

# GSM 手机射频测试指导

# 目 录

序 言 .....	2
第一章 测试条件 .....	3
1.1 正常测试条件 .....	3
1.2 极限测试条件 .....	3
1.3 震动条件 .....	3
1.4 其它测试条件及规定 .....	4
1.5 附件要求 .....	5
第二章 发射机指标及其测试 .....	6
2.1 发射载波峰值功率 .....	6
2.2 发射载频包络 .....	11
2.3 调制频谱 (Spectrum Due to Modulation) .....	15
2.4 开关频谱 (Spectrum Due to Switching) .....	18
2.5 频率误差 (Frequency Error) .....	20
2.6 相位误差 (Phase Error) .....	22
2.7 传导杂散骚扰 (Conduct Spurious Emissions) .....	24
2.8 发射峰值电流和平均电流 .....	27
第三章 接收机指标及其测试 .....	29
3.1 接收灵敏度 (Rx Sensitivity) .....	29
3.2 接收信号指示电平 (RX Level) .....	33
3.3 接收信号指示质量 (RX Quality) .....	35
第四章 其余测试补充 .....	38
4.1 RC 滤波电路对 PA-RAMP 的影响 .....	38
4.2 PA 匹配调整 .....	42
4.3 天线开关指标测试 .....	42
第五章 附录 .....	44

## 序 言

目前国家对手机的质量问题越来越重视,公司对于手机质量的客户满意度和返修率也一致关注。其中,GSM 手机的射频问题仍然是一个影响手机质量、开发进度和生产效率的重要因素。为了保证产品的品质和性能符合 GSM 规范和国家标准,需要在手机测试方面建立一套完整、科学的测试体系。为此我们参照 GSM 规范欧洲标准、国家邮电部移动通信技术规范、国家信息产业部通信行业标准以及日常积累的测试经验编写了这份射频测试规程。

本规范的目的是针对研发阶段的 GSM 手机提供一个较全面测试和校准的指标依据,尽量保证研发阶段 GSM 手机的点测指标满足 FTA、CTA 与批量生产点测指标要求,使手机的射频问题尽可能在研发阶段暴露出来并在量产前解决,同时为评估手机的 RF 点测性能、指标余量、一致性、稳定性提供参考依据,另外为不熟悉测试的新员工提供一些指导。本文主要内容包括射频指标术语解释,发射机和接收机部分射频指标的测试方法,测试结果,测试参考标准等,最后还给出了指标超标的一般分析。

由于我们射频知识与经验有限,不足之处请指导。

## 第一章 测试条件

手机的测试条件包括测试环境条件、测试温度、湿度条件、测试电压及震动测试等内容。

民用设备的测试一般应在正常测试条件下进行,如有特殊要求时,也可在极限条件下进行测试。鉴于移动站的特殊使用环境,下面将对移动站的测试条件作重点介绍。

### 1.1 正常测试条件

对于移动站来说,正常测试温度和湿度条件应为以下范围的任意组合:

温度: 15—35℃

相对湿度: 25—75%

正常测试电压应为设备的标称工作电压,其频率(测试电源)应为标称频率±1Hz 范围内。

对于用在车载整流铅酸电他上的无线设备,其正常测试电压应为电池标称电压的 1.1 倍。

### 1.2 极限测试条件

对于移动站,极限测试条件应为极限电压部极限温度的任意组。

其中对于手持机来说极限环境温度为-10~+55℃。

对于车载台和便携式移动站来说,其极限测试温度为-20~+55℃。

极限测试电压对于使用交流市电的移动站,为其标称电压的 0.9~1.1 倍。

对于采用汞 / 镍镉电池的移动站,极限测试电压为其标称电压的 0.9~1.0 倍。

对于采用整流铅酸电他的移动站来说,极限测试电压为其标称电压的 0.9~1.3 倍。

在极限温度下的测试过程:

对于高温,当实现温度平衡后,移动站在发射条件下(非 DTx)开机 1 分钟再在空闲模式(idle mode)(非 DTx)下开机 4 分钟,Ms 应满足规定的要求。

对于低温,当实现温度平衡后,移动站应在 Ms 空闲模式(非 DTx)下开机 1 分钟再进行测试,Ms 应满足规定的要求。

### 1.3 震动条件

在震动条件下测试移动站,应采用随机震动,其震动频率范围和加速度频谱密度(ASD)如下:

在频率为 5~20Hz 范围内,其震动 ASD 为  $0.96\text{m}^2 / \text{s}^3$ 。

在频率为 20~500Hz 范围内,在 20Hz 时 ASD 为  $0.96\text{m}^2 / \text{s}^3$ ,其它频率为-3dB / 倍频程。

## 1.4 其它测试条件及规定

### 1. 系统模拟器(SS)

系统模拟器是一系列测试设备的总称,它是一个功能性工具,能对被测设备提供必要的输入测试信号并能分析被测设备的输出信号以实施 GSM 规范中所有的测试、

市场上现存的测试仪器可以实现全部或部分系统模拟器的测试功能。如 HP8922B / E / G 系列、R / S 公司的 CMD54、CMD52 及 CRTS02、04、24 系列等可以提供对移动站和基站不同级别的测试。在测试基站时,系统模拟器可以模拟移动站和网络在 A(或 Abis)接口及空中接口(Um 接口)对基站进行测量。在测试移动站时,系统模拟器可以模拟基站及网络在空中接口(Um 接口)对移动站进行测量。

### 2. 衰落和多径传播模拟器(MFs)

多径衰落模拟器(MFS)在功能上也属于系统模拟器的一部分,它主要用于在无线干扰性能测量中模拟真实的移动无线信道上的宽带多径传播条件。它能提供由 COST207 和 GSM05.05 建议中所规定的标准多径传播模式。其中包括典型的城市区地形(TU)、农村地形(RA)、丘陵地形(HT)及专门用于测试均衡器性能的传播模式(EQU)。MFS 应能模拟上述多径传播条件下从车速 3km / h 到 250km / h 范围内的多径分布,特别是使用车速为 3、50、100 和 250km / h 的情况。

### 3. 标准测试信号

系统测试设备应能产生下列标准测试信号作为测试输入信号:

(1)标准测试信号 Co: 它是未调制的连续载波信号。

(2)标准测试信号 C1: 它是标准的 GSM 调制信号,其调制数据为 0101 格式信号输入到信道编码器输入端。信道编码器可由测试方法来选择测试和加密模式。在非跳频模式采用该信号时,其它未使用的时隙发送空闲突发脉冲串(dummy burst),且功率电平相对于使用时隙而变化。

以上两种标准测试信号都是用于表示有用信号,对于无用信号(即干扰信号)有下列三种标准测试信号:

(3)标准测试信号 I0: 为未调制的连续载波信号。

(4)标准测试信号 I1: 为 GSM 调制载波信号,其结构遵照 GSM 信号突发(burst,称为突发脉冲或简称突发。下同)结构,但其所有调制比特(包括突发中的训练序列部分)皆直接为随机或伪随机数据流。

(5)标准测试信号 I2: 为标准的 GSM 调制信号,但与 C1 信号不同,其突发的训练序列部分为标准的 GSM 训练序列,但突发中的数据比特(包括比特 58 和 59)皆为随机或伪随机数据流。

## 1.5 附件要求

1、采用相同标准的射频线和转接头，要求包括转接头在内 GSM 频段各信道间的损耗值小于 0.5dB，损耗值差异小于 0.2dB；DCS 频段各信道间的损耗值小于 1dB，损耗值差异小于 0.3dB，特性阻抗含转接头应在  $50 \pm 5$  欧姆内。

2、射频综合测试仪采用 CMU200 或 HP8960。频谱分析仪采用 HP 或 AGILENT 系列。

3、RF 带阻滤波器 BANDREJECT FILTER 要求对相应发射频段的信号衰减 30 dB 以上，对二次、三次谐波衰减(插入损耗)小于 1.5 dB, VSWR 小于 1.3:1，输入额定功率大于 1W。

4、测试时，手机在与综测仪建立连接时 BS TCH 信号强度设为 -60dBm，当测试误码率时，BS 信号标准为 -102dBm。

5、测试设备通常为：

综合测试仪 R&S CMU200 或 Agilent 8960

网络分析仪 Agilent 8753ES

频谱分析仪 Agilent E4404B

信号发生器 R&S SMIQ 06B

示波器 6050A

直流电源 Keithley

屏蔽箱、陷波滤波器、RF 衰减器、射频连接线等；

## 第二章 发射机指标及其测试

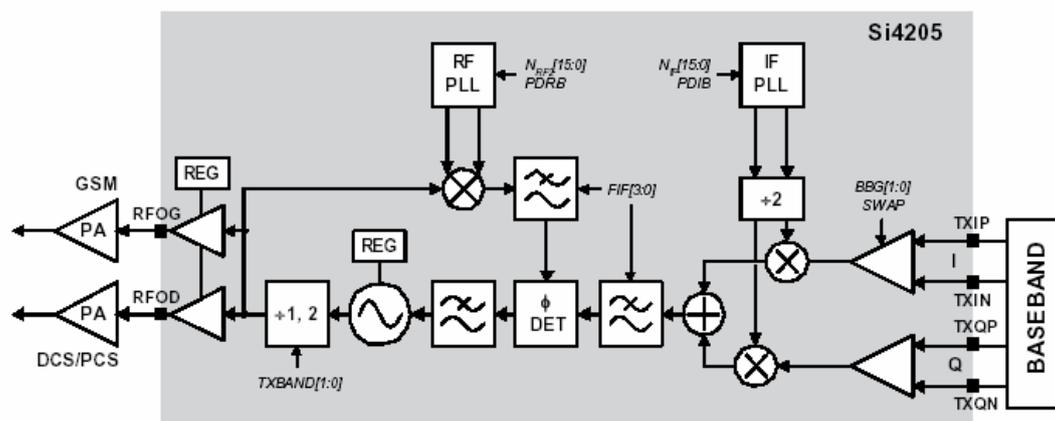


Figure 10. Transmitter Block Diagram

### 2.1 发射载波峰值功率

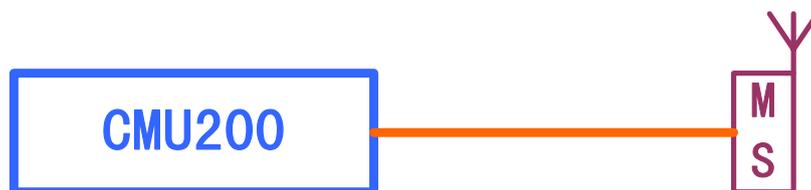
#### 1、定义：

指发射机载波功率在一个突发脉冲的有用信息比特时间上的平均值。即对该载频时隙突发脉冲串的有用信息比特部分（即时隙中段突发的有用信息比特部分，对常规信道为 147 比特，对允许接入信道（RACH）为 87 比特）测量的功率的平均值。

#### 2、目的：

如果发射功率在相应的级别达不到指标要求，会造成很难打出电话的毛病，即离基站近时容易打出而离基站远时不易打出困难，往往表现出发射时总是提示用户重拨号码。如果发射功率在相应的级别超出指标的要求，一方面可以克服空中损耗，降低对接收机接收灵敏度的要求，但则会造成电池损耗大，待机时间短；另外扩大小区覆盖范围，引入邻道干扰。则需测量发射机的载波输出功率是否符合 GSM 规范的指标。

#### 3、测量：



图一

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；

## (2)、测试原理:

手机发射部分由发射信号形成电路、功率放大电路、功率控制电路三个单元组成。GSM 频段分为 124 个信道,功率级别为 5—33dBm,即 LEVEL5-LEVEL19 共 15 个级别;DCS 频段分为 373 个信道 (512—885),功率级别为 0—30dBm,即 LEVEL0-LEVEL15 共 15 个级别;每个信道有 15 个功率等级,测试时选上、中、下三个信道对每个功率等级进行测试,每个功率等级以 2dBm 增减。

频段	各信道发射频率(MHZ)	ARFCN 信道编号	各信道接收频率(MHZ)
P-GSM 900	$F_T(n) = 890 + 0.2 \times n$	$1 \leq n \leq 124$	$F_R(n) = F_T(n) + 45$
E-GSM 900	$F_T(n) = 890 + 0.2 \times n$	$0 \leq n \leq 124$	$F_R(n) = F_T(n) + 45$
	$F_T(n) = 890 + 0.2 \times (n-1024)$	$975 \leq n \leq 1023$	
DCS 1800	$F_T(n) = 1710.2 + 0.2 \times (n-512)$	$512 \leq n \leq 885$	$F_R(n) = F_T(n) + 95$
PCS 1900	$F_T(n) = 1850.2 + 0.2 \times (n-512)$	$512 \leq n \leq 810$	$F_R(n) = F_T(n) + 80$
GSM 850	$F_T(n) = 824.2 + 0.2 \times (n-128)$	$128 \leq n \leq 251$	$F_R(n) = F_T(n) + 45$

表 1 各频段载波频率与信道编号表

由于手机不断移动,手机和基站之间的距离在不断变化,因此手机的发射功率不是固定不变的,基站根据距离远近的不同向手机发出功率级别信号,手机收到功率级别信号后会自动调整自身的功率,离基站远时发射功率大,离基站近时发射功率小。具体过程如下:手机中的数据存储器存放有功率级别表,当手机收到基站发出的功率级别要求时,在 CPU 的控制下,从功率表中调出相应的功率级别数据,经数 / 模转换后变成标准的功率电平值,而手机的实际发射功率经取样后也转换成一个相应的电平值,两个电平比较产生出功率误差控制电压,去调节发射机激励放大电路、预放、功放电路的放大量,从而使手机的发射功率调整到要求的功率级别上。

## (3)、测试方法:

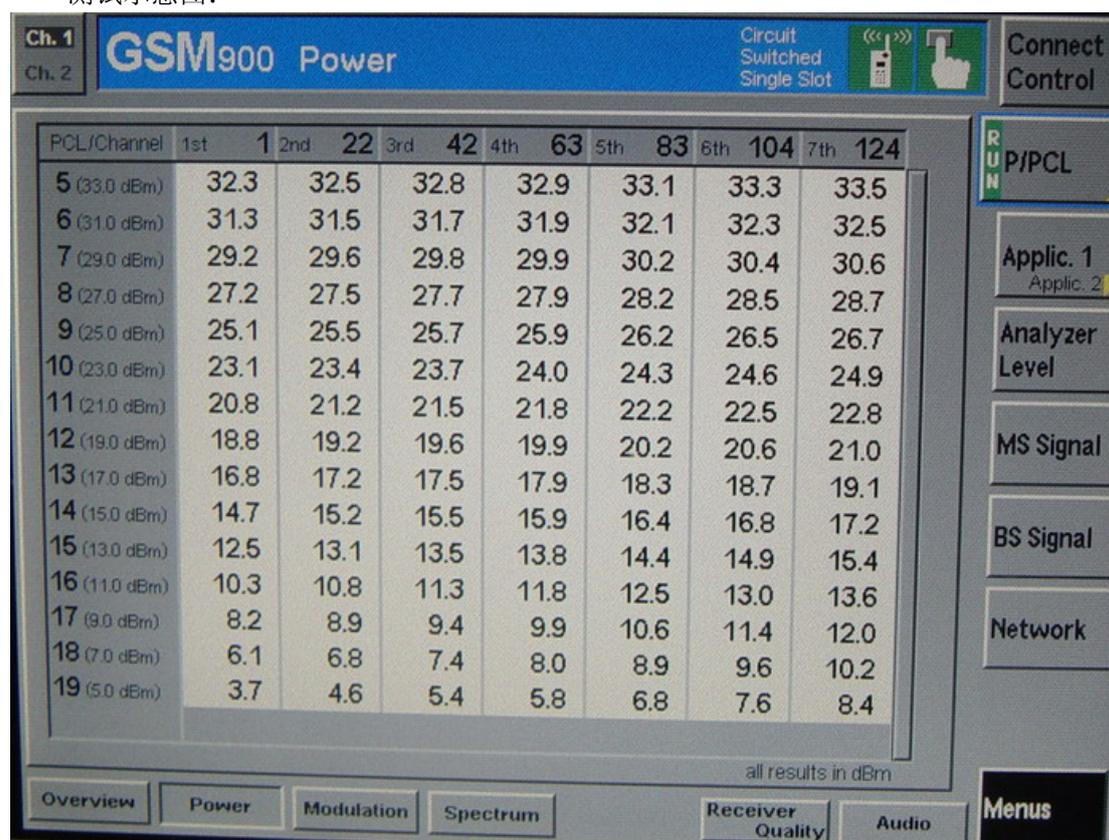
首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号 (ARFCN) 为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫,并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级。※CMU200 与 MS 建立连接的一般设置如节末附图。

