(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101133632 B
(45)授权公告日 2012.02.08

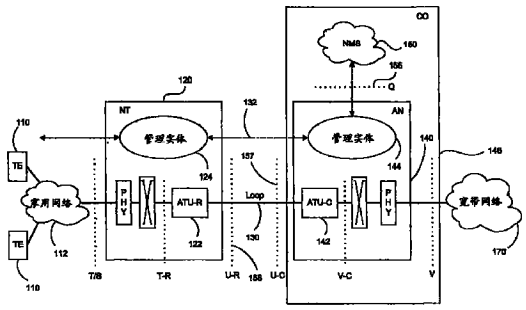
(21)申请号 200680006774.9
(22)申请日 2006.02.28
(30)优先权数据
11/069,159 2005.03.01 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2007.08.31
(86)PCT申请的申请数据
PCT/IB2006/000496 2006.02.28
(87)PCT申请的公布数据
WO2006/092730 EN 2006.09.08
(73)专利权人 适应性频谱和信号校正股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 李元宗 马克·H·布拉迪 约翰·M·卡尔夫
(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
代理人 陆弋 朱登河
(51)Int.Cl.
H04M 3/30(2006.01)
(56)对比文件
US 2003/0007605 A1, 说明书段落[0068]-[0105]、图13.
WO 01/35607 A1,2001.05.17, 全文.
WO 00/64132 A2,2000.10.26, 全文.
审查员 吴翔晖
权利要求书 3 页 说明书 26 页 附图 17 页

(54)发明名称

包括已知DSL线路扫描能力和坏接头检测能力的DSL系统估计

(57)摘要

对诸如DSL系统的通信系统配置进行的估计是以从网络部件管理系统、协议、用户等采集而来的运行数据作为基础的。从该系统中采集的运行数据可以包括性能特性运行数据，该数据通常可以通过单元管理系统协议从ADSL系统中获取。所产生的估计和/或近似可以由该通信系统中的发射机和/或其他部分用于评估系统性能以及直接或间接地指令/要求操作中的改变或者建议操作中的改进。可以利用“内部”手段采集数据和/或信息，或者也可以通过电子信函和/或其他“外部”手段从系统单元获得该数据和/信息。模型精确的可能性可以基于各种数据、信息和/或系统性能的其他指示符，例如观测到的正常运行数据、测试数据和/或表示基于激励信号的运行性能的受激运行数据。这种受激数据的一个实例使用频率载波时标估计给定信道的Hlog，包括关于桥接分支、衰减等的信息。在结合具有已知配置的DSL环路使用多个线路属性集的情况下使用扫描，从而形成环路配置信息的数据库或资料库。线路属性集中的一个或多个可用于未知的DSL环路，以产生可从未知DSL环路收集的运行数据；所收集的运行数据与数据库中的环路配置信息进行比较，从而允许识别涉及未知DSL环路的环路配置信息。未知DSL环路运行数据也可用来确定在未知DSL环路上是否存在一个或多个坏接头以及在某些情况下确定坏接头的近似或确切的位置。



CN 101133632 B

1. 一种估计未知运行 DSL 环路的配置的方法，该方法包括：

(1) 提供数据库，该数据库包含针对至少一个已知 DSL 环路配置的已知环路运行数据，其中提供数据库进一步包括：

利用多个线路属性集在具有已知环路配置的已知 DSL 环路上发送数据，其中针对所述多个线路属性集中的每一个，数据在所述已知 DSL 环路上运行的收发器对间被发送；以及

收集从在具有已知配置的已知 DSL 环路上发送的数据得到的已知环路运行数据；

(2) 从所述未知运行 DSL 环路收集未知环路运行数据，其中所述未知环路运行数据是在所述未知运行 DSL 环路上运行的收发器对间传输的结果；

(3) 通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较，来估计所述未知运行 DSL 环路的配置。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所收集的已知环路运行数据和所收集的未知环路运行数据包括衰减值。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述已知线路属性集包括控制信息的组合。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述控制信息包括下列信息中的至少一种：

(1) 数据率；

(2) 传送功率；

(3) 功率谱密度 (PSD)；

(4) 载波时标信息；

(5) 前向纠错 (FEC) 设置；

(6) 脉冲噪声保护 (INP) 设置；

(7)DELAY 设置；

(8) 目标信噪比 (SNR) 余量设置；或

(9) 最大 SNR 余量设置。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，重复执行所述从所述未知 DSL 环路收集未知环路运行数据的步骤。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知 DSL 环路的配置的步骤包括：在所述数据库中寻找一个已知 DSL 环路配置，其使得所收集的未知环路运行数据与所述已知环路运行数据精确地匹配。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知 DSL 环路的配置的步骤包括，对以下量进行匹配：

所收集的未知环路运行数据，和

所述数据库中的至少两个已知 DSL 环路配置的已知环路运行数据的插值。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知 DSL 环路的配置的步骤包括，对以下量进行匹配：

所收集的未知环路运行数据，和

所述数据库中一个已知 DSL 环路配置的最接近的已知环路运行数据。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知 DSL 环路的配置的步骤包括：对所述数据库中至少一个已知 DSL 环路配置的已知环路运行数据进行加权。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知运行 DSL 环路的配置的步骤包括：将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中与所述多个已知线路属性集中特定的一个以上属性集相关的已知运行环路数据进行比较。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述通过将所收集的未知环路运行数据与所述数据库中的已知环路运行数据进行比较来估计所述未知运行 DSL 环路的配置的步骤包括：将所收集的未知环路运行数据，与所述数据库中、以给定已知 DSL 环路配置与所述未知 DSL 运行 DSL 环路相似的程度为基础从一个以上所述已知 DSL 环路配置中选择的所述已知运行环路数据进行比较。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所收集的未知环路运行数据为由管理信息库 (MIB) 报告的运行数据。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述由 MIB 报告的运行数据包括针对所述未知 DSL 环路的衰减值。

14. 一种用于估计未知运行 DSL 环路的 DSL 环路配置的方法，其中该方法进一步包括：

使用多个线路属性集中的至少一个来在所述未知运行 DSL 环路上发送数据；

响应于在所述未知运行 DSL 环路上运行的收发器对间发送所述数据，从所述未知运行 DSL 环路收集运行数据；

提供一已知环路配置信息的数据库，该数据库包含针对具有已知配置的多个已知 DSL 环路的已知 DSL 环路运行数据，其中针对所述多个已知 DSL 环路中至少一个已知 DSL 环路的已知 DSL 环路运行数据是使用多个线路属性集运行收发器对的结果；

将所述从未知运行 DSL 环路收集的运行数据与所述已知环路配置信息的数据库进行比较；和

基于所述比较来估计所述未知运行 DSL 环路的 DSL 环路配置。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中提供所述已知环路配置信息的数据库包括：

使用所述多个线路属性集在多个具有已知环路配置的运行 DSL 环路上发送数据；和

从所述多个具有已知配置的运行 DSL 环路收集运行数据。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述从具有已知配置的 DSL 环路收集的运行数据包括衰减值，进一步，其中，所述从未知运行 DSL 环路收集的运行数据包括衰减值。

17. 一种在第一运行 DSL 环路中检测坏接头的方法，该方法包括：

(1) 访问环路配置数据库，该环路配置数据库包含针对具有已知配置的多个已知 DSL 环路的已知 DSL 环路运行数据，其中针对所述多个已知 DSL 环路中至少一个已知 DSL 环路的已知 DSL 环路运行数据是使用多个线路属性集运行收发器对的结果；

(2) 从所述第一运行 DSL 环路收集运行数据，该数据是通过在所述多个线路属性集的至少一个线路属性集的第一运行 DSL 环路上运行的收发器对间进行一次或多次传输来产生的；

(3) 通过与所述已知 DSL 环路运行数据进行比较来对来自所述被收集的第一运行 DSL

环路的运行数据进行评估，以探测所述第一运行 DSL 环路中存在坏接头。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述通过于所述已知 DSL 环路运行数据进行比较来对来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据进行评估的步骤包括：

(1) 识别与来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据最接近的已知 DSL 环路运行数据；

(2) 计算残余值，其代表所述最接近的已知 DSL 环路运行数据和来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据之间的差异；和

(3) 将所计算的残余与阈值残余进行比较。

19. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述已知 DSL 环路运行数据包括衰减值，进一步，其中来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据包括衰减值。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，进一步包括：

(1) 基于来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据，估计针对所述第一运行 DSL 环路的信道和噪音频谱曲线；和

(2) 将所估计的噪音频谱曲线的最小值与一阈值进行比较。

21. 根据权利要求 17 所述的方法，其中来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据包括比特表信息；并且

进一步，通过与所述已知 DSL 环路运行数据进行比较来对来自所述被收集的第一 DSL 环路的运行数据进行评估以探测所述第一 DSL 环路中存在坏接头的步骤包括：检查所述比特表信息是否受到来自坏接头的回音效应影响。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其中，所述检查所述比特表信息的步骤包括：检查第一 DSL 环路上行比特表信息和第一 DSL 环路下行比特表信息，以确定所述上行和下行比特列表信息是否受到位于连接到所述第一 DSL 环路的 DSL 发送器附近或位于连接到所述第一 DSL 环路的 DSL 接收器附近的坏接头所产生的回音效应影响。

23. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述从所述第一运行 DSL 环路收集运行数据的步骤包括：在收集运行数据的时段期间，在来自所述多个线路属性集的至少一个线路属性集的所述第一运行 DSL 环路上进行多次传输，使得所收集运行数据显示来自所述第一 DSL 环路的所收集运行数据中的时间变化；

并且进一步地，所述通过与所述已知 DSL 环路运行数据进行比较来对来自所述被收集的第一运行 DSL 环路的运行数据进行评估的步骤包括：对来自所述被收集的第一运行 DSL 环路的运行数据中的时间变化进行评估，以检测坏接头是否已经随时间逐渐形成。

24. 根据权利要求 17 所述的方法，进一步包括：确定在第一运行 DSL 环路中检测到的任何坏接头的位置。

包括已知 DSL 线路扫描能力和坏接头检测能力的 DSL 系统估计

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本发明是于 2004 年 4 月 2 日提交的、标题为“DSL 系统估计和参数推荐 (DSL SYSTEM ESTIMATION AND PARAMETERRECOMMENDATION)”的美国序列 No.10/817,128(代理机构编号 0101-p03) 的部分连续案,根据美国法典第 35 章第 119(e) 条,其要求于 2003 年 11 月 7 日提交的、标题为“通信系统的动态管理 (DYNAMICMANAGEMENT OF COMMUNICATION SYSTEM)”的美国临时申请 No.60/527,853(代理机构编号 0101-p01p) 的优先权,该临时申请所公开的内容出于所有目的而通过引用合并于此。

[0003] 本申请涉及于 2004 年 11 月 4 日提交的、标题为“通信设备识别 (COMMUNICATION DEVICE IDENTIFICATION)”的美国序列号 No.10/981,068(代理机构编号 0101-p09),其公开的内容处于所有目的而通过引用合并于此。

技术领域

[0004] 本发明主要涉及用于管理数字通信系统的方法、系统和装置。更具体地,本发明涉及估计在诸如 DSL 系统的通信系统中的一组信道或线路的配置。

背景技术

[0005] 数字用户线 (DSL) 技术提供了在现有的电话用户线(称为环路和 / 或铜设备)上针对数字通信的潜在大带宽。电话用户线可提供这种带宽,虽然它们的原始设计仅仅针对音带模拟通信。特别地,不对称 DSL(ADSL) 可通过使用离散多音调 (DMT) 线路代码来调节用户线的特性,所述代码将多个比特分配给每个音调(或子载波),其能够被调节成在用户线的每一端处在调制解调器(通常为用作发送器和接收器的收发器)的训练和初始化期间所确定的信道状况。

[0006] “xDSL”和“DSL”是用于概括性指代数字用户线设备和服务的术语,包括基于包的技术,例如 ADSL、HDSL、SDSL、SHDSL、IDSL、VDSL 和 RADSL。DSL 技术可在嵌入双绞线、铜缆线设备上提供极其高的带宽。DSL 技术为带宽密集型应用赋予极大的潜力。

[0007] ADSL 或者说非对数字用户线服务通常使用从电话公司的中心局 (CO) 到用户前端的现存未屏蔽双绞线铜导线。在 CO 和远程位置处的 ADSL 调制解调器在铜导线上发送高速数字信号,并能够提供大约 1.5Mbps-6.144Mbps(在 ADSL 1 中为 8Mbps,已用于日本和中国)的下行带宽,和大约 32Kbps-640Kbps 的上行带宽,其中环路距离达 5.5km。

[0008] HDSL 或者说高比特率 DSL 沿较短环路提供对称高性能连接,特别要求两个或三个铜双绞线,并能够沿高达 3.7km 的环路距离提供大约 1.5Mbps 的上行和下行带宽。SDSL 或者说单线路 DSL 提供对称连接,其使用单一双绞线来配合 HDSL 数据,但沿着长达大约 3.0km 的较短环路运行。VDSL 或者说超高比特率 DSL 特别以非对称形式实现,作为 ADSL 沿非常短环路上的超高速变种。具体而言,目标下行性能在 300m 的本地环路上为大约 52Mbps,在 1000m 时为 26Mbps,在 1500m 时为 13Mbps。在非对称实现中的上行数据率往往范围达到大

约 1.6Mbps- 大约 2.3Mbps。VDSL 也提供通常为 10-25Mbps 的对称数据率。已知为 VDSL 2 的新版本的 VDSL 承诺在非对称配置中对称数据率为 100Mbps，而下行率为 150Mbps。此外，存在少量非标准 RADSL 或者说速率适应非对称 DSLS，类似于 ADSL，它提供的动态数据率适于线路的长度和质量（以及现在已经在 DSL 中基本停用的称为 QAM 或 CAP 的线路传输方法）。这些版本的 DSL 采用基于包的途径，其不同于电路切换网络的线路攫取实践。这种基于包的途径非常适合于多种情况。

[0009] 比起传统的电话服务，DSL 服务更加取决于线路状况（例如，铜环路的长度、质量和环境），传统电话服务采用包含高达大约 4 千赫的频率的带宽，相比较而言，DSL 服务采用有时候大于 1MHz 的频率的带宽。尽管一些本地环路对于实现 DSL 而言状况优良（例如，具有较短到适中的长度，且桥接分支和接头最小），不过许多本地环路并非如此适合。例如本地环路长度变换较大。此外，针对本地环路的导线测量可能在环路长度上不一致，因为有至少两个连接在一起的测量仪。更进一步，许多现存的本地环路具有一个或多个桥接分支（一定长度的导线对，其一端连接到环路，而另一端未连接或仅仅是终止），并且一些本地环路具有坏接头（例如，连接松脱的接头）。这种类型的线路信息（例如，导线测量信息、桥接分支信息、节段信息、坏接头信息和本地线圈信息）对于估计 DSL 系统和配置而言是重要的。另一类重要的线路条件为在线路上测量的噪音，该噪音的引发原因有来自其它 DSL 的辐射（串音）、AM 或业务无线电站的无线电介入、线路或接收器模拟元件中的热噪音、各种家用器具、在环路设备或在中心局处的电子设备。这些类型的噪音可随时间变化，也可相对稳定但具有冲击性，或者二者情况皆有。这种类型的信息还对估计 DSL 系统和配置而言是重要的。

[0010] 这些环路的不同状况和配置，包括它们在来自电话公司 CO 和其它位置的集束 (bundle) 或捆扎 (binder) 中如何排布和运行，意味着每组 DSL 环路不同并因此使行为不同。信息可存在于独立线路，或者可使用早期技术（例如，使用音带测量和环路鉴定方法的估计）来确定。不过，这种信息并不考虑线路（使用中的和未使用的）之间的互动，包括诸如串音（即，当在同一或邻近的集束中的导线对用于分立信号传输时，由于导线对之间的耦合而产生的在邻近线路之间经过的不想要的干扰和 / 或信号噪音）的互动。此外，该信息中的一部分的精确度存在问题；已经发现的是，即使在同一组线路之间，线路质量变化范围也较宽。进一步，音带测量并不总是精确反映环路的 DSL 环境。因此，在每个捆扎或其它组中估计单一线路然后例如将该信息外推至该组中其它所有线路的技术，可能未提供那些其他线路或所估计线路本身的相关精确信息。

[0011] 其它技术包括，使用时域反射计来描述 DSL 传输线路的特性，其中，预定的测试信号从原始点发送到 DSL 传输线路，该线路将该信号的一部分反射回所述原始点，并且反射信号被分析以确定传输线路特性。在其它情况中，可以分析和 / 或描述参考环路的特性，以产生传递函数，并将参考环路中的信号衰减、噪音等效应模型化。通常，一个参考环路在每个捆扎或其它组线路中被选定，并被估计。

[0012] 不过，这些用于估计单一环路或线路的技术并不考虑这些线路的环境运行。也就是说，存在超出线路本身行为的环境状况来影响线路性能。测试单一参考环路，可发展一些关于线路自身的基本信息，但是这种信息并未帮助理解和实现对许多正在同时使用分组线路的用户的优化服务。

[0013] 为成功部署 DSL 而需要的测试、监控和维护中所存在的另一问题在于如下事实，即，不同方频繁地使用和操作紧邻的 DSL 线路。例如，在 CO 中的一些线路可被 ILEC（当前本地交换运营商）操作，该载波采用其自身的运行和使用规则和系统。在同一捆扎和 / 或其它组中的其它线路可被一个或多个 CLEC（竞争性本地交换载波）操作，该载波直接与市场中的 ILEC 竞争，并且同样具有其自身的运行和使用规则和系统。这些状况的排他和竞争性性质，以及与其类似的其它性质，意味着，几乎没有机会取获得关于 DSL 线路环境的具体信息。

[0014] 允许对包括 DSL 捆扎和其它组在内的 DSL 系统进行建模的系统、方法和技术，将代表本领域中的重要进步。特别地，管理系统可只提供名义上关于线路的有限信息，而能够从该有限信息充分地推断出更多信息的系统将代表在 DSL 服务率和相关范围的领域中的明显进步。

发明内容

[0015] 给定 xDSL 系统的估计基于从网络单元管理系统、协议、用户之类所收集到的运行数据。为提高估计的精确性，可通过选择各种运行模式（即，通过扫描）来收集不同的运行数据。使用所产生的估计，估计器和 / 和控制器（例如动态频谱管理器）于是就可以通过例如设置用户的数据率、传送功率级别、信号传输频带等等，来控制（或建议）针对用户和 / 或通信系统的其它部分的一个或多个运行模式。使用本发明所获得的近似值或估计值对于多种目的而言是有价值的，上述目的包括但不限于 :帮助用户优化它们对系统的使用或者检测那些对线路配置或运行模式改变最小就能使性能得到明显改进的线路。从系统收集的运行数据可包括性能特性运行数据，其通常可以通过单元管理系统协议从 ADSL 系统中获取。估计器和 / 或控制器能够以各种方式执行所述方法，并实现本发明。

[0016] 估计器、控制器和 / 或其它元件可为由计算机实现的器件或收集和分析合适运行数据的器件的组合。所产生的估计值可用于由系统上运行的发送器评估系统性能，并且直接或间接地指示 / 要求改变，或者推荐运行中的改进。控制器和 / 或估计器可位于任何位置，在某些情况中处于 DSL CO 中，而在其它情况中它们可被位于 CO 外部的第三方操作。

[0017] 可以从通信系统经可行装置获取数据，该数据例如包括由 G.997.1(G.ploam) 标准之类所描述的数据和 / 或信息。数据和 / 或其它信息可使用给定通信系统内的技术收集，或者可从系统单元和部分通过电子邮件和 / 或其它“外部”手段获取。

[0018] 估计器和 / 或控制器可为操作来自 CO 或其它位置的多条 DSL 线路的 ILEC 或 CLEC。收集装置获得可用的运行数据，并且将该数据提供给估计装置，估计装置可连接到控制器中的运行模式指令信号发生装置。该信号发生器可被配置来产生运行模式指令信号，并将该信号发送至用户和 / 或通信系统的其它部分（例如，ADSL 收发器）。这些指令可包括可接受数据率、传送功率级别、编码和等待时长要求、等等。需要近似的系统配置可包括 :用户数量、线路（活动的和不活动的）数量、系统运行特性等等。数据可被收集一次或多次，例如基于周期性、基于命令或基于其它非周期性的方式，从而允许估计器在需要时更新其系统配置近似。

[0019] 根据本发明的方法可由控制器、估计器、动态频谱管理器、计算机等执行。可选择一个或多个初始模型。这些模型可被参数化，并可基于或包括针对已知或参数化长度（和

任何已知或参数化桥接分支长度和位置）的信道插入损耗传递函数、关于独立用户的功率级别和／或他们的相应 PSD 级别的任何导出数据或运行数据、比特误码或误码时间平均值（例如误码秒数和／或随时间的代码违例）、它们相应的代码设置和／或参数化成形的潜在噪音的 PSD。模型可在过程之中的较晚时刻被选定。

