

# 1xEV-DO 移动终端测试要求及方法

安捷伦科技 移动宽带事业部

## 摘要

本文介绍了 1xEV-DO 技术的历史背景及发展,对 1xEV-DO 移动终端研发、生产测试的内容以及相关标准进行了具体描述,并对目前业内使用的两种生产测试方法进行了比较和分析。

**关键字:** 1xEV-DO , Rel 0 , Rel A , TAP , ETAP , 非信令方式, FTM

## 1. 1xEV-DO 技术的产生及发展

### 1.1 1xEV-DO 技术的发展和演变

如图 1.1 所示,1xEV-DO 技术源自 CDMA2000。在 20 世纪末,随着无线技术和互联网技术的高速发展,对高速无线数据服务的需求日益紧迫。为了在现有的无线资源上满足高速数据业务的需要,3GPP2 CDMA 技术标准组(TSG-C)在 2000 年底批准了第一阶段的 1xEV-DO 标准--1xEV-DO Rel 0。

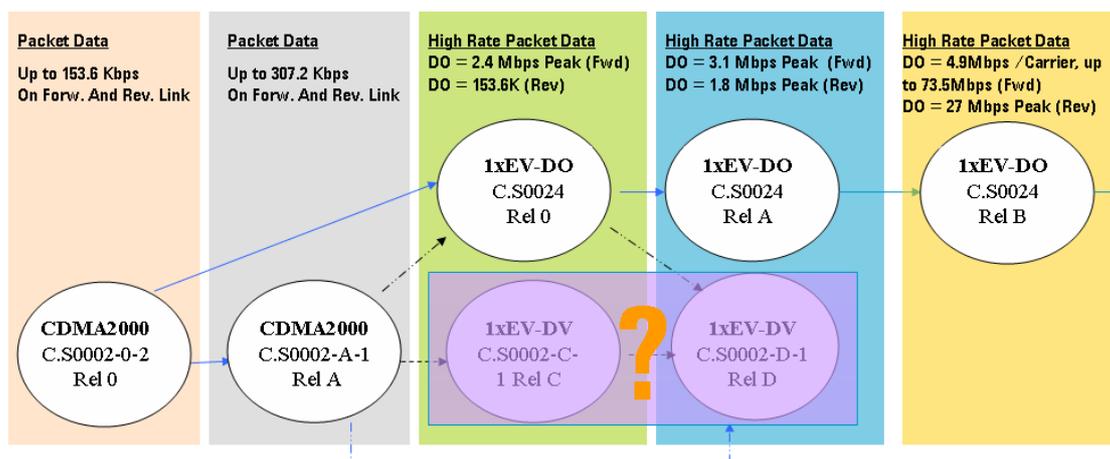


图 1.1 1xEVDO 技术的发展和演变

1xEV-DO Rel 0 的标准颁布以后,由于它可以支持最高 2.4Mbps 的数据下载速度,在北美、日本和韩国的许多运营商和移动终端厂家很快推出了相应的产品和服务,1xEV-DO 技术和设备得到了广泛的商业应用。而曾经被认可的既可以支持数据业务,又可以支持话音业务的 1xEV-DV 技术却因为错过了市场进入时机的而被普遍放弃。

2004年3月, 3GPP2发布了1xEV-DO标准更新, 即1xEV-DO Rel A, 在此版本中, 强调实时性业务和低时延业务的处理, 实现了基于流(Flow)的QoS, 并为高速对称业务的实现空中接口前/反向上都进行了增强。通过引入新的技术, 使得前向链路支持的峰值速率达到3.1Mbps, 反向链路支持的峰值速率达到1.8Mbps。

2006年12月, 美国Sprint率先开通了DO Rel A的网络商用, 日本的KDDI紧随其后。到目前为止, 全球共有三个DO Rel A的商用网络, 六个实验网。而从Sprint的商用网来看, DO Rel A的技术相当成熟, 可以提供高质量的数据业务, 平均上行数据应用速率300-400kbps, 而平均下行速率为450-800kbps, 用户终于可以实现高速率可视电话, 歌曲点播, 视频消息以及大文件上载等等业务。