连接完成后,选择 Power,激活功率列表。

在每个频段上,选择高中低三个信道,从低到高选择几个功率级别进行功率测试,记录测试数据。GSM 频段选 1、62、124 三个信道;DCS 频段选 512、698、885 三个信道。对每个功率级别进行测试。

## 4、结果:

测试示意图:



## 5、技术要求

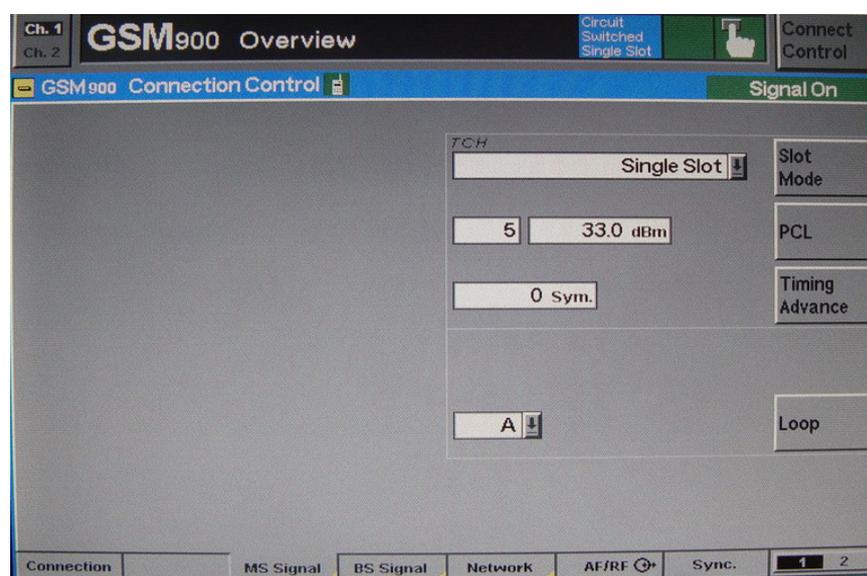
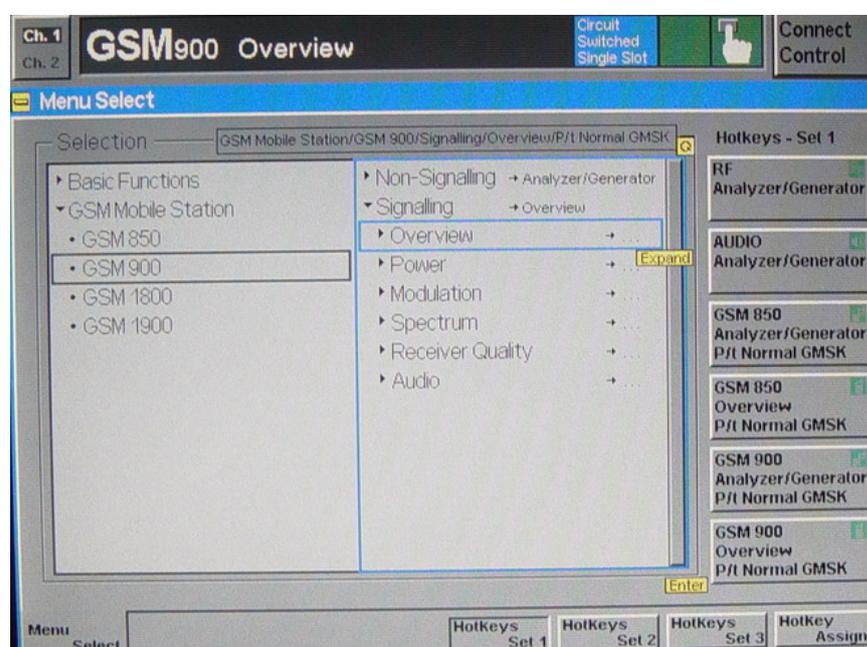
POWER CONTROL LEVEL	GSM900 (dBm)			DCS1800 (dBm)		
	标准值 (dBm)	校准范围	极限范围	标准值 (dBm)	校准范围	极限范围
0				30	±0.2	±0.3
1				28	±0.2	±2
2				26	±0.2	±2
3				24	±0.2	±2
4				22	±0.2	±2
5	33	±0.2	±0.3	20	±0.2	±2
6	31	±0.2	±2	18	±0.2	±2
7	29	±0.2	±2	16	±0.2	±2
8	27	±0.2	±2	14	±0.2	±2
9	25	±0.2	±2	12	±0.2	±2
10	23	±0.2	±2	10	±0.2	±2
11	21	±0.2	±2	8	±0.3	±2
12	19	±0.2	±2	7	±0.4	±2
13	17	±0.2	±2	6	±0.5	±2

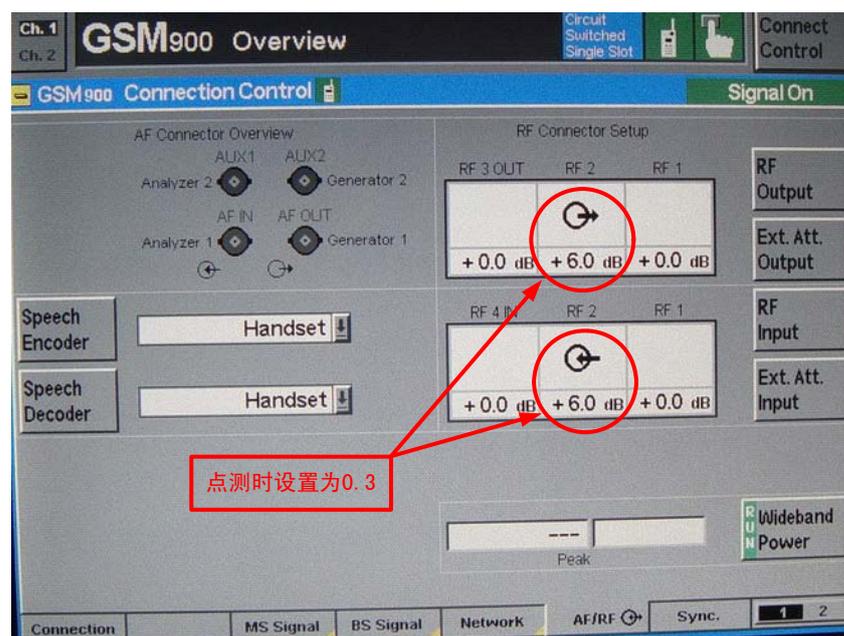
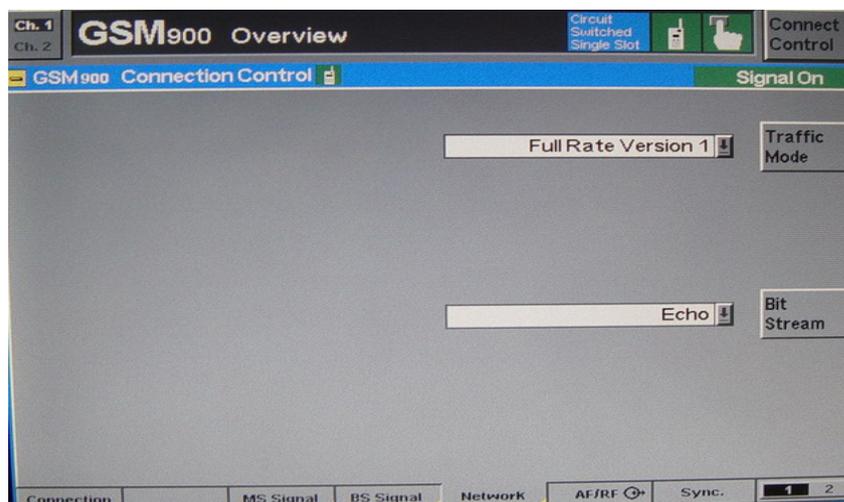
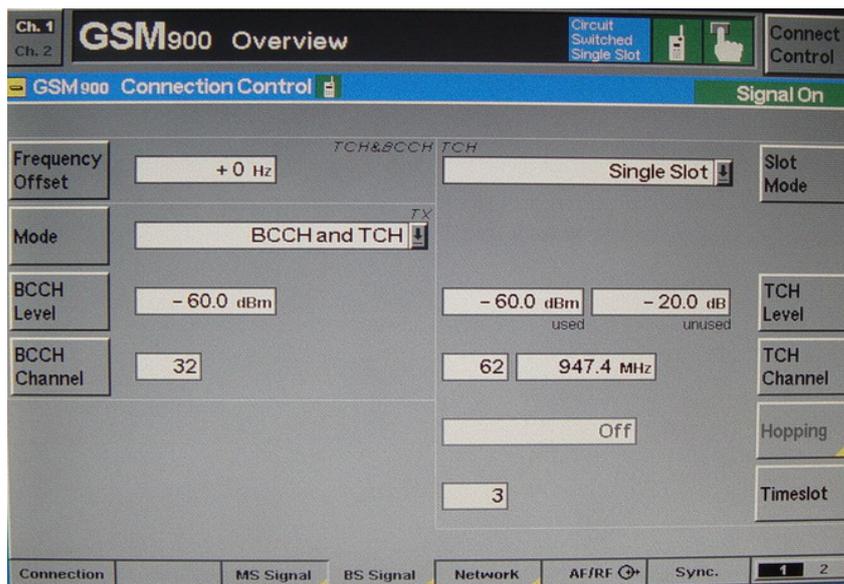
14	15	$\pm 0.2$	$\pm 2$	5	$\pm 0.5$	$\pm 2$
15	13	$\pm 0.2$	$\pm 2$	3	$\pm 0.8$	$\pm 2$
16	11	$\pm 0.2$	$\pm 2$			
17	9	$\pm 0.2$	$\pm 2$			
18	7	$\pm 0.4$	$\pm 2$			
19	5	$\pm 0.5$	$\pm 2$			

## 6、超标

若测试的信道功率指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查发射电路的检波器、校准器、电平控制环路是否有问题。

### ※CMU200 与 MS 建立连接的一般设置



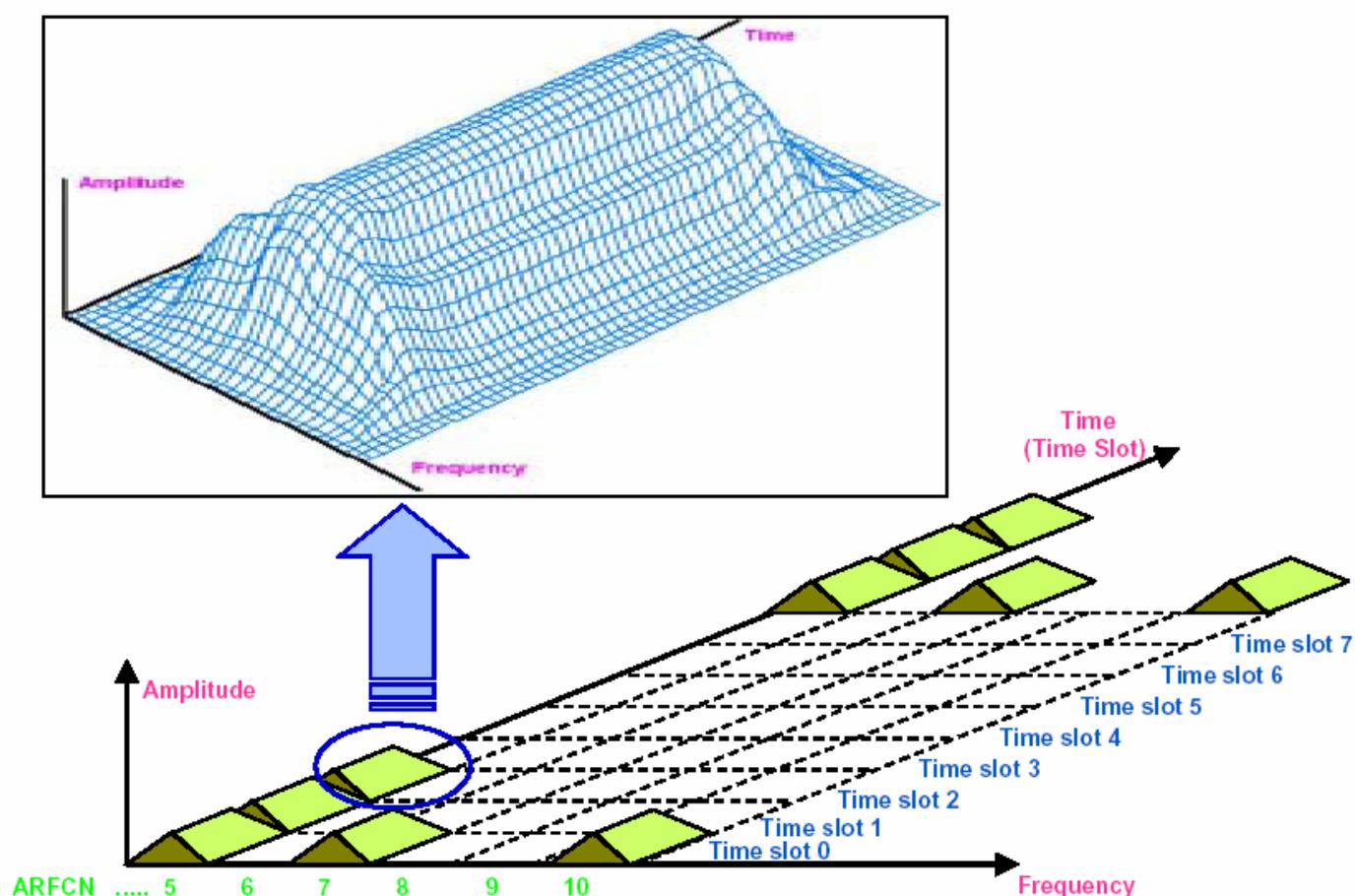


## 2.2 发射载频包络

### 1、定义：

发信载频包络是指发信载频功率相对于时间的关系。(Power RAMP)

由于 GSM 系统是一个 TDMA 的系统，八个用户共用一个频点，手机只在分配给它的时间内打开，然后必须及时关闭，以免影响相邻时隙的用户。由于这一原因，GSM 规范对一个时隙中的 RF 突发的幅度包络作了规定，对于时隙中间有用信号的平坦度也作了相应的规定，这个幅度包络在 577 $\mu$ s 的一个时隙内，其动态范围大于 70dB，而时隙有用部分平坦度应小于 $\pm 1$ dB。

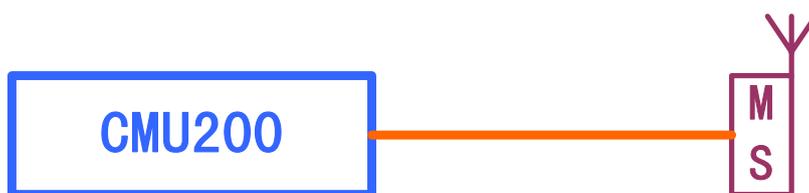


### 2、目的：

该测试主要是验证发射机发射的载频包络在一个时隙期间是否严格满足 GSM 规定的 TDMA 时隙幅度的上升沿、下降沿及幅度平坦部分与模块的吻合程度。手机发射突发信号的上升与下降部分应在 $+4$ dB $-30$ dB，模块范围之内，顶部起伏部分应在 $\pm 1$ dB 模板范围之内。若突发信号超出模板范围，将会对临近时隙的用户产生干扰。

