



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104322044 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201280073451. 7

代理人 严芬 宋志强

(22) 申请日 2012. 04. 12

(51) Int. Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2014. 11. 25

H04M 3/30 (2006. 01)

H04M 11/06 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2012/033379 2012. 04. 12

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02013/154568 EN 2013. 10. 17

(71) 申请人 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 迈赫迪·穆赫辛尼  
伊赫桑·阿德斯塔尼

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限  
公司 11018

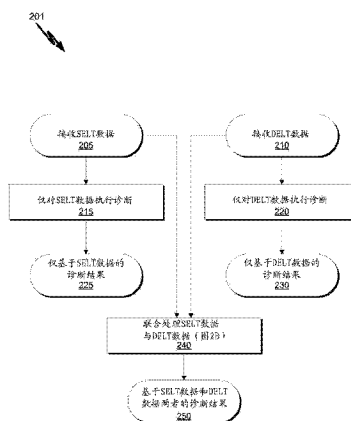
权利要求书3页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

用于双绞电话线路的基于 SELT 和 DELT 的诊  
断方法及系统

(57) 摘要

方法和系统通过以下至少之一提高自动线路  
诊断的准确度和故障检测能力:联合处理 SELT 数  
据和 DELT 数据;比较时域回波响应中峰和 / 或谷  
对包络的相对强度和 / 或峰对谷的相对强度;以  
及迭代诊断,从而例如为了去除直线长度,通过在  
检测算法的逐次执行之间运用信号处理技术来调  
整回波响应。可以结合使用本文中描述的一个以  
上的诊断系统和方法以提高准确度和故障检测能  
力。例如,在 SELT 数据和 DELT 数据被联合处理  
的情况下,SELT 数据的分析可以采用在 SELT 诊断  
例程的背景下描述的比率测试。类似地,通过比率  
测试评估回波响应中峰和谷的相对强度的 SELT 诊  
断方法可以与回波响应的迭代调整结合。



1. 一种表征双绞电话线路的物理配置的方法,所述方法包括:
  - 基于从所述线路采集的单端线路测试 (SELT) 数据的分析,生成第一线路配置估计;
  - 基于从所述线路采集的双端线路测试 (DELT) 数据的分析,生成第二线路配置估计;
  - 基于所述第一线路配置估计和所述第二线路配置估计的比较,确定所述配置估计的至少一个属性为兼容的或不兼容的;
  - 响应于确定至少一个属性是不兼容的,分别修改所述 SELT 分析或 DELT 分析中的至少之一;以及
  - 在基于所修改的 SELT 分析或 DELT 分析改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计之一后重复所述比较。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一个属性进一步包括以下至少一种:
  - 故障的位置;
  - 将故障识别为以下任一种的识别:
    - 串联故障;
    - 并联故障;
    - 桥接抽头;或
    - 桥接抽头的长度。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括在估计所述线路的所述物理配置中识别被确定为兼容的至少一个属性。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,进一步包括:
  - 关于不兼容的属性确定与所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计中的每个关联的准确度;
  - 将所述准确度相互比较或与预定阈值比较;以及
  - 作为所述线路配置的进一步估计,基于具有超过所述预定阈值的更高准确度的所述线路配置估计来识别所述不兼容的属性。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中仅由所述 SELT 分析和所述 DELT 分析之一所识别的线路故障的存在被确定为不兼容的属性;
  - 其中所述 SELT 分析和所述 DELT 分析中的每个分析包括线路故障检测算法;并且
  - 其中在修改所述 SELT 分析或所述 DELT 分析之一中的线路故障检测阈值之后,改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计中的至少之一以便消除不兼容性。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中在响应于所述 DELT 分析检测到所述故障而提高所述 SELT 分析的故障检测灵敏度之后,改变所述第一线路配置算法估计,或者其中在响应于所述 SELT 分析检测到所述故障而提高所述 DELT 分析的故障检测灵敏度之后,改变所述第二线路配置算法估计。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中仅由所述 SELT 分析和所述 DELT 分析之一所检测的线路故障的存在被识别为不兼容的属性;并且
  - 其中所述第一线路配置估计通过修改所述 SELT 分析以包括信号处理而被改变,所述信号处理用于消除在所述第一线路配置估计中所识别的直线长度的影响。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述 SELT 数据包括回波响应,并且其中所述信号处理是对所述回波响应的信号处理,并且所述直线长度是预定的量,所述预定的量小于针

对在所述第一线路配置估计中所识别的第一反射确定的距离。

9. 根据权利要求 5 所述的方法,其中所述线路故障检测阈值包括作为所述 SELT 分析的一部分的、所评估的时域回波响应中峰对包络、谷对包络或峰对谷相对大小的阈值。

