

E5515C仪器操作介绍及GSM手机测试相关操作



Agilent Technologies

8960是用于手机测试的综合测试仪，在统一的硬件平台E5515A/B/C上可以根据安装的软件不同，进行各种不同制式手机的综合测试。

在这一章里会介绍8960仪器操作的界面，按键，以及进行GSM手机测试的相关步骤。

内容

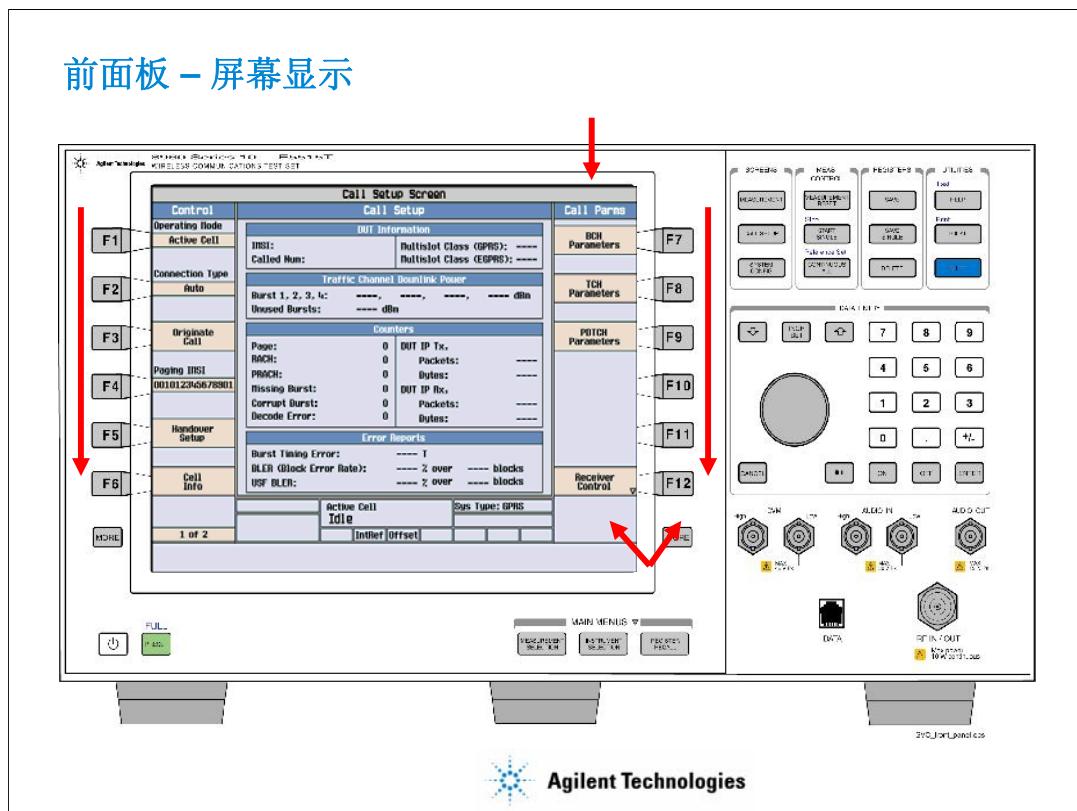
- 操作平台使用
- 手动操作时的用户界面
 - 前面板
 - 系统配置界面
 - 呼叫设置界面
 - 测试界面
- GSM手机测试相关步骤



在接下来的内容里，首先会对前面板作一个概述，然后对E5515C的三个主要按键相应的界面进行详细的介绍，包括：系统配置界面，呼叫设置界面和测试界面。

在此基础上，还将介绍如何用E5515C的测试应用E1968A进行GSM手机的测试，包括如何建立呼叫，如何修改参数，以及相关的测试项。

前面板 – 屏幕显示

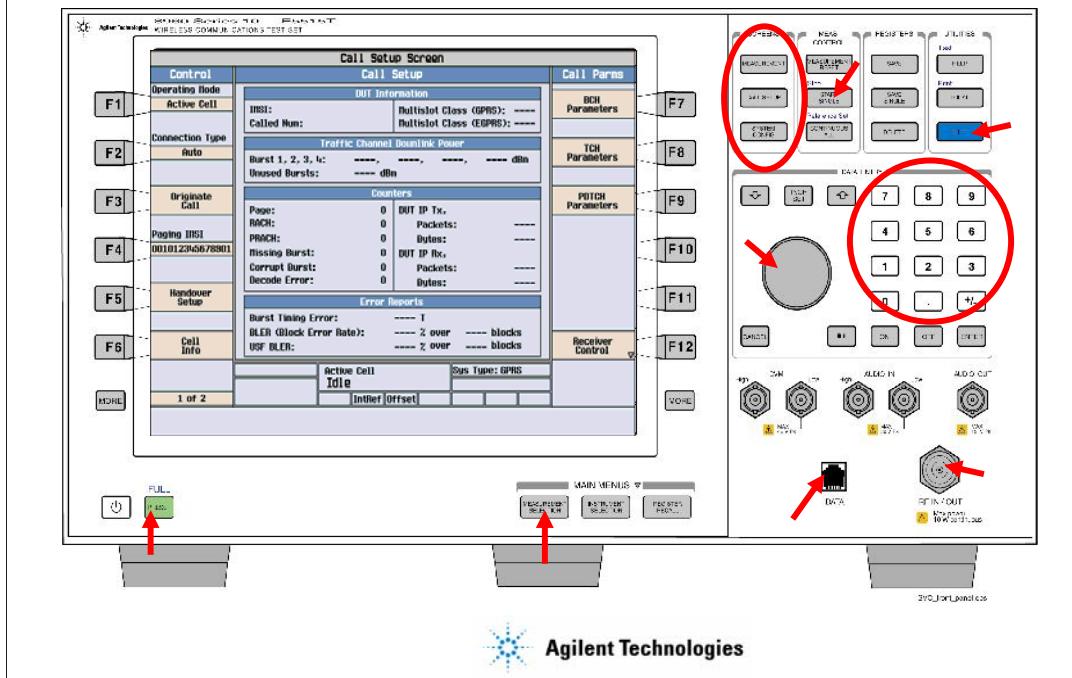


上图是E5515C的前面板。按键F1到F6以及F7到F12是所谓的“软键”，它们分别在屏幕的两边，按下这些“软键”之后，就会执行按键位置对应的屏幕上所显示的内容，随着屏幕显示的不同，同一“软”键所对应的功能也不同，这就是为什么称之为“软”键的原因。

屏幕的中间将会显示我们所选择要显示的内容，目前的屏幕叫做“Call Setup”屏幕，即呼叫设置屏幕，当然，操作不同时它也可以是测试屏或是系统配置屏。屏幕上同时也会显示与呼叫设置相关的参数，在呼叫设置屏幕的左右两侧。左侧的内容是呼叫控制信息，包括与呼叫建立，呼叫结束，小区操作模式等相关的信息；右侧是呼叫参数，它们分为三大类：BCH（广播信道）参数，TCH（业务信道）参数，PDTCH（分组数据业务信道）参数（用于GPRS），还有对E5515C接收方式的控制。

当相关参数的内容在一屏显示不完时，对应于屏幕两边的more按键的位置上会出现诸如“1 of 2”的字样，这代表一共有两屏，按more就可以进入下一屏的显示，不断按more还可以在不同屏之间进行循环。

前面板 – 按键及接口



在E5515C的右侧是所谓的“硬”按键，它们都有自己的功能，这些功能标示在按键上。在这些按键里，有三个按键的颜色略深，是“MEASUREMENT”（测试），“CALL SETUP”（呼叫设置），“SYSTEM CONFIG”（系统配置）。按下之后将同现E5515C的三种主屏幕。

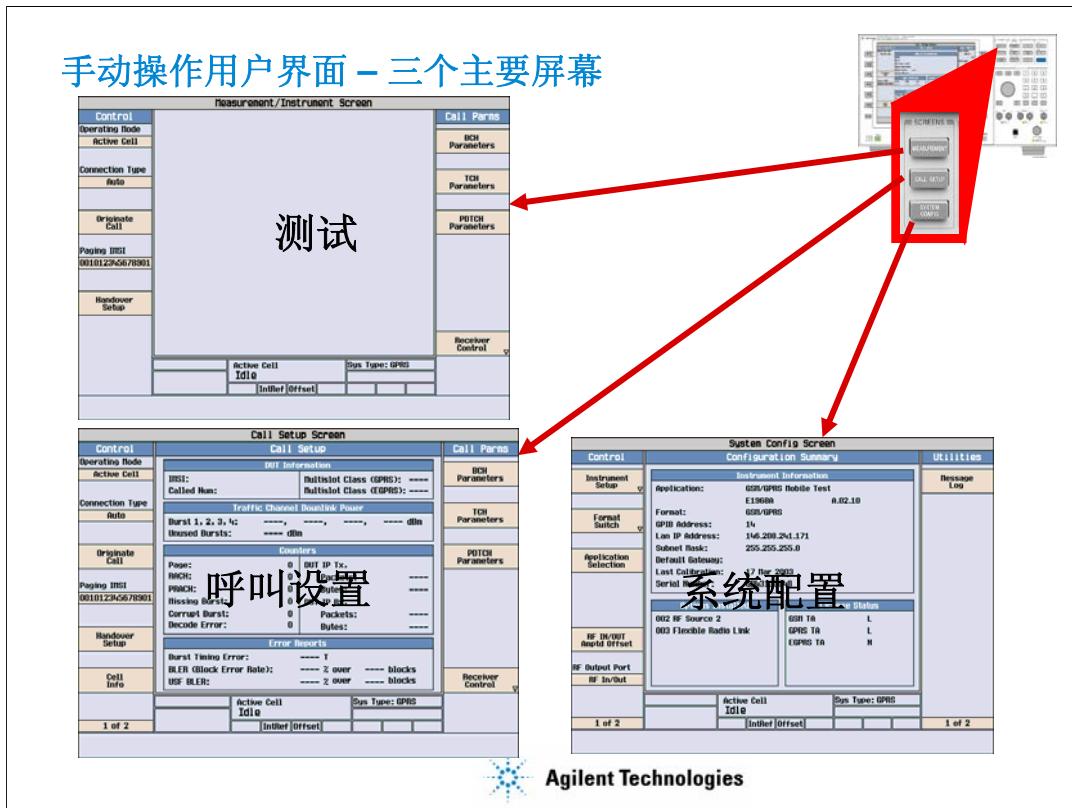
在显示屏的下方还有一个硬按键，“measurement selection”（测试选择），按此键之后就会有一个弹出屏以便选择对手机要进行的测试项目。在它的右边还有“Instrument Selection”（仪表选择）按键，它可以打开E5515C内的音频源，频谱监测等设备。