### 3、测量：

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；



图一

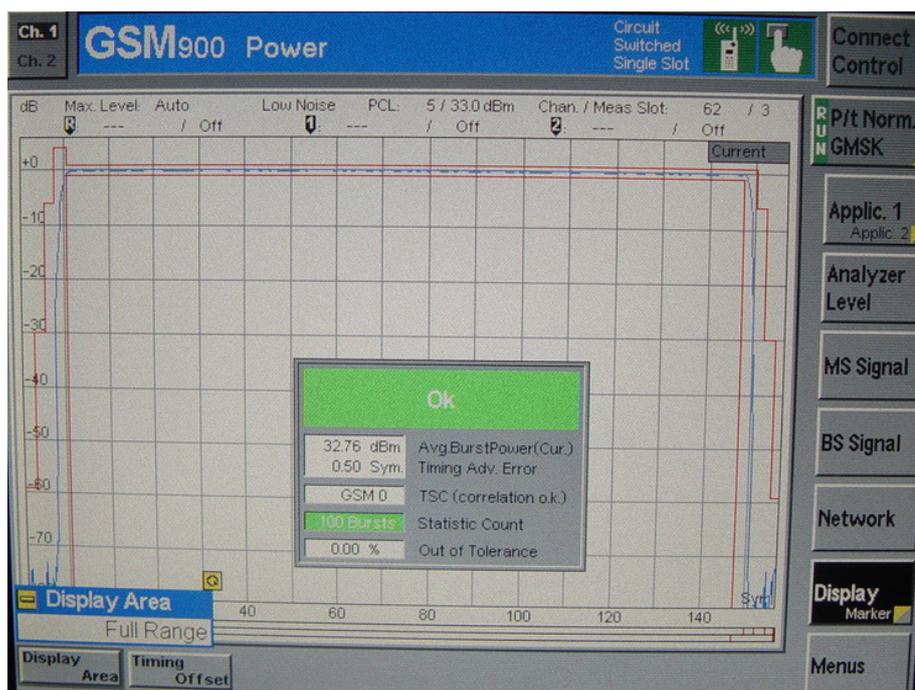
(2)、测试原理及方法：

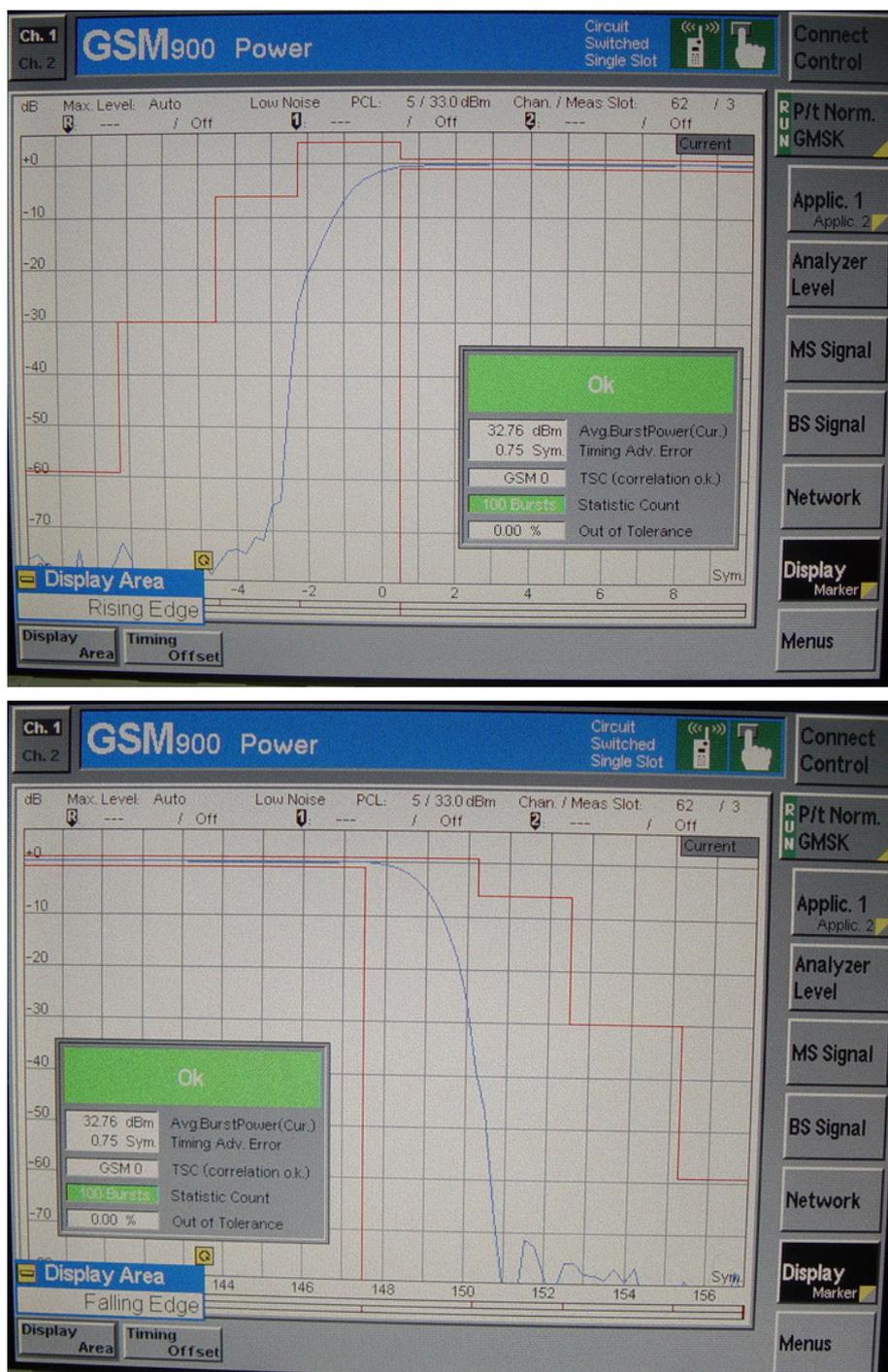
首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号（ARFCN）为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫，并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级，设置该 MS 的时间提前量（TA）值为 0。

在综合测试仪 CMU200 设置 BCCH AND TCH 信道，选择并激活 RF POWER RAMP 即可测试功率 / 时间特性。对于移动台，有两种基本格式的突变：常规突发和接入突发，因而需要分别加以验证两种格式发信载频包络。将 GSM 规定的常规突发功率 / 时间模板与该突发的工作包络相比较，看其上升沿、下降沿及幅度平坦度是否在功率 / 时间模板的要求之内。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段，功率级别选最大 LEVEL5；DCS 频段选 512、698、885 三个频段，功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。突发脉冲的曲线必须在模板的包络范围内。

#### 4、结果





## 5、技术要求

GSM 对常规突发规定的功率 / 时间框罩要求见图 2, 对接入突发规定的功率 / 时间框罩要求见图 3。

在任何频率上, 对正常和极限测试条件的每一种组合及每一种功率控制电平下, 对常规突发的抽样测量其功率 / 时间关系 (即功率包络) 都应在图 2 所示的阴影限制之内。对接入突发的抽样测量其功率包络应在图 3 所示的阴影限制之内。特别是对在 147 比特 (对常规突

发)和87比特(对接入突发)期间的幅度平坦度要求在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。对图中所示的 $\pm 28\mu\text{s}$ 处其上升沿/下降沿功率应不大于 $-59\text{dBc}$ (若此时 $-59\text{dBc}$ 的实际功率值低于 $-36\text{dBm}$ ,则该处要求为上升/下降沿功率不大于 $-36\text{dBm}$ ),在 $\pm 18\mu\text{s}$ 处其上升/下降沿 $-6\text{dBc}$ 。

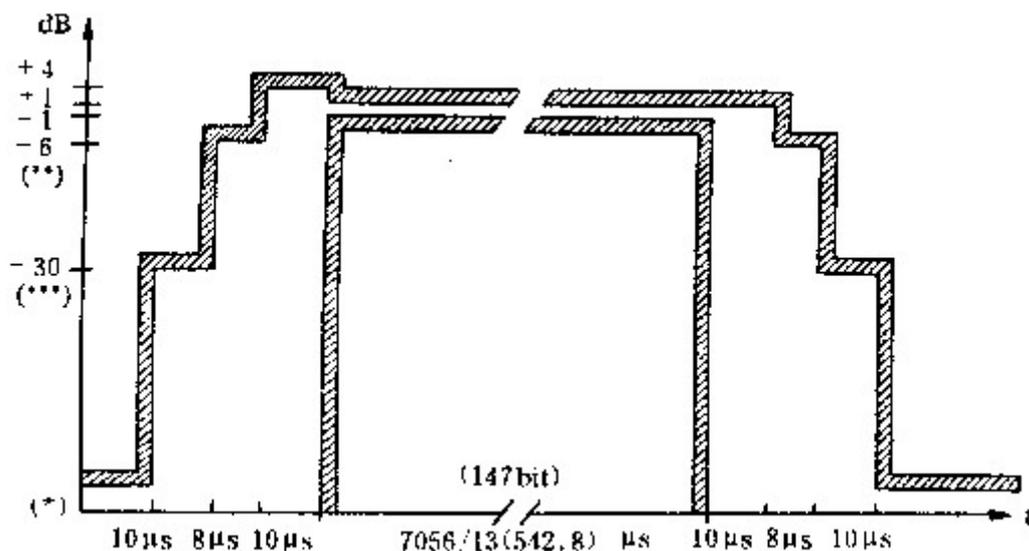
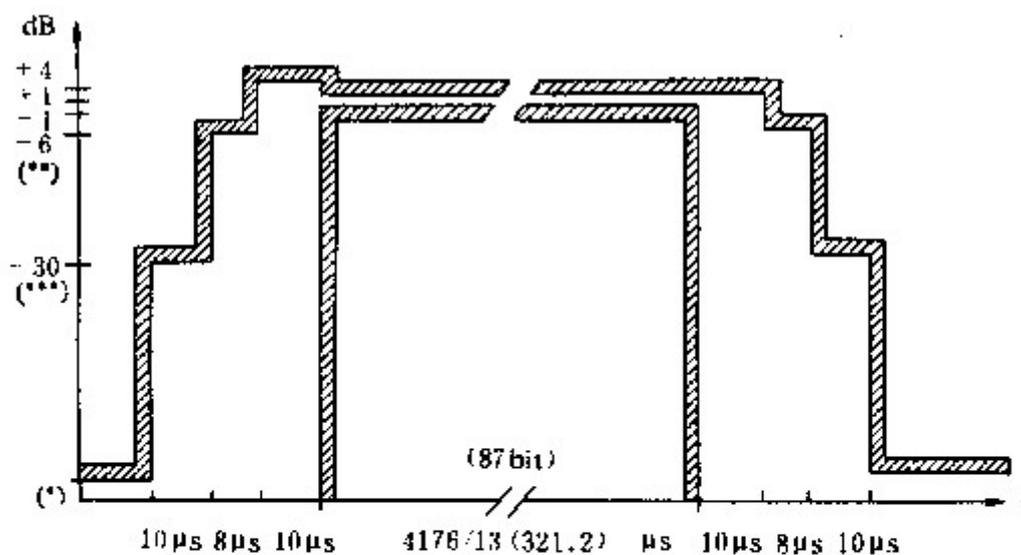


图 2



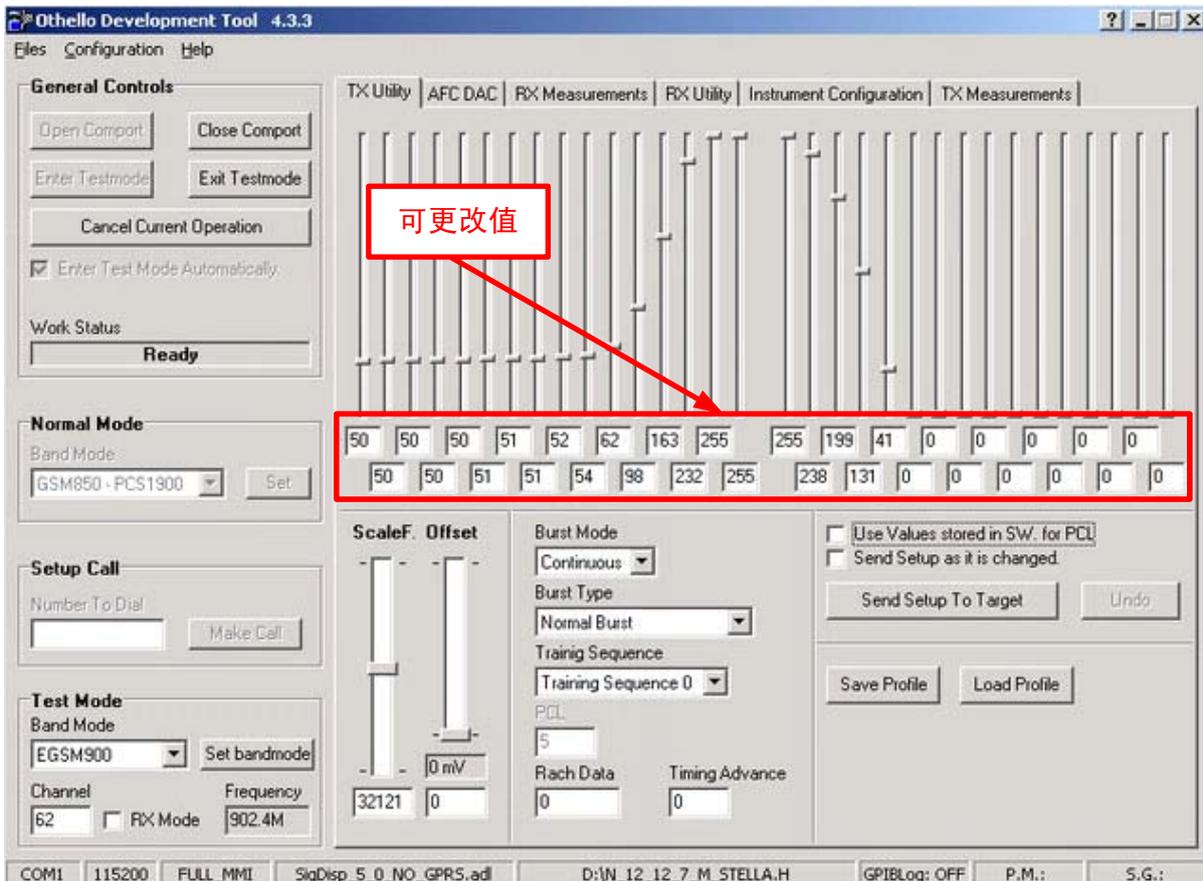
- (\*) 对GSM 900 MS:  $-59\text{dBc}$   
 对DCS1800MS:  $-48\text{dBc}$  或  $-48\text{dBm}$ ;  
 对GSM900 BTS  
 和DCS1800BTS:  $-30\text{dBc}$ ;  
 (\*\*\*) 对GSM900MS:  $-4\text{dBc}$ (对功率控制电平为16时);  
 $-2\text{dBc}$ (对功率电平为17时);  
 $-1\text{dBc}$ (对功率控制电平为18和19时);  
 (\*\*\*) 对GSM900MS:  $-30\text{dBc}$  或  $-17\text{dBm}$ 。

图 3

## 6、超标

若功率 / 时间 (Power RAMP) 测试超标, 不在 RAMP 模板之内, 可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标, 则应检查手机突发脉冲的上下沿控制 (时域门控制) 电路, 功率放大器的开关定时及电平控制环路。

