差为  $\pm 1\text{bit}$ ，及传输时间  $\pm 3.69\ \mu\text{s}$ ；
3. 测试方法：给手机装上测试卡并接通电源，将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连，然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试 Power vs time template，测试结果可参考下图：

**Annex:** Power Ramp Graphic at TCH 62, PCL 5

Testset 1, BS Power -70.0 dBm

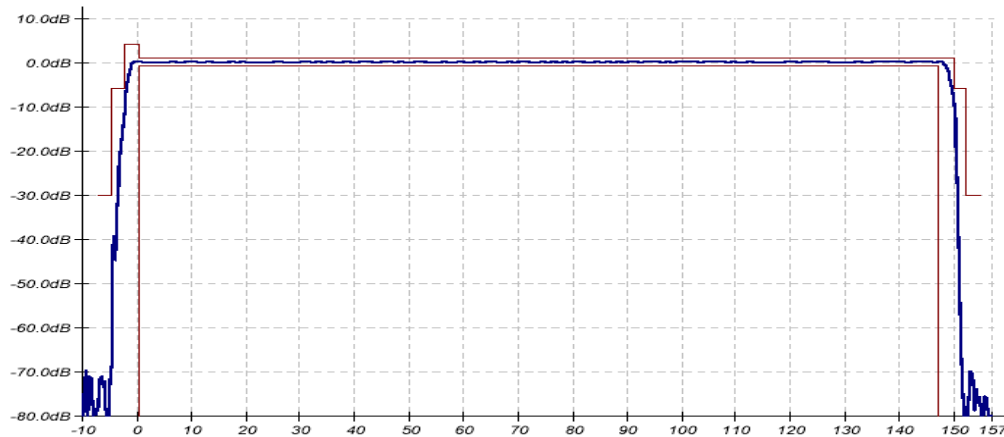


图 1. 发射载频功率/时间包络图

## 1.2 POWER\_VS\_CHANNEL

1. 定义：发射载频相对于不同信道及功率级的功率值；

- 测试指标：测试结果需不仅满足每个功率的上下限要求，而且要求每个相邻发射功率之间的差值小于等于+1.5dB，不同功率级下的功率值及范围参考下表：

表 3: 各功率级参考电平及范围

- 测试方法：给手机装上测试卡并接通电源，将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连，然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试发射功率，测试信道及功率等级可参考表 1。

### 1.3 FREQUENCY/PHASE\_ERROR

- 定义：发射机的相位误差和频率误差是指测得的实际相位、频率与理论期望的相位、频率之差；
- 测试指标：频率误差应不大于  $1 \times 10^{-7}$ ，相位误差均方根值（RMS）应不大于  $5^\circ$ ，最大峰值（PEAK）误差不大于  $20^\circ$ ；
- 测试方法：给手机装上测试卡并接通电源，将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连，然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试 Frequency Error，Phase Error(PEAK)，Phase Error(RMS)，测试信道及功率等级可参考表 1。

### 1.4 Output\_RF\_Spectrum

- 定义：输出 RF 功率谱是由于调制和功率切换等原因由手机在标称载频的邻近边带上产生的射频频谱，它包括调制频谱和切换瞬态频谱；
- 测试指标：调制频谱和切换频谱标准分别参考表 4 和表 5；

功率电平 (dBm)	在距标称频率的所列偏置处 (kHz)，测量的相对载频功率的最大电平 (dB)							
	0~100	200	250	400	600~1800	1800~3000	3000~6000	≥6000
GSM900								
≤33	+0.5	-30	-33	-60	-60	-63	-65	-71
上面的值受下面 最小绝对电平的 支配 (dBm)	Power limit (dbm) 33	Tolerance (dbm) -36		PCL N -36	Power limit (dbm) 30		Tolerance (dbm) -46	
6	31	+/-3		DCS1800/PCS1900		28	+/-3	
7	29 +0.5	-30	+/-3	-33	-60	-62	-67	+/-3 -75
8	27	+/-3		-33	-60	-60	-65	+/-3 -73
9	25 +0.5	-30	+/-3	-33	-60	-60	-65	+/-3 -71
10	23 +0.5	-30	+/-3	-33	-60	-60	-63	+/-3 -69
11	21	+/-3		-33	-60	-60	-61	+/-3 -67
12	19 +0.5	-30	+/-3	-33	-60	-60	-61	+/-3 -65
13	17 +0.5	-30	+/-3	-33	-60	-60	-59	+/-3 -63
14	15	+/-3		-33	-60	-60	-59	+/-3 -61
15 上面的值受下面 最小绝对电平的 支配 (dBm)	13	+/-3		-33	-60	-60	-59	+/-3 -59
16	11	36	+/-5	36	36	51	46	+/-4 46
17	9	+/-5		-33	-60	-60	-61	+/-4 -69
18	7	+/-5		-33	-60	-60	-61	+/-4 -67
19	5	+/-5		-33	-60	-60	-61	+/-4 -65
N/A	N/A	N/A		-33	-60	-60	-61	+/-4 -63

表 4: 调制边带上的功率电平

功率电平 (dBm)	距载频不同偏置处的最大功率(dBm)			
	400 kHz	600 kHz	1200 kHz	1800kHz
GSM900				
33	-19	-21	-21	-24
31	-21	-23	-23	-26
29	-23	-25	-25	-28
27	-23	-26	-27	-30
25	-23	-26	-29	-32
23	-23	-26	-31	-34
≤21	-23	-26	-32	-36
DCS1800/PCS1900				
30	-22	-24	-24	-27
28	-23	-25	-26	-29
26	-23	-26	-28	-31
24	-23	-26	-30	-33
22	-23	-26	-31	-35
≤20	-23	-26	-32	-36

表 5: 功率切换边带上的功率电平

- 测试方法: 给手机装上测试卡并接通电源, 将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连, 然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接, 分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试 Spectrum Due to Modulation 和 Output Spectrum Due to Switching, 测试信道及功率等级可参考表 1, 测试结果可参考下图:

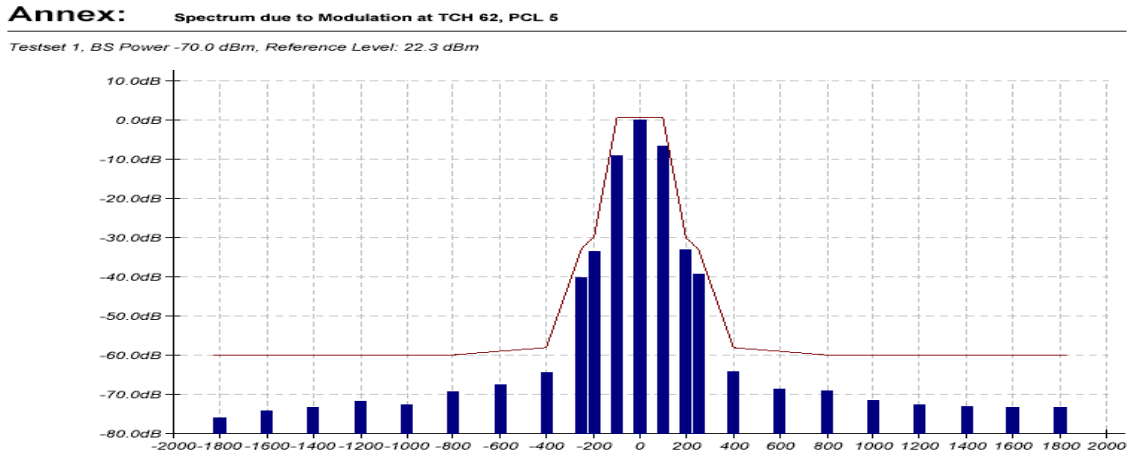


图 2. RF 调制频谱图



## Annex: Spectrum due to Switching at TCH 62, PCL 5

Testset 1, BS Power -70.0 dBm, Reference Level: 30.8 dBm

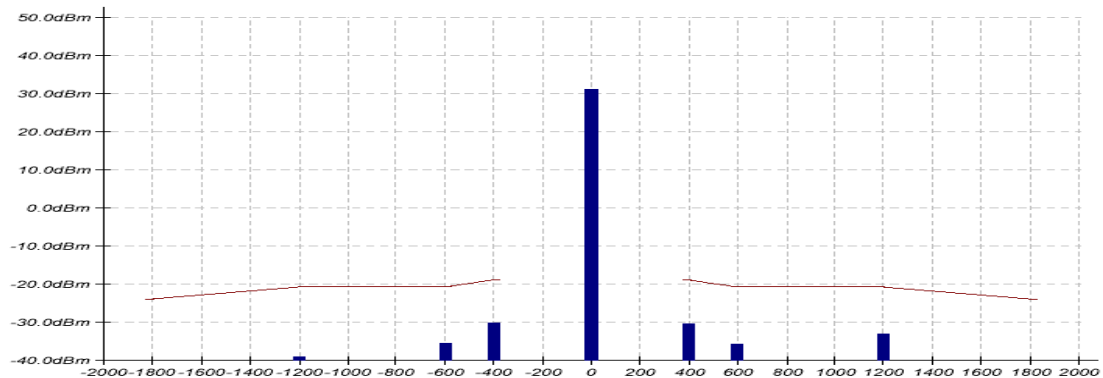


图 3. RF 切换频谱图

### 1.5 RX\_level

1. 定义：手机接收功率电平等级；
2. 测试指标：测试值误差范围应在 $\pm 2$ 内；
3. 测试方法：给手机装上测试卡并接通电源，将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连，然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试 RX level 值。

### 1.6 RX\_Sensitivity

1. 定义：指在得到规定的 BER 或 FER 条件下的接收机最小输入电平（BER：指误码比特与发送的所有数据比特之比；FER：将接收机中误差检测功能指示出的差错帧定义为擦除帧，擦除帧数与总帧数之比定义为帧擦除率）；
2. 测试指标：GSM BER $\leq 2\%$  at -104dBm, DCS BER $\leq 2\%$  at -102dBm；
3. 测试方法：给手机装上测试卡并接通电源，将手机的 RF switch 与 Agilent8960/CMU200 用 Cable 相连，然后让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段测试 BER II, 调节 cell power 观察 BER II 达到极限 2.439% 时的 cell power 值。

### 1.7 同信道抑制

1. 定义：同信道抑制是指接收机在其标称频率上存在一个无用调制信号的情况下，接收一个有用调制信号时其性能不低于给定指标的能力；
2. 测试指标及方法：参考 YD/T884—1996

## 1.8 邻信道抑制

1. 定义：邻信道抑制是指接收机在邻信道存在无用信号的情况下，接收一个有用调制信号时，其性能不低于给定指标的能力。它可分为两类：
  - a. 对相邻射频频道干扰的抑制；
  - b. 对相邻时隙干扰的抑制
2. 测试指标及方法：参考 YD/T884—1996

## 1.9 互调抑制

1. 定义：调抑制是指当存在 2 个或多个与有用信号存在特定频率关系的无用信号时，接收机接收有用调制信号时，其性能不低于给定指标的能力；
2. 测试指标及方法：参考 YD/T884—1996

## 1.10 阻塞与杂散响应

1. 定义：阻塞是指在非杂散响应或邻频道的频率上，存在一个强无用信号的情况下，接收机接收有用的信号时，其性能不低于给定指标的能力
2. 测试指标及方法：参考 YD/T884—1996

## 1.11 天线测试

1. 测试目的：手机天线各项性能指标符合规范要求；
2. 测试标准： GSM 11.10，需参考项目的手机规范；
3. 测试说明：测试需在微波暗室中进行。  
手机天线主要分内置和外置两种，其主要性能指标有频率范围、增益、阻抗、驻波比和吸收率，这些指标应在手机天线设计厂家提供的测试报告中说明并符合标准和要求。
4. 测试方法：此时手机为装上天线的整机，给手机装上测试卡并接通电源并将手机放置于暗室内，此时的暗室与 Agilent8960/CMU200 相连，可将手机放置在暗室中的不同位置来测试。然后分别按照 1.1，1.2 和 1.6 的方法和测试指标进行测试，各项测试都应符合标准。

附：手机研发至量产各阶段重点测试项目表：

Item	研发	试产	量产
POWER_VS_TEMPLATE	√	√	√
POWER_VS_CHANNEL	√	√	√
FREQUENCY/PHASE_ERROR	√	√	√
Output_RF_Spectrum	√	√	√
RX_level	√	√	√
RX_Sensitivity	√	√	√
同信道抑制	√		
邻信道抑制	√		
互调抑制	√		
阻塞与杂散响应	√		

天线测试	√	√	
------	---	---	--

## 2. BB 测试

**测试目的：**保证手机各项基本功能正常并符合标准；

**测试标准：**GSM 11.10, 需参考项目的手机规范；

**测试条件：**温度：+ 15 C ~+ 35 C

湿度：20%~75%

气压：86~106kPa

电源：3.8V<sub>DC</sub>, 2Amp

**测试仪器：**CMU200/ Agilent 8960, PC, DC 电源, 万用表, 测试卡, Link Cable, 数据线, 充电器

**注：**以下各测试项与其他公司的同类产品进行比较, 各项性能指标应至少不低于他们的产品。

### 2.1 基本功能测试

该测试均需给手机装上测试 SIM 卡, 并与 CMU200/ Agilent 8960 连接; 或装上移动/联通卡。

#### 2.1.1 手机版本查询

1. 数量: 2pcs 以上;
2. 测试方法及内容: 按各项目的版本查询方法检查手机软、硬件版本; (###520#)
3. 预期结果: 手机软、硬件版本应为当前标准版本。

#### 2.1.2 开关机测试

1. 数量: 2pcs 以上;
2. 测试方法及内容: 分别在装入 SIM 卡和无 SIM 卡时将手机开机, 维持开机状态 30 秒然后关机, 关机后 10 秒再开机, 重复以上操作共开关机 20 次后进行测试。
  - a. 手机能否正常开机;
  - b. 装入 SIM 卡时, 每次开机时是否都能正常找到 SIM 卡;
  - c. 手机开机是否能够及时找到网络, 评估每次找网的时间;
  - d. 设置手机不同的开机铃声和开机动画, 每次开机, 手机开机铃声是否正常, 开机动画能否正常显示;
  - e. 设置手机不同的关机铃声和关机动画, 每次关机, 手机关机铃声是否正常, 关机动画能否正常显示;
  - f. 设置手机自动关机, 测试手机能否按照设置自动关机;
  - g. 保持手机 Memory Full 状态, 测试开关机后, Memory 是否正常。
3. 预期结果:
  - a. 手机能正常开机, LCD 显示正常, LED 点亮, 开机铃声正常;
  - b. 手机正确找到 SIM 卡, 并能读取其信息;
  - c. 手机正确找到网络, 从按下开机键至找到网络的时间应;
  - d. 手机开机时的铃声和开机动画应与相应的设置一致且正常;
  - e. 手机关机时的铃声和关机动画应与相应的设置一致且正常;
  - f. 手机在到设置时间时应能自动关机且关机正常;
  - g. 手机开机后应有 Memory Full 的提示;

### 2.1.3 I/O 串口测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：
  - a. 串口线分别与手机 USB 接口及 PC 相连；
  - b. 使用下载工具并根据其操作方法进行软件下载，共下载 5 次；
  - c. 串口是否能正确下载软件，接收或发送的数据是否完整准确。
3. 预期结果：串口正确下载软件，数据完整准确。