10. 一种用于表征双绞电话线路的物理配置的系统,所述系统包括:

存储器,用于存储从所述线路采集的单端线路测试 (SELT) 数据和双端线路测试 (DELT) 数据两者;

第一分析模块,联接至所述存储器以基于 SELT 数据的分析来生成第一线路配置估计;

第二分析模块,联接至所述存储器以执行所述 DELT 数据的分析来生成第二线路配置估计;以及

诊断模块,联接至所述分析模块以:

基于所述第一线路配置估计和所述第二线路配置估计的比较,确定所述配置估计的至少一个属性为兼容的或不兼容的;

其中,如果至少一个属性被确定为不兼容的,则所述分析模块中的至少之一修改所述 SELT 分析或所述 DELT 分析中的至少之一,并且基于所改变的分析改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计中的至少之一,并且其中所述诊断模块在所述改变之后重复所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计的所述比较。

11. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述至少一个属性进一步包括以下至少之一:

故障的位置;

将故障识别为以下任一种的识别:

串联故障;

并联故障;

桥接抽头;或

桥接抽头的长度。

12. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,如果至少一个属性被确定为兼容的,则所述诊断模块在估计所述线路的所述物理配置中识别该兼容的属性。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中所述诊断模块关于不兼容的属性确定与所述第一分析或所述第二分析中的每个关联的准确度;

其中所述诊断模块将所述准确度相互比较或与阈值比较;并且

其中作为所述线路配置的进一步估计,如果更高准确度或准确度中的差异超过预定阈值,则所述诊断模块基于具有所述更高准确度的所述线路配置估计来表征所述不兼容的属性。

14. 根据权利要求 12 所述的系统,其中所述诊断模块确定仅由所述 SELT 分析和所述 DELT 分析之一所识别的线路故障的存在为不兼容的属性;

其中所述分析模块将线路故障检测算法应用于所述 SELT 分析和所述 DELT 分析中的每个分析;并且

其中在所述 SELT 分析或所述 DELT 分析之一中的线路故障检测阈值被修改之后,所述诊断模块改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计中的至少之一以便消除不兼容性。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述分析模块响应于所述 DELT 分析检测到所述

故障而降低所述 SELT 分析的故障检测灵敏度,或者其中所述分析模块响应于所述 SELT 分析检测到所述故障而降低所述 DELT 分析的故障检测灵敏度。

16. 根据权利要求 12 所述的系统,其中所述诊断模块确定仅由所述 SELT 分析和所述 DELT 分析之一所识别的线路故障的存在为不兼容的属性;并且

其中所述分析模块修改所述 SELT 分析以包括所述 SELT 数据的信号处理,所述信号处理用于消除在所述第一线路配置估计中所识别的直线长度的影响。

17. 根据权利要求 16 所述的系统,其中所述 SELT 数据包括回波响应,并且其中所述信号处理是对所述回波响应的信号处理,并且所述直线长度是预定的量,所述预定的量小于针对在所述第一线路配置估计中的第一反射确定的距离。

18. 至少一种非瞬态计算机可读介质,在所述计算机可读介质上包括指令,所述指令在由处理器运行时引起计算机执行权利要求 1 所述的方法。

19. 一种用于表征双绞电话线路的物理配置的系统,所述系统包括:

用于接收单端线路测试 (SELT) 数据的装置;

用于接收从所述线路采集的双端线路测试 (DELT) 数据的装置;

用于执行 SELT 数据的分析和 DELT 数据的分析的装置;和

用于基于所述 SELT 分析生成第一线路配置估计的装置;

用于基于所述 DELT 分析生成第二线路配置估计的装置;以及

用于基于所述第一线路配置估计和所述第二线路配置估计的比较确定所述配置估计的至少一个属性为兼容或不兼容的装置。

20. 根据权利要求 19 所述的系统,进一步包括:

用于通过响应于确定至少一个属性为不兼容的分别修改所述 SELT 分析或 DELT 分析中的至少之一而改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计中的至少之一的装置;以及

用于在改变所述第一线路配置估计或所述第二线路配置估计之一后重复所述比较的装置。

## 用于双绞电话线路的基于 SELT 和 DELT 的诊断方法及系统

### 技术领域

[0001] 本文描述的主题总地涉及电信领域,更具体地涉及用于数字用户线路(DSL)网络中双绞电话线路的物理配置的自动确定和诊断的系统及方法。

### 背景技术

[0002] 数字用户线路(DSL)技术一般包括使用基于分组的体系结构的数字用户线路设备和服务,例如非对称DSL(ADSL)、高速DSL(HDSL)、对称DSL(SDSL)和/或甚高速/甚高比特率DSL(VDSL)。这样的DSL技术可以通过双绞线提供极高的带宽,并且对带宽密集的应用提供巨大潜能。然而,30K-30MHz频带内的DSL服务比在小于4K频带内操作的普通老式电话服务(POTS)更依赖于线路状况(例如,线路的长度、质量和环境)。

