

# TD-SCDMA 终端通用分组业务网络层研究

史文祥, 朱红专, 郑建宏  
(重庆邮电学院, 重庆 400065)

**摘要:**第三代移动通信系统同时支持无线接口不同的高低数据比特率, 可变的高速数据率是第三代移动通信系统主要的技术特征之一, 作为 TD-SCDMA 移动通信系统采用的通用无线分组业务(TD-PRS)使这一重要特征的实现成为可能, 利用 TD-PRS 可以实现全球范围的 Internet 接入。主要讨论了在构建 TD-PRS 的业务网络层时可能采用基于 IP 协议服务的网络层和基于 PPP 协议服务的网络层 2 种方案, 并且对这些方案做了 SDL 的仿真, 这 2 种方案都可以实现 Internet 的接入。

**关键词:**通用无线分组业务; 点对点协议; 网络控制协议; AT 指令  
**中图分类号:** TN929.533 **文献标识码:** A

## 0 引言

随着 Internet 的迅速发展, 电信用户对数据业务的要求越来越高, 因而用户日益希望能有一种提供真正的全球覆盖和灵活的宽带业务, 并且使终端能在不同的网络间无缝漫游的系统。在这种情况下, 国际电联(ITU)提出了 IMT-2000 系统, 即第三代移动通信系统, 作为其中的一种技术提案就是中国提交的 TD-SCDMA 方案<sup>[1]</sup>。TD-SCDMA 采用 TDD 双工方式, 实现高速的电路交换、分组交换以及多媒体业务, 整个方案分为 3 大部分: 无线接入网络、核心网络和终端设备。其中, 无线接入网络采用全新的协议构成, 与目前的 GSM 网络有很大的差异, 但在核心网络部分则与现有的 GSM/GPRS 有着较大的相似, 从而可以实现移动网络的平滑过渡。在本文中主要论述了 TD-SCDMA 终端的通用无线分组业务(TD-PRS)中网络层部分的研究。

## 1 TD-PRS 的网络层

TD-PRS 协议主要是用来传输数据业务。TD-PRS 的传输平面由分层的协议结构组成, 提供用户的信息传递, 采用的是信息传递控制过程。TD-PRS 的协议结构类似于 GPRS 协议<sup>[2]</sup>, 不同之处在于 TD-PRS 基于全新的 TD-SCDMA 无线空中接口, 采用了先进的 TDD 模式码分多址技术, 因此上层的 TD-PRS 业务具有更高、更可靠、更灵活的传输能力。

图 1 是根据 ISO/OSI 参考模型提出的 TD-PRS 传输平面结构。网络层部分的 UE 单元处于应用层

(application) 和子网汇聚层(SNDCP)之间, 而 GGSN 单元处于顶端和 GTP(隧道协议)之上。在网络层与应用层之间可以采用多种标准协议, 如 X.25 和 TCP/IP 等, 这些协议的选择不在 TD-PRS 规范范围之内。由于大多数的网络通信都是基于 TCP/IP 协议的<sup>[3]</sup>, 未来的核心网趋势也是全 IP 网, 所以目前网络层主要采用了 TCP/IP 协议, 用来完成 HTTP, TELNET, FTP 等各种网络功能, 从而能够接入 Internet。应用层和网络层组成业务接入点, 形成 IP 数据包, 然后将数据包转交给 SNDCP。

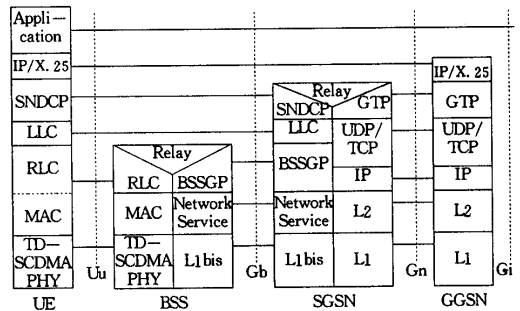


图 1 TD-PRS 的传输平面  
Fig. 1 TD-PRS transmission plane

## 2 TD-PRS 网络层实现方案

由于目前终端在硬件上的限制(例如内存, CPU 频率等), TD-PRS 网络层和基于网络应用的各种业务往往在 PC 或者其他手持设备上实现, 将来的 3G 手机突破硬件限制完全可以集成在单一的 MT 终端上, 但基于目前的条件, 可以暂时直接使用

