

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04M 11/06 (2006.01)

H04L 5/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510106694.8

[45] 授权公告日 2009年11月25日

[11] 授权公告号 CN 100563290C

[22] 申请日 2005.9.26

[21] 申请号 200510106694.8

[73] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

[72] 发明人 周 军

[56] 参考文献

US6804267B1 2004.10.12

CN1471281A 2004.1.28

US5479447A 1995.12.26

CN1613238A 2005.5.4

CN1567968A 2005.1.19

审查员 王朝英

[74] 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司

代理人 郑立明

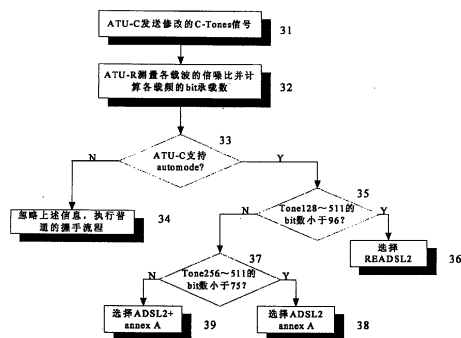
权利要求书4页 说明书12页 附图3页

[54] 发明名称

XDSL 网络中自动选择运行模式的实现方法及装置

[57] 摘要

本发明涉及一种 XDSL 网络中自动选择运行模式的实现方法及系统。本发明主要包括：首先，由局端单元向用户端单元发送多模式下的一组子载波信号，之后，根据用户端单元接收的子载波信号计算各子载波能够承载的比特数，并根据所述比特数确定各模式的能够承载的比特数；最后，根据所述各模式的能够承载的比特数确定选择的模式。本发明能够根据线路实际条件，实现运行模式的自动选择，并且只要进行一次训练能选择最好的运行模式。因此，本发明提供了一种不增加握手时间和复杂程度，并且可以提高选用模式的准确度。



1、一种XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，包括：

A、局端单元向用户端单元发送多模式下的一组子载波信号；

B、根据用户端单元接收的子载波信号计算各子载波的信噪比，并根据所述信噪比确定各模式的能够承载的比特数；

C、在XDSL网络中根据所述的各模式的能够承载的比特数确定选择的模式，包括：C1、计算窄频带模式下带内部分的比特数较相邻的宽频带模式下与窄频带带内相同的子载波集合的比特数之差作为带内增量，还计算窄频带模式带外但是属于宽频带模式带内的部分在宽频带模式下的比特数作为带外增量；C2、当所述带内增量大于带外增量时，则选择窄频带模式，否则，选择宽频带模式。

2、根据权利要求1所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤A包括：

局端单元向用户端单元发送所有频段包含的子载波信号，或者，发送窄频段模式下的最高频率以上频段包含的所有子载波信号，或者发送梳状子载波信号。

3、根据权利要求2所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤A还包括：

当发送所有频段或窄频段模式下的最高频率以上频段包含的所有子载波信号时，局端单元需要根据收到的用户端单元发出的信号幅度进行发送功率值的削减，或直接将发送功率削减一个固定功率值后，发送削减后的功率值的子载波信号到用户端单元。

4、根据权利要求2所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述子载波信号是周期性间隔发送。

5、根据权利要求1、2、3或4所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤B包括：

B1、计算各子载波的信号功率值及各子载波对应的背景噪声功率值；

B2、根据所述的信号功率值和背景噪声功率值计算各子载波的信噪比；

B3、根据各子载波的信噪比计算各模式下能够承载的比特数。

6、根据权利要求5所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤B1包括：

用户端单元接收局端单元发送的子载波，并计算信号功率值，当局端单元停止发送子载波时，则计算该子载波对应的背景噪声功率值。

7、根据权利要求5所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，

所述的各个子载波能够承载的比特数 $bit(i)$ 为：

$bit(i) = \log_2 \left(1 + 10^{(SNR(i) - snrgap - TARSNRM)/10} \right)$ ，其中， $SNR(i)$ 为 $Tone(i)$ 的信噪比， $snrgap$ 为T1.417定义的SNR gap，大小为9.75dB，TARSNRM为预定的目标噪声容限。

8、根据权利要求1、2、3或4所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤B包括：

在用户端单元上，根据接收的子载波信号计算各子载波信噪比，并根据所述信噪比确定各模式下能够承载的比特数；

或者，

由用户端单元将测量获得的信息发送给局端单元，由局端单元根据所述的信息计算各子载波信噪比，并根据所述信噪比确定各模式下能够承载的比特数。

9、根据权利要求5所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤C还包括：

C3、当可选择模式多于2种时，若在宽频带模式和窄频带模式中根据比较带内比特增量和带外比特增量，选择将当前的窄频带模式作为宽频带模式，则以与其相邻的比其频带范围窄的模式作为窄频带模式，重新进行C1和C2；

或，当选择当前的宽频带模式，则将该宽频带模式设为新的窄频带模式，将与其相邻的比其频带范围更宽的模式作为宽频带模式，重新进行C1和C2。

10、根据权利要求1、2、3或4所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的各模式包括：

下行带宽扩展的第二代不对称数字用户线ADSL2+annex A三种模式，和/或第二代不对称数字用户线ADSL2 annex A，和/或距离扩展的第二代不对称数字用户线READSL2，和/或第二代甚高速数字用户线VDSL2(G.993.2)。