[0003] 尽管一些线路(环路)处于用于实现DSL的良好物理状况(例如,具有短至适合的长度使得操作性微滤波器或分离器被正确地安装且没有桥接抽头和坏拼接),但是许多线路不是那么适合的。例如,线路长度广泛地变化,用于线路的线规(wire gauge)可能在该线路的长度上不是一致的(将两个或更多个不同线规拼接在一起),微滤波器可能缺失或不工作,并且许多现有线路具有一个或多个桥接抽头(在线路的一端或沿线路长度的任何地方分接线路并且未连接或不当地终止的一段线对)。

[0004] 线路的物理配置的评估(在本文中被称为“线路诊断”)在任何DSL网络的实现中都是重要的步骤。由线路诊断表征的物理线路参数包括:上面列出的各种故障中的任一种的检测;所检测的故障的定位;以及关于一个或多个描述符(例如,桥接抽头的长度)对故障的表征。这样的物理线路诊断是重要的,因为对于给定类型的DSL技术所能达到的比特率依赖于线路的物理配置。例如为了最小化串扰问题,在一群给定线路上执行频谱管理活动也依赖于线路的物理配置。

[0005] 本领域中的线路诊断一般包括单端线路测试(SELT)技术和双端线路测试(DELT)技术,该SELT技术利用布置在线路的一端的设备估计线路传递功能,该线路在另一端具有任意终端,但在第二端没有数据采集,并且该DELT技术用布置在线路两端的设备直接测量线路传递功能。SELT技术一般采用反射计,依赖于这样的事实,即随着信号传播通过介质,部分信号被该介质中的间断点反射。反射技术包括摇频(多音)的波形在线路上向下发送的情况下的频域反射计(FDR)以及脉冲波形在线路上向下发送的情况下的时域反射计(TDR)。以这两种形式中的任一形式,关于至少频率、振幅和极性中的一个或多个对回波响应进行采集和分析以估计线路配置(例如,检测上面的线路故障中的一种或多种)。

[0006] 尽管已广泛地研究了基于SELT或DELT的线路诊断,但是自动线路诊断算法仍然是深入研究的主题。线路配置的准确估计取决于避免由第一类型错误或第二类型错误导致的漏检,在第一类型错误中对真实特征的算法灵敏度过低,而在第二类型错误中对伪特征的灵敏度过高。许多基于TDR的诊断算法依赖于从一堆可能模板中识别具有与待测试线路的回波响应最高相关性的线路配置模板。因此,依赖于模板库的基于TDR的诊断算法的准确度是库大小的函数。因为较大的库增加处理复杂度和处理时间,诊断结果实际上受限。

[0007] 因此,提高检测能力以及自动线路诊断的准确度的技术是非常有用的。

### 附图说明

[0008] 本发明的实施例是作为示例而非作为限制来阐述的,并且在结合附图考虑时参考下面的具体实施方式可以被更全面地理解,附图中:

[0009] 图 1 图示本发明的实施例可以在其中操作的示例性网络体系结构;

[0010] 图 2A 是图示根据本发明实施例的、包括 SELT 数据和 DELT 数据的联合处理的线路诊断方法的流程图;

[0011] 图 2B 是图示根据实施例的、联合处理 SELT 数据和 DELT 数据来确定线路的物理配置的方法的流程图;

[0012] 图 3 是图示根据实施例的、被配置成对从图 1 所示的示例性网络采集的 SELT 数据和 DELT 数据执行联合处理的系统的功能框图;

[0013] 图 4A 是图示根据实施例的、采用比率测试的迭代 SELT 诊断方法的流程图;

[0014] 图 4B 是图示根据实施例的、被执行为图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法的一部分的、对时域回波响应执行的示例性峰 / 谷比率测试的流程图;

[0015] 图 4C 是进一步图示根据实施例的、被执行为图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法的一部分的、对时域回波响应执行的示例性峰 / 谷比率测试的流程图;

[0016] 图 4D 是图示根据实施例的、基于被执行为图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法的一部分的物理配置的估计而调整回波响应的方法的流程图;

[0017] 图 5A 是可在图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法之后被操作的示例性时域回波响应;

[0018] 图 5B 是根据实施例的、在图 4D 所示的方法之后已被调整的示例性时域回波响应;