可以通过软件更改上升沿、下降沿的各 16 值改变 RAMP 的形状, 达到模板要求。但改变该值对调制频谱和开关频谱有一定的影响, 需要综合考虑。



## 2.3 调制频谱 (Spectrum Due to Modulation)

### 1、定义

调制频谱指数字比特流信息经 GMSK 调制后在临近频带上所产生的频谱。

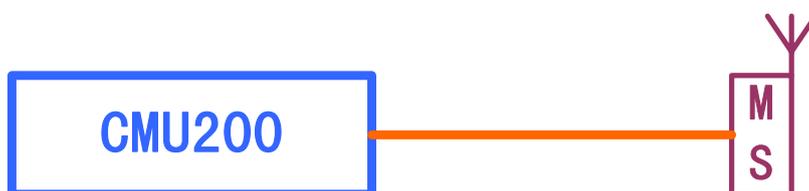
由于 GSM 调制信号的突发特性, 因此输出射频频谱应考虑由于调制和射频功率电平切换而引起的对相邻信道的干扰。在时间上, 连续调制频谱和功率切换频谱不是同时发生的, 因而输出射频频谱可分为连续调制频谱和切换瞬态频谱。连续调制频谱是由 GSM 调制而产生的在其载频的不同频偏处 (主要是在相邻频道) 的射频功率。

## 2、目的

防止带外频谱辐射，以免引起邻道干扰（指本频道对邻频道产生的干扰）。

## 3、测量

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；



图一

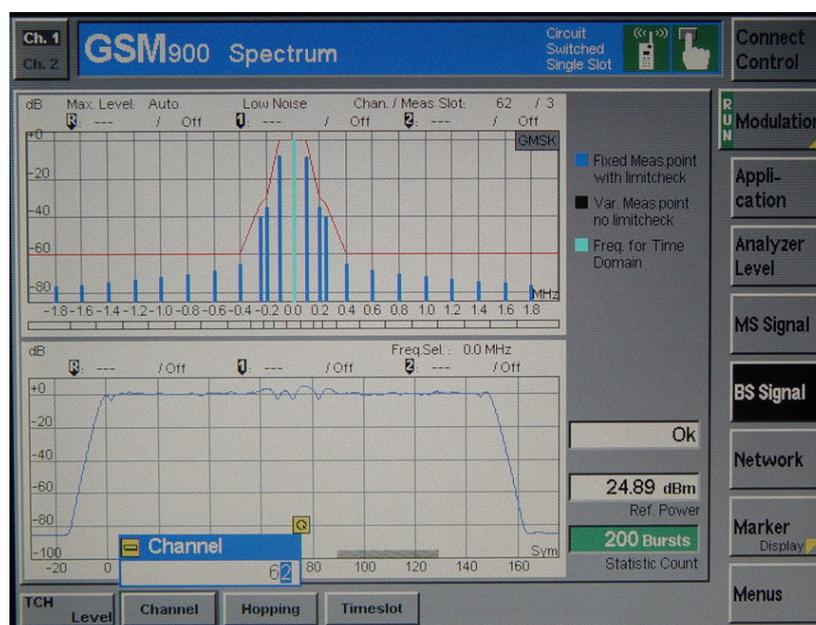
(2)、测试原理及方法：

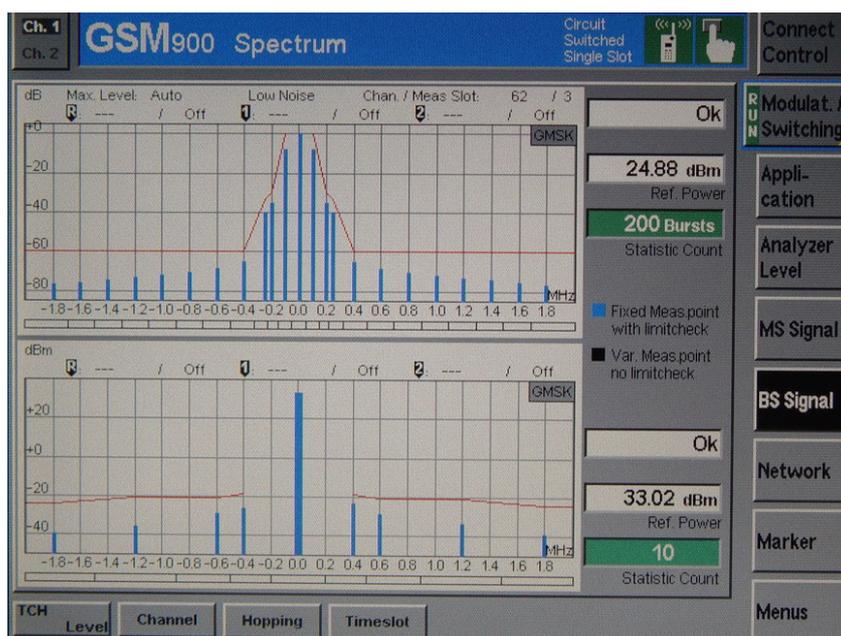
首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号（ARFCN）为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫，并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级，设置该 MS 的时间提前量（TA）值为 0。

在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道，选择 Spectrum 下的 Modulation GSM 并激活它，即可观测到调制频谱呈山字形的离散线条。用 MARKER 点选取各频点相对应的电平与标称值相比较即可判断出频谱的好坏。测试时手机分别设置为正常和调频两种模式。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段，功率级别选最大 LEVEL5；频点选  $\pm 100\text{KHZ}$ 、 $\pm 200\text{KHZ}$ 、 $\pm 250\text{KHZ}$ 、 $\pm 400\text{KHZ}$ ；DCS 频段选 512、698、885 三个频道，功率级别选最大 LEVEL0。频点选在  $\pm 100\text{KHZ}$ 、 $\pm 200\text{KHZ}$ 、 $\pm 250\text{KHZ}$ 、 $\pm 400\text{KHZ}$  进行测试。

## 4、结果





## 5、技术要求

功率电平 (dBm)	在规定频偏处的最大相对电平 (dB)							
	100KHz	200KHz	250KHz	400KHz	600~ <1200 KHz	1200~ <1800 KHz	1800~ <6000 KHz	6000KHz
	测量带宽 30KHz				测量带宽 100KHz			
>43	+0.5	-30	-33	-60	-70	-73	-75	-80
41	+0.5	-30	-33	-60	-68	-71	-73	-80
39	+0.5	-30	-33	-60	-66	-69	-71	-80
37	+0.5	-30	-33	-60	-64	-67	-69	-80
35	+0.5	-30	-33	-60	-62	-65	-67	-80
<33	+0.5	-30	-33	-60	-60	-63	-65	-80

在衡量调制频谱时，可使用谱线的指标余量(margin)。指标余量即最接近 Time-Plate 的一条谱线与 Time-Pkate 之间的距离。指标余量越大，则调制频谱越好，即对邻道的干扰越小。

对指标余量可作如下分析：

若  $\text{margin} > 10\text{dBm}$ ，则调制频谱为优；

若  $0 < \text{margin} < 10\text{dBm}$ ，则调制频谱为较好；

若  $\text{margin} = 0$  或谱线高度超出 Time-Plate，则调制频谱为不合格。

## 6、超标

调制频谱指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查手机的频率合成器、高斯预调制滤波器、I/Q 调制器的平衡，突发形成的调节及功放开关点的调节电路。

## 2.4 开关频谱（Spectrum Due to Switching）

### 1、定义

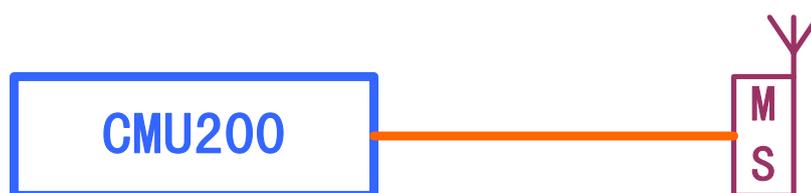
指由于功率切换而在标称载频的临近频带上产生的射频频谱。即由于调制突发的上升和下降沿而产生的在其标称载频的不同频偏处（主要是在相邻频道）的射频功率。

### 2、目的

防止频段切换时的开关脉冲对邻频道产生干扰（指本频道对邻频道产生的干扰）。

### 3、测量

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；



图一

(2)、测试原理及方法：

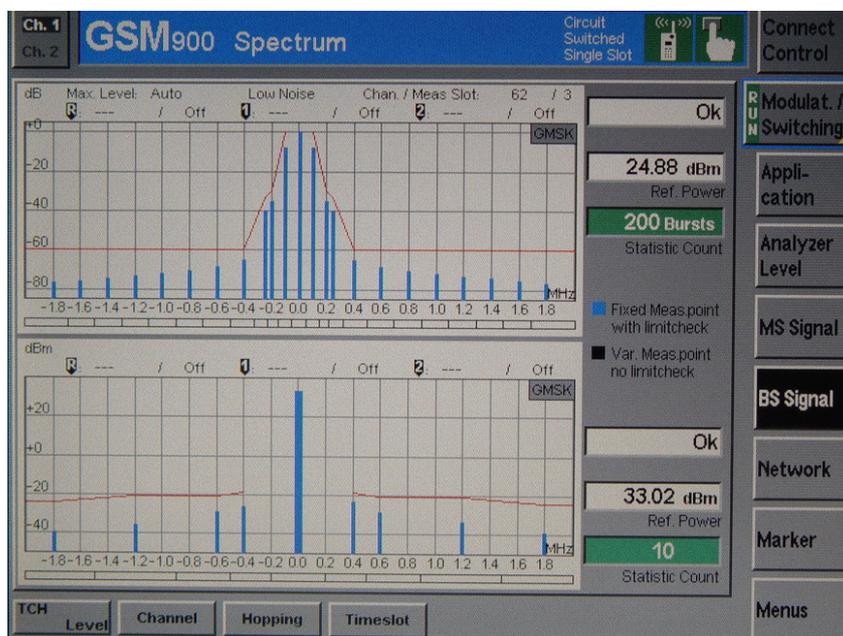
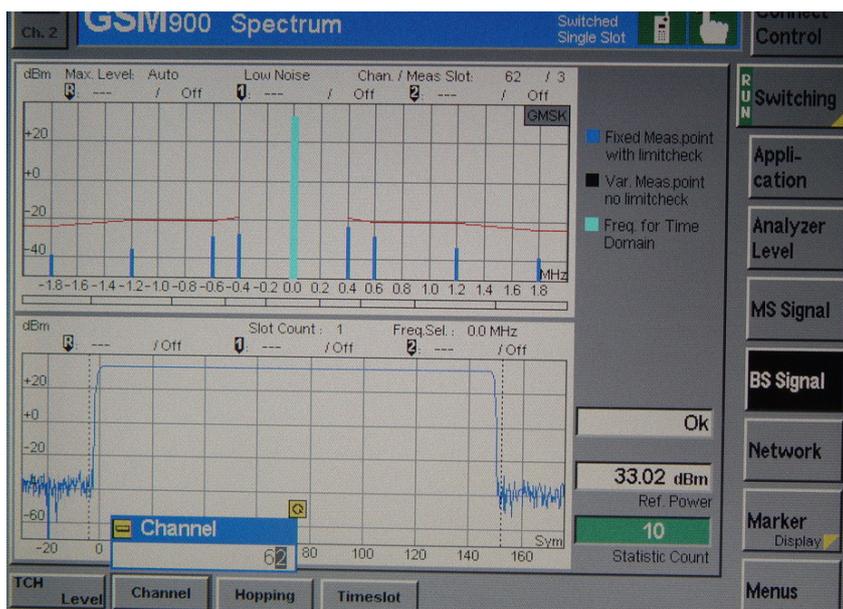
首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号（ARFCN）为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫，并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级，设置该 MS 的时间提前量（TA）值为 0。

在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道，选择 Spectrum 下的 Switching GSM 并激活它，即可观测到开关频谱山字形状的离散线条。用 MARKER 点选取各频点相对应的电平与标称值相比较即可判断出频谱的好坏。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段，功率级别选最大 LEVEL5；频点选 ±400KHZ、±600KHZ、±1200KHZ、±1800KHZ；

DCS 频段选 512、698、885 个频道，功率级别选最大 LEVEL0。频点选在 ±400KHZ、±600KHZ、±1200KHZ、±1800KHZ 测试。

### 4、结果



5、技术要求

功率控制级	功率电平 (dBm)	距载频不同偏置处的最大功率 (dBm)			
		400KHz	600KHz	1200KHz	1800KHz
0	43	-9	-21	-21	-24
1	41	-11	-21	-21	-24
2	39	-13	-21	-21	-24
3	37	-15	-21	-21	-24
4	35	-17	-21	-21	-24
5	33	-19	-21	-21	-24

6	31	-21	-23	-23	-26
7	29	-23	-25	-25	-28
8	27	-23	-26	-27	-30
9	25	-23	-26	-29	-32
10	23	-23	-26	-31	-34
≥11	21	-23	-26	-32	-36

在衡量开关频谱时，可使用谱线的指标余量(margin)。指标余量即最接近 Time-Plate 的一条谱线与 Time-Plate 之间的距离。指标余量越大，则开关频谱越好，即对邻道的干扰越小。

对指标余量可作如下分析：

若  $\text{margin} > 10\text{dBm}$ ，则开关频谱为优；

若  $0 < \text{margin} < 10\text{dBm}$ ，则开关频谱为较好；

若  $\text{margin} = 0$  或谱线高度超出 Time-Plate，则开关频谱指标为不合格。

## 6、超标

若测试的开关频谱指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查手机的 EEPROM 数据，边沿控制电路，功放开关电路等。

若不行，可调整 PA 的 VRAMP 前的滤波电路，或者减小电量的干扰解决，后续有内容进行详细的讲解。

## 2.5 频率误差 (Frequency Error)

### 1、定义

GSM 调制方案是高斯最小移频键控 (GMSK)，归一化带宽  $BT=0.3$ 。测量发射信号的频率和相位误差是检验发信机调制信号的质量。

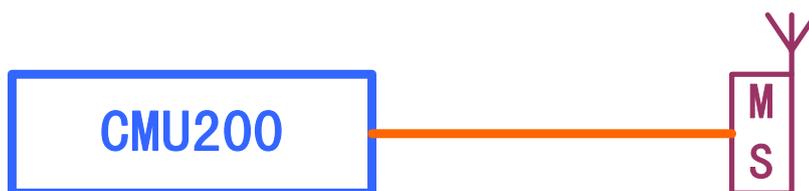
频率误差定义为考虑了调制和相位误差的影响以后，发射信号的频率与该绝对射频频道号对应的标称频率之间的差。它可通过对相位误差做线性回归，计算该回归线的斜率即可得到频率误差。

### 2、目的

通过测量发射信号的频率误差可以检验发射机调制信号的质量和频率稳定度。频率误差小，则表示频率合成器能很快切换频率，并且产生出来的信号足够稳定。只有信号频率稳定，手机才能与基站保持同步。若频率稳定达不到要求 ( $\pm 0.1\text{ppm}$ )，手机将出现信号弱甚至无信号的故障，若基准频率调节范围不够，还会出现在某一地方可以通话但在另一地方不能正常通话的故障。

## 3、测量

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；



图一

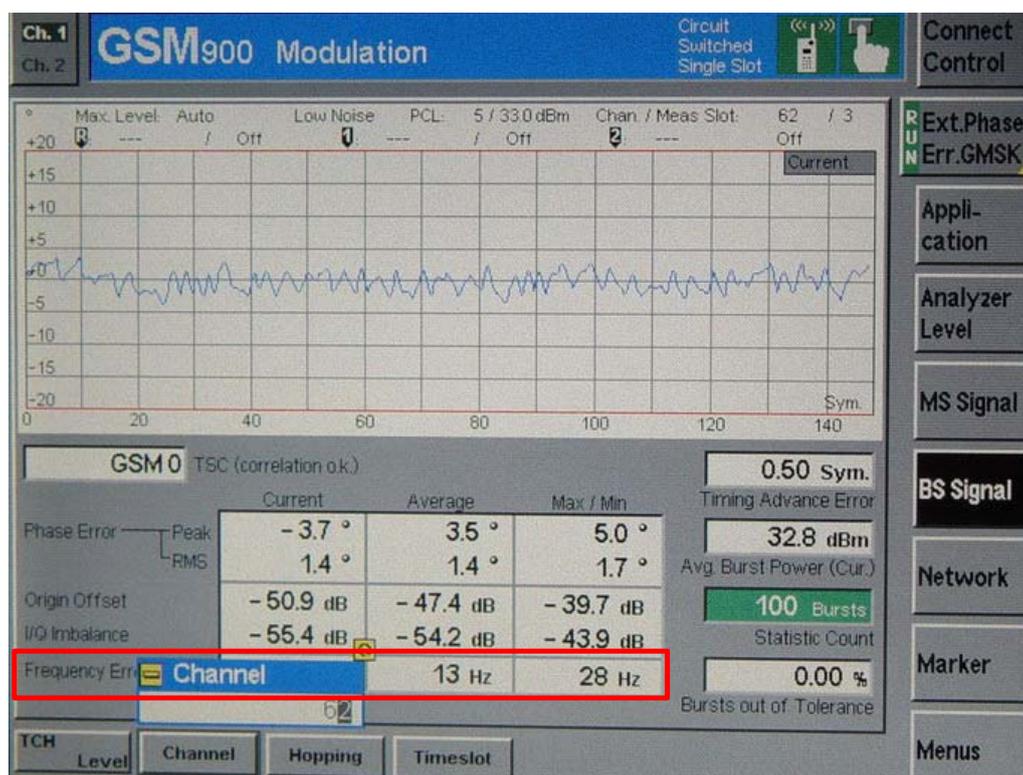
(2)、测试原理及方法：

在业务信道（TCH）激活 FREQUENCY ERROR 即可观测到频率误差值。综合测试仪是通过测量手机的 I / Q 调制信号，并通过相位误差做线性回归，计算该回归线的斜率得到频率误差的。

