

Aeroflex

TM500 TD-LTE 说明书

2011/03 2.0



www.aeroflex.com

目 录

1.	仪表介绍.....	3
2.	仪表型号、应用范围及仪表主要功能说明.....	3
2.1	仪表型号.....	3
2.2	应用范围.....	3
2.2.1	符合 3GPP 规范和互操作性.....	4
2.2.2	系统测试/评估性能.....	5
2.2.3	路测.....	5
2.2.4	TM500 的操作模式.....	6
2.3	仪表主要功能说明.....	6
2.3.1	测试模式.....	6
2.3.2	层 1 层 2 仿真功能详细介绍.....	6
2.3.3	层 3 仿真功能详细介绍.....	7
2.3.4	信道模型仿真.....	8
2.3.5	命令和控制.....	8
2.3.6	平台可扩展性.....	11
3.	仪表内部主要软件及软件功能描述.....	13
3.1	TMA.....	13
4.	仪表设备外形尺寸、方框图、面板布置、进出线方式.....	13
5.	仪表设备的重量、安装方式和安装要求.....	14
6.	仪表所需的电源种类、耗电量、电压及地线要求.....	14

1. 仪表介绍

Aeroflex Cambridge，之前的 UbiNetics，是无线移动基站测试行业中的知名企业。1999 年研发的 TM100 测试终端，在当年就迅速成为业内 3GPP 标准基站测试的标准工具。2003 年，通过与基站厂商和运营商的紧密合作，Aeroflex 研发并发布了 TM500 HSDPA 的测试终端。在此基础上，Aeroflex 又后续发布了支持 HSUPA 技术，层 3 协议栈功能和用于测试基站调度功能的 Single-UE 和 Multi-UE 等产品。期间 Aeroflex 成为行业内基站测试的首选工具，在世界上得到了广泛的认可。

Aeroflex TM500 TD-LTE 是 Aeroflex 公司开发的业内公认的成熟的 TD-LTE 测试终端。TM500 测试终端可被用于实验室环境以及外场中 LTE 基站的测试，性能评估，同一平台可以支持 FDD LTE 与 TD-LTE。Aeroflex 公司与全球所有主要基站厂商和运营商都有很好的合作关系。TM500 TD-LTE 也在中国国内基站厂商开发以及运营商测试中得到了广泛的应用。



2. 仪表型号、应用范围及仪表主要功能说明

2.1 仪表型号

仪表型号 – TM500 TD-LTE 平台 C

该平台可以同时支持 FDD LTE，功能性测试多 UE (Functional Multi-UE) 以及容量测试多 UE (Capacity Multi-UE)。

2.2 应用范围

TM500 TD-LTE 提供了基站系统完整的，可靠的第三方验证和测试。基于软件无线电构架，TM500 TD-LTE 可以实现实时的高性能的信令，数据传输。同时，Aeroflex 提供大量的测试功能以帮助基站研发团队开发及定位基站产品问题。图 1 给出了一个标准的 RF 连接配置，TM500 和基站之间通过射频电缆连接。控制 PC 通过以太网对 TM500 实现控制。

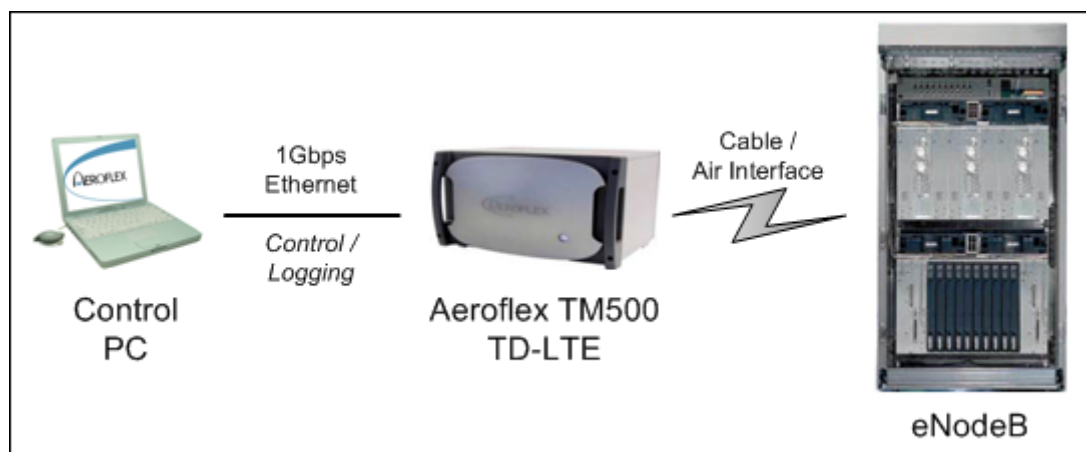


图 1 标准的 TM500 TD-LTE 单 UE 系统配置

Aeroflex 作为独立的第三方的测试设备开发商，与世界上主要的基站厂商合作。这保证了产品严格遵循 3GPP 协议，以及互操作性。

2.2.1 符合 3GPP 规范和互操作性

TM500 TD-LTE 产品在商用终端未面世之前，作为一个符合 3GPP 规范，提供 TD-LTE 全协议栈的设备与网络侧进行交互。通过提供丰富的控制、监测和数据采集，显示和分析 L1、L2 或高层之间，基站功能是否符合协议，从而方便基站的开发。