· 收稿日期: 2003-04-14 修订日期: 2003-05-27

作者简介: 史文祥(1979-), 男, 湖北人, 硕士研究生, 研究方向为信号与信息处理; 郑建宏, 男, 教授。

PC 提供的 IP 以及 X. 25 等网络协议功能模块作为目前 TD-PRS 网络层功能块的一部分。目前实现网络层有 3 套方案<sup>[4]</sup>, 由于基于 X. 25 的网络层的不普遍性, 而重点研究了基于 IP 服务的网络层和基于 PPP 服务的网络层。

### 2.1 基于 IP 协议服务网络层的实现

虽然 TD-SCDMA 的物理层有着种种限制, 但是所有支持 IP 协议并且运行在 IP 协议下的协议族都可以用于 TD-PRS 的环境。图 2 给出了运行在下层协议上的 IP 协议网络层设计方案。

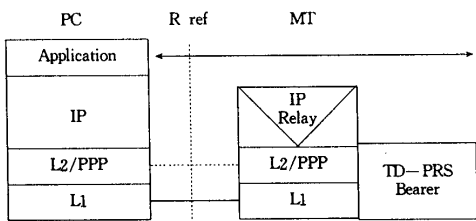


图2 基于IP服务的网络层方案  
Fig. 2 Network layer scheme of IP-based service

在 IP 层下方, 下层协议可以选择 L2 或者点对点 (PPP) 协议。其中 L2 协议可以是制造者的操作系统中通过 R 参考点传送 IP 帧的某种协议 (或者是一种自定义协议), 而 PPP 协议在大量的已有的操作系统中被广泛支持, 选择 PPP 协议就无需制造者创造新的协议, 这将降低了终端开发的难度和成本。就这种方案而言, 由于实现了 IP 包的中继功能, 也实现了 IP 包的封装和解包, 所以需要 MT 有足够大的内存和数据处理能力。

PC 和 MT 之间通过 R 参考点通信, 目前考虑是串口通信, 采用中断方式接收发送数据, 将来也可以采用红外线、蓝牙、USB 口等通信。

### 2.2 基于 PPP 协议服务网络层的实现

由于 TD-PRS 也支持基于 PPP 协议的网络, 通过 PPP 协议中的网络控制协议 (NCP) 可以绑定许多种支持 PPP 的协议, 例如 TCP/IP, X. 25 等。TD-PRS 可

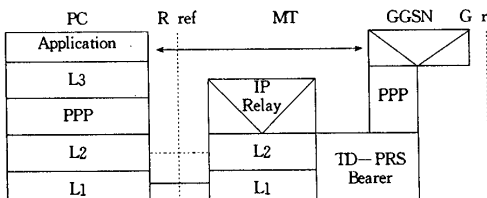


图3 基于PPP服务的网络层方案  
Fig. 3 Network layer scheme of PPP-based service

以利用 PPP 隧道来实现, 具体的 PPP 配置如图 3 所示。这个方案与基于 IP 服务的网络层配置方案的不同之处在于不需要在 MT 端实现 PPP 协议, 而需要在 GGSN 端实现 PPP 协议。PPP 协议在许多操作系统中已经被

大量实现, 与基于 IP 协议服务网络层方案相比, 这种方案无需在终端解包以及封装 IP 包, 可以省略 IP RELAY 层, 从而可以降低手机终端制造的复杂度。L3 层协议是 PPP 协议中的 NCP 协议所支持的某种网络层协议, 一般采用 IP 协议。其中 L2 层协议是在制造者的操作系统中实现的, 同时可以通过 R 参考点传送 PPP 帧的某种协议 (或者是一种自定义协议)。PC 和 MT 之间通过 R 参考点通信, 同样是通过串口通信, 采用中断方式接收发送数据。