2007年4月, Qualcomm宣布, 将在年内推出1xEV-DO Rel B产品。1xEV-DO Rel B采用多载频复用的技术, 每个载频可支持4.9Mbps的数据速率, 利用20MHz的载频, 前向支持的最高速率可以达到73.5Mbps, 反向最高可以达到27Mbps。

## 1.2 CDMA2000 与 1xEV-DO 的主要区别和联系

**CDMA2000 与 1xEV-DO 的相同点:**

- 采用相同的扩频方式: 1.2288Mcps 码片速率
- 相同的 RF 带宽: 1.25MHz
- 采用相同的频段和频道号 (不能互相重叠同时使用)

**CDMA2000 与 1xEV-DO 的主要不同点:**

项目	CDMA2000 Rel 0	1xEV-DO Rel 0	1xEV-DO Rel A
标准	C.S0002 Rel0	C.S0024 Rel 0	C.S0024 Rel A
前向最高数据速率	153.6kbps	2.4Mbps	3.1Mbps
反向最高数据速率	153.6kbps	153.6kbps	1.8Mbps
对话音的支持	支持	不支持	不支持
前向调制方式	QPSK	QPSK, 8PSK, 16QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM
反向调制方式	QPSK	QPSK	QPSK, 8PSK, 16QAM
帧长度	20ms	26.667ms	26.667ms

## 2. 1xEV-DO 移动终端设备的测试要求

### 2.1 1xEV-DO 测试协议

3GPP2 在 C.S0029 “Test Application Specification (TAS) for High Rate Packet Data Air Interface” 中对测试协议有明确的定义, 被称为测试应用协议 TAP, 对于 1xEV-DO Rel A, 称为 ETAP。它分为前向 FTAP/ETAP 和反向 RTAP/ETAP。所有的 DO 终端都被 3GPP2 要求支持这种应用协议。

FTAP/EFTAP 定义了控制前向信道的信息流程，并对反向相关信道进行配置。它规定了如何产生和发送用于前向信道测试的数据包，及如何统计计算一个移动终端是否符合性能要求。它被用来做移动中端接收机的测试。

RTAP/ERTAP 定义了控制反向信道的信息流程，它规定了如何产生和发送用于反向信道测试的数据包，被用来做移动终端发射机的测试。

3GPP2 还在 C.S0033-A “Recommend Minimum Performance Standard for cdma2000 High Rate Packet Data Access Terminal ” 中对 1xEV-DO Rel 0 和 1xEV-DO Rel A 移动终端性能的测试做了详细的规定。后面内容将对接收机和发射机测试进行详细的介绍。

## 2.2 1xEV-DO 移动终端接收机测试要求

根据 3GPP2 C.S0033-A 标准，1xEV-DO 移动终端的接收机要符合以下测试要求：

测试编号	项目名称	应用的协议
<b>3.1</b>	<b>频率覆盖</b>	FTAP/EFTAP
<b>3.2</b>	<b>解调要求</b>	FTAP/EFTAP
3.2.1	前向业务信道在 AWGN 条件下的解调	FTAP/EFTAP
3.2.2	前向业务信道在多径衰落条件下的解调	FTAP/EFTAP
3.2.3	软切换过程中对不同基站信道功率控制响应的判定	FTAP/EFTAP
3.2.4	对来自同一基站不同信道功率控制的判定	FTAP/EFTAP
3.2.5	软切换过程中反向功率控制信道解调	FTAP/EFTAP
3.2.6	ARQ 信道解调	FTAP/EFTAP
3.2.7	广播信道解调	FTAP/EFTAP
<b>3.3</b>	<b>接收性能</b>	FTAP/EFTAP
3.3.1	接收灵敏度和动态范围	FTAP/EFTAP
3.3.2	单调敏感性测试	FTAP/EFTAP
3.3.3	交调干扰测试	FTAP/EFTAP
3.3.4	邻道选择性	FTAP/EFTAP
3.3.5	接收阻止性能	FTAP/EFTAP
<b>3.4</b>	<b>杂散测试</b>	FTAP/EFTAP
3.4.1	传导杂散	FTAP/EFTAP
3.4.2	辐射杂散	FTAP/EFTAP