E5515C有一个蓝色的SHIFT键，按下此键之后再按别的键可以实现标明在按键上方的第二功能。在开关旁边有一个绿色的按键，是PRESET键，用来对仪器进行复位。

在前面板上还有数字按键和旋纽，进行参数输入时，可以用数字按键直接输入参数的值，也可以选中该项后通过旋转旋纽来进行参数值的改变。

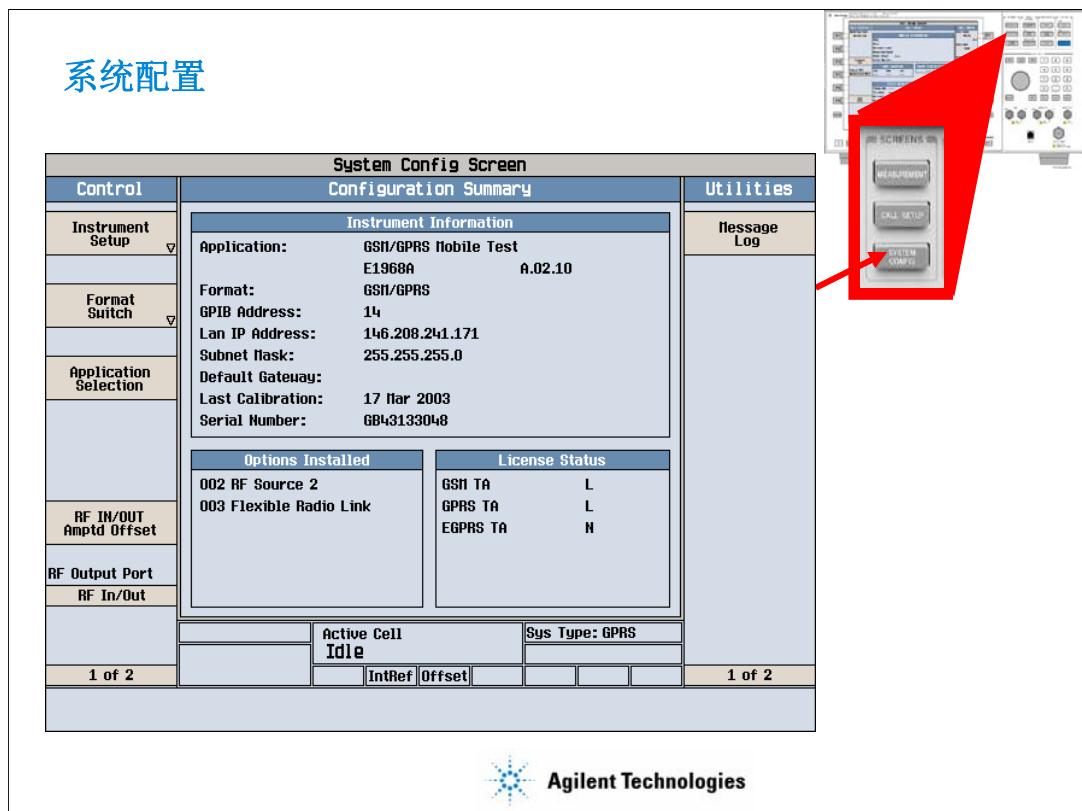
E5515C与手机的连接口在前面板的右下角，现在的E5515C在此输入输出口的左方还有一个标示着“RF OUT ONLY”的接口，可以通过在系统配置界面的选择来使E5515C的信号从这个接口输出，但在大多数的情况下，通常只用右下角的接口进行与手机的输入和输出的连接。

E5515C的网口用于仪器的升级以及相关信息的采集。



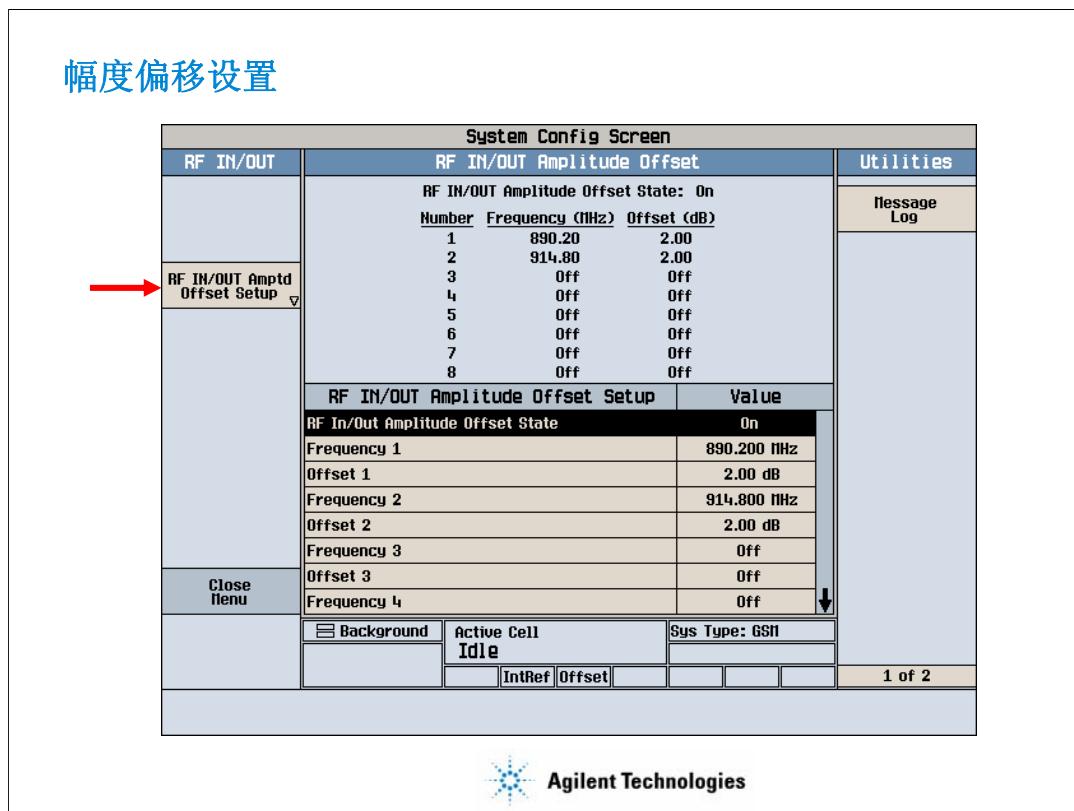
操作E5515C时主要是在三个屏幕里进行的，在测试屏幕里进行测试结果的读取和对测试参数的设置，在呼叫设置屏幕里进行呼叫建立的相关设定，在系统配置里配置仪器地址等参数，选择在E5515C上进行测试的软件从而可以进行不同制式的手机的测试，以及电缆衰减的补偿等。

在接下来的内容里将对这些屏幕的参数进行详细的介绍。



按下SYSTEM CONFIG键之后就会出现系统配置界面，在这个界面里可以进行仪器的配置，测试软件的选择，输出口的选择，尤为重要的，在这个界面里进行测试电缆、耦合器或是夹具的衰减补偿。

幅度偏移设置

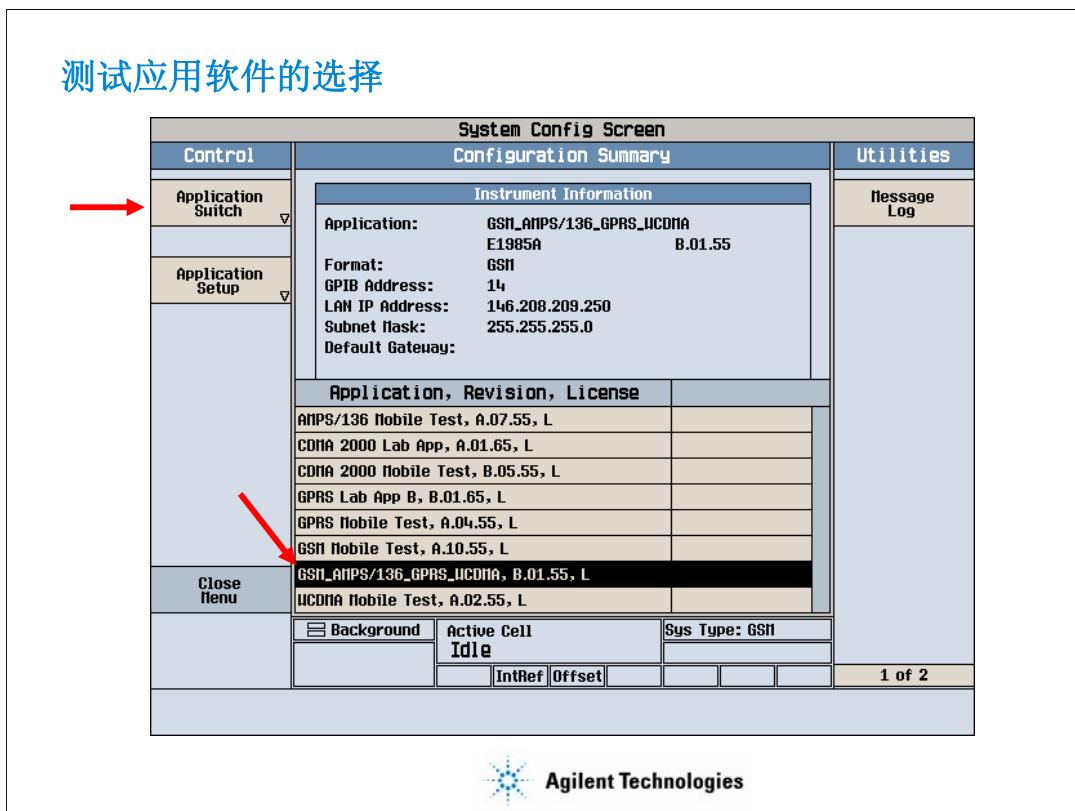


按下RF IN/OUT Amptd Offset Setup键，就会弹出一个幅度偏移设置菜单，可以在不同频率上对测试电缆、耦合器或是夹具产生的的衰减进行补偿。

为了使E5515C的功率测试结果尽可能地准确，必须对测试电缆等连接方式的衰减作补偿，这一步通常都是在呼叫建立之前进行，呼叫建立之后也可以修改，但在测试之前必须完成补偿的设置。

需要注意的是，在补偿时，对衰减应输入负值，对于增益应输入正值。

测试应用软件的选择

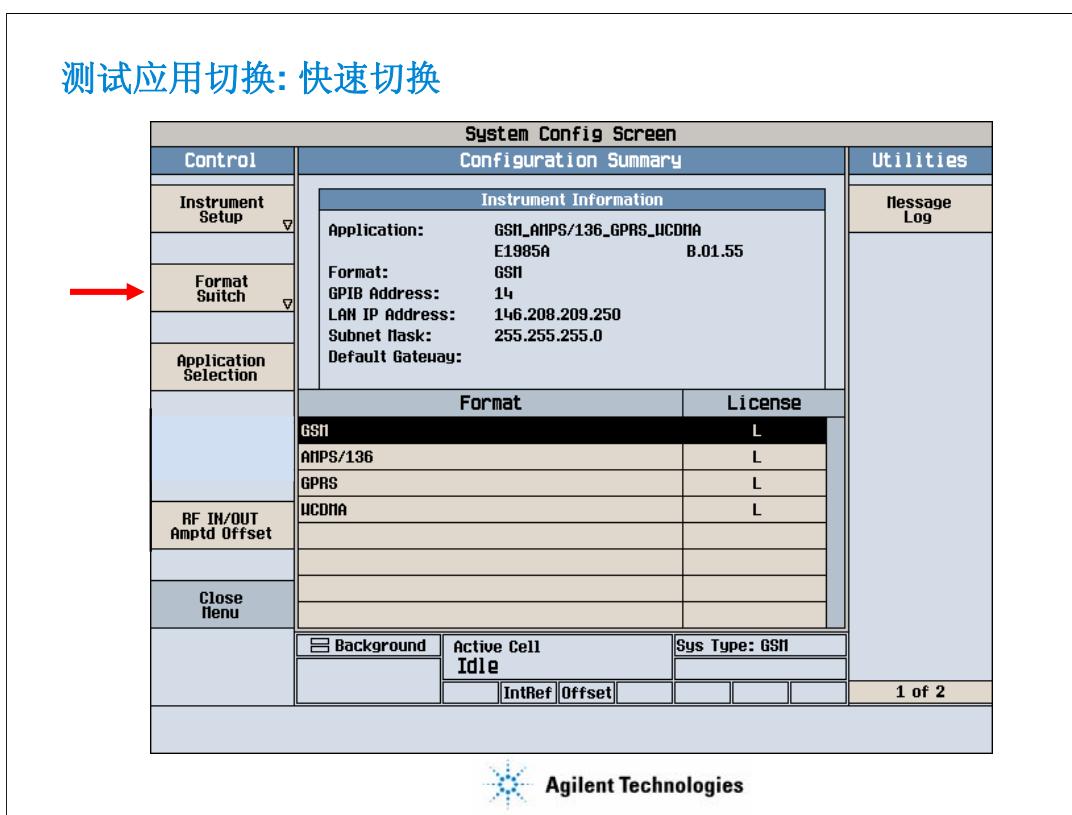


测试应用（TA）是在E5515A/B/C平台上的软件，不同的TA针对不同制式的手机，一台E5515C上面可以有很多的TA，一旦需要对不同制式的手机测试时，就需要按Application Switch键，在弹出菜单里进行不同的TA的选择和切换。

