

WCDMA 手机研发测试建议书

版本: 1.0

时间: 2004.10

第 1 章 第三代移动通信与 WCDMA 概述	3
1.1 第三代移动通信系统 3G 概述	3
1.2 WCDMA 系统和无线传输技术	5
1.2.1 WCDMA 核心网络	5
1.2.2 WCDMA 无线传输技术 (RTT)	6
1.2.3 WCDMA 最新进展	8
第 2 章 WCDMA 用户设备 (UE) 测试要求	9
2.1 WCDMA 测试挑战	9
2.2 WCDMA UE 测试要求和实现	13
2.2.1 发射功率测试	13
2.2.2 发射频谱测试	15
2.2.3 调制质量测试	16
2.2.4 接收机性能测试 (Receiver Characteristics)	19
2.2.5 接收机解调质量测试 (Performance requirements)	20
第 3 章 WCDMA 手机研发过程以及安捷伦公司测试解决方案	23
3.1 系统设计和仿真阶段以及安捷伦公司测试解决方案	23
3.2 元器件/电路/部件设计和验证阶段以及安捷伦公司测试解决方案	27
3.3 系统集成和联合调试阶段以及安捷伦公司测试解决方案	28
3.3.1 8960 移动台综合测试仪	28
3.3.2 E4438C 数字和模拟信号发生器	30
3.3.3 PSA 系列高性能频谱分析仪	32
3.3.4 89600 系列矢量信号分析仪	35
3.3.5 EPM-P 系列功率计和 E9320 系列探头	36
3.4 预认证和一致性测试阶段	37
第 4 章 安捷伦公司总体解决方案和服务	38
WCDMA 手机研发测试建议书	2

第 1 章 第三代移动通信与 WCDMA 概述

1.1 第三代移动通信系统 3G 概述

3G 又称第三代移动通信系统。与第一代和第二代移动通信系统相比，3G 系统具有更高的系统容量、能提供超过 2Mbps 的数据业务。由于其高速的数据业务能力，3G 的系统 and 终端可以为用户提供无线多媒体业务，如无线收发 email、无线网络浏览、无线文件下载、无线视频点播、可视无线电话等等。

典型的 3G 系统包括 W-CDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 等。它们都采用码分多址（CDMA）技术。其中，W-CDMA 由欧洲电信标准委员会（ETSI）与日本电信标准组织 ARIB 共同提出，是第二代的 GSM 和 PDC 向第三代演进方案。CDMA2000 由美国标准组织 TTA 提出，是 cdmaOne 向第三代演进方案。而 TD-SCDMA 由中国标准组织 CWTS 提出，目前有 TSM 和 LCR 两种版本，是 GSM 向第三代演进方案。

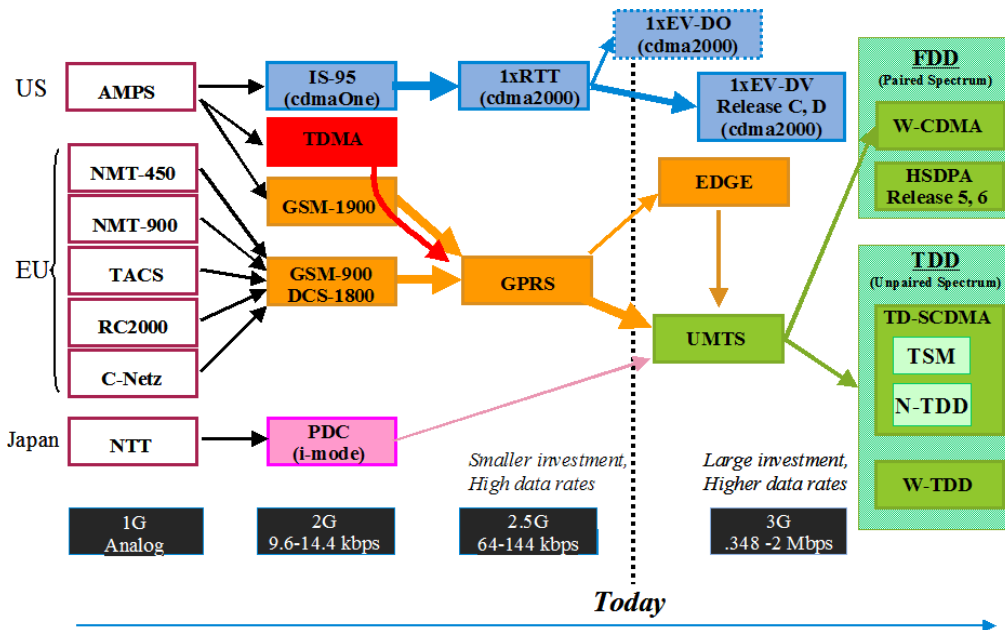


图 1 第三代移动通信系统的演进

W-CDMA 采用直接序列扩频（DS）技术，码速率为 3.84Mcps，正交码采用 OVSF，伪随机扰码采用 Gold 码。为了更好地利用系统容量，在 W-CDMA 系统中定义了不同的信道类型：逻辑信道、传送信道和物理信道，使得不同的业务可以共享相同的物理信道。另外，

采用卷积编码进行纠错；在传送高速数据业务的时候，还采用处理增益比卷积编码更高的 TURBO 编码。另外，在 W-CDMA 系统中，反向信道采用 HPSK 调制，以降低发射信号的峰均比。

CDMA2000 采用直接序列扩频（DS）与多载波（MC）结合的技术，正交码采用 Walsh 码，伪随机扰码采用 m 序列码，分为长码（Long Code）和短码（Short Code）。，在 CDMA2000 中，根据扩频后的码速率不同，分为 SR1 和 SR3 系统，目前商用比较成熟的是 SR1 系统。SR1 系统的码速率与 cdmaOne 一样，为 1.2288Mcps，而且，SR1 还保留了 cdmaOne 的所有信道结构，使得 SR1 和 cdmaOne 可以完全兼容。SR3 的码速率为 3.6864Mcps，前向信号采用多载波 MC-CDMA 技术，反向为直接序列扩频。

为了提高系统容量，在 CDMA2000 系统中采用了很多新的改进技术。比如移动台发射导频信道；采用真正的 QPSK 调制，而在 cdmaOne 中，采用的是两路 BPSK；另外，采用速率更高的卷积编码；在传送高速数据业务的时候，还采用处理增益比卷积编码更高的 TURBO 编码；同时，CDMA2000 前向和反向链路都采用闭环功率控制。由于 CDMA2000 的反向链路包含导频、接入、业务、控制等信道，采用 OQPSK 已经不能有效降低发射信号的峰均比。为了降低反向信道的峰均比，采用了 HPSK 调制方式。

	IMT-DS	IMT-MC	IMT-TC	
技术名称	WCDMA	cdma2000 1X、3X...	UTRA TDD (TD-CDMA)	TD- SCDMA
双工方式	FDD	FDD	TDD	TDD
载频带宽	5MHz	(1.25×n) MHz n=1,3,6...	5MHz	1.6MHz
码片速率	3.84Mcps	(1.2288×n) Mcps	3.84Mcps	1.28Mcps
同步要求	同步/异步	需GPS同步	同步/异步	同步
导频	下行：公共、专 用导频； 上行：专用	下行：公共导频 上行：专用	—	—
信道码	OVSF	Walsh	—	—
扰码	GOLD码	长码、短码(PN)		

图 2 主要 3G 标准的比较

安捷伦科技：3G 的可靠合作伙伴

作为安捷伦科技（Agilent Technologies）的前身，惠普公司早在 1993 年就是 TR45.5 标准委员会的成员，参与 CDMA 标准的制定，而且发明了 RHO 值测试方法。

早在 1992 年惠普公司就着手开发 CDMA 测试产品，并推出世界上第一台 CDMA 测试仪。现在，安捷伦科技又为客户提供 3G 测试的全面解决方案，并在 2000 年推出世界上第一台

WCDMA 手机研发测试建议书

CDMA2000 移动台综合测试仪 E5515T (现 E5515C)。目前, 在 3G 测试方面, E5515C 支持 CDMA2000、W-CDMA 和 CDMA2000 1xEV-DO 移动台的测试。同时, 安捷伦科技的信号源和信号分析仪除了支持以上的制式以外, 还支持 TD-SCDMA 和 CDMA2000 1xEV-DV 的测试功能, 现已经为 3G 研发的用户普遍采用。

安捷伦科技在 CDMA 系统测试领域积累了丰富的经验, 而且愿意将这些宝贵的经验分享给业界的同仁, 帮助它们迅速成长。

1.2 WCDMA 系统和无线传输技术

WCDMA 标准化主要是由区域性的标准化组织 3GPP 负责, 该组织是由欧洲 ETSI 发起, 并由 ETSI (欧洲)、CWTS (中国)、ARIB (日本)、TTC (日本)、TTA (韩国) 和 T1 (美国) 等成员组成的第三代合作组织, 其目标是制定与 GSM/GPRS 相兼容的第三代移动通信标准 WCDMA, 在欧洲又称为 UMTS。目前, GSM 无论在运营商数量还是用户数量上都是排名第一。至 2002 年初, 全球共有 172 个国家的 500 多家运营商使用 GSM 制式, 用户总数超过 7 亿, 占全球市场的 71%。世界上大多数运营商已经明确表示第三代移动通信系统要采用 WCDMA 技术体制, 甚至包括不少原 cdmaOne 的运营商。中国移动也已经基本明确了从 GSM 到 GPRS 再到 WCDMA 并辅以 TD-SCDMA 的演进路线。因此可以预计 WCDMA 将主导全球第三代移动通信系统。

3GPP 制订的第三代移动通信系统标准包括核心网络和无线传输标准, 包括多个版本: R99、R4 和 R5。R99 是目前最成熟、最稳定的版本, 其主要特点是采用基于 GSM/GPRS 的核心网络, 引入新的 WCDMA 和 CDMA TDD 的无线接入网络 RAN。R4 的主要特征是完成了由我国提交的 TD-SCDMA 技术在 3GPP 的标准化, 这对于 TD-SCDMA 来讲, 无疑是重要的一个里程碑。R4 核心网部分主要特点是在电路域将承载与控制分开, 这也是迈向全 IP 的第一步。R5 则是全 IP 的第一个版本, 其核心网部分在结构上将发生较大的变化, 引入 IP 多媒体域。R5 的另一个主要增强是无线接口引入支持下行速率为 10Mbit/s 的 HSDPA 技术。

1.2.1 WCDMA 核心网络

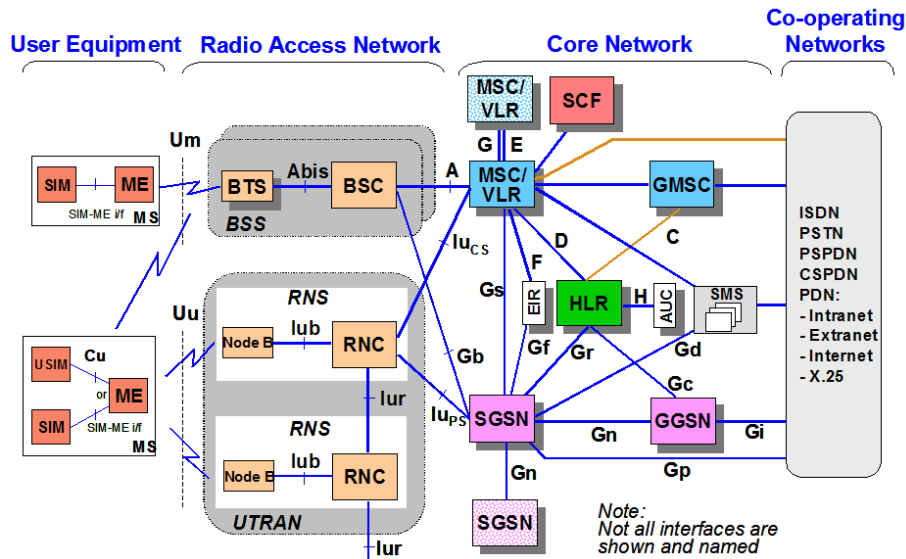


图 3 WCDMA R99 网络结构

从图 1 可以看出，核心网基于 GSM 的电路交换网络（MSC）和分组交换网络（GPRS）平台，以实现第二代向第三代网络的平滑演进。无线接入网（UTRAN）通过新定义的 Iu 接口，与核心网连接。Iu 接口包括支持电路交换业务的 Iu-CS 和支持分组交换的 Iu-PS 两部分，分别实现电路和分组型业务。

无线网络控制器（RNC）用于控制 UTRAN 的无线资源，在逻辑上对应于 GSM 网络中的基站控制器（BSC）。基站（Node B）用于完成空中接口与物理层的相关处理（信道编码、交织、速率匹配、扩频等），同时还完成一些如内环功率控制等的无线资源管理功能，它在逻辑上对应于 GSM 网络中的基站收发信机（BTS）。