CMU 捕捉一个发送突发信号，并对该突发的周期作一系列均匀间隔的相位抽样。抽样速率至少为  $2/T$ ，其中 T 为调制符号周期。对相位轨迹至少作 294 个抽样。CMU 从已知比特格式按调制器的定义（GMSK 调制）来计算理想的相位轨迹。从这两步可以计算出相位轨迹误差，通过该相位轨迹误差又可计算出其线性回归线，则该线性回归线的斜率（即对线性回归线求导数）即为发信机的频率误差。

GSM 频段选 1、62、124 三个信道，功率级别选最大 LEVEL5；DCS 频段选 512、698、885 三个信道，功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。

## 4、结果



## 5、技术要求

GSM 手机各信道的载波频率误差极限应小于 $\pm 0.1\text{PPM}$ ，在校准调试阶段的目标值应小于 $0.07\text{PPM}$ ，频率误差平均值应小于 $0.05\text{PPM}$ 。

GSM 频段的频率误差范围为 $+90\text{HZ}\sim-90\text{HZ}$ 。

若  $F_e < 40\text{Hz}$ ，则频率误差为优；

若  $40\text{Hz} \leq F_e \leq 60\text{Hz}$ ，则频率误差为良好；

若  $60\text{Hz} \leq F_e \leq 90\text{Hz}$ ，则频率误差为一般；

若  $F_e > 90\text{Hz}$ ，则频率误差为不合格。

DCS 频段的频率误差范围为 $+180\text{HZ}\sim-180\text{HZ}$ 。

若  $F_e < 80\text{Hz}$ ，则频率误差为优；

若  $80\text{Hz} \leq F_e \leq 100\text{Hz}$ ，则频率误差为良好；

若  $100\text{Hz} \leq F_e \leq 180\text{Hz}$ ，则频率误差为一般；

若  $F_e > 180\text{Hz}$ ，则频率误差为不合格。

## 6、超标

若测试的频率误差指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查频率合成器，AFC 控制环路等是否正常。

可通过测量判断 $13\text{MHz TCXO}$ 是否达到设计要求，若不满足要求则更换或重选配套的生产厂家。AFC 控制软件和控制环路滤波电路的设计是否存在问题。 $\text{TCXO}$ 的供电回路设计是否有问题。

若不行，考虑是否为干扰引起，检查整机屏蔽效果等。

## 2.6 相位误差 (Phase Error)

### 1、定义

GSM 调制方案是高斯最小移频键控 (GMSK)，归一化带宽  $\text{BT}=0.3$ 。测量发射信号的频率和相位误差是检验发信机调制信号的质量。

发射信号的相位误差定义为发信机发射信号的相位与理论上最好信号（即理论上按 GMSK 调制出来的信号）之间的相位之差。理论上的相位轨迹可根据一个已知的伪随机比特流通过 $0.3\text{GMSK}$ 脉冲成形滤波器得到。相位轨迹可看作与载波相位相比较的相位变化曲线。连续的 1 将引起连续的 $90^\circ$ 度相位的递增，而连续的 0 将引起连续的 $90^\circ$ 度相位的递减。

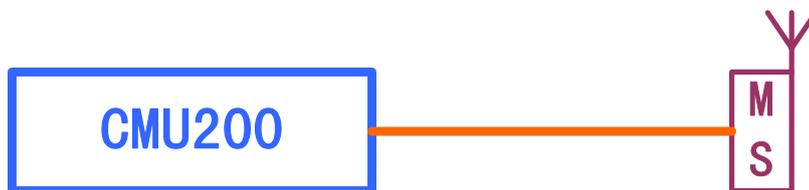
### 2、目的

通过测试相位误差了解手机发射通路的信号调制准确度及其噪声特性。可以看出调制器

是否正常工作，功率放大器是否产生失真，相位误差的大小显示了 I、Q 数位类比转换器和高斯滤波器性能的好坏。发射机的调制信号质量必须保持一定的指标，才能当存在着各种外界干扰源时保持无线链路上的低误码率。

### 3、测量

(1)、仪器连接如图一，点测或耦合测试；



图一

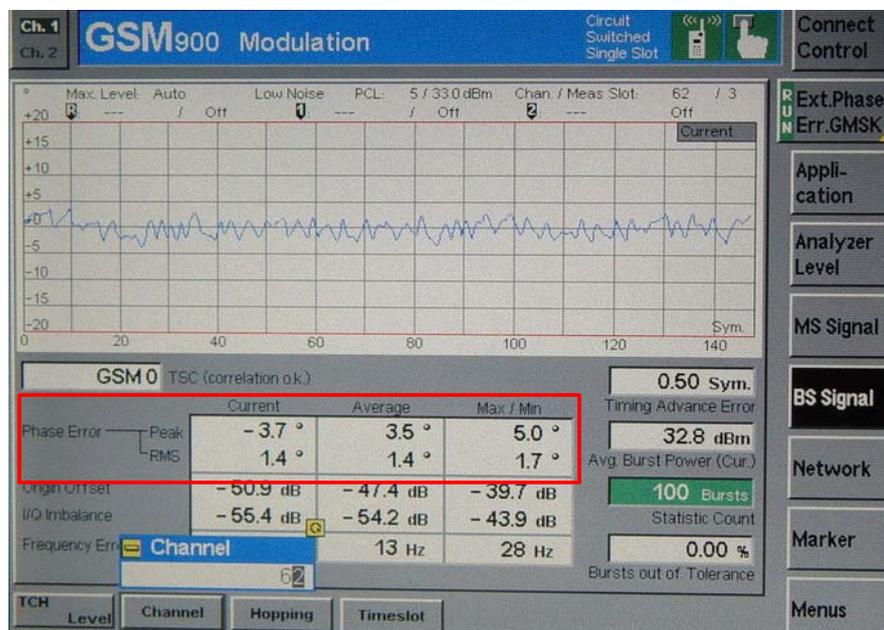
(2)、测试原理及方法：

在业务信道（TCH）激活 PHASE ERROR 即可观测到相位误差值。测试时通过综合测试仪 CMU200 产生比特流进行调制后送给手机，并指令手机处于环回模式。然后去捕捉手机的一个突发信号，对其进行均匀相位抽样，抽样周期为调制信号周期的  $1/2$ ，最后根据抽样的正常突发中的样点计算出相位轨迹和误差。

CMU 捕捉一个发送突发信号，并对该突发的周期作一系列均匀间隔的相位抽样。抽样速率至少为  $2/T$ ，其中  $T$  为调制符号周期。对相位轨迹至少作 294 个抽样。CMU 从已知比特格式按调制器的定义（GMSK 调制）来计算理想的相位轨迹。从这两步可以计算出相位轨迹误差，通过该相位轨迹误差又可计算出其线性回归线，该回归线与每个抽样点的相位轨迹之差即为该点的相位误差。所有点的相位误差和其线性回归之间的差的均方根值即为相位误差的均方根值（RMS）。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段，功率级别选最大 LEVEL5；DCS 频段选 512、698、885 三个频段，功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。

### 4、结果



## 5、技术要求

相位误差均方根值（RMS）对每个突发小于  $5^\circ$ 。

每个突发的最大峰值相位误差应不超过  $20^\circ$ 。

相位误差峰值  $Pe_{peak}$ :

若  $Pe_{peak} < 7deg$ ，则相位误差峰值为优；

若  $7deg \leq Pe_{peak} \leq 10deg$ ，则相位误差峰值为良好；

若  $10deg \leq Pe_{peak} \leq 20deg$  则相位误差峰值为一般；

若  $Pe_{peak} > 20deg$ ，则这项指标为不合格。

相位误差有效值  $Pe_{RMS}$ :

若  $Pe_{RMS} < 2.5deg$ ，则相位误差有效值为优；

若  $2.5deg \leq Pe_{RMS} \leq 4deg$ ，则相位误差有效值为良好；

若  $4deg \leq Pe_{RMS} \leq 5deg$ ，则相位误差有效值为一般；

若  $Pe_{RMS} > 5deg$ ，则这项指标为不合格。

## 6、超标

若测试的频率误差指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查 I/Q 调制器，预调滤波器，频率合成器（频率合成器的相位噪声和锁定时间）等。根据  $\theta = \omega t$ ，知道：相位误差与时间误差和频率误差都有关系，因此，频率合成器的相位噪声和锁定时间会对该项指标造成影响。若频率合成器的锁定时间缩短会导致相应噪声加大，从而引起相位误差加大，这一点在 GPRS 的应用中需引起足够的重视。

## 2.7 传导杂散骚扰（Conduct Spurious Emissions）

### 1、定义

发信机的杂散辐射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串上的辐射。

杂散辐射按其来源的不同可分为传导型和辐射型两种。传导型杂散辐射是指由天线连接器处或进入电源引线（仅指基站）引起的任何杂散辐射；辐射型杂散辐射是指由于机箱(或机柜)以及设备的结构而引起的任何杂散辐射。

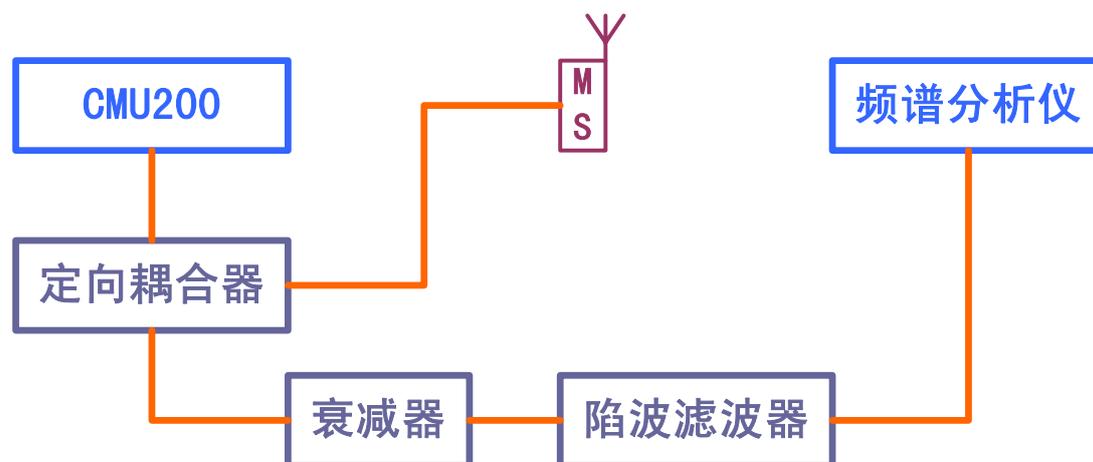
传导型杂散辐射是指在天线的插头处 50 欧负载上测得的任意离散信号的电平功率。

### 2、目的

检验手机天线端的离散辐射功率是否符合 GSM 规范及国家行业标准。以防止杂散辐射功率超标时对人体健康造成危害。它是在一个特定负载上杂散辐射的功率电平。

### 3、测量

(1)、仪器连接如图二，点测；



图二

(2)、测试方法

测试设备：频谱分析仪、综合测试仪、陷波滤波器、RF 衰减器

通常情况下选最大功率等级别，在上、中、下三个频点上进行测试，分发射和空闲两种测试状态。发射状态下要求手机与基站在 TCH 信道建立通信，手机工作于加密模式并且关闭 DTX 功能，工作于最大功率控制级。空闲状态下基站设置在 BCCH 信道，手机与基站相连锁定于 BCCH 信道并处在空闲状态。GSM 频段选 1、62、124 三个频段，功率级别选最大 LEVEL5；DCS 频段选 512、698、885 三个频道，功率级别选最大 LEVEL0 进行测试。

使用 6G 信号源校准各条通路在待测频点上的衰减。

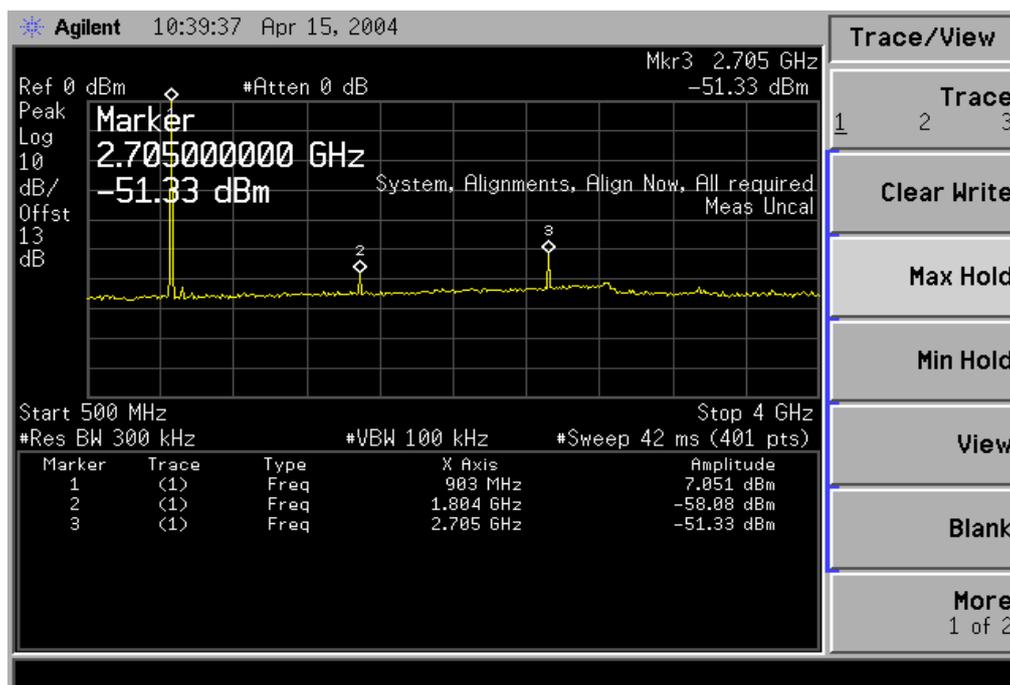
按照 4.8.1.1 (YD 1032) 条所述对被测手机进行初始化；在居中的 ARFCN 对应的信道上，SS 按一般呼叫过程建立与 EUT 的通信。如 GSM 900MHZ，ARFCN 的值在 60-65 之间。同时，SS 命令 EUT 工作与最大输出功率电平的情况下。即 PCL 5。

设置接收机或频谱仪各项参数，其中带宽设置请参考表 1（国家规定设置），中心频率设置在需测试的谐波所在频点上，其他设置（Span, Ref Level, Attenuation, Sweep time, Ref Level Offset 等）请按频谱仪常规使用设置及具体谐波大小具体设置。