按Application Setup键可以看到同一TA的不同版本。

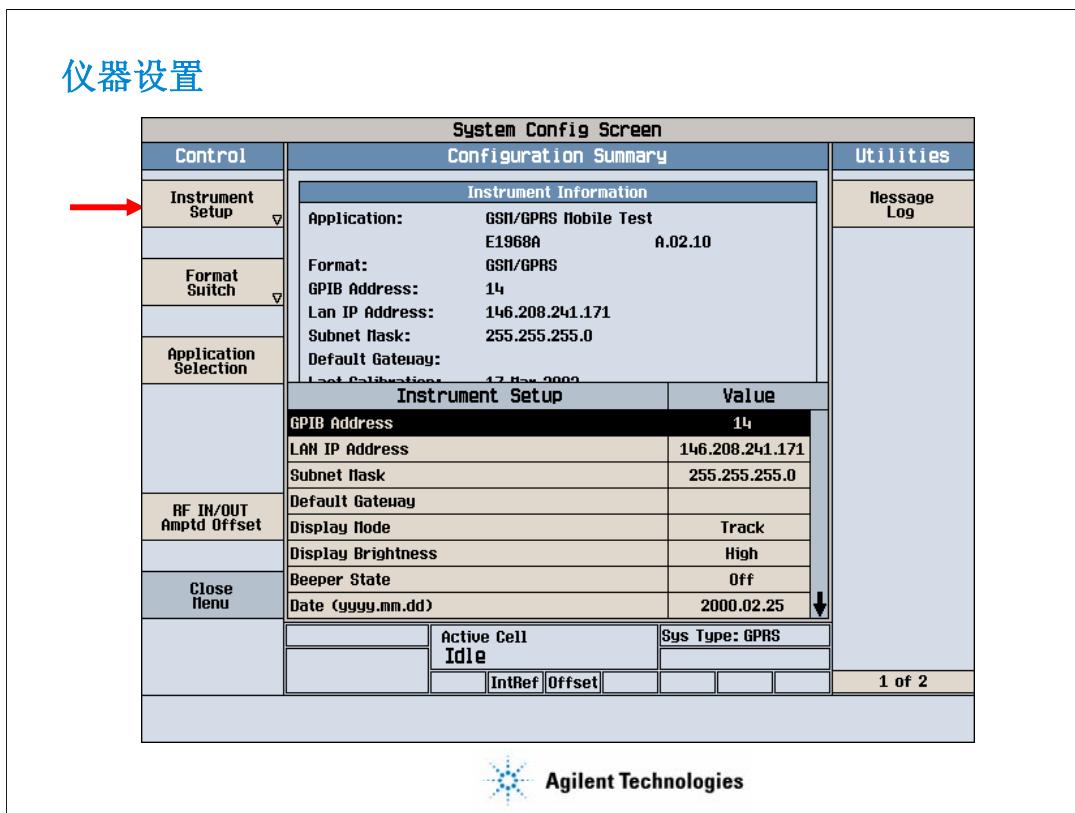
在上图里还可以看到一些多制式的测试应用，比如被选的那一项，这是一种在不同制式之间可以进行快速切换的测试应用。选择这种TA之后，可以在很快的时间里实现不同制式手机测试软件的切换。

测试应用切换: 快速切换

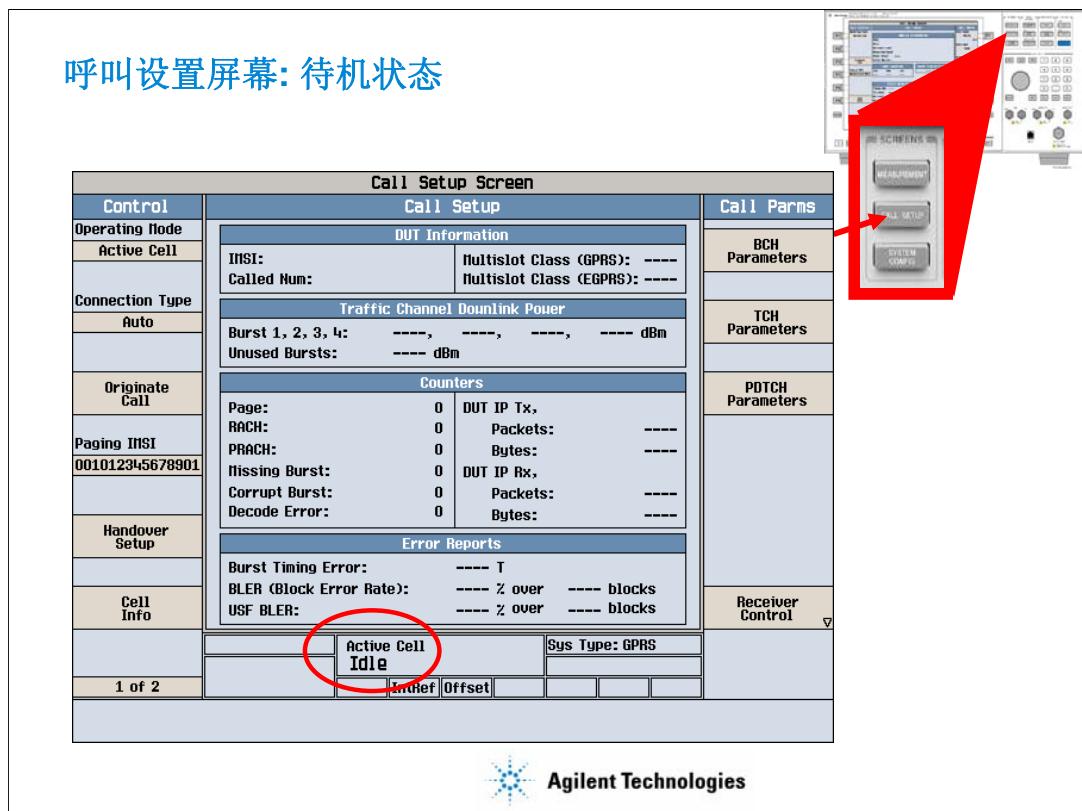


上图介绍了如何快速地在不同制式手机测试软件里进行切换。如果当前的测试应用 (TA) 是快速切换方式的TA, 比如上图是四种模式可以实现快速切换的TA, 就可以通过按Format Switch按键, 从而在不同的制式 (“Format”) 里选择要快速切到的那一种手机的制式。这种切换可以使GSM, GPRS和WCDMA之间的切换在2秒内实现。

仪器设置



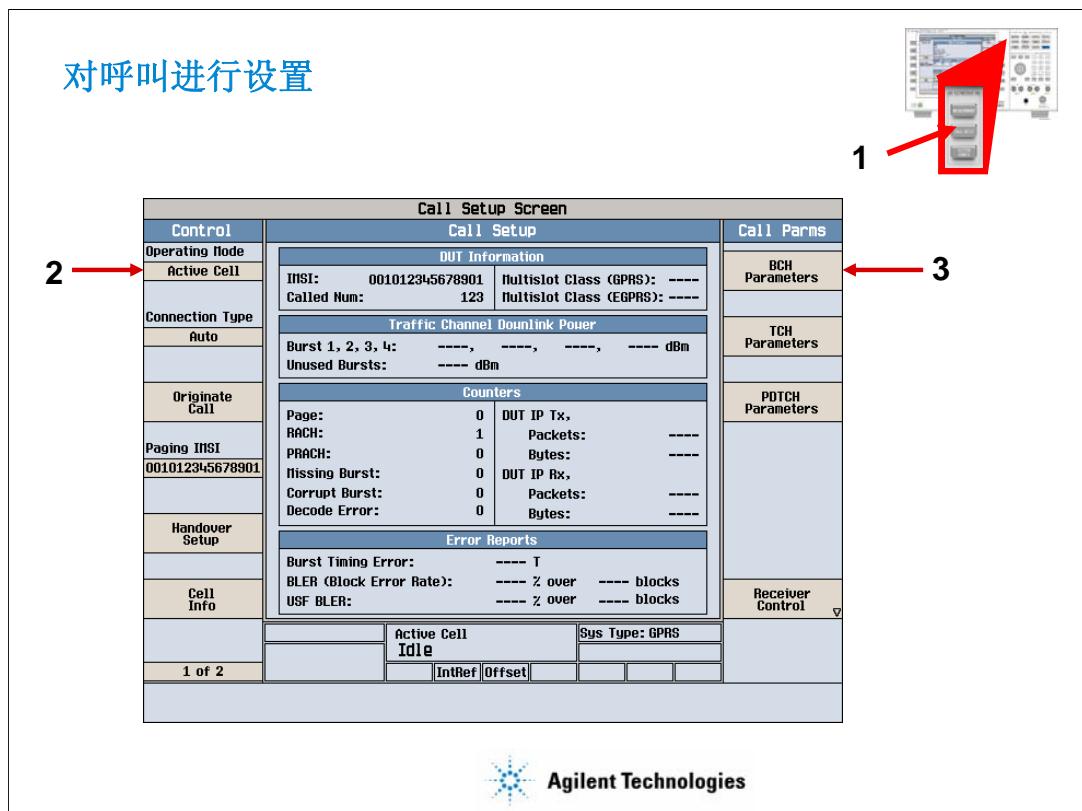
按下Instrument Setup键，就可以在弹出的菜单里进行仪器的GPIB地址，局域网参数，显示亮度，日期等内容的选择和设置。



上图是呼叫设置屏幕。它不但可以通过按CALL SETUP键来得到，在仪器开机，或是复位之后得到的也是这个屏幕。

被测件（DUT）的信息，业务信道的信息以及一些在呼叫建立过程中取得的统计数据都会放在屏幕的中间显示出来。在屏幕的正下方，如果当前的操作模式是小区激活模式，就会显示呼叫进行的状态，当手机还未建立呼叫时就是Idle，称为“待机”状态，如果建立了呼叫，就是connected，即“连接”状态，当然还有别的一些中间转移状态，如“呼叫正在建立”，“振铃”等。

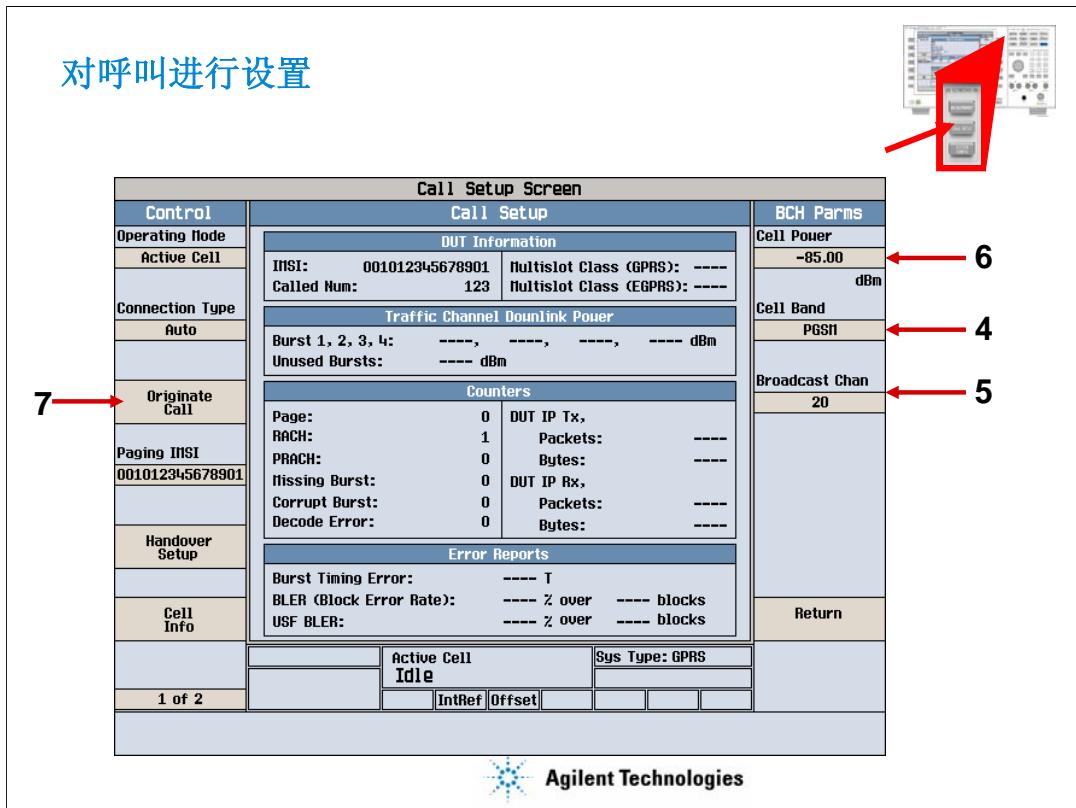
在呼叫设置屏幕的左侧是呼叫控制信息，包括与呼叫建立，呼叫结束，小区操作模式等相关的內容；右侧是呼叫参数，它们分为三大类：BCH（广播信道）参数，TCH（业务信道）参数，PDTCH（分组数据业务信道）参数，还有对E5515C接收方式的控制。