## 2.3 1xEV-DO 移动终端发射机测试要求

根据 3GPP2 C.S0033-A 标准，1xEV-DO 移动终端的发射机要符合以下测试要求：

测试编号	项目名称	应用的协议
<b>4.1</b>	<b>频率要求</b>	RTAP/ERTAP
4.1.1	频率覆盖	RTAP/ERTAP

4.1.2	频率准确度	RTAP/ERTAP
<b>4.2</b>	<b>调制要求</b>	RTAP/ERTAP
4.2.1	参考时间	RTAP/ERTAP
4.2.2	波形质量和频率准确度	RTAP/ERTAP
<b>4.3</b>	<b>RF 输出功率要求</b>	RTAP/ERTAP
4.3.1	开环输出功率范围	RTAP/ERTAP
4.3.2	开环功率控制响应	RTAP/ERTAP
4.3.3	闭环功率控制范围	RTAP/ERTAP
4.3.4	最大 RF 输出功率	RTAP/ERTAP
4.3.5	最小可控制输出功率	RTAP/ERTAP
4.3.6	待机输出功率	RTAP/ERTAP
4.3.7	RRI 信道输出功率	RTAP/ERTAP
4.3.8	码域功率	RTAP/ERTAP
<b>4.4</b>	<b>杂散测试</b>	RTAP/ERTAP
4.4.1	传导杂散	RTAP/ERTAP
4.4.2	辐射杂散	RTAP/ERTAP
4.4.3	占用带宽	RTAP/ERTAP

## 2.4 1xEV-DO 移动终端数据吞吐能力测试

1xEV-DO 技术产生的目的是提供高速数据业务，因此，对移动终端数据吞吐能力的测试是研发阶段必不可少的环节。

进行数据吞吐能力的测试，首先要求测试设备工作在缺省分组数据应用（Default Packet Application）模式下，缺省分组数据应用通过提供 8 位字节的数据流的方式在终端和基站之间携带数据包。

如图 2.1 所示，测试设备（如 Agilent E5515C 综合测试仪）作为基站仿真器与移动终端通过 RF 线缆连接，测试设备通过以太网口与 LAN 连接，根据需要，在 LAN 上还要连接相应的 PC 来监控无线协议或安装数据应用的服务器。如果需要测试移动终端移动 IP 的性能，还要连接移动 IP 的服务器。这样移动终端就可以与测试设备建立数据连接，通过上传或下载数据来检验数据吞吐能力，并验证移动终端在实际数据应用中的基本功能。