1.2.2 WCDMA 无线传输技术（RTT）

WCDMA 是 3G 的主要 RTT 标准，与 IS-95 相比，采用了宽带扩频技术，这样能更好地利用 CDMA 的优点如统计复用、多径分辨和利用等，总体上看 WCDMA 与 IS-95、CDMA 2000 没有本质不同。可以说，WCDMA 的设计思想就是如何在复杂的移动通信环境中更好地发挥 CDMA 的优势，提高系统的性能如系统容量、通信质量和网络覆盖等。

移动通信环境至少包括无线信道和业务两个方面。在移动通信系统中，信号的传播由于移动、散射和衰落将导致复杂的电磁行为，具体表现在信号的时延、频率和角度扩展。时延扩展使得接收端得到多个拷贝的信号，而且这些信号之间并没有很明确的关系，时延扩展将直接导致码间串扰 ISI；频率扩展将导致信号的时间衰落；角度扩展将导致信号的空间衰落。移动通信系统中业务环境也是系统设计需要考虑的重要因素。WCDMA 移动通信系统与 2G 移动通信系统有很大的不同，数据业务将占很大的比重，而且不同的业务具有不同的 QoS，比如占有不同的带宽、具有不同的误码率等，无疑这要求无线资源管理算法能够按需为用户分配资源。业务环境还包括业务的空间分布和时间分布，WCDMA 系统中

存在大量的突发业务，业务的空间分布可能取非均匀分布形式，用户可能在某些区域发起呼叫的可能性较大。尽管 WCDMA 与 IS-95 A 在无线信道上没有太大的差别，但业务环境的复杂性将导致 WCDMA 系统在处理业务时需要更复杂的机制。

WCDMA 是一种直接序列码分多址技术 (DS-SS)，信息被扩展成 3.84MHz 的带宽，然后在 5MHz 的带宽内进行传送。WCDMA 允许每个 5MHz 载波处理从 8Kbps 到 2Mbps 的混合业务。另外在同一信道上即可进行电路交换业务也可以进行分组交换业务，利用在单一终端上进行多个电路和分组交换连接，从而实现真正的多媒体业务。可以支持不同质量要求的业务（例如语音和分组数据）并保证高质量和完美的覆盖。

WCDMA 系统的无线接口协议分为三层：物理层、数据链路层和网络层。数据链路层又进一步分为媒介接入层 (MAC)、无线链路控制层 (RLC)、分组数据会聚协议层 (PDCP) 和广播/多点传送控制层 (BMC)。网络层又分为控制平面和用户平面，其中最重要的功能层被称为无线资源控制层 (RRC)。

WCDMA 无线传输技术主要参数为码片速率：3.84Mchip/s；正交码：OVSF；伪随机扰码：Gold 码；信道编码方式：卷积码、Turbo 码和无信道编码；调制方式：上行 HPSK，下行 QPSK；解调方式：导频辅助的相干解调；功率控制：上下行的闭环功率控制、外环功率控制；同步方式：支持异步和同步方式；发射分集方式：时间切换发射分集 (TSTD)、空间时间发射分集 (STTD) 和闭环发射分集。

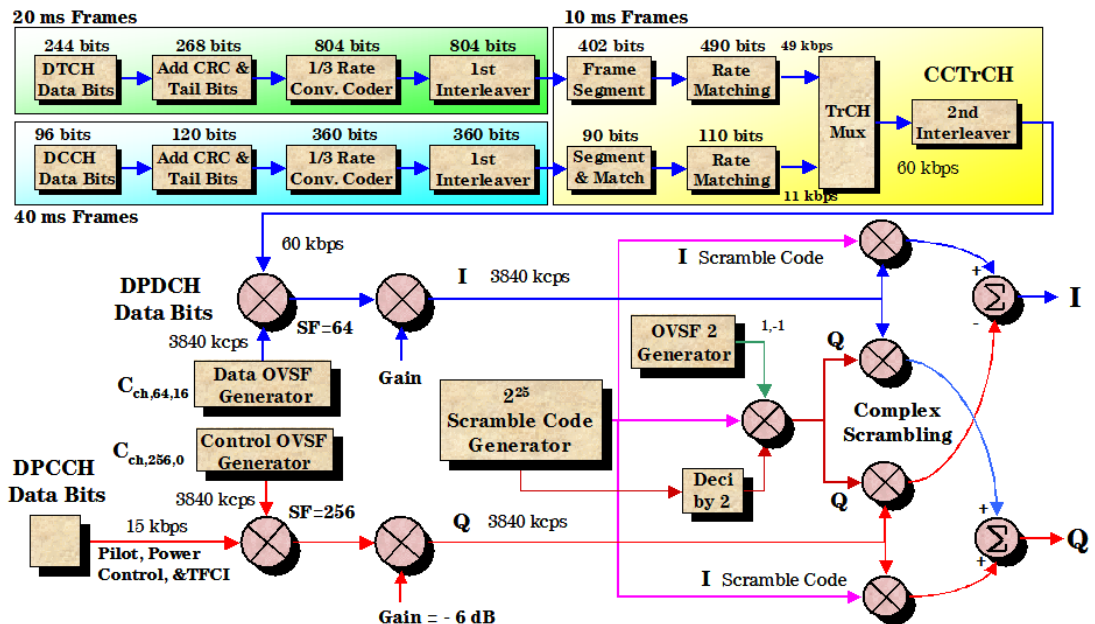


图 4 WCDMA UE 上行业务信道 DPCH 结构

1.2.3 WCDMA 最新进展

1.2.3.1 网络全 IP 化

网络全 IP 化主要是指核心网络和用户端的 IP 化，重点表现在网络结构 IP 化、协议 IP 化和业务 IP 化，承载、控制和业务分离，网络将更加灵活。3GPP 将基于通用分组无线业务（GPRS）向全 IP 网络演进。在 1999 年，由于一些运营商认为 3GPP 向全 IP 的进展会较缓慢，因此联合成立了 3G.IP 小组，以加快全 IP 的无线网络的发展。此后不久，3GPP 成立了一个 ad-hoc 小组，对基于 3G.IP 的全 IP 结构进行研究，并在此基础上提出了 3GPP 全 IP 网络结构。该结构向下兼容以前版本，并可以提供基于 IP 的实时和非实时业务。

1.2.3.2 高速下行分组接入 HSDPA

为了很好地解决 WCDMA 系统覆盖与容量之间的矛盾，消除干扰，提升系统容量，满足用户业务需求，在 WCDMA 的后续发展中产生了许多新技术。其中最值得关注的就是高速下行分组接入（HSDPA）。HSDPA 是 3GPP 在 R5 协议中为了满足上 / 下行数据业务不对称的需求而提出的一种调制解调算法，它可以在不改变已经建设的 WCDMA 网络结构的情况下，把下行数据业务速率提高到 10Mbps。该技术是 WCDMA 网络建设后期提高下行容量和数据业务速率的一种重要技术。

HSDPA 采用的关键技术是自适应调制编码（AMC）和混合自动重复（HARQ）。AMC 根据信道的质量情况，选择最合适的调制和编码方式。HSDPA 技术增加了高速下行共享信道（HS-DSCH），并依靠 HARQ 和 AMC 对信道变化进行适应。不同的用户在时分和码分上共享 HS-DSCH 信道。为了承载下行信令，还增加了共享控制信道（HS-SCCH），与 HS-DSCH 相关的上行采用 DPCCH-HS 信道，承载 HARQ 的 ACK / NACK 信息和信道质量测量指示（CQI）。同时在 NodeB 增加了 MAC-hs 实体，该功能实体包含 HARQ 和 HSDPA 的调度功能以及对 HS-DSCH 的控制功能。

HSDPA 提高下行数据速率的一种方法是采用多天线发射和多天线接收（MIMO）技术。其他技术也对 WCDMA 网络性能的提升提供帮助，比如智能天线 SA 和多用户检测 MUD。前者能显著提高系统的容量和覆盖性能，提高频谱利用率，从而降低运营商成本，后者通过对多个用户信号进行联合检测，从而尽可能地减小多址干扰来达到提高容量或覆盖的目的。

第 2 章 WCDMA 用户设备 (UE) 测试要求

2.1 WCDMA 测试挑战

WCDMA 设备根据空中接口的结构可以分为三层：物理层、数据链路层和网络层。物理层是由射频（中频）和数字基带构成。在发射部分中，数字基带完成 WCDMA 的各种信源编码、信道编码、交织、加密、同步、传送信道变换、物理信道变换、OVSF 扩展、复扰码变换以及调制符号建立和数字调制、基带滤波等一系列过程；射频（中频）完成 A/D 变换、混频、滤波和放大等过程最终产生 WCDMA 信号。接收部分是它的逆过程。数据链路层和网络层实现了对物理层所提供资源的控制，使 WCDMA 设备最终完成通信，这种控制是通过信令层的各种功能来定义的，并通过信令（手机和基站之间的控制命令）来实现。如图所示：

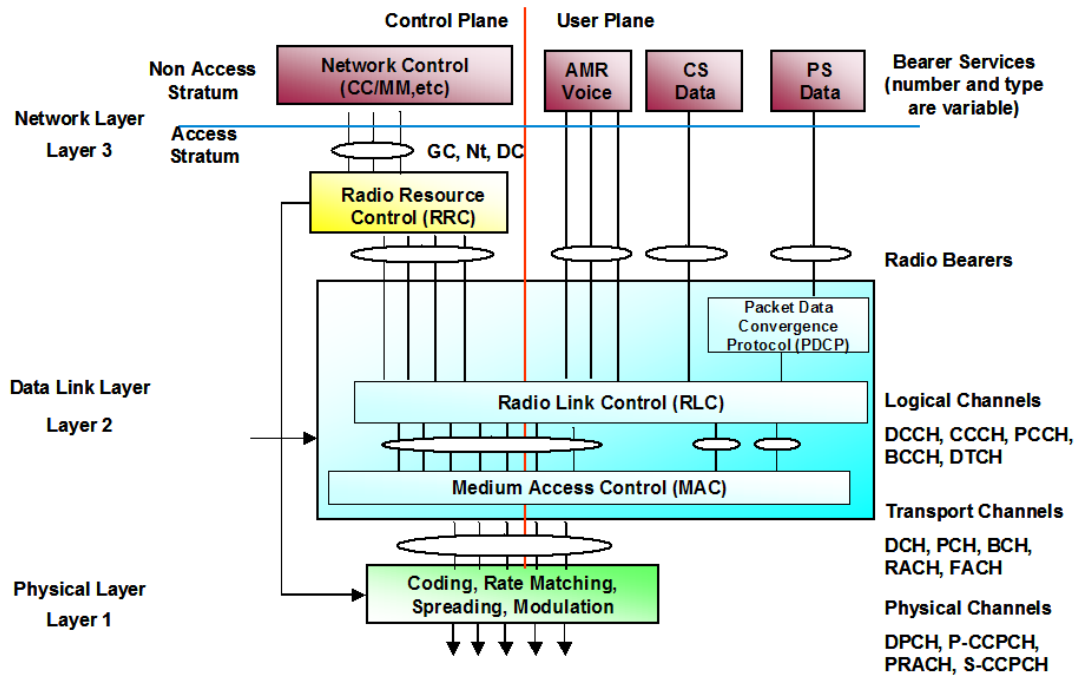


图 5 WCDMA 空中接口

根据上述结构分类，WCDMA 测试可分为射频测试、基带数字测试和信令测试三类。射频测试又分为整机测试和器件（部件）测试。因为 WCDMA 手机和基站最终通过空中接口发射和接收信号，所以整机测试（也称为 Final Test）都是通过射频接口测试发射机和接收机的总体质量。WCDMA 规范 34.121 是针对 WCDMA 手机，称为用户设备（User Equipment），简称 UE 的一致性测试规范，25.141 是针对 WCDMA 基站，也称为节点 B（Node B）的一致性测试规范。这两个规范主要针对整机测试，是衡量 WCDMA 手机和

基站总体质量的最终依据。其中有关发射机和接收机性能的主要测试项目不仅用于整机测试，也大量用于器件（部件）测试。其它有关接收机解调性能以及功能性方面的测试则需要射频和基带（高层协议）联合工作，因此主要用于整机测试。

射频器件和部件（如放大器、混频器、双工器、滤波器等）传统上采用网络分析仪测量带内线性失真，采用频谱分析仪加 CW 信号源测量带外非线性失真，如图所示：



图 6 传统矢量网络分析基于连续波激励

但是针对在 WCDMA 设备中器件的要求与传统设备中器件的要求有很大的区别。WCDMA 信号由于采用直接序列扩频，具有内在的类噪声特性，信号波动剧烈，峰均比远高于传统模拟系统的稳定信号和一般的非扩频数字调制信号，而且波动特性（信号幅度概率分布）与基带编码（码道数量和组合）有直接关系。而传统网络分析仪的激励信号都是 CW 稳定信号，虽然可以反映器件的传统静态指标（如用于器件筛选和维修诊断），但无法反映器件在实际应用过程中通过真实 WCDMA 信号所产生的质量变化。因此现在在 WCDMA 研发过程中大量采用数字信号源产生 WCDMA 调制信号配合矢量信号分析仪测试器件和部件性能，可以看作是新型网络分析的模型。