## 3 SDL 仿真与测试

基于以上设计方案, 采用了 SDL 这种通用的协议开发语言作为仿真工具<sup>[5]</sup>, 辅以 TTCN 作为主要的单机测试工具<sup>[6-8]</sup>。实际上目前很多商用产品同时提供了 SDL 与 TTCN 工具, 利用这些产品可以很方便地在纯软件环境构造需要的测试环境, 通过 SDL 仿真和 TTCN 测试可以很好地检验程序的合理性和可靠性, 这对实质性开发具有重要的意义。

由于 L1 串口模块对上层协议只是透明地传输 PC 和 MT 的数据, 也依赖于具体硬件, 故 SDL 仿真不包括 L1 串口模块, 但在串口的基础上增加了一个 L1C (L1 control layer) 的模块, 专用于实现对串口模块上报消息的解析和执行, 分离和执行 AT 指令集, 传递下层收到的包数据给上层等。这样, 经过 SDL 仿真和测试的代码, 结合具体硬件的串口模块就能安全地运行于具体终端硬件平台上。

从图 2 图 3 可看到, 与网络层接口的是串口通信模块和 TD-PRS 的 SNDPC 层。实际上在 TTCN 测试阶段, 在 SDL 中可以把 MT 网络层功能看成是一个系统, 所有外部接口看成是外部环境 (SDL 称为 ENV), 由于省略了串口通信模块, 这个 ENV 已经被看成对等的 PC 和 MT 本身的 SNDPC 层的一个混合体, 它既可以接收发送 PC 的消息, 也可以接收发送 SNDPC 交互消息。ENV 在 SDL 系统的外部表现为 TTCN 的观察控制点 (PCO), PCO 在 TTCN 黑盒测试阶段是主要的观察点, 出入模块的信号均可以在这里输入输出, 并且可以对预期的数据方便地进行检查。

### 3.1 基于 IP 协议服务的网络层仿真测试

图 4 给出了 SDL 和 TTCN 仿真测试总体模型图。基于 IP 协议服务的网络层分别是 IP Relay 层、L2 层和 L1C 层, IP Relay 实现对 PPP 包的解析, 并且重组成 IP 包, 然后发给 SNDPC; L2 主要实现了 PPP 协议, 建立 PPP 链路, 承载 IP 数据包的传送; L1C 层主要是实现对串口消息的解析和执行, 功能包括解

析和执行 AT 指令集,传递下层收到的数据包到上

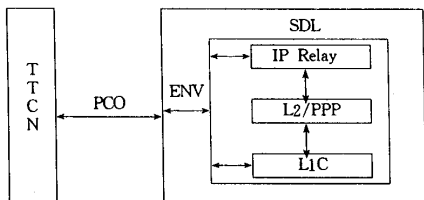


图4 基于IP协议服务的网络层仿真测试模型

Fig. 4 Simulation and test model for network layer of IP-based services

层,并可以根据需要可以添加数据链路控制功能等。ENV 相当于是整个网络层系统的上下出入口(上:

IP Relay 上接口,下:L1C下接口)的混合通道,由于串口模块对上层协议只是透明地传输数据,所以TTCN 可以看成是PC 与MT 的SNDCP 模块的一个混合体。它们的信号通过SDL 工具软件提供的TTCN 控制观察点进行交互与检验。整个仿真的重点在于测试PPP 协议流程的正确性以及L1C 的无缝可靠衔接。通过TTCN 工具,还可以检查IP Relay 层、L2 层以及L1C 层之间信号的正确与否,借助TTCN 的MSC 图可以很清晰地描述仿真过程。对于正常模式,其主要的MSC 测试流程图见图5,具体操作流程描述如下。