11、根据权利要求1、2、3或4所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的方法还包括：

D、在DSL收发器训练完成时，执行步骤A至步骤C，当确定相应的运行模式后，更改当前的运行模式。

12、根据权利要求11所述的XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，其特征在于，所述的步骤D包括：

如果是用所有载波叠加的信号C-Reverb信号计算SNR，则在调制了4-

QAM信号C-medley开始更换运行模式以及对应的频谱;

如果是用C-Medley信号计算SNR,则在后面通过比特和增益表bit&gain table来调整功率谱到对应的模式,相应的运行模式信息在用户端设备的消息R-MSG2中传递。

13、一种XDSL网络中自动选择运行模式的装置,其特征在于,包括:

承载能力计算模块:根据用户端单元接收的子载波信号计算各子载波的信噪比,并根据所述信噪比计算各模式下的能够承载的比特数信息;

模式选择模块:根据承载能力计算模块计算确定的各模式下的能够承载的比特数选择局端单元与用户端单元间的运行模式,包括:计算窄频带模式下带内部分的比特数较相邻的宽频带模式下与窄频带带内相同的子载波集合的比特数之差作为带内增量,还计算窄频带模式带外但是属于宽频带模式带内的部分在宽频带模式下的比特数作为带外增量;当所述带内增量大于带外增量时,则选择窄频带模式,否则,选择宽频带模式。

14、一种XDSL网络中自动选择运行模式的系统,包括用户端单元和局端单元,其特征在于,包括上述权利要求13所述的XDSL网络中自动选择运行模式的装置,且还包括:

设置于局端单元中的子载波发送模块,用于根据预定的条件进行子载波的发送处理;

设置于用户端单元中的测量模块,用于测量子载波的信号功率和对应的背景噪声功率,并提供给所述的承载能力计算模块。

15、根据权利要求14所述的XDSL网络中自动选择运行模式的系统,其特征在于,所述的自动选择运行模式的装置设置于用户端单元或局端单元上,或者,独立于用户端单元和局端单元设置。

XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法及装置

技术领域

本发明涉及网络通信技术领域，尤其涉及一种XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法及装置。

背景技术

随着xDSL（各种数字用户线）技术的不断发展，目前已经产生了一系列与xDSL技术相关的技术标准。其中，ITU-T的标准簇具体包括：ADSL（非对称数字用户线）（G.992.1/2）、ADSL2（第二代不对称数字用户线）（G.992.3）、ADSL2+（下行带宽扩展的第二代不对称数字用户线）（G.992.5）、SHDSL（G.991.2）、VDSL（甚高速数字用户线）（G.993.1）、VDSL2（第二代甚高速数字用户线）等标准。而且，每一个标准还定义了一些附录用于满足不同的业务或者区域需求，比较突出的是ADSL2 annex L（扩展传输距离的ADSL2），还可以称为READSL2。

为了应用方便，ADSL2+系统需要同时兼容ADSL2以及READSL2。VDSL2将会支持VDSL2、VDSL1、ADSL2+、ADSL2以及READSL2。

同时，为了满足频谱管理的要求，下行总输出功率必须保证不超过19.8dBm，因此，在所用频带内，annex L的PSD mask（功率谱密度掩码）高于ADSL2 annex A的PSD mask，ADSL2 annex A的PSD mask高于ADSL2+ annex A的PSD。

然而，随着线路距离的增加，高频部分逐渐不能使用，此时如果切换到频带较窄的模式下运行，由于频率较窄的模式PSD mask更高，因而能够获得比较高的速率。类似情况在VDSL2中也存在，当距离增加到DS1（信号速

率和格式1)逐渐退化到ADSL2+时,如果能切换到ADSL2+ annex A的频谱,其速率将超过一直使用DS1的PSD mask的速率。

在xDSL网络中,为了在众多的标准运行模式中选择一种,ITU-T还定义了相应的握手协议G.hs,用于xTU-C(xDSL局端单元)和xTU-R(xDSL用户端单元)之间协商运行模式以及传递配置参数,以便于xDSL网络中选择应用相应的运行模式。

尽管如此,由于可选模式太多,G.hs协议运行的状态机也是十分复杂、费时。很多时候xTU-C和xTU-R都会支持一种multi-mode(复合模式)的模式,也就是可以同时支持ADSL2+ annex A、ADSL2 annex A、ADSL2 annex L、ADSL annex A、G.lite annex A,或者同时支持VDSL2、VDSL、ADSL2+ annex A、ADSL2 annex A、ADSL2 annex L ADSL annex A、G.lite annex A,这时,局端和用户端双方需要根据一定的规则自动选择一种最佳的运行模式。