TM500 产品随着 3GPP 协议的不断演进而不断进行软硬件的更新，图 2 中可以看到过去十年间 TM500 产品系列的演进路线。1999 年，第一代商用测试终端产品 TM100 诞生了，它符合 3GPP R99 协议，支持层一和层二的测试，在此基础上，Aeroflex 又集成了层三的功能。到了 2003 年，随着 TM500 平台 A 的面世，HSDPA 在此得到实现，同时多个 UE 的模拟也成为可能。2007 年，平台 B 上开始支持 HSPA+ 的单 UE 和多 UE 以及 LTE 的原型机。2008 年的平台 C 成为 LTE 的主要平台，之后同一个平台上实现了多 UE 的支持。在 TM500 C 平台上，系统不断演进，通过硬件的扩展和软件的升级，现在可以在同一平台上支持单个，多个以及大容量测试 UE。于此同时，Aeroflex 开始了 LTE-A 的预研，最新的 C 平台上已经完成了 LTE-A 原型机的验证。即使是在商用终端面世之后，TM500 仍将是一个高性能，可配置，多功能灵活的测试设备，基于产品的平滑升级和演进，有效地保护了基站开发厂商的投资。

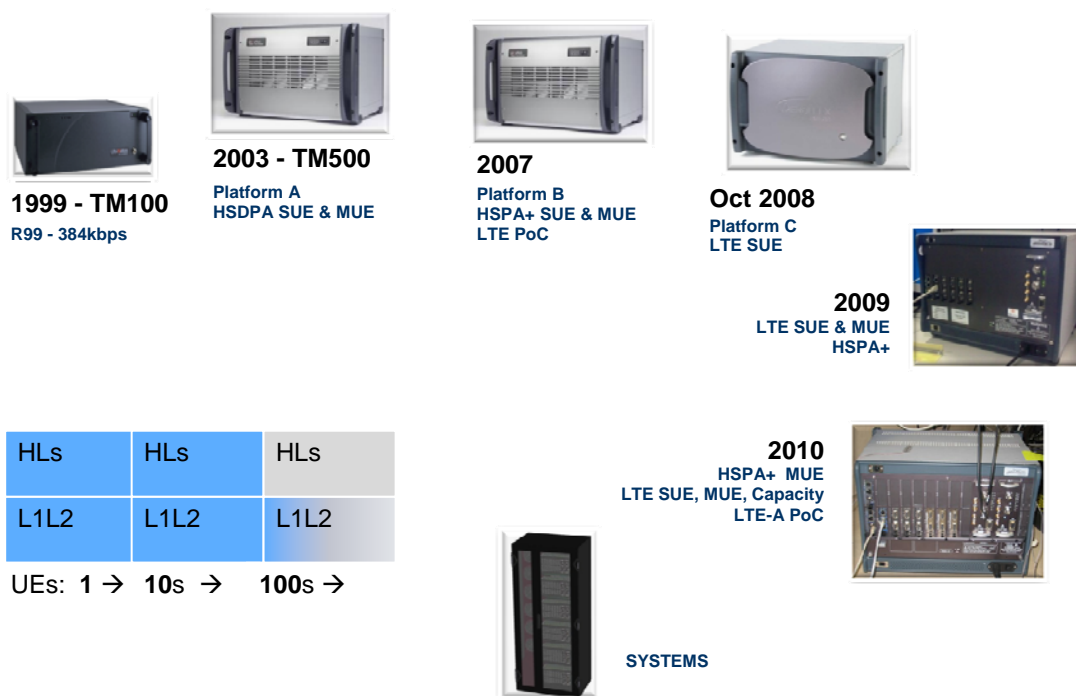


图 2 TM500 产品系列演进

2.2.2 系统测试/评估性能

TM500 系列产品可作为下列各种性能测试的评估器:

- 峰值速率
- 实际吞吐量
- BLER
- 谱效率
- HARQ 重传统计
- 调度器测试以及功率控制
- 发射分集
- 空间复用
- Beamforming, 单流和双流
- eMBMS
- 多小区切换
- 外场试验网性能评估, 路测
- 定义不同的话务模型, 呼叫模型
- 外场信道环境仿真
- 基站大容量测试
- 真实 IP 业务应用测试, 性能评估

