

# UMTS 协议和协议测试



COMPUTING  
COMMUNICATIONS  
VIDEO

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

## 1 介绍

### 1.1 移动通信的发展：早期，1G 至 3G

19 世纪末,人类首次发现电磁波可作为通信的介质。第一个可提供移动电话服务的系统(汽车电话)分别于 19 世纪 40 年代在美国和 50 年代在欧洲出现。这些早期的“单蜂窝系统”因其受限的移动性,低容量,有限的业务和差的话音质量而具有很大的局限性。设备也很笨重昂贵,并且对干扰非常敏感。因为这样的限制,至 80 年代初期,全球的移动用户不足 100 万。

#### 1.1.1 第一代移动通信(1G) - 模拟蜂窝

70 年代末 80 年代初诞生的蜂窝系统是移动通信的一个飞跃,特别是在容量和移动性方面。半导体和微处理器技术制造出更小,更轻,性能更稳定的手机使移动通信更大众化。第一代移动通信系统只传送模拟语音信息。比较杰出的 1G 系统有 AMPS, NMT 和 TACS。自从 1G 系统的建立,移动市场年增长率为 30~50%,至 1990 年,全球移动用户达两千万。

#### 1.1.2 第二代移动通信(2G) - 多数字系统

人们对于提高传输质量,系统容量和覆盖的要求促进了 2G 蜂窝系统的发展。半导体技术和微波设备的进一步发展把数字传输引入了移动通信。话音传输仍是主要业务,但传真,短消息和数据业务发展很快。增值业务如防止恶意呼叫和用户数据加密成为标准性能。2G 系统包括 GSM, D-AMPS, CDMA 和 PDC。

如今 1G 和 2G 系统在全球广泛建立,不同的标准提供不同的应用,具有不同等级的移动性,容量

和业务范围(寻呼系统,无绳电话,无线本地环路,蜂窝系统和移动卫星系统等)。一些标准只用于一个国家或地区,而更多的是兼容的。GSM 系列(GSM900, GSM-R, GSM1800, GSM1900 和 GSM400)是最成功的蜂窝标准,在全球 4 亿 5 千万用户中占有 2 亿 5 千万用户,在 140 个国家和 400 个网络间实现国际漫游。

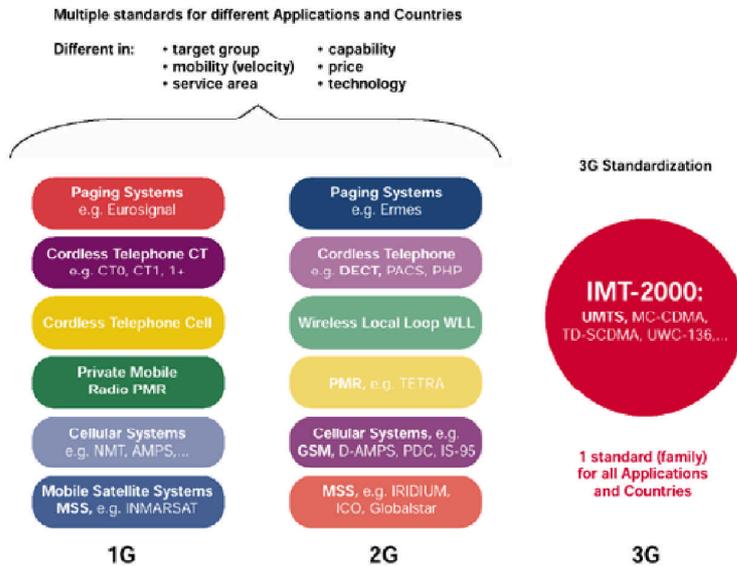
#### 1.1.3 2G 至 3G : GSM 的演进

GSM Phase1 的标准于 1990 年由 ETSI 制定,它包含了运营 GSM 网络所必须的规定。同时它还定义了一些电话和承载业务(包括 9.6kbit/s 数据传送)但只提供非常基本的补充业务。1995 年,GSM Phase2 标准颁布,其中包含了大量的与数字固定网 ISDN 标准兼容的补充业务。1996 年,在年度的 GSM Phase2+ 标准增加了新功能,引入了 3G 的某些特性,如智能网业务 CAMEL,增强型语音编码 EFR 和 AMR,高速数据业务和新的传送准则 HSCSD, GPRS 和 EDGE。UMTS 是 3G GSM 后续标准,通过 GSM Phase2+ 向下与 GSM 兼容。

### 1.2 第三代移动通信(3G): IMT-2000

第三代移动通信的主要特点有:

- 全球通用
- 适用于各种移动应用
- 同时支持分组交换和电路交换(PS & CS)
- 数据速率可达 2Mbit/s
- 频谱利用率高



► 图1：移动通信标准

IMT-2000是ITU规定的一系列标准。IMT指全球移动通信，2000既代表开始试验网的年代，也代表2000MHz的频率范围(WARC'92: 1885-2025MHz & 2110-2200MHz)。所有的3G标准由地区性的标准发展组织(SDO)提议，1998年，共提出了17种不同的标准，其中，11种为陆地标准，6种为移动卫星系统(MSS)标准。1998年底完成了对各种标准的评估，1999年中完成了对不同意见的协商和统一。所有17种标准都被ITU接受为IMT-2000的标准。1999年底，对无线传输技术(RTT)的规范正式公布。

最重要的IMT-2000提议为作为GSM后续的UMTS(W-CDMA)，作为IS-95后续的CDMA2000和对D-AMPS/GSM以TDMA为基础改进的TD-SCDMA(UWC-136/EDGE)。

UMTS (全球移动通信系统)或称为W-CDMA，是迈向第三代移动通信的演进中最显著的进步之一。它引入了很多基于全球用户的应用，在今天的多个GSM系统间提供了重要的连接并建立了单一的标准。它还满足了在如今拥挤的移动通信天空中发展更多移动和互联网业务的需求。UMTS把每移动用户的传输速率增加至2Mbit/s，并且建立了全球漫游标准。

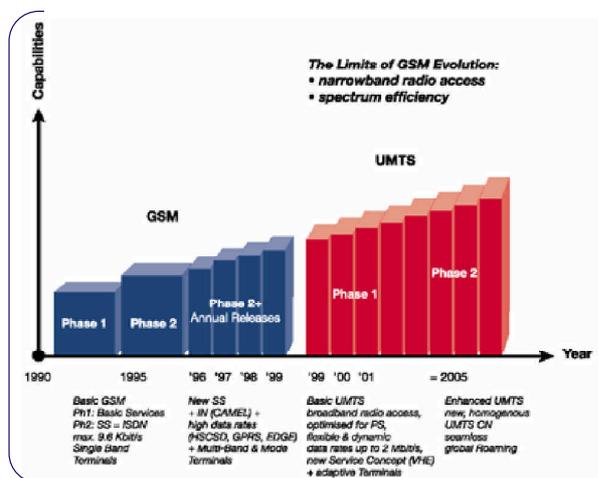
UMTS的标准由3GPP来制订。3GPP由一些标准制订组织组成，他们是ETSI(欧洲)，ARIB/TTC(日本)，ANSI T1(美国)，TTA(韩国)和CWTS(中国)。为了被全球的接受，3GPP按阶段制订UMTS的标准并每年出新版本。第一版(UMTS Rel.'99)于1999年12月颁布，它定义了对现在的GSM网

络的过渡和增强。在第二阶段(UMTS Rel.'00)定义了类似的从IS-95到CDMA2000及从TDMA到TD-CDMA和EDGE的过渡和增强。

在Rel.'99中最显著的变化是UTRA(UMTS陆地无线接入)，即基于陆地通信的W-CDMA无线接口。UTRA支持时分复用(TDD)和频分复用(FDD)。TDD模式适用于公共微蜂窝，微微蜂窝及无绳应用。FDD模式则适用于大范围的覆盖，即宏蜂窝和微蜂窝。这两种模式都支持高达2Mbit/s的灵活动态的速率。另一种UTRA模式-MC(多载波)-可在UMTS和CDMA2000之间兼容。

## UMTS 协议和协议测试

### ▶ 初级



▶ 图2：移动通信的发展

## 2 UMTS 网络结构

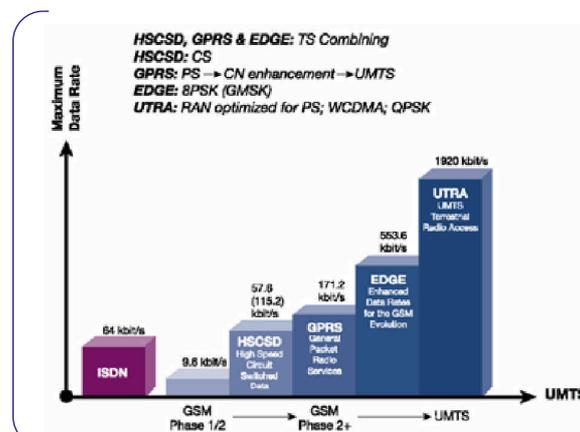
### 2.1 准则

UMTS (Rel.'99) 将GSM Phase 2+的核心网与GPRS和CAMEL一体化。这可使运营商在2G投资的基础上以较小的投入和风险发展UMTS。

在UMTS第一版 (Rel.'99) 中引入了一个新的无线接入网络UTRAN (UMTS陆地无线接入网络), 它通过Iu接口 (对CS数据为Iu-CS接口, 对PS数据为Iu-PS接口) 与GSM Phase 2+ 的核心网相连。