[0019] 图 6 是图示根据实施例的、被配置成对从图 1 所示的示例性网络采集的 SELT 数据执行图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法的系统的功能框图;以及

[0020] 图 7 是根据本发明实施例的、采用被配置成自动执行图 3 和图 6 所示的功能框图的至少一个,优选为所有的计算机系统的示例性形式的机器的图示。

### 具体实施方式

[0021] 本文描述的是用于双绞电话线路诊断的方法及系统。为了简洁,在 DSL 网络的背景下描述了示例性实施例。本文中使用的“线路诊断”是指检测或确定物理线路配置参数,例如但不局限于检测串联故障、并联故障和桥接抽头,定位故障,表征故障(例如,桥接抽头长度)。本文中描述的诊断方法尽管被说明用于特定线路配置参数,但可以由本领域普通技术人员容易地应用于本领域中已知的任何其它物理线路配置参数的诊断,以在线路上产生类似的物理现象。例如,可预期至少微滤波器问题可以被检测和 / 或由本文中描述的诊断技术表征。可以对本文中描述的方法和系统进行进一步的扩展以提高例如线规中变化的检测。

[0022] 本发明的实施例通过以下至少之一提高准确度和故障检测能力:SELT 数据和 DELT 数据的联合处理;分析时域回波响应中峰和 / 或谷对包络的相对强度以及峰对谷的相对强度的测试;以及迭代诊断,从而通过在检测算法的逐次执行之间运用信号处理技术调

整回波响应。在实施例中,结合使用本文中描述的一个以上的诊断系统和方法以提高准确度和故障检测能力。例如,在 SELT 数据和 DELT 数据被联合处理的一个实施例中,SELT 数据的分析可以采用在 SELT 诊断背景下描述的比率测试。类似地,在一实施例中,采用本文中描述的比率测试的 SELT 诊断与回波响应的迭代调整结合。在另外的实施例中,采用比率测试的迭代 SELT 诊断被采用作为 SELT 数据和 DELT 数据的联合处理中的 SELT 分析部分。

[0023] 在下面的描述中,阐述多个具体细节,如特定系统、语言和部件等的示例,以便提供对各个实施例的全面理解。然而,本领域技术人员将清楚,这些具体细节不需要被用来实践所公开的实施例。在其它情况中,未详细地描述众所周知的材料和方法,以便避免不必要地模糊所公开的实施例。

[0024] 除了在附图中绘出的和本文中描述的各硬件部件以外,实施例进一步包括下面描述的各操作。根据这样的实施例描述的操作可以通过硬件部件执行或者可以包含在机器可执行指令中,机器可执行指令可以被用来使编程有这些指令的通用或专用处理器执行这些操作。可替代地,这些操作可以通过硬件和软件的组合来执行,该组合包括通过计算平台的存储器和一个或多个处理器执行本文中描述的这些操作的软件指令。

[0025] 实施例还涉及用于执行本文描述的操作的系统或装置。所公开的系统或装置可以为所需目的专门地构造,或者其可以包括通用计算机,该通用计算机通过在该计算机中存储的或凭借云存储访问的计算机程序被选择性地激活或重配置。这种计算机程序可以被存储在计算机可读存储介质中,例如但不限于包括软盘、光盘、闪存、NAND、固态驱动器 (SSD)、CD-ROM 和磁光盘在内的任何类型的盘,只读存储器 (ROM),随机存取存储器 (RAM), EPROM, EEPROM, 磁卡或光学卡,或适合于在足以被本领域普通技术人员认为是非瞬态的时间尺度上存储电子指令的任何类似类型的非瞬态介质。在一个实施例中,一种具有在其上存储的指令的非瞬态计算机可读存储介质,引起诊断设备内的一个或多个处理器执行本文描述的诊断方法和操作。在另一实施例中,执行这样的方法和操作的指令被存储在非瞬态计算机可读介质中供以后执行。

[0026] 图 1 图示示例性网络体系结构 100,其中实施例可以依据 G. 997. 1 标准 (还称为 G. ploam) 操作。可以包括或不包括分离器的非对称数字用户线路 (ADSL) 系统 (数字用户线路 (DSL) 系统的一种形式),依据诸如 ADSL1 (G. 992. 1)、ADSL-Lite (G. 992. 2)、ADSL2 (G. 992. 3)、ADSL2-Lite G. 992. 4、形成甚高速数字用户线路或甚高比特率数字用户线路 (VDSL) 标准的 ADSL2+ (G. 992. 5) 和 G. 993. x、以及 G. 991. 1 和 G. 991. 2 单对高速数字用户线路 (SHDSL) 标准 (全部具有或不具有绑定 (bonding)) 之类的各种适用标准操作。