2.2.3 路测

TM500 可做为一个高性能终端, 实现实验室和外场环境下 (支持外接天线) 的高传输速率和 MIMO, 可实现不同实时的应用, 如高清媒体流, 文件传送, 网页浏览等。TM500 LTE 的分层结构可单独测试或完整测试整套系统。同时 TM500 日志中还加入了 GPS 信息, 可以和其他测试设备的输出信息同步起来, 打造综合的完备的测试平台, 提供给运营商和基站生产厂商详尽可靠的测试数据。

2.2.4 TM500 的操作模式

TM500 集成了多种操作模式，可以从最底层向上测试 PHY 层、MAC 层、RLC 层、PDCP 层以及 RRC 和 NAS 层，用户可以根据需要对不同层进行测试。

2.3 仪表主要功能说明

2.3.1 测试模式

TM500 包含了多种测试模式，支持 TD-LTE 从物理层到全协议栈的测试。支持上下行独立测试和验证。同时，3GPP 的控制信令可以被置入 TM500，使得闭环控制尽快实现，另一方面，也可人为地仿真错误环境。TM500 的测试模式包括以下几种：HARQ 模式、MAC 模式、RLC 模式、PDCP 模式以及 RRC 和 NAS 模式。

- HARQ 模式

HARQ 测试模式提供了物理层以及 HARQ 重传过程的详尽测试。基于标准的 PN 序列或者用户定义的数据序列，可以为每个 HARQ 进程独立测量 BER 和 BLER。和监测记录工具一起使用，能使用户方便的观测上下行实时的链路传输。用户可以检测 HARQ 信息，重传统计，BLER，吞吐率，控制信令等。

- MAC 模式

MAC 测试模式在物理层/HARQ 功能的基础上增加了对基站完整的 MAC 功能的分析功能。加入了 MAC 头监测、MAC PDU 生成和解 MAC SDU 的功能。MAC 层的一些特殊的控制单元，如 BSR，PHR 都可以被测试。MAC 模式还可以用于测试 TA，逻辑信道优先级，竞争解决等。每一个逻辑信道都可以被单独分析。

- RLC 模式

RLC 模式支持完整的 RLC 功能，包括 TM、UM 和 AM 模式。这使得用户可以分析基站 RLC、MAC 和 PHY 的操作。同时可以显示 RLC 层的统计。

- PDCP 模式

PDCP 模式加入了 PDCP 头的功能，实现诸如重复 PDU 的检测以及 PDU 包丢弃等功能。

- RRC 和 NAS 模式

高层模式增加了对基站 RRC 和 NAS 层的分析操作。在这种模式下，TM500 支持全协议栈的测试。TM500 可以模拟真实手机的接入流程，从 RACH，鉴权，安全，UE 能力查询等到默认承载的建立。同时高层模式下 TM500 还支持专有承载的建立，删除，修改，TAU，Paging，Service Request 等业务。在高层模式下，TM500 接入后获得网络侧分配的 IP 地址，可以通过 PPPoE 建立连接，进行 IP 业务演示，包括视频演示，FTP 业务演示，Internet 浏览等。

2.3.2 层 1 层 2 仿真功能详细介绍

- 支持 UE 能力级 1，2，3，4，5；
- 支持带宽 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz 和 20MHz；
- 支持所有 TD-LTE 物理帧结构；
- 支持所有 DwPTS/GP/UpPTS 配置；
- 支持 QPSK、16QAM 上行调制和 QPSK、16QAM、64QAM 下行解调功能；

- 支持协议规定的各种 DCI 格式
- 支持下行 OFDM 和上行 SC-FDMA;
- 支持卷积编码和 Turbo 编码方式;
- 支持下行信道 CQI、PMI、RI 反馈;
- 支持子载波间隔为 15KHz;
- 支持短循环前缀;
- 支持 HARQ 功能;
- 支持小区搜索功能;
- 支持小区选择和小区重选功能;
- 支持上行功率控制 (PUSCH、PUCCH、PRACH、SRS) 功能;
- 支持下行功率分配功能;
- 支持随机接入功能, 具备竞争模式随机接入过程和非竞争模式随机接入过程
- 支持 SISO, SFBC, 2*2 Open-Loop, 2*2 Closed-Loop MIMO, 4*2 MIMO, 4*4 MIMO 以及单流双流 Beam Forming 功能;
- 支持上下行动态调度, AMC
- 支持同频测量, 同频切换
- 支持异频测量, 异频切换
- 支持物理信道 PBCH, PCFICH, PDCCH, PHICH, PDSCH, PUCCH, PUSCH 和 PRACH;
- 支持传输信道 BCH, DL-SCH, PCH, UL-SCH
- 支持 MAC 层 BSR, PHR, PDU 组包等 MAC 层处理
- 支持 RLC 层 AM, UM 和 TM 模式, RLC 层 ARQ 处理, PDU 组包等
- 支持 PDCP 层, PDCP 头, ROHC 以及 PDCP 状态报告