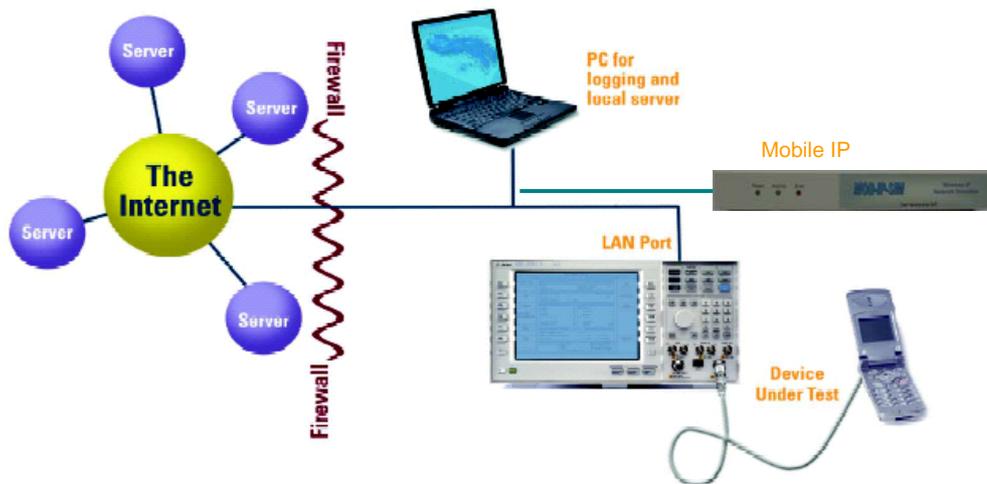


图 2.1 1xEVDO 终端数据吞吐能力测试方案

在这种方案中，测试设备要满足以下要求：

- 在 1xEV-DO Rel 0 和 Rel A 的协议下支持缺省分组数据应用（DPA）
- 模拟 1xEV-DO BTS 和 PDSN
- 可以通过以太网口与实际数据网络建立 TCP/IP 连接
- 支持简单 IP 和移动 IP 应用
- 支持以太网上 PPP 应用（Mobile IP 模式）
- 当没有数据业务时，职称睡眠模式（Dormant mode）
- 支持前向和反向的无线链路协议（RLP）
- 可以实时地监控前向和反向物理层（PL）和网络层（TCP/IP）的数据流量
- 支持 TCP/IP, PPP, RLP, SLP, MAC 及物理层协议的记录
- 记录 RLP 控制信息、数据包信息、IP 包发送数量，包括成功发送的和未成功发送的。
- 支持混合模式（Hybrid mode）数据应用。这在后面会详细介绍。

## 2.5 CDMA2000/1xEV-DO 混合模式测试

如 1.1 所述，1xEV-DO 技术的产生是为了满足高速数据业务的需要，但是，它的使用者就必需面临这样一个问题：在 1xEV-DO 系统上是不能支持语音业务的。换句话说，1xEV-DO 是纯数据系统。

为了解决这个问题，Qualcomm 公司提出了混合模式（Hybrid Mode）技术，这项技术使得单个双模（CDMA2000/1xEV-DO）终端可以在 CDMA2000 和 1xEV-DO 网络之间“无缝”地工作。

在业界，有许多人把混合模式和 EV-DV（Data and voice）混为一谈，甚至有些测试仪器的供应商声称在 EV-DO 上支持了语音业务功能。事实上，混和模式并不是在 EV-DO 的系统上实现了语音业务，而是根据实际的应用在 CDMA2000 和 1xEV-DO 两网之间交替工作。

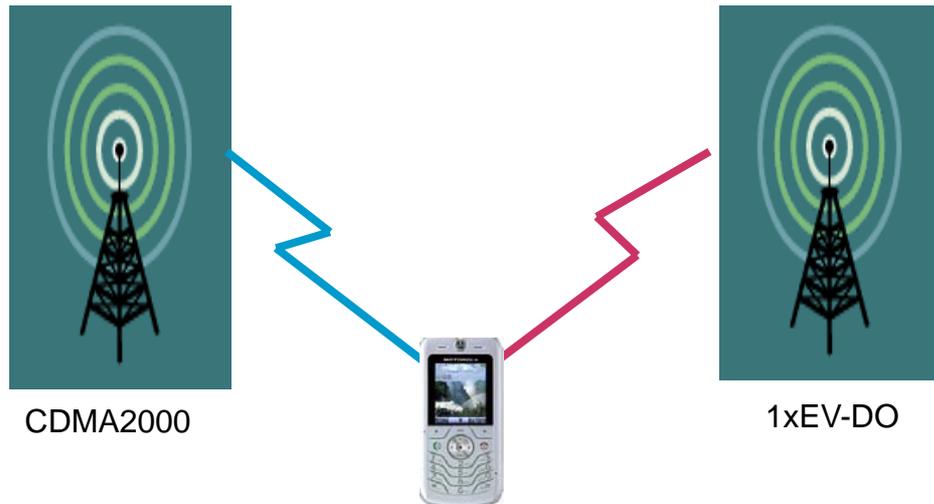


图 2.2 混合模式工作方式

混合模式的工作原理是这样的：

- 移动终端按照自己的间隔周期（slot cycle）注册并监视 CDMA2000 的系统
- 移动终端在 1xEV-DO 系统打开会话，并根据控制信道周期监视数据包的活动。
- 当两种系统都存在时，CDMA2000 系统提供话音业务，而 1xEV-DO 系统提供数据服务。
- 在完成注册后，终端处于双空闲状态。（Dual Idle）
- 如果有数据业务的请求，移动终端会与 1xEV-DO 系统建立数据连接
- 如果有话音或 SMS 服务请求，移动终端会与 CDMA2000 系统建立连接。
- 当数据业务正在进行的时候
  - 移动终端会间断地断开数据连接，而转到 CDMA2000 的 RF 信道检查 CDMA2000 系统的寻呼
  - 如果没有呼叫，移动终端会立即恢复数据连接，继续数据业务。
  - 如果有 CDMA2000 系统的话音或 SMS 呼叫，移动终端会响应 CDMA2000 呼叫直到通话或 SMS 结束（此时 1xEV-DO 系统处于休眠状态），然后恢复数据连接，继续数据业务。
  - 当 1xEV-DO 系统突然超出服务区或停止工作，移动终端要能够在 CDMA2000 系统上建立分组数据业务连接，继续数据业务。