GSM 移动台通过 GSM Um 空中接口与网络相联, UMTS/GSM 双模式用户设备 (UE) 通过 UMTS 空中接口 Uu 与网络相联, 其速率可高达2Mbit/s。而在UMTS网络范围外,

UMTS/GSM UE 仍通过 GSM 空中接口 Um 与网络相联, 但是速率降低, 对CS数据, 通过HSCSD (高速电路交换数据) 最大数据速率为115kbit/s, 对PS数据, 通过GPRS可达171kbit/s, 通过EDGE可达553.6kbit/s。在UMTS和GSM系统之间可实现切换, UMTS和其他3G系统间的切换也可实现, 从而真正实现全球接入。



▶ 图3：传输速率

### 2.2 UMTS 网络结构

在UMTS (Rel.'99) 中规定的公共陆地移动网 (PLMN) 包含了三个系列的网元：

- GSM Phase 1 / 2 核心网元：MSC, VLR, HLR, AC 和 EIR
- GSM Phase 2+ 的增强：GPRS 和 CAMEL
- UMTS 所特定的修改和增强，特别是 UTRAN

#### 2.2.1 GSM Phase 1 / 2 的网元

GSM Phase 1 / 2 PLMN 包含3个子系统：基站子系统 (BSS), 网络交换子系统 (NSS) 和运营子系统 (OSS)。BSS 包含的功能单元有：基站控制单元 (BSC), 基

站收发信机 (BTS) 和码型与速率适配单元 (TRAU)。NSS 包含的功能单元有：移动业务交换中心 (MSC)，访问位置寄存器 (VLR)，归属位置寄存器 (HLR)，设备识别寄存器 (EIR) 和鉴权中心 (AuC)。MSC 提供诸如交换，信令，寻呼和 MSC 间的切换等功能。OSS 包括运营和维护中心 (OMC)，它用于远程和中心运营，管理和维护。

2.2.2 GSM Phase 2+ 的网元

GPRS

从 GSM 到 UMTS 的最重要的一步是 GPRS，它在 GSM 核心网内引入了分组交换 (PS)，并可直接接入分组数据网络 (PDN)。这使分组交换传输速率超越了 GSM 核心网用 ISDN 只能达到 64kbit/s 的限制，为 UMTS 传

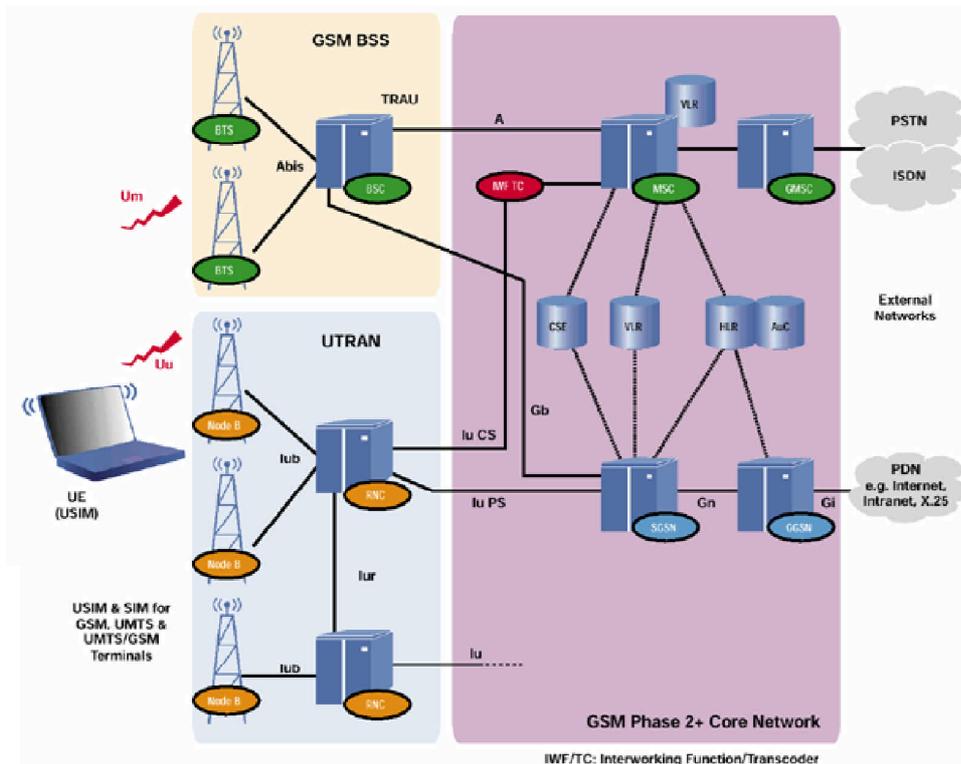
输速率达到 2Mbit/s 打下基础。GPRS 将核心网优化为更适用于高速率分组交换，就如同在 UMTS 中引入 UTRAN 一样。

GPRS 在 GSM NSS 中加入了两个功能单元：GPRS 网关支持节点 (GGSN) 和业务支持节点 (SGSN)。

GGSN 的功能类似于 GMSC，SGSN 在网络体系中的位置相当于 VMSC/VLR，处理路由和移动性管理等。

CAMEL

CAMEL 提供智能网业务例如预付费，呼叫回放和监督等。



► 图4 : UMTS Phase/ 网络

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

CAMEL 是 GSM Phase 2+ 中的基本改进，从而引入了 UMTS 虚拟归属环境 (VHE) 概念。在 VHE 平台上可定义灵活的业务，修改或改进现存业务或定义新的业务。它可在每个 GSM 和 UMTS PLMN 中接入各运营商特定的业务，通过 GSM/UMTS 移动性的交互管理引入位置服务。

在核心网中引入 CAMEL 需增加 CAMEL 业务环境 (CSE) 和新的七号信令 CAMEL 应用部分 (CAP)。

### 2.2.3 UMTS Phase 1 的网元

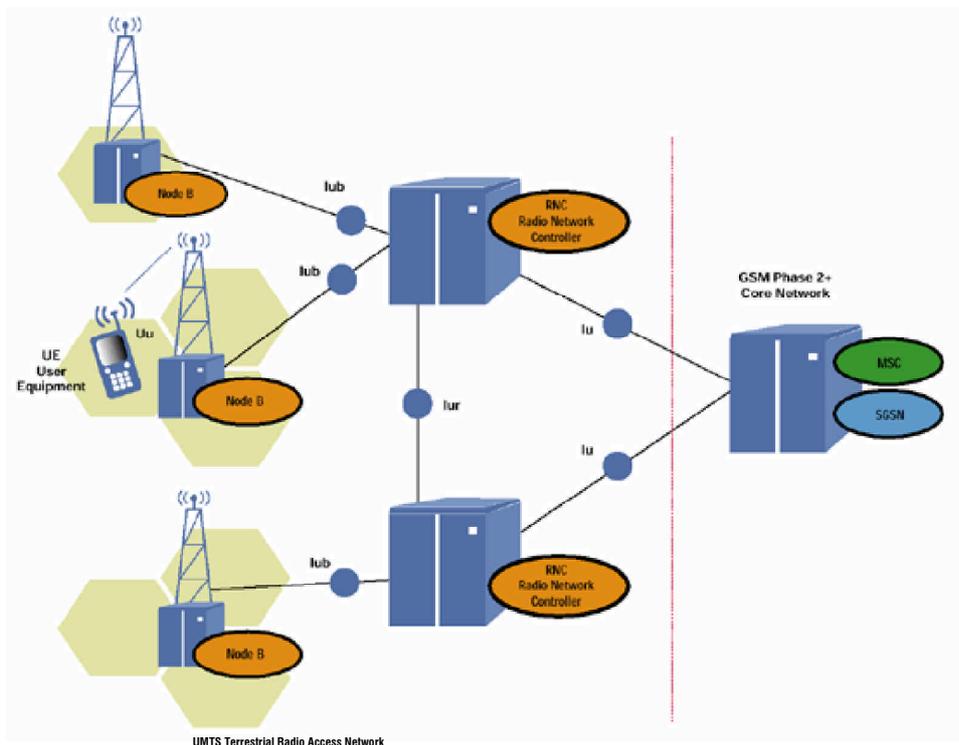
UMTS 与 GSM Phase2+ 最大的区别在于空中接口的新的准则，用 W-CDMA 代替了 TDMA/FDMA，因而引入了一个新的无线接入网络 UTRAN。在核心网中只需做微小改动，例如码型变换器 (TC) 的分配以压缩语音。

在 A 和 Iu-CS 口间 TC 功能与相互作用功能 (IWF) 一起进行协议变换。

### UTRAN (UMTS 陆地无线接入网络)

UMTS 标准是现行网络的延伸，在 UTRAN 中引入了两个新的网元，无线网络控制器 (RNC) 和 Node B。UTRAN 被分为一个单独的无线网络系统 (RNS)，每个 RNS 由一个 RNC 控制，RNC 与一系列 Node B 相连，每个 Node B 可提供一个或几个小区。

现存网元如 MSC，SGSN 和 HLR 可被拓展适应 UMTS 的需要，但是 RNC，Node B 和手机却需要重新设计。RNC 将代替 BSC，Node B 则完成与 BTS 相似的功能。GSM 与 GPRS 网络则被改进，将现行接口如 A，Gb，Abis 与新接口 Iu，Iub，Iur 等集成在一个新的网络之中。