在手机里装入测试SIM卡，通过测试电缆或其它方式（如耦合板，夹具等）与E5515C连接。然后对呼叫参数（Call Params）和呼叫控制（Control）下的内容进行呼叫建立前的设置。

- 1、按**CALL SETUP**键，进入呼叫设置屏幕
- 2、按**Operating Mode**键，将小区的操作模式选为激活小区（*Active Cell*），在这种模式下E5515C会模拟GSM基站来与手机建立联系
- 3、按**BCH Parameters**键，进入对小区广播信道的相关参数配置

对呼叫进行设置

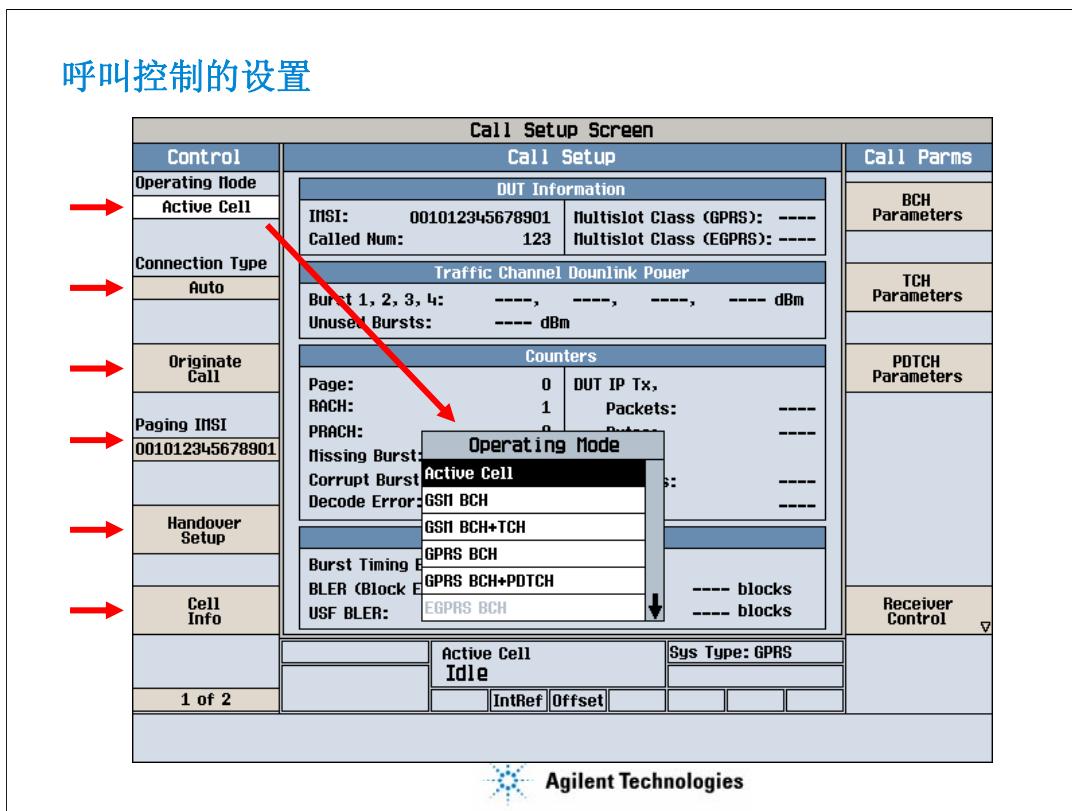


按下 **BCH Parameters** 键之后出现的屏幕如上图的右侧：

- 4、按 **Cell Band** 键，选择将要建立的呼叫在哪一个频段上
- 5、按 **Broadcast Chan** 键来选择广播信道等控制信道所在的信道号
- 6、按 **Cell Power** 键来选择建立呼叫时基站发送信号的功率，这也是手机的接收机所接收到的GSM信号的功率，通常在建立呼叫时为-85dBm，进行手机的接收机测试时，随测试项目的不同而选择不同的功率值
- 7、手机开机，开始搜寻网络，一旦手机找到网络时，就会在手机屏幕上显示“00101”或是“测试网络”，按下E5515C屏幕左侧的**Originate Call**，或是在手机上拨号以建立一个呼叫。

需要注意的是，如果是从E5515C呼叫手机，要确保手机里测试SIM卡里的IMSI号码与屏幕上Paging IMSI里的号码一致，如果不一致，则同E5515C发起的寻呼无法建立呼叫，这时就需要先从手机呼叫E5515C：先在手机上输入一个号码（比如：123），按手机上的发送键，呼叫就可以建立起来了。

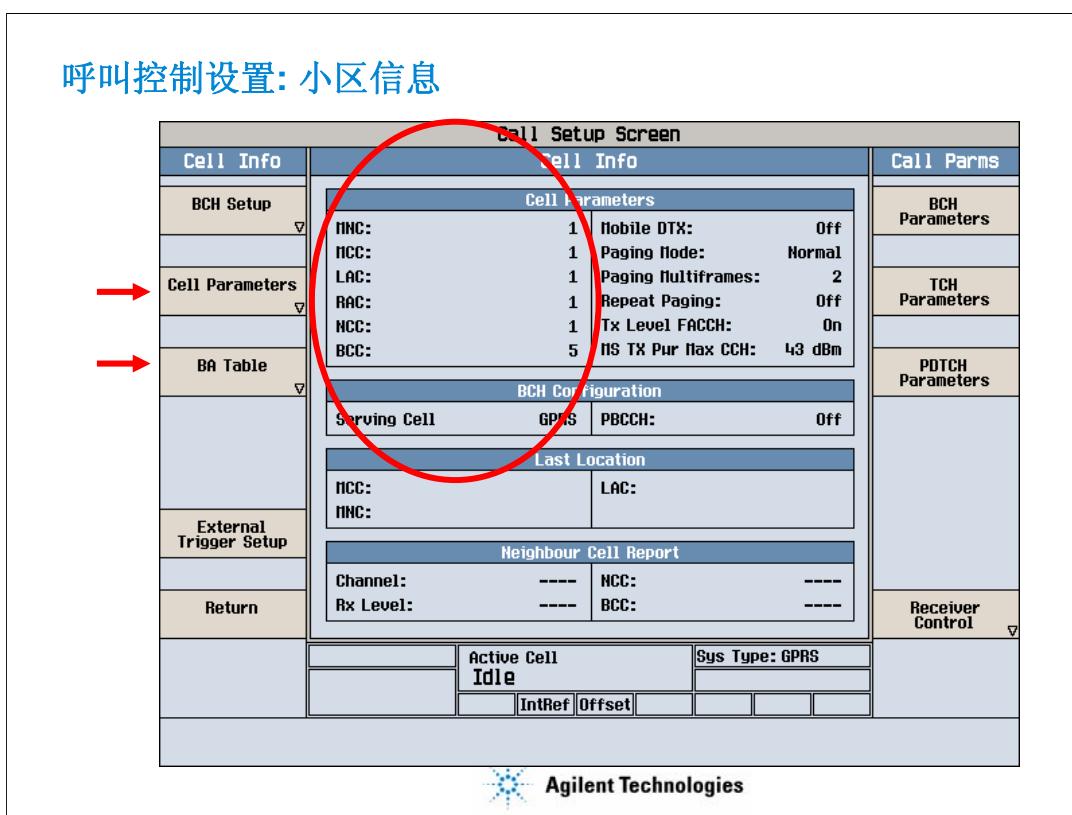
呼叫控制的设置



通过呼叫控制的菜单，可以设置操作模式，手机连接的方式，从E5515C呼叫手机时用的IMSI（国际移动用户识别号），还可以对切换进行配置。

按下Cell Info之后，还可以对E5515C模拟的小区进行参数的配置。

呼叫控制设置: 小区信息



在小区参数里，主要的是E5515C模拟的小区的一些系统参数，如MCC（移动国家码），MNC（移动网络码），LAC（位置区域码）等。

在使用正式的测试SIM卡时，这些参数可以使用E5515C的默认值，MCC为001，MNC为01。LAC的不同值将会影响手机开机之后是否会被位置登记。

呼叫参数: BCH参数

Call Setup Screen		
Control	Call Setup	BCH Params
Operating Node	DUT Information IMSI: 001012345678901 Called Num: 123	Cell Power -85.00 dBm
Active Cell	Traffic Channel Downlink Power Burst 1, 2, 3, 4: ----, ----, ----, ---- dBm Unused Bursts: ---- dBm	Cell Band PGSM
Connection Type	Counters Page: 0 DUT IP Tx, 1 Packets: ---- RACH: 0 Bytes: ---- PRACH: 0 DUT IP Rx, 0 Packets: ---- Missing Burst: 0 Bytes: ---- Corrupt Burst: 0 Packets: ---- Decode Error: 0 Bytes: ----	Broadcast Chan 20
Auto	Error Reports Burst Timing Error: ---- T BLER (Block Error Rate): ---- % over ---- blocks USF BLER: ---- % over ---- blocks	Return
Originate Call	Active Cell Idle	
Paging IMSI 001012345678901	IntRef Offset	
Handover Setup		
Cell Info		
1 of 2		



按下 **BCH Parameters** 键之后出现的 **BCH parms** 菜单：

Cell Power 即建立呼叫时基站发送信号的功率, **Cell Band** 即GSM呼叫建立的频段, **Broadcast Chan** 键设置广播信道等控制信道所在的信道号。

按 **Return** 返回上级菜单

呼叫参数: TCH参数 (1 of 2)

Call Setup Screen		
Control	Call Setup	TCHParms
Operating Node	DUT Information	Downlink Traffic Power
Active Cell	IMSI: 001012345678901 Multislot Class (GPRS): ---- Called Num: 123 Multislot Class (EGPRS): ----	▼
Connection Type	Traffic Channel Downlink Power	Traffic Band
Auto	Burst 1, 2, 3, 4: ----, ----, ----, ---- dBm Unused Bursts: ---- dBm	PGSM
Originate Call	Counters	Traffic Channel
Paging IMSI 001012345678901	Page: 0 DUT IP Tx, Packets: ---- RACH: 1 Bytes: ---- PRACH: 0 Bytes: ---- Missing Burst: 0 DUT IP Rx, Packets: ---- Corrupt Burst: 0 Bytes: ---- Decode Error: 0 Bytes: ----	30
Handover Setup	Error Reports	HS TX Level
Cell Info	Burst Timing Error: ---- T BLER (Block Error Rate): ---- % over ---- blocks USF BLER: ---- % over ---- blocks	15
	Active Cell Idle	Channel Node Setup
1 of 2	IntRef Offset	▼
		Return
		1 of 2



按下 **TCH Parameters** 键之后出现的 **TCH parms** 菜单，用来进行业务信道的配置：包括下行业务信道是否要与前面在广播信道菜单里设置的 **cell power** 不同，业务信道所在的频段，业务信道所在的频点，手机的发送功率等级，信道模式设置等。

TCH parms 菜单有两页，按 **1 of 2** 对应的按键 **more**，就可以进入下一个菜单。

呼叫参数: TCH参数 (2 of 2)

Call Setup Screen		
Control	Call Setup	TCHParms
Operating Node	DUT Information	Timeslot
Active Cell	IMSI: 001012345678901 Called Num: 123	4
Connection Type	Traffic Channel Downlink Power	Timing Advance
Auto	Burst 1, 2, 3, 4: ----, ----, ----, ---- dBm Unused Bursts: ---- dBm	0
Originate Call	Counters	Mobile Loopback
Paging IMSI	Page: 0 DUT IP Tx, RACH: 2 Packets: ---- PRACH: 0 Bytes: ---- Missing Burst: 0 DUT IP Rx, Corrupt Burst: 0 Packets: ---- Decode Error: 0 Bytes: ----	Speech
001012345678901	Error Reports	Echo
Handover Setup	Burst Timing Error: ---- T BLER (Block Error Rate): ---- % over ---- blocks USF BLER: ---- % over ---- blocks	Return
Cell Info	Active Cell Idle	2 of 2
1 of 2	IntRef Offset	