2.3.3 层 3 仿真功能详细介绍

- 支持小区选择;
- 支持小区重选;
- 支持系统消息解码;
- 支持 RRC 连接建立;
- 支持 RRC 连接重配置;
- 支持 RRC 连接重建立;
- 支持 RRC 连接释放;
- 支持 RRC 层安全模式流程;
- 支持 UE 能力级查询;
- 支持测量以及测量上报;
- 支持 IDLE 模式下 Paging;
- 支持 CONNECTED 模式下 Paging;
- 支持 Service Request
- 支持默认承载建立
- 支持专用承载建立, 删除, 修改
- 支持同频切换;
- 支持异频切换;

- 支持完整的附着与去附着；
- 支持周期性 TAU，IDLE 模式以及 CONNECTED 模式下 TA 变更出发 TAU；
- 支持鉴权流程；
- 支持 NAS 层安全模式流程；
- 支持 GUTI 重分配流程；
- 支持 PDN 连接流程，建立多个默认承载；
- 支持 PDCP 完整性保护算法(AES, SNOW 3G)
- 支持 PDCP 加密算法(NULL, AES, SNOW 3G)
- 支持 NAS 完整性保护算法(AES, SNOW 3G)
- 支持 NAS 加密算法(NULL, AES, SNOW 3G)
- 支持 PDCP 头压缩算法 ROHC
- 支持测试 USIM(3GPP TS 34.108)
- 支持 Milenage 算法
- 支持真实 USIM
- 支持 eMBMS

2.3.4 信道模型仿真

一般来说，基站功能性的测试都是在理想信道环境下完成的。随着功能的完备，基站开始关注系统的性能，同时为了仿真外场真实的无线环境，就需要引入信道模拟器。TM500 和基站之间可以接入信道模拟器来模拟真实的外场环境。由于信道模拟器价格昂贵，在测试多个 UE 处于不同的信道环境这样的场景下就需要多台信道模拟器，考虑到大容量测试需要几十到上千个终端来测试，这样的方案显然是不实际的。TM500 多 UE 和之后的大容量测试仪表 EAST500 为这样的测试需求提供了解决方案。在仪表内可以仿真不同 UE 在不同信道环境下的行为，比如说不同的信噪比环境，不同的衰落信道模型，不同的天线相关性等等，使得在实验室模拟大规模外场测试成为可能。

2.3.5 命令和控制

用户通过 TM500 TD-LTE 附带的 Test mobile Application (TMA) 软件对 TM500 TD-LTE 进行控制。TM500 TD-LTE 也可以被用户的远程自动化系统进行控制。TMA 是一个集成的软件包，提供给用户简单的、直观的用户界面：产生和运行测试脚本；数据记录、测量以及分析处理。除此之外，TMA 还提供了许多重要的有价值的功能特性，诸如测试脚本模块化，测试脚本模板库，命令行，错误检测，实时数据采集和图形化图表窗口等。TMA 提供的脚本编辑器使得用户可以简单地迅速地通过一个图形化用户界面生成和控制测试脚本，方便地对各个参数进行配置。同时 TMA 脚本编辑器还可以自动地对用户产生的脚本进行验证，在运行 TM500 脚本之前检测顺序错误和参数值域错误。

2.3.5.1 监测和记录

TM500 的监测工具使用户可以方便地选择记录和测量不同的测试信息。详细的层 1、层 2 和层 3 的信息可以实时分析和显示。另外，所有的测量都可以以文件形式记录下以供后续分析。详情参见表 1：