► 图5 : UTRAN 结构

UMTS 定义了 4 个新的开放接口：

- **Uu**：用户设备(UE)与 Node B 间的接口 (UTRA, UMTS W-CDMA 无线接口)。
- **Iu**：RNC 与 GSM Phase2+ 核心网 (MSC/VLR 或 SGSN) 间的接口，其中  
**Iu-CS** 用于电路交换数据，  
**Iu-PS** 用于分组交换数据。
- **Iub**：RNC 至 Node B 间的接口。
- **Iur**：RNC 与 RNC 间的接口；GSM 网络中无类似接口。

Iu, Iub 和 Iur 接口均基于 ATM 传输技术。

无线网络控制器 (RNC) 进行 UTRAN 无线资源的自行管理。它完成与 GSM 网络中 BSC 相同的功能，为无线网络子系统 (RNS) 中的 RNC 和各 Node B 提供中心控制。

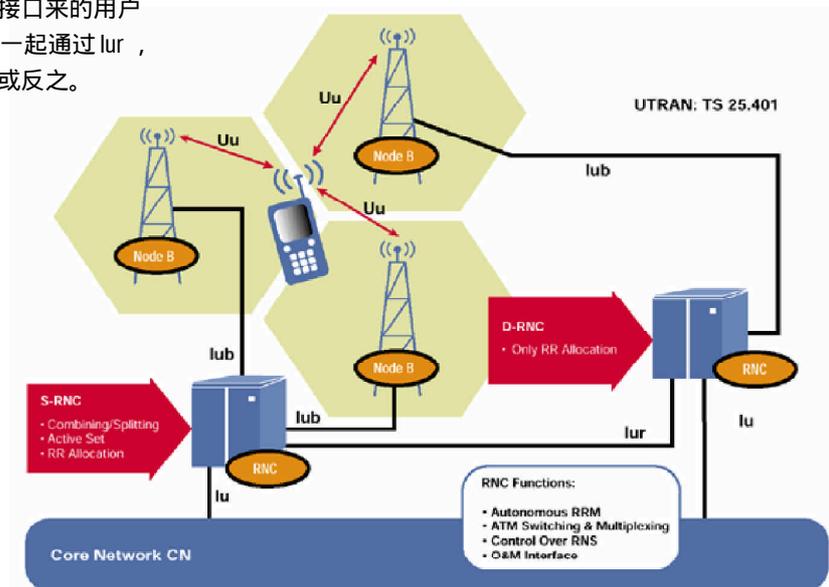
RNC 处理 Iu, Iub 和 Iur 接口间的协议交换，并且通过接入运营子系统 (OSS) 负责 RNS 的运营和维护。由于这些接口是基于 ATM，RNC 还在它们之间交换 ATM 信元。从 Iu-CS 和 Iu-PS 接口来的用户电路交换和分组交换数据被复用在一起通过 Iur, Iub 和 Uu 接口发往用户设备 (UE) 或反之。

RNC 通过 Iur 接口进行 100% 无线资源管理 (RRM)，去除了核心网络的负担。业务控制功能如认证，RRC 与 UE 的连接，拥塞和切换/分集均完全由一个业务 RNC (SRNC) 管理。

如果另一个 RNC 通过 RNC 间的软切换介入连接，它被称为漂移 RNC (DRNC)。DRNC 仅负责码源的分配。可将 SRNC 功能重分配给前 DRNC (SRNS 重分配)。控制 RNC (CRNC) 指控制 UTRAN 接入点的逻辑资源的 RNC。

**Node B** 是小区无线收发的物理单元。通过分扇区，一个 Node B 可支持一个或多个小区。Node B 可同时支持 TDD 和 FDD 模式，还可与 GSM BTS 一同放置以降低成本。Node B 通过 W-CDMA Uu 接口与 UE 相连，通过基于 ATM 的 Iub 接口与 RNC 相连。Node B 是 ATM 的终结点。

Node B 的主要功能是向 / 从 Uu 空中接口交换数据，包括空中接口上的前向纠错 FEC，速率适配，W-CDMA 扩频，QPSK 调制等。它测量连接的质量和强度，并计算帧误码率 FER，并把这些数据发往 RNC，以进行切换和宏分集组合。Node B 还



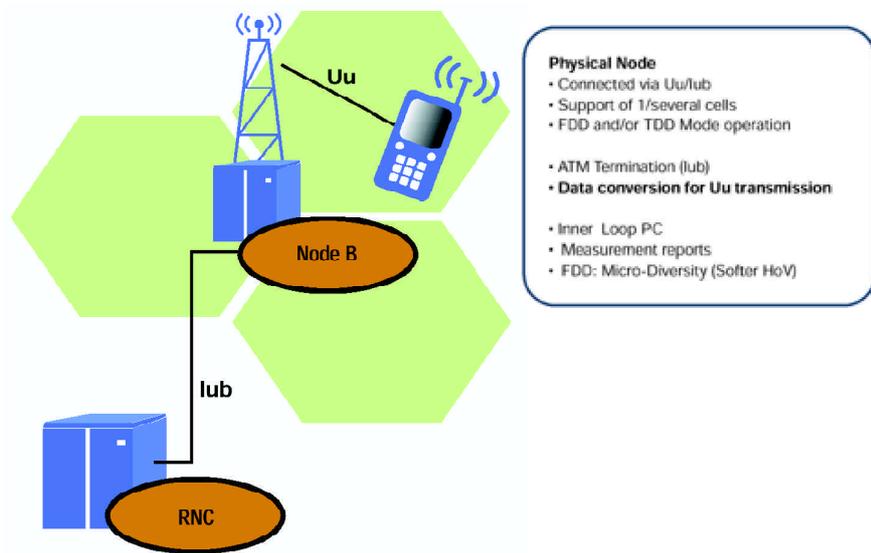
► 图6：RNC 功能

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

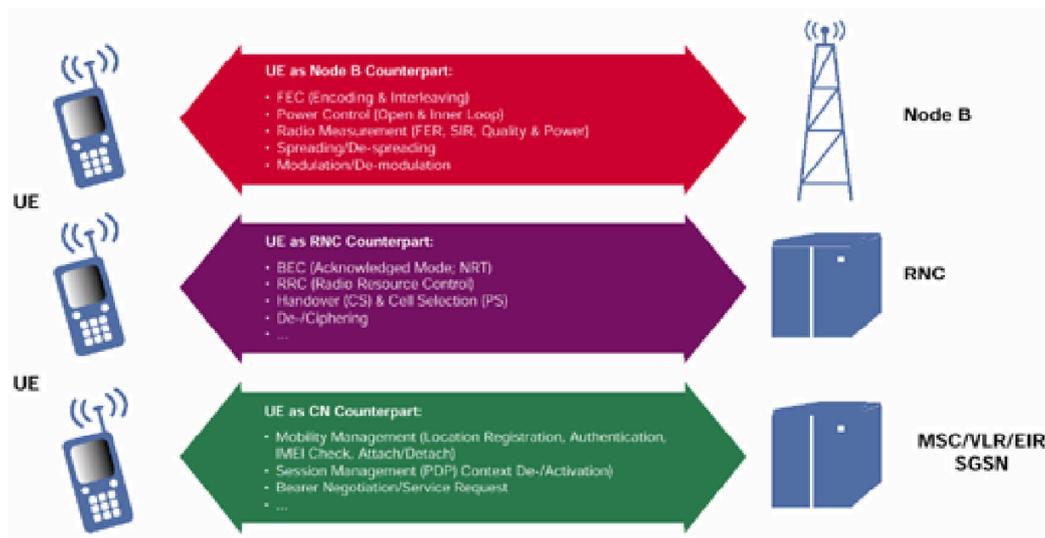
负责 FDD 软切换。微分集组合独立实现，从而降低了 Iub 上对额外的传输容量的需求。

Node B 还参与功率控制，它使 UE 通过基于上行发射功率控制 TPC 信息的内环功率控制用下行 TPC 命令调整功率。内环功率控制的预定义值从 RNC 外环功率控制得到。



► 图7 : NodeB 功能

UMTS UE 与 GSM MS 是基于同样的原理，将 ME 和 UMTS SIM 卡分隔。下图显示了 UE 的功能。



► 图8 : UE 功能

在很多功能和进程上 UE 与不同的网元相似。

### 3 UMTS 接口

在 UMTS 四个新的接口 Uu, lub, lur 和 lu 上都定义了新的协议。本文主要介绍各协议及在各接口上的应用。首先介绍总协议模型。

#### 3.1 总协议模型 [3G TS 25.401]

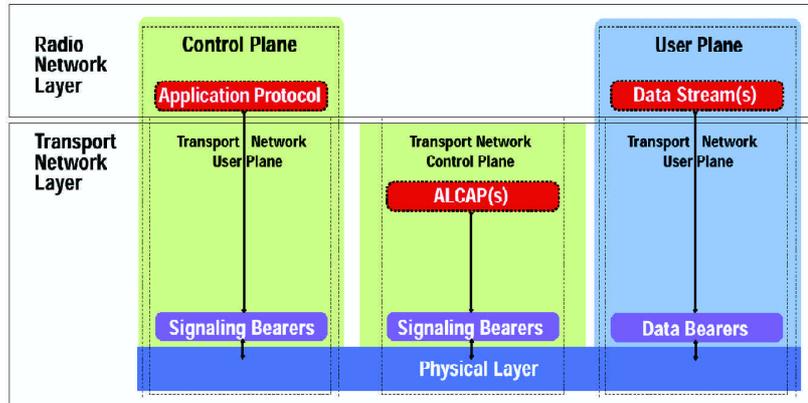
UTRAN 接口包含了一系列水平的和竖直的层面（见图 9）。在水平的无线网络层定义了 UTRAN 所特定的需要，它横跨了控制平面和用户平面。