在这一页的菜单里可以设置GSM呼叫的业务信道所在的时隙号，时间提前值，手机环回的种类以及从E5515C传回的下行信道的语音是哪一种数据。

按2 of 2对应的按键more，可以回到上一个菜单。

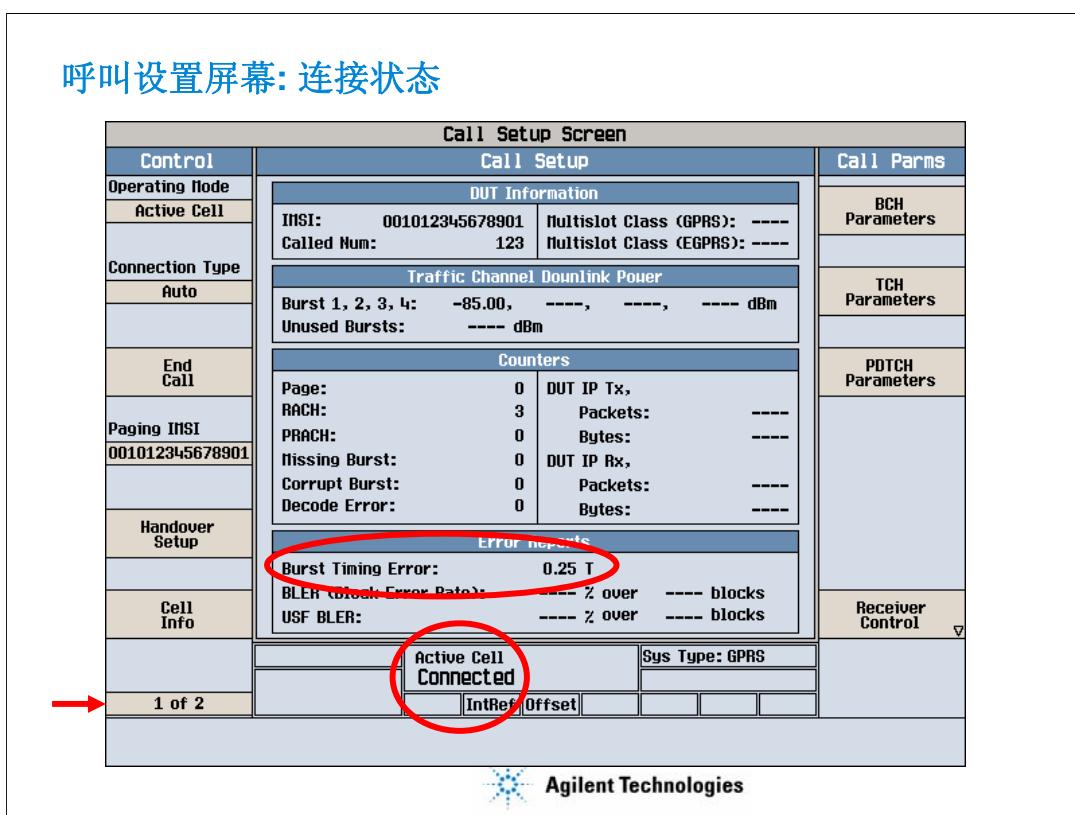
呼叫参数: 接收机控制

Call Setup Screen			
Control	Call Setup		CallParms
	DUT Information		BCH Parameters
	IMSI: 001012345678901	Multislot Class (GPRS): ----	
	Called Num: 123	Multislot Class (EGPRS): ----	
	Traffic Channel Downlink Power		TCH Parameters
	Burst 1, 2, 3, 4: ----, ----, ----, ---- dBm		
	Unused Bursts: ---- dBm		
	Counters		PDTCH Parameters
	Page: 0 DUT IP Tx.		
	Receiver Control	Value	
	Expected Power Control	Manual	
	Manual Power Burst 1	13.00 dBm	Receiver Control
	Manual Power Burst 2	13.00 dBm	
	Measurement Frequency	Auto	
Close	Active Cell	Sys Type: GPRS	
Menu	Idle		
	IntRef	Offset	



在通常情况下E5515C的接收机是自动控制的，仪器会根据手机应该发送的功率值来设置Expected Power（期待功率）。当手机实际发送功率与期待功率之间的差值太大时，功率测试的误差会变大，这时候就需要对期待功率进行手动的设置。同样，如果在手机发送的频率上有很大的差别的，也需要手动地进行频率的设置。

呼叫设置屏幕: 连接状态



当手机与E5515C之间建立呼叫之后，可以从屏幕下方的激活小区状态里看到“Connected”的显示，同时在屏幕上还会显示E5515C在保持连接的过程中测出及取得的一些信息，比如：突发定时误差(Burst Timing Error)，T即一个比特的传输时间，按照规范的要求，突发定时误差要小于1T

按1 of 2旁边的more按键可以进入下一页菜单

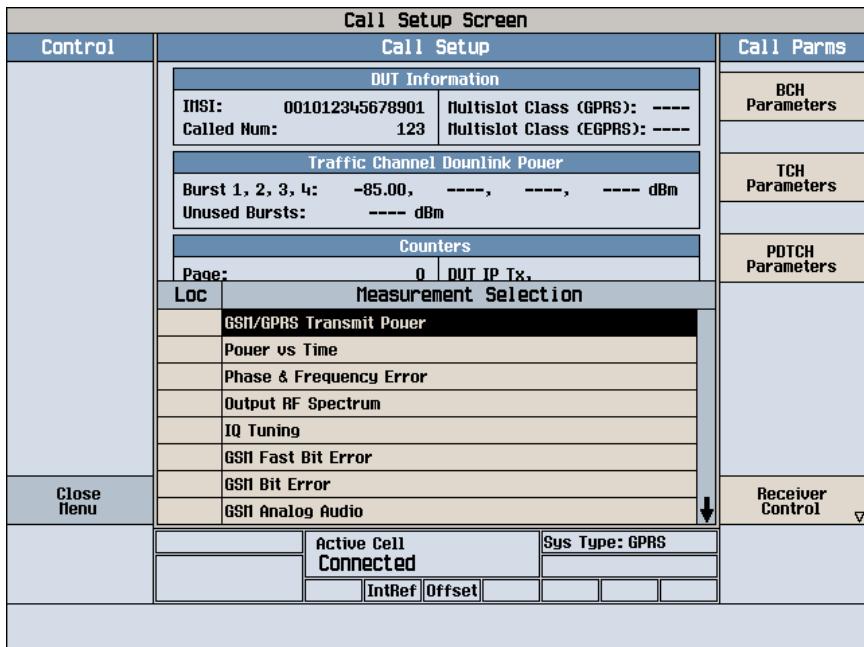
呼叫设置屏幕：手机的测试报告

Call Setup Screen		
Meas Reports	Measurement Reports	Call Params
	SACCH Reports <p>Timing Advance: 0</p> <p>Tx Level: 15 (<13 dBm)</p> <p>Rx Level: 26 (-85 to -84 dBm)</p> <p>Rx Qual: 0 (< 0.2 % BER)</p> PACCH Reports <p>C Value: ----</p> <p>Rx Qual: ----</p> <p>Signal Variance: ----</p> <p>I Level</p> <p>Timeslot 0: ----</p> <p>Timeslot 1: ----</p> <p>Timeslot 2: ----</p> <p>Timeslot 3: ----</p> <p>Timeslot 4: ----</p> <p>Timeslot 5: ----</p> <p>Timeslot 6: ----</p> <p>Timeslot 7: ----</p>	BCH Parameters TCH Parameters PDTCH Parameters Receiver Control
Return	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> Active Cell Connected </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> Sys Type: GPRS </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> Interv </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> Offset </div>	

 Agilent Technologies

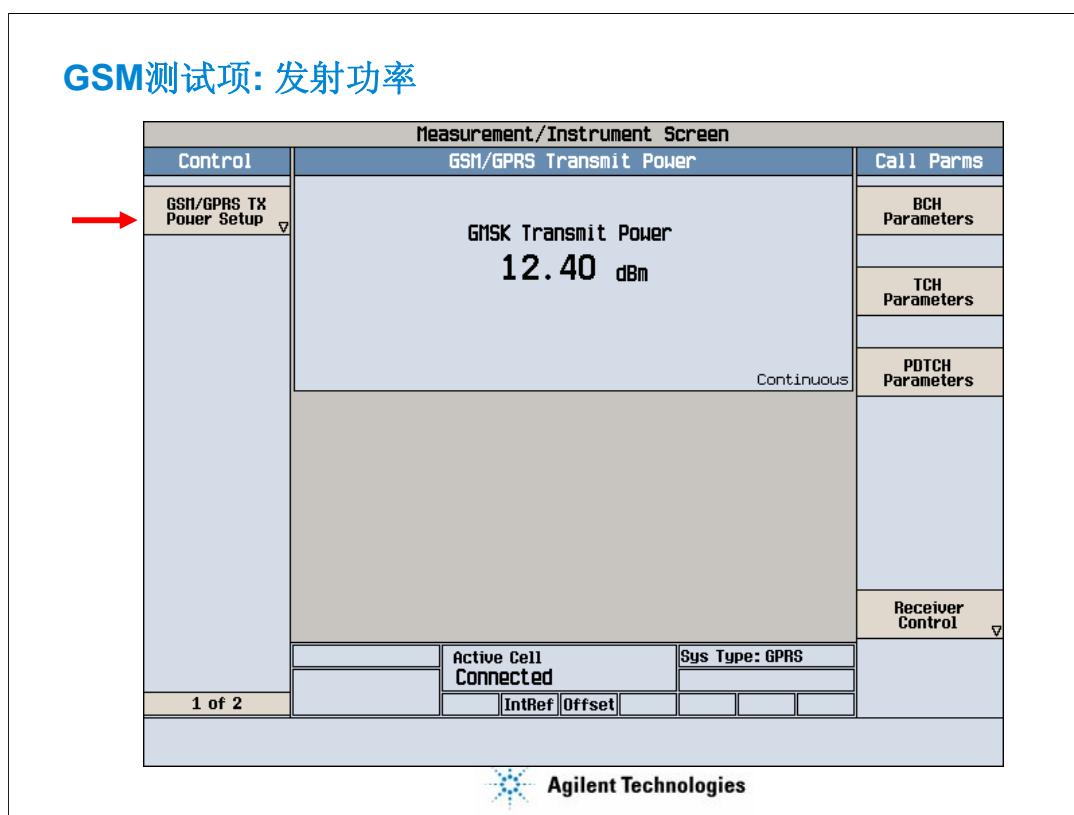
在第二页的菜单上选择手机测试报告（Measurement Reports），可以得到手机在呼叫进行的过程中发给基站的测试报告，包括：手机当时的时间提前值，功率发送电平，手机收到基站信号的接收电平和接收质量。

测试选择



按Measurement Selection键之后，会弹出如上图所示的菜单，可以通过旋纽或是上升下降的按键来选择要进行测试的测试项。E5515C允许多项测试同时进行，而且可以在一屏内同时显示两项测试的结果，所以可以选择多个测试项并行执行。在测试项前面的一列Loc会对选中的测试项相应作出标识，并表明这项测试是否在屏幕上显示出来，以及显示时是在屏幕的上半部分还是下半部分。