[0020] 数据从可行来源收集（例如，“从内部”采用 TL 1 命令、SNMP 或其它协议，或者“从外部”通过互联网）。所收集的数据被评估，并与当前所考虑的模型进行比较。如果初始模型或潜在模型组未在数据收集之前被选定，则可在初始数据收集之后选择一个或多个模型。然后根据评估结果，模型可被筛选、修改、抛弃，并且／或者进行新模型选择。收集数据随时间的历史记录可被挖掘以筛选一个或多个模型的选择和可替代方案或调节方案。在估计器实现合适的系统配置估计的情况下，估计器或控制器就可以发送建议、指令或其它信息给收发器、用户和／或通信系统的其它部分。这些指令可为针对运行模式的要求，或者可为用于改进性能和／或针对该用户的服务的建议。这种指令可涉及设置数据率、传送功率级别、频谱成形和组成、等等，并可要求或命令对该线路进行额外激励（或许在不同的数据状况下，例如不同数据率、在 DMT 和／或不同 PSD 中的不同的开始／最小和／或结束／最大频率，或者功率电平）以允许更好地与估计器中现有的或假定的模式相匹配。

[0021] 模型精确的可能性（例如由最大似然方法确定）可基于系统性能的各种数据、信息和／或指示，例如所观察的正常运行数据（由用户对系统的“正常”使用产生），其显示基于正常运行信号的运行性能，和／或测试数据（通过系统上通常引发的测试产生），其显示运行性能，和／或受激运行数据（通过激励 xDSL 系统产生），其显示基于激励信号的运行性能。

[0022] 该受激数据的一个示例采用频率载波时标，以逼近给定频率组的 Hlog。桥接分支、衰减等等的相关信息可从上述信息得到确定。

[0023] 在其它实施例中，在结合具有已知配置的 DSL 环路使用多个线路属性集的情况下使用扫描，从而可以形成环路配置信息的数据库或资料库。线路属性集中的一个或多个可用于未知的 DSL 环路，以产生可从未知 DSL 环路收集的运行数据。这种所收集的运行数据与数据库中的环路配置信息进行比较，从而允许识别涉及未知 DSL 环路的环路配置信息。可以采用不同方法来估计未知 DSL 环路的配置。此外，从未知 DSL 环路收集的运行数据也可用来确定在未知 DSL 环路上是否存在一个或多个坏接头以及在某些情况下确定坏接头的近似或确切的位置。

[0024] 本发明的进一步内容和优点将在下文的详细描述和相关附图中得到阐明。

附图说明

[0025] 通过下文结合附图的详细描述将易于理解本发明，其中相同的附图标记指代相同的结构元件，附图如下：

[0026] 图 1 是根据 G.997.1 标准的参考模型系统的示意性方框图。

[0027] 图 2 是图示普通的示例性 DSL 部署的示意性方框图。

[0028] 图 3A 是在 DSL 系统中的本发明的一个实施例的示意性方框图。

[0029] 图 3B 是在 DSL 系统中的本发明的另一实施例的示意性方框图。

[0030] 图 4 是根据本发明的一个或多个实施例的方法的流程图。

[0031] 图 5 是根据本发明的一个或多个实施例的用于获得和计算信道的 Hlog 的方法的流程图。

[0032] 图 6 是根据本发明的一个或多个实施例的用于获得和计算信道的 Hlog 的替代方法的流程图。

[0033] 图 7 是根据本发明的一个或多个实施例的获得和计算出的估计 Hlog 数据的图形化图示。

[0034] 图 8 是适于执行本发明实施例的特定计算机系统或集成电路系统的方框图。

[0035] 图 9 是显示上行比特负载的代表性的 1.536Mbps 实验曲线。

[0036] 图 10 是本发明的一个实施例的图形化图示，其中估计了未知 DSL 环路的配置。

[0037] 图 11 是根据本发明的一个或多个实施例的方法的流程图，其中，估计了未知 DSL 环路配置并且信道插入损耗信息是已知的。

[0038] 图 12 是根据本发明的一个或多个实施例的方法的流程图，其可用来确定本发明可以采用的不同度量。

[0039] 图 13A 是针对 DSL 信道，使用 ABCD 方法的 Hlog 模型和 / 或估计与所报告的插入损耗的一对图形化图示。

[0040] 图 13B 是对图 13A 的所报告插入损耗进行第一平滑然后对第一平滑进行第二平滑的一对图形化图示，采用的方法与图 12 的方法一致。

[0041] 图 14 是结合针对通信系统的扫描属性集的使用而对数据库的构建，本发明实施例的数据库或资料库的示例。

[0042] 图 15 是根据本发明的一个或多个实施例的方法的流程图，其可用来确定在诸如 DSL 环路的通信线路中坏接头的存在和位置。

具体实施方式

[0043] 下文对本发明的详细描述将参照本发明的一个或多个实施例，但并不限于这些实施例。更确切地说，这些详细描述仅仅是示意性的。本领域的技术人员将易于认知，在此针对附图给出的详细描述被提供为用于示例性目的，因为本发明超出了这些受限的实施例。

[0044] 本发明的实施例基于从网络单元管理系统、协议之类所收集到的运行数据来估计给定的 xDSL 系统的配置。使用由此产生的估计结果，控制器于是就例如通过设置用户的数据率、传送功率级别等等来控制运行模式（或者可以推荐一种模式）。虽然 xDSL 系统的精确配置可能是不可确定的，不过采用本发明所获得的近似值或估计结果对于各种目的而言绝对是有价值的，这些目的包括但不限于，帮助用户优化他们的系统使用，或者检测在线路配置变化最小情况下可明显提高其性能的线路。从系统收集的运行数据可包括性能 - 特性运行数据，该数据通过单元 - 管理 - 系统协议而特别可用于 ADSL 系统。运行数据也可以包括通常并不包含在 ADSL 系统中的数据。这些数据可以来自特定的调制解调器模型和 / 或其它来源，并且因此可以用于信道识别和 / 或其它目的。估计器和 / 或控制器（例如，动态频谱管理器或其它独立实体）能够以各种方式执行该方法并实现本发明。

[0045] 如下文更为详细所述，执行本发明一个或多个实施例的估计器可为控制器（例如，动态频谱管理器或频谱管理中心）的一部分。这些部分可为由计算机实现的设备，或收集和分析合适运行数据的设备的组合。所产生的估计结果可以由系统上运行的发送器来评

估系统性能，并且在运行中直接或间接地指示或要求改变或推荐改进。控制器和 / 或估计器可位于任何位置。在一些实施例中，控制器和 / 或估计器设在 DSL CO 中，而在其它情况中，它们可由位于 CO 外部的第三方操作。在浏览了本说明书之后，本领域技术人员将清楚可用于本发明实施例的控制器和 / 或估计器的结构、程序设计和其它具体特征。

[0046] 本发明实施例的如下示例将使用 ADSL 系统作为示例性通信系统。在这些 ADSL 系统中，可以使用特定的协定、规则、协议等等来描述示例性 ADSL 系统的运行以及可来自用户和 / 或系统上的设备的信息和 / 或数据。不过，如本领域技术人员将认知到的，本发明的实施例可用于各种通信系统，并且本发明不限于任何特定系统。本发明可用于任何数据传输系统，对于这些数据传输系统来说系统配置的知识是有价值的。

[0047] 各种网络管理单元用于管理 ADSL 物理层资源，此处，单元指的是在 ADSL 调制解调器对中的参数或函数，或者共同地或者在一个单独端。网络管理框架包括一个或多个被管理节点，每个节点均包含代理。被管理的节点可为路由器、网桥、交换机、ADSL 调制解调器等等。至少一个经常称为管理器的 NMS（网络管理系统）监视和控制被管理的节点，并通常基于普通 PC 或其它计算机。网络管理协议被管理器和代理用来交换管理信息和数据。管理信息的单位是对象。相关对象的集合被定义为管理信息库 (MIB)。

[0048] 图 1 示出了根据 G.997.1 标准 (G.ploam) 的参考模型系统，该标准出于所有目的通过引用以其整体并入于此。这种模型应用于符合各种标准并可包括也可不包括分离器的所有 ADSL 系统，所述标准例如 ADSL1(G.992.1)ADSL-Lite(G.992.2)、ADSL2(G.992.3)、ADSL2-Lite G.992.4、ADSL+(G.992.5) 以及形成 VDSL 标准的 G.993.X，以及 G.991.1 和 G.991.2SHDSL 标准，所有这些标准可以都具有或者不具有捆绑 (bonding)。上述模型对于本领域技术人员是众所周知的。

[0049] G.997.1 基于由 G.997.1 限定的清晰嵌入运行信道 (EOC) 并使用由 G.992.x 标准限定的指示器比特和 EOC 消息，来为 ADSL 传送系统指定物理层管理。此外，G.997.1 指定网络管理单元内容，以便进行配置、误差和性能管理。在执行这些功能时，上述系统采用在访问节点 (AN) 处可用的多个运行数据。

[0050] 在图 1 中，用户的终端设备 110 连接到家用网络 112，家用网络 112 接着连接到网络终端单元 (NT)120。NT 120 包括 ATU-R 122（例如，由 ADSL 标准中的一个限定的收发器），或者其它任何合适的网络终端调制解调器、收发器或其它通信单元。NT 120 还包括管理实体 (ME)124。ME 124 可为任意合适的硬件设备，例如微处理器、微控制器、或者在固件或硬件中的电路状态机，其能够根据任意可用的标准和 / 或其它准则的需要而执行。ME 124 收集并在其 MIB 中存储性能数据和 / 或运行数据，MIB 是每个 ME 所维护的信息数据库，并且可以通过诸如 SNMP（简单网络管理协议）的网络管理协议或者通过 TL1 命令访问，所述 SNMP 协议是用于收集来自网络设备的信息以将其提供给管理员控制台 / 程序，所述 TL 1 为一种构建已久的命令语言，用来对电信网络单元之间的响应和命令进行编程。

[0051] 系统中的每个 ATU-R 连接到 CO 中的 ATU-C 或其它中心位置。图 1 中，ATU-C 142 位于 CO 146 中的访问结点 (AN)140 处。ME 144 类似地维护与 ATU-C 142 相关的性能数据的 MIB。AN 140 可连接到宽带网络 170 或其它网络，如本领域技术人员所认知的。ATU-R 122 和 ATU-C 142 被环路 130 连接在一起，特别在 ADSL 的情况中，环路 130 为电话双绞线，其也承载其它通信服务。

[0052] 图 1 所示的若干接口用来确定和收集性能数据。Q 接口 155 提供了操作员的 NMS 150 和 AN 140 中的 ME 144 之间的接口。G.997.1 标准所指定的所有参数适用于 Q 接口 155 处。在 ME 144 中支持的近端参数由 ATU-C 142 导出，而来自 ATU-R 122 的远端参数可由 U 接口上两个接口中的任一个导出。指示器比特和 EOC 消息使用嵌入信道 132 发送，并且在 PMD 层处提供，它们可用于产生 ME 144 中所需要的 ATU-R 122 参数。可替换地，在 ME 144 请求时，OAM 信道和合适协议可用来取回来自 ATU-R 122 的参数。类似地，来自 ATU-C 142 的远端参数可由 U 接口上两个接口中的任一个导出。设置在 PMD 层处的指示器比特和 EOC 消息可用来产生在 NT 120 的 ME 122 中所需的 ATU-C 142 参数。可替换地，在 ME 124 请求时，OAM 信道和合适协议可用来取回来自 ATU-C 142 的参数。

[0053] 在 U 接口（本质上是环路 130）处，存在两个管理接口，一个在 ATU-C142 处（U-C 接口 157），另一个在 ATU-R 122 处（U-R 接口 158）。接口 157 为 ATU-R 122 提供 ATU-C 近端参数，以通过 U 接口 130 取回。类似地，接口 158 为 ATU-C 142 提供 ATU-R 远端参数，以通过 U 接口 130 取回。所采用的参数可取决于正在使用的收发器标准（例如，G.992.1 或 G.992.2）

[0054] G.997.1 标准指定横跨 U 接口的可选 OAM 通信信道。如果实现该信道，则 ATU-C 和 ATU-R 对可使用该信道来传送物理层 OAM 消息。因此，该系统的收发器 122、142 共享在它们各自的 MIB 中维护的各种运行数据和性能数据。

[0055] 在 1998 年 3 月发表于 ADSL 论坛的、标题为“ADSL 网络单元管理 (ADSLNetwork Element Management)”的科技报告 TR-005 中可以发现更多 ADSLNMS 的相关信息，该报告的内容出于所有目的通过引用并入于此。另外，于 2004 年 1 月发表于 DSL 论坛的、标题为“CPE WAN 管理协议 (CPE WANManagement Protocol)”的工作文本 WT-87(Rev.6) 出于所有目的通过引用并入于此。最后，于 2004 年 1 月 5 日发表于 DSL 论坛的、标题为“LAN-SideDSL CPE 配置规范 (LAN-Side DSL CPE Configuration Specification)”的工作文本 WT-082v7 出于所有目的通过引用并入于此。这些文献针对 CPE 侧管理的不同状况。

[0056] 如本领域技术人员将认知的，在这些文献中描述的至少一些参数可用于本发明的实施例。此外，至少一些系统描述同样可用于本发明的各实施例。可以从 ADSL NMS 获取的各种运行数据和信息可以在这些文献中发现；而其它数据和信息则为本领域技术人员所公知。

[0057] 在 DSL 设备的典型布局中，多个收发器对正在运行并且 / 或者可用，而每条用户环路的一部分都与多对捆扎（或者集束）中的其它用户的环路一起配置在。在基架后面，非常靠近用户前端设备 (CPE)，环路采用引入线 (dropline) 的形式并离开集束。因此，用户环路经过两种不同环境。环路的一部分可位于捆扎内部，在该处，环路有时候免于外部电磁干扰，但是却受到串音。在机架后面，引入线经常不受串音影响，因为对于引入线的大部分来说，它远离其它对，但是由于引入线未被屏蔽，因此发送可能被电子干扰明显地减弱。许多引入线在具有 2-8 个双绞线，而在对这些线路的归属或者捆绑提供多项服务（单个服务的复用和解复用）的情况下，在引入线节段中的这些线路之间会发生额外的显著串音。

[0058] 图 2 示出了一种普通的示例性 DSL 部署场景。总计 (L+M) 个用户的所有用户环路 291、292 经过至少一个共同的捆扎。每个用户经专用线路连接到中心局 210、220。不过，每条用户环路可能经过不同环境以及介质。在图 2 中，L 个用户 291 使用光纤 213 和铜双绞线

217 的组合连接到 CO 210，这种情况通常称为光线到室 (Fiber to the Cabinet，FTTCab) 或光线到楼群 (Fiber to the Curb)。来自 CO 210 中的收发器 211 的信号被 CO 210 中的光线路终端 212 和光网络单元 (ONU)218 中的光网络终端 215 转换。ONU 218 中的调制解调器 216 用作针对 ONU 218 和用户 291 之间信号的收发器。

[0059] 其余的 M 个用户 292 的环路 277 只为铜双绞线，这种场景称为光纤到交换台 (FTTEx)。只要可能并且经济上可行，FTTCab 都优于 FTTEx，因为它减小用户环路的铜质部分的长度，并因此增大了可实现的速率。FTTCab 环路的存在会对 FTTEx 环路造成问题。此外，FTTCab 被期待成为将来日益普及的布局。这种类型的布局可导致显著的串音干扰，并意味着，不同用户的线路由于其工作于特定环境而具有不同的承载数据和性能能力。这种布局可使得，光纤馈送“室”线路和交换线路可以混合在同一捆扎中。

[0060] 如图 2 可见，从 CO 220 至用户 292 的线路共享捆扎 222，该捆扎不被 CO 210 和用户 291 之间的线路使用。此外，另一捆扎 240 对于朝向 / 来自 CO210 和 CO 220 的所有线路以及它们各自的用户 291、292 而言是公共的。

[0061] 根据图 3A 示出的本发明的一实施例，估计器 300 可为监控 DSL 系统的独立实体的一部分，该独立实体作为控制器 310（例如，DSL 优化器或动态频谱管理器），帮助用户和 / 或一个或多个系统操作员或供应商优化他们对系统的使用。如果知道确切的或近似的系统配置，则这种控制器可以得到极大受益。(DSL 优化器或动态频谱管理器也可称为动态频谱管理中心、DSM 中心、系统维护中心、SMC)。估计器 300 可用于确定基本的环路配置信息，并用于其它目的（例如，检测和测定坏接头位置）。在一些实施例中，控制器 310 可为操作多条来自 CO 或其它位置的 DSL 线路的 ILEC 或 CLEC。如图 3A 中的虚线 346 所见，控制器 310 可处于 CO 146 中，或者可在 CO 146 和该系统中运行的任何公司的外部并对它们独立。此外，控制器 310 可连接到和 / 或控制多个 CO。在图 3 的示例性系统中，估计装置 340 连接到控制器 310 中的运行模式指令信号发生装置 350。该信号发生器 350 被配置成生成并且向通信系统（例如，ADSL 收发器）中的用户发送运行模式指令信号。这些指令可包括可接收的数据率、传送功率级别、编码和等待时间要求等等。

[0062] 所要近似的系统配置可包括用户数量、线路（活动的和 / 或不活动的）数量、系统运行特性等等。如本领域技术人员将认知的，如果控制器 / 动态频谱管理器是完全独立的实体（也就是说，不被拥有和 / 或操作 CO 内的线路的公司所拥有和 / 或操作），则系统配置信息中很多是无法获取的。即使在 CLEC 或 ILEC 用作和 / 或操作控制器 310 的情况下，许多系统配置数据也可能是未知的。

[0063] 估计器 300 包括收集装置 320 和估计装置 340。如图 3A 所见，收集装置 320 可连接到 NMS 150、在 AN 140 处的 ME 144、和 / 或由 ME 144 维护的 MIB 148。数据还可以通过宽带网络 170 收集（例如，通过 TCP/IP 协议或给定 DSL 系统内的正常内部数据通信以外的其它装置）。这些连接中的一种或多种允许估计器从系统收集运行数据和 / 或性能数据。这就允许装置 320 收集可以从网络单元获取（例如依照可用的标准）获取的标准 DSL 数据，并且 / 或者收集来自用户、系统元件、操作员等等的特定数据。所收集到的这种数据可为运行数据，例如性能 - 特性数据之类，该运行数据源自在给定通信系统中使用一条或多条 DSL 环路或其它通信线路。可一次性地或按时间地收集数据。在一些情况中，收集装置 320 将基于周期性地进行收集，尽管它也可以在要求时或者基于其它非周期性情况来收集数据，

从而允许估计器 300 在需要的时候更新其系统配置近似值。

[0064] 在本发明的一些实施例中，估计器 300 可在诸如 PC、工作站之类的计算机中实现。收集装置 320 和估计装置 340 可为软件模块、硬件模块或二者的组合，如本领域技术人员所认知的。为了管理数量巨大的线路，数据库可以被引入并用来管理由线路产生的大量数据。可使用最大似然 (ML) 方法来确定所估计的系统配置。在这类本领域技术人员公知的途径中，特定的比较结果和其它数据可具有更大权重，这取决于一种配置相对其它配置的可能性。这种可能性可取决于 :从电话公司记录推断出的环路已知环路特性或者类似特性、在早先使用线路时收集的原始数据、或者在这类大型系统上多次收集的大量数据所推断出的通常实践。本领域技术人员公知的是，可以将其它方法与最大似然方法一起使用或者代替所述最大似然方法。

[0065] 图 3B 示出了本发明的另一实施例。DSL 优化器 365 运行在 DSLAM 385 或其它 DSL 系统元件上，并且 / 或者结合 DSLAM 385 或其它 DSL 系统元件来运行，此二者中的任一个或全部可置于电信公司的前端 395(“telco”) 上。DSL 优化器 365 包括数据收集和分析模块 380，其能够向 DSL 优化器 365 或者为 DSL 优化器 365 收集、集合、调节、操作和供给运行数据。模块 380 可为诸如 PC 之类的计算机。来自模块 380 的数据被供给到 DSM 服务器 370 用于分析 (例如，环路配置估计，坏接头检测，坏接头定位，等等)。信息也可以来自资料库或数据库 375，所述数据库可以与 telco 相关或不相关。属性集选择器 390 可用来选择和实现在扫描期间使用的属性集，从而构建、维护和更新在估计环路配置中使用的任何资料库和 / 或数据库，等等。可在 DSM 服务器 370 控制下或者通过任何其它合适方式来选择属性集，如本领域技术人员所认知的。由选择器 390 选择的属性集实现于 DSLAM 385 和 / 或其它任何合适的 DSL 系统元件设备中。该设备连接到诸如用户前端设备 399 的 DSL 设备。图 3B 中的系统能够以类似于图 3A 中的系统的方式运行，如本领域技术人员所认知的，尽管在执行本发明实施例时会有所差别。

[0066] 定义接近的最大似然法试图在一组假定的模型组中找到与所收集数据偏差最小的模型，或者等价地说，找到最可能的系统配置。可以定义多种接近程度与若干参数化的信道模型组，将其用作过程收益 (process proceed)，并被认为是最佳工作方式。这可取决于服务供应商实践、捆扎制造商、在不同区域中的噪音等等。

[0067] 例如，可以至少基于所报告的最大速率、比特表、当前速率、在该速率处的余量、和来自在本领域中最小报告的当前 ADSL 1 系统的衰减量来预测或估计。这类信息可以被估计器处理，并与多个假定线路长度、有无桥接分支和各种噪音可能进行比较，这些比较对象将通常遵循所报告的下行和上行衰减以及其它可获取的信息。然后，这些估计结果与报告值进行比较，从而看出它们重构针对所报告数据的当前速率、余量和最大速率的接近程度。特别重要的是，如果接近当前比特分布形状，就非常有助于为估计器估定最佳的或合理的参数化模型 (例如，带空洞的瞬时比特分布可能表示存在桥接分支和 / 或窄带无线电噪音)。