控制平面用于建立和控制链路连接，

用户平面将上层用户数据透明地传输。标准的传输问题由水平的传输网络层来负责，它独立于 UTRAN 的需求。

图 9 显示了 5 个主要的协议块：

- 信令承载用于传送高层的信令和控制信息，它们由 O&M 活动设置。
- 数据承载是用于传送用户数据(数据流)的帧协议，由传输网络控制平面（ALCAP）建立。
- 应用协议用于在 UTRAN 内提供 UMTS 特定的信令和控制信息，例如建立无线网络层的承载。
- 数据流包括在网元间透明传输的用户数据。用户数据包含用户的个人数据和在同等实体 MSC 和 UE 间交换的移动管理信息。
- **ALCAP**（接入链路控制应用部分）协议层由传输网络控制平面提供。它们对无线网络层的命令如建立，保持和释放数据承载作出反应。引入传输网络控制平面的基本目的为将数据承载技术的选择和控制平面（其中有 UTRAN 特定的应用协议）完全分开。传输网络控



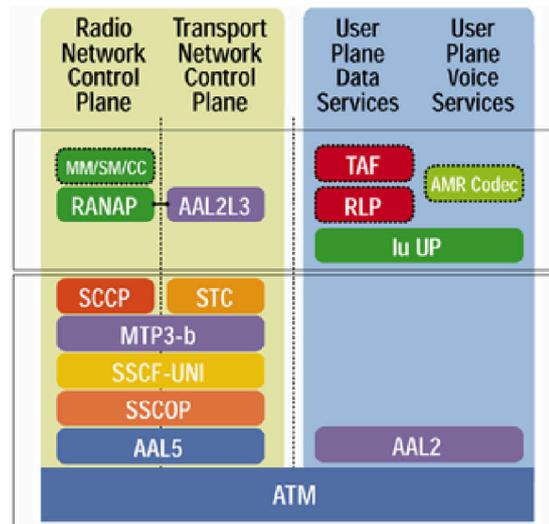
► 图 9：通用协议模型 (3G TS25.401 V3.1.0, p.25)

制平面在 lu-CS, lur 和 lub 接口上存在。在其余没有 ALCAP 信令的接口上，预配置的数据承载被激活。

#### 3.2 应用协议

应用协议是层 3 协议，用于执行 UTRAN 特定的信令和控制命令。图 11 列出了完整的 UTRAN 和 UE 控制平面协议结构。在 4 个接口上都有 UTRAN 特定的控制协议。

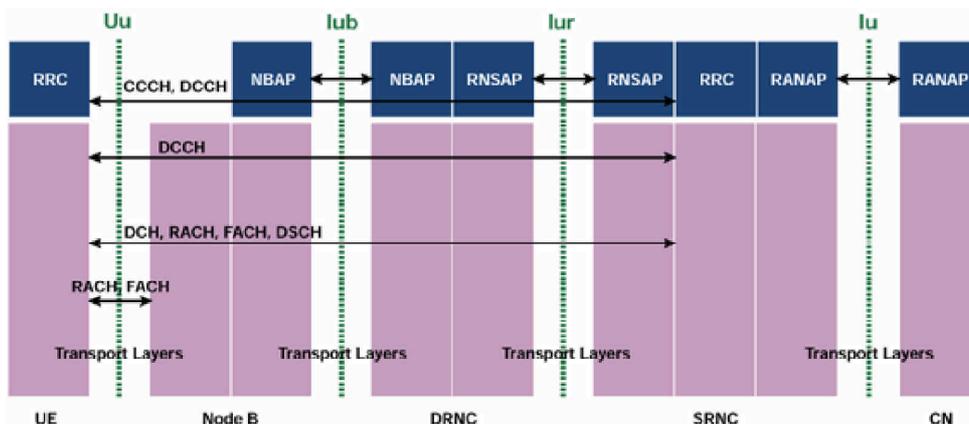
lu：无线接入网络应用部分(RANAP) [3G TS 25.413]



► 图 10：lu-CS 协议栈

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级



► 图 11 : 控制面协议(3G TS 25.931 V3.3.0, p.8, 仅 RRC, NBAP, RNSAP, RANAP 具有最终版本)

这个协议层提供 Iu 接口上的 UTRAN 特定信令和 control 信息，RANAP 的一部分功能为：

- 全面的无线接入承载 (RAB) 管理，包括 RAB 建立，维护和释放。
- 管理 Iu 连接
- 在 UE 和 CN 间传送非接入数据层 (NAS) 信息。例如，NAS 包含移动管理信令和广播信息。
- 在 RNC 和 CN 间交换 UE 的位置信息。
- 从 CN 到 UE 的寻呼要求。
- 过载和总错误状态处理

**Iur** : 无线网子层应用部分 (RNSAP) [3G TS 25.423]

该接口的 UTRAN 特定信令和 control 包括：

- 管理无线链路，物理链路和公共传送通道资源
- 寻呼
- 影响 SRNC 的重定位
- 测量专用资源

**Iub** : Node B 应用部分 (NBAP) [3G TS 25.433]

该接口的 UTRAN 特定信令和 control 包括：

- 公共通道，公共资源和无线链路的管理。
- 配置管理，如小区配置管理。

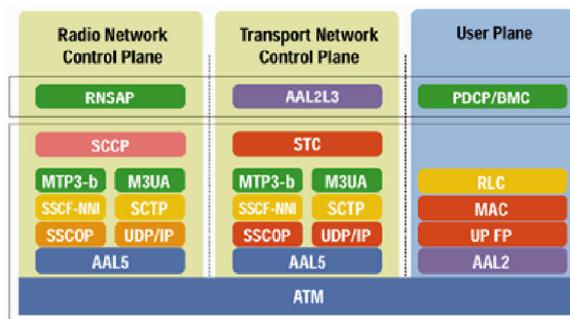
- 测量处理和 control
- 同步 (TDD)
- 错误状态报告

**Uu** : 无线资源控制 (RRC) [3G TS 25.331]

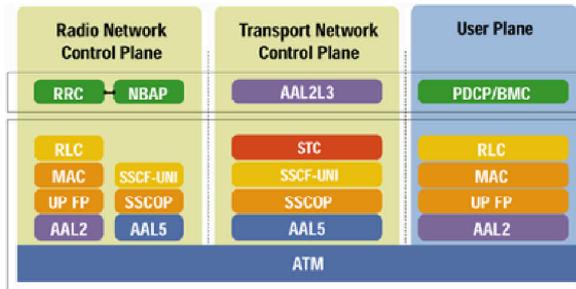
该层处理 Uu 接口上 UE 和 UTRAN 间的 control 平面信令 (参见图 15)。RRC 所提供的功能包括<sup>1</sup>：

- 广播信息
- 管理 UTRAN 和 UE 间的连接，包括它们的建立，维护和释放。
- 管理无线承载，包括建立，维护，释放和相应的连接移动性。

<sup>1</sup> RRC 还执行本地层间 control 服务，在此本文不予讨论。



► 图 12 : Iur 协议栈



► 图13 : Iub 协议栈

- 加密控制
- 外环功率控制
- 消息完整性保护
- TDD 模式中的 TA
- 评估 UE 测量报告
- 寻呼和通报

UE 被定义了两种操作模式 - 空闲模式和专用模式。在空闲模式中, UE RRC 的同等实体在 Node B 上, 而在专用模式中, 它在 SRNC 上。专用模式如图 11。

RRC 上还有高层协议进行信令和控制任务。MM 和 CC 由现行 GSM 规范定义。虽然 MM 和 CC 在 UE 和 CN 间出现, 并且不是 UTRAN 特定信令的一部分, 它们仍需要传送业务的基本支持 (参见 3G TS 23.110)。该层负责消息的按序传送和优先级处理。它属于 UTRAN, 虽然它的同等实体位于 UE 和 CN。

### 3.3 传输网络层特定的层 3 信令和控制协议

在传输网络层上有两类层 3 信令协议 :

- Iu ,Iur: 信令连接控制部分( **SCCP** ) [ITU-T Q.711-Q.716] 提供无连接的和面向连接的业务。面向连接的链路把各移动单元分隔开, 并且负责为各单元建立各次面向连接的链路。
- Iu-CS ,Iur ,Iub: 接入链路控制应用部分( **ALCAP** ) [ITU-T Q.2630.1 , Q.2150.2] 在通过用户平面建立传输数据的承载时需要层 3 信令。ALCAP 主要负责这项功能, 用于动态地建立, 维护, 释放和控制 AAL2 连接。ALCAP 还能将连接控制与另一高层控制协议相连。这和它的功能在 ITU-T Q.2630.1 里规定。正因为如此, 需要一个转换器以与下面协议栈的子层相一致。这些转换器一般被称作信令传输转换器 ( **STC** )。UTRAN 定义和适用两类转换器 :
  - Iu-CS , Iu : 宽带 **MTP(MTP3b)** 上的 **AAL2 STC** [Q.2150.1]
  - Iub : **SSCOP** 上的 **AAL2 STC** [Q.2150.2]