### 2.1.4 LCD 测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机正常开机后，距离 30cm，与水平成 45°角并在各个方向 15°范围内观察 LCD 工作是否正常。
  - a. LCD 显示是否正常，是否存在斑点、阴影等；
  - b. 彩屏 LCD 各种颜色能否正常显示，分辨率、色素、响应时间等性能指标是否符合要求；
  - c. 分别在暗室、荧光（约 750Lux）和阳光（大于 3500Lux）下测试 LCD 显示是否正常，各性能指标是否符合要求；
  - d. 将电源设置成高(4.2v)、中(3.8v)、低(3.5v)不同电压，LCD 显示是否有差异或异常。
3. 预期结果：
  - a. LCD 显示正常，不存在斑点、阴影等；
  - b. 彩屏 LCD 各种颜色正常显示，分辨率、色素、响应时间等性能指标符合要求（结合项目的具体指标规定）；
  - c. 在暗室、荧光（约 750Lux）和阳光（大于 3500Lux）下测试 LCD 显示均应正常，各项性能符合项目的具体指标要求；
  - d. 在高、中、低不同电压下，LCD 显示应正常且基本一致。

### 2.1.5 LCD 背光及键盘背光测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机正常开机后，选择进入手机功能菜单中的相应设置进行测试。
  - a. 测试手机背光及 LED 能够正常工作；
  - b. 分别在暗室、荧光（约 750Lux）和阳光（约 2000Lux）下测试 LED 亮度是否正常；
  - c. 背光亮度是否符合要求，测试在不同电池电压情况下，背灯的亮度是否具有一致性；
  - d. LED 是否能够按照要求打开和关闭。
3. 预期结果：
  - a. 手机背光及 LED 工作正常；
  - b. 在暗室、荧光（约 750Lux）和阳光（约 2000Lux）下，LED 亮度均应正常；
  - c. 背光亮度应符合要求且在不同电池电压情况下，背灯亮度基本一致；
  - d. LED 能够按照要求打开和关闭，且亮度正常。

### 2.1.6 键盘测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机正常开机后，用自然力（不小于 0.6N）按所有按键；

- a. 测试所有按键能否正常工作；
  - b. 连续多次按键，查看是否会有死机等异常情况，按键响应速度是否符合要求；
  - c. 键盘长按功能，连续按键功能是否能够正常工作；
  - d. 开键盘按键音，测试按键音是否正常。
3. 预期结果：
- a. 所有按键正常工作，按键与显示一致；
  - b. 连续多次按键应不出现任何异常情况，且按键与显示一致并保持同步；
  - c. 键盘长按功能和连续按键功能正常；
  - d. 开键盘按键音，按键音正常，清晰无杂音。

### 2.1.7 振子功能测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机正常开机后，在手机功能菜单中打开手机振动功能。
  - a. 手机振动是否正常工作，振动时是否有异响等；
  - b. 手机是否能够正常开启振动，振动能否正常停止。
3. 预期结果：
  - a. 手机振动正常工作，无异响，振动频率符合标准；
  - b. 手机振动能正常开启与停止。

### 2.1.8 翻盖功能测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机正常开机后，不停打开和合上翻盖 100 次，每 20 次检查一遍其功能是否正常。
  - a. 手机翻盖 Flip on 唤醒手机，测试是否正常唤醒；
  - b. 手机翻盖 Flip off 使手机进入睡眠，测试是否正常进入 Sleep 状态。
3. 预期结果：
  - a. 手机翻盖 Flip on 时能正常唤醒手机；
  - b. 手机翻盖 Flip off 时能正常进入睡眠。

### 2.1.9 RTC 测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：手机需进行校准后测试。
  - a. 校准时间后，将手机设置为标准时间，然后关机，等待一定时间（根据手机规范确认等待的时间）后开机，与标准时间比较是否存在偏差；
  - b. 手机设置闹铃，看是否能准时启动；
  - c. RTC 放电后接上电池，是否能够立即启动。
3. 预期结果：
  - a. 手机重新开机后显示的时间应与标准时间一致；
  - b. 手机应能在设置的时间点准时启动闹铃；
  - c. 应能立即启动。

### 2.1.10 Camera 测试

1. 数量：4pcs 以上；

2. 测试方法及内容：手机正常开机后，选择手机功能菜单进入拍照状态，对标准测试板进行拍照。
  - a. Camera 是否能够正常工作；
  - b. 拍摄的照片效果是否符合规范要求；
  - c. 用标准色板照片色块的对比测试；
  - d. 测试 Digital Camera 的反应时间；
  - e. 开启闪光灯功能，看闪光灯是否正常工作。
3. 预期结果：
  - a. Camera 工作正常，能正常开启与关闭；
  - b. 照片效果符合规范要求，参考 Camera Spec；
  - c. 反应时间达到规范要求；
  - d. 闪光灯工作正常，能正常开启与关闭。

### 2.1.11 MP3 播放测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：将手机进入歌曲播放菜单，播放里面的歌曲，然后进行测试：
  - a. 歌曲播放时声音是否清晰，音质是否符合要求，有无断续、破声、杂音等现象；
  - b. 将出声孔面朝分贝仪距离 10cm，并将手机铃声音量调至最大，测试分贝仪中的 Peak 值；
  - c. 根据该手机规范，测试插入耳机时歌曲播放情况。
3. 预期结果：
  - a. 各种歌曲播放时声音清晰，音质符合相关要求，无断续、破声、杂音现象；
  - b. 各种铃声音量的 Peak 值都应大于 90dB；
  - c. 如果手机规范中要求插入耳机时，音乐从耳机播放，耳机中的音质应符合以上要求。

### 2.1.12 TF 卡测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：
  - a. 手机插入 TF 卡后开机，测试手机能否及时、准确的读取 TF 卡内容；
  - b. 在开机状态下插入 TF 卡，测试手机能否及时、准确的读取 TF 卡内容；
3. 预期结果：各种情况下都能快速、准确的读取 TF 卡内容。

## 2.2 通话功能测试

### 2.2.1 呼叫测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：在真实的网络中，拨打不同的电话（包括移动及固定电话），分别拨叫 10 次查看拨叫的成功率。在人工网络中，与 CMU200/HP8960 建立通话。
  - a. 打 112，是否能够正常接通；

- b. 拨打 1860 或 1001, 是否能够正常拨通, 声音是否正常;
      - c. 拨打固定电话, 是否能够正常拨通, 声音是否正常;
      - d. 拨打手机, 是否能够正常拨通, 声音是否正常使用真实网络电话拨打测试机, 确认是否能够正常拨通;
      - e. 在人工网络中, 分别用传导和耦合方式与 CMU200/HP8960 建立通话, 分别在 GSM, DCS 及 PCS 频段选择一信道进行测试, 并设置为最大功率等级, 耦合时手机放在不同位置进行测试, 测试 receiver 是否存在电流、射频干扰等背景噪声。
3. 预期结果: 在拨打不同电话(包括移动及固定电话)或被不同电话(包括移动及固定电话)呼叫时, 呼叫成功率都应达到 100%, 且通话声音清晰正常。

### 2.2.2 Receiver 测试

2. 数量: 2pcs 以上;
3. 测试方法及内容: 让被测手机与 CMU200/HP8960 建立通话或在真实网络下分别与正常手机和固定电话建立通话, 在通话状态下进行测试。
  - a. 通话声音是否正常, 是否存在噪声, 是否出现断声等;
  - b. 切换音量时, 每一音阶的差异是否正常。
4. 预期结果: 通话声音清晰、连续, 噪声在允许范围内, 音量切换功能正常。

### 2.2.3 Microphone 测试

2. 数量: 2pcs 以上;
3. 测试方法及内容: 让被测手机分别与正常手机及固定电话建立通话, 在通话状态下进行测试。
  - a. 在正常电话中是否能听到正常通话音;
  - b. 在正常电话中听到的通话音是否存在噪声, 是否出现断声等异常。
  - c. 堵住 mic 及 receiver 时是否有啸叫、回音等现象。
4. 预期结果: 通话声音清晰、连续, 噪声在允许范围内。