表 1：TM500 监测和记录功能表

L1 监测	目的
L1 小区监测	显示 UE 检测到的小区信息

L1 下行参考信号功率	提供 L1 下行参考信号功率测量, RSSI, RSRP 以及 SIR
L1 信道编码	提供 L1 上下行信道编码的统计信息
下行 L1/L2 控制信道	提供下行 L1/L2 控制信道 (PDCCH) 的详细解析和记录
DL-SCH 接收	提供 DL-SCH 接收的详细信息记录
UL-SCH 传输	提供 UL-SCH 传输的详细信息记录
下行物理层概观	提供下行物理层资源使用分配情况的概观
BCH 接收检测	提供下行 BCH 接收的详细信息记录
L1 吞吐量	提供当前上下行数据传输速率的显示和记录, 如图 3
CQI 报告	提供 CQI 测量的详细信息记录
上行 SRS 传输	提供上行 SRS 传输信息和相应的功率控制信息
系统概观	提供上下行系统信息概观, 包括 BLER 和吞吐量等
HARQ 监测	
下行 HARQ 概要	提供 DL-SCH HARQ 操作的统计信息
下行 HARQ 接收	提供 DL-SCH HARQ 操作的详细信息记录
上行 HARQ 概要	提供 UL-SCH HARQ 操作的统计信息
上行 HARQ 发送	提供 UL-SCH HARQ 操作的详细信息记录
MAC 监测	
下行 MAC 接收	提供下行 MAC 接收的详细信息记录
下行 MAC 接收统计	提供下行 MAC 操作的统计概况
上行 MAC 传输	提供上行 MAC 传输的详细信息记录
上行 MAC 传输统计	提供上行 MAC 操作的统计概况
上行 MAC 传输格式选择	提供上行 MAC 传输格式选择详细信息记录
RLC 监测	
下行 RLC 接收统计	提供下行 RLC 接收的统计概况
上行 RLC 传输统计	提供上行 RLC 传输的统计概况
PDCP 监测	
下行 PDCP 接收统计	提供下行 PDCP 接收的统计概况
上行 PDCP 传输统计	提供上行 PDCP 传输的统计概况
协议监测	
协议监测	支持流程图方式显示空口 RRC 和 NAS 信令协议, 如图 4

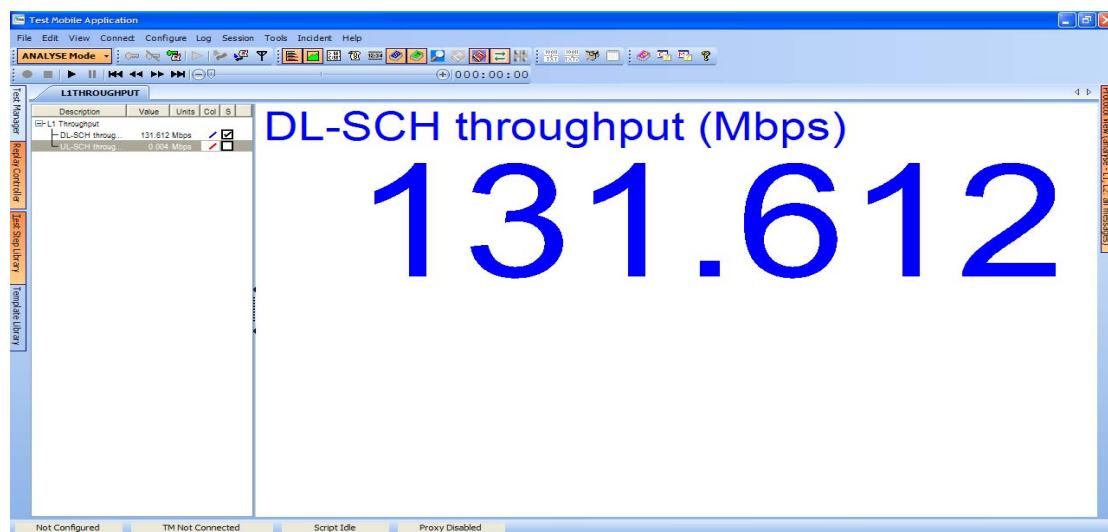


图 3 TD-LTE 下行吞吐量显示 (TD-LTE 2*2 MIMO 下行峰值速率)