### 3.4 传输网络层特定的“传输”技术

既然我们在 CN 领域有电路交换和分组交换, 并且对于分组交换的需求越来越多, 在长期的运营中就需要一个全新的无线接入网络来适应这两种业务需求。这个网络还必须传送层 3 信令和控制信息。ATM 被选作层 2 技术, 但是传输网络层的高层协议显示 UMTS 对纯 IP 技术开放。

**Iu , Iur , Iub : 准同步传送模式 (ATM) [ITU-T I.3610]**  
 宽带通信在 UMTS 中有重要作用。UMTS 业务不仅包括语音, 还有多媒体应用如会议电视, 因特网浏览和文件共享等。我们需要数据链路技术来处理电路交换和分组交换业务, 同步和准同步业务。在 UMTS (Rel.99) 中选择 ATM 来完成此任务。

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

ATM 网络包括 ATM 节点和链接。由 ATM 信元流组织用户数据并在链路中传送。ATM 适用层则定义了针对不同类型的服务的相应的业务行为。在 UTRAN 中应用了两种：

- lu-CS, lur, lub : **ATM 适用层 2 ( AAL2 )** [ITU-T I.363.2] , 它支持了面向连接模式下的具有可变比特率和最小延时的同步连接。该层主要用于提供实时的可变数据率的业务如语音和视频业务。
- lu-PS, lur, lub : **ATM 适用层 5 ( AAL5 )** [ITU-T I.363.5] , 它支持面向连接模式下的 CBR, VBR, UBR 和 ABR 的同步业务。该层用于 IP 和信令。在 UTRAN 中, AAL5 用于在 lu-PS 接口上承载分组交换用户业务及所有信令和控制数据。

为了承载信令和控制数据, AAL5 必须“增强”。这里, UTRAN 提供了“经典”的 ATM 方案和基于 IP 的方案：

- 信令 AAL 和 MTP3b  
为了使信令 AAL ( SAAL ) 能替代 AAL5 子层 SSCS, 定义了 SSCOP 提供可靠数据传输业务, 还定义了 SSCF 作为配合。
- lu, lur, lub : 业务特定的面向连接协议 (**SSCOP**) [ITU-T Q.2110]  
SSCOP 位于 AAL 层的顶部, 它是公共面向连接协议, 在同等实体间提供可靠数据传送, 包括具序列完整性的高层协议数据传送, 流量控制, 在较长数据传送中断时连接维护, 根据协议控制信息的错误校验, 重传错误校验, 向层管理汇报错误, 状态报告等等。

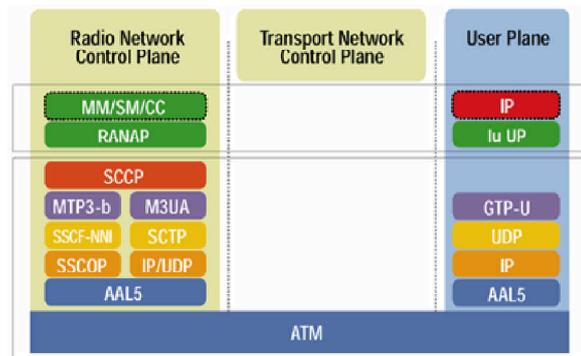
共有两种业务特定协调功能 (SSCF) 被定义：一个用于用户至网络接口 (UNI) 的信令, 一个用于网络节点接口的信令：

- lub : 用于用户-网络接口信令支持的业务特定协调功能 (**SSCF-UNI**) [ITU-T Q.2130]

SSCF-UNI接受层3信令并映射至SSCOP,或反之。SSCF-UNI 在高层和低层间进行协调, UTRAN 中, 这种协调用于 lub 内 SSCF-UNI 上的 NBAP 和 ALCAP 和下层之间。

- lu, lur : 网络节点接口上的业务特定协调功能 (**SSCF-NNI**) [ITU-T Q.2140]

SSCF-NNI 接受层 3 SS7 信令并映射入 SSCOP, 或反之。SSCF-NNI 在高层和低层间进行协调, 在 UTRAN 中, MTP3b 具有较高层 3, 需要 SSCOP-NNI 的服务。



► 图14 : lu-PS 协议栈

原先 SS7 协议层 SCCP 由 MTP 提供支持, 所以 MTP 层 3 部分也会面临 SCCP 层：

- lu, lur : 消息传送部分第 3 级 (**MTP3b**) [ITU-T Q.2210] 在第 3 级中必须控制信令链路—用于：消息路由, 辨别和分配(仅适用于点到点链路), 信令链路管理, 负荷分担等。MTP3b 为此定义了特定的功能和消息, 它需要 SSCF-NNI 的支持。

层 3 信令和控制数据也由增强的 IP 协议栈用隧道功能来处理 (见图 12)。隧道协议也适用于 lu-PS 接口上的分组交换用户数据 (见图 14)。

- IP over ATM
  - lu-PS, lur : **IP** 协议 [IETF 书 RFC 791, 2460, 1483, 2225], **UDP** 协议 [IETF RFC 768]。IP 协议被封装, 通过 ATM

连接传送,其过程由RFC1483和RFC2225定义。IPv4和IPv6均被支持。IP实际上是层3协议,UDP位于层4协议上,为非可靠性协议。其目的是开放信令链路以适应将来纯IP网络需要。

术在CN和RNC间传送。在Iu-PS,Iur上SS7 MTP3-用户适应层(M3UA)也计划通过隧道技术传送。

为了运用隧道技术传输SSCP和ALCAP信令信息,使用了两个协议:

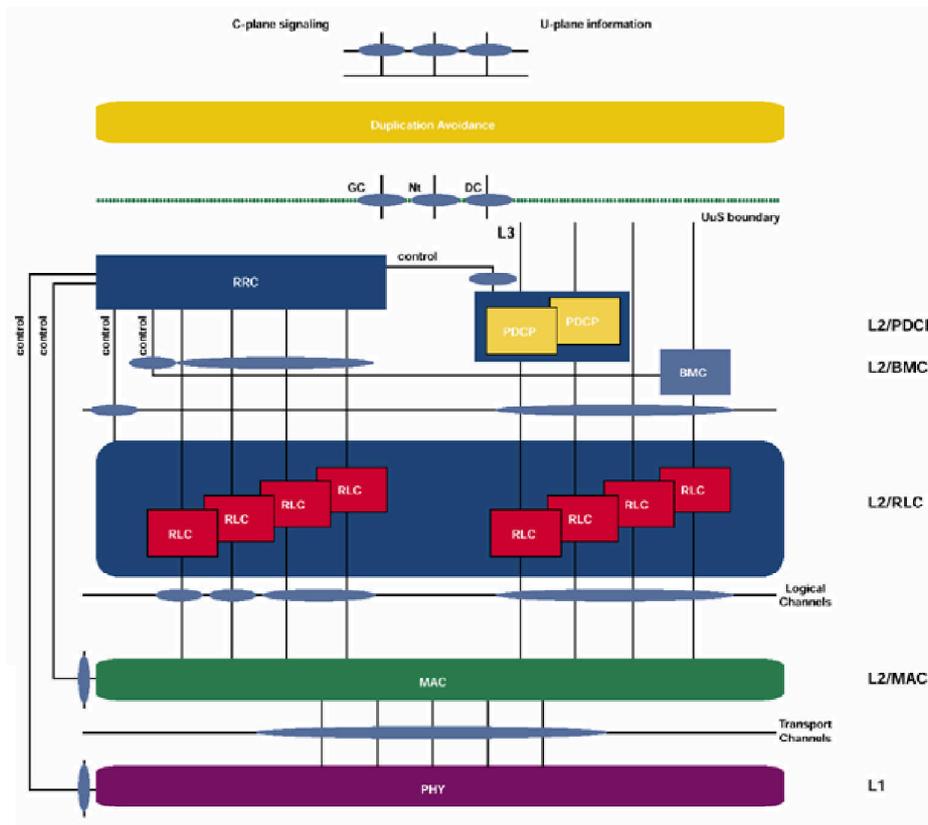
- Iu-PS,Iur:简单控制传输协议(SCTP)

该协议层允许在IP网络上传输信令协议。它的任务与MTP3b相似。在Iu-CS接口,SS7信令必须通过隧道技

对分组交换用户数据运用隧道技术通过:

- Iu-PS:GPRS隧道协议(GTP)[3G TS 29.060]

GTP提供了信令(GTP-C)和数据传送(GTP-U)过程。Iu-PS接口仅使用了后者,因为控制功能由RANAP协议处理。GTP-U用于在SGSN和RNC间的对用户数据运用隧道技术。



► 图15 : Uu 接口协议结构(TS 25.301 V3.3.0, p.11)

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

#### 3.5 lu, lur, lub : 物理层 [3G TS25.411]

物理层定义了如何接入传输媒体, 物理和电气性能, 以及如何激活 / 去激活连接。它为高层提供了物理业务接入点, 支持统一的比特流的传输。UTRAN 允许很多种物理层解决方案, 包括: ETSI STM-1(155Mbps), STM-4(622Mbps): SONET STS-3c(155Mbps), STS-12c(622Mbps): ITU STS-1(51Mbps), STM-0(51Mbps): E1(2Mbps), E2(8Mbps), E3(34Mbps), T1(1.5Mbps), T3(45Mbps): J1(1.5Mbps), J2(6.3 Mbps)。