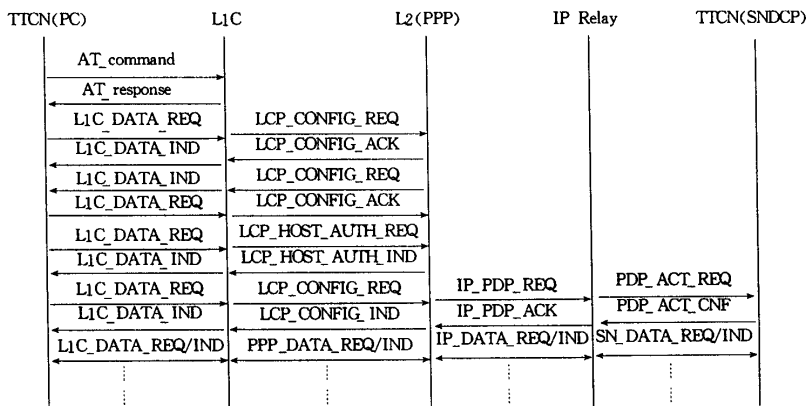


图5 测试流程图(IP)

Fig. 5 Test flow chart of IP-based services

① PC 将 AT\_command 消息发送给 MT 的 L1C,请求建立连接,以进入 PPP 操作模式。

② L1C 发 AT\_response 回应 PC 的请求,确认建立 AT 连接,可以进入 PPP 操作模式。同时 L1C 向 L2 发送一条 LCP 配置请求,试图在 PC 和 MT 之间建立 PPP 连接,同时 L1C 进入 PPP 操作模式,透明地收发 L2 层 PPP 信号。

③ L2 向 L1C 返回一条 LCP 配置应答,并通过 L1C 转发到 PC,确认已经建立了 PPP 连接,同时 L2 进入 LCP 建立状态。

④ PPP 协议也同样向 PC 发送一条 LCP 配置请求,试图协商 PC 对 MT 的主机配置的认证协议,MT 最初也可以协商 CHAP 协议,如果不成功,则协商 PAP 协议。

⑤ PC 返回一条 LCP 配置回应给 MT 确认证验。

⑥ 如果协商的认证协议是 CHAP 或者 PAP, PC 利用这个认证协议就向 MT 验证了自己,MT 储存必需的认证数据并且向 PC 发送一条对认证、本地产生的确认,如果主机 PC 不支持 CHAP 或者 PAP,认证过程将不能执行。

⑦ 主机验证后,PC 端的 PPP 协议向 MT 发送

一条 NCP 配置请求,这个命令请求激活 IP 协议。

⑧ MT 的 L2 接收到 NCP 配置请求后,发起 PDP 环境的激活。IP 配置参数可以在 MT 和网络之间用 PDP 激活信息传递。如果 PDP 环境的激活过程顺利完成,MT 发送一条 NCP 配置的相应指令给 PC 确认 NCP 链路建立,同时 L2 进入 NCP 建立状态。

⑨ IP 协议被激活就可以通过 PPP 协议层,进行数据包的透明传输。IP Relay 层则不停地将 PPP 包重组为 IP 包,转发给 SNDCP,并且也将 SNDCP 包解析为 PPP 包,转发给 L2 层。

### 3.2 基于 PPP 协议服务的网络层仿真测试

基于 PPP 协议服务的网络层的主要功能层是 L1C,与基于 IP 服务的设计方案比较,其区别在于无须实现 PPP 协议,从而完全可以省略 L2 层,而且 IP Relay 层也由于功能极其简单(只是实现 PPP 数据包的转发)也可以省略,因此主要工作可以集中在 L1C 层上,L1C 层同样是实现对串口消息的解析和执行,功能包括解析和执行 AT 指令集,发起 PDP 激活,传递下层收到的数据包给上层等,根据需要也可以加入数据链路控制功能。

