

ADSL 技术及其应用前景

王淑波, 毕笃彦

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:目前,不对称数字用户线路 ADSL 宽带技术倍受关注,它充分利用广泛分布的普通双绞线,为用户提供高速数据业务。以 ADSL 研究为基础,阐述了 ADSL 技术并重点分析了它的调制技术和应用前景。

关键词:ADSL;DMT;CAP

中图分类号:TN915 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)03-62-65

随着科学技术的发展,电信事业已进入高速发展时期,为用户提供的服务也越来越多。在电话大量进入普通家庭的同时,人们对通信的需求已经从窄带的电话、传真等业务向宽带领域延伸。光纤以其传输频带宽、容量大、传输质量高等优点在通信干网中得到广泛的应用,建设全光纤用户接入网 FITL 是通信发展的必然趋势,但这需要巨额投资且较长的建设周期^[1-3](大约 10~30 年),而非对称数字用户线路(ADSL)利用现有的铜双绞线,向用户提供高达 8 Mb/s 的下行数据速率和 1Mb/s 的上行数据速率,以较充足的宽带用于传输多种宽带数据业务。

1 ADSL 的复用技术

ADSL 技术是利用普通双绞线传输非对称比特率数据的方法,它充分利用现代数字信号处理技术和数字编码技术,通过动态地建立传输线路的模型来补偿路径对信号的影响。ADSL 调制解调器采用频分多路复用(FDM)技术和回波消除技术,这两种技术都是将双绞线的远大于音频的频带分成三段,即:普通电话信道、上行数字信道和下行数字信道,二者都是用分离器将低于 25 kHz 的频带分出作为普通电话业务(POTS)。对于剩余频带,FDM 技术分配一段频带作为上行数字信道,另一段作为下行数字信道,各频带互不交迭;在回波抵消方式中,上下信道频带是重叠的,通过本地回波抵消技术来区分两种频带,有效地使用了带宽,但同时也增加了系统设计的复杂性。ADSL 中上行信道带宽大约 135 kHz,这个频段具有最好的传输衰减特性,当然也存在来自 ISDN 的串音。采用 FDM 时,下行信道频率一般起始于 240 kHz 处,其最高频率根据传输数据速率、线路特性及调制方式决定。

2 ADSL 的调制技术

ADSL 的关键技术在于高速信道的调制解调技术,目前广泛采用的调制解调技术有 3 种:正交调幅调制 QAM、无载波幅度相位调制 CAP 和离散多音频调制 DMT^[4]。CAP 与 QAM 基本相同,是无载波的 QAM,由于 CAP 技术较先提出,所以在北美得到了较广泛的应用,市场占有率也较高。与 CAP、QAM 相比,DMT 性能表现更佳,已被确定为 ANSI 的 ADSL 标准。

2.1 CAP 调制技术

CAP 调制技术是以 QAM 为基础发展而来的,输入数据进行扰码后,被送入编码器,在编码器内, M 位输

收稿日期:2001-03-28

基金项目:全国骨干教师资助计划(2000-358)

作者简介:王淑波(1974-),女,山东青岛人,硕士生,主要从事信号与信息处理研究。

入比特被映射成 $K=2M$ 个不同的复数符号 $A_n = a_n + jb_n$, 由这 K 个不同的复数符号构成 K _CAP 线路编码。编码后 a_n 和 b_n 被分别送入同相和正交滤波器, 求和后送入 D/A 转换器, 最后经低通滤波器将信号发送出去。

2.2 DMT 调制技术

DMT 是一种多载波调制方法, 它将电话网总的双绞线可用频带划分成多个信道(通常叫子载波), 每个子信道使用各自的基于 QAM 的编码方法, 所有子信道可根据其中心频率被独立调制并行工作。各子信道随时进行 SNR 的检测, 以确定各子信道的质量, DMT 根据各子信道的性能来动态地分配信道每字符可携带的比特数^[5](见图 1), 整个系统的吞吐量是所有活动状态(某些信道可能被完全关闭)的信道传输的 QAM 比特数之和。这种动态分配数据的技术使可用频带的平均传输率(每赫带宽的比特数)大大提高。