测量接收机采用峰值检波,并设置为峰值保持；

测量至 6 GHz 频段内的杂散骚扰电平，一般使用频谱仪只测试 GSM 2 次与 3 次谐波，DCS 2 次与 3 次谐波（这 4 个点也是杂散上最容易出问题的点）。

### 4、结果



## 5、技术要求

### (1)、测量带宽

频段	频偏	测量带宽	视频带宽	
100kHz~50MHz	—	10kHz	30kHz	
50~500MHz	—	100kHz	300kHz	
500MHz~12.75GHz, 不含以下与 MS 相应的发射和接收频段 P-GSM890~915 和 935~960MHz, DCS1710~1785 和 1805~1880MHz	距相 应的 发射 频段	0~10MHz	100 kHz	300 kHz
		$\geq 10$ MHz	300 kHz	1MHz
		$\geq 20$ MHz	1MHz	3MHz
		$\geq 30$ MHz	3MHz	3MHz
P-GSM: 890~915MHz E-GSM: 880~915MHz DCS: 1710~1785MHz	距 离 载 频	1.8~6.0MHz	30kHz	100 kHz
		>6.0MHz	100kHz	300kHz

表 1 测量带宽

### (2)、技术要求

对于在发射状态的移动台来说，对传导型杂散辐射在频段 9kHz~1GHz、对辐射型杂散辐射在频段 30MHz~1GHz 内的杂散功率电平应小于 250nW（即 -36dBm）。

在 1GHz~12.75GHz（对传导型杂散）和 1GHz~4GHz（对辐射型杂散）频段内杂散辐射功率电平应小于 1 $\mu$ W（即-30dBm）。

对于在空闲状态的移动台来说，在频段 9kHz~1GHz（对传导型杂散）和 30MHz~1GHz（辐射型杂散）内的杂散功率电平应小于 2nW（即-57dBm）。

在 1GHz~12.75GHz（传导型杂散）和 1GHz~4GHz（辐射型杂散）频段内在杂散功率电平应小于 20nW（即-47dBm）。

对于所有条件下的移动台，在 MS 接收频段 935MHz~960MHz 内的杂散功率电平应不超过：

- 25PW（即-76dBm）对于 1 类功率等级移动台；
- 4PW（即-84dBm）对于 2、3、4、5 类功率等级移动台；

频率范围	杂散功率电平（dBm）	
	GSM 900MHz	DCS 1800MHz
0.1 - 1000MHz	-36	-36
1000 - 12750MHz	-30	-30

表 2 传导杂散骚扰限值指标

## 6、超标

若测试的频率误差指标超差，可通过校准使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，考虑干扰问题和射频线路上滤波问题。

需要进行如下改善：改善调制频谱的质量；改善开关频谱的质量；power Ramp 曲线的斜率不能太陡，以免引起带外频谱、杂散变大；Tx-VCO 的带外频谱指标，特别是要注意二次和三次谐波的抑制指标是否满足整机的设计要求；PA 的带外抑制指标(主要是二次谐波)是否满足设计要求；PA 输入特别是 PA 输出端的 BPF 或 LPF 的指标是否满足设计要求；发信机整体的 EMC 设计方案是否合理等。

## 2.8 发射峰值电流和平均电流

### 1、定义

发射峰值电流：是指打开发射通道时发射机的瞬时峰值电流。

发射平均电流：是指打开发射通道，发射功率稳定后的电流值。

### 2、目的

检测发射峰值电流是否符合手机工作电流范围之内，是否符合电池承受能力等。

电流过大影响电池使用寿命等。

### 3、测量

测试仪器：直流电流源 CMU200

(1)、用电流源通过电源线连接到钽电容两端（或者电池连接器上），设置直流源电压为工作时的低电压状态（如 3.7V）。

(2)、将手机和 CMU200 建立连接，设置为最大功率发射，观察建立通话连接时的瞬时电流，即为发射峰值电流；发射稳定后，记录此时工作电流即为发射平均电流。

### 4、结果

电流最大值和平均值符合要求。

### 5、技术要求

GSM 应小于 2500mA，DCS 应小于 1800mA。

在两个频段，该电流值均应小于 500mA。

### 6、超标

检查电路是否有短路等耗电过大情况。检查软件是否打开一些不必要部分影响平均电流消耗。

## 第三章 接收机指标及其测试

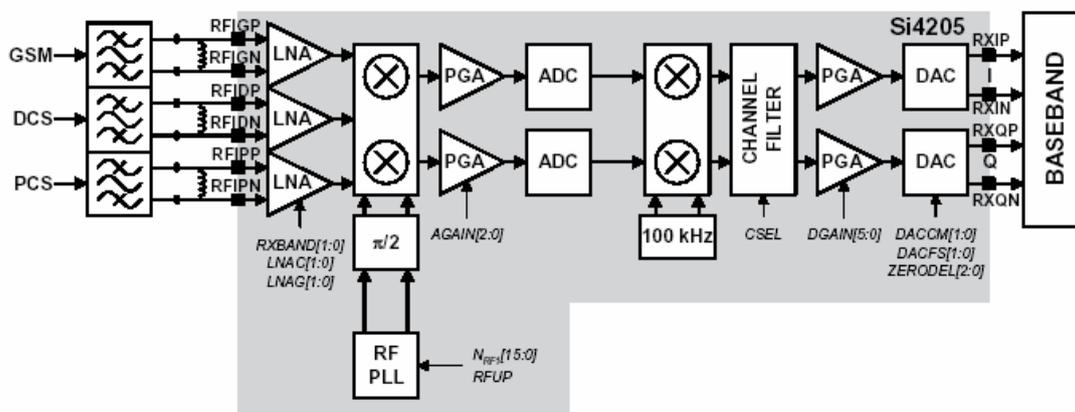


Figure 9. Receiver Block Diagram

### 3.1 接收灵敏度 (Rx Sensitivity)

#### 1、定义

收信机灵敏度是指收信机在满足一定的误码率性能条件下收信机输入端需输入的最小信号电平。

接收机在各种不同输入信号环境下的工作性能是由比特误码率来表示的。接收误码率是指基站发送给手机一定电平的数据信号，手机接收到这个数据信号后对它进行解调还原，然后再发送给基站，基站接收到解调后与原来的数据信号进行比较，两则之差即为误码，用百分比表示为误码率。

衡量接收机误码性能主要有帧删除率 (FER)、残余误码比特率 (RBER) 和误比特率 (BER) 三个参数。当接收机中的误码检测功能指示一个帧中有错误时，该帧就被定义为删除。帧删除率 (FER) 定义为被删除的帧数占接收帧总数之比。对全速率语音信道来说，这通常是因为 3 比特的循环冗余校验 (CRC) 检验出错误或其它处理功能引起坏帧指示 (BFI) 产生的。对信令信道，通常是由于法尔码 (FIRE) 或其它分组码检验出错误产生的。对数据业务无帧删除率 (FER) 定义。

残余误比特率 (RBER) 定义为在那些没有被声明为被删除帧中的误比特率。即在那些检测为“好”的帧中错误比特的数目与“好”帧中传输的总比特数之比。

误比特率 (BER) 定义为接收到的错误比特与所有发送的数据比特之比。

由于信道误码率的随机性，因此对收信机误码率的测量常采用统计测量法。即时每一信道采取多次抽样测量，在一定的抽样测量数目下，每个测量得到的误码率在一定的测试误码限制范围内，则认为该信道的误码率达到规定的误码率要求。

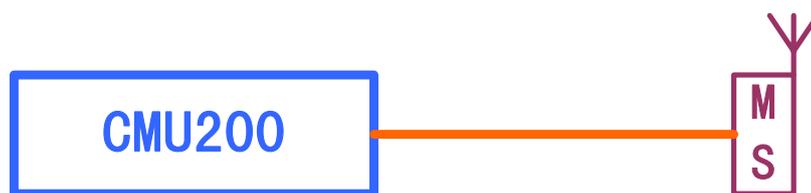
因此,测量收信机灵敏度可通过在收信机输入灵敏度电平时测量收信机的误码率是否达到规定的要求方法来测试。

## 2、目的

测量接收机的接收灵敏度是为了检验接收机射频电路,中频电路及解调、解码电路的性能。提高接收灵敏度,也就是从本质上提高手机接收信号能力,从而提高手机通话质量,所以在各个公司,提高手机接收灵敏度都是重要任务之一。

## 3、测量

(1)、仪器连接如图一,点测;



图一

(2)、测试原理

在 GSM 系统中,语音是通过数字编码和纠错处理的,因此很难通过测量解调以后的语音信号来准确的评价接收机的性能,一般而言解调以后的数据是无法从手机外部进行测试的,因为它在芯片的内部,无法去检测,为使解调以后的比特可以被测试,GSM 规范要求所有的手机都工作在回环模式中,GSM 综合测试仪会在其下行的 SACCH 信道中发出相应的控制命令来指定手机进入回环模式。一旦解调的数据被回环,综合测试仪便可计算出比特误码率。即综合测试仪生成一组数据传送给手机,手机重新将这组数据返回给综合测试仪。综合测试仪对收发的数据进行比较后得出的结果即为误码率。

(3)、测试方法

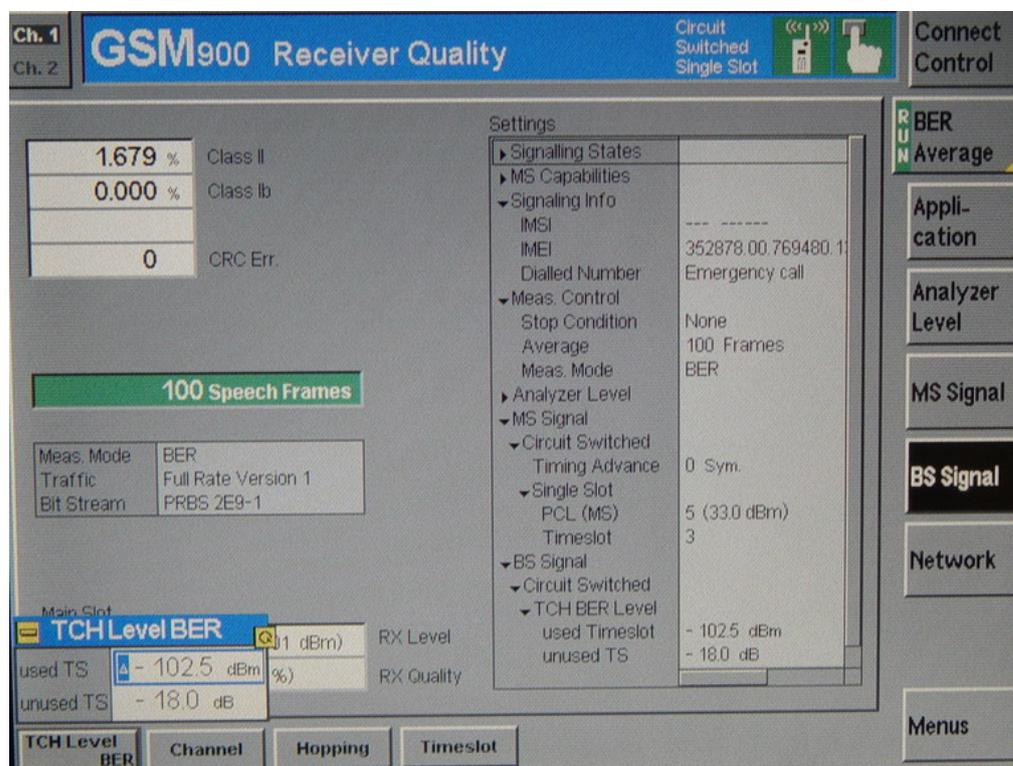
首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号 (ARFCN) 为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫,并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级。

在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道,选择 RECEIVER QUALITY 菜单并激活它,即可观测到误码率。测试时选择高、中、低三个频点,只对 II 类比特进行测试。且只在全速率语音信道 (TCH / FS) 进行。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段,功率级别选最大 LEVEL5, RX Amplitude 设置为 -102dBm; 将 RF 输入电平从 -102dBm 调节到 -110 dBm (GSM900MHz), 观察残余误比特率 (RBER), 当 RBER<2%时, RF 输入电平的最小值, 确定实际接收灵敏度性能; DCS 频段选 512、698、885 三个频道,功率级别选最大 LEVEL0, RX Amplitude

设置为-100dBm 进行测试； II 类残余比特误码率指标为 2%。

4、 结果



5、 技术要求

信道		传播条件 TUhigh		传播条件 RA		传播条件 HT		静态条件	
		测试差错率容限%	最小样本数	测试差错率容限%	最小样本数	测试差错率容限%	最小样本数	测试差错率容限%	最小样本数
GSM 900	FER	6.742*a	8900					0.122*a	164000
	Ib 类 (RBER)	0.42 / a	1000000					0.41 / a	2000000
	II 类 (RBER)	8.333	120000	7.5	24000	9.333	60000	2.439	8200
DCS 1800	FER	4.478*a	13400					0.122*a	164000
	Ib 类 (RBER)	0.32 / a	1500000					0.41 / a	2000000
	II 类 (RBER)	8.333	60000	7.5	24000	9.333	30000	2.439	8200

根据传播条件的不同，对收信机灵敏度规定了两种条件下的参考灵敏度电平要求：静态参考灵敏度电平和多径参考灵敏度电平。我们一般测试静态参考灵敏度电平。

静态参考灵敏度电平：收信机的静态参考灵敏度电平是一个标准的测试信号加在收信机输入端的信号电平，此时在收信机解调和信道解码后产生的数据，其帧删除率（FER）、残余误比特率（RBER）或误比特率（BER）优于或等于某一特定类型信道在静态传播条件而规定的那个值。如上表。

技术要求：

对于 GSM900MHz 频段：

接收灵敏度要求：当 RF 输入电平为  $-102\text{dBm}$  时，RBER 不超过 2%。测量时可测试实际灵敏度指标。根据多款移动电话的测试结果来看：当 RBER=2% 时，若

RF 输入电平为  $-109\sim-107\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为优；

RF 输入电平为  $-107\sim-105\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为良好；

RF 输入电平为  $-105\sim-102\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为一般；

RF 输入电平  $> -102\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为不合格。

对于 DCS1800MHz 频段：

接收灵敏度要求：当 RF 输入电平为  $-100\text{dBm}$  时，RBER 不超过 2%。测量时可测试实际灵敏度指标。根据多款移动电话的测试结果来看：当 RBER=2% 时，若

RF 输入电平为  $-108\sim-105\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为优；

RF 输入电平为  $-105\sim-103\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为良好；

RF 输入电平为  $-103\sim-100\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为一般；

RF 输入电平  $> -100\text{dBm}$ ，则接收灵敏度为不合格。

## 6、超标

测试的误码率指标超差，可通过校准接收增益使其回到正常值。若校准后仍不能达到规定的指标，则应检查手机低噪声放大器的增益和噪声系数、中频 AGC 放大器增益，混频器与滤波器插入损耗等。

接收灵敏度如果点测超标，则问题主要出现在接收机的高频或中频部分，其次是模拟 I/Q 解调部分。一般情况首先检查 RF 部分 PCB Layout 是否符合有效隔离噪声要求。灵敏度指标主要与接收机的中频放大器特别是 RF 前端的 LNA 和第一混频器有关。在许多情况下，影响和制约灵敏度的因素不在于增益而在于噪声系数。检查 SAW Filter 的匹配电路及 SAW 本身的性能。检查发射机部分和接收机部分的屏蔽效果，是否隔离良好；检查发射机供电部分和接收供电部分是否有大电容滤波，稳定电压等；

EMC 是影响接收灵敏度提高的重要因素之一。需要在工艺上设计上进行良好的射频屏蔽和滤波，需要在某些数据线部分进行增加 EMI Filter 进行 GSM 杂波了滤除。