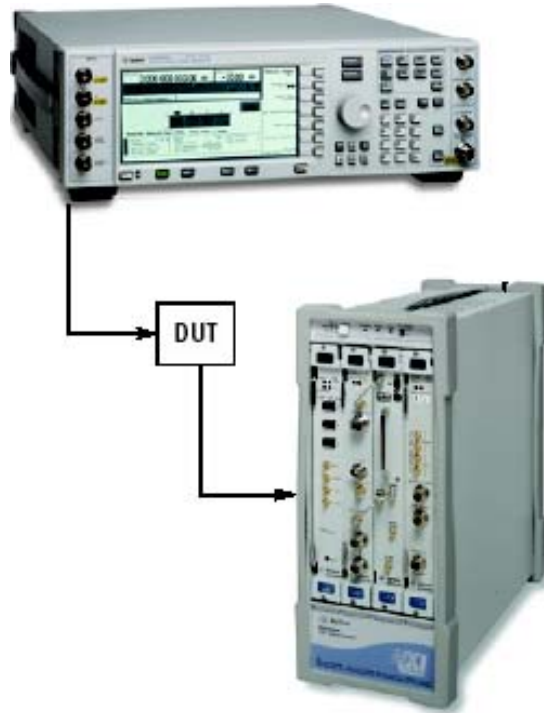


图 7 采用数字信号源和矢量信号分析仪配合的器件分析

基带数字测试是针对 CPU、DSP 和时钟等各种基带控制电路逻辑和性能的测试，主要应用逻辑分析仪和数字存储示波器等。

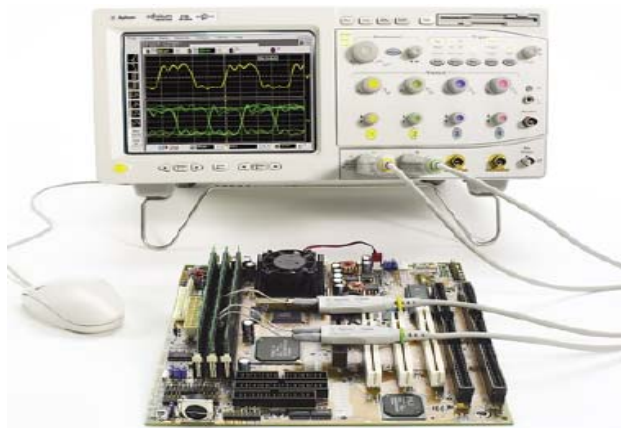


图 8 Agilent 新型 6GHz 数字存储示波器可针对各种数字电路进行测试

信令测试是针对协议层定义和流程的检验，是 WCDMA 研发过程中不可忽视的重要部分。信令测试（包括功能性验证）不仅验证设计软件对于 WCDMA 规范的理解和实现，还是软件测试和设备联调过程中重要的诊断工具。如图所示：

Item	Direction	Timestamp	System Time	Protocol	Message	Transport Channel
10	FarToDown	12:55:52.080000	1340	MAC	CCCH	FAQH
11	FarToDown	12:55:52.090000	1341	RLC	RLC LMD PDU	DOCH
12	FarToDown	12:55:52.090000	1341	MAC	DOCH	FAQH
13	FarToDown	12:55:52.100000	1342	RLC	RLC LMD PDU	DOCH
14	FarToDown	12:55:52.090000	1342	MAC	DOCH	FAQH
15	RevToUp	12:55:52.920000	1424	MAC	DOCH	DOH
16	RevToUp	12:55:52.920000	1424	RLC	RLC AM PDU	DOH
17	RevToUp	12:55:52.960000	1429	MAC	DOCH	DOH
18	RevToUp	12:55:52.960000	1429	RLC	RLC AM PDU	DOH
19	FarToDown	12:55:52.960000	1431	RLC	RLC AM PDU	DOH
20	FarToDown	12:55:52.990000	1441	MAC	DOCH	DOH
21	RevToUp	12:55:53.090000	1441	RRC	RRCConnectionSetupComplete	DOH
22	RevToUp	12:55:53.180000	1448	MAC	DOCH	DOH
23	RevToUp	12:55:53.180000	1448	RLC	RLC AM PDU	DOH
24	RevToUp	12:55:53.200000	1452	MAC	DOCH	DOH
25	RevToUp	12:55:53.200000	1452	RLC	RLC AM PDU	DOH
26	FarToDown	12:55:53.200000	1455	RRC	RRCAMFPU	DOH
27	FarToDown	12:55:53.230000	1455	MAC	DOCH	DOH
28	RevToUp	12:55:53.330000	1465	RRC	InitialDirectTransfer	DOH
29	RevToUp	12:55:53.330000	1465	GMM/SM	GMM-Attach Request	DOH
30	FarToDown	12:55:53.330000	1465	GMM/SM	GMM - Identity Request	DOH
31	FarToDown	12:55:53.330000	1465	RRC	DownlinkDirectTransfer	DOH
32	FarToDown	12:55:53.350000	1467	RLC	RLC AM PDU	DOH
33	FarToDown	12:55:53.350000	1467	MAC	DOCH	DOH
34	RevToUp	12:55:53.520000	1484	MAC	DOCH	DOH
35	RevToUp	12:55:53.520000	1484	RLC	RLC AM PDU	DOH
36	RevToUp	12:55:53.560000	1488	MAC	DOCH	DOH
37	RevToUp	12:55:53.560000	1488	RLC	RLC AM PDU	DOH
38	FarToDown	12:55:53.560000	1491	MAC	DOCH	DOH
39	FarToDown	12:55:53.560000	1491	MAC	DOCH	DOH
40	RevToUp	12:55:53.630000	1501	RRC	UplinkDirectTransfer	DOH
41	RevToUp	12:55:53.630000	1501	GMM/SM	GMM - Identity Response	DOH
42	FarToDown	12:55:53.690000	1501	GMM/SM	GMM - Authentication And Ciphering Req	DOH
43	FarToDown	12:55:53.700000	1502	RRC	DownlinkDirectTransfer	DOH
44	FarToDown	12:55:53.700000	1502	RRC	DownlinkDirectTransfer	DOH

MSB	Bin	LSB	Hex	Description
11011101	0d		0d	System Time=1501(dec)
0000101	05		05	
00000000	00		00	
00000000	00		00	
00001000	04		04	Protocol=GMM/SM
000011000	08		08	Protocol Discriminator=GPRS MM
00001000	08		08	GPRS MM Skip Indicator = Skip Indicator
000101110	16		16	GPRS Mobility Management Message Type=Identity Response
00000111	07		07	Length=7 octet(s)
11001001	48		48	Odd/Even Indicator=Odd number of identity digits
01001001				Type of Identity= IMSI
11001001				IMSI Identity Digits= 4403531787902
00000100	04		04	

图 9 WCDMA UE 信令分析

这两部分将另文阐述，在本文中主要讨论 WCDMA 34.121 和 25.141 规范中的测试要求以及解决方案。

2.2 WCDMA UE 测试要求和实现

34.121 终端一致性指标，无线传输和接收 Terminal conformance specification; Radio transmission and reception (FDD) 是 WCDMA UE (手机) 的测试规范，包括 9 个章节：

- 第 1 章 概述
- 第 2 章 参考文献
- 第 3 章 定义、符号、缩写和公式
- 第 4 章 频段和信道定义 (Frequency bands and channel arrangement)
- 第 5 章 发射机性能 (Transmitter Characteristics)
- 第 6 章 接收机性能 (Receiver Characteristics)
- 第 7 章 接收机解调性能 (Performance requirements)
- 第 8 章 无线资源管理 (RRM) 的支持 (信令和功能测试)
- 第 9 章 HSDPA 性能要求 (Release 5 新增)

其中第 5 章针对发射机测试，第 6 章和第 7 章针对接收机测试。

2.2.1 发射功率测试

发射功率是 WCDMA UE 重要的测试项目，在 34.121 WCDMA UE 测试规范中第五章有多个项目涉及发射功率测试。包括：

5.2 最大发射功率 (Maximum Output Power) 是通过连续上升功率控制命令驱动 UE 发射最大功率电平衡量手机符合相应功率级别的最大发射功率要求；

5.4.1 开环功率控制 (Open Loop Power Control in the Uplink) 衡量 UE 根据接收信号电平和基站控制参数计算的开环发射功率符合规范要求；

5.4.2 闭环功率控制 (Inner Loop Power Control in the Uplink) 测量 UE 根据基站下行功率控制命令 TPC 相应调整发射功率；

5.4.3 最小发射功率 (Minimum Output Power) 是通过连续下降功率控制命令驱动 UE 发射最小功率电平。

5.5 发射功率开关比 (Transmit ON/OFF Power) 是衡量 UE 的接入信道 PRACH 的功率开关特性。

根据测量动态范围不同，发射功率测试分为两种方法：宽带功率测试和信道功率测试。宽带功率测试针对大信号测试，用于最大发射功率测试。由于 WCDMA 信号为类噪声信号，峰均比远高于一般数字调制信号，也就是说，信号波动更为剧烈，应该采用具有热耦特性的高精度功率计测量真平均功率。对于动态功率（开环功率和闭环功率）和最小功率测试要求测量动态范围大，按规范要求应使用带滚降系数为 0.22 根升余弦滤波器的信道功率计。

8960 E6703A 具有两种功率测试方法。针对最大发射功率测试，8960 采用宽带热耦功率计测量 UE 发射功率，精度高达±6.5%；测量速度极快，10ms 帧平均功率测量时间小于 50ms。针对动态功率（开环功率和闭环功率）和最小功率测试，8960 采用信道功率计

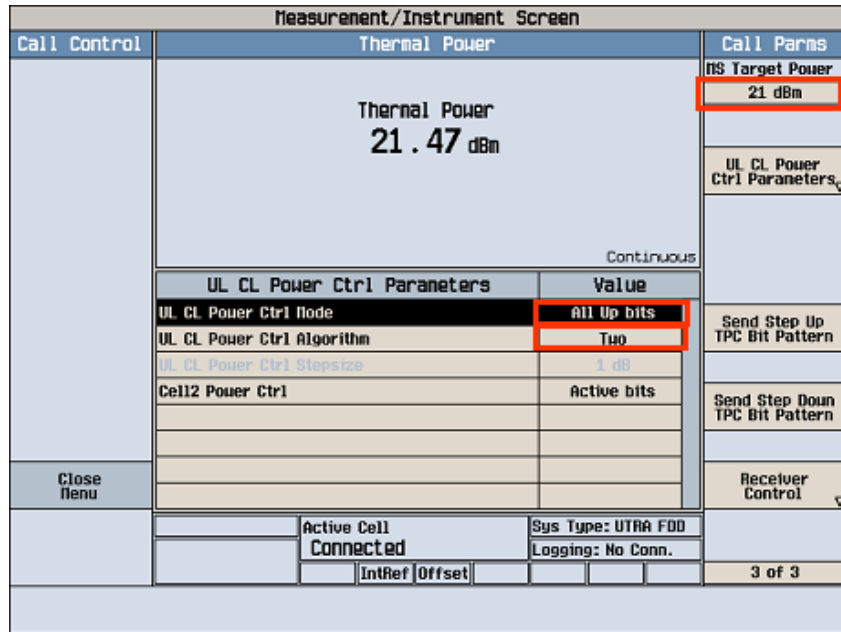


图 10



图 11

图 10 通过 8960 测量 WCDMA UE 最大发射功率,图 11 通过 8960 测量 WCDMA UE 根据特定 C 命令产生的闭环功率控制。8960 不仅显示数字结果用于标准检查,而且具有图形结果用于分析现象和原因。

2.2.2 发射频谱测试

发射频谱测试是 WCDMA UE 重要的测试项目，主要衡量由调制器和射频器件所产生的信道外和频段外的能量泄露和非线性失真。在 34.121 WCDMA UE 测试规范中定义了多个相关的测试项目，包括：

5.8 占用带宽（Occupied Bandwidth，OBW）测量 WCDMA UE 发射信号 99% 的累积功率所占带宽，是针对带内信号的频谱测试；

5.9 频谱杂散模板（Spectrum Emission Mask，SEM）测量偏移载频 2.5MHz~12.75MHz 范围的频谱杂散能量，是针对 WCDMA 频段内的频谱测试；