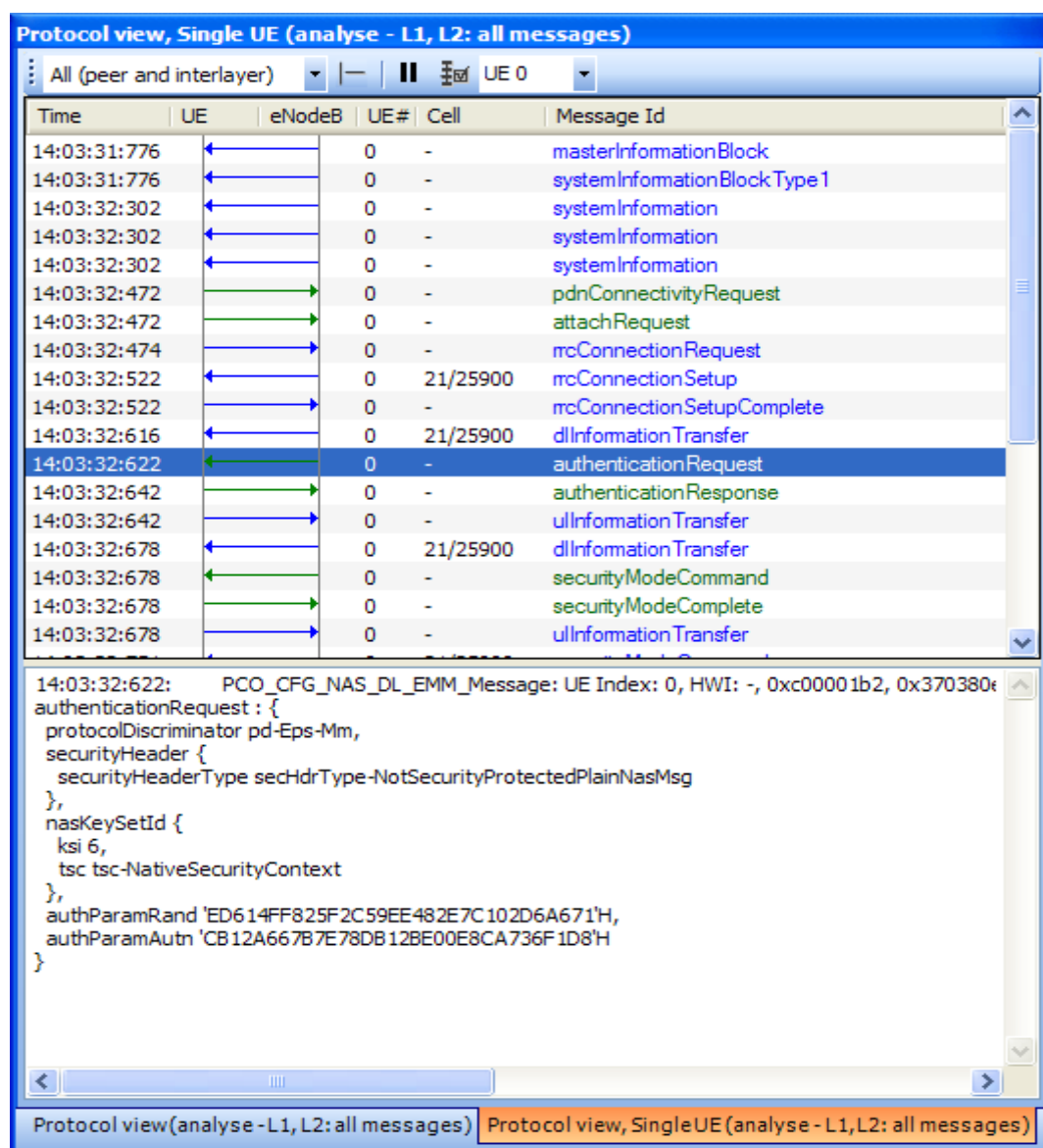


图 4 RRC 和 NAS 信令交互图表

2.3.5.2 高级测试功能

用户可以配置 TM500 使得接收到的网络侧的控制信令被覆盖或者破坏数据，人为地制造一些异常测试环境，从而测试系统的反应和稳定性。

2.3.5.3 下行强制覆盖

TM500 可以对每个 TTI 的 PDCCH 上传送的 DCI 信息进行覆盖。

- 如果 PDCCH 无内容，则使用设定的控制信令
- 如果网络侧下发 PDCCH，则忽视其内容，使用设定的控制信令

设定的下行控制信令内容包括：下行 RB 分配信息，预编码信息，MCS，NDI，RV 数值等用途：

- 使得在PDCCH缺失环境下，PDSCH和PUSCH的测试成为可能
- 使得用户可以测试固定调度传输

2.3.5.4 上行强制覆盖

TM500 支持下行 HARQ，CQI，PMI 和 RI 的测量以及反馈。在早期的自适应调度测试中，可以配置 TM500 发送固定的 ACK/NACK 模式，CQI，PMI 和 RI 来测试基站的调度行为。这同时也是后期对基站调试过程中的一个重要工具。

2.3.5.5 上行时间调整

在 LTE 中，上行时间调整对于保证上行信号正交性非常重要。基站通过下发 TA 指令调整上行发送时间。在早期开发过程中，没有解 MAC 信令的情况下，TM500 可以方便地手工地设置调整上行发送时刻配合基站接收。

2.3.6 平台可扩展性

2.3.6.1 多标准 LTE

同一个 TM500 平台可以支持 TD-LTE 和 FDD LTE，单 UE，多 UE 以及大容量测试。现有的 TDD 射频板卡都是双模板卡，支持 Band 38 (2.6GHz) 或 Band 40 (2.3GHz)，同时支持 FDD Band 1。Aeroflex 还提供 Multi-Radio 的板卡，支持的频率范围从 400 MHz 到 2.7 GHz，大大扩大了使用范围。