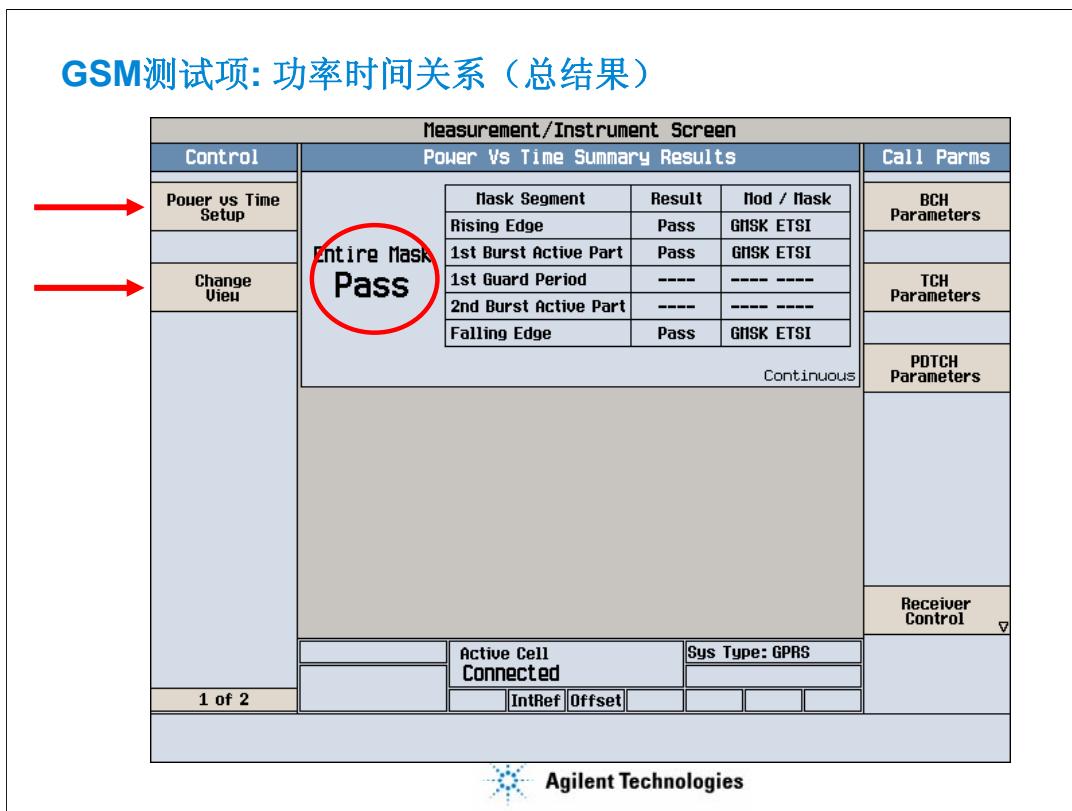
GSM测试项: 发射功率



在手机与E5515C保持连接的状态下，在前页提到的测试选择菜单里选择第一项GSM/GPRS Transmit Power就可以得到当前GSM手机所发射的功率值。在测试屏幕上可以读出测试结果。按照测试规范的规定，手机必须按照基站（在测试环境里由E5515C模拟基站）命令手机发送的功率等级来进行发送，即在前面“呼叫参数: TCH参数 (1 of 2)”里提到过的MS TX Level（手机发送功率等级）。在上图的例子中，E5515C要求手机发送的功率等级为15级，即13dBm，手机发送的实际功率为12.40dBm，在规范要求的 ± 3 dB的范围之内，所以这一项测试通过。

按GSM/GPRS TX Power Setup可以对当前的测试进行设置，比如可以多次测试取统计结果，可以设定是单次测试还是连续测试等等。

GSM测试项: 功率时间关系 (总结果)

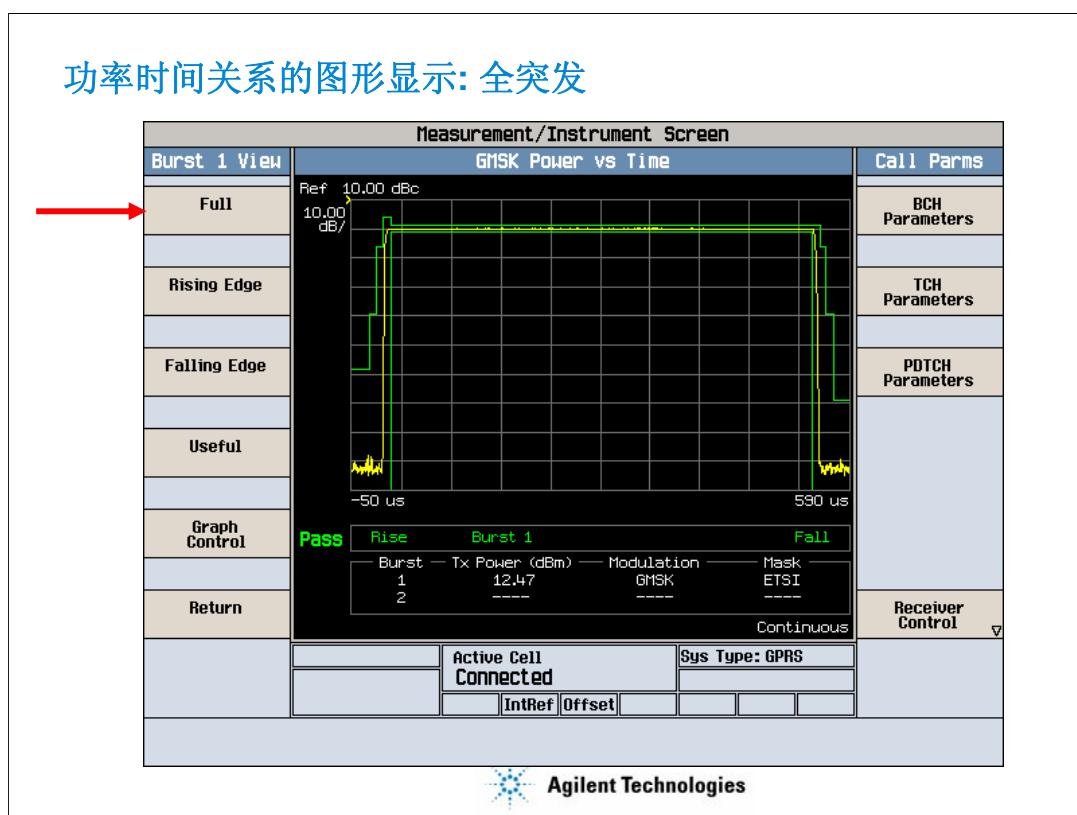


在测试选择菜单里选择了Power vs Time，就可以得到上图所示的对GSM手机的功率时间关系的测试结果。

GSM手机所发送的信号是在一个时隙之内的一个突发，也就是说，手机所发送的功率随时间进行相应的变化，按照测试规范的规定，功率随时间的变化必须满足一个特定的模板（Mask）。如上图所示，测试结果里显示Pass，代表手机的功率时间变化关系满足模板的要求。

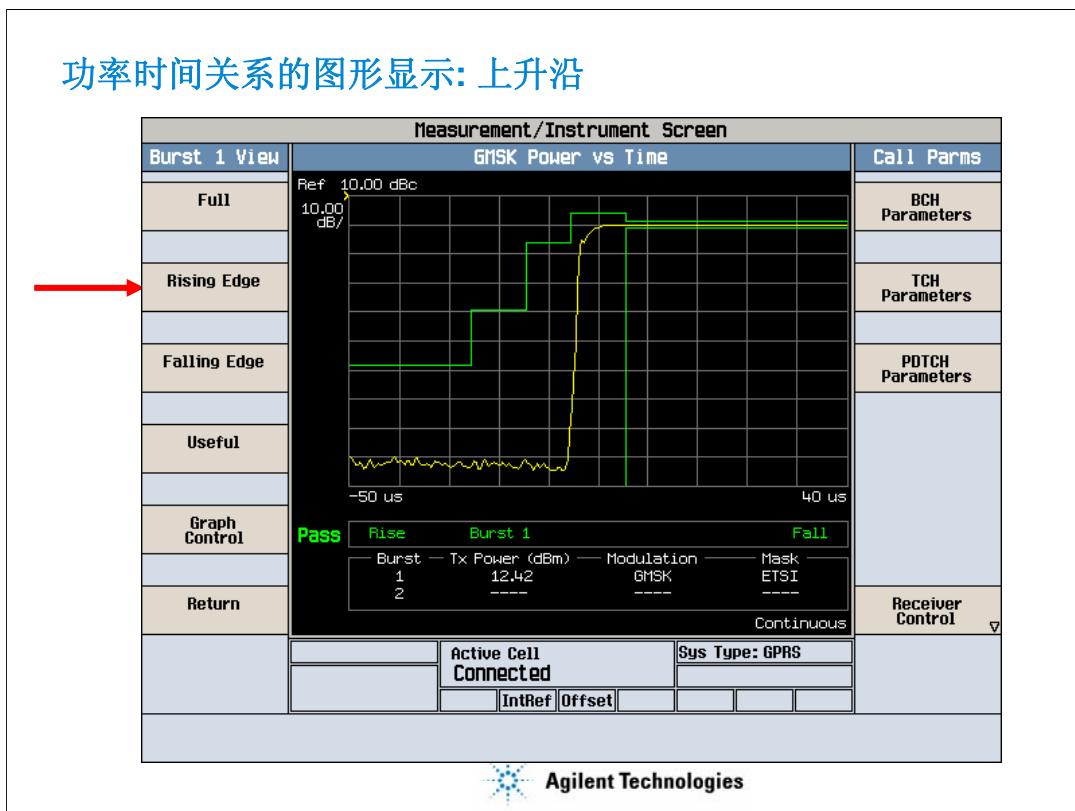
在控制菜单里，可以进行测试的设置，或是按Change View，得到更多的测试结果的显示，比如图形的显示。

功率时间关系的图形显示: 全突发



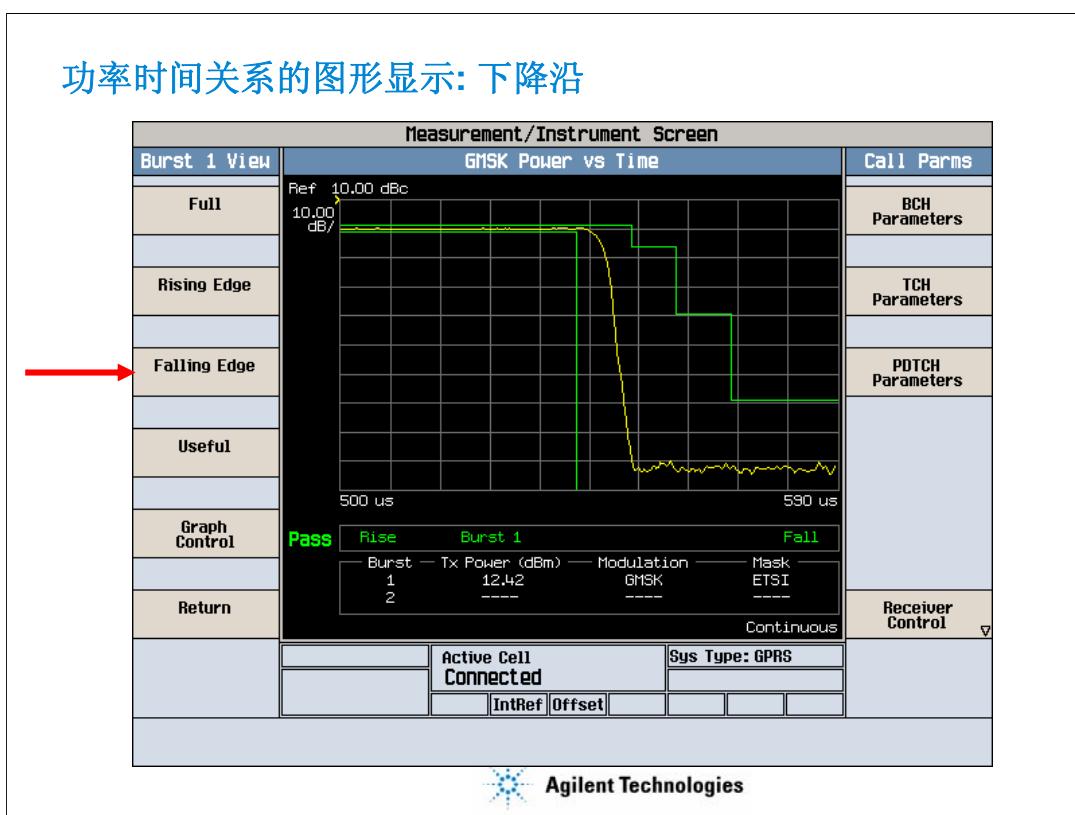
在功率时间关系的图形显示里，可以从多个方面去观察手机的功率随时间变化的情况，上图就是一个全突发的显示（Full）。