## 3.2 接收信号指示电平 (RX Level)

### 1、定义

接收报告电平指手机在业务信道 (TCH) 上不同功率级别时接收信号的强度。

其数值只表示某功率等级时接收信号强度值, 可以比较和基站发出信号强度的区别。

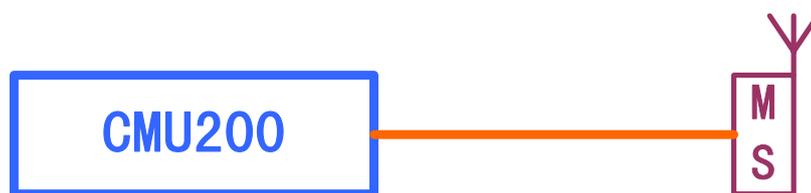
### 2、目的

检验手机的接收性能。当手机在小区移动时, 由于传播路径衰耗的影响, 手机接收下行链路的信号电平也将发生变化, 基站将利用手机的 RX Lev 报告了解手机接收信号的强度。如果报告显示 TCH 信道的 RX Lev (接收信号功率) 偏低, 基站就会在相应时隙中加大功率进行补偿。如果临近小区的 RX Lev 比当前的 RX Lev 高, 则预示着手机将越区切换到另一个信号较强的相邻小区, 以便得到更好的通信质量。如果 RXQUAL 很低, 但 RX Lev 却不低的话, 则预示着可能存在着一个外来的干扰信号影响正常通信, 此时基站需要给手机分配一个新的频点或启用调频模式。

如果手机汇报的 RXLEV 和 RXQUAL 不准确, 则网络有可能会对手机发出一些错误的指令。过低的 RXLEV 值将产生不必要的越区切换, 而过高的 RX LEV 值则会推迟越区切换的时间, 造成通话中断。

### 3、测量

(1)、仪器连接如图一, 点测;



图一

(2)、测试方法和测量原理与接收误码率测试相同。

首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号 (ARFCN) 为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫, 并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级。

在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道, 选择 RECEIVER QUALITY 菜单并激活它, 即可观测到误码率。测试时选择高、中、低三个频点, 只对 II 类比特进行测试。且只在全速率话音信道 (TCH / FS) 进行。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段, 功率级别选最大 LEVEL5, RX Amplitude 设置为 -102dBm、-80dBm、-60dBm; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, RX Amplitude 设置为 -100dBm、-80dBm、-60dBm 进行测试。

## 4、结果



## 5、技术要求

对于 GSM900:

输入 BS TCH 信号强度 $-102\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $8\pm 2$ ;

输入 BS TCH 信号强度 $-85\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $25\pm 2$ ;

输入 BS TCH 信号强度 $-60\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $50\pm 2$ ;

对于 DCS1800:

输入 BS TCH 信号强度 $-100\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $10\pm 2$ ;

输入 BS TCH 信号强度 $-80\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $30\pm 2$ ;

输入 BS TCH 信号强度 $-60\text{dBm}$ ，手机接收信号指示电平应为 $50\pm 2$ ;

## 6、超标

如果 RX Level 超标，没有达到标准，说明手机接收到的信号强度不够，可能为天线性能不良，或接收链路的匹配问题等，还需要考虑重新校准后测试，另外如果外界干扰太大，也可能造成 RX Level 太低!

### 3.3 接收信号指示质量 (RX Quality)

#### 1、定义

接收报告质量指手机在业务信道 (TCH) 上不同功率级别时接收信号的强度, 它是由移动台产生的对接收信号质量的评价, 在移动通信中作为射频功率控制和切换。此值表明在当前接收强度信号下, 产生的误码率的表示值, 所以指示了信号质量。

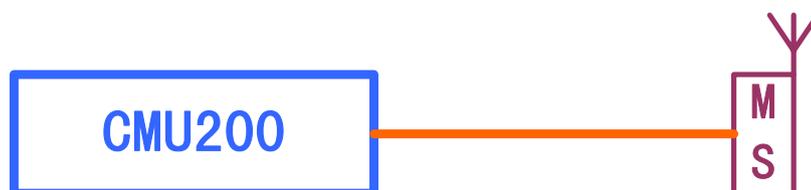
#### 2、目的

检验手机的接收性能。当手机在小区移动时, 由于传播路径衰耗的影响, 手机接收下行链路的信号电平也将发生变化, 基站将利用手机的 RXLEV 报告了解手机接收信号的强度。如果报告显示 TCH 信道的 RX Lev (接收信号功率) 偏低, 基站就会在相应时隙中加大功率进行补偿。如果临近小区的 RXLEV 比当前的 RXLEV 高, 则预示着手机将越区切换到另一个信号更强的相邻小区, 以便得到更好的通信质量。如果 RXQUAL 很低, 但 RXLEV 却不低的话, 则预示着可能存在着一个外来干扰信号影响正常通信。此时基站需要给手机分配一个新的频点或启用调频模式。

如果手机汇报的 RXLEV 和 RXQUAL 不准确, 则网络有可能会对手机发出一些错误的指令。过低的 RXLEV 值将产生不必要的越区切换, 而过高的 RXLEV 值则会推迟越区切换的时间, 造成通话中断。

#### 3、测量

(1)、仪器连接如图一, 点测;



图一

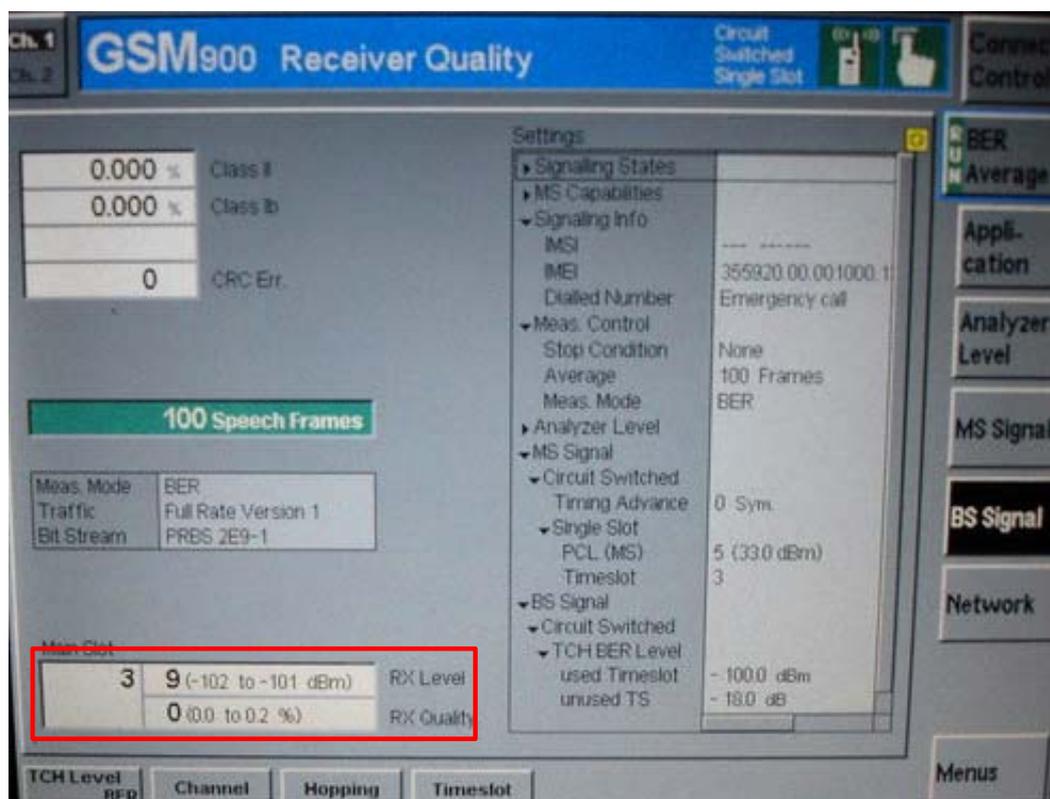
(2)、测试方法和测量原理与接收误码率测试相同。

首先由 MS 按照一般的呼叫建立过程在一个绝对射频频道号 (ARFCN) 为 60~65 之间的 TCH 信道上建立一个呼叫, 并将该 MS 的功率控制电平设置为其最大功率等级。

在综合测试仪 CMU200 屏幕设置 BCCH AND TCH 信道, 选择 RECEIVER QUALITY 菜单并激活它, 即可观测到误码率。测试时选择高、中、低三个频点, 只对 II 类比特进行测试。且只在全速率语音信道 (TCH / FS) 进行。

GSM 频段选 1、62、124 三个频段, 功率级别选最大 LEVEL5, RX Amplitude 设置为 -102dBm、-80dBm、-60dBm; DCS 频段选 512、698、885 三个频道, 功率级别选最大 LEVEL0, RX Amplitude 设置为 -100dBm、-80dBm、-60dBm 进行测试。

## 4、结果



## 5、技术要求

对于 GSM900:

输入 BS TCH 信号强度-104dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 4 1sb;

输入 BS TCH 信号强度-80dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 1 1sb;

输入 BS TCH 信号强度-60dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 1 1sb;

对于 DCS1800:

输入 BS TCH 信号强度-102dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 4 1sb;

输入 BS TCH 信号强度-80dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 1 1sb;

输入 BS TCH 信号强度-60dBm，手机接收信号质量值应 $\leq$ 1 1sb;

公司内部一般要求:

GSM 手机在输入接收信号电平为-100 dBm 时的 RXQUAL 应为 0，上图符合要求。

## 6、超标

如果 RX Quality 超标，没有达到标准，说明手机接收到的信号强度不够，可能为天线性能不良，或接收链路的匹配问题等，还需要考虑重新校准后测试，另外如果外界干扰太大，也可能造成 RX Quality 太低！

### **3.4 阻塞 (Blocking)**

### **3.5 同频干扰抑制**

### **3.6 邻道干扰抑制**

### **3.7 互调响应抑制**

### **3.8 RX 多径衰落**

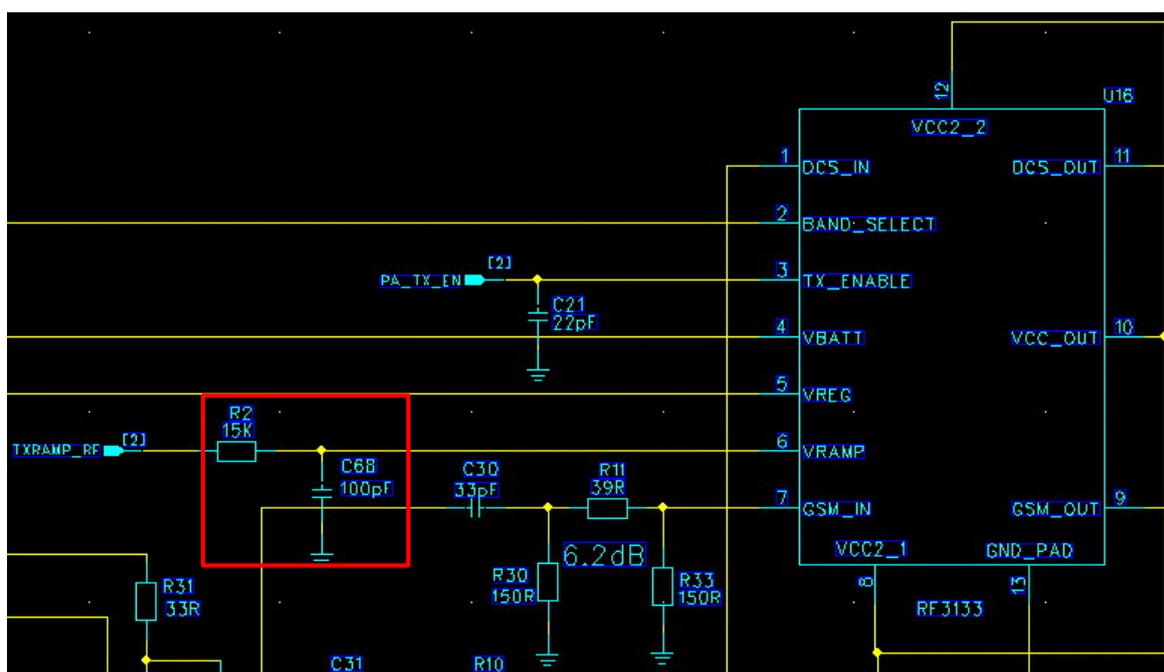
以上这些指标这里没有做详细介绍，因为我们平时没有测试！

后续经过我们小组详细研究后，对这些测试指标有比较深的任何和熟悉后，在补充在此资料中，希望各位理解！

## 第四章 其余测试补充

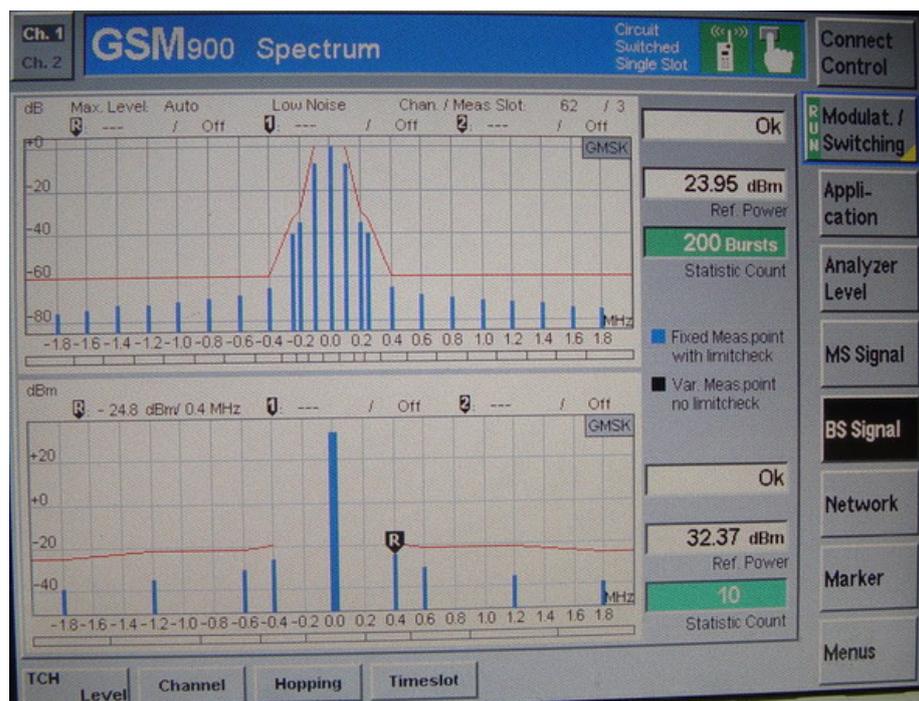
除了前几种介绍的基本常规测试外，经常在 RF 部分会出现某些指标超标，但没有好的方法解决的情况，我们对一些部分进行补充测试，这里和大家进行一些分享。

### 4.1 RC 滤波电路对 PA-RAMP 的影响



RC 电路主要起滤波作用，用于滤除噪声。我们现在所使用的电阻为 15K，电容为 100pF，根据  $f_c=1/(2\pi RC)$ ，加大电阻或加大电容都会使低通的截至频率降低，降低干扰，但截止频率过高也会滤除信号分量，造成调制频谱在上升端超出模板。可以在推荐值附近，劲盈优化调整。在相同截至频率时，部分组合同时也会出现开关频谱不良，调制频谱也超标，原因未知。图片为改变电阻电容值的测试结果。