目前,在ITU-T标准中提出了一种Automode(自动模式)技术。由于ITU-T目前已经达成一致的是Automode的选择依据是所选择的运行模式是使上行和下行速率之和最大,因此,通过计算SNR(信噪比)便是一个很容易想到的方法,具体的实现方式为:根据握手过程中的Medley(一种由二进制伪随即序列以4-QAM(正交幅度相位调制)调制到所有使用的子载波得到的信号)环节可以得到的每个子载波的信噪比SNR组成的表,ATU-R(ADSL用户端单元)和ATU-C(ADSL局端单元)会交换此表,ATU-C用这个表分别计算各种模式上下行的可能速率,然后,根据这个结果选择符合上述要求的运行模式,并重新启动训练,此时ATU-C给出的运行模式便是上一次训练得到的模式。

这种需要经过二次训练得到的运行模式虽然能够最大限度的接近标准的要求,但是由于要进行二次训练,训练的时间长,很有可能超过标准要求的时间上限,而且实现过程比较复杂。

目前采用的另一种Automode的实现方法是根据握手时xTU-R发过来的握手信号的衰减判断线路的长度，具体为通过信号幅度来估计衰减，然后基于线路长度，并根据经验参数来选择相应的运行模式。比如2.8km以内用ADSL2+ annex A，2.8km ~ 3.8km之间用ADSL2，超过3.8km用ADSL2 annex L。

该方法虽然简单且不需要增加握手过程的时间。但是这种方法基于上行握手信号来推断线路长度，并根据经验来选择的方法过于粗糙，主要是上行信号的衰减并不能可靠的表达下行方向的衰减进而推断容量，导致经常会出现Automode所选用的模式的速率反而比较低的现象，具体如图1所示，图1中显示，当采用该方法进行模式选择切换处理时，在切换点将导致速率跳变较大，影响传输性能。

发明内容

本发明的目的是提供一种XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法及装置，从而可以根据XDSL网络的当前状况自动地选择一种运行模式进行工作，并可以保证获得最高的传输速率。

本发明的目的是通过以下技术方案实现的：

本发明提供了一种XDSL网络中自动选择运行模式的实现方法，包括：

- A、局端单元向用户端单元发送多模式下的一组子载波信号；
- B、根据用户端单元接收的子载波信号计算各子载波的信噪比，并根据所述信噪比确定各模式的能够承载的比特数；
- C、在XDSL网络中根据所述的各模式的能够承载的比特数确定选择的模式，包括：C1、计算窄频带模式下带内部分的比特数较相邻的宽频带模式下与窄频带带内相同的子载波集合的比特数之差作为带内增量，还计算窄频带模式带外但是属于宽频带模式带内的部分在宽频带模式下的比特数作为带外

增量；C2、当所述带内增量大于带外增量时，则选择窄频带模式，否则，选择宽频带模式。

所述的步骤A包括：

局端单元向用户端单元发送所有频段包含的子载波信号，或者，发送窄频段模式下的最高频率以上频段包含的所有子载波信号，或者发送梳状子载波信号。

所述的步骤A还包括：

当发送所有频段或窄频段模式下的最高频率以上频段包含的所有子载波信号时，局端单元需要根据收到的用户端单元发出的信号幅度进行发送功率值的削减，或直接将发送功率削减一个固定功率值后，发送削减后的功率值的子载波信号到用户端单元。

所述子载波信号是周期性间隔发送。

所述的步骤B包括：

- B1、计算各子载波的信号功率值及各子载波对应的背景噪声功率值；
- B2、根据所述的信号功率值和背景噪声功率值计算各子载波的信噪比；
- B3、根据各子载波的信噪比计算各模式下能够承载的比特数。

所述的步骤B1包括：

用户端单元接收局端单元发送的子载波，并计算信号功率值，当局端单元停止发送子载波时，则计算该子载波对应的背景噪声功率值。

本发明中所述的各个子载波能够承载的比特数 $bit(i)$ 为：

$bit(i) = \log_2 \left(1 + 10^{(SNR(i) - snrgap - TARSNRM)/10} \right)$ ，其中， $SNR(i)$ 为 $Tone(i)$ 的信噪比， $snrgap$ 为 T1.417 定义的 SNR gap，大小为 9.75dB，TARSNRM 为预定的目标噪声容限。

所述的步骤B包括：

在用户端单元上，根据接收的子载波信号计算各子载波信噪比，并根据

所述信噪比确定各模式下能够承载的比特数;

或者,

由用户端单元将测量获得的信息发送给局端单元,由局端单元根据所述的信息计算各子载波信噪比,并根据所述信噪比确定各模式下能够承载的比特数。

所述的步骤C还包括:

C3、当可选择模式多于2种时,若在宽频带模式和窄频带模式中根据比较带内比特增量和带外比特增量,选择将当前的窄频带模式作为宽频带模式,则以与其相邻的比其频带范围窄的模式作为窄频带模式,重新进行C1和C2;

或,当选择当前的宽频带模式,则将该宽频带模式设为新的窄频带模式,将与其相邻的比其频带范围更宽的模式作为宽频带模式,重新进行C1和C2。

所述的各模式包括:

下行带宽扩展的第二代不对称数字用户线ADSL2+annex A三种模式,和/或第二代不对称数字用户线ADSL2 annex A,和/或距离扩展的第二代不对称数字用户线READSL2,和/或第二代甚高速数字用户线VDSL2(G.993.2)。