5.10 邻道泄露功率比（Adjacent Channel Leakage Power Ratio, ACLR）测量 WCDMA UE 发射信号功率相对于偏离载频±5MHz 和±10MHz 的第一和第二邻道泄露功率的比值，是衡量 WCDMA UE 对相邻信道的干扰；

5.11 杂散辐射（Spurious Emissions）测量 9KHz~12.75GHz 范围的频谱杂散能量，是衡量 WCDMA UE 对频段外的频谱干扰。

8960 E6703A 支持规范规定的频段范围包括 IMT2000、GSM/EDGE、DCS、US Cellular、US PCS 等频段，可以直接测量占用带宽，邻道泄露功率比和频谱杂散模板，针对频带要求更宽的杂散辐射测量，可以采用 PSA 系列高性能频谱分析仪进行测量。

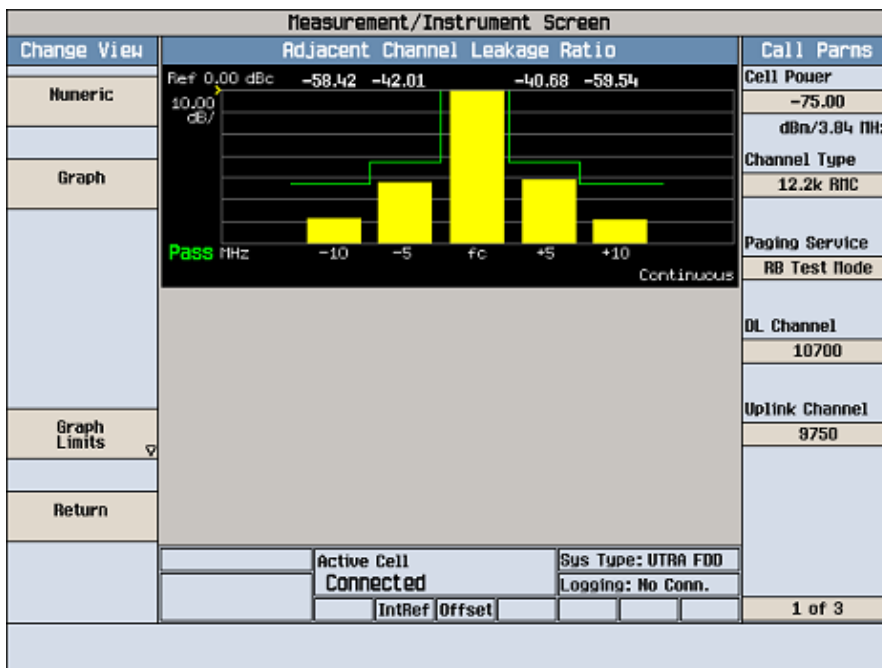


图 12 通过 8960 测量 WCDMA UE 邻道泄露功率比，

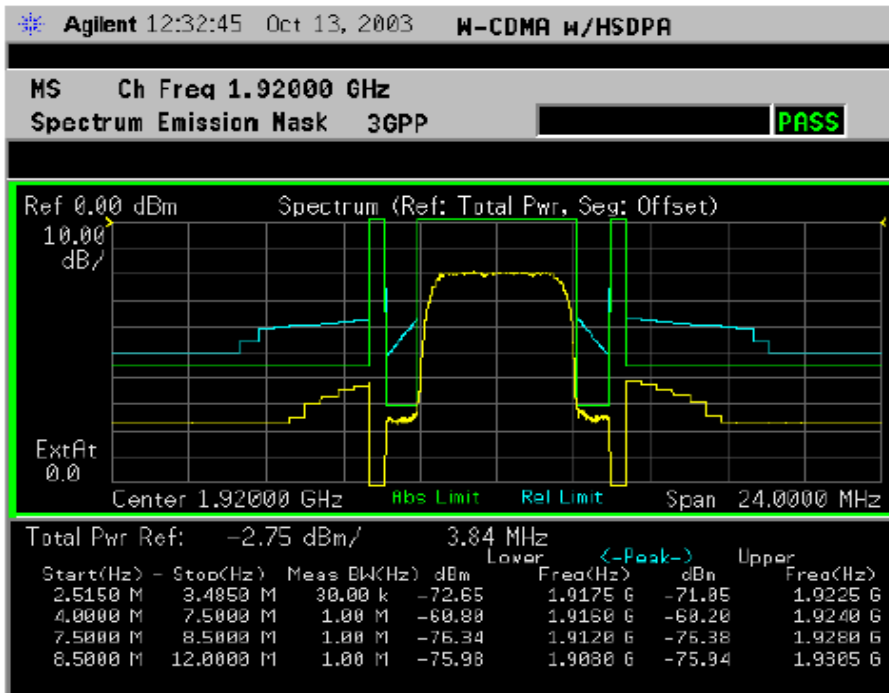


图 13 通过 PSA 测量 WCDMA UE 频谱杂散模板

2.2.3 调制质量测试

调制质量测试是 WCDMA UE 重要的测试项目，主要衡量由调制器产生的调制误差以及射频器件质量对调制信号的影响。WCDMA 采用直接序列扩频方式，信号具有类噪声和自相关特性，一般针对这类信号由两种调制质量测试方法：CDMA2000 采用的波形质量 Rho 和 WCDMA 采用的误差矢量幅度 EVM。这两种指标都是针对码分多址信号的综合指标，反映调制的总体质量。波形质量 Rho 是通过计算相关度的方法衡量整个信号由于调制误差引起的能量损失，即可以用于射频测量，也可以用于基带验证，是码分多址研发中的主要测试项目；误差矢量幅度 EVM 直接通过测量误差矢量反映调制质量，在 34.121 WCDMA UE 测试规范中采用这种方法反映 WCDMA UE 调制质量。由于 EVM 衡量总体调制质量，为进一步分析影响调制质量的因素，还需要测量频率误差和码域误差。在 34.121 WCDMA UE 测试规范中定义了多个调制质量测试项目，包括：

5.3 频率误差 (Frequency Error) 测量 WCDMA 调制信号载波频率与规定频道频率之间的差值；

5.13.1 误差矢量幅度 (Error Vector Magnitude, EVM) 测量实际信号波形与理论参考信号波形之间的矢量差，定义为误差矢量幅度与参考信号幅度比值的 RMS 值；

5.13.2 峰值码域误差 (Peak Code Domain Error) 是 WCDMA 规范定义的码域误差测试项目，是码分多址信号独特的分析方法。码域分析通过 OVSE 解扩可以测量每个码道的有用信号能量，误差信号能量，时间和相位容限。WCDMA 定义的码域误差 (Code Domain Error) 是指被测码道的误差矢量幅度相对于参考信号波形的比值，而峰值码域误差是各个码道码域误差的最大值。

5.13.3 相位不连续度(UE Phase Discontinuity)是 Release5 新增的测试项目, 衡量 WCDMA 信号两个相邻时隙之间的相位差。相位的不连续性会引起频谱再生, 产生过多的频谱杂散。

5.13.4 PRACH 前置码质量 (PRACH Preamble Quality) 是 Release5 新增的测试项目, 衡量 WCDMA UE 上行随机接入信道 PRACH 前置码的调制质量以便基站能够正确解调这个 UE 最重要的控制信道信息。

由于 WCDMA 信号既是数字调制信号, 又是码分多址信号, 具有类噪声特性, 因此调制质量测试必须应用具有解调、解扩和解码过程的参考测量方法, 而一些传统测量方法不能精确测量 WCDMA 信号调制质量。例如频率误差测试如果采用传统的频率计数器 (Frequency Counter) 就会出现频率偏小, 误差很大。由于传统的频率计数器是通过计算信号震荡波形过零点数目的方法测量频率, 对于连续波等稳定信号有很高的测量精度, 但 WCDMA 信号具有类噪声特性, 信号没有稳定的过零点, 因此测量频率的结果会大大偏小。

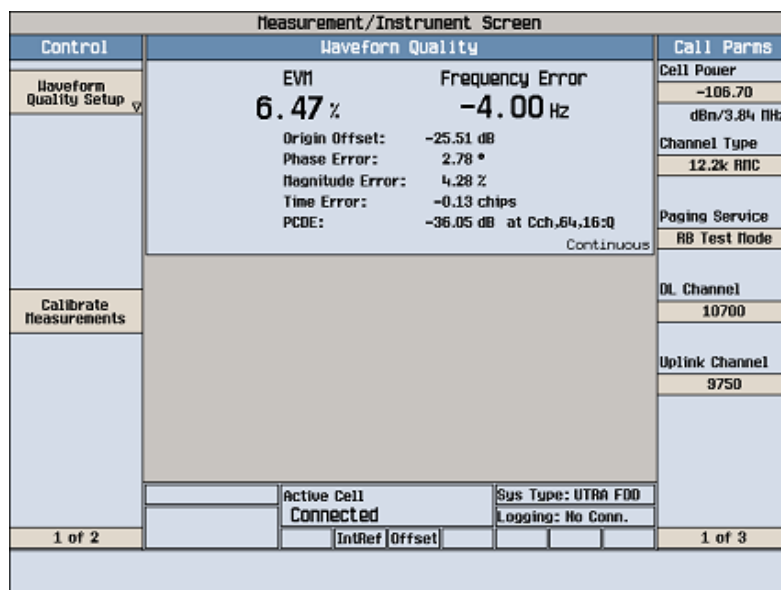


图 14

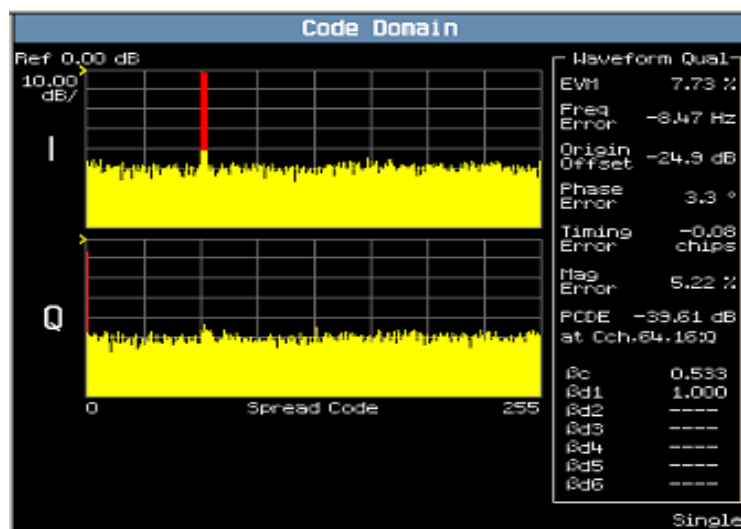


图 15



图 16

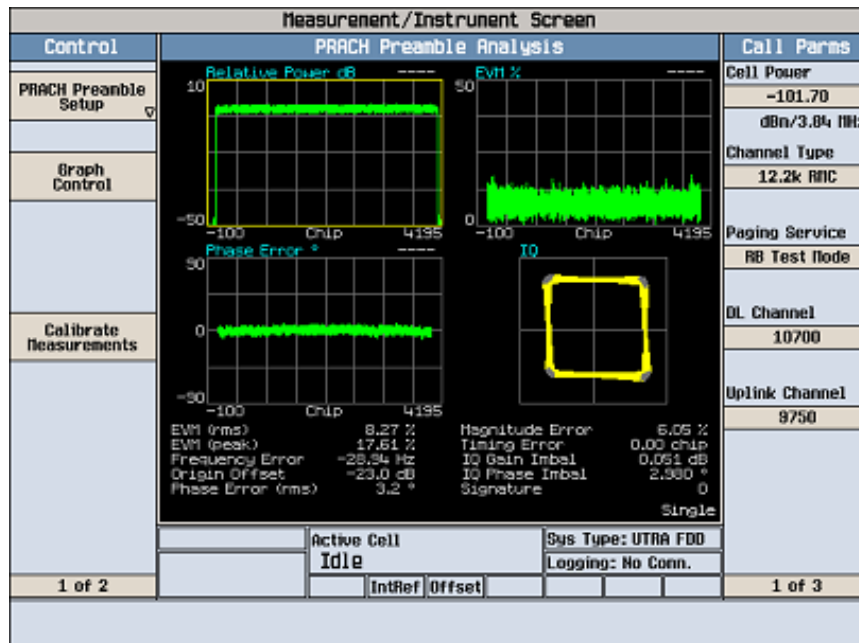


图 17

图 14 通过 8960 测量 WCDMA UE 误差矢量幅度 EVM 和频率误差，图 15 通过 8960 码域分析（Code Domain Analysis）测量 WCDMA UE 峰值码域误差 PCDE，图 16 通过 8960

测量 WCDMA UE 相位不连续度,图 17 通过 8960 测量 WCDMA UE PRACH 前置码质量。

2.2.4 接收机性能测试 (Receiver Characteristics)