[0068] 图 4 中示出了根据本发明的一种方法的实施例。方法 400 可由控制器、估计器、动态频谱管理器、计算机等实现。在启动后，在步骤 410 中可选择一个或多个初始模型。例如，可以选择带平均串音和传送属性的标准的 50 对捆扎。其它模型可包括带各种噪音模型或各种数目或组合对的单一对、对长度、桥接分支位置和 / 或噪音组合。可替换地，可以选择

一系列普通且不同地模型类型作为引导。这些模型可被参数化。参数化的模型可基于或包括：针对公知或参数化的长度（和任何已知的或参数化的桥接分支长度和位置）的信道插入损耗传递函数、与单独用户的功率级别和/或他们的相应 PSD 级别相关的任何推导出的或可操作的数据、比特误码或误码的时间平均版本（例如随时间的误码秒数和/或代码违例）、它们相应的代码设置、和/或潜在噪音的参数化成形的 PSD。在该过程中，模型也可在其后的时刻选择。

[0069] 然后，在步骤 420 中从可行的来源中选择数据（例如，可以采用 TL 1 命令、SNMP 或其它协议通过服务供应商的网络管理系统或操作中心从 ANME "内部地"选择数据；如果可以从 AN ME "通过互联网"或"向外部"发送数据，则也是可以接受的；或者可以通过嵌入式运行信道比特或可选地沿着互联网从远程 ME 收集数据）。进一步，本领域技术人员可以确定数据类型和数据收集的频率（例如，不同的数据组可以在不同时刻收集）。然后，在步骤 430 中评估所收集的数据并且与当前考虑的模型进行比较。如果在收集数据之前未选择初始模型或潜在模型组，则可以在步骤 425 中选择一个或多个模型（当然，在所述过程中可以在任何时刻选择新模型）。优选地，在估计器需要在选择模型时基于某些初始数据的情况下，在步骤 425 中对模型进行选择。在步骤 440 中，根据估计结果，模型可以接着被筛选、修改、放弃、并且/或者选择新模型。所收集数据随时间推进的历史记录可被挖掘来筛选选择和可替代方案，或者对一个或多个模型进行调整。

[0070] 在估计器实现对系统配置的合适估计的情况下，例如在步骤 440 中对一个或多个模型筛选之后，在步骤 470 中，估计器或控制器接着可以发送建议、指令或其它信息给收发器、用户和/或通信系统的其它部分。这些指令可以是对于运行模式的要求，或者可以是为该用户改进性能和/或服务的相关建议。这些指令可涉及到所设置的数据率、传送功率级别、频谱成形和组成等等。这些指令还可要求和命令对线路进行额外激励（可能是在不同数据状况下，例如不同的数据率、DMT 中不同的开始/最小和/或结束/最大频率、和/或不同的 PSD 或功率级别），这可以在估计器中对现存的或推测的模型进行更好的匹配。

[0071] 在步骤 450 中搜寻到多个数据的情况下，上述过程可以是一循环过程。如果可以从用户、测试或其它"普通的"线路活动获取更多的数据，则在步骤 420 中再次收集数据，在步骤 430 中进行估计，并在步骤 440 中用这些数据来筛选模型。如果在步骤 450 中没有额外的数据，则在步骤 460 中估计器可以"激发"或激励系统产生数据。例如，估计器可以在不活动的用户线路上或者在当前不携带 DSL 服务的线路上发送测试信号，以提供控制信号或数据组，然后在其它线路上测试影响，如其它那些线路的性能所反映的。该过程还可以观察各线路上信号（测试数据，受激数据或通常的用户数据）激励的次数，以确定哪些线路彼此干扰以及干扰的范围或程度。当用户处于公共捆扎或者缆线中时，可以结合环路记录考虑所收集的数据。这类分析可以导致更为精确地评定相互串音的级别，具体而言是因为，由于缆线结构和绞绕并非完美，因此在不同缆线中的同样两对之间，这些级别可在大范围上（例如，4 个数量级或更大）变化。该信息可以显著地改进此后对数据率的评定以及沿 DSL 线路发送给用户的服务。

[0072] 在当前 DSL 系统（例如，ADSL 1 系统）中可收集的运行数据可例如包括：(1) 信道平均衰减测量结果；(2) 信道比特分配；(3) 信道传送功率级别；(4) 所报告的当前数据率；(5) 所报告的最大可达到数据率；(6) 所报告的误差 - 校正 - 奇偶校验和/或其它系统开销

（虽然未被报告，却可以从其它数据导出）；(7) 格码 (trellis code) 的使用（通常也必须导出）；(8)ATM 或其它协议单元计数（这代表用户活动级别）；(9) 时间戳，其用于估计相互影响以及绝对依赖时间的线路状况；(10) 售主身份和序列号；(11) 时间标记，其针对再训练中传输参数的重要变化；(12) 参数的重要变化的数量或者改变参数所做尝试的数量；和 / 或 (13) 代码违例、FEC 违例、和 / 或误码秒计数。

[0073] 此外，在将来的 DSL 系统中可收集的数据可进一步例如包括：(14) 取决于频率而测量的信道插入损耗、增益、相位和 / 或对数幅度；(15) 取决于频率而测量的无活动线路或活动线路噪音级别；(16) 所传送的 PSD 级别；(17) 信噪比；(18) 比特和由比特交换 (bit-swapping) 引起的增益量；(19) 其它各种量值，例如回声响应（取决于设备制造商）或阻抗测量结果；(20) 最差情况的噪音变化和相关次数；(21) 详细的 FEC 误差位置指示；(22) 载波时标 (G.997.1 的 CARMASK 之类）；(23) 音调频谱成形参数（例如，在 G.997.1 中的 TSSpsds、TSSpsus 和 / 或 PSDMASK MIB 单元）；(24) 矢量或矩阵信道特征数据；(25) 在最近时间间隔中最高噪音改变的频率 / 音调索引；(26) 在最近时间间隔中发生的比特交换的总数量；(27) 在由动态频谱管理器编程的或以另一方式确定的间隔的若干连续子间隔上，FEC 误差、代码违例和 / 或误码秒违例的分配；(28) 在最近的时间间隔上，噪音或 MSE 测量结果和 / 或变化的峰值和均值的比率；和 / 或 (29) 较高级别的协议 - 吞吐测量结果。由于更多类型的运行数据和用来获取这些数据的装置变得可用，因此可以升级本发明的实施例以提供更为精确的系统估计，并提供关于系统参数和运行的更好建议。

[0074] 上述项目 (25)，即，在最近时间间隔中最高噪音改变的频率 / 音调索引是这样的音调索引，其指示在最近的测量间隔期间（例如，默认的 30 秒时段或者编程得到的时段）在哪个音调上噪音变化最大。这一特征允许控制器（例如动态频谱管理器）了解特别由诸如开启和关闭的串音的时变噪音所影响的频率。控制器可以通过这些信息 ML 检测出在一些频带中有一个或多个明显的串音源 (crosstalker)（例如，观察到该数据如何变化，可能只显示两个级别（高和低），这表示只有一个强的串音源开启 / 关闭 -- 或者显示更多级别，表示不止一个明显的串音源）。在 DSM 中心处关于其他串音源的激励方案和电话 / 捆扎号码的知识可允许对哪些显著地彼此串音进行最大似然推论。

[0075] 项目 (26)，即，在最近时间间隔中发生的比特交换的总数量，允许控制器确定噪音在给定 DSL 线路上是否相对平稳，还是在该线路上随时间变化。较为平稳的线路（在时间间隔上显示出上更高的均匀性和 / 或一致性）可以降低其 MAXSNRM 等等。交换的数量也可为哪个串音源开启等情况的良好指示器。

[0076] 最后，项目 (27)，即，FEC 误差、代码违例和 / 或在一定间隔（例如由动态频谱管理器编程得到的或以另一方式确定的）的若干连续子间隔上的误码秒违例分配，帮助控制器或估计器确定噪音间歇的程度。如本领域技术人员所认知的，在 ADSL 系统中通常有 4 个级别的报告误差：误码秒（每一秒报告）；严重误差秒；代码违例（在 ADSL 1 中每 17 毫秒进行报告）；和 FEC 误差（每 S 个符号进行报告 - 这样，如果 S = 1，则每 250 毫秒报告误差）。如果在短的间隔（例如，1 秒或更小）内对 FEC 进行计数，则估计器或控制器可以了解间歇噪音如何分配。如果在某一足够短时段内（例如，S 包的长度，其中 S 包为传送到动态频谱管理器的数据信息的“短”包，其除了包含诸如余量级别、功率和相关量值的其它信息外还包含 FEC 误差），连续报告的 FEC 误差被发现为“突发性的”，则交织将有更大的作用。如果

所报告的 FEC 误差对于所有短间隔而言基本相同，则交织将没有很大作用，并且奇偶校验应该增大。因此，估计器或控制器可以 ML 检测，脉冲噪音是“突发性的”还是更为均匀的，以及突发相隔多远（如果噪音完全均匀，则噪音几乎平稳并且比特交换应该应该能了解到）。

[0077] 在该过程期间，可以估计每个潜在模型的精确的可能性。可以选择最适合所收集运行数据和其它任何经验证据的一个或多个模型，以用作考虑对系统进行改进和 / 或其它变化的一个或多个模型。进一步，模型精确的可能性可基于系统性能的各种指示，例如：

[0078] - 显示基于正常运行信号的运行性能的被观察运行数据（由用户对系统的“通常”使用产生）；和 / 或

[0079] - 显示运行性能的测试数据（通过在系统上通常引导的测试而产生）；和 / 或

[0080] - 显示基于激励信号的运行性能的受激运行数据（通过激励 xDSL 系统而产生）。

[0081] 模型可以根据所收集和评估的数据而得到连续地 / 周期性地更新和校正（或者可以非周期性地和 / 或受激地更新）。

[0082] 受激运行数据可为时间相关事件（使用参考附录中所谓的时间戳域），以允许动态频谱管理器观察线路之间的“因果”关系。这就允许管理器确定可以彼此串音的线路。这种所获知的内容允许采用多种途径来进一步改进 DSL 性能，如本领域技术人员所认知的。针对 ML 估计方法，可以使用在 DSM 中心中的不同路线上的时间索引事件，以确定可能的相互干扰并因此更精确地对该状况模型化。这种时间变化及相关的概念可以是极其有用的。例如，即使在线路还完全未改变时，知道哪一些线路真正在彼此影响是非常有用的。

[0083] 结合图 5-7 可观察到激发生成运行数据的另一示例。由于导线电阻引起功率消散，因此经过铜线对传输的信号衰减。该衰减或插入损耗取决于环路长度，从而使其更加难于沿长的环路提供高的速率。例如，通常而言，如果用户环路超过 18kft，操作员并不保证对 ADSL 服务的请求。电阻并非传送线路中仅有的损耗。事实上，金属导线的特征通常在于，基础的两端口网络的串接，如本领域技术人员所认知的。

[0084] 被传送信号的相位速率和相位延迟作为电容和电感效应的结果随着频率而变化。此外，信号的衰减也取决于频率，这导致非平坦的衰减特性。图 7 中的线 720 示出了对于 750 米 26 规格 (0.4mm) 双绞线的传输函数的幅度（如果线路正确终止，则该幅度比插入损耗小 6dB）。

[0085] 线路 700 示出信道特性上桥接分支的“切口”效应。桥接分支是连接到环路的某一点而在另一端并未终止的双绞线。由于信号衰减以及所导致的切口信道特性，桥接分支在 DSL 频率中造成速率损失以及严重的符号间干扰。不幸的是，对于绝大部分电话网络而言，现有的数据库并不总是准确的，从而不能获知桥接分支的确切位置。在北美，大约三分之二的环路具有桥接分支，而在这些有桥接分支的环路中，半数具有至少两个分支。虽然操作员已经在研发桥接分支定位方法，不过可以预期的是，许多 DSL 环路将保留它们的桥接分支。对于运行中的系统而言，信道被连续测量，并且其传输函数被估计，以便计算调制参数和确保可靠运行。

[0086] Hlog、无活动线路噪音 (QLN)、和运行时噪音 (MSE) 是与信道增益和在传送数据中使用的所有音调上的平均噪音功率相关的信息。下行的 Hlog 和 QLN 在训练 ATU-R 调制解调器期间被精确估计，并且这些估计结果在 ATU-R 处可用。MSE 在运行时（有时候在 ADSL 中称为“显示时”）期间被估计。不过，这些值并未向 ATU-C 报告，因此在 ATU-C 处没有办法知

道下行 Hlog、QLN 和 / 或 MSE。因为 ADSL 1 并不将这些参数传送至 ATU-C，关于下行 Hlog、QLN 和 / 或 MSE 的精确信息已经被认为在 ATU-C 处不可用，并因此从未被用于做出运行决策和 / 或参数设置。ADSL 2 的确将这些参数传送到 ATU-C，但是 ADSL 2 并未得到广泛使用，并且其要求 ATU-C 和 ATU-R 均与 ADSL 2 兼容，这种情况当前不可能实现。即便如此，ADSL 用户可将它们的 ADSL 2 调制解调器替换为 ADSL 1 调制解调器（例如，在办公室或住所中早先某时刻使用的调制解调器）。当前存在超过一亿台 ADSL 1 调制解调器。

[0087] QLN 是调制解调器既不活动也不受训时测量的噪音。不过，该噪音可以明显随时间变化。该噪音在以后的运行期间在此被称为 MSE 噪音（均方误差噪音）或 MSE 函数。MSE 噪音可由如下公式（采用 dB）在任意时刻得到估计

[0088] MSE[n] = PSD[n]+Hlog-SNR[n]

[0089] （在此处，以 dB 为单位的 Gap 为 (9.5+TSNRM-CODEGAIN)，而 $SNR[n] \approx 10^{Gap/10} \times 2^{(2B[n])} - 1$ 被报告于 ADSL 2 调制解调器中，并可由 ADSL 1 调制解调器中的过去或当前报告的比特分布 B[n] 计算出）。SNR 可采用初始 PSD、Hlog 和 / 或 QLN 计算或导出。PSD[n] = REFPSD+G[n]（其中 G[n] 是以 dB 为单位的已获知或已估计出的增益表值），并且 REFPSD = NOMPSD-PCB。由于在 ADSL 1 调制解调器中 G[n] 通常满足 -2.5dB < G[n] < 2.5dB，但可能不被报告，因此 G[n] 可通过查找 B[n] 表变化而估计，在两个相邻音调之间的具有较高比特数量的音调上该值通常接近 -2.5dB，在两个相邻音调之间的具有较低比特数量的音调上该值通常接近 +2.5dB 附近。

[0090] 即使下行 Hlog 和 QLN（和 / 或 MSE）并未向 ATU-C 报告，不过诸如下行比特分布、下行余量、下行传送功率和下行衰减的其它数据通常报告回给 ATU-C。特别地，下行衰减通常被计算作为信息承载音调的平均衰减（如果衰减采用这种方式计算，则它被定义以 xDSL 标准的信号衰减），并且这对信号承载音调中最低频率音调的衰减提供了合理近似（其可以使用比特分布来筛选）。换句话说，在下行传输中，Hlog 的值被所使用频带中的最低数据承载频率 (fmin) 主导（某种程度上，由若干个大于 fmin 的频率），这意味着针对低端由 fmin 限定的相对小的数据承载频带所测量的衰减将为对于 Hlog(fmin) 的良好近似。因此，在所使用音调中的若干音调的 Hlog 可使用下行衰减来近似估计。在这些技术中可使用在一些 ADSL 系统中的可行属性集和 TL 1 函数。

[0091] 一些 ATU-R 调制解调器可将下行衰减计算作为可用于分配信息比特的所有下行音调的平均衰减（如果衰减采用这种方式计算，则它被定义为 xDSL 标准的线路衰减）。对于调制解调器，该衰减提供了在下行频带中最低频率音调的衰减的合理近似。

[0092] 如本领域技术人员所认知的，当信号衰减正在被调制解调器所计算时，fmin 一般为所选载波时标中的最低频率。不过，也不总真是这样。所选的频带（例如，在载波时标中）可包括由于各种原因（例如，当针对该频率的信道差到无法分配到任何比特）而并未使用的一个或多个频率（也就是说，在比特加载期间比特并未被分配到这些频率）。在这种情况下，最低频率由此不能为 fmin。估计线路衰减的控制器将从所报告的比特分布获知 fmin 为何值（此处，fmin 是最低数据承载频率和 / 或音调）。在此处的论述和附图中，fmin 可假定为在所选择载波时标中的最低音调和 / 或频率，这在大多数情况下是合理的假设。不过，本发明的实施例考虑到了 fmin 不是载波时标中的最低频率这类情况。本发明的实施例也可以特别出于测量在连续训练间隔中不同频率组处的衰减这一目的，来有针对性地增大

fmin。

[0093] 当针对若干频率获得一组 Hlog 近似值，则描绘在传递函数图上的点可用来产生线路近似 Hlog。图 5 和图 6 示出了用于获得该近似的两种方法。如图 7 所示，使用图 5 和图 6 所示方法中的一个可获得数据点 701-708 中的一个或多个。在图 7 的示例中，点 701、702、703、704、705、706、707 和 708 对应音调 32、48、64、80、96、112、128 和 144，虽然也可以使用其它音调和 / 或频率，如本领域技术人员所认知的。如果仅仅获得两个点，则这些点将限定经这两点的直线。在三个点或更多点的情况中，如图 7 所示，这些点可用来逼近直线 730，并从其中确定任何方差。如下文所提，线 730 是信道传递函数的粗略估计，可以是也可以不是在给定状况下的值。当收集到更多数据点时，真实的传递函数 700（如果有桥接分支的话，还包括桥接分支效应）可以改进得更为精确。在图 7 中，在线 700 处示出包括桥接分支效应在内的真实信道传递函数。

[0094] 如所述绘图所见，传递函数 700(Hlog) 具有若干“下沉 (dip)”，并从 720（表示没有桥接分支时的信道传递函数）移位一定程度。传递函数中的正弦下沉通常是由于线路中的桥接分支引起的。这种分支的数量和长度（在图 7 的情况中有 2 个分支）扭曲了“无桥接分支”传递函数 720，导致信道变为函数 700，函数 700 为正在被测试的 DSL 线路容量的真实显示。不过，线 720 和 730 在一些情况下是有帮助的。例如，线 720 表示在移除任何桥接分支的情况下的信道容量。这就向操作员提供合适的估计工具，用来决定是否确保上门服务 (truck roll) 来修复 / 改进用户的 DSL 线路。如本领域技术人员所认知的，图 7 中线 700 和 720 之间的差异表示由于桥接分支的存在导致的数据容量损失。此外，一些远程位置可能设有连接到其线路的衰减器（早期 telco 问题定位效应的残余）。这种额外衰减同样可以由所测量的数据估计，并且来自上门服务的线路容量可以得到测量，例如在希望较高速的情况下。线 730 表示传递函数的粗略近似。虽然不是非常精确，但是线 730 可以用于在确定 Hlog 过程中只有少数数据点对于控制器可用的情况中。粗略的估计数据仍然可以用于通过动态频谱管理器和 / 或类似物来改进系统性能，并且 / 或者估计系统配置。此外，通过使用诸如比特分配的信息，可进一步改进粗略估计。

[0095] 使用合适的桥接分支模型，无论哪些点可用（例如，图 7 中的点中至少两个），均可以估计线 700。如果需要，可以使用在 Hlog 700（或者 Hlin）上的合适的接近效应来移除不希望的效应。不过，具体而言，那些影响线路插入损耗的估计精确度的效应不应该去除。它有助于动态频谱管理器和 / 或服务提供商操作人员能够考虑桥接分支的效应。信道上的滤波器同样可以影响所测量的衰退值，并可能需要从测量数据点去除。去除调制解调器 - 滤波器效应对于许多情况是必要的，在这些情况下调制解调器内部的过滤处理改进了性能，但是却使所测量的传递函数无法体现真实的插入损耗。所有这些针对测量衰减值的校正为本领域技术人员所公知，如同针对它们在 Hlog 值上的影响而用于去除和 / 或计算的技术那样。在不同音调处对应三个 Hlog[n] 值的三个或更多个点可用来理论上推导斜率以及桥接分支长度，使用多于三个的点使得拟合可能的已知插入损耗曲线更加有益，并且允许确定多个桥接分支长度。

[0096] 当确定 Hlog 的最终近似时，可以以若干方式使用线。例如，线 720 的斜率正比于双绞线的长度。此外，当 Hlog 值与已知的比特分布以及已知的传送功率频谱密度级别一起考虑，则可以获得噪音值。因此，在单元管理系统不提供这种有用信息的部分或全部的情况