2.3.6.2 多 UE

同一 TM500 平台可以被升级到支持多 UE 功能测试产品（一个 TM500 平台支持 32 个 UE）。TM500 单 UE 的运行脚本只需要做简单的修改即可成为多 UE 的脚本。32 个模拟 UE 可以同时进行双向的上行下行业务传输。对每个 UE 都可实现独立的移动信道模拟。多 UE TM500 可以同时模拟 32 个具有不同 UE 能力级的 UE，支持 2 个 UE 的随机接入竞争解决测试。与 TM500 LTE 单 UE 支持外场测试和演示不同，TM500 LTE 多 UE 是基于理想射频信道做优化的，TM500 多 UE 与基站之间需要通过射频电缆直连，之间不经过任何信道仿真器以及信道干扰。两根天线口分别与基站的双天线口对应连接。

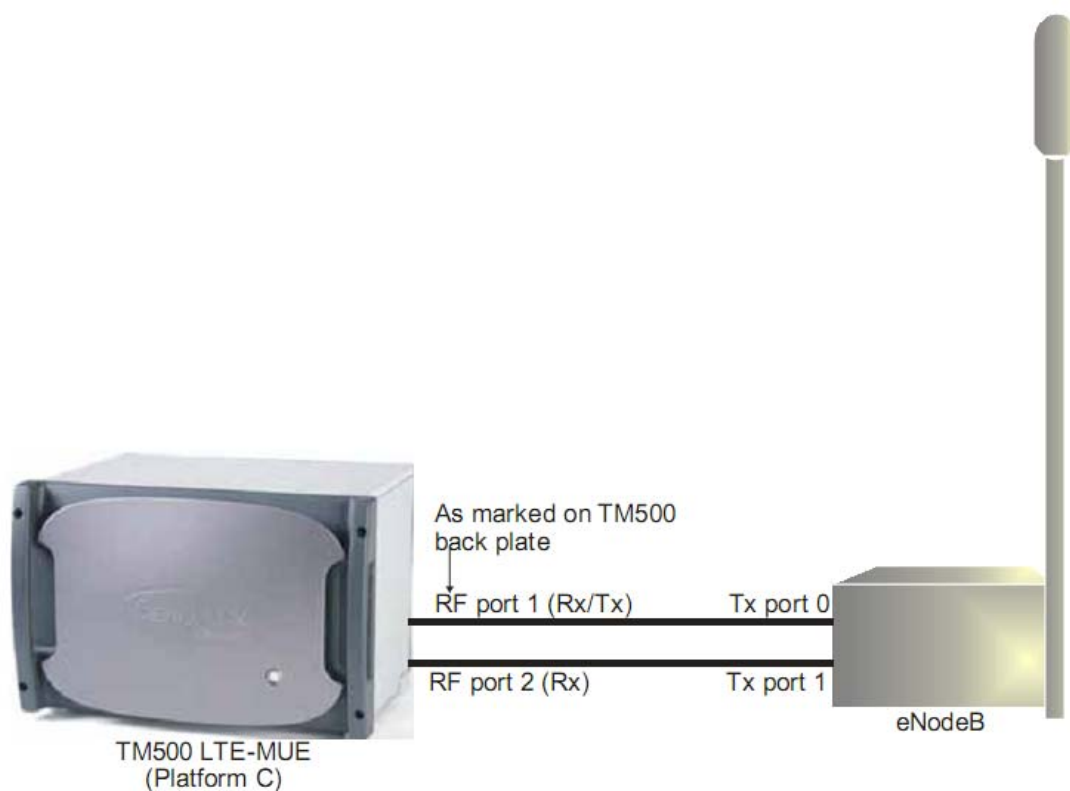


图 5: TM500 TD-LTE-MUE 射频连接

多 UE 产品支持以下主要的测试:

- 竞争接入
- 接入许可
- 寻呼流程
- 建立多个呼叫
- 压力测试
- Idle 和连接模式下的移动测试
- 端对端数据传送
- 业务演示
- 业务模型
- UE/小区累积测量并显示各种重要指标
- QoS 测量
- 时延测量
- 事件触发记录

2.3.6.3 高容量测试

TM500 可升级至多容量测试, 单台 TM500 模拟 400 个连接态的 UE。经过观察发现, R&D 的实验室测试主要关注于功能性的测试, 与协议的一致性测试, 只会测试有限数目的终端, 测试结果是需要可重复性的。而对于外场测试而言, 一般来说测试场景都很难复现, 同时由于早期商用终端的缺乏, 也很难构造大规模的应用场景, 话务模型。EAST500 就为这样的测试需求提供了解决方案。在进行大规模外场测试之前以及测试过程中, 在实验室都可以很好的模拟出大容量, 复杂话务模型以及呼叫模型。EAST500 可以对终端以组为单位设置不同的行为模型。EAST500 的一个重要特点就是他的基带是基