接收机性能测试主要针对接收机硬件部分,是衡量在不同接收信号条件下接收机自身所产生的噪声和失真对接收质量的影响,是 WCDMA UE 重要的测试项目。接收机性能测试采用统一的基带参数,即 12.2K 参考测量信道 (RMC),也就是说,接收机性能测试并不需要变换数据信道设置和基带解码算法,而是依靠器件和电路质量保证接收机性能。接收机性能指标是通过数据环回误码率 (Loopback Bit Error Ratio) 来进行衡量的。数据环回方式是 WCDMA 规范 34.109 (Terminal logical test interface; Special conformance testing functions) 中定义用于接收机测试的连接模式,在建立通话的过程中,通过信令控制 UE 进入环回,测量仪器通过比较环回比特计算误码率。在 34.121 WCDMA UE 测试规范中第六章定义了多项接收机性能测试项目,其中 6.2-3 可直接通过 8960 测试,6.4-7 需另加干扰信号源:

6.2 参考灵敏度 (Reference Sensitivity Level) 是测量 UE 在指定误码率 BER 门限之下的最小接收信号电平。参考灵敏度是接收机设计的重要指标,接收机前端器件和模块的噪声系数是影响参考灵敏度的主要因素。同时参考灵敏度电平也是各项接收机性能测试的基本参数设置。

6.3 最大输入电平 (Maximum Input Level) 是测量 UE 在指定误码率 BER 门限之下的最大接收信号电平,也成为可用输入范围或动态范围,是衡量接收机在大信号电平输入条件下产生非线性失真对接收 BER 的影响。

6.4 邻道选择性 (Adjacent Channel Selectivity, ACS) 是衡量在有较强邻道干扰的条件下 WCDMA UE 的接收性能。ITU 定义了超过百兆的 WCDMA 频段,一个 WCDMA 载波带宽为 5MHz,可以通过频分的方法连续使用多个 WCDMA 载波以提高系统容量,因此网络中会出现 WCDMA 载波相邻且电平相差很大的情况。邻道选择性测试是为了保证 WCDMA UE 在未来复杂的网络环境中能够实现需要的接收质量。除了综合测试仪,还需要采用数字信号源产生 WCDMA 调制信号模拟邻道干扰源。

6.5 阻塞特性 (Blocking Characteristics) 是衡量在 WCDMA 频段内或频段外存在强信号干扰的条件下 WCDMA UE 的接收性能。阻塞特性一般用于模拟特定发射机针对 WCDMA UE 的干扰,例如 GSM 发射机。除了综合测试仪,还需要采用数字信号源产生指定调制信号模拟阻塞干扰源。

6.6 杂散响应特性 (Spurious Response) 是衡量在 WCDMA 频段内或频段外存在强信号干扰的条件下 WCDMA UE 的接收性能。杂散响应特性与阻塞特性的区别是它模拟频谱内存在的一般杂散信号,干扰信号形式是单纯的连续波。除了综合测试仪,还需要采用射频信号源产生连续波信号模拟杂散干扰源。

6.7 交调特性 (Intermodulation Characteristics), 准确地说,是交调响应抑制特性 (Intermodulation Response Rejection)。如果接收机输入信号中包含多个信道外强干扰信号,有接收机内部非线性器件产生的三阶交调产物 (一般是能量最大的产物) 会直接落在信道内造成解调干扰。高质量的器件能够极大地抑制交调产物。交调特性测试是接收机测试中配置较复杂的测试项目,除了综合测试仪,还需要采用两个额外的信号源 (一个数字信号源产生 WCDMA 调制信号,另一个射频信号源产生连续波信号) 产生干扰信号。

Control	Loopback BER	Call Parms
Bit Error Setup ▾	<p style="text-align: center;">Bit Error Ratio</p> <p style="text-align: center; font-size: 24pt;">0.43 %</p> <p>Bit Error Count: 43 Missing Blocks: 0 CRC Errors: 0 Loopback Delay: 6 frames</p> <p>10004 / 10000 Continuous</p>	Cell Power
Cell2 Power		-109.00
-105.00		dBm/3.84 MHz
dBm/3.84 MHz		Channel Type
Soft Handoff		12.2k RMC
Off		Paging Service
		RB Test Node

图 18 数据环回误码率测试

2.2.5 接收机解调质量测试 (Performance requirements)

接收机解调质量测试是衡量 WCDMA UE 在噪声、衰落等各种复杂接收条件以及在切换、发射分集等各种工作状态下的解调质量。WCDMA 规范在设计上平衡了手机成本和收发信质量上的矛盾，针对复杂接收条件的信号解调并不是主要依靠硬件质量，而是大量使用基带算法。最基本的例子就是码分多址系统都利用解扩带来的处理增益获得解调信号所需的信噪比，而处理增益是在基带处理中获得的，因此要想真正测试解调性能，必须将射频和基带连接起来，并且在输入信号中加入噪声信号以压缩接收信噪比，才能够真正衡量基带处理增益是否达到要求。

接收机解调质量测试在参数和硬件配置上相对复杂。由于更着重在基带和整机性能，规范要求测试多种参考信道 (RMC) 包括 12.2K、64K、144K 和 384K，并且通过数据块错误率 BLER 来衡量而不是 BER。BLER 也是 WCDMA 规范 34.109 (Terminal logical test interface; Special conformance testing functions) 中定义的用于接收机测试的连接模式。原因主要有两点：1) WCDMA 基带解调更注重数据信道，与语音信道不同的是，数据信道都有差错重传机制，理论上可以通过多次重传修正误码，因此 BER 并不能够直接反映解调性能，而 BLER 直接反映了 RLC 层上对差错重传的要求，更适合测试解调性能；2) WCDMA 的高速率数据信道在实际使用中上下行速率一般是不对称的，而 BER 测试要求对称的数据环回。在硬件方面，除了综合测试仪，还需要各种辅助仪器和附属软件用于产生噪声、衰落等干扰信号。在 34.121 WCDMA UE 测试规范中第七章定义了多项接收机解调质量测试项目，包括：

7.2.1 静态传播条件下 DCH 信道解调质量 (Demodulation in Static Propagation conditions, DCH)。所谓静态传播条件是指单纯加性白高斯噪声 (AWGN) 信道而没有由移动速度引起的快衰落条件。静态传播条件下 DCH 信道解调质量是 WCDMA UE 重要的接收机测试项目，衡量基带处理增益的偏差，规范要求 AWGN 电平高于 DPCH 电平，使接收信噪比被压缩到门限水平，然后测量 BLER。

7.3~5 动态传播条件下 DCH 信道解调质量，包括多径衰落 (Multipath Fading)、运动 (Moving) 和 Birth-Death 等条件。需要使用信道仿真器进行测试。

7.7 软切换条件下 DCH 信道解调质量以及在软切换过程中对不同功率控制比特的处理；

7.9 下行压缩模式下 DCH 信道解调质量 (Downlink Compressed Mode)。压缩模式

(Compressed Mode) 是 WCDMA 系统与 GSM 系统兼容的重要实现方式，通过在下行信号特定帧中提高数据速率形成空闲间隔，使 UE 有时间进行 GSM 载频的搜索和测量，从而实现 WCDMA 到 GSM 的切换。规范的 7.9 是衡量 WCDMA UE 在压缩模式下接收机解调质量没有受到影响。

Measurement/Instrument Screen		
Control	Loopback BLER	Call Params
Block Error Setup	Block Error Ratio 0.00 % Block Error Count: 0 Blocks Tested: 500 Uplink Missing Blocks: 0	Cell Power
Cell2 Power		-61.00
Soft Handoff		dBm/3.94 MHz
Off		Channel Type
Off	500 / 500	12.2k RMC
	Single	Paging Service
		RB Test Mode
		DL Channel
		10700
		Uplink Channel
		9750
	Active Cell	Bus Type: UTRA FDD
	Connected	Looping: No Conn.
1 of 2	[InRef] [Offset]	1 of 3

图 19

SHO / Event Parameters	Value
Cell2 Primary Scrambling Code	127
Cell2 Time Offset	-12 chips
Event 1a State	0n
Event 1a Reporting Range	0 dB
Event 1a Hysteresis	3 dB
Event 1a 'H' Value	0
Event 1b State	0n
Event 1b Reporting Range	0 dB
Event 1b Hysteresis	3 dB
Event 1b 'H' Value	0
Event 1c State	0n
Event 1c Hysteresis	3 dB
Event 1d State	0n
Event 1d Hysteresis	3 dB
Event 1e State	0n
Event 1e Hysteresis	3 dB
Event 1d State	0n
Event 1d Hysteresis	3 dB
Event 1e State	0n
Event 1e Hysteresis	3 dB
Event 1e Threshold (RSCP)	-60 dB
Event 1f State	0n
Event 1f Hysteresis	3 dB
Event 1f Threshold (RSCP)	-80 dB

图 20

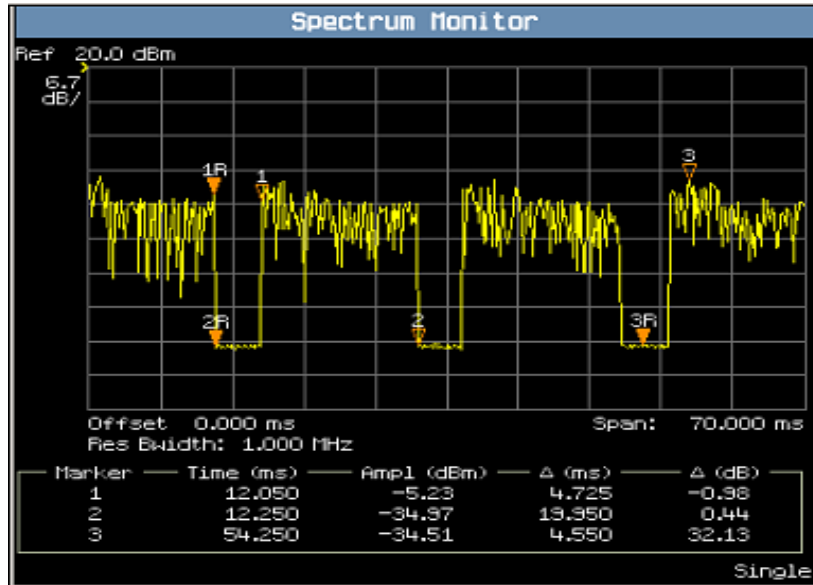
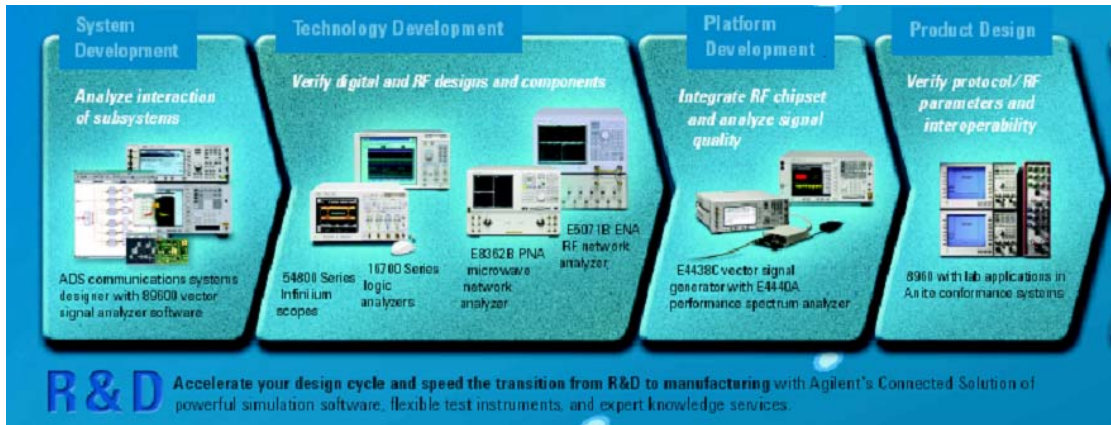


图 21

图 19 通过 8960 测量 WCDMA UE 块错误率 BLER，可以通过设置软切换过程测量手机在软切换状态下的解调质量；图 20 通过 8960 软切换参数设置，可以看到通过 8960 可以设置完整的软切换过程参数；图 21 在压缩模式下通过 8960 测量的 WCDMA UE 发射信号时域包络，通过 8960 可以设置 UE 进入压缩模式，获得 GSM RSSI 报告，还可以测量 UE 在压缩模式下的接收机解调质量 BLER。