功率时间关系的图形显示: 上升沿



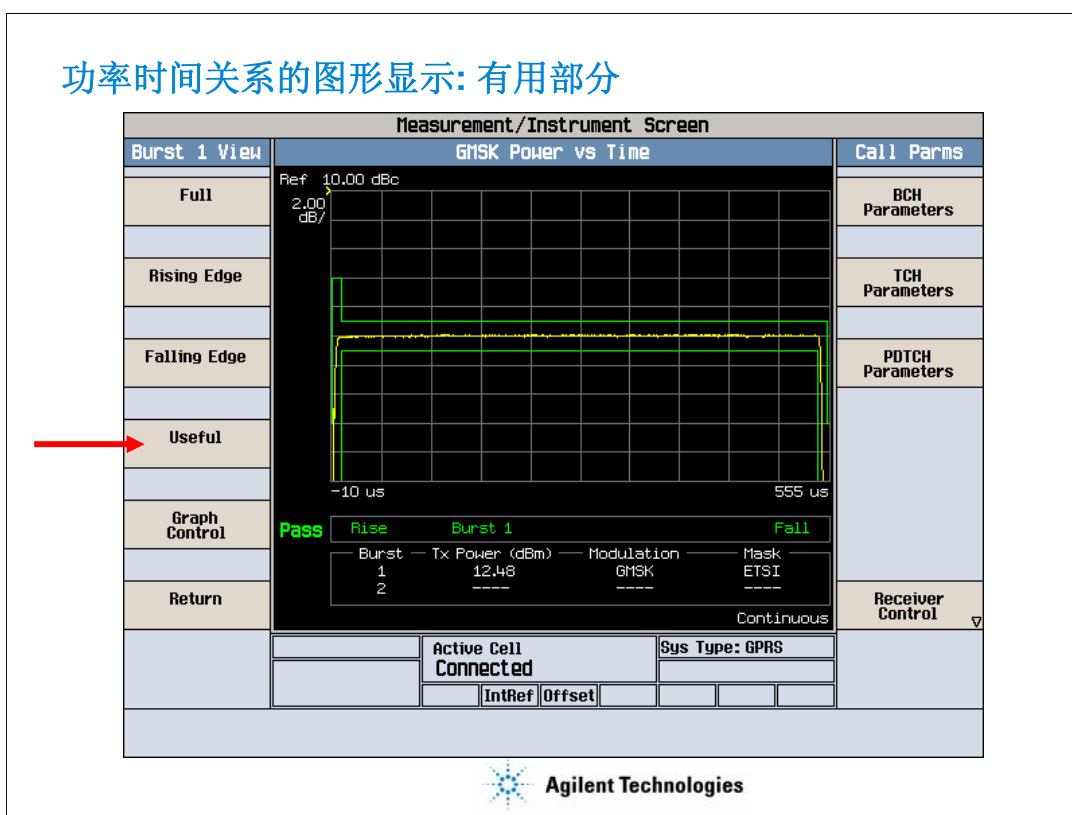
在全突发的图形显示里不容易看清细节，因此可以选择“Rising Edge”来仔细观察突发的开始部分，即手机功率刚开始上升时的上升沿的情况。

功率时间关系的图形显示: 下降沿



也可以选择“Falling Edge”来观察突发的结束部分，即手机功率开始下降时的下降沿的情况。

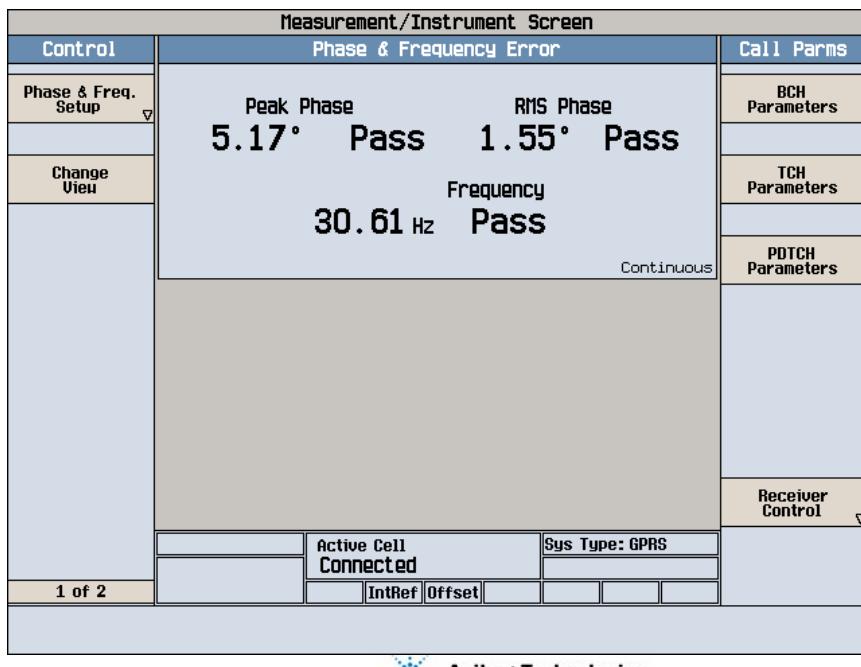
功率时间关系的图形显示: 有用部分



还可以选“Useful”来观察突发的有用部分的情况，也就是在手机真正发送信号的那一段，需要手机的功率保持相对恒定。（功率变化在 $+\/- 1\text{dBm}$ 之内）

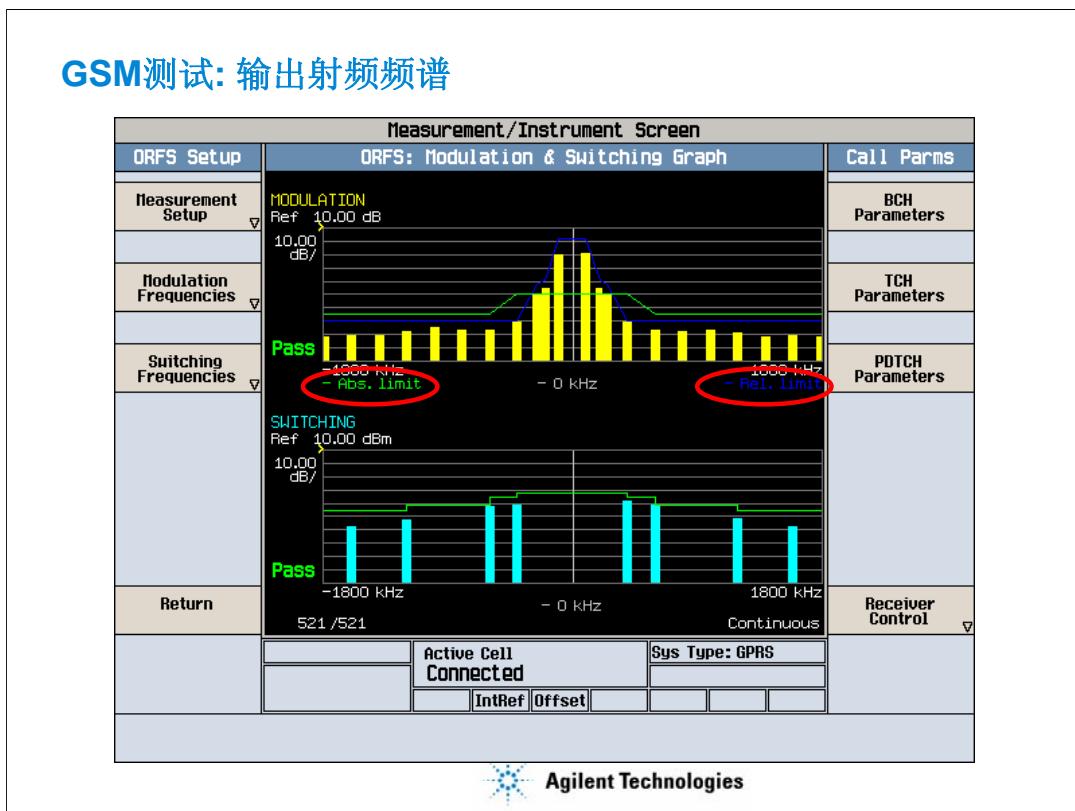
在每一个图形显示的界面里，都可以按“Graph Control”来对图形的横轴，纵轴，是否使用标记等进行控制。

GSM测试：相位及频率误差



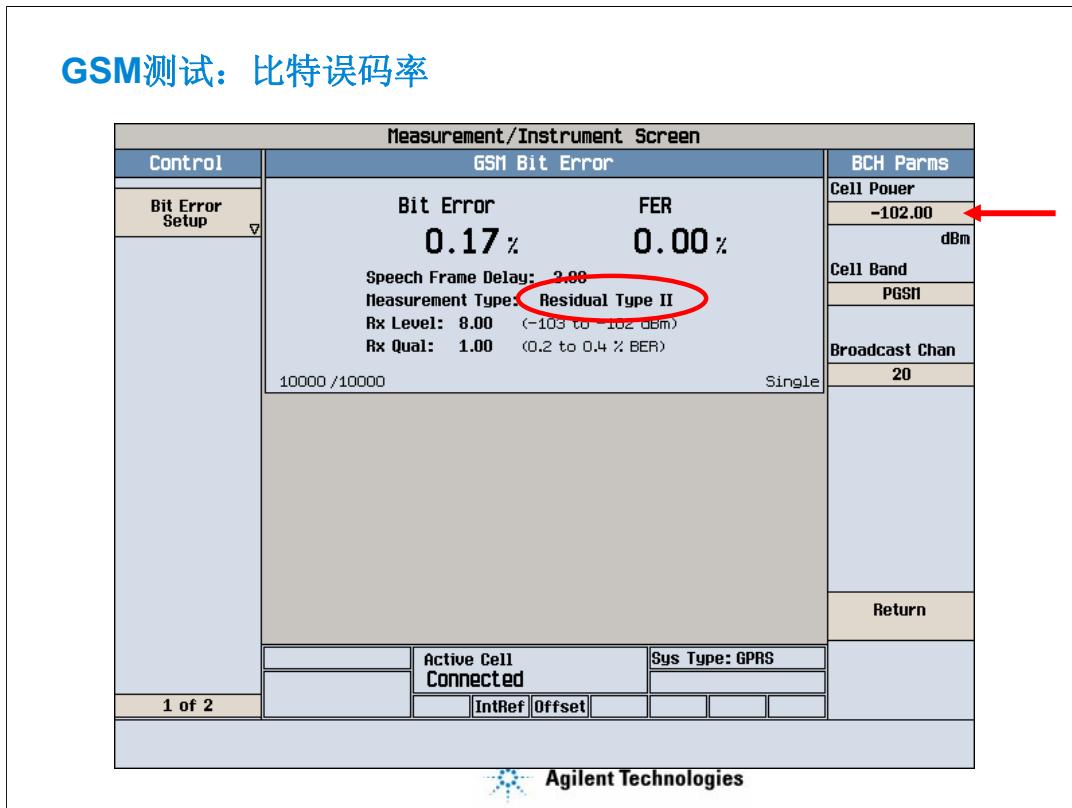
在测试选择菜单里选择“Phase & Frequency Error”就可以得到相位及频率误差的测试结果，这是对手机的调制质量的衡量，按照GSM测试规范的要求，这一项测试会得到三个结果：峰值相位误差（要求小于20度），均方根值的相位误差（要求小于5度），以及频率误差（要求小于 $\pm 0.1\text{ppm}$ ，也就是说GSM900要求小于 $\pm 90\text{Hz}$ ，DCS1800要求小于 $\pm 180\text{ Hz}$ ）