### 2.2.4 Speaker 测试

1. 数量: 2pcs 以上;
2. 测试方法及内容: 手机正常开机后, 选择进入手机功能菜单中的相关设置进行以下测试。
  - a. 测试所有开关机铃声、按键音、来电短信和闹铃声音, 将 Speaker 面朝分贝仪距离 10cm, 并将手机铃声音量调至最大, 测试分贝仪中的 Peak 值;
  - b. 随机选择两首铃声, 将音量大小设置成不同级别, 比较相邻级别的音量大小;
  - c. 各种操作与对应的声音是否一致且正常;
  - d. 是否有断续或不清晰杂音;
  - e. 手机发出各种铃声及按键的过程中及之后是否有数据声或噪声漏出。
3. 预期结果:
  - a. 各种铃声都应清晰正常, 无杂音或嗡嗡声, 分贝仪中的最大峰值应大于 90dB;
  - b. 各相邻 Level 的音量 Average 值大小应满足:  $1 \leq \text{响度最大值级差} \leq 7\text{dB}$ ;
  - c. 各种操作与对应的声音一致且正常;
  - d. 无断续或嘈杂声等异常现象;



- e. 不存在任何数据声或噪声的漏出。

## 2.2.5 耳机功能测试

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：在正常待机状态、播放 MP3 时和通话状态下，插入耳机，并进行 20 次的插拔，测试其功能：
  - a. 插入耳机后将手机开机，手机开机过程是否正常；
  - b. 在播放 MP3 时，耳机收听功能是否正常，在自动切换和手动切换歌曲时是否有异常；
  - c. 耳机上的挂机键能否正常挂机和接听电话；
  - d. 手持功能切换至免提，免提功能切换至手持；
  - e. 插拔耳机，切换耳机功能，手机是否能正确检测，并且显示正确；
  - f. 切换过程中是否存在死机、断话、杂音、切换时间过长等异常情况。
  - g. 在高温（60℃）、低温（-10℃），湿度（20%~75%）环境下，重复以上测试；
3. 预期结果：
  - a. 手机应能正常开机，开机画面、铃声及电流应符合相关设置；
  - b. 耳机应能正常收听 MP3，歌曲切换时没有仍何异常；
  - c. 应能正常挂机和接听电话；
  - d. 手持能正常切换至免提功能，免提也能正常切换至手持功能；
  - e. 耳机功能切换正常，手机显示正确（根据软件设置来判别）；
  - f. 切换过程不应出现任何异常情况；
  - g. 高低温环境下的所有耳机功能均应正常。

## 2.3 功耗测试

### 2.3.1 电流测试

1. 数量：5~10pcs；
2. 测试方法及内容：可用测试软件 CurrentTest 测得各电流变化曲线和相应电流值。
  - a. 开机电流：测试从按下 Power 键至注册到网络时的电流最大值及平均值；
  - b. 待机电流（真实网络）：手机在真实网络环境下（CMCC 和 UNICOM）开机，注册到网络，待背灯熄灭并进入 Deep sleep 后 5 分钟内的平均电流；
  - c. 待机电流（模拟网络）：手机在模拟网络环境(Agilent8960/CMU200)下开机，并将仪器分别设置成 Page2、Page5 和 Page9 模式，在背灯熄灭且进入 Deep Sleep 模式后 5 分钟内的平均电流；
  - d. 待机电流（模拟网络）：在以上 c 中 Page5 的条件下，分别按照以下情况测试待机电流，插入耳机、插入数据线（分连接与不连接 PC）及插入充电器（充电器不接电源）；
  - e. 关机电流：分别测试直接给手机上电和在开机情况下关机后是否有漏电流存在；
  - f. 来电电流：分别测试人工网络和真实网络环境下，将手机来电分别设为 midi 铃声、mp3 铃声、振动和静音，测试来电时 1 分钟内的平均电流及电流峰值；
  - g. 通话电流（人工网络）：让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接（分传导和耦合情况），在通话状态下，分别在 GSM、DCS 和 PCS 频段（信道分别设置为

ch62、ch700 及 ch660) 的高、中、低功率级下，测试 3 分钟内的平均电流值和峰峰电流值；

- h. 通话电流（真实网络）：在真实网络环境下与外部电话建立通话连接，在一天不同时间段（例如：9: 00~10: 00、12: ~13: 00、16: 00~17: 00），各测试 10 分钟内的平均电流值和峰峰电流值，并记录测试时的网络环境；
- i. 背灯电流：手机在真实网络环境下待机，将背灯设为常亮，测试 1 分钟内的平均电流，减去相应待机状态下的电流即为背灯电流；或根据项目具体状况，用相关命令工具设为背灯点亮状态测试；
- j. 振动电流：在真实网络环境下，将手机设置成振动，待 LCD 及背灯熄灭后，测试其振动状态下 1 分钟内的平均电流值，减去其在 Deep sleep 时的平均电流值即为振动电流；或根据项目具体状况，用相关命令工具设为振动状态测试；
- k. 响铃电流：在真实网络环境下，让手机进入铃声播放，并将铃声音量调至最大，待 LCD 及背灯熄灭后，测试其响铃状态下 1 分钟内的平均电流值，减去其在 Deep sleep 时的平均电流值即为响铃电流；或根据项目具体状况，用相关命令工具设为响铃状态测试；
- l. MP3 播放电流：进入歌曲播放，将音量调至最大，待 LCD 及背灯熄灭后，分别测试用 Speaker 和耳机播放 MP3 时 1 分钟内的平均电流，该电流值减去其在 Deep sleep 时的电流值即为 MP3 播放电流；或根据项目具体状况，用相关命令工具设为 MP3 播放状态测试；
- m. 振动+响铃电流：在真实网络环境下，让手机同时振动和响铃，并将铃声音量调至最大，待 LCD 及背灯熄灭后，测试其振动+响铃状态下 1 分钟内的平均电流值，减去其在 Deep sleep 时的电流值即为振动+响铃电流；或根据项目具体状况，用相关命令工具设为振动+响铃状态测试；
- n. Camera 电流：在真实网络环境下，进入 Camera 拍照菜单，分别测试预览、拍照及保存时的平均电流，开启闪光灯时拍照的电流；
- o. 各种菜单界面下的待机电流（具体哪些菜单需与软件共同确认），以下一些界面可供参考：

主菜单界面

不同待机界面

菜单项字符串滚动显示的三级菜单界面

短消息发送后返回的编辑界面

待机状态下输入号码界面

来电未接界面

新信息界面

备忘录提醒界面

闹钟执行完毕的待机界面

倒计时执行完毕的待机界面

MP3 自动播放完毕后的界面

MP3 暂停界面

MP3 播放主动退出后的待机界面

情景模式下铃声播放完毕后的列表界面

情景模式下铃声播放主动退出的界面  
照相机从捕捉画面退出后的界面下  
照相机拍摄后不保存直接退出后的界面  
照相机拍摄后保存，退出界面  
TF 卡插入后的待机界面  
TF 卡拔出后的待机界面  
拍摄视频文件后直接退出的界面  
拍摄视频文件并保存后的退出界面  
录音后返回界面  
播放录音界面  
屏保界面  
俄罗斯方块自动终止游戏的界面  
俄罗斯方块的暂停界面  
彩信发送成功后的返回界面  
彩信发送失败后的返回界面  
彩信接收后的界面  
WAP 登陆失败后返回界面  
WAP 登陆成功后返回界面  
WAP 浏览网页时

3. 测试指标：需结合具体项目的手机规范而定。

### 2.3.2 电压测试

1. 数量：5~10pcs;
2. 测试方法及内容：
  - a. 关机电压：手机电池电量达到自动关机时的电池电压；
  - b. 工作电压：用精密电源给手机供电，并根据手机规范分别设置为两个极限电压，看手机能否正常开机，并且能进行各项正常操作，包括接、打电话。
3. 测试指标：需结合具体项目的手机规范而定。