第 3 章 WCDMA 手机研发过程以及安捷伦公司测试解决方案



WCDMA 研发一般可分为四个阶段：

- 系统设计 and 仿真阶段
- 元器件/电路/部件设计和验证阶段
- 系统集成和联合调试阶段
- 预认证和一致性测试阶段

根据研发过程中不同阶段的不同特点，需要应用不同的测试解决方案。

3.1 系统设计和仿真阶段以及安捷伦公司测试解决方案

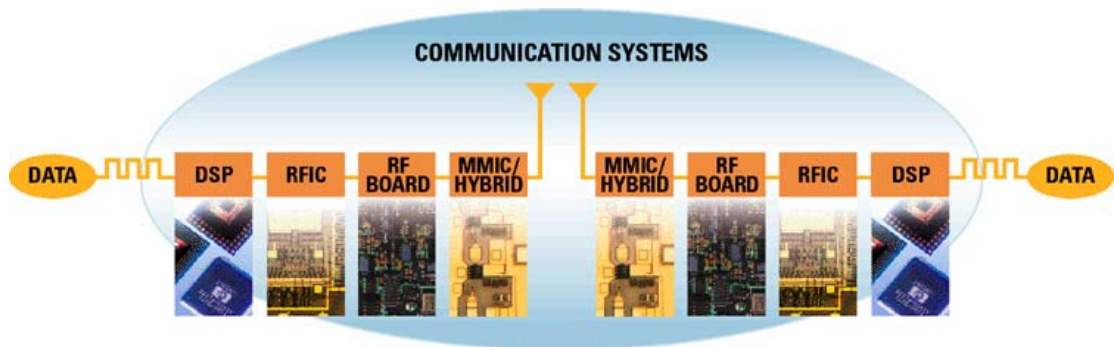
WCDMA 代表移动通信的最新发展，无论是基带算法的复杂度还是射频电路的指标都对系统设计提出更高的要求。WCDMA 基带算法复杂，物理层涉及逻辑信道到传送信道再到物理码道的编解码过程，高层面对多媒体协议，射频部分带宽远大于 2G 系统，码分多址类噪声特性对射频器件要求更高。系统设计涉及算法开发、DSP 设计，数字电路设计，RFIC 设计和射频电路设计等各个方面。系统设计必须通过全面的仿真进行验证。仿真分为计算机仿真和半实物仿真。计算机仿真是系统设计不可缺少的一部分，而半实物仿真把系统设计与关键器件或部件结合起来，是系统设计能够在不断的硬件和软件开发过程中得到优化。

Agilent ADS (Advanced Design System) 是专门针对电子系统、电路设计仿真的 EDA 工具，可以提供目前最为完整的系统及电路计算机和半实物仿真功能，其典型功能应用包含：

- 电子系统全系统模型仿真，用户可以快速地搭建完整的通信系统。同时使用软件提供的测试模块，对发射机的调制性能；接收机的解调算法和性能；以及整个系统在各种

条件下的误码性能进行快速的评价。

- 最完整的无线通信设计库包括 3GPP WCDMA 设计库 (Design Library)，其它还包括 GSM, EDGE, CDMA, CDMA2000, 1xEV0, 1xEvDv, TD-SCDMA, WLAN, DTV 等。WCDMA 设计库中包含了按照相应标准和协议编制的交织, 加扰, 成帧, 扩谱, 调制, 信道模型, 解调, 解扩, 解扰, 去交织等所有规范中涉及到的算法模块。
- 天线及信道传输模型建立(如天线传播, 信号衰落, 多径效应等),
- 中频;射频及微波电路设计仿真,
- RFIC 设计仿真, 与网络分析仪连接使用完成器件的建模;
- 信号调制/解调处理分析;
- 数字信号处理算法实现;
- 子系统级联仿真, 同时加入通信信道的模型, 就可以进行整个通信系统链路的仿真;
- ADS 软件还提供了和其它基带处理和仿真软件的协同仿真能力, 包括 Cadence; HDL; Matlab; TI ISS 等。同时支持用户以 C++代码输入和编译后的用户自定义模块。
- ADS 特有的功能是还可和各种实际测试仪表进行**动态连接**, 将软件仿真的结果和测试仪表的实际测试紧密联系起来, 从而完成半实物仿真工作, 扩展传统 EDA 软件仿真设计的应用领域。



ADS 可以完成各种所需的设计工作, 包括:

- 系统级设计: ADS 的系统级可以使您在行为级分析整个系统的功能。结合自顶向下的设计方法, 您可以很方便地将子系统、子电路的设计包含到系统级设计中。ADS 在高度集成的设计环境中提供广泛的模拟、DSP 和 RF 行为模型。无论设计目标是基带或者模拟/RF 处理还是混合信号的单片系统(SOC, System-On-Chip), ADS 和 3GPP WCDMA 设计库都可以令您快速、精确地设计和验证 WCDMA 系统的实现, 使您迅速地开发 WCDMA 芯片组。
- DSP 设计: ADS 的 DSP 设计使您通过精确仿真来快速开发、验证 DSP 算法。随后的 DSP 综合功能可以在系统级优化您的设计, 并能够很容易地产生 HDL 代码。
- RFIC 设计: ADS 的 RFIC 设计使您能够设计严格符合 3G 规范的低噪声放大器、混频器、振荡器和其它关键性元器件。
- 微波电路设计: ADS 的微波电路设计可以帮助您集成微波电路的图形、仿真和物理设

计。

- RF 电路板设计：ADS 的 RF 电路板设计为您的 RF 设计提供扩展的电路仿真、优化和分析工具。

3GPP WCDMA 设计库是专门根据 WCDMA 标准的物理层所开发的仿真设计库。除了符合规范的完整行为模块集之外，WCDMA 设计库还包括预建的仿真系统和应用范例。例如：

- WCDMA 基站发射机设计
- WCDMA 手机发射机设计
- WCDMA 基站接收机设计
- WCDMA 手机接收机设计
- ACPR、CCDF 和 EVM 测量
- WCDMA 信号源
- 前向链路和反向链路功控
- 各种基带算法模块
- 完整的发射机和接收机设计能力，包括非线性元器件、相位噪声和交调失真等

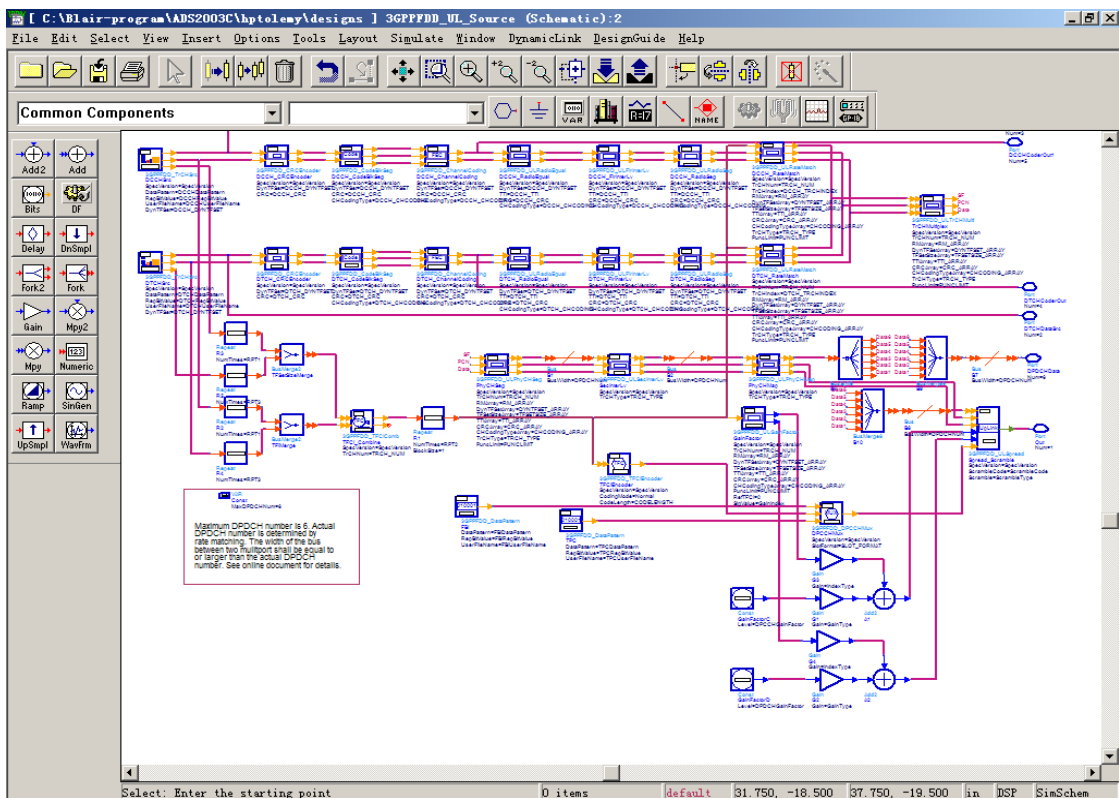


图 22 ADS 中的 WCDMA UE 全编码发射机设计范例

把系统设计和硬件原型紧密地结合在一起，就可以更快、更高效地完成产品设计。ADS 可以很容易地与安捷伦科技的测试仪表相连实现虚拟原型，进行半实物仿真。可以使用安捷

伦科技的 ESG、E4406A、89600 等。其中，ADS 与 E4438C 和 89600 的互连可以大大缩短电路仿真和设计的周期，并且节省研发的成本。充分利用 ADS 和安捷伦科技其它测试设备的强大功能，您就得到了一种全新而高效的，软件设计与硬件原型相交换的研发解决方案。

只需简单地将仪器接口模块放入仿真设计图中，ADS 就可以自动地将仿真所产生的信号下载到安捷伦的测试仪器(例如 ESG)中，或从安捷伦的测试仪器(例如 VSA)中捕获数据。

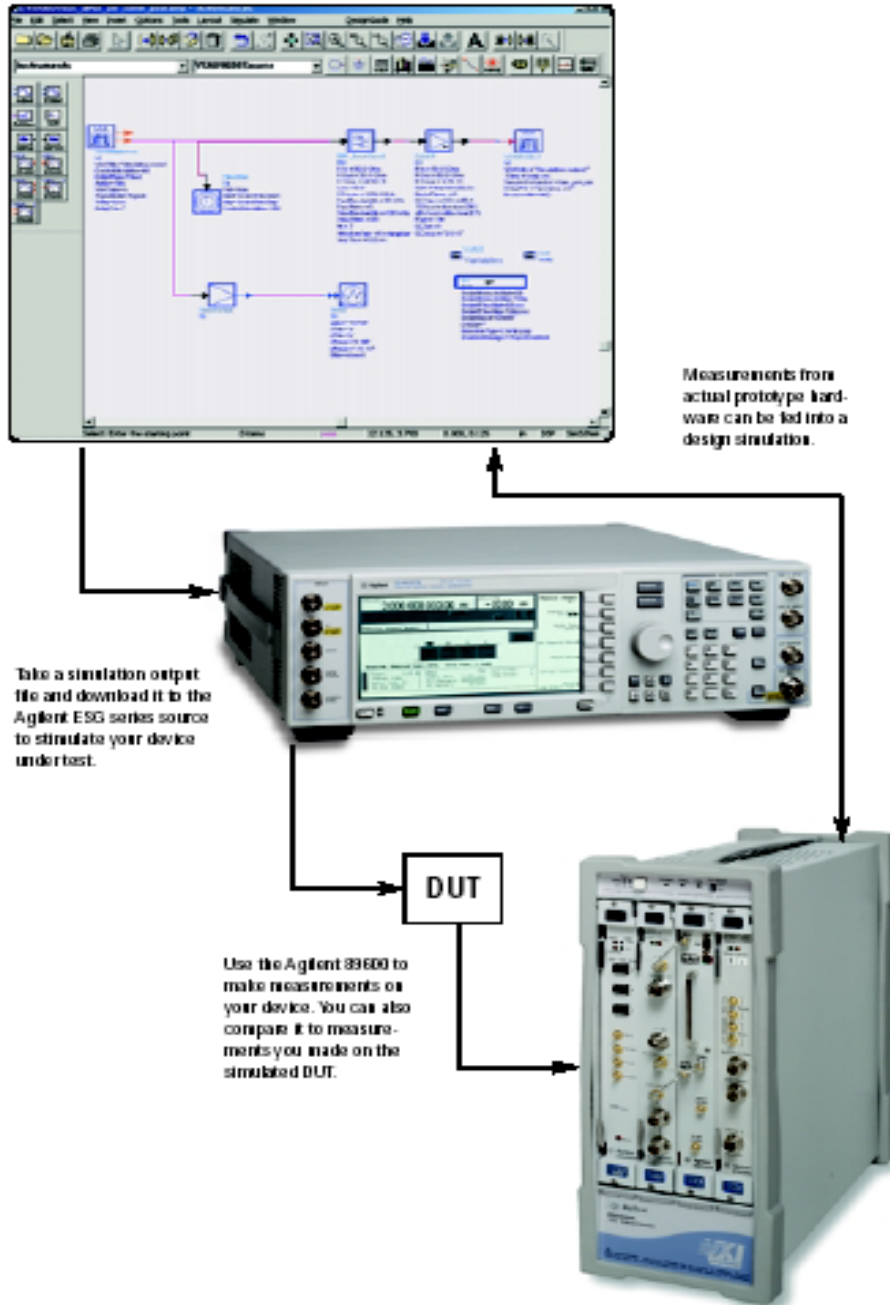


图 23

例如图 23 将 ADS 产生的 WCDMA 数据下载到 ESG 系列信号发生器后，就可以用 ESG 输出的您任意定制的符合 WCDMA 规范的射频信号测试您的放大器或接收机。而此时您的