下，使用 ADSL 1 技术，可以确定 ADSL 2 数据和运行特性，并将其用来优化和 / 或以其他方式改进 ADSL 1 系统运行。

[0097] 本发明的一些实施例使用各种运行数据，能够通过选择包含不同控制信息的不同线路属性集收集这些运行数据，其中线路属性集可以被控制器（例如 DSL 优化器和 / 或 DSM 服务器）选择和控制，并通过 DSLAM 或其它合适装置而实现。线路属性集指示在相关 DSL 线路上所介入的一种或多种限制（控制信息），例如（不受限制地）关于以下各项的具体内容和 / 或限制：最小数据率、计划数据率、最大数据率、传送功率、最大功率频谱密度、载波时标、最大额外 SNR 余量设置（噪音余量）、目标 SNR 余量设置（噪音设置）、最小 SNR 余量设置（噪音设置）和 / 或 FEC（前向误码校正）参数，包括 ADSL 2 的 INP 和 DELAY 设置。其它属性集准则对于本领域技术人员而言是明显的。针对每个线路属性集的运行数据可在采用线路属性集对 ATU-R 进行训练后被收集。出于收集相异运行数据的意图而使用具有多次训练和数据收集的多个线路属性集这一过程，结合本发明实施例而被称为“扫描”。可以出于包括 Hlog 估计在内的各种目的来使用扫描，。

[0098] 为了估计 Hlog，本发明的一些实施例使用具有不同载波时标的线路属性集来对 ATU-R 进行多次训练。每次单独的训练提供了显示 Hlog 的传递函数的数据点。可以采用不同技术来产生这些传递函数数据点，包括（但不限于）：

[0099] 在图 5 中，仅具有一个数据承载音调 f 的载波时标在 510 处被选择（例如，以 Hz 大小或者以 DSL 音调数量给出），在 520 处获取衰减 ATN(f)，如果合适，该过程可以在 530 处重复。ATN(f) 在 540 处进行描绘，任何不希望的效应可以在 550 处除去。Hlog、QLN 等等接着可以在 560 处被计算，并且在 570 处向用户的运行模式和 / 或通信系统的其它部分提出建议。针对所选择的每一个 f 而报告的下行衰减近似于或相同于所述那个活动音调的 Hlog 值（针对所使用的所有音调提供 Hlog 值并且产生近似的传递函数绘图）。并且 / 或者

[0100] 在图 6 中，载波时标在 610 处被选择，该载波时标包括在 fmin 和 fmax(fmin 可以为所选频带中的最低频率，或者如果频带中的最低频率为非数据承载，则也可以为最低数据承载频率）之间的一组音调（例如使用 ADSL 1 或 ADSL 2 的 CARMASK 函数）。在 620 处可获得 ATN(fmin)，在 630 处可根据需要测试额外的频带。在 640 处对值进行描绘，在 650 处除去任何不希望的效应。Hlog、QLN 等等接着可以在 660 处得到计算，并在 670 处向用户的运行模式和 / 或通信系统的其它部分提出建议。采用这种方法，下行衰减被用来估计 fmin 附近的音调的 Hlog。在大多数情况下，在调制解调器所选择的音调组中的最低频率为 fmin，因此在步骤 620 中对 ATN(fmin) 的估计通常非常精确。通过针对 fmin 使用各种值并重复训练，整个带宽的 Hlog 可以得到良好的估计。

[0101] 在所描述的两个示例性方法中的任一个中，可以使用在相关可用频谱中的较低音调。例如，对于在图 6 的方法中在 ADSL 1 内的频率组的载波时标，音调 32（中心在 138kHz）、48、64（在一些系统中频繁出现的导频音调）、128、200 可用来指派 fmin。这些频率同样可用作在图 5 的方法中使用的独立音调。

[0102] 上述两个示例可视为采用不同载波时标来扫描 Hlog，这些载波时标由少到多的分立选择的任意处扫过 fmin。如果给定通信系统要求使用导频音调，则导频音调必须包含在任何用于逼近 Hlog 的载波时标中。在这些情况下，如果要使用测量衰减量等于 Hlog[fmin] 的近似，则有必要使用 fmin ≤ fpilot。如本领域技术人员所认知的，存在许多方式来扫描

Hlog，但是选择多载波时标并针对每个选择重复训练的方法和技术均简单而有效。事实上，同样的操作施加于上行，并且对应一组上行载波时标的上行衰减值可被收集和使用，以便估计上行频带的 Hlog。最终，在图 7 中，来自上行和下行的 Hlog[f] 估计可以被一起处理，以获取传递函数 700 和 720 的最佳估计值。

[0103] 如果希望将用于获取 Hlog 合理近似值的训练的数量最小化（例如，在属性集被用作训练并且属性集数目得到限制的情况下），则音调的子集可以使用下行衰减量被可靠估计，并选择载波时标，从而插值和 / 或外推在被测试音调内部和 / 或外部的其它音调的 Hlog 值。

[0104] 一旦 Hlog 估计在 ATU-C 处可用，则 QLN 和 / 或 MSE 能够可靠地使用比特分布、Hlog 估计和 ATU-C 处可用的其他参数来估计，所述其他参数例如功率频谱密度级别或其等效。当与运行数据从 ATU-C 和 ATU-R 收集这种情况和技术进行比较时，在 ATU-C 处对 Hlog 以及 QLN 或 MSE 的可靠估计值允许控制器（例如，动态频谱管理器）仅仅从 ATU-C 收集运行数据而几乎没有信息损耗。因此，对于每条线路而言，对所希望运行参数的精确计算能够可靠地完成，而没有从 ATU-R 到动态频谱管理器或其它数据收集单元的运行数据的直接报告。

[0105] 本发明的其它实施例允许使用可以从 DSL 系统中的双绞线捆扎信道获取的各种参数估计来进行信道识别。以下是对具有零到二个桥接分支的线路进行这种信道识别的示例，其仅仅使用两种数据 - 所报告的 ADSL 1 标准 MIB 信息（即，可以从不具有任何特殊数据协议的 ADSL 1 兼容系统和装置获取的运行数据，在此也称为“ASM 数据”和 / 或“ASM 信息”），以及在下文中进行详细例示的特殊数据和 / 或信息组。ASM 信息的示例包括但不限于 SBC、“ADEPT”和“BBT”数据、意大利电信的 CANTO 数据、SoftankBroadband 的“人工智能”以及韩国电信的 ATLAS 系统。

[0106] 所估计的特性和 / 或量值可针对其有益值、其作为与矫正措施相关的建议的基础的作用等等来选择。相关估计值可包括线路长度、桥接分支的数目、桥接分支长度、坏接头属性、信道插入损耗和噪音频谱。其它估计值对于本领域技术人员而言是清晰的。从这些量值中可以阐明许多希望的咨询性建议。

[0107] 如本领域技术人员所认知的，对于不同的调制解调器类型，可以获取不同大小和类型的数据。因此，所采用的估计技术理论上取决于可用的数据。在此出于阐释和描述本发明的目的而给出的两个示例为 :(i) 只有 ASM 数据可用的情况 ;和 (ii) 调制解调器供给 ASM 数据和补充性的插入损耗信息的情况。首先论述标准情况，然后讨论用补充性的插入损耗信息扩展该情况。

[0108] 本发明用于信道识别的实施例可采用传送给诸如 DSL 优化器或 DSM 中心的控制器的 ASM 信息，如上文所更为详细讨论的。在所有 ASM 数据中，在于此所讨论的本发明的一些估计方法中所主要采用的数据为所报告的上行和下行衰减值，其可以通过并从 ADSL 系统的 MIB 获取。没有必要完全了解 DSLAM 和单独 CPE 调制解调器计算这些所报告的衰减值所采用的过程。不过，如果可行，估计技术的一些通常概念和属性，特别是针对 DSLAM 一侧的知识，是有用的。

[0109] 当将上行频带与话音和下行隔开的模拟带通滤波器强烈地影响一些 DSLAM 的所报告衰减值时，通过针对平坦 AWGN 实验和 / 或采样数据来检验负载比特分布，这些滤波器的效应很容易变得明显，如图 9 所示，其图示了示出上行比特负载的代表性的 1.536Mbps 实

验属性集 900。在该数据中可以看到一直到 0 比特的滚降 902。假定信道在上行带上最平坦（这是粗略近似，但是足以达到该意图），可以使用 3dB/ 比特的近似值来看出，在上行频带边缘附近滤波器滚降已经相当严重。这种滚降 902 可导致理论上的和所报告的上行衰减出现差异。

[0110] 针对由调制解调器所报告的下行衰减值，观察到类似效应；在所报告的下行衰减值和理论上 ABCD 建模参数之间的巨大偏差表明，下行衰减值在技术角度并不精确。一些调制解调器报告涉及到线路衰减的值（即，整个下行频带的平均衰减，与信号功率分配无关，从而使所述值基本恒定而与属性集无关），而一些调制解调器报告涉及信号衰减的值（即信息承载音调的平均衰减，从而使该值随着属性集变化），虽然报告值与所报告的线路或者信号衰减的理论值不完全一致。

[0111] 基于取决于噪音的参数的估计固有地使噪音估计成为必要。为避免这个额外的噪音估计，本发明的一些实施例使用通常独立于噪音的数据。此外，由于由每个调制解调器和 DSLAM 使用的计算的特定机械部分可能不好理解，因此本发明采用自配置方法，该方法避免了对每个硬件元件进行“反向工程”以接近在此使用的运算法则。

[0112] 通过将运行数据（例如，所报告的上行和下行衰减运行数据）与搜索和匹配技术一起使用，可满足这些准则。根据本发明的搜索和配合方法可采用数据库、资料库或其它涉及不同调制解调器类型所产生的衰减值和 / 或环路配置之间的关系的数据集合。针对给定的调制解调器类型和环路配置，带各种载波时标的多个线路属性集被用来收集各种运行数据。对于每个调制解调器类型，针对大量环路配置和线路属性集的所报告的衰减值可收集和保存在数据库、资料库等中。这种参考数据的集合可被例如存储为图 3A 的控制器 310 中的资料库 348，并被估计装置 340 和 / 或收集装置 320 使用。

[0113] 在数据库中搜索所报告的衰减值与针对调制解调器类型和所采用的线路属性集的观察到的衰减值最接近的环路配置，从而进行信道识别（也就是说，识别可能的环路配置和 / 或它的运行特性）。在对一个或多个候选环路配置与所报告数据进行匹配时，“接近”可以多种方式定义，如本领域技术人员所认知的。图示性的示例和下文的阐述将使该概念更为清晰。

[0114] 图 14 中示出针对给定调制解调器类型的信道估计数据库的示例，其中，两个线路属性集被用来构建该数据库。数据库存储所报告的衰减值（也可以针对已知的调制解调器类型以及已知的环路配置而在每一列中使用其它运行数据）。在该示例中，环路配置包括环路长度和桥接分支的长度（虽然可以使用其它和 / 或额外的信息，如本领域技术任员所认知的）。对于具有未知环路配置（但是使用与数据库的调制解调器类型匹配的已知调制解调器类型）的线路，可采用两个线路属性集来 4 个收集衰减值，并且仅仅对用户的 DSL 服务造成最小的中断，如果有的话。举例而言，每个特别指定的线路属性集可在凌晨使用 2-3 分钟，从而使 DSL 用户不会感受到明显的服务中断。然后，在所收集的衰减值和在数据库的每一列中的衰减值之间可进行比较。

[0115] 一种非常简单的估计运算方法可寻找其衰减值正好匹配所收集衰减值的一列，然后链接到在数据库的该列中的环路配置信息。因此，如果针对使用线路属性集 1 的上行衰减，使用线路属性集 2 的上行衰减，使用线路属性集 1 的下行衰减，和使用线路属性集 2 的下行衰减，所测量的衰减值分别为 14、16、23 和 2，于是在所选择的线路配置中，线路具有

3000ft 的环路长度，而桥接分支的长度为 2000ft 以及 0ft。不过，如果在数据库中没有完美的匹配，则这种运算方法不可行，因此就要求更为通用的运算方法。在论述这种可替代的运算方法之前，应该注意的是，本发明不仅限于衰减数据。本发明的简单的示例性实施例使用衰减值作为所收集和 / 或可行的运行数据，虽然在不同状况中其它类型的数据可以被收集和 / 或可行。

[0116] 希望一种可扩展数据库，其包含环路长度和桥接分支的所有可能组合，虽然在很多情况中不可能有这种资料库。更可能的是，数据库在参数空间中是稀疏的，这意味着，比起可以在实验室或测试场合下采用已知的环路配置预先测量的配置，在操作员的网络中可能的配置多得多。在这类情况中，在不同数据库条目间进行插值可形成线路参数的估计，而不是简单地寻找确切的匹配。

[0117] 在下文的示例中，N 为在控制器 310 的数据库 348 中的环路配置的总数。对于在数据库中的给定环路配置 n，bn 为 L 维列向量。列向量 bn 的每个元素均为针对每个线路属性集所报告的衰减值。因此，如果 4 个线路属性集用于扫描，并且每个线路属性集已经报告了上行衰减和下行衰减，则 L ＝ 4×2 ＝ 8。通过在具有正在被估计的未知环路配置的线路上，施加一组扫描线路属性集，所收集到的衰减值用 x 表示。常数 x（它被认为是常数，因为它在完成运行数据收集过程时为已知的）为 L 维列向量，而元素同样有 bn 阶。

[0118] 由于数据的不完全收集，可能会遗失一些数据。在这种情况下，可以重复进行数据收集，或者相应的数据域可以忽略。定义 $B = [b_1 b_2 \ldots b_N]$。清晰地，B 为代表数据库 348 的至少一部分的 L ×N 矩阵。在一些情况中，x 可能很好地匹配 B 中的其中一列。在没有发现确切匹配的情况下，可以采用在不同数据库条目之间的插值来产生估计。根据一种估计方法，将 θ 定义为带 N 个元素的列向量，其中 θ 为权重向量，用于线性组合 B 的多列来形成估计。以下示例描述了在执行插值时对 θ 的使用：

[0119] 1、对于 B 的 N 列，发现每列与 x 的距离，其中对于第 n 列而言，该距离被定义为 $||x-b_n||^2$。

[0120] 2、在 B 中选择三列，这三列给出与给定观察结果 x 的三个最小距离（即，“最佳列”）。将这三列和它们相应的距离表示为 b_{n1}、b_{n2}、b_{n3} 和 r_{n1}、r_{n2}、r_{n3}。

[0121] 3、如下计算 θ 的元素：

[0122] $\theta_n = \frac{r_{n1} + r_{n2} + r_{n3} - r_n}{2 \times (r_{n1} + r_{n2} + r_{n3})}$ 对于 $n = n_1, n_2, n_3$

[0123] $\theta_n = 0$ 对于其它所有 n 值

[0124] 注意 $\theta_n \geq 0, \sum_n \theta_n = 1$。

[0125] 在之前的示例中，θ 使用的 3 个预测量的环路配置最可能最接近所观察的数据环路配置。此外，θ 提供了用来基于 3 个预测量环路配置来计算环路估计的权重。假定对于三个所选点的相应的环路长度分别为 1000、1200 和 1400ft，则估计的环路长度将为 $\theta_{n1} \times 1000 + \theta_{n2} \times 1200 + \theta_{n3} \times 1400$。类似地可计算桥接分支长度。

[0126] 数据库 B 和插值权重向量 θ 的使用可进一步改进为通常和数学上的公示，其中可以使用二次规划 (QP) 的技术或方法。将 r 定义为那些不能被描述为其它数据库条目的线性插值的所观察到衰减值的“残余”，其中，r 在数学上被定义为 $r = \sum_n \theta_n b_n - x$。清晰的是，r

是插值权重向量 θ 的函数。于是，

[0127] 导出 θ 的问题就可以阐述为：

[0128] $\min_{r,\theta}$ $r^T r$

[0129] 使得 $r = B\theta - x$

[0130] $\theta \geq 0$，

[0131] $\sum \theta_i = 1$

[0132] 该数学公式可被认为是二次规划，可以使用不同的已知算法来从数值上导出对于给定 B 和 x 而言的最优解 r 和 θ。在该数学 QP 公式中，最优解 θ（在将上文定义的残余误差最小化的情况下“最优”）通过数学规划而被导出，而并不使用启发式运算方法。注意到，不可以将 x 解释为 b_n 的凸出权重。数学上，不存在$\theta \in R^N : \sum_n \theta_n b_n = x, \theta_n \geq 0, \sum_n \theta_n = 1$。因此，对于所导出的最有 θ 而言，r 可以非零。

[0133] 可以改变上述数学公式，而同时保持问题处在二次规划的范畴内，使得额外信息可以被反映在解中。下文所述的可能变化使用下文所述类型的 W 和 / 或 P 矩阵。

[0134] 取代 $r^T r$，$r^T W r$ 可通过合适选择 θ 而最小化，其中 W 为正定对角矩阵（也就是说，其为对角阵，其对角线上的元素严格为正），它表示在 r 的元素中相对的重要性和 / 或可靠性。换句话说，可靠性权重向量 W（术语“可靠性权重向量”被用来区别插值权重向量 θ）是一种设计参数，其能够被选择来赋予不同的用于扫描的线路属性集更大权重。变量 W 控制在 r 的每个元素中的损失 (penalty)。因此，W 可以被设置以向不同的残余元素给出更多或更少的优先级。例如，一些所报告的衰减值可以总是类似，而不论给定调制解调器的环路配置。在 W 中的元素可相应地减小。换句话说，W 可以用来突出那些最能帮助进行分辨（因而识别）不同环路配置的运行数据，并用来模糊类似（因此，分辨度更小）于其它环路配置上的数据。给定充足的数据量，可以使用自适应运算方法来控制 W，从而允许其被计算机控制。例如，对于调制解调器的每个品牌和 / 或模型，W 可以不同。也就是说，在控制器（例如 DSL 优化器和 / 或 DSM 服务器）首先确定在 CPE 处的线路上为何种调制解调器，或者更一般地，在两端处为何种调制解调器之后，可由控制器决定权重向量。

[0135] 除了 W，另一矩阵 P 也用来将额外信息引入优化例程中。如果除衰减值以外的运行数据（例如，比特分布数据等等）指示，目标环路可能具有长度在 0 和 500ft 之间的桥接分支，则希望的是，对于所有相应桥接长度在 0 和 500ft 之间的 n，满足 $\theta_n > 0$。除此之外，当为估计寻找最佳 θ 时，考虑桥接分支为 2000ft 的环路配置是不合理的。因此，可以采用技术来使一些配置较其它更为优选。采用另一方式，可通过宣称针对每个环路配置的“成本”而排除“远离”观察结果的环路配置，或者使“远离”观察结果的环路配置成为较不希望的候选。P 表示对于数据库中每个环路配置的“成本”向量 (P 是 N 维行向量)，并且 x 表示所观察的衰减值（和 / 或任何其它用来估计环路配置的运行数据）。注意到，P 可为 x 的函数，可为其它诸如比特分布的运行数据的函数，或者可为零向量，如果没有可行的额外数据的话。在最小化 $||W^{1/2} r||^2$ 和最小化$\sum_n \theta_n P_n$之间存在权衡。这导致如下最小化问题：

[0136] $\min_{r,\theta}$ $r^T W r + P\theta$

[0137] 使得 $r = B\theta - x$

[0138] $\theta \geq 0$，

[0139] $\sum \theta_i = 1$

[0140] 其中，上述变量为 r 和 θ，并且其一通过标定权重 P 来控制最小化 $||W^{1/2}r||^2$ 和最小化 $\sum_n \theta_n P_n$ 之间的权衡。上述数学公式也处于 QP 范畴内，并且可以采用不同的已知算法来从数值上发现对于给定 W、B、P 和 x 而言最优解 r 和 θ。此外，注意到，W 是用于在 r 的元素中突出相对重要性的预设计的权重向量，而 B 是使用预确定线路属性集来从已知环路配置的衰减测量结果所构建的数据库，P 是从部分运行数据预先独立计算的成本向量，而 x 是观察到的预确定线路属性集的衰减值。

[0141] 图 10 图示了当 L = 2 时的一个示例。实践中，L 通常比 2 大得多，不过在 L > 2 得情况下在 2 维图像中很难图示。另外，可以从 L = 2 情况外推至其它具有更多环路的情况，如本领域技术人员所认知的。在图 10 的示例中，x 轴可以代表对于已知线路属性集的上行衰减，而 y 轴代表针对相同线路属性集的下行衰减。数据库中的每个环路配置被绘图 1000 中的每个数据点 1002 所代表。这些数据还可以结合已知调制解调器类型而被发展和存储。待识别和 / 或待估计的 DSL 线路由点 1004 图示，其代表所观察到的运行数据（例如，衰减值）。在该示例中，可找到数据库中“接近”观察结果的条目（也就是说，没有从所观察到的运行数据变化的条目。）理想地，所观察的衰减值将精确等于或配合环路配置数据库的一个元素，或者处于其它条目的凸组合之间或之内。虚线图示了属性集 1006（对于 $\theta_n > 0$）中的 3 个的凸起壳体 1007。也就是说，$\theta_n > 0$ 所对应的环路形配置为由虚线所形成的多边形的端点。在壳体 1007 中的点 1008 处所示的估计为 $\sum_n \theta_n b_n = B\theta$。

[0142] 如上文所提，QP（优化）问题为凸起优化问题的分类的一员，并且已经开发了若干有效的数值技术来解决该问题，如本领域技术人员所认知的。在前述实施例中所追求的实现结果为基于牛顿理论的内点技术，其使用问题的固有线性代数结构（意味着，解 QP 的方法并非唯一）。

[0143] 在衰减值可为至少 1dB 的情况下，QP 公式的性能被所报告衰减值的粒度限制在控制器应用中。同样地，该技术可在用于实践时遇到一些难点。进一步，在许多情况下，该技术可能不比下文所述的简单方案更好表现得更高，特别在数据库 B 采用环路长度和桥接分支长度的粒度非常小的大量环路配置构造的时候。