混合模式的测试方法如图 2.3 所示，两台 Agilent E5515C 综合测试仪分别运行 CDMA2000 系统和 1xEV-DO 系统，当严格进行同步后就可以模拟实际的双系统网络。这样便可以在无干扰的情况下完成混合模式全部功能测试。具体的测试项目及方法详见 Qualcomm 的测试规范 80-V6313-1 Rev. A “*Test Recommendations for 1xEV-DO Hybrid Mode Terminals*”。

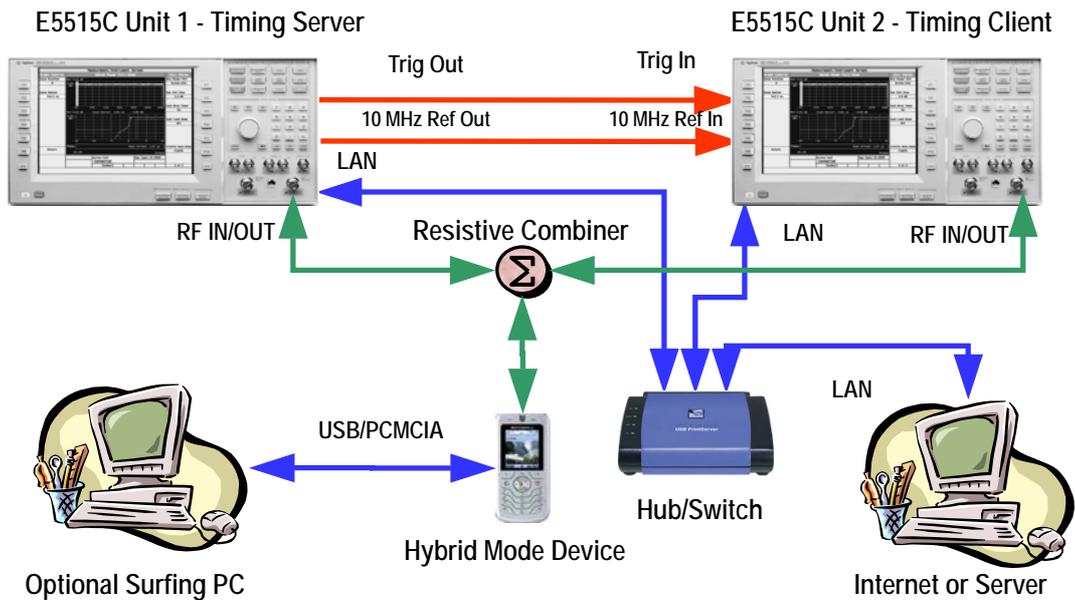


图 2.3 混合模式的测试方案

### 3. 1xEV-DO 移动终端生产测试的常用方法

移动终端在生产线上主要进行 RF 校准并执行部分基于 C.S0033A 的终测。按照 C.S0033A 的要求，移动终端性能的测试是建立在 TAP/ETAP 协议基础上的测试，也就是业内常说的基于信令的测试。作为 CDMA2000 和 1xEV-DO 的主要芯片供应商 Qualcomm，自己也推出了一种生成线测试模式 FTM，可以近似地完成 C.S0033A 中的部分测试。下面分别对这两种生产测试方法进行介绍。

#### 3.1 基于 TAP(ETAP)的测试方法

基于 TAP (ETAP) 的测试是目前生产线上应用比较普遍的测试，如图 2.4 所示，移动终端只要 RF 口与测试设备连接，PC 通过 GPIB 对测试设备进行远程控制，就可以完测试工作。