符合 WCDMA 规范的发射机可能尚在研发中。

Agilent ADS 软件配置

ADS 系统仿真软件环境:	E8851AN
无线通信设计库(选件):	
3GPP W-CDMA 设计库	E8875AN
CDMA 设计库	E8857AN
GSM 设计库	E8859AN
DTV 设计库	E8868AN
TD-SCDMA 设计库	E8873AN
WLAN 设计库	E8874AN
CDMA2000 设计库	E8877AN
CDMA2000 1xEV 设计库	E8878AN

3.2 元器件/电路/部件设计和验证阶段以及安捷伦公司测试解决方案

在经过系统设计和仿真验证之后，就进入元器件选择以及电路和部件设计和验证阶段。即使由完全正确的系统设计，如果要保证最终的产品通过严格的一致性测试，就必须保证基带和射频的器件电路首先符合更严格的要求。在此阶段的测试，既有矢量网络分析仪，频谱分析仪所提供的传统线性和非线性分析（如 S 参数，压缩点，三阶交调等），又有数字信号源和矢量信号分析仪所构成的新型数字调制激励信号的网络分析（如 CCDF，ACP，EVM 等）。这部分另文阐述。



3.3 系统集成和联合调试阶段以及安捷伦公司测试解决方案

系统集成和联合调试是 WCDMA 研发过程中的核心阶段。在这一阶段中要针对发射机和接收机的软硬件进行联合调试，对整机进行关键项目的总体验证，对高层协议进行功能测试和信令分析以及大量的故障诊断和排除。对此，安捷伦可以提供完整的解决方案，包括 8960WCDMA 手机综合测试仪，E4438C 数字信号源，89600 矢量信号分析仪和 PSA 系列高性能频谱分析仪。ADS 软件可用于这一阶段的半实物仿真。

3.3.1 8960 移动台综合测试仪



E5515C 是真正多制式的移动台综合测试仪。它不仅支持 WCDMA 手机测试，还支持 GSM、GPRS、EDGE、AMPS、IS-136、cdmaOne、CDMA2000、CDMA2000 1xEV-DO、等各种制式，囊括了目前世界上商用的所有蜂窝制式移动台的测试。它具有以下特点：

- 真正的多制式。E5515C 可以同时支持以上多种制式的测试。
- 真正的综合测试。E5515C 不仅支持收发信机的测试，而且支持协议分析，内置音频和频谱分析。
- 测试精度高。E5515C 测试功率的精度相当高。测试 GSM、GPRS 时，功率测试精度为 0.29dB；测试 WCDMA、cdmaOne、CDMA2000、CDMA2000 1xEV-DO、时的最大功率时，功率测试精度为 0.13dB。另外，E5515C 内置的 AWGN 噪声源的功率精度完全满足标准的要求。

WCDMA 手机研发测试建议书

- 测试速度快，是目前世界范围手机制造业使用最普遍的仪表。
- 辐射低。E5515C 的 EMI 满足 CISPR-11 标准。
- 漂移小。E5515C 只需要两年一次校准。

8960 移动台综合测试仪支持完善的 WCDMA 射频测试，主要包括：

- 热耦功率计（Thermal Power）测量 WCDMA 平均功率（包括开环功率）
- 信道功率计（Channel Power）测量 WCDMA 信道功率（包括开环功率）
- 邻道功率泄露比（Adjacent Channel Leakage Power Ratio）
- 波形质量（Waveform Quality）
- BER（Loopback mode 1）
- BLER（Loopback mode 2）
- 33K RAW BER
- 频谱杂散模板（Spectrum Emission Mask, SEM）
- 占用带宽（Occupied Bandwidth）
- 码域功率（Code Domain Power）
- I/Q 星座图（I/Q Constellation）
- PRACH 开关功率（PRACH ON/OFF Power）
- PRACH 前置码分析（PRACH Preamble Analysis）
- 相位不连续度（Phase Discontinuity）
- 闭环功率控制（Inner Loop Power Control）
- 动态功率测试（Dynamic Power）
- 频谱分析（Spectrum Analysis）

WCDMA 信道功能包括：

- AMR 语音环回
- Radio Bearer Test Mode 12.2K, 64K, 144K, 384K
- 分组数据信道：64K, 384K
- 电路交换数据信道：14.4K, 57.6K

WCDMA 网络功能包括：

- WCDMA 到 GSM 切换
- 软切换和更软切换（Soft/Softer Handoff）
- 压缩模式（Compressed Mode）
- 物理信道重配置（Physical Channel Reconfiguration）
- 传送信道重配置（Transport Channel Reconfiguration）
- 鉴权和完整性保护（Authentication and Integrity Protection）

WCDMA UE 信令分析

- 实时信令采集（Realtime Protocol Logging）
- 分析信令层从 MAC 到 TCP/IP

- 各种触发和过滤功能 (Trigger and Filter)
- 各种信令数据存储格式
- 简便的 Windows 界面信令分析软件
- 双方向 PING、
- 支持连接各种互联网协议, 包括 HTTP、FTP、WAP
- IP 数据吞吐监视 (Throughput Monitor)

8960 移动台综合测试仪基本配置

E5515C 移动台综合测试仪主机

选件 002 第 2 个射频信号源
003 CDMA 基站模拟器

E6703B WCDMA 研发应用测试选件

E6584A 无线通信协议分析仪

选件 003 WCDMA 信令解码

3.3.2 E4438C 数字和模拟信号发生器



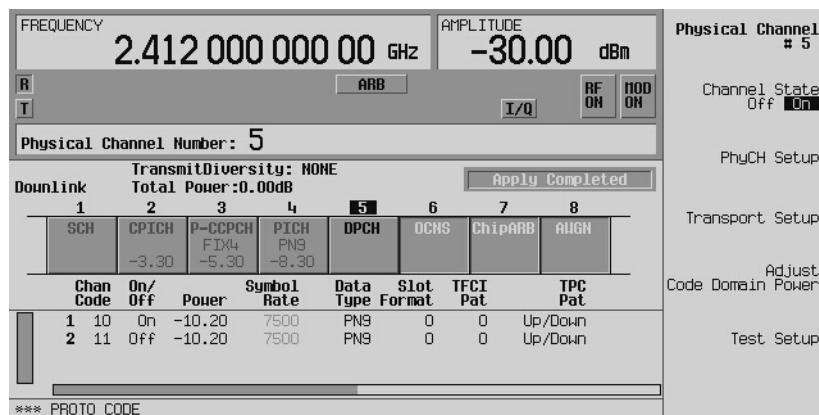
E4438C 信号发生器除具有优良的模拟性能以外, 还提供非常多种的数字调制功能。它们不仅可以产生标准的 W-CDMA、GSM、cdmaOne、CDMA2000、CDMA2000 1xEV-DO、EDGE、NADC、PDC、DECT、PHS、TETRA 信号, 还可以产生用户自定义的调制信号。ESG-D 系列信号发生器具有以下特点: 除具有 ESG-D/DP 系列信号发生器的特性以外, 还具有以下的特点:

- 支持基站和移动台的接收机测试。
- 支持元器件和部件的测试。
- 可以产生多信道、多载波的 CDMA 信号, 用于基站和移动台的系统或元器件、部件测试。通过定义载波和信道的配置, 还可以为某些特殊的需要, 如 CCDF, 专门定义某种测试。

- 极高的输出电平精度和输出电平动态范围。
- 64M 内存和 6GB 硬盘可以存储超长波形数据
- 支持与 ADS 工具之间的接口。

E4438C WCDMA 选件主要特点:

- 支持 WCDMA Release 5 标准信号产生
- 支持完整的传送信道和物理信道编码
- 支持各种 WCDMA 上行和下行信道, 包括 CPICH、P-SCH、S-SCH、CCPCH、PICH、DPCH、OCNS、PRACH 等
- 支持各种参考测量信道 (RMC)
- 两台 E4438C 同步模拟发射分集 TSTD 和 STTD
- 支持压缩模式
- 内置 AWGN 源, 支持 C/N, Ec/No or Eb/No 设定
- 测试模型 Test Model 1-5
- 最大可设置 512 个 DPCH 和 OCNS (任意波模式)
- 最大可设置 16 个 WCDMA 载波 (任意波模式)
- 支持 HSDPA 信号 (16QAM 和 QPSK) 产生
- 支持 AMC 和 HARQ 测试



E4438C 主要性能指标

- 输出频率范围: E4438C: 250kHz~6GHz (1GHz,2GHz,3GHz,4GHz 可选)
- 频率变化步进: 0.001Hz
- 信号扫描方式: Ramp sweep, list sweep, step sweep
- 输出功率范围: -136dBm~ 13dBm (与输出频率有关)
- IQ 调制带宽: 160MHz
- 信号调制方式: 模拟调制: AM; FM; PM; Pulse modulation;
数字调制: BPSK; QPSK; FSK; MSK; 16QAM~256QAM 等
- 支持的信号标准: 2G: GSM/GPRS, EDGE, CDMA, PHS
3G: WCDMA; CDMA2000, TD-SCDMA
WLAN (802.11b;802.11a;802.11g) 等

衰落信号产生: 2 通道, 每通道 48 路径 (可扩展),
 支持 Rayleigh, Rician, Log-normal, Suzuki profiles, Doppler 频移,
 Log-normal 等衰落模型;
 任意波存储器长度: 仪表内部存储器: 64M sample
 Data Streaming 功能: 计算机硬盘空间
 任意波合成 DAC 位数: 16Bits
 输出信号形式: RF; 模拟 I/Q 信号 (差分形式); 数字 IQ 信号 (LVDS,TTL;CMOS 电
 平)
 任意波形编辑工具: MatLab ; ADS 等

E4438C 数字信号源基本配置:

E4438C 射频矢量信号源

- 选件: 506: 6GHz 频率覆盖
- UNJ: 高性能相噪指标
- 602: 64M 内部调制源任意波发生器
- 400: WCDMA 信号合成
- 418: HSDPA 信号合成
- 005: 6GB 硬盘
- N5110A: Data Streaming 通道功能
- N5115A: 多径衰落仿真功能
- N5102A: 数字 IQ 输出功能

3.3.3 PSA 系列高性能频谱分析仪



Agilent E4440A 是 Agilent 公司高性能频谱分析仪。该频谱分析仪是第一台采用全数字中频处理技术的高性能频谱分析仪,测试精度、动态范围和测试速度都代表当今频谱仪的最高水平。下表为 PSA 主要指标

指标项目	指标内容
DANL (灵敏度)	-155dBm (加前置放大器: -166dBm 到 -169dBm)
TOI	+17dBm
相位噪声	-114dBc/Hz (偏置 10kHz) -157dBc/Hz (偏置 10MHz)
功率测试精度	0.24dB (<3GHz, 95%RSS)
分辨率带宽	1Hz ~ 8MHz, 共 160 个设置
衰减器步长	2dB
测试能力	GSM,、EDGE,、cdmaOne、 CDMA2000、CDMA2000 1xEV-DO、W-CDMA、NADC、 PDC、噪声系数、相噪等
输入输出连接特性	GPIB, LAN, 软驱等

如上表所示, PSA 同时还是一个多制式的发射机测试仪。它能够完成多种制式发射机的测试, 包括 W-CDMA 以及 GSM、cdmaOne、CDMA2000、CDMA2000 1xEV-DO、EDGE、NADC、PDC 的基站和移动台的测试。另外, PSA 还提供噪声系数 (NF) 和相位噪声的测试。

PSA 还可以用作一个下变频器。它提供一个 321.4MHz 和一个 70MHz (选件 H70) 的中频输出。输入的频率根据 PSA 型号的不同, 可以高达 50GHz (E4448A)。

PSA 按照覆盖的频段不同, 分为不同的型号:

E4443A: 3Hz ---- 6.7GHz

E4445A: 3Hz ---- 13.2GHz

E4440A: 3Hz ---- 26.5GHz

E4446A: 3Hz ---- 44GHz

E4448A: 3Hz ---- 50GHz

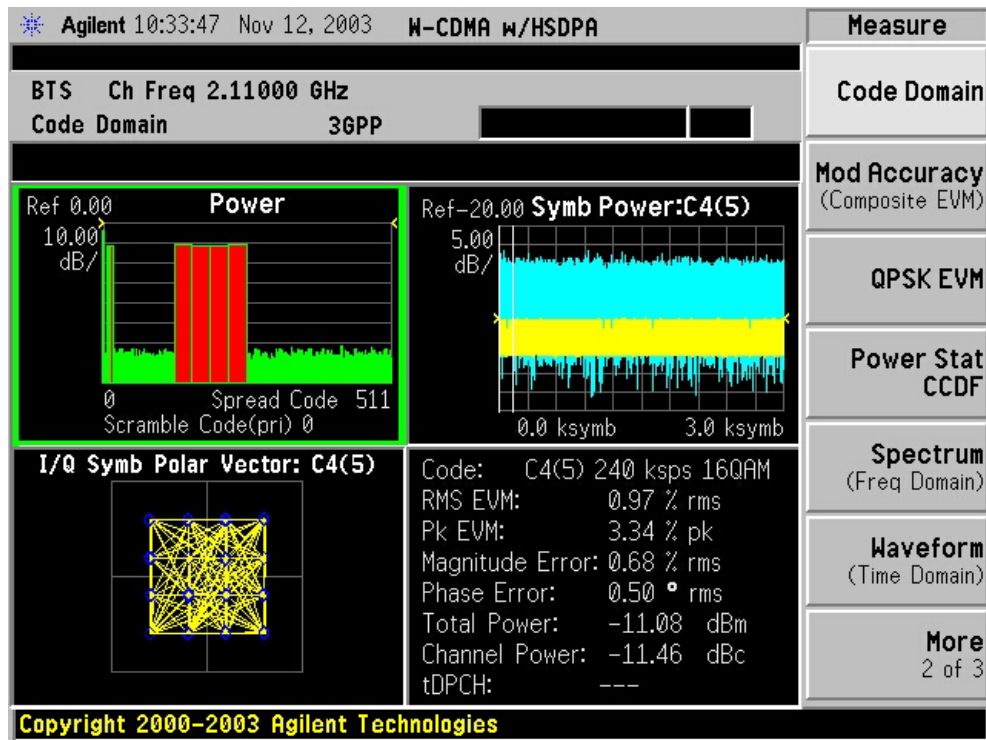
PSA 系列频谱分析仪 WCDMA 测量功能 (选件 BAF)

- 信道功率
- 邻道功率泄露比
- 交调
- 多载波功率
- 频谱杂散模板
- 占用带宽

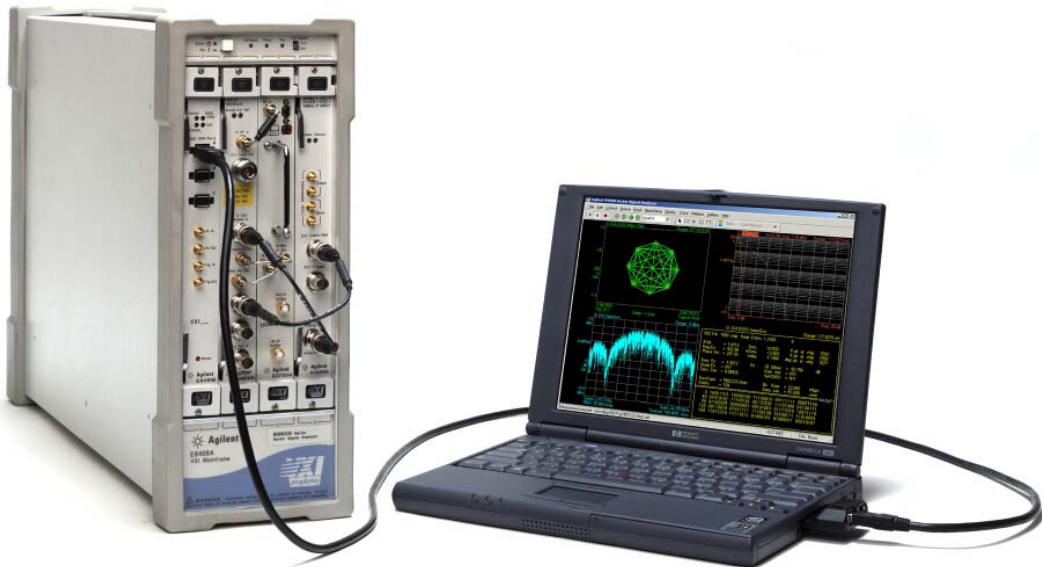
- 码域分析
- 调制精度（复合 EVM）
- QPSK EVM
- 功率分布（CCDF）
- 功率对时间关系

HSDPA 测量功能（选件 211）

- 调制精度和码域分析
- 支持测试模型 Test Model 5
- 16QAM 和 QPSK 自动检测
- 支持自适应调制
- HS-DPCCH 功率 β
- 二进制或 16 进制解调数据显示



3.3.4 89600 系列矢量信号分析仪



89600 是一个功能强大的矢量信号分析仪系列。它们由运行在 Windows2000 和 Windows XP 上的矢量信号分析软件和射频以及 A/D 前端组成，可以连接包括 VXI 结构的射频和 A/D 模块，PSA 系列频谱分析仪，ESA 系列频谱分析仪，Infinium 数字存储示波器等多种仪表，配置极为灵活，其频率范围可达 26.5GHz，分析带宽可达 80MHz，具有各种灵活解调测量能力和强大的矢量分析手段，支持各种 2G，2.5G 和 3G 制式，是 WCDMA 研发中重要的分析和诊断工具。

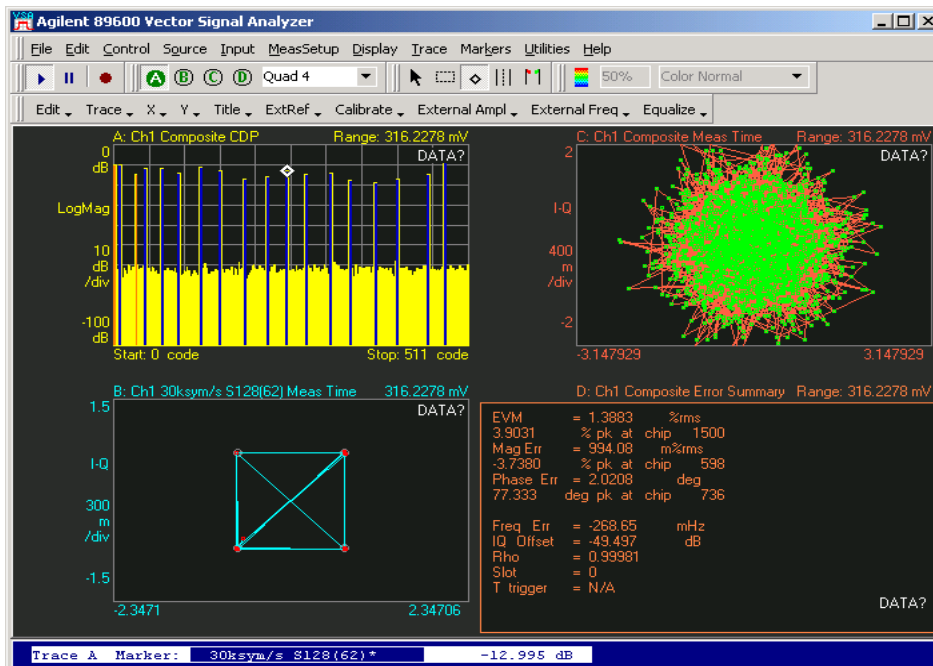
作为分析仪表，89600 矢量信号分析仪可以针对被测信号的频域，时域和解调域进行全面分析。在解调分析中，89600 可以完成对模拟调制信号，数字调制信号及各种标准信号的解调分析。其典型应用包含以下三个方面：

1. 显示被测信号的完整参数信息

- 模拟调制信号： AM ; FM; PM
- 解调处理输出结果： 基带调制信号波形，基带调制信号频谱；AM 调制指数；FM/PM 信号频偏 / 相偏，基带调制信号频率等参数。
- 数字调制信号： BPSK~256QAM,W-CDMA-CDMA2000,TD-SCDMA,OFDM
- 解调处理输出结果： 信号的 I/Q 波形；矢量图；星座图；I/Q 眼图，相位/时间关系，幅度/时间关系等。

2. 定量分析被测信号的调制精度
 - 数字调制信号 EVM；相位误差；载波频率误差；幅度误差；
 - 载波泄漏；SNR；I/Q 相位正交偏差；I/Q 幅度不平衡等。

3. 对信号质量恶化的具体原因进行判断和定位
 - 例如 RF 电路的本振相位噪声；
 - 频道内单频干扰；
 - 放大器压缩；
 - 基带电路的 DAC 误差；
 - 时钟频率误差；
 - 滤波器频响等问题。



3.3.5 EPM-P 系列功率计和 E9320 系列探头



EPM-P 系列功率计是新型的功率计，它突破了传统功率计的测试功能，可以同时进行峰值功率、平均功率和峰均比（PAR）的测试。它特别适合测试无线通信中的类噪声信号的功率，如 WCDMA、CDMA2000、WLAN 等。同时，它也具备门控功能，适合测试脉冲信号的功率，如 GSM、EDGE、Bluetooth 等信号。

EPM-P 系列功率根据通道数的多少，分为以下两个型号：

E4416A：单通道

E4417A：双通道

为了测试 PAR，EPM-P 系列的功率计需要使用 E9320 系列的探头。根据输入信号频率和带宽的不同，又不同的型号：

E9321A：输入信号频率范围 50MHz ---- 6GHz，带宽 300kHz

E9322A：输入信号频率范围 50MHz ---- 6GHz，带宽 1.5MHz

E9323A：输入信号频率范围 50MHz ---- 6GHz，带宽 5MHz

E9325A：输入信号频率范围 50MHz ---- 18GHz，带宽 300kHz

E9326A：输入信号频率范围 50MHz ---- 18GHz，带宽 1.5MHz

E9327A：输入信号频率范围 50MHz ---- 18GHz，带宽 5MHz

3.4 预认证和一致性测试阶段

当产品主要软硬件联调完成最终形成样机后，就进入预认证测试阶段。预认证测试主要依据 34.121 和 25.141 测试标准将相关仪器集成并使用软件实现规范中所有测试例。安捷伦公司具有多年系统集成和测试软件开发经验，可以为用户提供 WCDMA 测试系统开发的全方位服务。



第 4 章 安捷伦公司总体解决方案和服务

安捷伦公司是您获得成功的伙伴。我们的方案致力于为您提供设备整个生命期内的总体解决方案。在通信技术和测试领域，我们有数十年的丰富经验，始终保持着领先地位，能为您提供硬件、软件、咨询、培训和技术支持。

专业的咨询服务 能帮助您选择正确的产品解决方案 —— 不管是独立的仪器，集成的测试平台，还是专用系统，都能帮助您更快地实现从研发到面市。

发货、安装和验收服务 能帮助您进行现场准备、接收检验、设备运行验证，快速而高效地把您的解决方案融入实际应用。

教育产品 能为您各种技术等级的员工提供帮助。课程从 RF 通信原理到特定产品的操作、应用和维修培训。培训可在您的工作现场，或在安捷伦地区培训点进行。如果标准培训教程不能满足您的要求，我们还能提供专门的培训，以满足您的特殊要求。

安捷伦科技有限公司的宗旨是使您从产品中得到最大的价值，而把您的风险和问题减到最小。我们保证您能得到与付出相符的测试和测量能力，以及您所需要的支持。我们的支持资源和服务能帮助您根据应用需要选择正确的安捷伦公司产品，并成功地使用这些产品。我们所销售的每一台仪器和系统都具有全球范围的保修，并在该产品停产后至少继续保证 5 年的支持。安捷伦公司的支持政策可概括为两个概念：“我们的承诺”和“您的收益”。

我们的承诺

我们的承诺意味着您的安捷伦公司测试和测量设备将符合广告所宣称的性能指标和功能特性。在您选择新设备时，我们将向您提供产品信息，包括实际达到的性能指标和有经验测试工程师提供的推荐指标。在您使用安捷伦公司设备时，我们能验证这些设备工作正常，帮助您使用产品，以及对特定功能的基本测量帮助，并且不另外收费。此外还有许多适用的自我帮助工具。

您的收益

您的收益意味着安捷伦公司可提供额外的专家测试和测量服务，您可根据自己的技术或商务需要订购。通过签订合同高效解决问题，提高您的竞争能力。这些服务包括校准、需另收费的升级、保修期外的维修、用户现场培训以及设计、系统集成、项目管理和其它专门的工程服务。安捷伦公司遍及全球的经验丰富的工程师和技术人员能帮助您获得最大效率、从安捷伦公司仪器和系统得到最好的投资回报，并在产品的整个生命期得到可信赖的测量精度。

要了解安捷伦公司 3G 测试解决方案更详细的情况，请访问：

<http://www.agilent.com/find/3g>