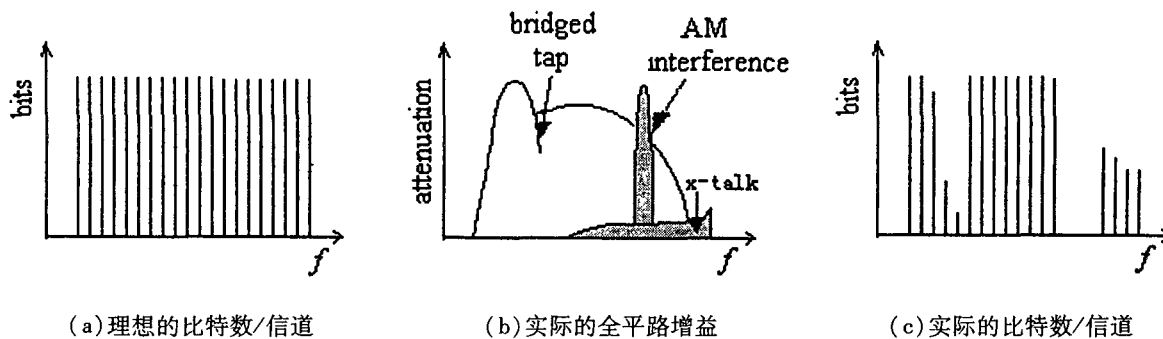


图1 信道自适应调节图

DMT 调制是把可用带宽分成 256 个带宽为 4 kHz 的子信道^[6-7], 输入信号经过比特分配和缓存, 将输入数据划分为比特块, 以 TCM 编码后再进行 512 点离散傅立叶反变换将信号变换到时域, 这时比特块转换成 256 个 QAM 子字符, 随后对每个比特块加上循环前缀, 通过数模变换和发送滤波器将信号送上信道。

2.3 CAP 与 DMT 的技术比较

CAP 和 DMT 是目前 ADSL 主要的线路编码和调制技术, 二者的区别主要表现在以下几个方面。

1) 传输速率: 理论上, 对 DMT 而言, 每 4 kHz 一子信道, 如果上下行按 32 256 个子信道计算, 则上、下行传输速率分别可达 2 Mb/s 和 15 Mb/s, 对于 CAP 来讲, 其 CAP 和 QAM 的调制效率是一样的, 应用最佳的 256CAP 技术, 其调制效率为 8 bit/Hz, 如果频率分割为上行 135 kHz, 下行 370 kHz, 则上、下行传输速率为 1 Mb/s 和 3 Mb/s。显然, DMT 优于 CAP, 但 CAP 的实现比较简单、易行。

2) 速率自适应能力: 自适应功能就是随着线路的自身条件对传输的速率自动进行调整。CAP 的调整步长为 300 kb/s, 下行速率不能低 640 kb/s, 对于低速率而言其速率自适应基本上无用。根据 T1. 413 的规定, DMT 的最小适应步长值为 32 kb/s, 上行速率最小可支持 64 kb/s, 这样可在所有的环路上提供最佳速率。

3) 抗干扰能力: DMT 将频带分割为许多正交子信道, 进行实时检测, 利用每条子载波上的“测试”实现内在子信道的优化, 根据信噪比动态分配传输的比特数, 并在上、下行信道均具有前向纠错功能, 因此它能够获得高级别的速率适应性, 有很好的噪声免疫性及很高的吞吐量。而 CAP 则不同, 由于在整个调制过程中, 只有一个载波, 当信噪比达到一定程度时, 必须重新选择合适的载波, 一旦突发干扰达到一定程度, 就无法进行处理而中断传送数据, CAP 只在下行数据中采用了前向纠错技术。

4) 性能: 由于 CAP 占用了较宽的频带, 当线路距离在 3 km 以上时信号衰减迅速, DMT 则可提供更高的速率和更长的距离。

5) 延迟: 由于 DMT 采用了复杂的纠错和编码技术, 其延迟比 CAP 长, 对于开展对时延敏感的业务不如 CAP 有利。

6) 标准化和兼容性: DMT 技术各项指标的标准化进程快于 CAP 技术, 同时, 许多厂家也开放了 ADSL Modem 生产技术, 加快了 DMT 技术的发展。CAP 芯片只有 Globespan 生产, 而且产品互不兼容。

7) 线路驱动功率: 当技术应用于实际线路时, 线路上驱动功率能否使集中于同一电缆内线路承受得起, 显得至关重要, 它直接影响到产品的大规模应用。DMT 技术由于实现各种功能机理的复杂性, 提高了线路的驱动功率, 目前, 线路驱动功率高达 1W, 当 100 个用户经过同一电缆内的线路时, 如果现有电话线的各种外部条件无法满足要求, ADSL 技术在现有电话线路上的推广应用只能成为空想, 而 CAP 技术的线路驱动能力明显低于 DMT, 约是 DMT 的 1/3。另一方面, DMT 大的线路驱动功率, 使得线路串扰加大, 将会对其业务

如电话、ISDN 等产生干扰,这一方面还有待改进。

以上分析表明,DMT 技术的各种性能明显优于 CAP。但目前采用 CAP 技术的产品比较成熟,因此,应更好地解决 DMT 的以上技术问题,使其优越性充分发挥出来。

3 ADSL 的系统参考模型

ADSL 是端到端的传输,一端位于交换局,另一端位于用户区。完全速率的 ADSL 系统(区别于 G. Lite ADSL)的参考模型,如图 2 所示:

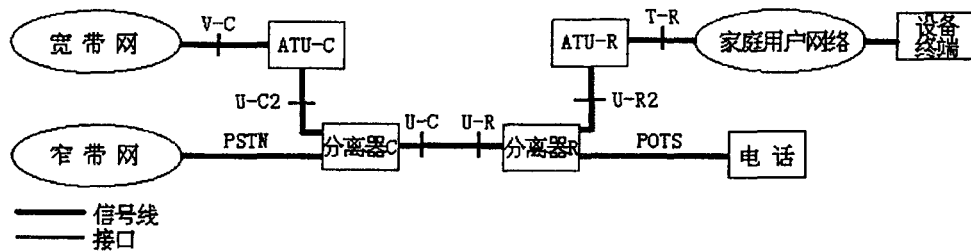


图 2 ADSL 系统参考模型

ATU - C: ADSL 传送单元,中心邮局端(控制端)