### 2.3.3 通话时间

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：让被测手机与 Agilent8960/CMU200 建立通话连接，分别在各频段中间信道的高、中、低功率级下，记录通话开始至手机自动关机的时间，并记录当时的通话环境和场强值，手机电池需满格电池（ $4.2 \pm 0.03 / -0.02v$ ）；
3. 测试指标：需结合具体项目的手机规范而定。

### 2.3.4 待机时间

1. 数量：2pcs 以上；
2. 测试方法及内容：

- a. 静态环境下的待机时间，在真实网络环境下开机，在测试过程中不进行任何操作至手机自动关机的时间，手机电池需满格电池（ $4.2+0.03/-0.02v$ ）；
  - b. 动态环境下的待机时间，在真实网络环境下开机，由测试人员随身携带并进行日常工作与生活，直至手机自动关机的时间，手机电池需满格电池（ $4.2+0.03/-0.02v$ ）；
3. 测试指标：需结合具体项目的手机规范而定。

## 2.4 充电测试

### 2.4.1 正常充电功能测试

1. 数量：5pcs；
2. 测试方法及内容：用标准充电器给手机充电。
  - a. 分别在开机和关机状态下进行充电，测试过程及屏幕显示是否符合规范要求；
  - b. 在充电过程中，测试手机能否在充电过程中正常拨接电话；
  - c. 将手机关机充电，分别记录在高温（ $40^{\circ}C$ ）、室温（ $25^{\circ}C$ ）和低温（ $0^{\circ}C$ ）环境下手机的充电电压和电流变化曲线；
  - d. 分别记录 battery bar 各种情况显示下的实际电池电压；
  - e. 在充电过程中关机，测试过程及屏幕显示是否符合规范要求；
  - f. 关机后进入充电过程，测试过程及屏幕显示是否符合规范要求；
  - g. 在充电过程中开机，测试过程及屏幕显示是否符合规范要求；
  - h. 显示充电完成时，电池电压是否符合标准；
  - i. 充电时间，电池电压从 3.2V 达到 4.2V 所需的时间。
3. 预期结果：
  - a. 在开机和关机状态下进行充电，屏幕均应有充电指示且显示正常，充电过程正常；
  - b. 充电过程中，应能正常拨接电话，且通话效果正常；
  - c. 各种条件下的充电曲线都应符合相关规范要求；
  - d. Battery bar 显示变化时应与软件设置一致，误差范围不超过 0.03v；
  - e. 充电过程中应能正常关机，关机画面，关机铃声都应正常，关机后应有充电指示；
  - f. 充电过程正常，显示正常；
  - g. 充电过程中应能正常开机，开机画面，开机铃声都应正常，开机后应有充电指示；
  - h. 显示充电完成后，电池电压应为  $4.2V (+0.03V/-0.02V)$ ；
  - i. 充电时间应符合相关规范要求。

### 2.4.2 电池过充测试

1. 数量：2pcs；
2. 测试方法及内容：手机显示充电完成后，继续充电 12 小时以上；
  - a. 电池是否有损坏，有无鼓起、发烫等情况；
  - b. 记录电池最终的空载电压，看电压是否符合要求；
3. 预期结果：
  - a. 电池无任何损坏，无鼓起、发烫等情况；

- b. 电池最终的空载电压应为 4.2V (+0.03V/-0.02V)。

### 2.4.3 电池零电压充电测试

1. 数量: 2pcs;
2. 测试方法及内容: 先将电池完全放电, 可用电源对电池进行反向充电, 充电电压设为 1V, 电流设为 550mA; 此处完全放电是指电池外在表现为电池空载电压为 0V, 而不是仅仅达到关机电压; 然后再按 2.4.1 进行测试;
3. 预期结果: 参考 2.4.1;

## 2.5 异常操作测试

### 2.5.1 非法关机测试

1. 数量: 3pcs;
2. 测试方法: 将手机分别在通话状态和待机状态下多次非法关机, 即直接拔电池, 非法关机大于等于 300 次;
3. 测试内容: 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 并进行基本功能测试, 各项测试都应符合要求。

### 2.5.2 电源反接测试

1. 数量: 3pcs;
2. 测试方法: 在常温下, 使用精密电源为手机供电, 并使正负级反接, 持续 10 秒钟后取出, 然后正常插入电池, 再进行测试;
3. 测试内容: 基本功能测试, 各项测试都应符合要求。

### 2.5.3 非正常充电测试

1. 数量: 3pcs;
2. 测试方法:
  - a. 分别在开、关机状态下连续插拔充电器各 20 次, 最后为充电器插入状态, 检查此时充电功能是否正常, 并检查基本电性能, 各项测试都应符合要求;
  - b. 在手机未装电池的情况下, 插入充电器, 检查此时手机显示是否正确, 维持 5 分钟后检查手机的基本功能是否仍正常。
  - c. 手机装上电池后, 插入充电器, 1 分钟后将电池拔下, 看此时手机显示是否正确; 然后再将电池重新装上, 看此时手机的充电显示是否正确。
  - d. 手机充电过程中开机, 并在开机过程中拔下充电器, 看此时手机开机是否正常; 待手机开机过程结束后, 将手机关机, 并在手机关机过程中拔下充电器, 看此时手机是否能正常关机。
3. 测试内容: 各项基本功能检查。

### 2.5.4 非正常按键测试

1. 数量: 3pcs

## 2. 测试方法:

- a. 手机正常开机后，同时按下同一排或同一列的按键，分别按 10 次，观察手机有无异常现象出现；
  - b. 手机正常开机后，随机按下 2 个以上的按键，试验 10 次，观察手机有无异常现象出现；
  - c. 在关机状态下进行以上测试。
3. 测试内容：手机各项基本功能检查，测试中手机不应出现死机、关机等异常现象，测试完毕后各项基本功能仍应正常。

### 2.5.5 SIM 卡短路测试

#### 1. 数量：3pcs

#### 2. 测试方法:

- a. 将手机的 SIM 卡座管脚随机短路，不装入 SIM 卡，然后开机，检查开机电流，待机电流及基本功能是否正常；
  - b. 将短路去掉后重新开机，检查手机各项基本功能是否正常；
  - c. 重复以上操作 10 次以上；
3. 预期结果：步骤 a 中有可能出现电流异常，开机后即关机等现象，属正常。但在步骤 b 中，手机应无仍何异常情况，各项基本功能均应正常。

附：手机研发至量产各阶段重点测试项目表：

Item	研发	试产	量产
手机版本查询	√	√	√
开关机测试	√		
I/O 串口测试	√		
呼叫测试	√		
Receiver 测试	√	√	√
Microphone 测试	√	√	√
Speaker 测试	√	√	√
歌曲播放测试		√	√
耳机功能测试	√	√	√
LCD 测试	√	√	√
LCD 背光及键盘背光测试	√	√	√
键盘测试	√	√	√
振子功能测试	√	√	√
翻盖功能测试	√	√	√
RTC 测试	√	√	
Camera 测试	√	√	√
充电测试	√	√	
电流测试	√	√	
电压测试	√		
通话时间	√		