所述的方法还包括:

D、在DSL收发器训练完成时,执行步骤A至步骤C,当确定相应的运行模式后,更改当前的运行模式。

所述的步骤D包括:

如果是用所有载波叠加的信号C-Reverb信号计算SNR,则在调制了4-QAM信号C-medley开始更换运行模式以及对应的频谱;

如果是用C-Medley信号计算SNR,则在后面通过比特和增益表bit&gain table来调整功率谱到对应的模式,相应的运行模式信息在用户端设备的消息R-MSG2中传递。

本发明还提供了一种XDSL网络中自动选择运行模式的装置,包括:

承载能力计算模块:根据用户端单元接收的子载波信号计算各子载波的信噪比,并根据所述信噪比计算各模式下的能够承

载的比特数信息;

模式选择模块: 根据承载能力计算模块计算确定的各模式下的能够承载的比特数选择局端单元与用户端单元间的运行模式, 包括: 计算窄频带模式下带内部分的比特数较相邻的宽频带模式下与窄频带带内相同的子载波集合的比特数之差作为带内增量, 还计算窄频带模式带外但是属于宽频带模式带内的部分在宽频带模式下的比特数作为带外增量; 当所述带内增量大于带外增量时, 则选择窄频带模式, 否则, 选择宽频带模式。

本发明还提供了一种XDSL网络中自动选择运行模式的系统, 包括用户端单元和局端单元, 包括所述的XDSL网络中自动选择运行模式的装置, 而且还包括:

设置于局端单元中的子载波发送模块, 用于根据预定的条件进行子载波的发送处理;

设置于用户端单元中的测量模块, 用于测量子载波的信号功率和对应的背景噪声功率, 并提供给所述的承载能力计算模块。

所述的自动选择运行模式的装置设置于用户端单元或局端单元上, 或者, 独立于用户端单元和局端单元设置。

由上述本发明提供的技术方案可以看出, 本发明能够根据线路实际条件, 实现automode的运行模式选择, 并且只要进行一次训练便可以选择最好的运行模式。同时, 本发明还可以扩展到VDSL2兼容ADSL2+ annex A、ADSL2 annex A、ADSL2 annex L的情况, 也可以实现ADSL2+ annex B和ADSL2 annex B的自动选择。

因此, 本发明提供了一种不增加握手时间和复杂程度, 并且可以提高选用的模式为速率最大化的模式的准确程度。

附图说明

图1为现有技术中线路衰减过程示意图;

图2为各种运行模式下的下行频带使用情况示意图;

图3为本发明所述的方法的流程图;

图4为本发明中线路衰减过程示意图;

图5为本发明所述的系统的结构示意图。

具体实施方式

如图2所示,图2中横坐标为频率值,纵坐标为功率谱密度值(DB),各种可以选择的模式下的带内频谱分别为:

ADSL2 + Annex A模式的上行频带为25.875 ~ 138KHz, tone数为6 ~ 31,下行频带为: 138KHz ~ 2208KHz, tone为从32至511;

ADSL2 Annex A模式的上行频带与ADSL2 + Annex A相同,下行频带为: 138KHz to 1104KHz, tone为从32至255;

ADSL Annex L模式的上行频带(wideband, 宽频带)为25.875 ~ 103.5KHz, tone数为6 ~ 23,下行频带为: 138KHz to 552KHz, tone为从32至127。

本发明的核心是根据各种模式(三种模式)的带内频谱区别导致的比特承载的区别,通过比较带内bit增量和带外bit增量来选择运行模式,从而选择一种可以保证获得最高的传输速率的运行模式。本发明中进行的选择可以在CPE做(CPE根据计算结果直接选择运行模式),也可以由CPE将信息包给局端,由局端来选择。

具体为计算窄频带模式下带内部分的比特数较相邻的宽频带模式下与窄频带带内相同的子载波集合的比特数之差作为带内增量,还计算窄频带模式带外但是属于宽频带模式带内的部分在宽频带模式下的比特数作为带外增量;当所述带内增量是否大于带外增量时,则选择窄频带模式,否则,继续判断直到完成模式选择,即将当前的窄频带模式作为宽频带模式,并以其相邻的比其频带范围窄的模式作为窄频带模式,重新进行上述操作。

在本发明的实现过程中,具体是在握手阶段,通过发送全部子载波或者

梳状子载波，并根据各子载波的信噪比计算承载的比特数，然后，根据带内比特增量和带外比特增量的比较确定选择相应的运行模式。

所述的梳状子载波信号可以是ADSL2+的C-Comb信号的子集，而且，如果使用梳状子载波，则采用插值法计算两个梳齿之间的tone的比特承载。

另外，需要说明的是，本发明中发送的全部子载波信号或梳状子载波信号为采用间隔发送的方法进行发送，发送信号时段用于CPE测量子载波信号功率，静默阶段CPE测量背景噪声功率，以计算信噪比值。

而且，本发明中，如果采用的是发送全部子载波或者是从tone 128开始的子载波，则需要做PCB（Power cut back，功率削减），但是，对于梳状子载波则不必进行PCB处理。