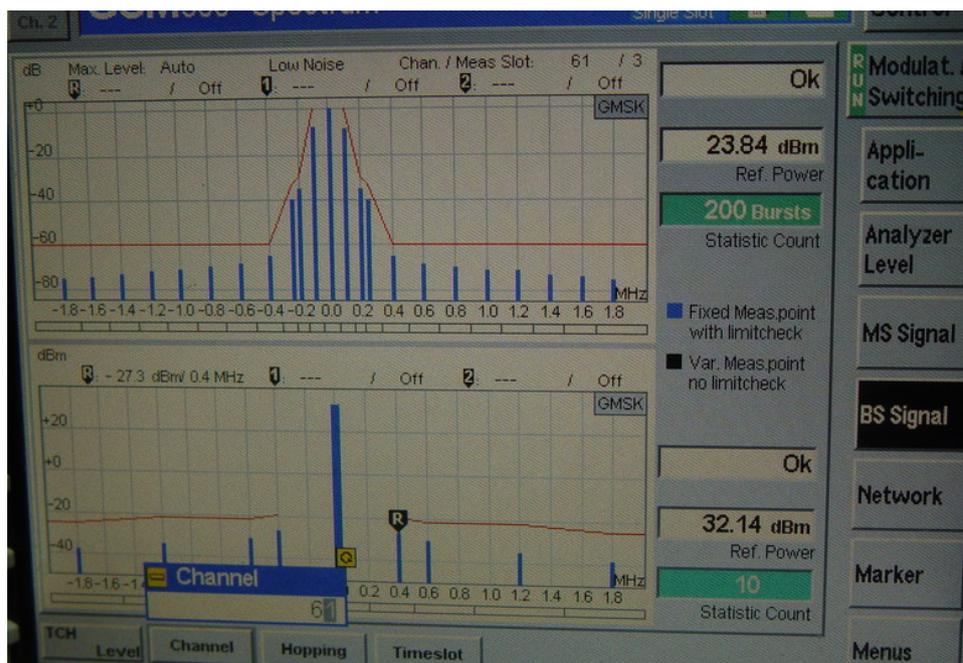
首先改变电阻 R2 的值，从 15K 分别改为 5.6K 和 22K，三种情况的图片如下：



原始波形 -24.8dBm/0.4MHz



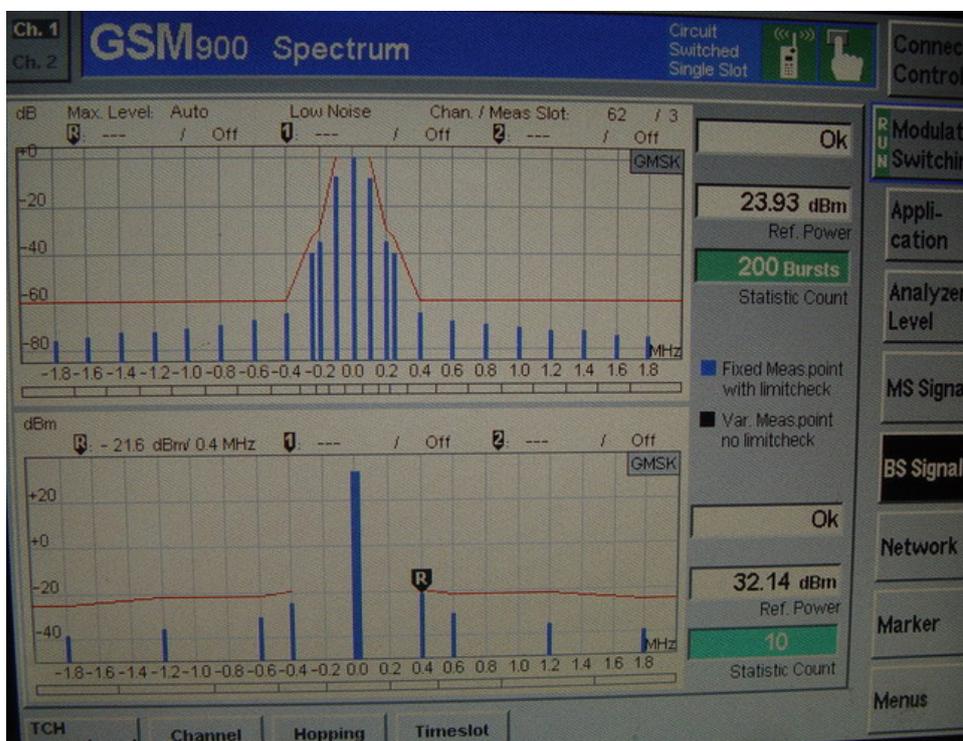
R2=5.6K 时，-21.2dBm/0.4MHz



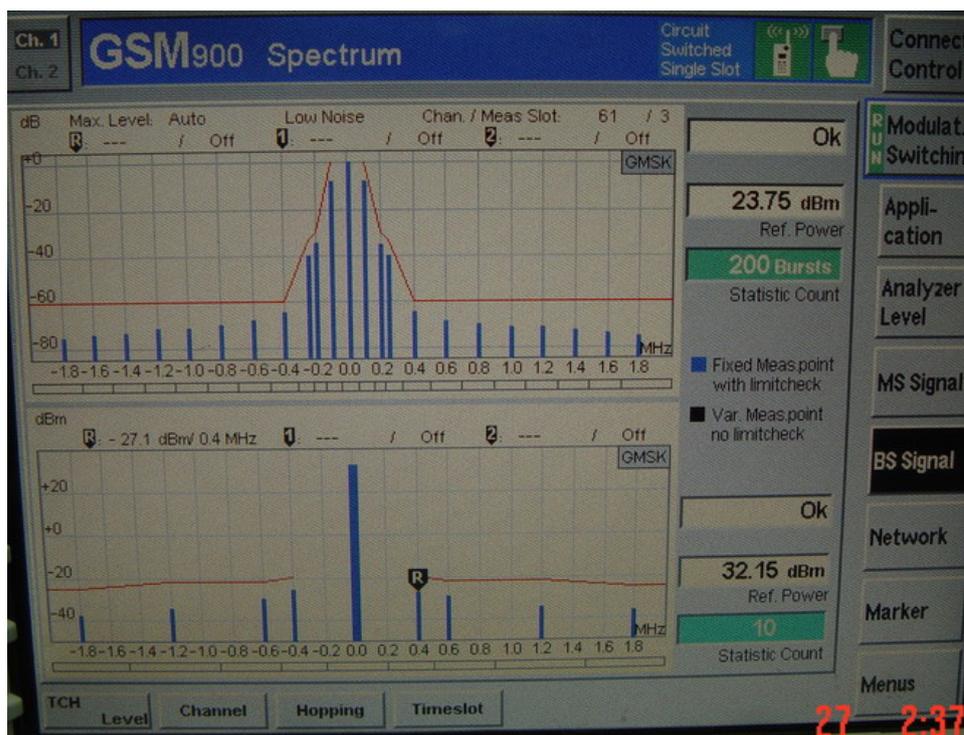
R2=22K 时， $-27.3\text{dBm}/0.4\text{MHz}$

通过不同电阻值可以看到随着电阻增大，开关频谱会变好!

改变电容 C68 的值，从 100pF 分别改为 56pF 和 150pF，各种情况的图片如下：

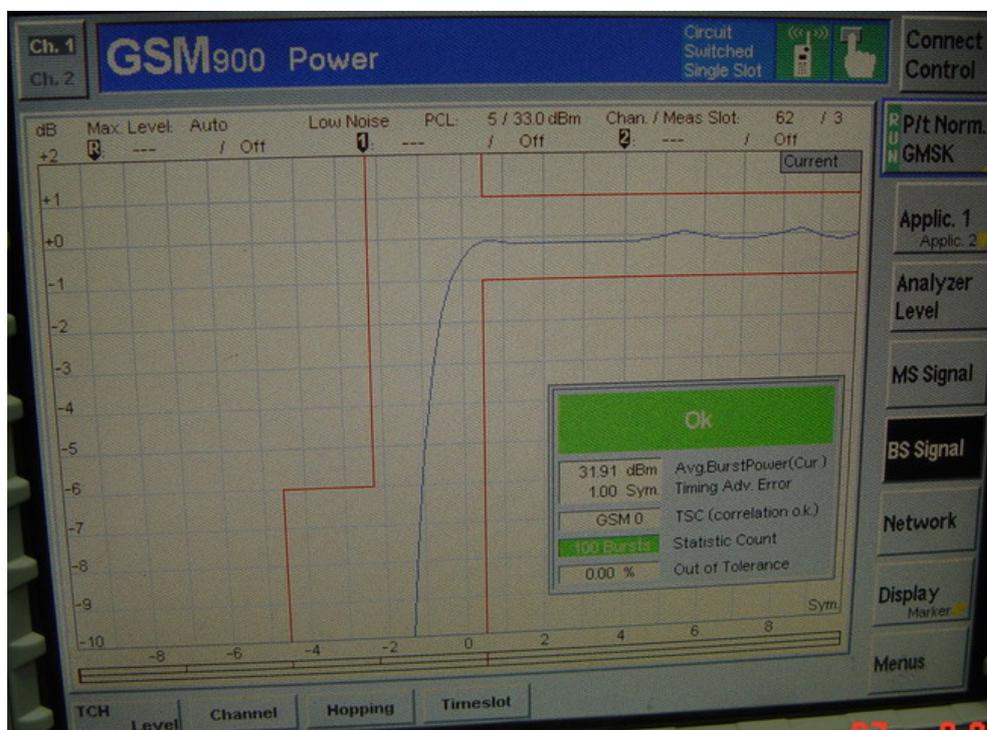


C68=56pF 时， $-21.6\text{dBm}/0.4\text{MHz}$

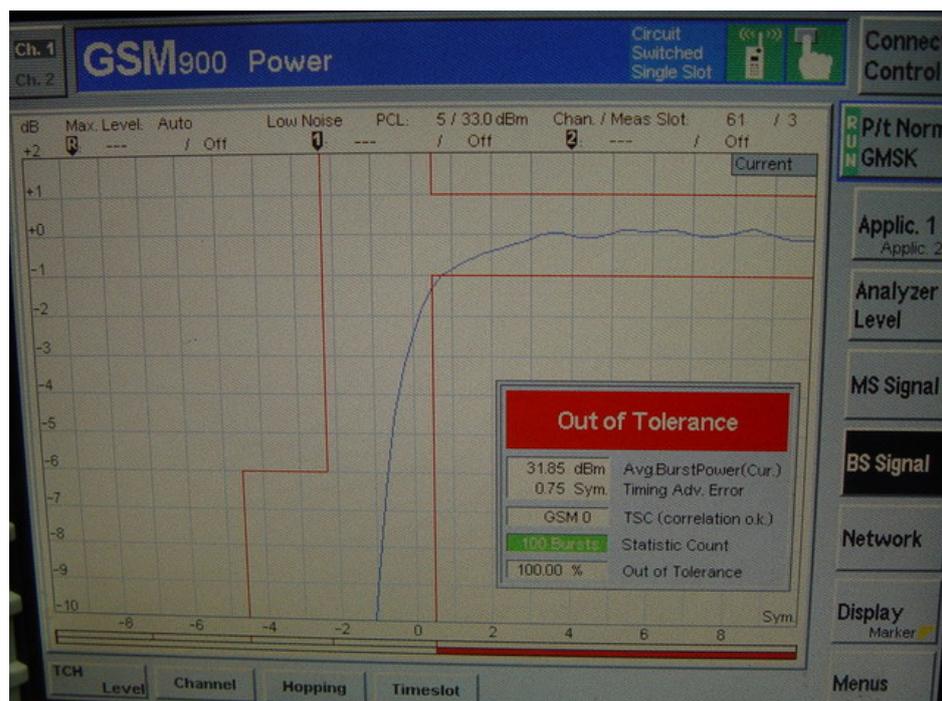


C68=150pF 时， -27.1dBm/0.4MHz

通过不同电容值的对比，可以看到电容变大有相同结果；但是同时会造成调制谱不良。可以见下图。



原始图形



C68=150pF 时

通过上面简单试验可以看出,这两个器件的调整,可以引起调制频谱和开关频谱的改善,但需要中和考虑改善情况!

## 4.2 PA 匹配调整

测试仪器 矢量网络分析仪 同轴线 50 欧终端 直流源

- 1 校准矢网,选择频段(DCS 选择 1710—1785M,以 DCS 为例),注意要将输入端的同轴线在 electrical delay 中校入矢网。
  - 2 将同轴线焊接在 PA 输出端,将匹配电路用 22pF 电容短路。在射频口接 50 欧终端。在天线开关的控制脚上加控制电压,打开天线开关。
  - 3 选择 smith chart,通过 marker 点记录 1710 1750 1785M 频点上的阻抗。
  - 4 通过 load pull data,选择要匹配的目标值,通过软件仿真,选择匹配电路。
- 通过实际测试来优化匹配,选择最佳匹配电路。

## 4.3 天线开关指标测试

测试仪器 矢量网络分析仪 同轴线 射频线 直流源

- 1 选择矢量分析仪的频段为 500—2500M。

- 2 通过同轴线和射频线将输入端同矢网的 1 口相连，2 口同输出端相连。测量 S21，选择 log scale，激活之，可以测量插损 纹波 二倍频处的衰减值；选择 SWR，并激活即可测试 VSWR 等指标
- 3 通过观察电流源可以测量工作电流。
- 4 通过选择不同频段和不同的输入输出端口，即可测试相关频段、相关模式的开关指标。

## 第五章 附录

### 一、引用标准：

1. ETS 300 607-1(1997-1)欧洲数字蜂窝通信系统（第二阶段）移动台的一致性规范（GSM11.10-1）
2. 欧洲电信标准化委员会（ETSI）“全球移动通信系统（GSM）”建议书 05 系列。
3. 欧洲电信标准化委员会（ETSI）“全球移动通信系统（GSM）”建议书 03 系列。
4. YD-T884-1996 900MHZ TDMA 数字蜂窝移动通信网移动台设备技术指标及测试方法。
5. YD-1023-2000 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。
6. GB/T17626.3-1998 电磁兼容试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验。
7. GB/T17626.6-1998 电磁兼容试验和测量技术 射频电磁场感应的传导骚扰抗扰度试验。
8. YDN-055-1997“900/1800MHZ TDMA 数字蜂窝移动通信网移动台设备技术规范。

二、根据前面测试要求，这里引用由卢博等制作的 RF 测试表格！根据实际测试情况，我们将会在后续进行部分修改！

如下图：

研发射频指标点测记录表

机型：                      样机阶段：                      样机编号：                      测试环境： 标准    低温  
 测试部门：                  测试人：                      测试日期：                      高温

		GSM900&GSM850 频段信道					DCS1800 & PCS1900 频段信道				
<input type="checkbox"/> GSM900& DCS1800		1	31	62	93	124	512	605	699	792	885
<input type="checkbox"/> GSM850& PCS1900		128	160	190	220	251	512	586	661	735	810
项目	特别记录	条件									
TX 频率 误差	最大功率	3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
最大 发射 功率		3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
功率 等级 达标		3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
调制 频谱 余量	最大功率	3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
	3.8V 背光亮 PL_										
3.8V 背光亮 PL_											
开关 频谱 余量	3.8V	PL_									
		PL_									
		PL_									
	3.8V 背光亮 PL_										
	3.8V 背光亮 PL_										
相位 误差 RMS	最大功率	3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
	3.8V 背光亮 PL_										
	3.8V 背光亮 PL_										
	锂电池										
相位 误差 峰值	最大功率	3.8V									
		3.4V									
		4.2V									
	3.8V 背光亮 PL_										
	3.8V 背光亮 PL_										
	锂电池										
功率 包络 入框	3.8V	PL_									
		PL_									
		PL_									
		PL_									
说明:		特别记录栏内记录测试中同一项中最差的结果, 或表中以外信道测试需记录的结果									

			GSM900&GSM850 频段信道					DCS1800 & PCS1900 频段信道				
<input type="checkbox"/> GSM900& DCS1800			1	31	62	93	124	512	605	699	792	885
<input type="checkbox"/> GSM850& PCS1900			128	160	190	220	251	512	586	661	735	810
项目	特别记录	条件										
二次谐波	最大功率	3.8V										
		3.4V										
		4.2V										
	锂电池											
三次谐波	最大功率	3.8V										
		3.4V										
		4.2V										
	锂电池											
带内杂散	最大功率	3.8V										
		3.4V										
		4.2V										
	3.8V 背光亮											
接收电平指示	最大功率	-85 dBm										
		-102										
		-48 dBm										
接收灵敏度		主叫										
		被叫										
	LCD 背光亮											
插充电器												
比特误码率	-102 dBm	主叫										
		被叫										
		背光亮										
接收质量	3.8V											
同频干扰抑制	3.8V											
邻频干扰抑制	3.8V	±200K										
		±400K										
		±600K										
互调抑制												
说明:		特别记录栏内记录测试中同一项中最差的结果, 或表中以外信道测试需记录的结果										

— 完成于 2005. 04