[0144] 可以采用较简单的估计技术，其中，寻找一种最接近 x 的已知环路配置，其可被表达为如下优化问题：

[0145] $\min_{r,\theta,n}$ $r^T W r + P\theta$

[0146] 使得 $r = B\theta - x$

[0147] $\theta = e_n$。

[0148] 变量与上文所述的更一般情况相同，并且 n 作为额外变量。注意到，e_n 仅仅为除了第 n 个元素为 1 其余均为 0 的列向量。因此，这种优化将寻找在 B 中的一列，该列最佳地匹配观察结果 x，因此在仅有 $\theta = e_n$ 可行这个角度上，这种优化是上文更为一般情况的限制版本。

[0149] 实现这种简化检测只要求对于 N 种可能的 θ（$\theta = e_n$，n = 1,2,...,N）计算 $r^T W r + P\theta$，因此不像通常的 QP 问题中那样要求诸如内点算法的凸优化例程。显而易见，如果数据库极其大，则对于每个环路配置进行的 $r^T W r + P\theta$ 的计算将比对于较小数据库花更多

时间。不过，对于含数百万环路配置的数据库，这类方法可在 1 秒内执行。该问题的求解非常快速、无迭代，仅仅包括针对每个属性集（每个 n）计算目标，然后选择最小值。

[0150] 为了由操作员进行校正行为，可能还希望检测“坏接头”线路。这种“坏接头”线路通常可被识别，因为它们与环路配置数据库中的条目显著不一致，所述环路配置数据库是在没有坏接头的情况下构建的。具体而言，在找到最优解 θ 后，可以通过其计算出的大残余值 $||r||_m$ 识别坏接头线路，其中采用专用的 m- 度量（例如，1-norm、2-norm、∞ -norm）。在一些情况中，metric 可使上行衰减值的权重更重于下行值，因为坏接口的容量连接在上行传输所发生的低频率范围内最具主导。在本发明的一些实施例中，残余值可与阈值进行比较。当所计算的残余值超过阈值时，可以合理地估计线路上存在坏接头。

[0151] 除了残余误差值之外，其它诸如比特表、上行和下行衰减值、或上行和下行最大可保持数据率的运行数据也可用来检测坏接头。坏接头以明显的方式影响信道特性以及回音特性（在接收器处的不希望的干扰信号，其源于感兴趣的调制解调器的传输信号；也就是说，上行传送信号可阴渗 (smear) 到用于 ATU-C 的下行接收器中，而下行传送信号可能阴渗到用于 ATU-C 的上行接收器中），这导致对低频带中的信号衰减值以及回音的影响。因此，如果存在坏接头，则在低频区域中，相对数量小的比特被加载，并且相对高的衰减被报告。如果信道估计基于衰减值，在低频带中的相对高的衰减值使得对环路长度估计过大。因此，估计的 Hlog 以及噪音图谱在高频带中被低估计，所估计噪音频谱的一部分可能小于本认为合理的阈值。这种偏差也可以用来检测坏接头。基本地，任意所收集的运行数据可用来为所考虑的 DSL 环路估计信道和噪音频谱曲线。在估计噪音频谱中发现的最小值与阈值（其限定在无坏接头的情况下 DSL 调制解调器对应的通常最大噪音）进行比较。如果估计噪音曲线的最小值从已知限制偏差足够大，则可能出现坏接头。

[0152] 此外，坏接头可以缓慢形成，并且衰减值、最大可保持数据率和比特分布可随时间明显改变。具体而言，衰减值可随坏接头的逐渐形成而缓慢增大。如果在合适的时段上执行数据收集，则数据（例如衰减值的增量）中的时间变化可用来检测坏接头。

[0153] 一旦检测到坏接头，则希望估计坏接头的近似位置，因为位置信息可减少校正行为所需要的工作量。这种定位估计经常可基于运行数据和扫描。坏接头可被模型化为电容器，并且它变为增大回音的功率级别的主要反射体。如果坏接头接近 ATU-C，则源自 ATU-C 的下行传送信号的回音将在 ATU-C 的上行接收器处相对较大，因为在信号被坏接头反射之前，信号仅仅行进较短长度的环路，而在 ATU-C 的上行接收器中接受信号之前，信号仅仅行进短距离。

[0154] 另一方面，如果坏接头接近 ATU-R，在 ATU-C 的下行传送信号被 ATU-R 一侧附近的坏接头反射之前，ATU-C 的下行传送信号全程行进至 ATU-R 一侧。在这种情况下，回音的功率级别将在 ATU-C 的上行接收器处相对较小（在这种情况下，回音通常小于其它白噪音和干扰，并不影响上行最大可保持速率或比特分布）。因此，坏接头的定位可通过观察噪音频谱的形状和 / 或级别并将它们与回音频谱的形状和 / 或级别进行比较而得到估计。此外，可以针对带不同下行传送功率级别的两条线路，来观察在比特负载中的差异。在这种情况下，位于 ATU-C 附近的坏接头将比位于 ATU-R 附近的坏接头造成更大的差异。类似的方法应用于检测在 ATU-R 附近的坏接头。

[0155] 图 15 图示了如上文所述涉及坏接头检测和定位的本发明的若干实施例。方法

1500 始于 1502，其提供已知的 DSL 环路数据。在 1503 中，运行数据（例如上文所论述的类型）从被检测 DSL 环路收集。所收集的数据根据已知的 DSL 环路运行数据而在 1504 处被估计，以检测并可能地定位线路上的任何坏接头。然后，箭头 1505 所指的一个实施例在 1506 处识别最接近的已知环路数据。残余值在 1508 处得到计算，如在此所讨论的。最终，在 1510 处，残余值与阈值或限制值进行比较，以确定是否存在坏接头。在可替换实施例中，通过箭头 1511，信道和噪音频谱曲线的估计在 1512 处进行。噪音曲线上的最小值在 1514 处被计算，然后，在 1516 处与阈值或截止值进行比较，比较结果将可能显示在线路上是否存在坏接头。如计数器 1518 所表示的，收集和估计可在一个时段上进行，以确定是否由于坏接头的逐渐形成而出现线路变差。

[0156] 这些更为普遍的信道识别方法的性能通常本质上取决于用于数据收集的线路属性集的选择和正在用于运行的 ATU-R 调制解调器的行为。不同的调制解调器在相同的线路参数下表现不同。因此，举例而言，给定特定的环路配置，则在没有桥接分支和有 500ft 桥接分支的情况下运行扫描时，第一调制解调器类型可给出非常不同的结果（诸如衰减值的运行数据）。不过，第二调制解调器类型在上述两种情况中均可返回类似数据。因此，在某些情况中性能可取决于调制解调器类型。不同的线路属性集赋予了根据本发明的方法更多的自由度（也就是说，在针对不同扫描而报告的参数中有更多差异）以进行分析，同时类似的线路属性集经常提供本质上冗余的信息。待估计的不同线路参数过多，而自由度不够，就会导致估计例程的行为上的诸多限制。换句话说，使用过多的不同线路属性集会产生超出有效和 / 或经济分析能力的更多数据（可能使估计陷入麻烦），而使用太少而不足的不同线路属性集，就意味着可用于分析的数据不足。

[0157] 如本领域技术人员所认知的，可通过首先收集来自所有属性集的针对每个调制解调器的衰减信息，来执行动态频谱扫描。基于这些属性集的子集的信道识别可通过将矩阵 B 删除数行而执行。在本发明的一个实施例中，所执行的第一轮测试始于初始时在所有调制解调器上进行标准测试组运行，接着，进行取决于所识别的调制解调器类型或一个或多个环路配置粗略估计的一套特定测试。然后，如果第一轮是非决定性的或者结果中希望更高的确定性，则执行第二轮测试。如上文所提，W 的选择在行为中扮演角色，但是通过观察，与用于扫描的线路属性集的特性相比，W 的选择具有二阶 (second-order) 效应。

[0158] 本发明的另一实施例采用超出 ASM 数据的额外可用运行数据。对于一些调制解调器，举例而言，诸如插入损耗信息或数据的补充性运行数据可以与 ASM 数据一起使用。在这类情况中，信道识别根本不同于单独使用 ASM 数据（不包括插入损耗）的情况。采用了由调制解调器报告的插入损耗，而不是将识别主要基于衰减值。首先，多个所报告的信道衰减值在对数标度上一起被平均。平均操作平滑了瞬时干扰（这会影响估计行为）和插入损耗测量误差。

[0159] 当调制解调器具有插入损耗偏置（与 ABCD 模型相关），则这种效应可通过将整个所报告的插入损耗平移恒定 dB 来消除，如本领域技术人员所易于理解的。平移后，所报告的插入损耗与对于多个线路配置候选的理论 (ABCD) 值进行比较。

[0160] 当已知信道插入损耗时，可采用本发明的另一实施例，如图 11 所示。根据图 11 的方法 1100，信道识别过程始于在 1102 处，进行粗略的桥接分支 (BT) 分析，考虑 0 桥接分支或 1 桥接分支（“1BT 分析”）。作为 1BT 分析的一部分，执行线路长度和 BT 参数的粗略采

样，从而获取一套 1BT 第一轮（或者说 1BT-1）属性集。最接近于平均后并平移后的插入损耗的 S 个 1BT-1 属性集（此处，例如 S 为 20）被前向送到第二轮，而其余部分则被丢弃。在此，近似度的程度可以是差异度量 d_{TOTAL}，如下文所述。对于这 S 个属性集中的每一个，接近于 1BT-1 属性集的环路属性集采用线路长度和 BT 参数的精细采样而构建。这些新属性集的集合可称为 1BT 第二轮（或者说 1BT-2）属性集。对于每个 1BT-2 属性集，在先前那样计算不同的度量，以找到使度量最小化的 1BT-2 属性集。

[0161] 在 1104 处，类似于 1BT 分析 1102，使用 2 桥接分支配置的粗略采样来执行考虑到 2 个桥接分支的分析。在 2BT 第一轮 (2BT-1) 候选时，使用同样的差异度量 d_{TOTAL}，S 个最接近平均后和平移后插入损耗的属性集被发现且前向移至下一轮。对于这 S 个属性集中的每一个，称为 2BT-2 候选的多个环路属性集被构造为接近于 2BT-1 候选。此外，发现使差异度量最小化的属性集。

[0162] 在 1106 处，1BT-2 和 2BT-2 属性集的最佳属性集（例如，具有最小差异度量的属性集）被选为最佳属性集。诸如 DSM 中心 DSL 优化器的控制器然后可以返回最佳属性集的环路长度和 BT 长度作为信道估计的输出。可替换地，可采用 ABCD 模型和最佳属性集得到计算的信道插入损耗可返回作为信道估计。不过，在一些情况中，优选将 1108 作为最终步骤，以在最佳属性集中将 200 英尺或更小的桥接分支长度向下取整至 0 英尺，因为小桥接分支长度可能缘自小估计误差。然后，在 1110 处可以对桥接分支做出决定。如果所有针对最佳属性集的桥接分支小于 200 英尺，则在 1112 处可进行如下估计，在线路上没有桥接分支，并且可以使用针对上行衰减而将估计的线路长度公式化的如下 ADSL 1ad-hoc 线路长度公式：

[0163] 环路长度=$\frac{1}{3}\overline{USatten}-\frac{2}{3}$对于 $\overline{\text{USatten}} \geqslant 11$

[0164] 环路长度=$\frac{3}{11}\overline{USatten}$对于 $\overline{\text{USatten}} < 11$

[0165] 其中，结果是以千英尺为单位，而 $\overline{\text{USatten}}$ 为针对通常运行线路属性集而不具有载波时标限制而收集的平均上行衰减。另外，在 1114 处，桥接分支估计为最佳属性集的向下取整值，并且线路长度估计最佳属性集的线路长度。

[0166] 在 1108 中进行向下取整的原因在于，短桥接分支常常在不具有任何短桥接分支的线路上被错误地识别。这一事实也意味着，针对这种调制解调器的信道识别例程不能检测非常短的桥接分支。上述 ADSL 1ad-hoc 线路长度公式被原始校准，以便用于不带桥接分支的线路上，因此，它在对这种线路的线路长度进行估计时或多或少地比使用最佳属性集的线路长度更为精确。此外，保守而言，可以确保了所公开的技术在处理不带桥接分支的线路这一重要的特殊情况时，表现不差于已经确立的 ADSL 1ad-hoc 线路长度技术。因此，该步骤针对这类情况采用 ADSL 1ad-hoc 线路长度公式估计而替代了 ABCD 估计。

[0167] d_{TOTAL} 被定义来确定哪些属性集接近所观察的插入损耗，并为理论插入损耗和所观察到的插入损耗之间的差异提供客观的数字量化。d_{TOTAL} 的选择被多个物理因素所推动。最简单的测量结果可以简单地为所观察到的（并且偏置调整后的）插入损耗 H_{IL} 与插入损耗的理论值 H_{ABCD} 之间的均方差：

[0168] $$d_{MSE}\left(H_{ABCD},H_{IL}\right)=\sum_{n}\left\|H_{IL,n}-H_{ABCD,n}\right\|^{2}$$

[0169] 不过，这种度量受到特定问题的困扰。首先，针对低频所报告的插入损耗可偏离于理论信道模型，原因在于被调制解调器所用的模拟滤波器。此外，针对高频的插入损耗可包含由于调制解调器内部测量误差带来的误差，该内部测量误差源自信道的高衰减（通常高于 100dB）。例如，图 13 的 1304 示出了对于高于 130 的音调的噪音信道测量。当信道衰减非常高时，由调制解调器在高频范围内所报告的插入损耗中的变化可以非常大。在低频区域（小于 100dB 衰减）由于噪音效应还可具有峰和谷，虽然这在理论上并无预期。将高变化频带中的误差最小化没有将低变化频带中的误差最小化重要。此外，优选的是，在低变化频带中忽略小峰和 / 或谷。不过，作为差异标准的 MSE 的概念还是有用的。

[0170] 图 12 的方法 1200 将这些问题纳入考虑。在 1202 处，由调制解调器报告的经过平均和偏置调节后的插入损耗通过使用简单的滑行窗口中值滤波器而清除。该结果被称为 H_{smooth}。在 H_{smooth} 的下行频带中的开始几个音调被忽略，以避免来自调制解调器的任何模拟效应，并避免由平滑滤波器引发的窗口效应。随着插入损耗通常随频率降低，在 1203 处，H_{smooth} 首先降至 -100dB 的点被识别。该截止点被称为 f_{cut}。小于 f_{cut} 的音调为“低变化”频带，而高于 f_{cut} 的音调为“高变化”频带。

[0171] 在 1204 处，在 H_{smooth} 上执行另一种平滑方法，使得在高变化区域中的变化被进一步清除。这种二次平滑的结果被称为 $H_{verysmooth}$。在低变化频带中的误差，MSE_{low}，在 1206 处进行如下计算：

[0172] $$MSE_{low}=\sum_{n=c}^{f_c}\left\|H_{ABCD,n}-H_{smooth,n}\right\|^2$$（其中 f_c 为 f_{cut}）

[0173] c 个最小音调在本实施例中被降级而解决针对低音调的调制解调器误差效应。

[0174] 在抛弃总共 c’个较大音调以解决来自滤波操作的窗口效应后，在该高变化频带中的误差，即 MSE_{high} 在 1208 处计算如下：

[0175] $$MSE_{high}=\frac{1}{4}\sum_{n=f_c}^{256-c}\left\|H_{ABCD,n}-H_{verysmooth,n}\right\|^2$$（其中再次地，f_c 为 f_{cut}）

[0176] 在高变化频带中的误差权重小于低变化频带中的误差。最终，在 1210 处，总的差异度量 d_{TOTAL} 被计算如下：

[0177] $d_{TOTAL} = MSE_{low}+MSE_{high}$

[0178] 在此，如同在前述示例种那样，数据库方法并不用于信道识别，因此不能采用之前所描述的通过衰减残余来检测坏接头的技术。不过，基于这种连接属性 - 由于电容性耦合而在低频处的高衰减 - 可以检测坏接头。因此，通过检验 ABCD 模型和所报告的衰减之间的误差，通过寻找高于在低频处所期待衰减并低于在高频处所期待衰减的较大误差，可检测坏接头。进一步，只要插入损耗为坏接头位置的函数，插入损耗的形状就可用来检测坏接头的位置。

[0179] 图 13A 和 13B 图示了根据本发明一个或多个实施例的信道识别过程的示例，这两个图显示了采样数据图。在图 13A 中，在曲线图 1302 中显示 Hlog 估计（每一 ABCD 模型）。图 13A 中还示出环路的实际（所报告的）插入损耗 1304。

[0180] 在图 13B 中，在曲线图 1306 中图示了 H_{smooth}，而曲线图 1308 显示 $H_{verysmooth}$。高变化频带用于高于大约音调 150 的 ADSL 音调，音调 150 大约是绘图低于 -100dB 的点。被平滑的报告信道插入损耗在高音调和低音调处具有一些边缘效应（舍入）。此外，H_{smooth} 在高频

处的快速跳变示出由调制解调器引入的误差。虽然 ABCD 模型并不确切匹配所报告的插入误差，不过整体形状的匹配是合理的。所报告的插入误差 1304 具有甚至比 H_{smooth} 更多的噪音，如所预期的。

[0181] 所报告的插入损耗中的误差特性可能取决于调制解调器类型。这是因为，调制解调器的内部测量误差为各种调制解调器设计因素的函数。在这类情况中，可以首先使用调制解调器识别来识别调制解调器类型从而可以针对每种调制解调器类型适应性地调节信道估计算法，所述调制解调器识别可以使用例如在序列号为 10/981,068、于 2004 年 11 月 4 日提交的、标题为“通信设备识别 (COMMUNICATION DEVIDE IDENTIFICATION)”、并由 Adaptive Spectrum And Signal Alignment,Inc of Redwood City,California 拥有的美国专利申请中发现的技术，该专利申请的公开内容出于所有目的通过引用并入于此。

[0182] 通常，本发明的各实施例采用包括将数据存储在一个或多个计算机系统或将数据经一个或多个计算机系统传送在内的各种过程。本发明的实施例也涉及用于执行这些操作的硬件设备或其它装置。该装置可针对所要求的意图而特别构造，或者它可为通用的计算机，其被计算机中所存储的计算机程序和 / 或数据结构选择性地致动或重新配置。在此所展示的过程本质上并不涉及任何特定的计算机或其它装置。特别地，各种通用机器可以与根据在此的启示而写成的程序一起使用，或者构造更为专业的装置来实现所需方法步骤是更为方便的。基于下文所给出的论述，本领域技术人员将明了针对这些不同机器的特定结构。

[0183] 如上文所述的本发明的实施例采用包括在计算机系统中存储数据在内的各种过程步骤。这些步骤要求对物理量进行物理操纵。虽然没有必要，这些量通常采用能够被存储、传送、组合、比较以及以其他方式操纵的电信号或磁信号的形式。出于通常使用的原因，为方便起见，将这些信号称为比特、比特流、数据信号、控制信号、值、元素、变量、字符、数据结构之类。不过，应该记住的是，所有这些和类似的术语是与合适的物理量相关的，并且仅仅作为应用于这些量的方便的标志性数据。

[0184] 进一步，所执行的操纵经常在术语上被例如称为识别、拟合或比较。在此处所描述的形成本发明一部分的任一操作中，这些操作为机器操作。用于执行本发明实施例操作的可用机器包括通用的数字计算机或其它类似设备。无论何种情况，应该记住，在操作计算机的操作方法和计算方法本身之间存在差别。本发明的实施例涉及用于操作计算机处理电信号或其它物理信号以产生其它所希望的物理信号的方法步骤。

[0185] 本发明的实施例还涉及用于执行这些操作的装置。该装置可具体构造为用于所需目的，或者它可为由存储在计算机中的计算机程序选择性致动或重新配置的通用的计算机。在此展示的过程本质上不涉及任何特定计算机或其它装置。特别地，各种通用机器可以与根据此处的启示写出的程序一起使用，或者更为方便，构建更为专业的装置来执行所需方法步骤。对于各种这样的机器所要求的结构可从上文给出的描述中变得清晰。

[0186] 此外，本发明的实施例进一步涉及计算机可读介质，其包括用于执行各种计算机执行操作的程序指令。该介质和程序指令可针对本发明的目的而专门设计和构建，也可以是对于计算机软件领域的技术人员众所周知且可获取的那些类型。计算机可读介质的示例包括但不限于 :磁介质，例如硬盘、软盘、和磁带 ;光介质，例如 CD-ROM 盘 ;磁光介质，例如可光读盘 ;和专门设计来存储和执行程序指令的硬件设备，例如只读存储设备 (ROM) 和随机