本发明所述的方法除了用于READSL2，ADSL2 annex A，ADSL2+ annex A三种模式间的选择外，还可以用于VDSL2支持READSL2，ADSL2 annex A，ADSL2+ annex A情况，即共有四种运行模式可以选择，这样从VDSL2 DS1到ADSL2+再到ADSL2 annex A，最后是READSL2之间，实现自动选择运行模式。

下面将结合附图对本发明所述的方法的具体实现方式进行说明。

如图3所示，本发明所述的方法在具体实施过程中包括以下步骤：

步骤31：ATU-C发送修改的C-Tones信号；

目前的G.hs的C-Tones阶段，ATU-C发送tones 40,56,64，为了获得更多的信息，本发明修改C-Tones信号，具体可以发送三种C-Tones信号：

其一是发送从tone 32~511的所有tones；

其二是发送从128到511的tones；

其三是发送ADSL2+ annex A的channel discovery阶段的C-Comb信号，也就是tone 35, 47, 59, 64, 71, 83, 95, 107, 119, 143, 179, 203, 227 and 251以及所有 $251 + k \times 24$ （k为整数，并且 $251 + k \times 24 < 511$ ），对于VDSL2，

发送channel discovery信号;

为了避免modem的接收器过载，如果使用所有tone或者是tone 128~tone512，CO（局端）需要根据收到的CPE发出的信号幅度进行功率削减，也可以固定一个削减值PCB，将发送功率降低PCB值以后再发送，而对于C-Comb（梳状）信号，则不需要功率削减，因为其功率本身只有8.9dBm。

CO发送的这种修改的C-Tones信号还以一定的周期开关，比如发送16ms信号，接着静默16ms，然后循环往复。

步骤32：在有信号时CPE估算每一个tone的信号功率 P_s ，在无信号时CPE估算每一个tone上的背景噪声功率 P_n 。

CPE根据收到 $Tone(i)$ 的信号功率 $P_s(i)$ 和噪声功率 $P_n(i)$ ，计算信噪比（信噪比 $SNR(i) = P_s(i) - P_n(i)$ ），然后根据ITU-T G.992.3给出的可达速率ATTNDR（ATTainable Net Data Rate）的计算公式：

$$ATTNDR = \left(\sum_{i=0}^{NSC-1} \left[\log_2 \left(1 + 10^{(SNR(i) - snrgap - TARSNRM)/10} \right) \right] \right) \times 4 \text{ kbit/s}$$

得到计算各个tone能承载的bit数的公式：

$$bit(i) = \log_2 \left(1 + 10^{(SNR(i) - snrgap - TARSNRM)/10} \right)$$

$bit(i)$ 为 $Tone(i)$ 承载的比特数， $SNR(i)$ 为 $Tone(i)$ 的信噪比， $snrgap$ 为T1.417定义的SNR gap，对于DMT调制，其大小为9.75dB，TARSNRM为预先设定的目标噪声容限。

对于发送梳状子载波信号的情况，由于只发送了部分tone，因此只能得到这些tone的比特承载数，而那些没有发送的tone，可以通过插值的方法计算其比特承载。

步骤33：判断ATU-C中是否支持自动模式，即是否支持本发明提供的方法，如果是，则执行步骤35，否则，执行步骤34；

当然，如果在系统中仅实现本发明则无需该判断处理步骤；

步骤34: 忽略各信息，执行普通的握手流程；

步骤35: 判断Tone128-511的比特数是否小于96，如果是，则执行步骤36，否则，执行步骤37；

步骤36: 选择READSL2模式；

步骤37: 判断Tone256-511的比特数是否小于75，如果是，则执行步骤38，否则，执行步骤39；

步骤38: 选择ADSL2 annex A模式；

步骤39: 选择ADSL2 + annex A模式。

上述过程中步骤35至步骤39是本发明实现的核心技术内容部分，下面将对步骤35至步骤39描述的处理过程的可行性进行分析说明。

由于根据ITU-T G.992.x标准要求以及频谱管理的要求，ADSL2/ADSL2+和READSL2的发送功率不应超过19.8dBm，另外，在标准中还规定采用flat cut back（平坦削减）的方案，因此，可以计算出，READSL2的带内（tone 32~127）功率谱密度比ADSL2对应的频段（tone32~127）高3dB，而ADSL2的带内（tone 32~255）功率谱密度比ADSL2+的对应频段（tone 32~255）高1dB，如图2所示。

根据上述比特加载公式可知，多承载一个bit需要大约3dB的信噪比，对于READSL2对应的频带内能够较ADSL2多承载 $(127-32+1) \times 3/3=96\text{bit}$ ，但是其模拟带宽相应减少。因此如果tone 128~511能够承载的bit小于96,则意味着使用READSL2能获得更高的下行速率。同样ADSL2对应的频带比ADSL2+能够多承载 $(255-32+1) \times 1/3=74.6\text{bit}$ ，因此如果tone 256~511能承载的bit数小于74,则意味着使用ADSL2比ADSL2+更高的速率。