GSM测试: 输出射频频谱



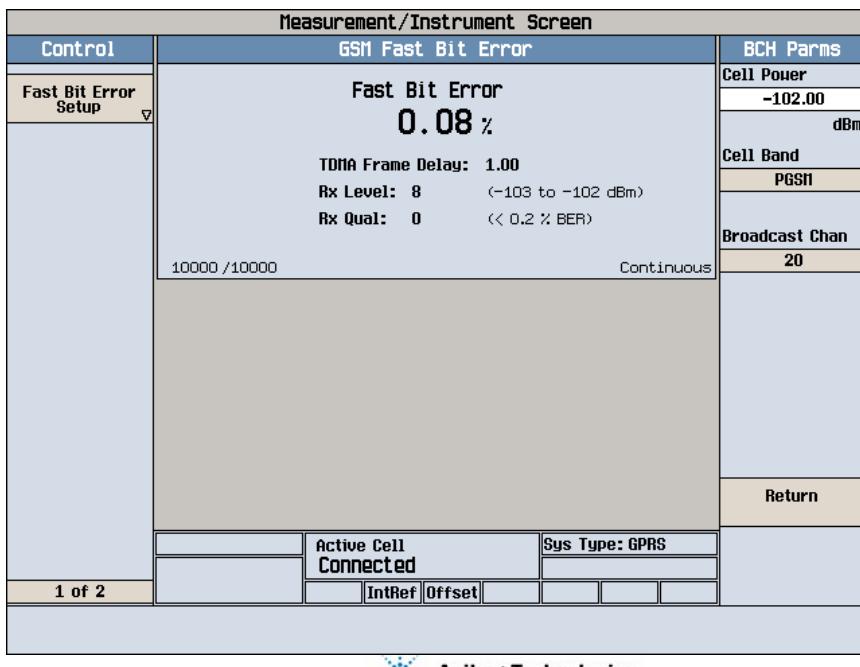
在测试选择菜单里选择“Output RF Spectrum”就可以得到输出射频频谱的结果。这一项测试会得到两个结果“输出射频调制谱”和“输出射频切换谱”。前者要求测试 ± 11 个偏移的情况，对应于上图中的共22个条状带，后者要求测 ± 4 个偏移的情况，对应于下图中的共8个条状带。仪器会按照规范的规定在图上给出要求的限制线，并汇报是通过(Pass)还是失败(Fail)。在输出射频调制谱中，有两种不同的限制线的要求，只要满足其中之一便可通过这项测试。

GSM测试：比特误码率



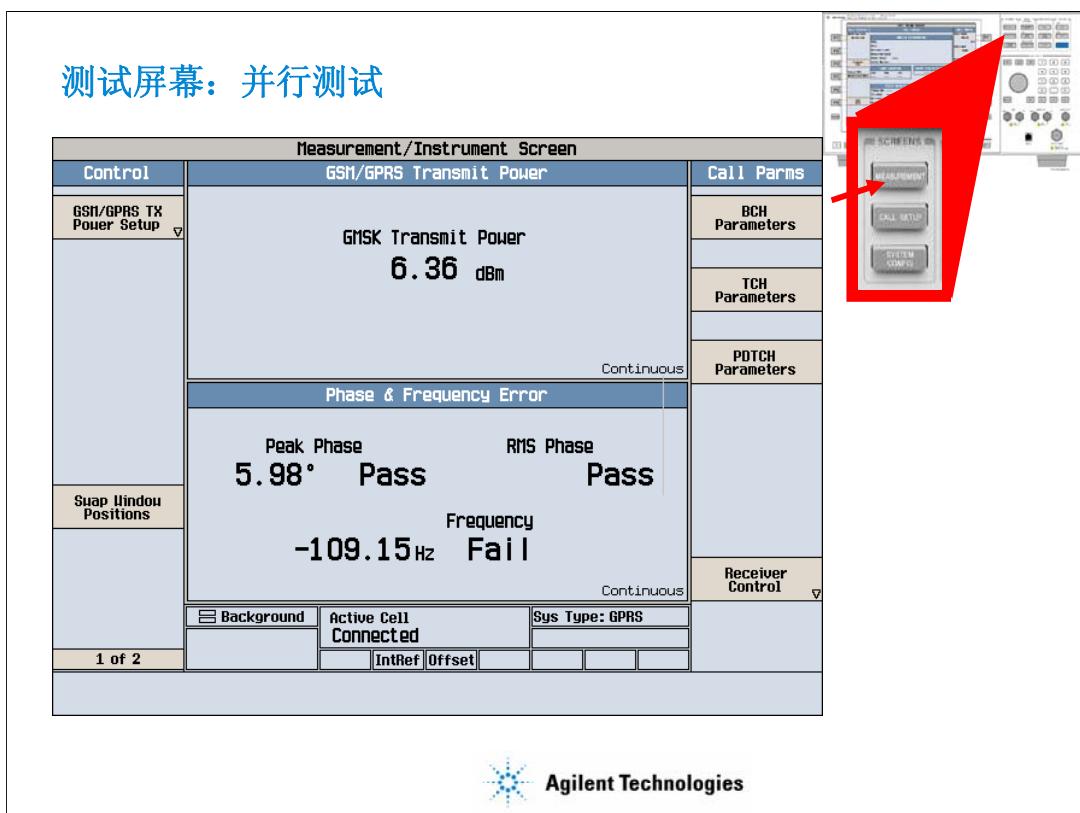
在测试选择菜单里选择“GSM Bit Error”就可以对接收机进行测试，得到比特误码率的结果。上图所示是对接收机进行的灵敏度的测试，在这一项测试里要求将GSM手机的接收机置于小信号的接收环境，即设Cell Power为-102 dBm，在这种状态下要求测试的剩余二类误码率(Residual Type II)小于2%.

GSM 测试：快速比特误码率

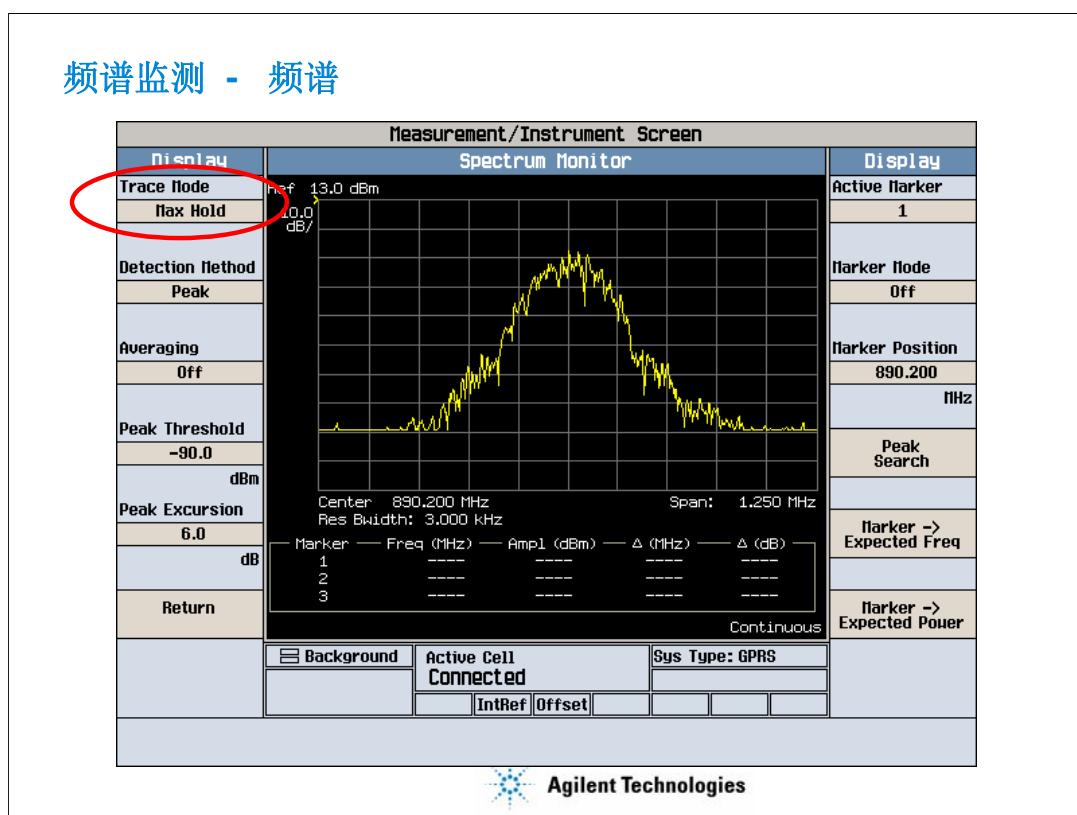


在测试选择菜单里选择“Fast Bit Error”同样可以对接收机进行测试，得到比特误码率的结果。上图所示也是对接收机进行的灵敏度的测试，同样设Cell Power为-102 dBm，要求测试得到的快速比特误码率小于2%.

测试屏幕：并行测试



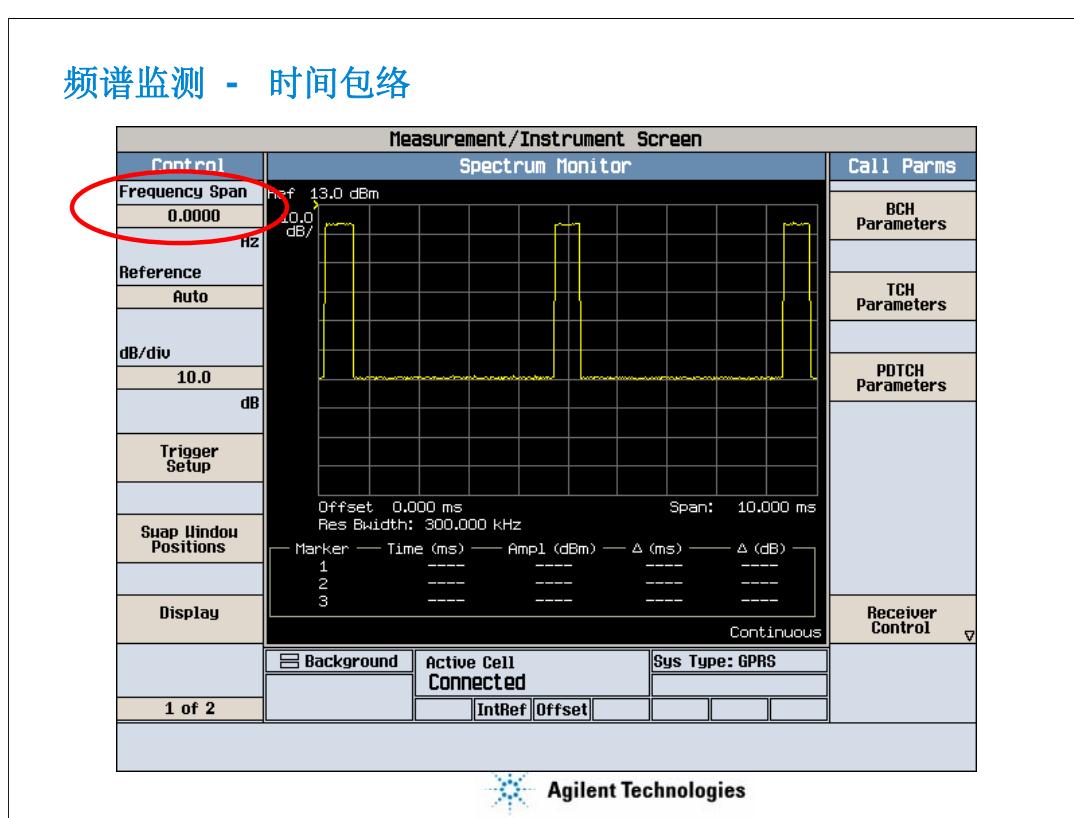
上图所示是并行测试的例子，多项测试同时在E5515C内进行，按MEASUREMENT按键就可以看到测试的结果，屏幕上同时显示了两项测试的结果：上图是发射功率值，下图是相位及频率误差的结果。



按屏幕下方的Instrument Selection按键，可以选择Spectrum Monitor，即频谱监测，上图是对GSM信号的频谱显示。

需要注意的是，由于GSM发送的是时变信号，所以直接显示时会看到不稳定的信号，要得到图示的结果，需要在Trace Mode里选择Max Hold.

频谱监测 - 时间包络



利用频谱监测还可以得到GSM信号的时间包络，如上图所示，可以看到手机每8个时隙发送1个时隙。这是通过将频谱监测的扫宽(Frequency Span)设为0得到的。（在频谱分析仪上，这一项功能叫做零扫宽功能）

需要注意的是，这是对GSM信号的时间包络的显示，不同于示波器的基带时间波形的显示。