访问存储器 (RAM)。程序指令的示例包括 :机器代码,例如由编译器产生的机器代码 ;和包含更高级代码的文件,所述高级代码可被采用解释器的计算机所执行。

[0187] 图 8 图示了根据本发明一个或多个实施例的可由用户和 / 或控制器使用的特定的计算机系统。计算机系统 800 包括任意数目的处理器 802(也称为中央处理单元,或者说 CPU),处理器 802 连接到一存储设备,该存储设备包括主存储区 806(具体为随机访问存储器,或者说 RAM)、主存储区 804(具体为只读存储器,或者说 ROM)。如本领域技术人员所认知的,主存储区 804 用来将数据和指令单向地传送到 CPU,而主存储区 806 通常用来将数据和指令以双向方式传送。这两种主存储设备均可包括上文论述的任意合适的计算机可读介质。大容量存储设备 808 也双向连接到 CPU802,并提供额外的数据存储容量,并可包括上文论述的任意计算机可读介质。大容量存储设备 808 可用于存储程序、数据之类,并通常为诸如硬盘的速度慢于主存储区的从存储介质。可以认知的是,保持在大容量存储设备 808 中的信息可在合适的情况下以标准方式被合并成主存储区 806 的一部分作为虚拟存储器)。诸如 CD-ROM 的特定大容量存储设备 814 也可将数据单向传送到 CPU。

[0188] CPU 802 也连接到接口 810,接口 810 包括一个或多个输入 / 输出设备,例如视频监控器、轨迹球、鼠标、键盘、麦克风、触摸显示屏、变换读卡器、磁带或纸带读取器、书写板、指示笔 (styluse)、语音或笔迹识别器、或者其它公知的输入设备,当然例如还有其它计算机。最后,CPU 802 可选地采用在 812 处概括性示出的网络连接连接到计算机或电信网络。采用这种网络连接,可以理解的是,在执行上述方法步骤的过程中,CPU 可以从网络接受信息,或者可以将信息输出到网络。上述设备和材料对于计算机硬件和软件领域的技术人员而言是熟知的。上文所述的硬件元件可限定用于执行本发明操作的多个软件模块。例如,用于运行码字合成控制器的指令可被存储在大容量设备 808 或 814 上,并结合主存储器 806 而在 CPU 802 上执行。在优选实施例中,控制器被分为软件子模块。

[0189] 本发明的许多特征和优点从所写出的描述中变得清晰,因此,所附权利要求书意在涵盖本发明的所有这类特征和优点。进一步,由于本领域技术人员易于进行多种改造和改变,因此本发明并不限于如图示和描述的具体的构造和操作。因此,所描述的实施例应该被认为是示意性而非限制性的,并且本发明不应限于在此给出的具体内容,而应该被如下权利要求书及其等价方式的全部范围所限定,而无论这些范围在现在或将来是可预期的还是不可预期的。

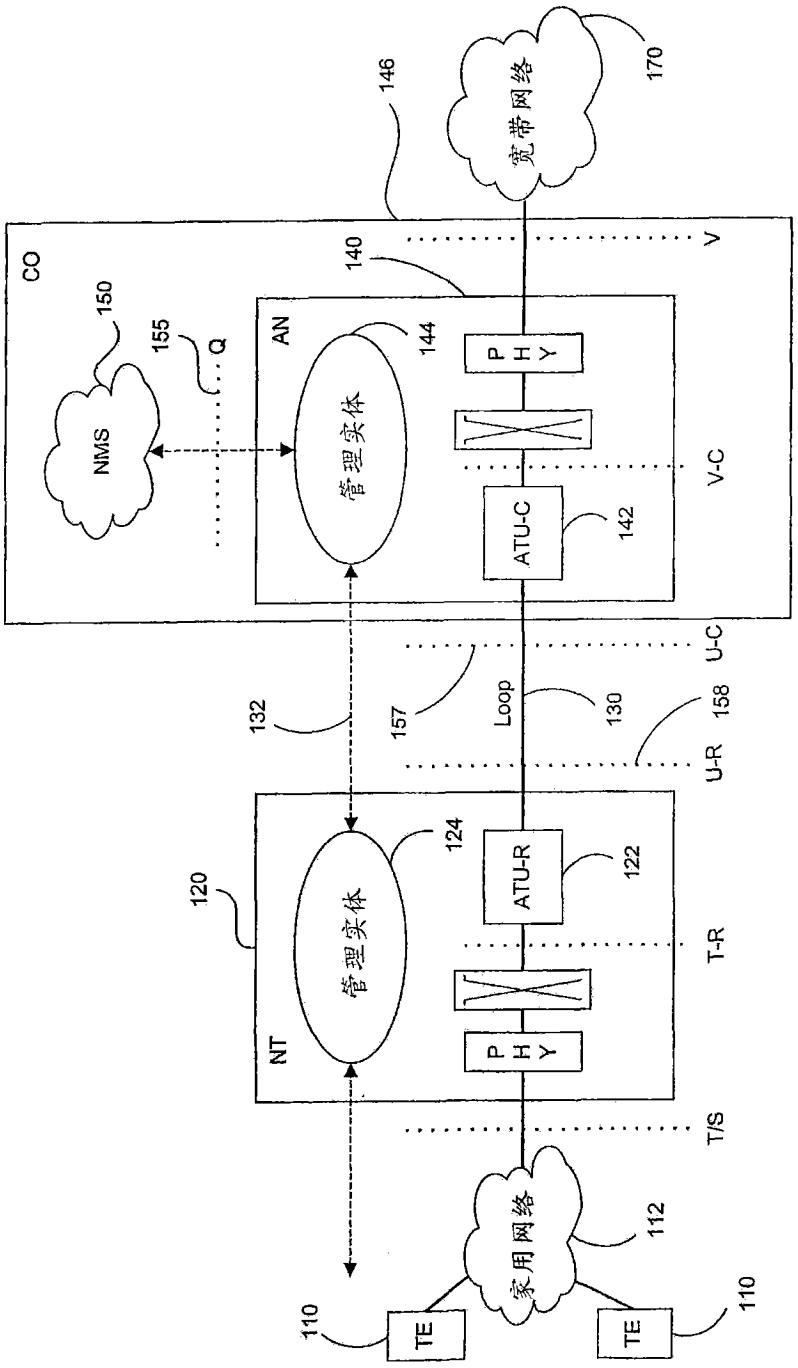

宽带网络
170
146
CO
140
V
150
155
Q
NMS
AN
管理实体
144
P
H
Y
V-C
ATU-C
142
U-C
132
157
Loop
130
158
U-R
120
NT
管理实体
124
ATU-R
122
T-R
T/S
家用网络
112
110
TE
TE
110

图 1

图1

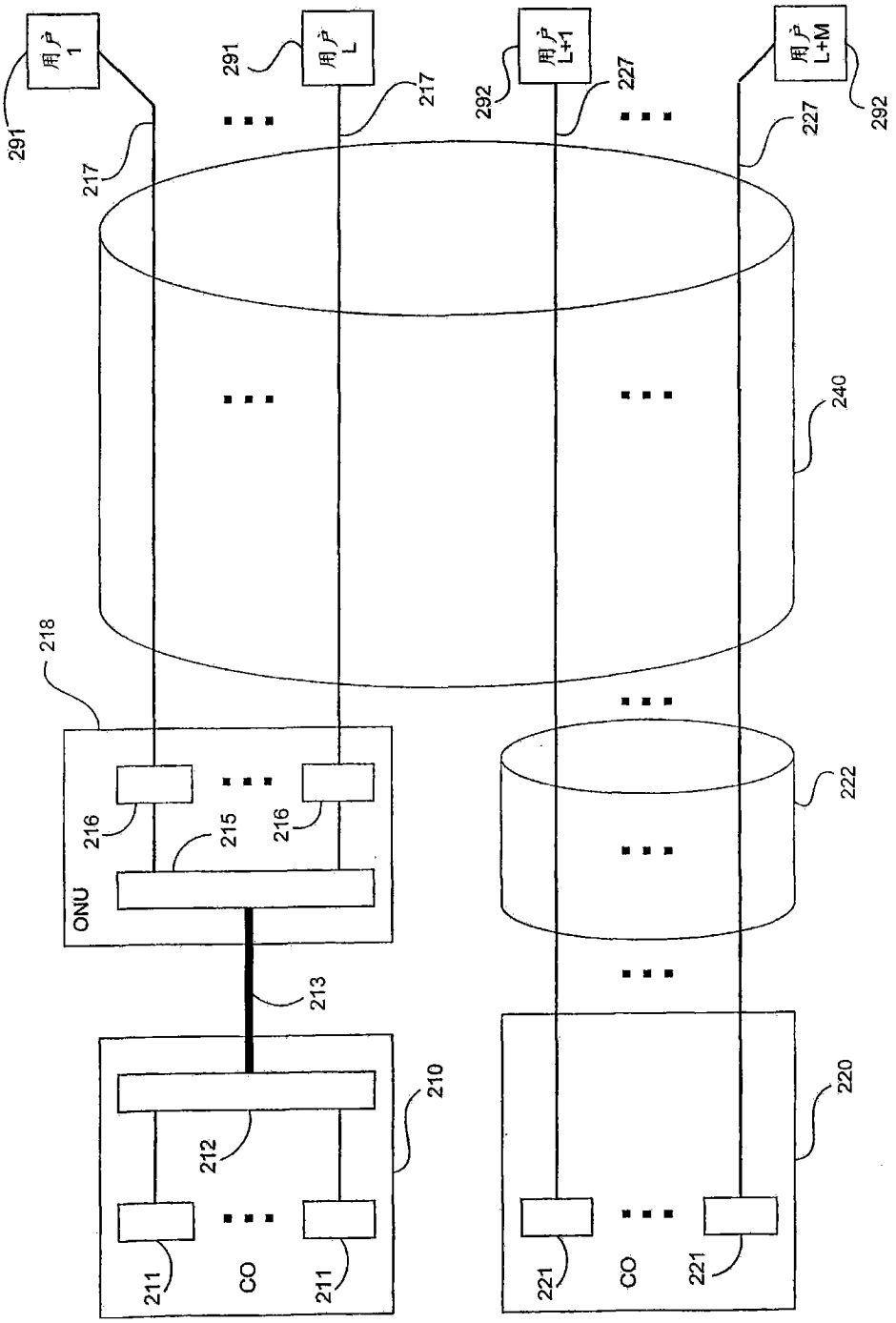

用户 1
用户 L
用户 L+1
用户 L+M
291
292
217
227
240
218
ONU
216
215
213
210
212
211
CO
220
221
222

图 2

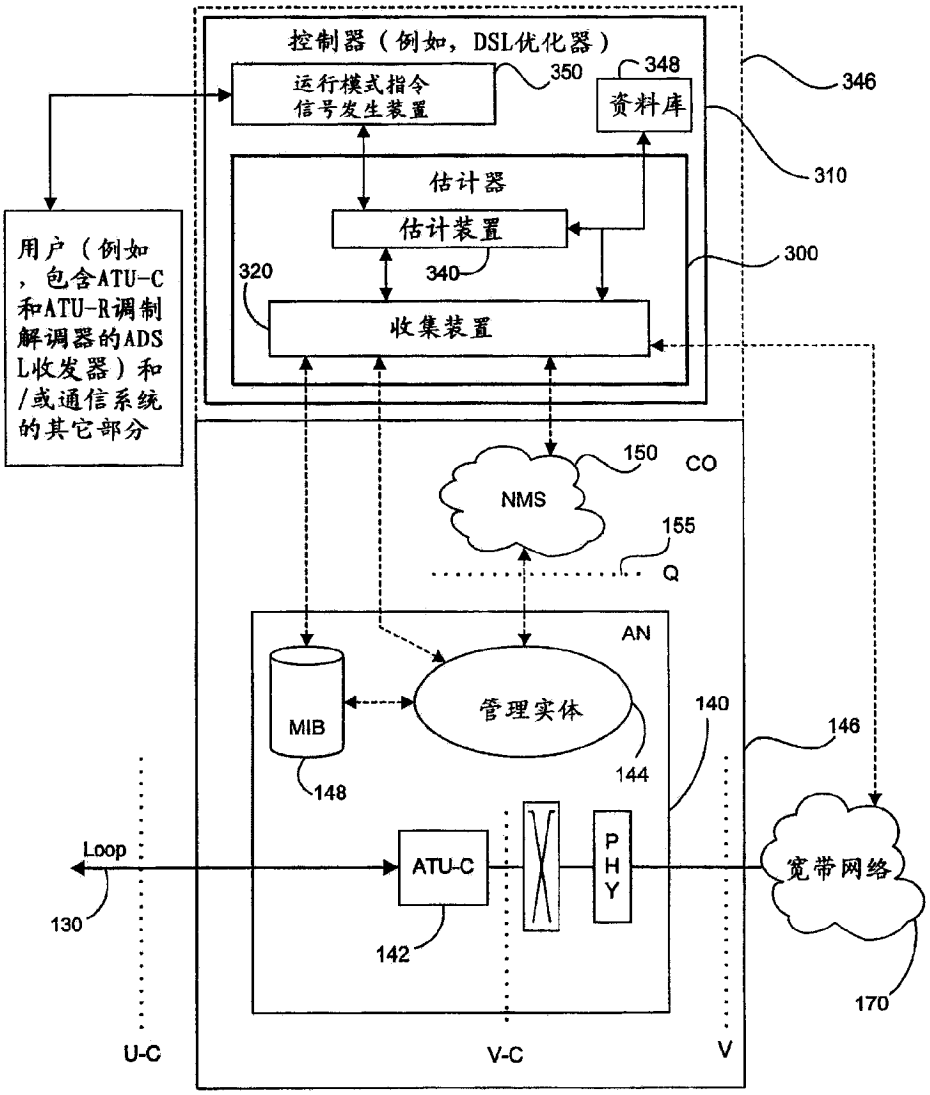

控制器（例如，DSL优化器）
运行模式指令信号发生装置
350
348
资料库
346
310
估计器
估计装置
340
320
收集装置
300
用户（例如，包含ATU-C和ATU-R调制解调器的ADSL收发器）和/或通信系统的其它部分
150
CO
NMS
155
Q
AN
MIB
148
管理实体
144
140
146
Loop
130
ATU-C
142
PHY
宽带网络
170
U-C
V-C
V

图 3A

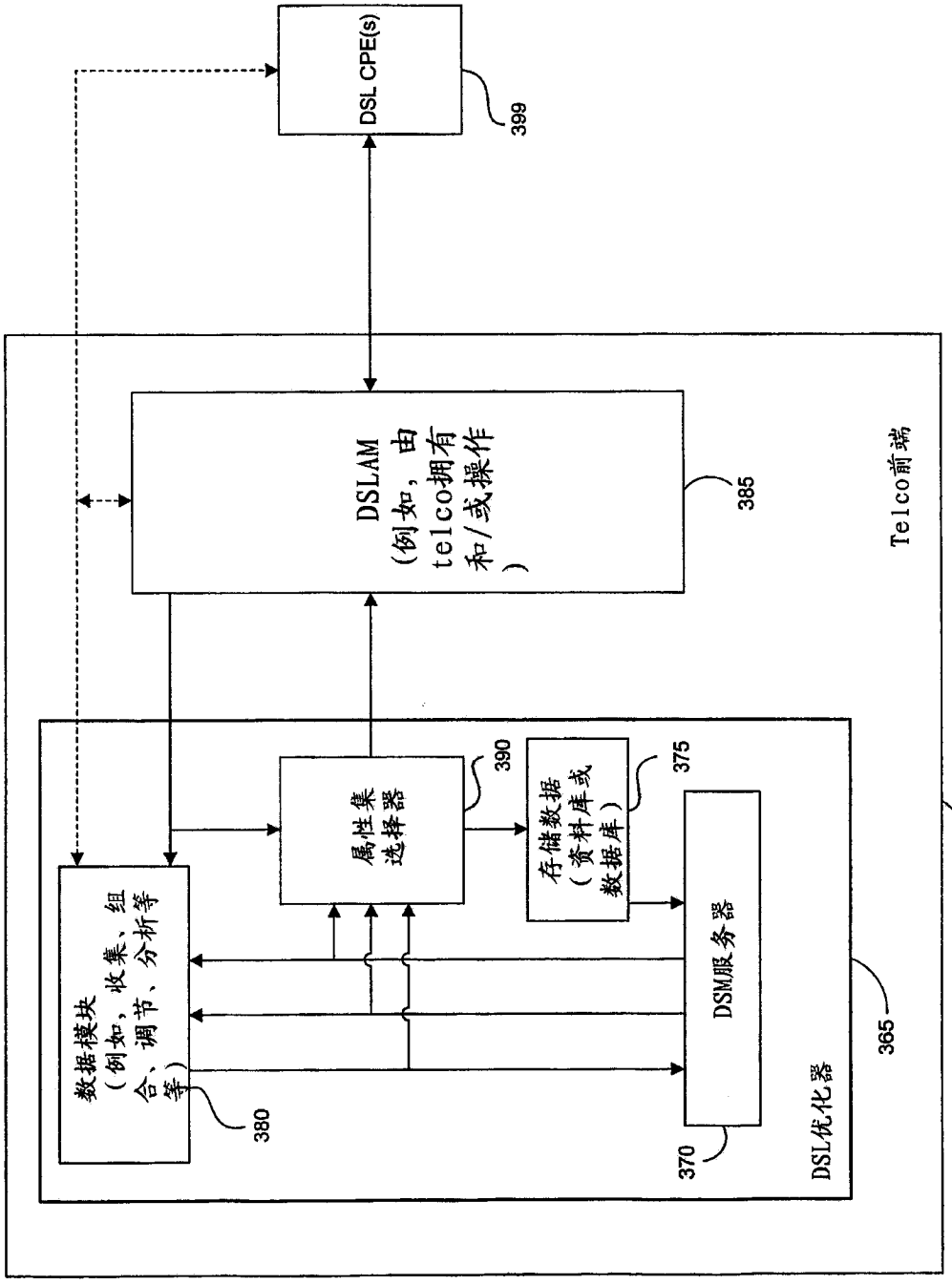

DSL CPE(s)
399
DSLAM
(例如，由telco拥有和/或操作)
385
Telco前端
属性集选择器
390
存储数据(资料库或数据库)
375
数据模块(例如，收集、组合、调节、分析等等)
380
DSM服务器
370
DSL优化器
365
395

图3B

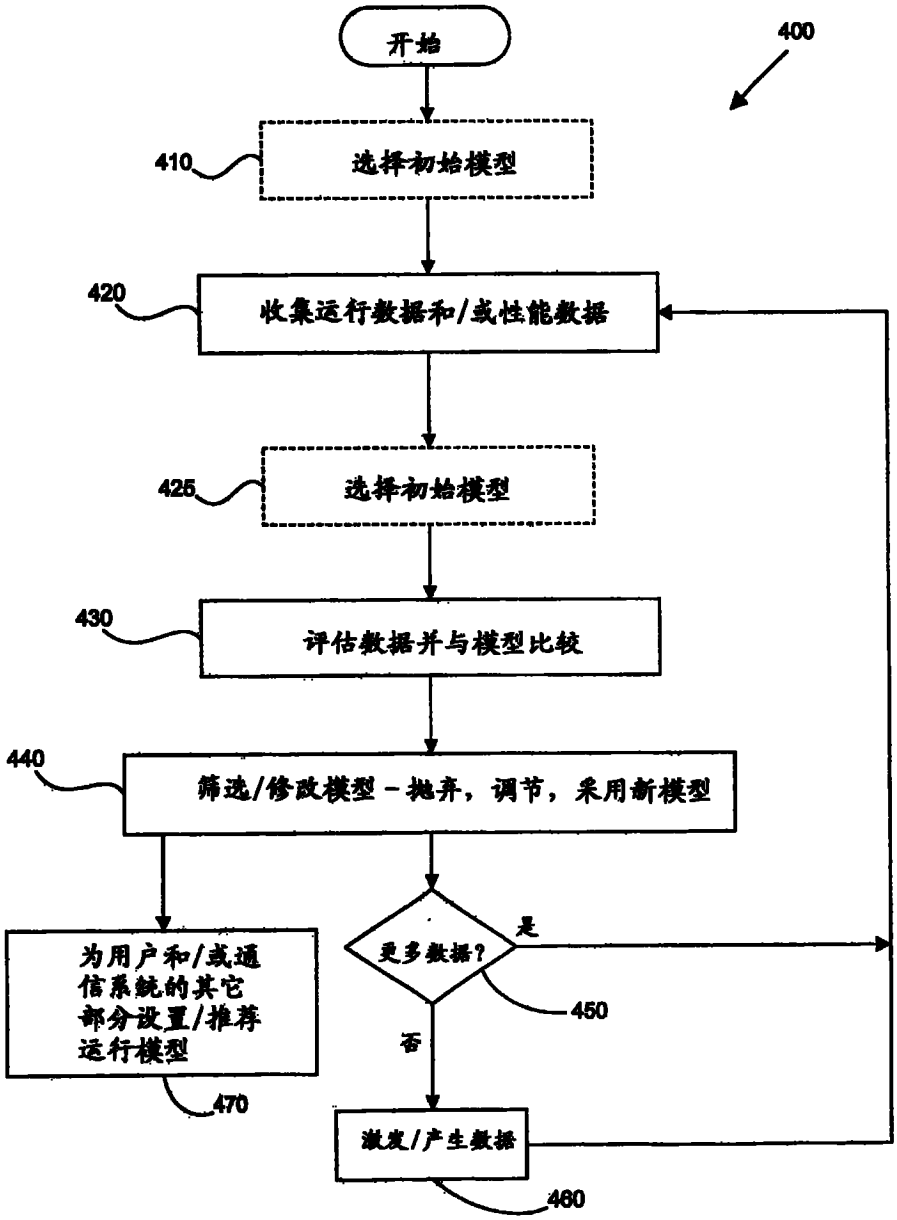

开始
400
410
选择初始模型
420
收集运行数据和/或性能数据
425
选择初始模型
430
评估数据并与模型比较
440
筛选/修改模型－抛弃，调节，采用新模型
为用户和/或通信系统的其它部分设置/推荐运行模型
470
更多数据?
是
450
否
激发/产生数据
460