在上文中详细描述了 lu, lub, lur 接口和协议层, 下面将讨论无线接口:

#### 3.6 无线接口 Uu [3G TS 25.301]

在规定一个全新的无线接入网络时无线接口通常是争论的焦点。图 15 展示了 UE 中低层协议栈的实现。可以看到, 物理层, 数据链路层和网络层 (无线资源控制(RRC)的一部分) 被定义。

物理层负责在空中接口传输数据。在 UMTS Rel.'99 中规定了 FDD 和 TDD W-CDMA 解决方案。

数据链路层包含 4 个子层:

- 媒质接入控制(MAC) [3G TS 25.321]  
MAC 层位于物理层之上。其与高层间通过逻辑通道通信。这里定义了一系列逻辑通道来传送各种不同类型的信息。因而, 一个逻辑通道决定了所用的信息类型。  
与物理层的信息交换由传输通道实现。他们描述了数据如何在无线接口上传送, 以及具有何种特性。  
MAC 层不仅负责把逻辑通道映射入物理通道。它还用于 UE 的优先级处理和 UE 数据流, 业务监视, 加密, 复用等等。
- 无线链路控制(RLC) [3G TS 25.322]负责确认或不确认数据传送, 建立 RLC 连接, 透明数据传送, QoS

设置, 不可恢复性错误通知, 加密等等。每个无线承载有一个 RLC 连接。

剩下的两个层 2 协议仅用于用户平面:

- 分组数据收敛协议 (PDCP) [3G TS 25.323]负责无线网络层 PDU 的发送和接受。UMTS 支持多个不同网络层协议以透明传送协议。现阶段支持 IPv4 和 IPv6, 但 UMTS 必须对其他协议开放并且无需修改 UTRAN 协议。这种透明传送是 PDCP 的任务之一, 另一个任务是增加通道的效率 (如通过协议头压缩)。
- 广播 / 多点传送控制 (BMC) [3G TS 25.324]提供了用户平面的广播/多点传送业务。例如, 它存储 SMS CB 消息并把它们发送给 UE。

## 4 UMTS 和 UTRAN 测试目的

从前面章节中可以看到 UMTS/UTRAN 中引入了 4 个新的接口。随着这些接口而来的是大量的协议层。处理这些新协议对设备的生产, 运营和测试提出了高要求。

### 4.1 测试方案

几乎所有的测试方案的制定都从三个方面来考虑。协议测试的第一步总是要决定被测系统的特点和测试目的。

是否该网络正在运行, 不能断开?  
使用非干扰的 *监测* 方法。

是否有“死”点或系统需要外部的刺激?  
用 *模拟 / 仿真* 方法。

是否需要验证对标准或其他设备的一致性？  
用一致性测试。

**4.1.1 监测 [参见 CCITT 880 和 GSM Rec.12.04]**

监测是指用 K1205 这样的纯监测设备或 K1297 的监测功能（K1297 还具有模拟仿真功能）在接口上收集数据。对生产商和运营商来说，收集数据的主要原因是获取必需的信息来根据相应的目的作出决定。需投资的项目可能是单个的网元，PLMN 的一部分甚至整个 PLMN。监测数据收集的主要目的是：

- 获得实际性能级别概况
- 决定改进的可能性需要
- 发现所规定或预期的性能与实际性能的差别
- 加强潜在问题和行为预测

接口监视可以两种方式收集数据和显示结果：

测试数据收集：使用累积计数器来获得某一事件的出现次数，和 / 或离散事件寄存器来获取和跟踪特定结果如过载环境和失败。

数据回顾用于评估：保存测试数据用于后续回放和分析。一般来说数据量的减少可通过设置特定事件的过滤器（如不正常终止的呼叫），使用统计或选择特定条件（在指定地址跟踪数据，跟踪呼叫建立等）。

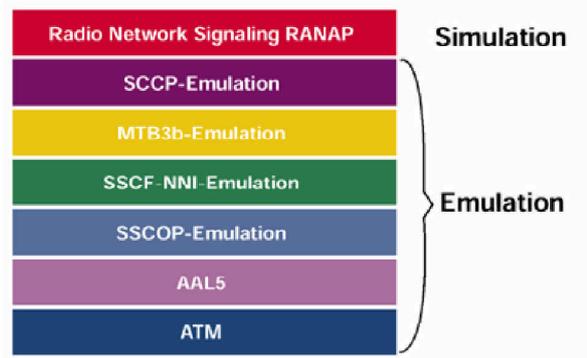
**4.1.2 模拟**

模拟是指由其它设备来代替或模仿一个过程或系统。在测试环境中，仿真器用来代替一个网元或网络的一部分，并产生所需要的条件。例如，在测试 RNC 时，测试仪器可以仿真核心网络的行为，这样，RNC 就独立于网络了。仿真器的作用：

- 检验网元的可靠性。正常和不正常的条件都可以被定义和仿真，这样，通过观察网元对这些模拟环境的反应情况，运营者就能预测网元在实际环境中会表现如何。当标准条件适用于网元时，模拟也会在一致性测试中使用。
- 代替缺少的网元或网络的一部分。在开发时，模拟可为待开发的系统产生理想的运营环境。
- 节省开发和安装的开支。在开发过程中就可发现设备的强处和弱点，而无需等到实际运行时。

**4.1.3 仿真**

仿真是更高形式的模拟，所仿真的通信协议层的行为根据标准自动模拟。例如，lu RANAP 的模拟是基于对相应低层的仿真。当低层根据规范运行时，可以在被模拟层上故意加入错误来测试网元处理错误的能力。



► 图16 : lu RANAP 模拟

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

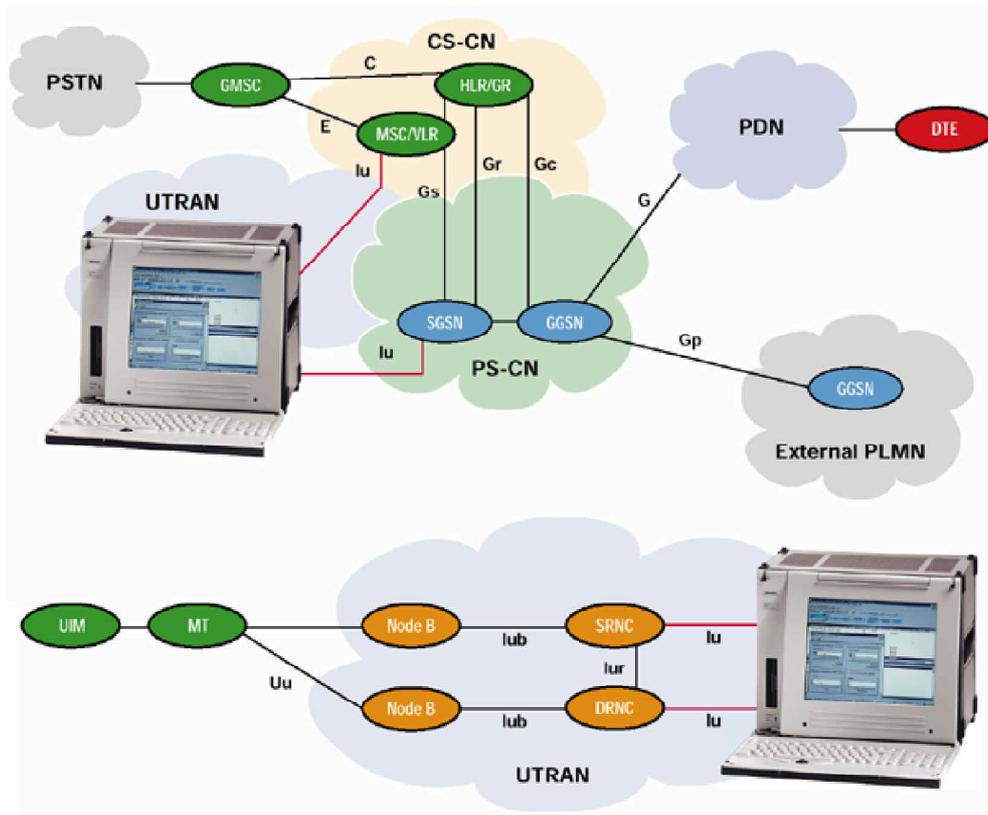
#### 4.1.4 一致性测试 [ETSI ETR 021]

标准要求不同的厂商所开发的系统能相互作用,交换和处理信息。当一个系统的能力和外部行为满足在相应的规范的定义时,我们说它是一致的。一致性测试是校验系统是否一致的过程。在 UMTS 中无线接口的一致性测试规范已经完成(参看 3G TS 34.xxx),其它接口的一致性测试规范还有待于厂商,运营商和测试商达成协议。