上面给出的处理过程只是其中一种具体的实现方式，考虑到在C-Tones阶段，收发器还没有训练好（比如自动增益控制AGC需要经过训练才能确

定)，可能会影响到信噪比计算的准确度。因此还可以在收发器训练完成的时段开始，比如C-Reverb1以后的C-reverb信号和C-medley信号等所有覆盖全部频带的信号都可以用来计算信噪比。

考虑到已经错过了模式选择阶段，本发明引入训练过程中更改运行模式的机制，具体为：

如果是用C-Reverb（使用（0，0）调制的所有载波叠加的信号）信号计算SNR在C-medley（调制了4-QAM（由一个伪随机序列发生器产生）所有载波叠加的信号）开始更换运行模式以及对应的频谱；

如果是用C-Medley信号计算SNR，则在后面通过bit&gain table（比特和增益表）来调整功率谱到对应的模式，相应的运行模式信息在R-MSG2（用户端设备的消息2）中传递。

为了选择合适的第一次训练模式，可以根据R-Tone-REQ（激活请求信号）信号粗略判断来选择，然后在根据上面的方案进行精确计算。

本发明还提供了一种XDSL网络中自动选择运行模式的系统，如图5所示，其结构包括XDSL网络中自动选择运行模式的装置，所述的装置设置于用户端单元或局端单元上，或者独立于用户端单元和局端单元设备，图5中仅以其设置于用户端单元上为例绘制，当所述装置设置于局端单元上时，则需要由用户端单元将相应的测量信息发送给局端单元中的装置进行处理；

所述的系统中还包括设置于局端单元中的子载波发送模块，用于根据预定的条件（即前面步骤31所述的三种子载波信号发送方式）进行子载波的发送处理，同时，还包括设置于用户端单元中的测量模块，用于测量子载波信号功率和对应的背景噪声功率，并提供给XDSL网络中自动选择运行模式的装置中的承载能力计算模块。

本发明所述的系统中的XDSL网络中自动选择运行模式的装置，如图5所

示，包括承载能力计算模块和模式选择模块，分别为：

承载能力计算模块，用于根据用户端单元测量的信息计算各模式下的能够承载的比特数信息；

模式选择模块，根据承载能力计算模块计算确定的各模式下的能够承载的比特数选择局端单元与用户端单元间的运行模式。

通过仿真结果表明，这种方案能够获得比较好的结果，具体参见图4所示，在图4中可以看出，采用本发明的切换方法，切换点的速率跳变很小。

综上，本发明能够根据线路实际条件，实现运行模式的自动选择，并且只要进行一次训练能选择最好的运行模式。同时，本发明还可以扩展到VDSL2兼容ADSL2+ annex A、ADSL2 annex A、ADSL2 annex L的情况，也可以实现ADSL2+ annex B和ADSL2 annex B的自动选择。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