图 4

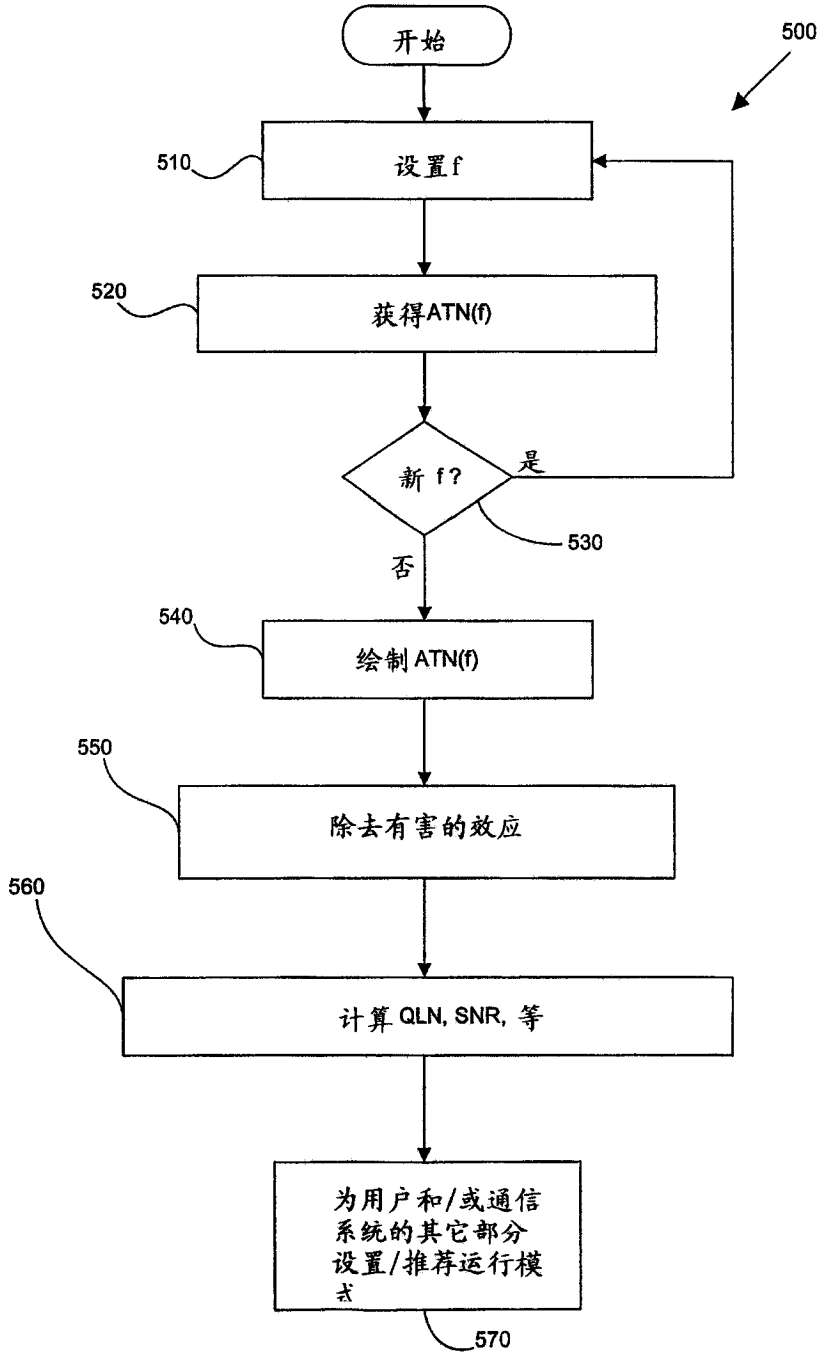

开始
500
510
设置f
520
获得ATN(f)
新 f?
是
530
否
540
绘制 ATN(f)
550
除去有害的效应
560
计算 QLN, SNR, 等
为用户和/或通信系统的其它部分设置/推荐运行模式
570

图 5

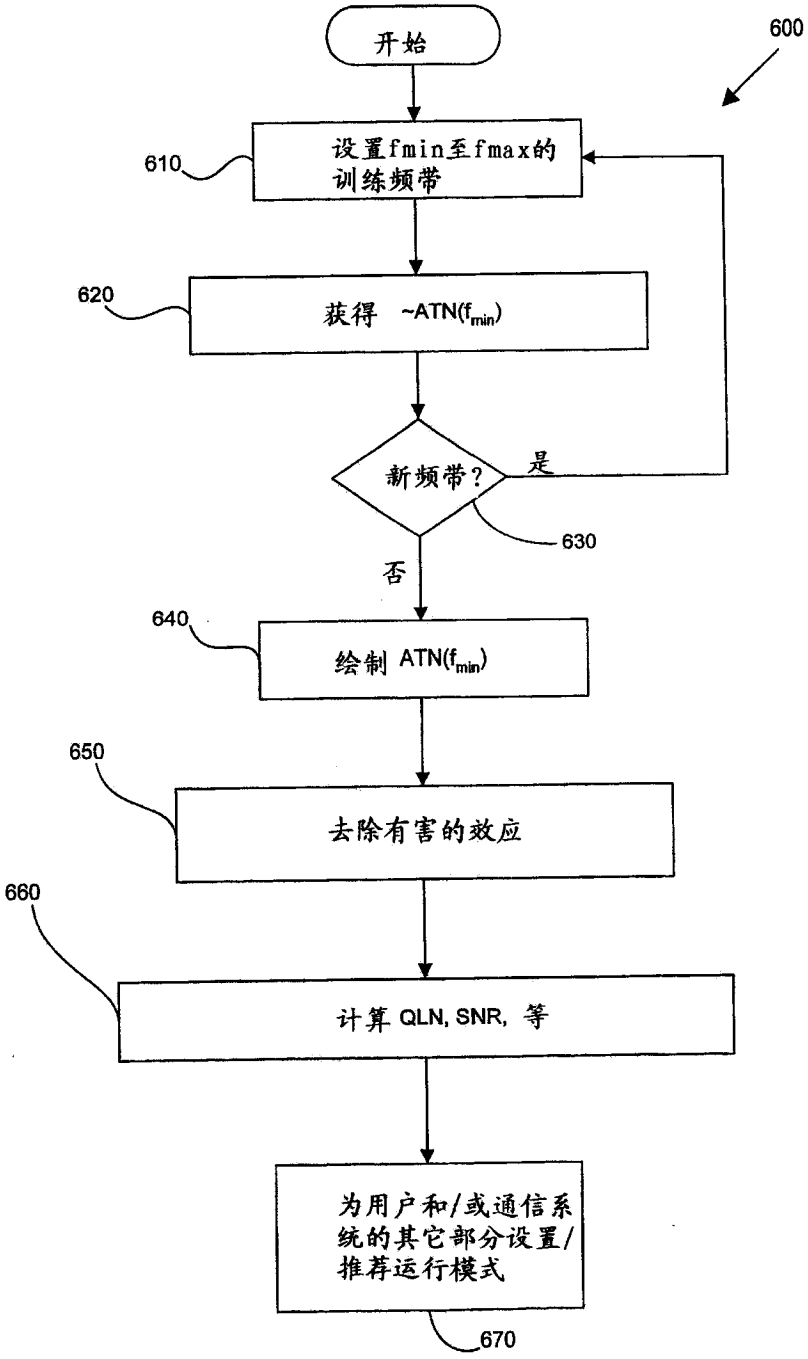

开始
600
设置fmin至fmax的训练频带
610
获得 ~ATN(fmin)
620
新频带?
是
630
否
绘制 ATN(fmin)
640
去除有害的效应
650
计算 QLN, SNR, 等
660
为用户和/或通信系统的其它部分设置/推荐运行模式
670

图 6

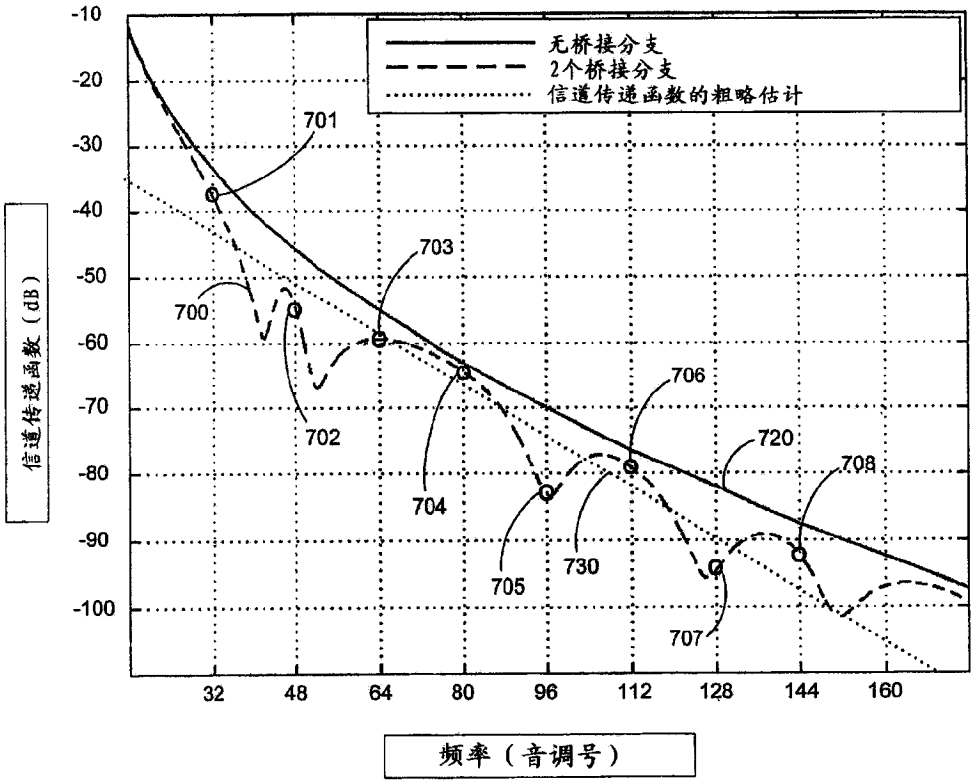

无桥接分支
2个桥接分支
信道传递函数的粗略估计
信道传递函数（dB）
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
32
48
64
80
96
112
128
144
160
频率（音调号）
700
701
702
703
704
705
706
707
708
720
730

图 7

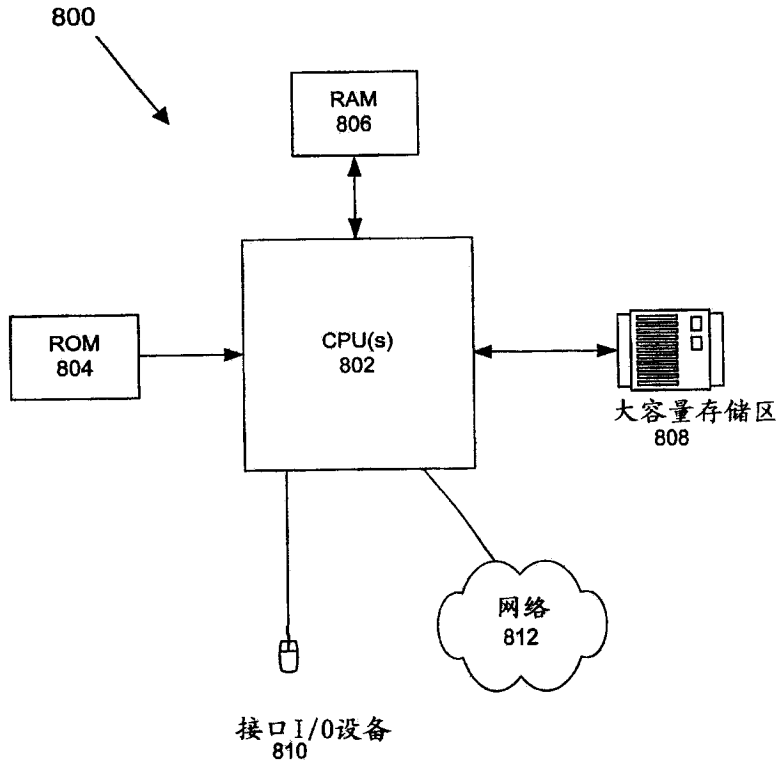


图 8

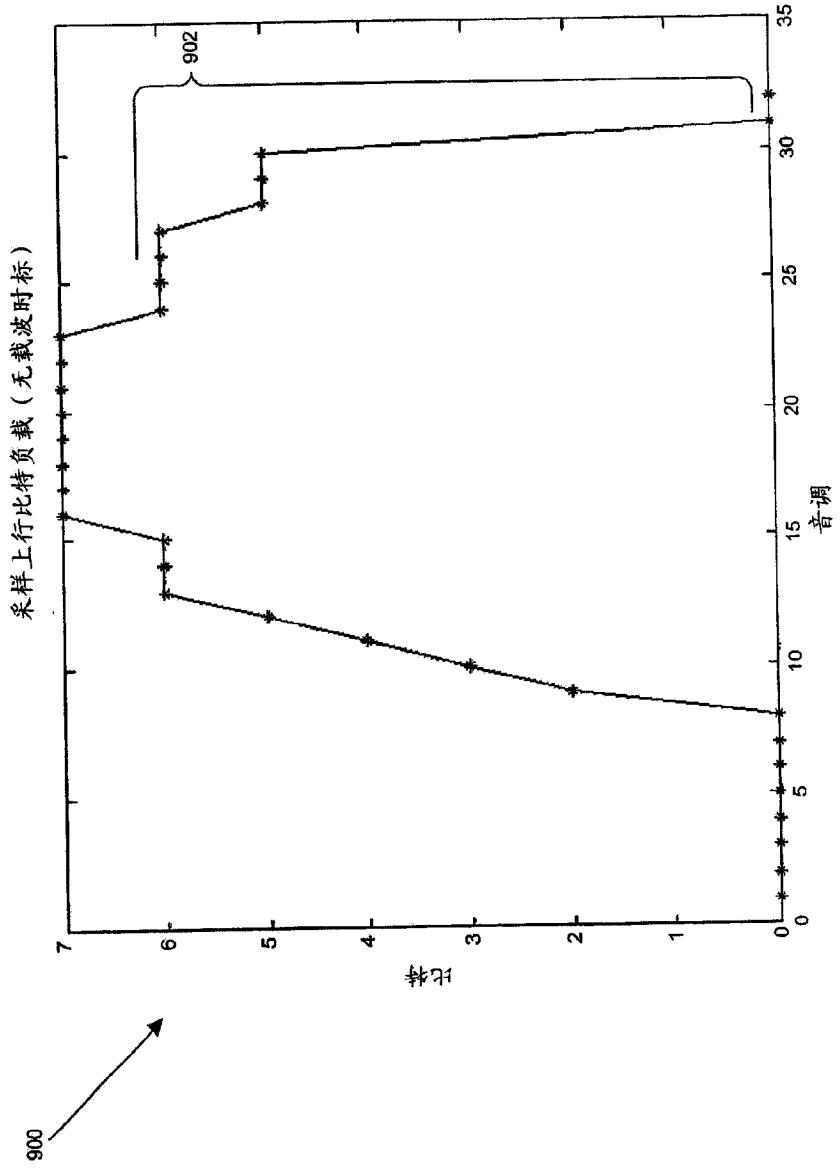


图9

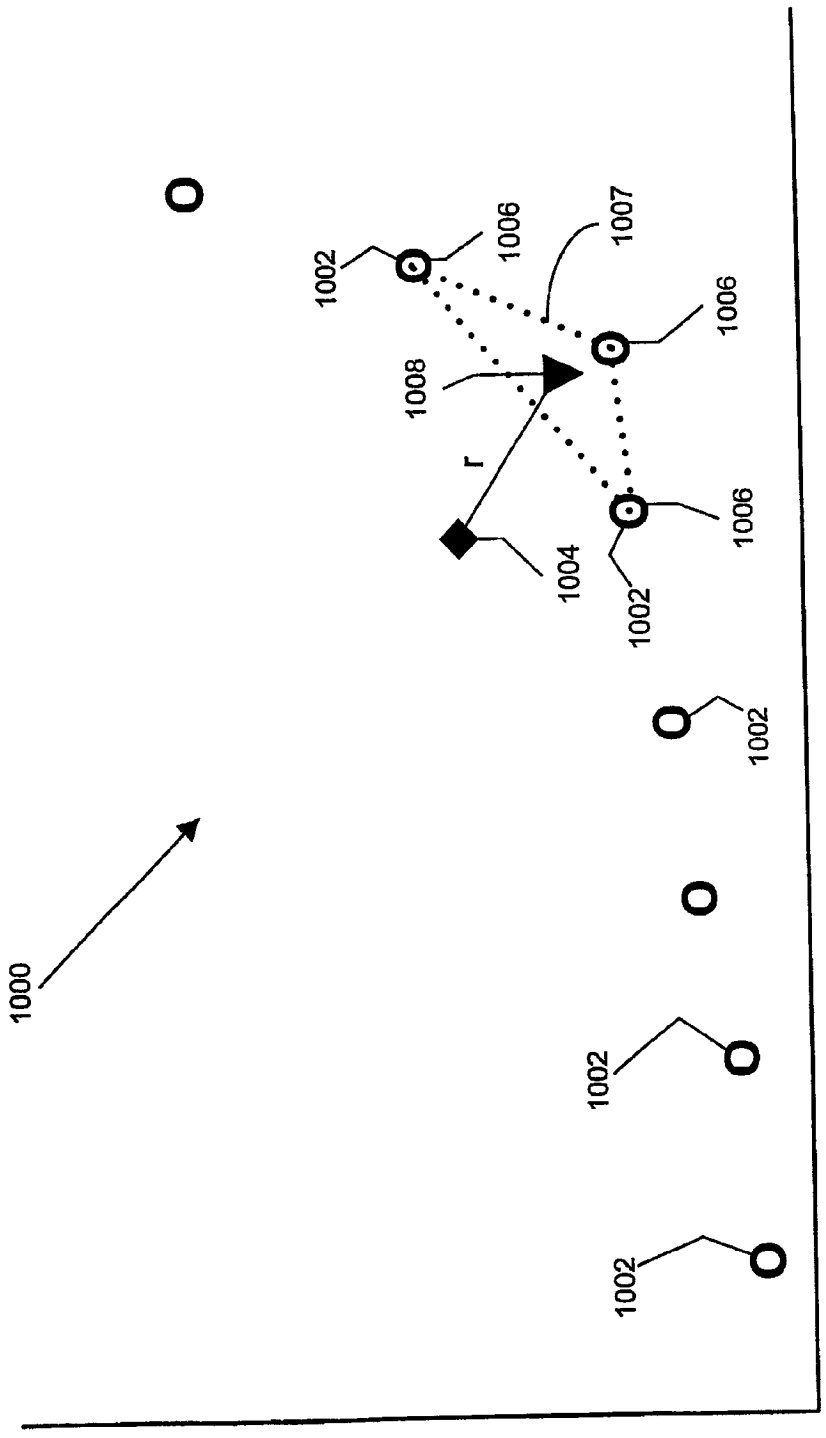


图 10

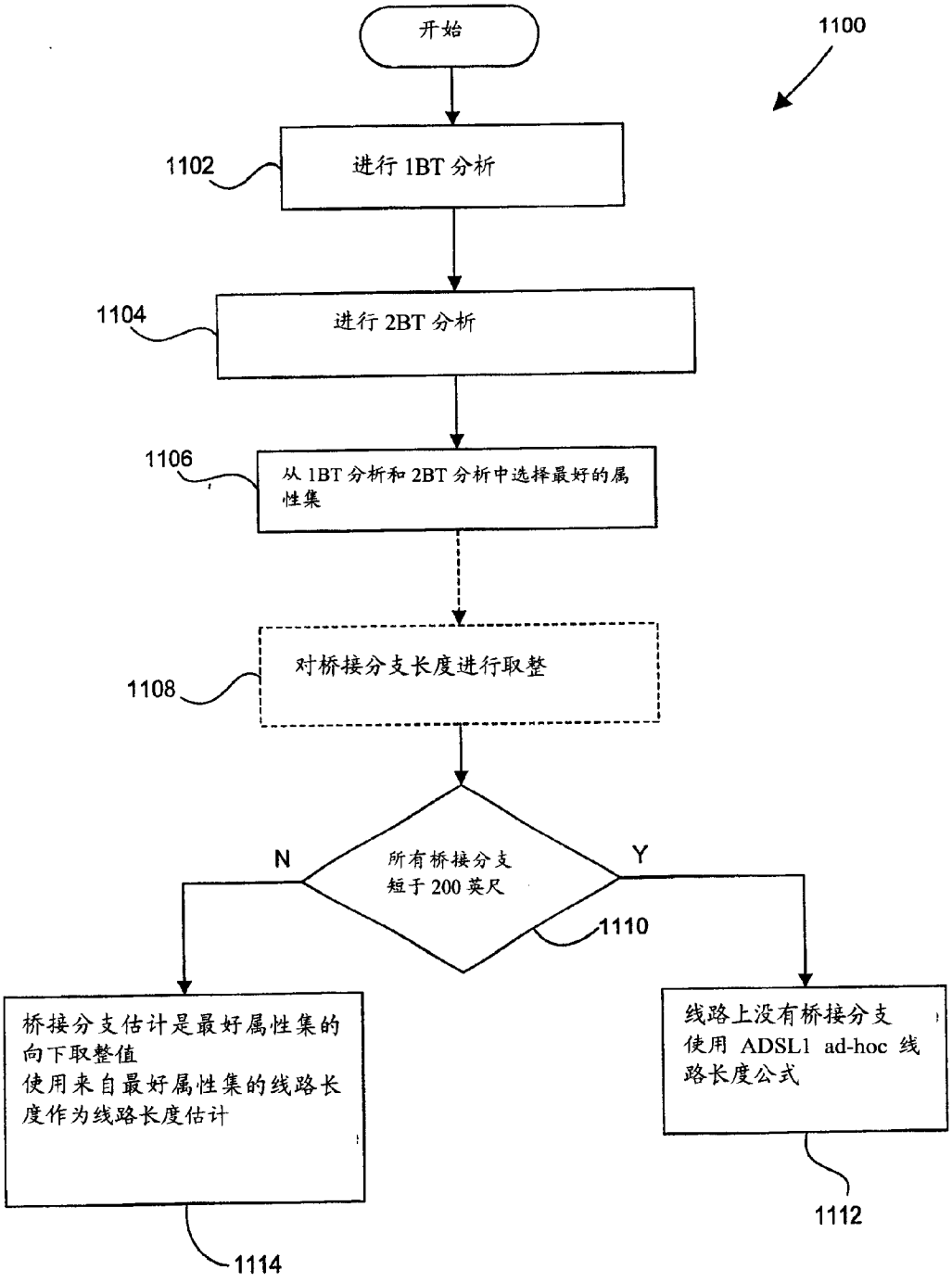

开始
1100
1102
进行 1BT 分析
1104
进行 2BT 分析
1106
从 1BT 分析和 2BT 分析中选择最好的属性集
1108
对桥接分支长度进行取整
所有桥接分支短于 200 英尺
N
Y
1110
桥接分支估计是最好属性集的向下取整值
使用来自最好属性集的线路长度作为线路长度估计
1114
线路上没有桥接分支
使用 ADSL1 ad-hoc 线路长度公式
1112