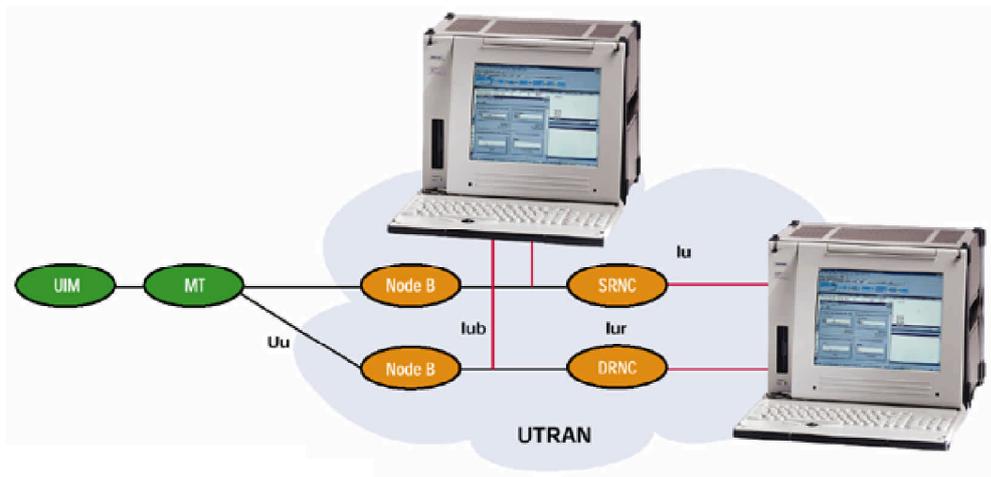
#### 4.2 测试过程

泰克的 K1297 支持几种不同的测试配置:

1. 模拟/仿真 CN, UTRAN 或 RNC。图 17 显示了生产商的开发和系统集成过程如何通过模拟/仿真来支持。测试环境中的设备可被按照正常和非正常条件来模拟,其反应的可靠性就可被测试出来。当 K1297 作为 CN 的“同等实体”,它可模拟和仿真 UTRAN (包括 UE) 和/或单独的 RNC。



► 图 17: 网元模拟/仿真支持的进程



► 图18 : CN 模拟及 Iub 监测

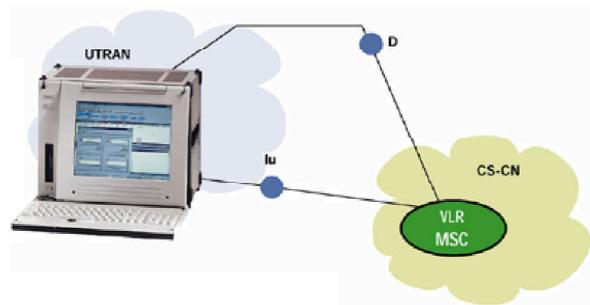
2. 主动和被动的监测是K1297的基本测试工具。它支持对UMTS所有接口的监测,这样生产商和运营商均能评估网元的性能。其统计功能可给运营者一些业务类型和业务量附加信息,如BHCA等。图18中K1297用于CN模拟和Iub接口的监测。
3. K1297还提供一致性测试来验证网元的一致性。当达成协议制定标准后,通过软件升级就可获得一致性测试软件包。图19为CN的一致性测试图,K1297模拟HLR以保证被测网元仅获得认可的数据。

泰克公司一直致力于移动网络的先进的测试解决方案。随着移动技术向GPRS,UMTS,CDMA2000的发展,我们也为您提供最新的测试产品和测试方法,使您站在技术的前沿。

欢迎您对本文提出意见,更欢迎您对发展无线网络测试工具的建议。

## 5 结束语

这篇是UMTS协议和协议测试入门的第二版,它为那些对3G移动网络的解决方案感兴趣的测试工程师提供了信息。随着规范的发展,本文也会不断更新。本文也刊登在我们的网页 ([www.tektronix.com/commtest](http://www.tektronix.com/commtest)) 上,还有一些相关的文章(包括一些UMTS接口测试的应用文章)。



► 图19 : CN 网元一致性测试

## UMTS 协议和协议测试

### ▶ 初级

## 6 附录

### 6.1 参考文献和标准

- 3G TS 23.110** UMTS Access Stratum Service and Function
- 3G TS 25.301** Radio Interface Protocol Architecture
- 3G TS 25.321** Medium Access Control(MAC)Protocol Specification
- 3G TS 25.322** Radio Link Control (RNC) Protocol Specification
- 3G TS 25.323** Packet Data Convergence Protocol (PDCP) protocol
- 3G TS 25.324** Radio Interface for Broadcast/Multicast Service
- 3G TS 25.331** Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification
- 3G TS 25.401** UTRAN Overall Description
- 3G TS 25.410** UTRAN Iu Interface: General Aspects and Principles
- 3G TS 25.411** UTRAN Iu Interface Layer 1
- 3G TS 25.413** UTRAN Iu Interface: RANAP Signaling
- 3G TS 25.420** UTRAN Iur Interface: General Aspects and Principles
- 3G TS 25.423** UTRAN Iur interface: RNSAP Signaling
- 3G TS 25.430** UTRAN Iub Interface: General Aspects and Principles
- 3G TS 25.433** UTRAN Iub Interface: NBAP Signaling
- 3G TS 29.061** GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface CCITT Rec. E.880 Field data collection and evaluation on the performance of equipment, network and services
- ETSI ETR 021** Advanced Testing Methods (ATM); Tutorial on protocol conformance testing (Especially OSI standards and profiles) (ETR/ATM-1002)
- ETSI GSM 12.04** Digital cellular telecommunication system (Phase 2); Performance data measurements
- IETF M3UA** G. Sidebottom et al, "SS7 MTP3-User Adaptation layer" M3UA draft-ietf-sigtran-m3ua-02.txt (Work In Progress) IETF, 10 Mar 2000
- IETF SCTP** R.Stewart et al, "Simple Control Transmission Protocol", draft-ietf-sigtran-sctp-v0.txt (Work In Progress), IETF, Sep 1999
- IETF RFC 791** Internet Protocol
- IETF RFC 768** User Datagram Protocol
- IETF RFC 1483** Multim Protocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer5
- IETF RFC 2225** Classical IP and ARP over ATM
- IETF RFC 2460** Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification
- ITU-T I.361** B-ISDN ATM layer specification
- ITU-T I.363.2** B-ISDN ATM Adaptation Layer Type 2
- ITU-T I.363.5** B-ISDN ATM Adaptation Layer Type 5
- ITU-T Q.711** Functional description of the Signaling connection control part
- ITU-T Q.712** Definition and function of Signaling connection control part messages
- ITU-T Q.713** Signaling connection control part formats and codes
- ITU-T Q.714** Signaling connection control part procedures
- ITU-T Q.715** Signaling connection control part user guide
- ITU-T Q.716** Signaling Connection Control Part (SCCP) performance
- ITU-T Q.2100** B-ISDN Signaling ATM Adaptation Layer (SAAL) overview description
- ITU-T Q.2110** B-ISDN ATM Adaptation Layer-Service Specific Connection Oriented Protocol (SSCOP)
- ITU-T Q.2130** B-ISDN Signaling ATM Adaptation Layer-Service Specific Coordination Function for Support of Signaling at the User Network Interface (SSCF at UNI)
- ITU-T Q.2140** B-ISDN ATM Adaptation Layer-Service Specific Coordination Function for Signaling at the Network Node Interface (SSCF at NNI)
- ITU-T Q.2150.1** B-ISDN ATM Adaptation Layer-Signaling Transport Converter for the MTP3b
- ITU-T Q.2150.2** AAL Type 2 Signaling Transport Converter on SSCOP (Draft)
- ITU-T Q.2210** Message transfer part level 3 functions and messages using the services of ITU\_T Recommendation Q.2140
- ITU-T Q.2630.1** AAL type 2 Signaling Protocol (Capability Set 1)

## 6.2 术语表

<b>1G</b>	第一代移动通信技术	<b>CRNC</b>	控制 RNC
<b>2G</b>	第二代移动通信技术	<b>CS</b>	电路交换
<b>3G</b>	第三代移动通信技术	<b>CS-CN</b>	电路交换核心网络
<b>8PSK</b>	8 相移键控	<b>CSE</b>	CAMEL 业务环境
<b>A</b>	A 接口	<b>CT</b>	一致性测试
<b>AAL</b>	ATM 适配层	<b>D-AMPS</b>	数字 AMPS
<b>AAL2</b>	ATM 适配层类型 2	<b>DCH</b>	专用信道
<b>AAL5</b>	ATM 适配层类型 5	<b>DECT</b>	数字增强型无绳电话
<b>Abis</b>	Abis 接口	<b>DL</b>	下行
<b>AC</b>	鉴权中心	<b>DPC</b>	目的点编码
<b>ALCAP</b>	接入链路控制应用部分	<b>DRNC</b>	漂移 RNC
<b>AMPS</b>	先进的移动电话服务	<b>DTE</b>	数据终端设备
<b>AMR</b>	多速率适配 ( 语音编码 )	<b>EDGE</b>	GSM 增强数据速率
<b>ATM</b>	异步转移模式	<b>EFR</b>	增强型全速率 ( 语音编码 )
<b>AuC</b>	鉴权中心	<b>EIR</b>	设备识别寄存器
<b>BEC</b>	后向纠错	<b>ESE</b>	仿真进程编辑器
<b>BMC</b>	广播和多点传送控制	<b>ETSI</b>	欧洲电信标准化协会
<b>BSC</b>	基站控制器	<b>FDD</b>	频分复用
<b>BSS</b>	基站子系统	<b>FDMA</b>	频分多接入
<b>BTS</b>	基站收发信台	<b>FEC</b>	前向纠错
<b>CAMEL</b>	GSM 智能网应用	<b>FER</b>	误帧率
<b>CAP</b>	CAMEL 应用部分	<b>GGSN</b>	网关 GPRS 支持节点
<b>CBR</b>	固定比特速率 ( 数据流 )	<b>GMM</b>	GPRS 移动性管理 ( 协议 )
<b>CC</b>	呼叫控制	<b>GMSC</b>	网关 MSC
<b>CCS7</b>	公共控制 7 号信令	<b>GMSK</b>	高斯最小移位键控
<b>CDMA</b>	码分多址接入	<b>GPRS</b>	通用无线分组业务
<b>CDMA2000</b>	第三代码分多址接入	<b>GSM</b>	全球移动通信系统
<b>CM</b>	呼叫管理协议	<b>GSMSCF</b>	GSM 业务控制功能
<b>CN</b>	核心网络	<b>GSMSSF</b>	GSM 业务交换功能
		<b>GTP</b>	GPRS 隧道协议
		<b>GTP-C</b>	GTP 控制