ATU - R: ADSL 传送单元,远端(用户端)

U - C: U 接口,中心邮局端

U - C2: U 接口,从分离器到 ATU - C 的中心邮局端

U - R: U 接口,远端

U - R2: U 接口,从分离器到 ATU - C 的远端

V - C: V 接口,从访问节点到网络服务的中心邮局端

分离器 C: PSTN 与分离器的接口,中心邮局端

分离器 R: PSTN 与分离器的接口,远端

ADSL 系统参考模型的重要组成部分是分离器,ADSL 所以能够同时提供电话和高速数据业务是因为在其调制解调器中加入了频率分离器,它实际上是由低通滤波器和高通滤波器合成的设备,为简化设计和避免馈电的麻烦,通常采用无源器件构成^[8-10]。它的作用主要有两方面,一是分离承载音频信号的 4 kHz 以下低频带和数据业务的高频带,使传真机等设备能够像以前一样工作;分离器的另外一个作用是容许需要很长传输时间的数据流绕过 PSTN 语音交换机进入 IP 路由器或 ATM 交换网络,这将缓解 PSTN 的压力,降低用户的费用,因为这并不需要改变用户的现有设备或将用户的所有设备与特定的适配器相连。分离器的应用使语音和高速数据信号的混合传输得到了很好的解决^[11]。

4 ADSL 的应用前景

ADSL 具有介质独立、通信安全、QoS 保证较好等特点,是利用现有的普通双绞线向用户提供高速数据传输的一种极好的手段,已被广泛应用于视频点播、会议电视、可视电话、远程学习、远程监控、在家购物等宽带业务。

当前,信息高速公路迅猛发展,而大多数用户线基本上还是市话铜线电缆,广大用户离真正的信息高速还有相当大的距离,而要完全依赖于光纤到家是很不现实的。由于 ADSL 可利用现有的电话网向用户提供多种宽带业务,而不必建立全新的基础结构,已引起各国电信部门和公司的关注,微软、英特尔、康柏等著名的计算机公司已经预见到 ADSL 大发展时期即将到来,ADSL 将成为 PC 的基本配置,估计微软以后的 Windows 操作系统将支持 ADSL 的自动安装。就连当前正在全面推行 FTTH 的日本,也正在考虑推广以 ADSL 为主的 xDSL 的可行性。

当然,伴随着光纤的普及,宽带业务需求量的不断增加,光纤将真正走入家庭,但在这之前,ADSL 技术将是发展最快、应用前景最好的高速数据传输技术。

5 结束语

ADSL 作为一种高速数据传输技术,最大的优点在于采用先进的调制解调技术,充分利用现有的铜线资源进行传输扩容,无需进行电缆改造和大规模的工程设计,可在一定范围内解决部分用户对宽带的要求,同时由于采用 POTS 分离器,不会影响现有电话业务。业界许多专家坚信,由于 ADSL 投资小,易实现,所以它必将成为铜双绞线上的赢家,在高速数据传输方面发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 谭海霞,王涛,冯重熙. XDSL 技术在接入网中的应用[J]. 现代电信科技,2001,(3):1-5.
- [2] 王崇民,毕厚杰,罗东文. 高速铜线接入技术与展望[J]. 电信科学,1999,15(3):36-38.
- [3] George T,Hawely. System Considerations for the use of xDSL Technology for Data Access[J]. IEEE Communications Magazine, 1997,(3):56-60.
- [4] 公岷. ADSL 收发器的研制[J]. 通信技术,2000,(3):82-92.
- [5] Cioffi J. The Essential Merit of Bit-Swapping[J]. ANSI Contribution T1E14,1988,(11):308-318.
- [6] Cioffi J. A Multicarrier Primer[J]. ANSI Contribution T1E14,1997,(11):91-157.
- [7] Padmanand Warriar. xDSL Architecture[M]. 北京:清华大学出版,2000.
- [8] 洪佩森. xDSL 技术及其应用[J]. 电信科学,1998,14(4):12-15.
- [9] 戴礼森,束永安,洪佩琳,等. ADSL 与宽带接入网[J]. 数据通信,1998,9(1):29-33.
- [10] 胡春哲. 应用 ADSL 新型接入技术提高上网速度[J]. 现代电信科技,1998,7(12):4-5.
- [11] Walter Goralski. ADSL 和 DSL 技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2000.

ADSL Technology and its Application Prospect

WANG Shu-bo, BI Du-yan

(The Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL broadband technology has been more concerned in recent years. Through fully using the widely distributed twisted-pair copper line, it provides users with high-speed data services. Based on the studies of ADSL, the paper describes its technology with the emphasis on analyzing its modulation technology and application prospect.

Key words: ADSL; DMT; CAP