图 11

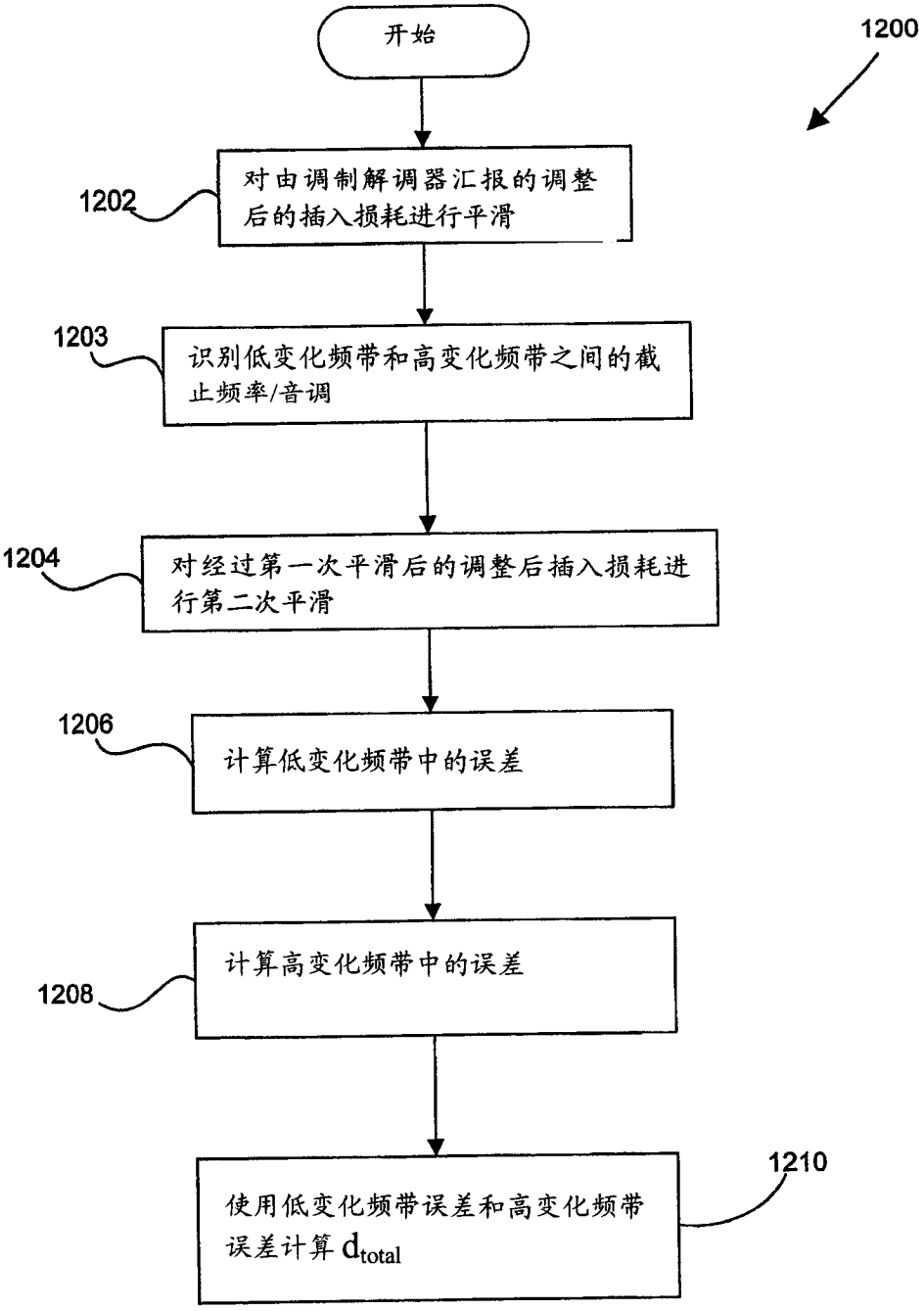
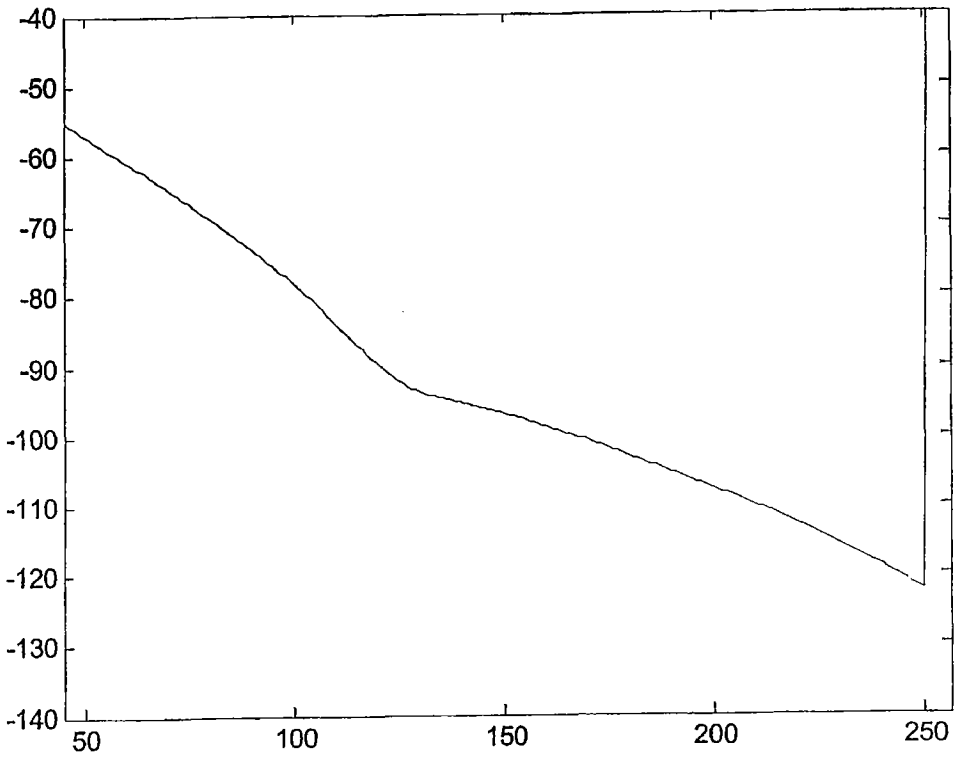
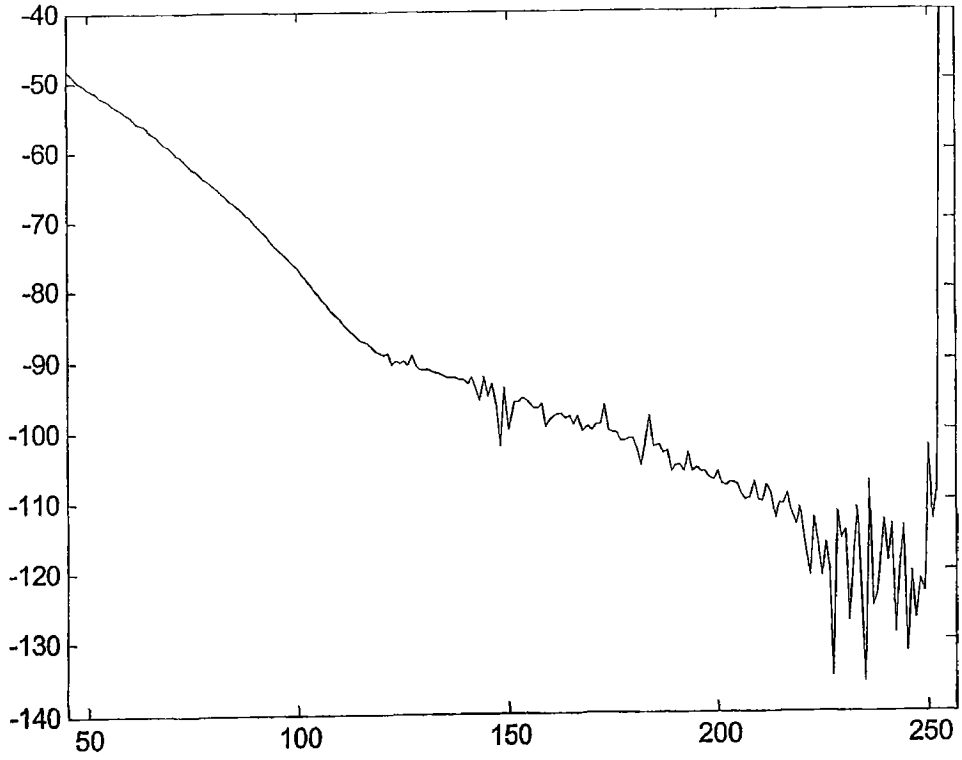

开始
1200
1202
对由调制解调器汇报的调整后的插入损耗进行平滑
1203
识别低变化频带和高变化频带之间的截止频率/音调
1204
对经过第一次平滑后的调整后插入损耗进行第二次平滑
1206
计算低变化频带中的误差
1208
计算高变化频带中的误差
1210
使用低变化频带误差和高变化频带误差计算 d_{total}

图 12

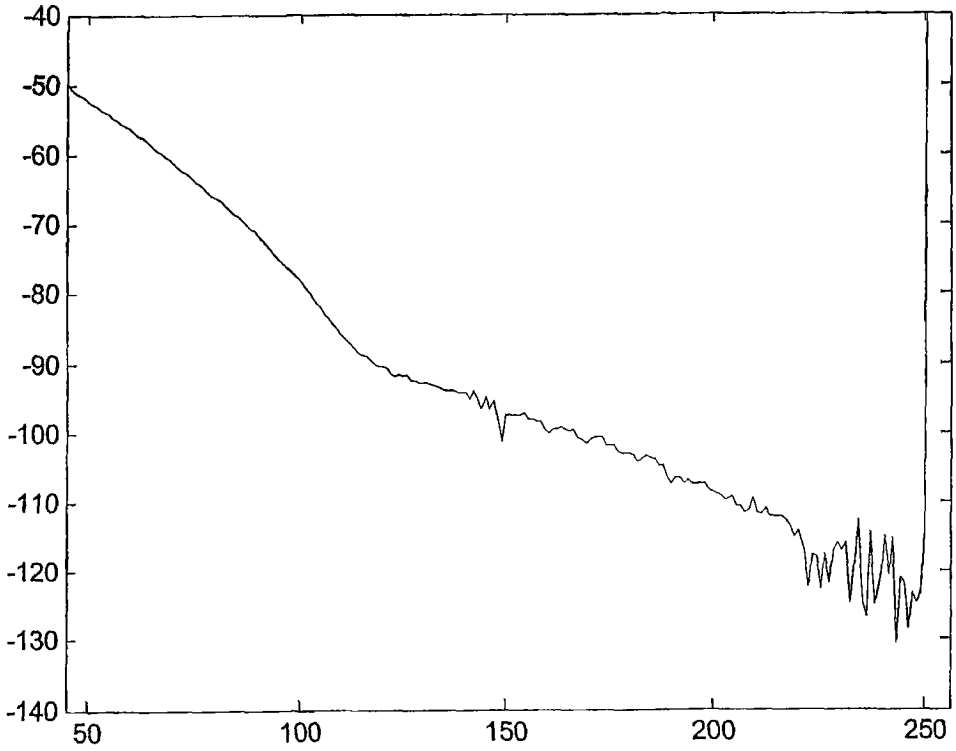


1302 -- Hlog 估计（ABCD 模型）（y 轴 dB 单位的损耗，x 轴音调号）

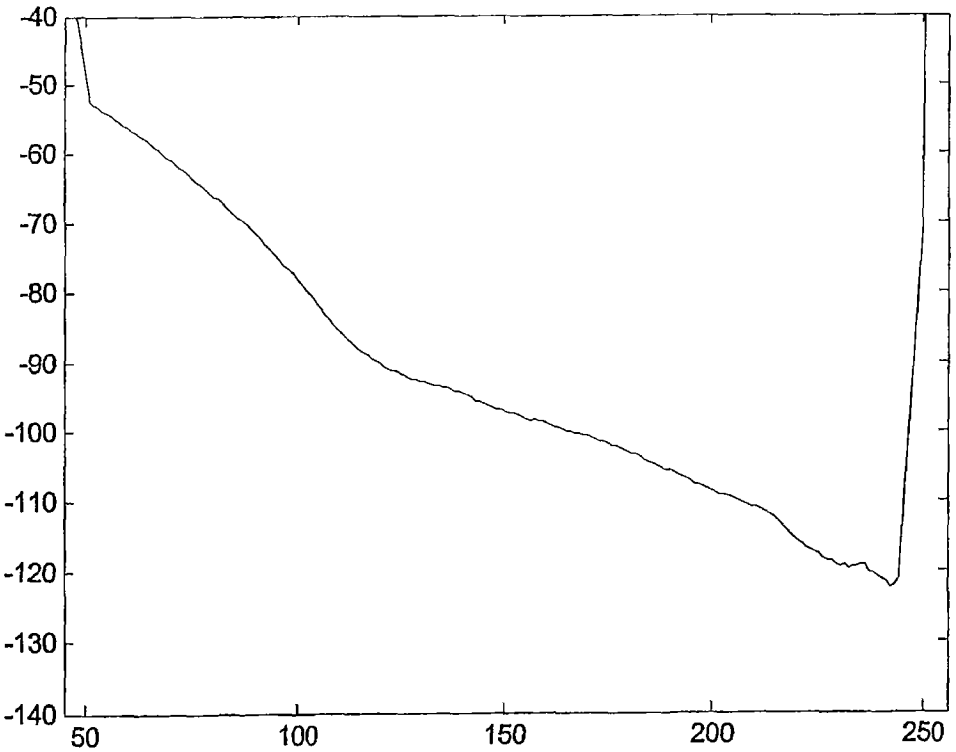


1304 -- 所汇报的插入损耗（y 轴 dB 单位的损耗，x 轴音调号）

图 13A



1306 -- H_{smooth} y 轴 dB 单位的损耗，x 轴音调号



1308 -- $H_{verysmooth}$ y 轴 dB 单位的损耗，x 轴音调号

图 13B

环路配置	环路长度(ft)	3000	3000	3000	3000	…	3000	3000	…	15000
	桥接分支 1 长度（ft）	0	100	200	300	…	2000	100	…	2000
	桥接分支 2 长度（ft）	0	0	0	0	…	0	100	…	2000
测量到的线路属性集 1 的上行衰减		12	12	12	12	…	14	12	…	56
测量到的线路属性集 2 的上行衰减		14	14	15	15	…	16	14	…	58
测量到的线路属性集 1 的下行衰减		20	20	20	21	…	23	20	…	61
测量到的线路属性集 1 的下行衰减		23	24	24	24	…	26	22	…	61

图 14

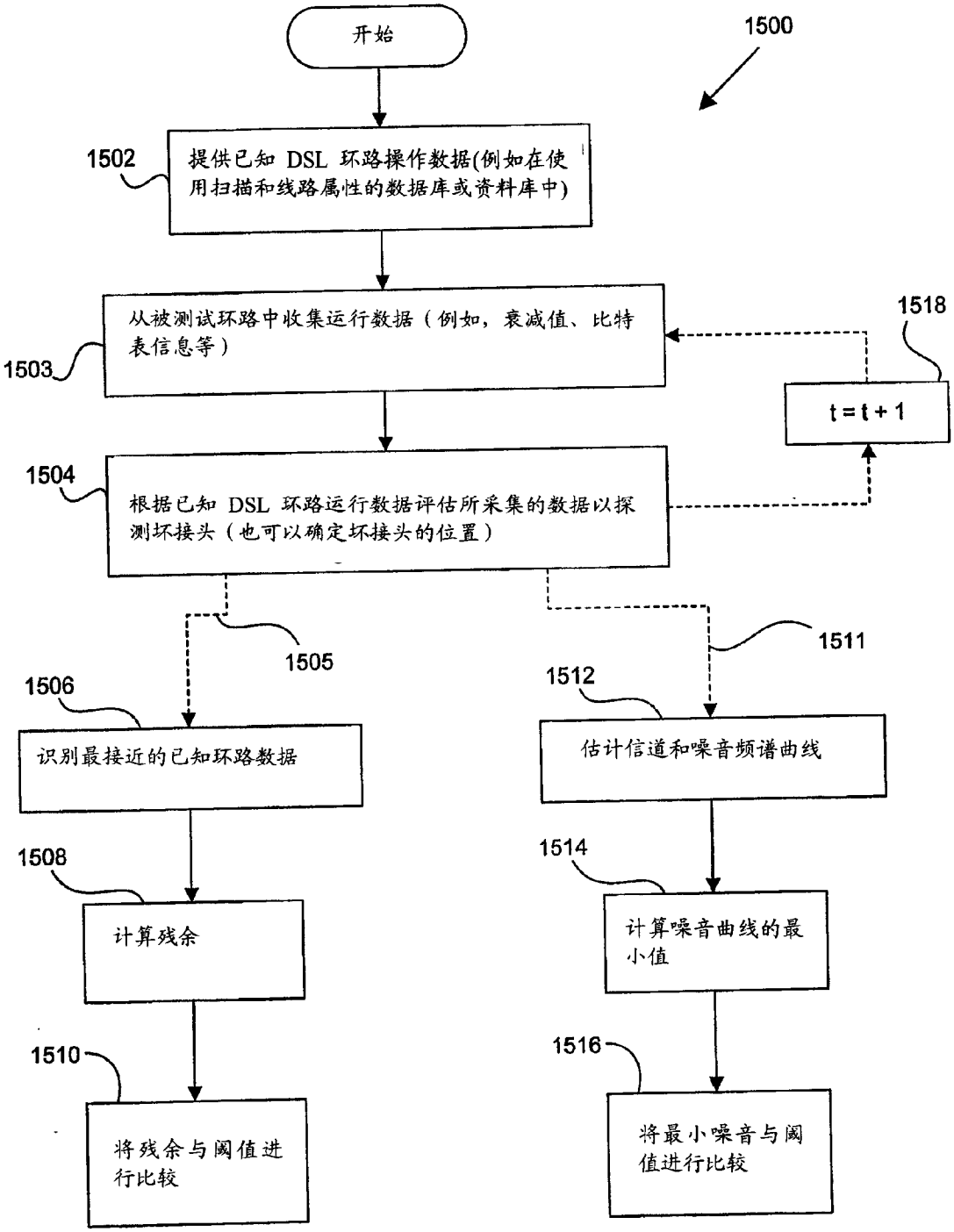

开始
1500
1502
提供已知 DSL 环路操作数据(例如在使用扫描和线路属性的数据库或资料库中)
从被测试环路中收集运行数据（例如，衰减值、比特表信息等）
1503
1518
t = t + 1
1504
根据已知 DSL 环路运行数据评估所采集的数据以探测坏接头（也可以确定坏接头的位置）
1505
1511
1506
识别最接近的已知环路数据
1512
估计信道和噪音频谱曲线
1508
计算残余
1514
计算噪音曲线的最小值
1510
将残余与阈值进行比较
1516
将最小噪音与阈值进行比较

图 15