待机时间	√	√	
电池过充测试	√		
电池零电压充电测试	√		

### 3. Audio 测试

**测试目的：**保证手机的功耗正常并符合标准；

**测试标准：**GSM 11.10, YD/T 1215-2002, YD/T 720-1998;

**测试条件：**温度：+ 15 C ~+ 35 C  
 湿度：20%~75%  
 气压：86~106kPa  
 电源：3.8V<sub>DC</sub>, 2Amp

**测试仪器：**CMU200/ Agilent 8960, PC, DC 电源, 万用表, 测试卡, Link Cable, 数据线, R&S UPL, B&K 人工耳, 人工嘴及测试台座, B&K 麦克风输, 无响室(箱)。

#### 3.1 接收灵敏度/频率响应

1. 数量：2pcs 以上；
2. 定义：指接收灵敏度/频率响应是指以仿真耳处的输出声压与以 PCM 比特流表示的数字音频接口（DAI）处的输入电平之比，以 dB 值表示；
3. 测试方法：
  - a. 将手机装在 LRGP 中，耳承应密合于仿真耳的刃形边缘上；
  - b. 手机的 DAI 连接 SS，操作模式为“音响设备及 A/D、D/A 的测试”；
  - c. SS 通过 DAI 给手机发送一个相当于 -16dBmO 纯单音的 PCM 比特流；
  - d. 在 100Hz~4000Hz 频段内，用 1/12 倍频间隔进行测试；
  - e. 在各个频率，测仿真耳中（耳参考点—ERP）的声压。
4. 测试指标：接收灵敏度/频率响应应在表 5 给定的限制范围内，在对数（频率）/线性（dB 灵敏度）坐标上，对下表中的间断点之间画直线得到一个范围。“\*”的极限处于间断点之间所画的直线上：

频率(Hz)	上限(dB)	下限(dB)
100	-12	----
200	0	----
300	2	-7
500	*	-5
1000	0	-5
3000	2	-5
3400	2	-10
4000	2	--

表 6 接收灵敏度/频率响应

#### 3.2 发送灵敏度/频率响应

1. 数量：2pcs 以上；
2. 定义：发送灵敏度/频率响应是指输入测试单音频时，PCM 比特流在数字音频接口（DAI）处的输出电平和在仿真嘴处输入声压之比，以 dB 值来表示；
3. 测试方法：
  - a. 手机装在 LRGP 中（见原 CCITT 建议 P.76 的附录上 I）耳承密合于仿真耳的刃形边缘上（见原 CCITT 建议 P.51）；
  - b. 用仿真嘴在嘴参考点（MRP）送一个声压为 -4.7dB<sub>Po</sub> 的纯单音；
  - c. 手机的 DAI 连接 SS，操作模式为“音响设备及 A/D、D/A 的测试”；
  - d. 在 100Hz~4000Hz 频段内，用 1/12 倍频间隔进行测试；



- e. 在各个频率，测 DAI 处 PCM 比特流代表的输出电平。
4. 测试指标：发送灵敏度/频率响度（从 MRP 到 DAI）应在表 6 所示的范围内。在对数（频率）/线性（dB 灵敏度）坐标上，对表 6 中的间断点之间画直线得到一个范围

频率 (Hz)	上限 (dB)	下限 (dB)
100	-12	
200	0	
300	0	-12
1000	0	-6
2000	4	-6
3000	4	-6
3400	4	-9
4000	0	

表 7 发送灵敏度/频率响度

### 3.3 接收响度评定值

- 数量：2pcs 以上；
- 定义：RLR 是一种基于目标单音测量来表示接收频率响应的方法，以这种方法来表示什么样的语音信号可以被听者接受；
- 测试指标：如果不提供用户控制的接收音量控制功能，则接收响度评定值应为  $2 \pm 3\text{dB}$ ；如果采用了用户控制的接收音量控制功能，则对至少某一控制值，RLR 应满足  $2 \pm 3\text{dB}$ ；当控制设定为最大值时，RLR 应不小于  $-13\text{dB}$ ；
- 测试方法：
  - 在原 CCITT 建议 P.79 表 3 中列出的 14 频率上，（频段 4 至 17）测接收灵敏度；
  - 灵敏度表示为 dBv/Pa。根据原 CCITT 建议 P.79 的公式 4.19c 计算频段 4 至 17 的 SLR，采用表 2/P.79 的加权系数，根据表 3/P.79 调整。仿真耳的灵敏度必须根据原 CCITT 建议 P.79 实际耳的校准表 4 进行校准。

### 3.4 发送响度评定值

- 数量：2pcs 以上；
- 定义：SLR 是一种基于目标单音测量来表示发送频率响应的方法，以这种方法来表示什么样的语音信号对听者才是可以接受的；
- 测试指标：发送响度评定值应为  $8 \pm 3\text{dB}$ ；
- 测试方法：
  - 在原 CCITT 建议 P.79 表 3 中列出的 14 频率上，（频段 4 至 17）分别测发送灵敏度；
  - 灵敏度单位表示成 dBv/Pa。根据原 CCITT 建议 P.79 的公式 4.19b 计算频段 4 至 17 的 SLR，采用表 2/P.79 调节。

### 3.5 侧音掩蔽评定值（STMR）

- 数量：2pcs 以上；
- 定义：侧音掩蔽评定值是基于客观单音的测试，表示仿真嘴至仿真耳间的通路损耗；

3. 测试指标:  $13 \pm 5\text{dB}$ ;
4. 测试方法:
  - a. 手机的 DAI 连接 SS, 工作模式设为“音响设备和 A/D、D/A 的测试”;
  - b. SS 通过 DAI 给手机发送编码的一个 PCM 比特流 (No.1 即 POCSAG 码);
  - c. 将手机装在 LRGP 中, 耳承要密合在仿真耳的刃形边缘上;
  - d. 用仿真嘴在嘴参考点 (MRP) 送一个声压为  $-47\text{dBPa}$  的纯单音;
  - e. 对原 CCITT 建议 P.79 表 2 中给出的各个频率, (频段 4~17), 测仿真耳的声压;
  - f. 根据原 CCITT 建议 Rec.P79 公式 8.4 计算侧音损耗 (dB) 和 STMR (dB) 值, 采用表 6/P.79 中列 (3) 的加权系数 (非密合情形) 和 4/P.79 的 LE 值 (人耳与仿真耳的修正系数)。

### 3.6 发送失真

1. 数量: 2pcs 以上;
2. 定义: 发射信号与总失真之比, 是对发射设备 (不包括话音编译码器) 线性度的量度;
3. 测试指标: 用噪声加权滤波器在 DAI 处测得的信号与总失真功率之比应高于表 7 给出的极限, 中间电平的极值可在线性 (dB 信号电平)/线性 (dB 比) 坐标上对间断点之间画的直线中得出; 测试过程中, 声压不得超过  $+10\text{dBPa}$ 。

相对 ARL 的电平 (dB)	电平之比 (dB)
-35	17.5
-30	22.5
-20	30.7
-10	33.3
0	33.7
7	31.7
10	25.5

表 8 测出信号与总失真功率之比

4. 测试方法:
  - a. 将手机装在 LRGP 中, 耳承要密合在仿真耳的刃形边缘上;
  - b. 手机的 DAI 连接 SS, 操作模式为“音响设备及 A/D、D/A 的测试”;
  - c. 在 MRP 中输入一个正弦波信号, 频率介于  $1004 \sim 1025\text{Hz}$  之间。调节此信号的电平直到 DAI 处输出的 PCM 比特流等效为  $-10\text{dBmO}$ , 此时 MRP 处的信号电平即为声参考电平 (ARL);
  - d. 输入测试信号, 其电平相对于 ARL 分别为:  $-35\text{dB}$   $-30\text{dB}$   $-25\text{dB}$   $-20\text{dB}$   $-15\text{dB}$   $-10\text{dB}$   $-5\text{dB}$   $0\text{dB}$   $+5\text{dB}$   $+10\text{dB}$ ;
  - e. 在每一个信号电平上, 用噪声加权滤波器测 DAI 处信号与总失真的频率之比 (见原 CCITT 建议 G.714 和 O.132)。

### 3.7 稳定度储备

1. 数量: 2pcs 以上;
2. 定义: 收发稳定度储备是指产生振荡时, 需在 SS 的基准话音编译码器的来去通路间插入的增益;

3. 测试指标：最小稳定度储备应为 6dB，并检测不到音频振荡；
4. 测试方法：
  - a. 在 SS 中的基准语音译码器的来去通路的环路中插入一个相当最小稳定度边际的增益，并启动任何一声回波控制器；
  - b. 将一个符合 CCITT 建议 O.131 的测试信号在基准语音译码器的数字输入端环路，观察稳定度，测试信号的电平为 -10dBmO，持续时间为 1s；
  - c. 若存在用户控制的音量控制器，应设置为最大档；
  - d. 对手机，将手机放在坚硬平面上，传感器面向平面。