这种基于信令的测试，终端与综合测试仪之间可以有信令的交互，不但可以在建立连接的基础上进行 DO 终端 RF 测试，而且可以验证终端与网络的互通性。此外，由于终端的发送和接收等都是由信令消息控制的，可以让终端迅速反应，而在接收到了终端的确认之后，测试也可以马上进行，尤其在切换信道或频带的时候，在 TAP 和 ETAP 方式下进行的测试，可以大大地节约时间。

与真实网络中所应用的默认分组数据应用协议 (DPA) 不同，在真实网络中，DO 终端有很大的自主权，前向的速率基本上不能由网络直接指定，而是由终端实际所处无线环境来决定。而在测试应用协议之中则可以由信令指定，并能通过调整测试设备的实际输出功率及 AWGN 噪声干扰，从而完成模拟测试规范所要求的各种测试条件。

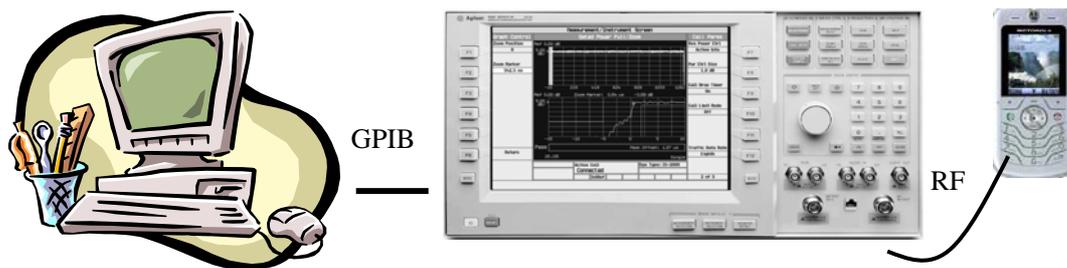


图 2.4 基于 TAP (ETAP) 的生产终测方案

### 3.2 基于非信令模式的测试方法

非信令测试方法也就是指 Qualcomm 所设计的生产测试模式 FTM，这种测试不仅可以用于 1xEV-DO，也可以用于 CDMA2000。它的主要特点是不需要测试设备的信令支持也可以进行移动终端的终测。