## UMTS 协议和协议测试

### ► 初级

<b>GTP-U</b>	GTP 用户	<b>MSC</b>	移动业务交换中心
<b>HLR</b>	归属位置寄存器		消息序列图
<b>HO/HoV</b>	切换	<b>MSS</b>	移动卫星系统
<b>HSCSD</b>	高速电路交换数据	<b>MT</b>	移动电话
<b>IMEI</b>	全球移动设备识别	<b>MTP</b>	消息传递部分
<b>IMT-2000</b>	国际移动通信 2000	<b>MTP3b</b>	消息传递部分第 3 级 ( 宽带 )
<b>IMUN</b>	全球移动用户号	<b>NAS</b>	非接入层
<b>IN</b>	智能网	<b>NBAP</b>	Node B 应用部分
<b>IP</b>	互联网协议	<b>NE</b>	网元
<b>ISDN</b>	综合业务数字网	<b>NMT</b>	北欧移动电话
<b>ISP</b>	互联网服务提供商	<b>NNI</b>	网络 - 节点接口
<b>ISUP</b>	ISDN 用户部分	<b>Node B</b>	UMTS 基站
<b>ITU</b>	国际电信联盟	<b>NRT</b>	非实时
<b>ITUN</b>	7 号信令 ISUP 隧道	<b>NSS</b>	网络交换子系统
<b>Iu</b>	RNC 与 CN 间的 UTRAN 接口	<b>O&amp;M</b>	运营和维护
<b>Iub</b>	Node B 与 RNC 间的 UTRAN 接口	<b>OMC</b>	运营维护中心
<b>Iu-CS</b>	RNC 与分组交换核心网间的 UTRAN 接口	<b>OSA</b>	开放式业务体系
<b>Iu-PS</b>	RNC 与分组交换核心网间的 UTRAN 接口	<b>OSS</b>	操作子系统
<b>Iur</b>	RNC 间的 UTRAN 接口	<b>PDC</b>	个人数字通信
<b>IUT</b>	被测实体	<b>PDCCP</b>	分组数据收敛协议
<b>IWF</b>	交互功能	<b>PDH</b>	准同步数字系列
<b>LLC</b>	逻辑链路控制	<b>PDN</b>	分组数据网络
<b>MAC</b>	介质访问控制	<b>PDU</b>	协议数据单元
<b>MAP</b>	移动应用部分	<b>PLMN</b>	公共陆地移动网络
<b>MBS</b>	消息构造系统	<b>PMR</b>	专用移动无线
<b>MC</b>	多载波	<b>PS</b>	分组交换
<b>MC-CDMA</b>	多载波 CDMA	<b>PS-CN</b>	分组交换核心网
<b>MCE</b>	多协议封装	<b>QoS</b>	服务质量
<b>MDTP</b>	多网络数据传输协议	<b>QPSK</b>	四元相移键控
<b>ME</b>	移动设备	<b>RAB</b>	无线接入承载
<b>MM</b>	移动性管理 ( 协议 )		

<b>RAN</b>	无线接入网络	<b>TD-SCDMA</b>	时分 - 同步 CDMA
<b>RANAP</b>	无线接入网络应用部分	<b>TEID</b>	隧道终点 ID
<b>RLC</b>	无线链路控制	<b>TIA</b>	通信工业协会
<b>RLP</b>	无线链路协议	<b>TN-CP</b>	传送网络控制平面
<b>RNC</b>	无线网络控制器	<b>TPC</b>	传输功率控制
<b>RNS</b>	无线网络子系统	<b>TRAU</b>	码型转换和速率适配单元
<b>RNSAP</b>	无线网络子系统应用部分	<b>TS</b>	技术规范
<b>RNTI</b>	无线网络临时识别	<b>TTA</b>	通信技术协会
<b>RR</b>	无线资源	<b>U MSC</b>	U MSC 移动交换中心(MSC 和 SGSN 集成在一个物理实体中, UMTS+MSC=U MSC)
<b>RRC</b>	无线资源控制	<b>U MSC-CS</b>	U MSC 电路交换
<b>RRM</b>	无线资源管理	<b>U MSC-PS</b>	U 机 MSC 分组交换
<b>RTT</b>	无线传输技术	<b>U SIM</b>	UMTS 用户接口模块
<b>SAAL</b>	信令 ATM 适配层	<b>U SSD</b>	未组织补充业务数据
<b>SCCP</b>	信令连接控制部分	<b>UBR</b>	未规定比特率 (数据流)
<b>SCTP</b>	简单控制传输协议	<b>UDP</b>	用户数据报协议
<b>SDH</b>	同步数字系列	<b>UE</b>	用户设备
<b>SDO</b>	标准发展组织	<b>UICC</b>	UMTS IC 卡
<b>SGSN</b>	服务 GPRS 支持节点	<b>UL</b>	上行
<b>SIM</b>	用户识别模块	<b>Um</b>	GSM 空中接口
<b>SM</b>	会话管理协议	<b>UMTS</b>	通用移动通信系统
<b>SRNC</b>	服务无线网络控制器	<b>UNI</b>	用户 - 网络接口
<b>SRNS</b>	服务无线网络子系统	<b>UP</b>	用户平面
<b>SS7</b>	CCS7	<b>USIM</b>	UMTS 用户识别模块
<b>SSCOP</b>	面向连接业务特定协议	<b>UTRA</b>	UMTS 陆地无线接入
<b>SSF</b>	业务交换功能	<b>UTRAN</b>	UMTS 陆地无线接入网络
<b>STC</b>	信令转移转换器	<b>Uu</b>	UMTS 无线接口
<b>STM1</b>	同步转移模式 - 第一级	<b>UWC-136</b>	通用无线通信
<b>SUT</b>	被测系统	<b>VBR</b>	可变比特率 (数据流)
<b>SW</b>	软件	<b>VHE</b>	虚拟归属环境
<b>TACS</b>	全接入通信系统	<b>VLR</b>	访问位置寄存器
<b>TC</b>	码型变换器	<b>VMSC</b>	访问 MSC
<b>TD-CDMA</b>	时分 - 码分多址接入	<b>W-CDMA</b>	宽带码分多址接入
<b>TDD</b>	时分复用	<b>WLL</b>	无线本地环路
<b>TDMA</b>	时分多址接入		





泰克电子(中国)有限公司  
北京市海淀区花园路4号  
通恒大厦1楼101室  
邮编：100088  
电话：(86 10) 6235 1210/1230  
传真：(86 10) 6235 1236

泰克上海办事处  
上海市静安区延安中路841号  
东方海外大厦18楼  
邮编：200040  
电话：(86 21) 6289 6908  
传真：(86 21) 6289 7267

泰克广州办事处  
广州市环市东路403号  
广州国际电子大厦2107室  
邮编：510095  
电话：(86 20) 8732 2008  
传真：(86 20) 8732 2108

泰克深圳办事处  
深圳市罗湖区深南东路5002号  
信兴广场地王商业大厦4302室  
邮编：518008  
电话：(86 755) 8246 0909  
传真：(86 755) 8246 1539

泰克成都办事处  
成都市人民南路一段86室  
城市之心23层D-F座  
邮编：610016  
电话：(86 28) 8620 3028  
传真：(86 28) 8620 3038

泰克西安办事处  
西安市东大街  
西安凯悦(阿房宫)饭店322室  
邮编：710001  
电话：(86 29) 769 1234-322  
(86 29) 723 1794  
传真：(86 29) 721 8549

泰克武汉办事处  
武汉市武昌区民主路788号  
白玫瑰大酒店924室  
邮编：430071  
电话：(86 27) 8789 3366-924  
(86 27) 8781 2831  
(86 27) 8731 8969  
传真：(86 27) 8730 5230

泰克香港办事处  
香港铜锣湾希慎道33号  
利园3501室  
电话：(852) 2585 6688  
传真：(852) 2598 6260



© 美国泰克公司 (Tektronix, Inc.) 2003 年版权所有。 全权所有。 泰克公司的产品受正在申请或已批准的美国和外国专利保护。 本手册之内容取代以前所有出版物的内容。 本公司保留随时更改技术规格和产品价格的权利。 TEKTRONIX 和 TEK 是本公司的注册商标， 本文述及之所有其它商业名称分别为其各自公司的服务标志、 商标或注册商标。

**Tektronix**  
Enabling Innovation