附：手机研发至量产各阶段重点测试项目表：

Item	研发	试产	量产
接收灵敏度/频率响应	√	√	
接收灵敏度/频率响应	√	√	
接收响度评定值	√	√	
发送响度评定值	√	√	
侧音掩蔽评定值 (STMR)	√	√	
发送失真	√	√	
稳定度储备	√		

## 4. EMC 测试

**测试目的：**保证手机的 EMC 性能符合标准；

**测试标准：**GSM 11.10, YD/T 1215-2002, YD/T 720-1998, GB4943;

**测试条件：**EMC 测试实验室

**测试仪器：**EMC 测试设备

发信机的杂散骚扰是指用标准测试信号调制时在除载频和由于正常调制和切换瞬态引起的边带以及邻道以外离散频率上的骚扰。杂散骚扰按其来源的不同可分为传导型和辐射型两种。

### 4.1 传导杂散骚扰

1. 数量：2pcs
2. 适用范围：传导型杂散骚扰是指由天线连接器处引起的任何杂散骚扰，适用于具有永久性 RF 连接器的手机；
3. 测试方法及内容：分别在工作模式和空闲模式下进行测试。测试方法可参考 YD1032 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法第一部分：移动台及其辅助设备》。
  - a. 工作模式是指用各频段的中间信道（即 GSM900: ch62, DCS1800: ch700, PCS1900: ch660），并用最大功率让被测手机处于通话状态；
  - b. 空闲模式是指手机处于通电状态，可提供服务，对建立呼叫作出响应。
4. 测试指标：
  - a. 作模式下：

频率范围	功率电平（峰值）	
	GSM900	DCS1800
0.1~1000MHz	-36dBm	-36dBm
1000~1710 MHz	-30dBm	-30dBm
1710~1785 MHz	-30dBm	-36dBm
1785~12750 MHz	-30dBm	-30dBm

表 9 工作模式下传导杂散骚扰限值

- a. 闲模式下：

频率范围	功率电平（峰值）
0.1~880MHz	-57dBm
880~915MHz	-59dBm
915~1000 MHz	-57dBm
1000~1710 MHz	-47dBm
1710~1785 MHz	-53dBm
1785~12750 MHz	-47dBm

表 10 空闲模式下传导杂散骚扰限值

### 4.2 辐射杂散骚扰

2. 数量：2pcs

3. 适用范围：辐射型杂散骚扰是指由于机壳以及设备的结构而引起的任何杂散骚扰（故又称为“机壳骚扰”），适用于被测设备的机壳端口；
4. 测试方法及内容：分别在工作模式和空闲模式下进行测试；测试方法可参考 YD1032 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法 第一部分：移动台及其辅助设备》。
  - a. 工作模式是指用各频段的中间信道（即 GSM900: ch62, DCS1800: ch700, PCS1900: ch660），并用最大功率让被测手机处于通话状态；
  - b. 空闲模式是指手机处于通电状态，可提供服务，对建立呼叫作出响应。
5. 测试指标：
  - a. 工作模式下：

频率范围	功率电平（峰值）	
	GSM900	DCS1800
30~1000MHz	-36dBm	-36dBm
1000~1710 MHz	-30dBm	-30dBm
1710~1785 MHz	-30dBm	-36dBm
1785~6000 MHz	-30dBm	-30dBm

表 11 工作模式下辐射杂散骚扰限值

- b. 空闲模式下：

频率范围	功率电平（峰值）
30~880MHz	-57dBm
880~915MHz	-59dBm
915~1000 MHz	-57dBm
1000~1710 MHz	-47dBm
1710~1785 MHz	-53dBm
1785~6000 MHz	-47dBm

表 12 空闲模式下辐射杂散骚扰限值

### 4.3 传导连续骚扰

1. 数量：2pcs
2. 适用范围：适用于被测设备及其辅助设备的机壳端口；
3. 测试方法及内容：参考 GB4943 《信息技术设备（包括电气事务设备）的安全》和 YD1032 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法 第一部分：移动台及其辅助设备》。
4. 测试指标：

频率范围	准峰值	平均值
0.15~0.5MHz	66~56 dB $\mu$ V/m	56~46 dB $\mu$ V/m
0.5~5MHz	56 dB $\mu$ V/m	46 dB $\mu$ V/m
5~30MHz	60 dB $\mu$ V/m	50 dB $\mu$ V/m
注：在 0.15~0.50MHz 范围内，限值随频率呈对数线性减小。		

表 13 传导连续骚扰限值

#### 4.4 辐射连续骚扰

1. 数量：2pcs
2. 适用范围：适用辅助设备的机壳端口；
3. 测试方法及内容：参考 GB4943 《信息技术设备（包括电气事务设备）的安全》和 YD1032 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法 第一部分：移动台及其辅助设备》。
4. 测试指标：

频率范围	限值（准峰值）
30~230MHz	30dB $\mu$ V/m
230~1000MHz	37dB $\mu$ V/m

表 14 辐射连续骚扰限值

#### 4.5 辐射骚扰抗扰度试验

1. 数量：2pcs
2. 适用范围：适用于固定、车载和便携使用得手机及其辅助设备；
3. 测试方法及内容：参考 GB4943 《信息技术设备（包括电气事务设备）的安全》和 YD1032 《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信系统电磁兼容性限值和测量方法 第一部分：移动台及其辅助设备》：射频信号发生器产生下述试验电场，手机工作应正常。

频率范围：80MHz~1000MHz；  
 试验电压：3V/m（rms,未调制）；  
 调制幅度：80% AM、1kHz；  
 极化状态：水平极化和垂直极化；  
 扫描步长：不超过基频 1%步长。

#### 4.6 话机辐射吸收率 SAR

1. 数量：2pcs
2. 定义：SAR 是 Specific Absorbtion Ratio 的缩写，即“吸收比率”，就是单位时间内单位质量的物质吸收的电磁吸收辐射能量，通俗地讲，就是测量手机辐射对人体的影响是否符合标准；
3. 测试方法及标准：国际业界的通用标准 ITU 标准限值为 2.0W/KG，即：以 6 分钟计时，每公斤脑组织吸收的电磁辐射能量不得超过 2W，这一标准是国际业界的通用标准。
  - a. 人体模型、测量仪表、探针以及机械臂等组织测量系统；  
 人体模型的内部是液态物质，液体的电磁性与人体的电磁性一致，探针可以在其内自由运动。欧洲采用的测试标准的测量单位是 10 克（国际电联推荐），美国采用的测试标准以 1 克组织为测量单位。
  - b. 系统置于屏蔽室中；

- c. 手机紧贴模型放置，使手机处于最大发射功率状态；
- d. 由机械臂自动测量场强 E，由以下公式计算 SAR： $SAR=(\delta/p) \cdot E^2$ （其中，p: 液体密度； $\delta$ : 介电常数；E: 场强）。

#### 4.7 ESD 测试

1. 数量：5pcs
2. 测试方法及标准：分别对整机表面进行接触放电和空气放电，手机工作应正常。
  - a. 接触放电：将手机置于试验台，分别在待机状态、充电状态和通话状态下，对手机表面进行接触放电；  
 试验电压：+-4kV, +-6 kV；  
 放电次数：正极性和负极性 20 次；  
 放电时间间隔：1s
  - b. 空气放电：将手机置于试验台，分别在待机状态、充电状态和通话状态下，对手机表明所有进行空气放电  
 试验电压：+-8 kV, +-10kV, +-12kV；  
 放电次数：正极性和负极性各放电 20 次；  
 放电时间间隔：1s
3. 性能判据：
  - a. 测试时，手机应工作正常，并保持通话连接；
  - b. 测试后，手机各项功能均应正常，无任何通信质量的降低、控制功能的丧失或存储数据的丢失，且仍保持通话连接；