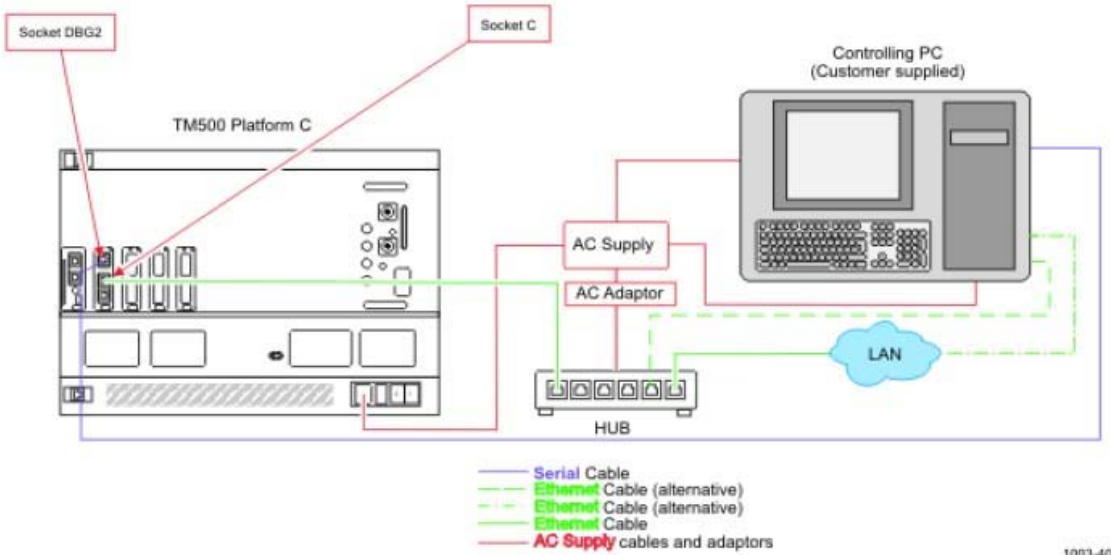
于行业标准 TM500 复用的，支持最新的 3GPP 的功能，提供详细的测量和分析，比如说业务质量等。更重要的是 EAST500 还提供了方便的问题定位手段，从成百上千个终端当中发掘出基站的错误行为，给基站开发人员提供帮助。就 EAST500 系统功能而言，它提供了基站容量测试的完整的集成的解决方案。高度灵活的测试平台可以支持 FDD 和 TDD，单 UE，多 UE 和容量测试，同时有两种配置模式，一种是集中式的机架模式，一种是分布式的模式，用户可以灵活配置使用。在这套系统中，可以仿真成百上千个 LTE 的终端，每个终端都具有完整的 LTE 协议栈，可以同时做控制面和信令面的测试。另外系统可以模拟终端在基站多小区之间的切换，这种切换可以是单个终端，也可以是一组终端的行为。在测试过程中，Aeroflex 提供灵活的测试架构，真实的商用核心网可以加入到测试中，也可以使用 EAST500 来仿真和模拟核心网，模拟 S1 和 X2 接口，提供真实的 IP 业务仿真和评估。EAST500 还提供了智能的事件驱动的日志记录，比如说只有在出现异常情况下才把日志记录下来，避免用户在分析问题的时候花费大量的事件大海捞针。由于 EAST500 是基于 TM500 的基带系统，因此在 TM500 上实现的新的 3GPP 的功能可以很快被移植到 EAST500 上，这种灵活的系统架构也在跟多数基站厂商做 IOT 时候得到了验证，基本上几天之内就可以完成 IOT。Aeroflex 已经在世界上成功的把产品销售到欧美的一些运营商和基站生产商并引入工信部电信研究院实验室测试中。

3. 仪表内部主要软件及软件功能描述

3.1 TMA

TMA 是 TM500 的控制软件，用于控制 TM500 执行脚本并进行数据采集、分析和处理。

4. 仪表设备外形尺寸、方框图、面板布置、进出线方式



尺寸	
高	31.3 cm (支撑架折叠)
	32.7 cm (支撑架展开)
宽	38.2 cm
厚	39.4 cm

5. 仪表设备的重量、安装方式和安装要求

重量	28 Kg
----	-------

安装详见安装手册

6. 仪表所需的电源种类、耗电量、电压及地线要求

交流电压	100 - 240 V
交流频率	50 - 60 Hz
最大电流	10A
保险丝	T 10A H 250V 5mm x 20mm