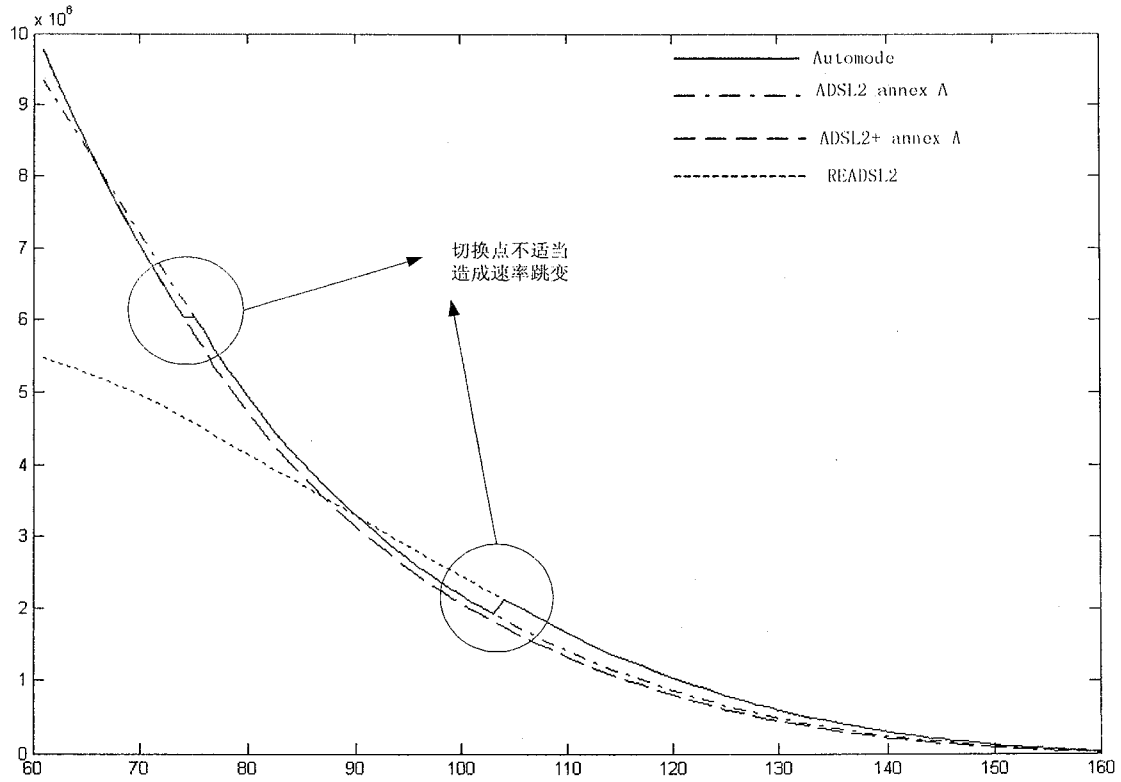


图1

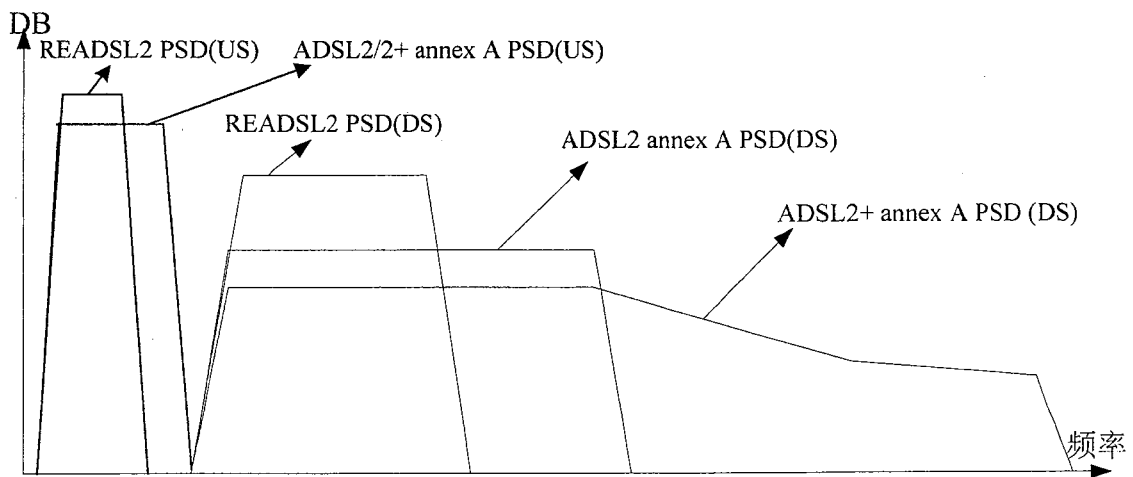


图2

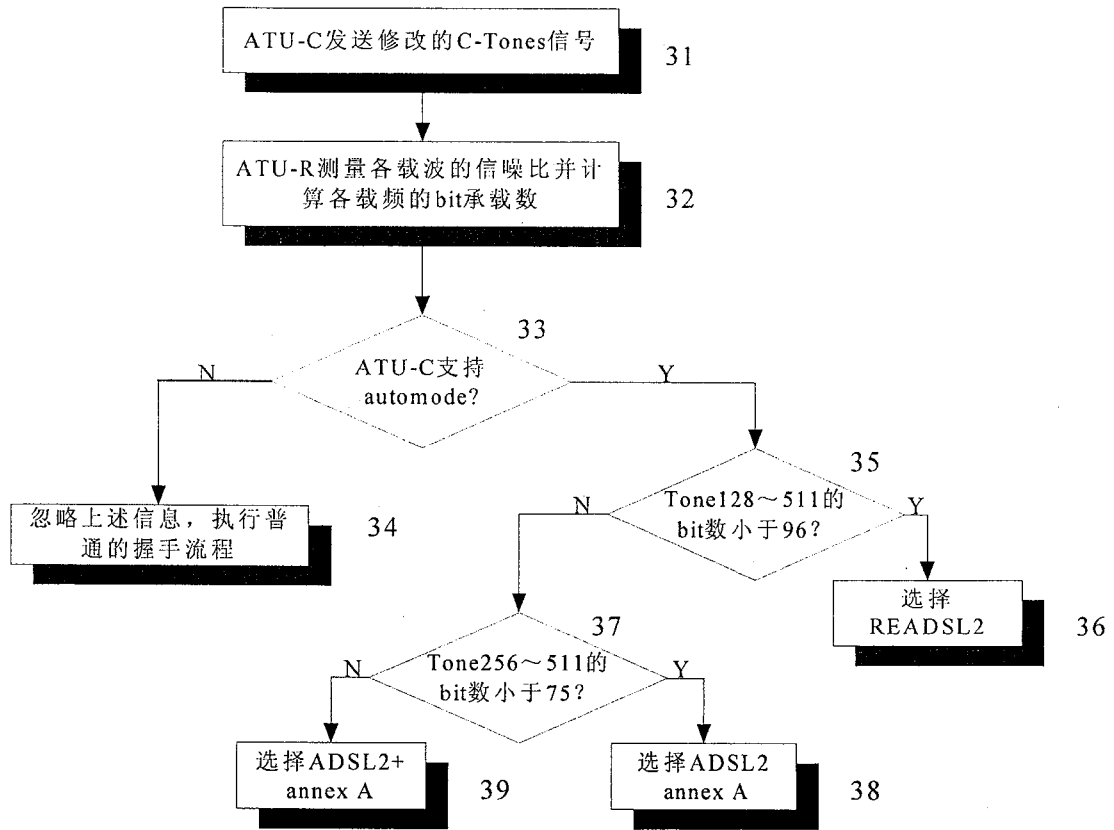