附：手机研发至量产各阶段重点测试项目表：

Item	研发	试产	量产
传导杂散骚扰	√		
辐射杂散骚扰	√		
传导连续骚扰	√		
辐射连续骚扰	√		
辐射骚扰抗扰度试验	√		
话机辐射吸收率（SAR）试验	√	√	
ESD 试验	√	√	

## 5. 环境测试

**测试目的：**保证手机在不同环境状况下具有正常功能并符合标准；

**测试标准：**GSM 11.10, GB2423.2-89;

**测试仪器：**Agilent 8960/CMU200, 电源, Link Cable, 数据线, 高低温湿热箱

**注：**试验样品进行环境试验时, 按以下顺序进行: 低温试验、高温试验、温度冲击试验、自由跌落试验、振动(正弦)试验、潮热试验、其它试验。

### 5.1 低温存储试验

1. 数量: Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs
2. 测试方法: 手机不包装, 不通电, 放入测试箱中, 按表 8 中的值设置温度和时间, 取出来 2h 后测试;

Item	Level I	Level II	Level III
存储温度	-10°C	-20°C	-30°C
持续时间	4h	8h	8h

表 8. 低温测试时间/温度设置值

3. 测试内容:
  - a. 外观检查及基本功能测试, 各项测试都应符合要求;
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 各项测试都应符合要求。

### 5.2 低温负荷测试

1. 数量: Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs
2. 测试方法: 不包装、不通电, 试验箱内-箱内温度由环境温度逐渐达到 Level I -10°C, Level II -20°C, Level III -30°C 持续 2h, 并在此温度结合以下条件(具体电压值视手机规范而定)继续测试:
  - a. 低温正常电压负荷;
  - b. 低温低电压负荷;
  - c. 低温高电压负荷;
3. 测试内容: 在上述温度, 并按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 并进行基本功能测试, 各项测试都应符合要求。

### 5.3 高温存储测试

1. 数量: Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs



2. 测试方法：手机不包装，不通电，放入测试箱中，按表 9 中的值设置温度和时间，取出来 2h 后测试；

Item	Level I	Level II	Level III
存储温度	55°C	65°C	85°C
持续时间	4h	8h	8h

表 9. 高温测试时间/温度设置值

3. 测试内容：
- 观检查及基本功能测试，各项测试都应符合要求；
  - 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试，各项测试都应符合要求。

## 5.4 高温负荷测试

- 数量：Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs;
- 测试方法：不包装、不通电,试验箱内-箱内温度由环境温度逐渐达到 Level I 55°C, Level II 65°C, Level III 85°C 持续 2h, 并在此温度下结合以下条件（具体电压值视手机规范而定）继续测试；
  - 高温正常电压负荷；
  - 高温低电压负荷；
  - 高温高电压负荷；
- 测试内容：按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试，并进行基本功能测试，各项测试都应符合要求。

## 5.5 温度冲击试验

- 数量： 5pcs
- 测试方法：手机关机状态下，在低温贮存温度（-30°C）、高温贮存温度（65°C）各放置时间 45 分钟，中间转换时间不超过 8 分钟，该循环重复 21 次，由高温开始至高温结束。结束后将手机在标准大气试验条件下放置，直至温度恢复 2h 后进行测试；
- 测试内容：
  - 观检查及基本功能测试，各项测试都应符合要求；
  - 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试，各项测试都应符合要求。

## 5.6 自由跌落试验

- 数量：Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs;
- 测试方法：测试手机在经过突然跌落后能够保持机械及电器性能的能力，手机跌落高度为 Level I 1.0m, Level II 1.2m, Level III 1.4m(地面硬度为 90%RH 水泥地上)，手机带电池开机后以每个面向下跌落两次，6 面共计 12 次（注：有外置天线的手机可除去此面，翻盖手机需合上合盖）；

3. 测试内容:
  - a. 外观检查, 手机不应有损坏, 但允许机可轻微开裂;
  - b. 基本功能测试, 各项测试都应符合要求;
  - c. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 各项测试都应符合要求。

## 5.7 振动试验

1. 数量: Level I 5pcs, Level II 10pcs, Level III 20pcs;
2. 测试方法: 不包装、通电将手机分别按照水平、直立和侧立的位置固定在振动台上, 然后在不工作状态下以:

振动频率: 5~20Hz, ASD (加速度谱密度):  $0.96\text{m}^2/\text{s}^3$

振动频率: 20~500Hz, ASD (加速度谱密度): 20Hz 时为  $0.96\text{m}^2/\text{s}^3$ , 其它-3dB/倍频条件振动;
3. 测试内容:
  - a. 外观检查及基本功能测试, 各项测试都应符合要求;
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 各项测试都应符合要求。

## 5.8 潮热试验

1. 数量: 10pcs;
2. 测试方法: 不包装、不通电, 以正常工作位置放入试验箱内, 使试验箱温度达到 Level I 40℃, Level II 55℃, Level III 65℃, 湿度达到 93%, 温度稳定后持续 48h, 不取出继续在此环境下进行测试;
3. 测试内容:
  - a. 外观检查及基本功能测试, 各项测试都应符合要求;
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 各项测试都应符合要求。

## 5.9 沙尘试验

1. 数量: 5pcs;
2. 测试方法: 在温度为  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ , 相对湿度不超过 60%, 空气流速为 25~50 km/h, 颗粒最大直径尺寸小于  $1000 \mu\text{m}$ , 浓度为  $1.4^{+1}_0 \text{g}/\text{m}^3$  的条件下放置 1 h, 然后进行测试;
3. 测试内容:
  - a. 外观检查及基本功能测试, 各项测试都应符合要求;
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试, 各项测试都应符合要求。

## 5.10 低气压试验

1. 数量： 5pcs;
2. 测试方法：将手机置于气压为 55 kPa，温度在 15~35℃的试验条件下保持时间 1 h，然后进行测试；
3. 测试内容：
  - a. 外观检查及基本功能测试，各项测试都应符合要求；
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试，各项测试都应符合要求。

## 5.11 淋雨试验

1. 数量： 5pcs;
2. 测试方法：用大约耗水量为 450 L/h 的喷射嘴八个，分成两组，分别朝试验样品的四个角或四个面用室温清水喷射，距离为 500~750mm.试验样品以 12~20r/min 的速度连续旋转、喷射时间：手机为 2min;
3. 测试内容：
  - a. 外观检查及基本功能测试，各项测试都应符合要求；
  - b. 按照表 1 中的信道和功率级进行各项 RF 测试，各项测试都应符合要求。

## 5.12 可靠性试验

可靠性试验的样品应是从经过质量一致性环境试验合格的产品批中随机抽取的。试验方案和方法可参考 GB/T15844.3，试验结果若出现下列情况之一，则试验失败：

- a. 手机的“基本电性能”指标有不符合环境试验条件的情况；
- b. 手机全部或部分规定的功能丧失或附属设备失灵；
- c. 机械断裂、位移、卡死、失灵，致使主要功能丧失。

附：手机研发至量产各阶段重点测试项目表：

Item	研发	试产	量产
低温存储试验	√	√	
低温负荷测试	√	√	
高温存储测试	√	√	
高温负荷测试	√	√	
温度冲击试验	√	√	√
自由跌落试验	√	√	√
振动试验	√		
潮热试验	√		
砂尘试验	√		
低气压试验	√		
淋雨试验	√		
可靠性试验	√	√	



**APPROVALS:**

Lesmo Mobile Communications

<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>		<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>	
<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>		<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>	
<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>		<b>SIGNATORY:</b> <b>NAME:</b> <b>POSITION:</b> <b>APPROVAL DATE:</b> <b>APPROVAL TIME:</b> <b>APPROVED FROM:</b>	

## 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。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



### 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>

### 手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



### WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习! ...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.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 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>

## 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>



### 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>