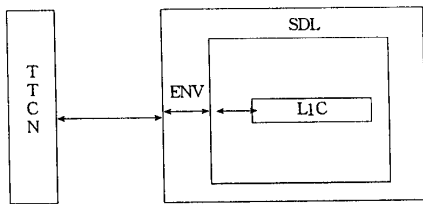


图6 基于PPP协议服务的网络层仿真测试模型  
Fig.6 Simulation and test model for network layer of PPP-based services

对于基于PPP协议服务的整个功能块实际只有一个层,流程也很简单,但为了仿真的完备性,在这里依然给出了其正常模式的TTCN测试流程图,主要的MSC测试流程图见图7。具体流程是:

① PC发送AT指令集给MT试图建立参数,并试图激活PDP运行环境;② MT进行PDP的环境激活;③ MT发送AT指令应答给PC,指示PDP激活完成,此时L1C进入PPP操作模式;④ L1C在PPP模式下,PC与MT的SNDCP通过L1C传输数据包,这些数据包可能是PPP协议命令,也可能是分片后封装成PPP包形式的IP数据包,但对于L1C而言此时都一视同仁地透明传输。直到某一方通知PPP链路结束,L1C才退出PPP模式。

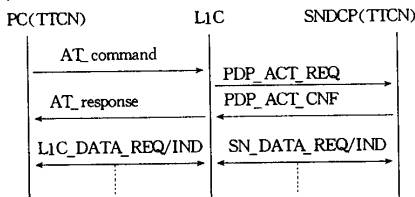


图7 测试流程图(PPP)  
Fig.7 Test flow chart of PPP-based services

#### 4 结论

通过目前初步的研究和仿真,认为这2套方案对于实现TD-PRS的网络层都是可行的,通过这2

套方案都可以实现Internet的接入。未来的3G核心网将是基于IPv6的全IP网,这为网络层开发研究提供了崭新的舞台,而基于无线分组技术的日新月异的应用服务同样对网络层提出了更高的要求,无线网络与互联网之间的融合与技术交叉将越来越密切,但不管未来技术如何发展,基本的分析方法总是有用的。

#### 参考文献:

- [1] 李小文,李贵勇,陈贤亮,等. TD-SCDMA 第三代移动通信系统、信令及实现[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [2] 王文为,吕捷. GPRS技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2001.
- [3] RICHARD Stevens W. TCP/IP 详解. 卷1:协议[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- [4] GSM 07.60. version 7.0.0-1998. General Packet Radio Service (GPRS): Mobile Station(MS) supporting GPRS[S].
- [5] CCITT Z. 100-2002. Specification and Description Language(SDL)[S].
- [6] CCITT Z. 141-2003. Testing and Test Control Notation Version 3 (TTCN-3): Tabular presentation format[S].
- [7] 贾凤君,杨明洪,郑建宏. 第三代移动通信TD-PRS的逻辑链路控制层[J]. 重庆邮电学院学报(自然科学版),2002,14(3):39-43.
- [8] 贾凤君,宋怀波,郑建宏. SDL语言及其在TD-PRS终端开发中的应用[J]. 重庆邮电学院学报(自然科学版),2003,15(2):22-24.

(编辑:龙能芬)

### Study on network layer in general packet radio service of TD-SCDMA system

SHI Wen-xiang, ZHU Hong-zhuan, ZHENG Jian-hong

(Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

**Abstract:** The 3<sup>rd</sup> Generation Mobile Communication System can support higher or lower data bit rate for different radio interfaces. Alterable high rate of data is one of the most important features of 3<sup>rd</sup> generation mobile communication system. As general packet radio service adopted by TD-SCDMA, TD-PRS can make it possible to realize the important feature. It's also possible to access to Internet on a worldwide scale by means of TD-PRS. In this paper, the authors discuss two schemes that can design the operation network layer of TD-PRS. And the authors make simulations by SDL for the two schemes.

**Key words:** TD-PRS; PPP; NCP; AT command