图3

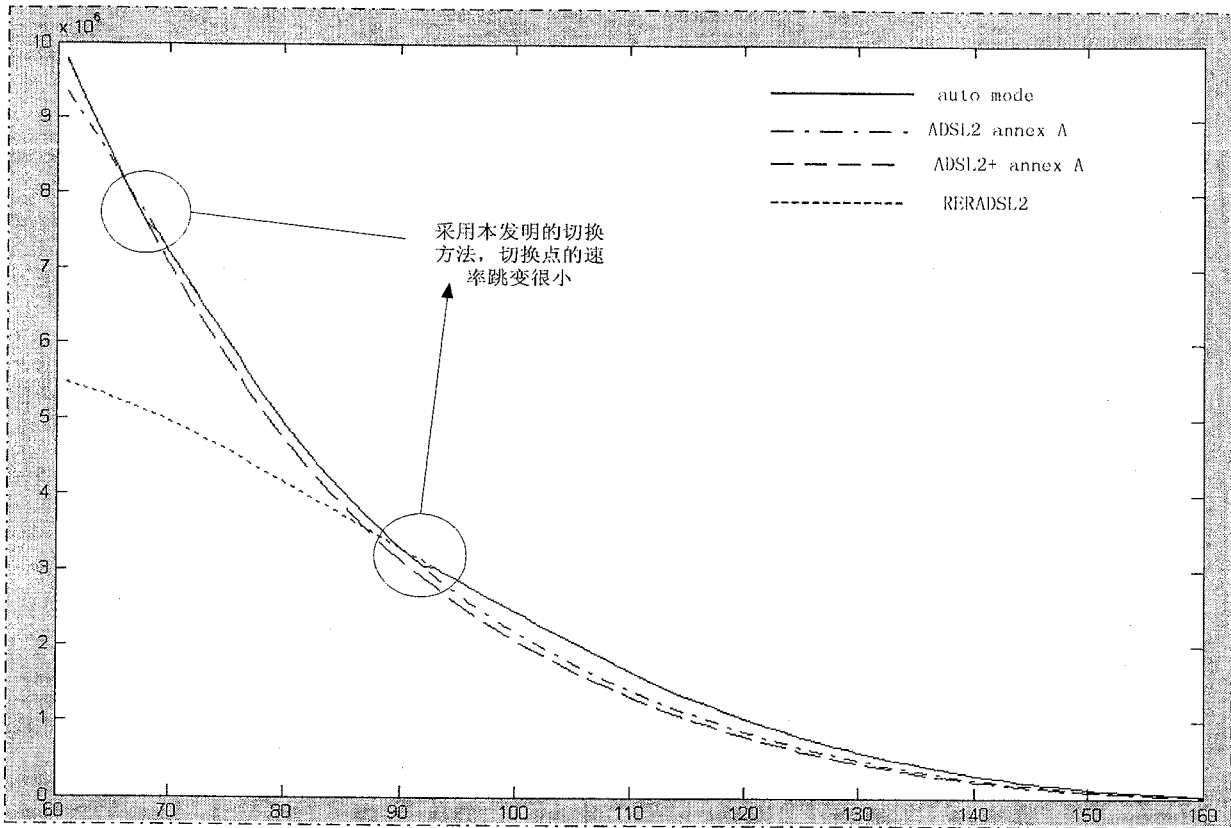


图4

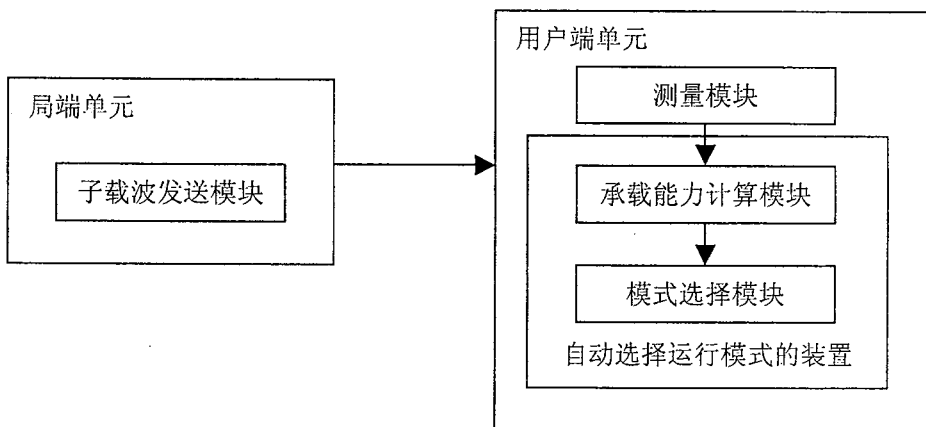


图5