如图 2.5 所示，非信令测试主要由 PC 控制移动终端和测试仪表来完成，此时测试仪表不需要支持信令协议，移动终端的接收机测试主要由移动终端自己来完成。

这种测试方法由于不需要建立连接，所以在测试开始时节约打开会话和建立连接的时间。

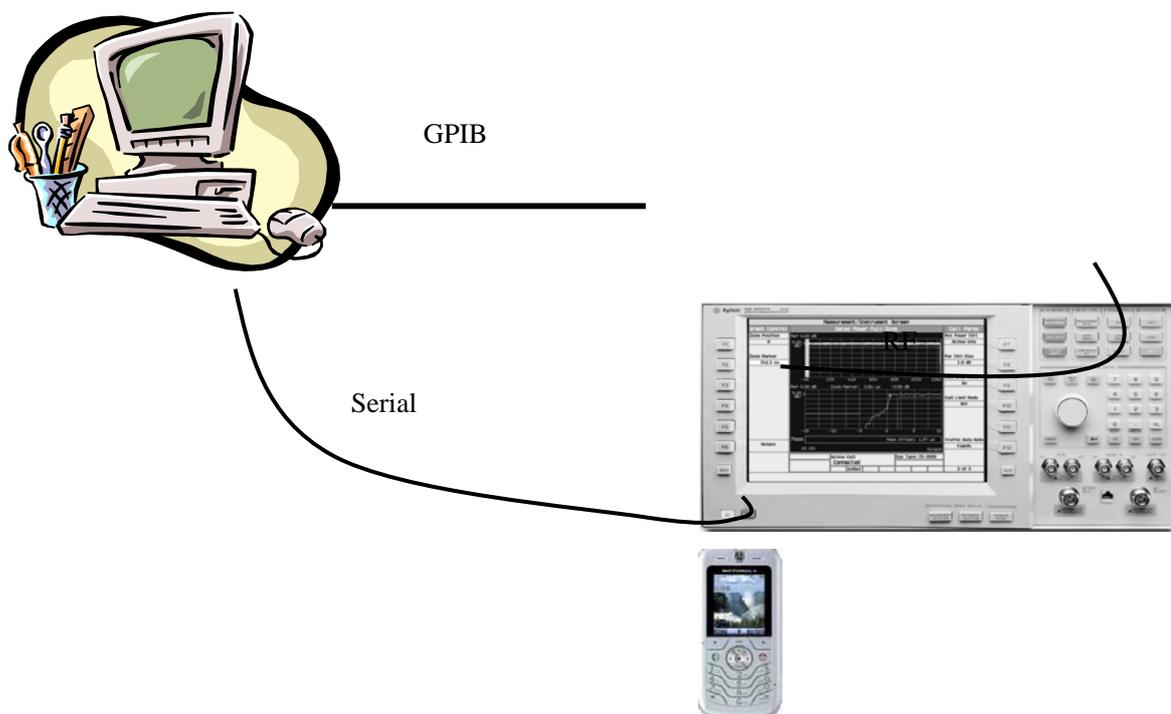


图 2.5 基于非信令方式的生产终测方案

### 3.3 两种测试方法的比较

由于非信令测试方法在一定程度上减轻了对测试设备的要求，一些技术能力较弱的测试设备供应商非常支持这种方法。尽管这种方法由来已久，但一些设备供应商在没有能力支持 1xEV-DO Rel A ETAP 协议的时候，把非信令测试的方法作为一种新的技术去推广，甚至对 ETAP 测试进行否定。尤其在测试速度方面，由于非信令方式不需要建立连接，很多人认为整体速度会比较快。其实这是一个误区，因为许多参数的设定，在非信令的方式下都要在仪表和被测件上分别来进行，而且要严格匹配，如果有信令存在，仪表和被测件可以自动协商完成。这在一定程度上会加大非信令测试程序的复杂性。另外，如果执行频率切换等操作，在信令模式下可以直接切换，速度很快，而非信令模式下，被测件要重新捕获 RF 信号，会比较慢，因此要具体情况具体分析。这里把两种生产测试方法进行一个客观的比较，以便广大 1xEV-DO 终端生产者参考。

	TAP/ETAP 方式	FTM 方式
优点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 严格遵循测试标准 C.S0033A 的要求。</li> <li>● 已经在生产线上广泛应用。</li> <li>● 在终测的同时对协议进行验证。</li> <li>● 确保移动终端在实际网络中能可靠连接。</li> <li>● 测试结果有测试仪器判定。</li> <li>● 测试程序主要针对测试仪表控制，容易编些。</li> <li>● 测试设备的资料是公开的。 <a href="http://www.agilent.com/find/8960">www.agilent.com/find/8960</a> 中提供所有技术资料。</li> <li>● RF 信道或频段切换可以通过信令控制完成，速度快。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不需要进行连接。节省时间。</li> <li>● 对测试设备要求低，测试工作主要由 PC 和移动终端完成。</li> <li>● 芯片设计者可以减少对测试设备的依赖。</li> </ul>
缺点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 测试开始时需要打开会话，并进行连接，会占用一点时间。</li> <li>● 对测试设备厂商的技术能力要求高，测试设备协议的开发要与芯片的开发同步完成。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不能验证协议的可靠性</li> <li>● 并不是严格遵循测试标准，尤其是接收机测试，主要在被测件和 PC 上进行判断。</li> <li>● 在编制测试程序时要熟悉芯片控制，难度稍大。</li> <li>● 目前成功应用在生产线上的案例较少。</li> <li>● 芯片的技术资料要得到授权才能获得。</li> <li>● 在 RF 信道或频段切换时被测件要重新捕获信号，会占用一些时间。</li> </ul>

## 结论

由于 1xEV-DO 移动终端要支持高速数据业务，其设计难度比较大，对其性能的要求比 CDMA2000 严格很多，因此，生产线对 1xEV-DO 移动终端尤其是 Rel A 标准的 1xEV-DO 终端的测试至关重要。由于 Rel A 技术标准及服务刚刚商用，最终用户对移动终端性能的期望比较高，因此，在生产线上，1xEV-DO 的关键指标必须进行准确测试，测试设备的选择，也是一个关键因素。1xEV-DO 终端的生成厂商要根据最终用户的期望合理地选择测试设备和测试方法。