[0027] G. 997. 1 标准基于在 G. 997. 1 中定义的明确的嵌入式操作信道 (EOC) 以及在 G. 992. x 标准中定义的指示符位和 EOC 消息的使用,来为 ADSL 传输系统规定物理层管理。此外, G. 997. 1 为配置、故障和性能管理规定网络管理元件内容。在执行所公开的功能时,系统可以利用在接入节点 (AN) 处可获得的多种操作数据 (其包括性能数据)。

[0028] 在图 1 中,用户终端设备 102 (例如客户驻地设备 (CPE) 或远程终端设备、网络节点、LAN 设备等) 联接至家庭网络 104,家庭网络 104 接着联接至网络终端 (NT) 单元 108。进一步图示出 DSL 收发器单元 (TU) (例如,提供 DSL 环路或线路上的调制的设备)。在一个实施例中,NT 单元 108 包括 TU-R (远程 TU) 122 (例如,由 ADSL 或 VDSL 标准之一定义的收发器) 或者任何其它合适的网络终端调制解调器、收发器或者其它通信单元。NT 单元 108 还

包括管理实体 (ME) 124。管理实体 124 可以是任何合适的硬件设备,如能够如任何适用的标准和 / 或其它准则所要求的那样执行的微处理器、微控制器或者固件或硬件中的电路状态机。除其它之外,管理实体 124 还采集操作数据和性能数据 (例如, SELT 数据和 / 或 DELT 数据) 并将它们存储在其管理信息库 (MIB) 中,管理信息库是能够通过像简单网络管理协议 (SNMP) (一种用来从网络设备收集信息以提供给管理员控制台 / 程序的管理协议) 这样的网络管理协议或者通过事务语言 1 (TL1) 命令访问的、由每个 ME 维护的信息数据库, TL1 是一种被用来在电信网络元件之间规划响应和命令的长期建立的命令语言。

[0029] 系统中的每个 TU-R 122 可以联接至中心局 (CO) 或其它中心位置中的 TU-C (中心 TU)。TU-C 142 位于中心局 146 中的接入节点 (AN) 114 处。管理实体 144 同样地维护关于 TU-C 142 的操作数据的 MIB。如本领域技术人员将理解的那样,接入节点 114 可以联接至宽带网络 106 或者其它网络。TU-R 122 和 TU-C 142 通过线路 (环路) 112 联接在一起,在 ADSL 的情况下,线路 (环路) 112 可以是双绞线,如电话线路,该双绞线除基于 DSL 的通信以外还可以承载其它通信服务。管理实体 124 或管理实体 144 可以实现和包含本文描述的诊断 / 管理设备 170。诊断 / 管理设备 170 可以由服务提供商操作或可以由与向最终用户提供 DSL 服务的实体分离的第三方操作。因此,根据一个实施例,诊断 / 管理设备 170 由与负责多条数字通信线路的电信运营商分离且不同的实体操作和管理。管理实体 124 或管理实体 144 可以进一步将所采集的 WAN 信息和的所采集的 LAN 信息存储在关联的 MIB 内。

[0030] 图 1 所示的接口中的几个接口用于确定和采集探测和 / 或操作数据。Q 接口 126 提供运营商的网络管理系统 (NMS) 116 和接入节点 114 中的 ME 144 之间的接口。在 G. 997. 1 标准中规定的参数应用在 Q 接口 126 处。在管理实体 144 中支持的近端参数可以从 TU-C 142 获得,而来自 TU-R 122 的远端参数可以通过 UA 接口上的两个接口中的任一接口获得。指示符位和 EOC 消息可以使用嵌入式信道 132 发送且在物理介质相关 (PMD) 层处被提供,并且可以用来生成 ME 144 中所需的 TU-R 122 参数。可替代地,运营、管理和维护 (OAM) 信道和适合的协议可以用于在管理实体 144 请求时从 TU-R 122 获取这些参数。类似地,来自 TU-C 142 的远端参数可以由 U 接口上的两个接口中的任一接口获得。在 PMD 层被提供的指示符位和 EOC 消息可以用来生成在 NT 单元 108 的管理实体 124 中所需的 TU-C 142 参数。可替代地,OAM 信道和适合的协议可以用于在管理实体 124 请求时从 TU-C 142 获取这些参数。

[0031] 在 U 接口处,有两个管理接口,一个位于 TU-C 142 (U-C 接口 157) 处,并且一个位于 TU-R 122 (U-R 接口 158) 处。接口 157 为 TU-R 122 提供通过线路 112 获取的 TU-C 近端参数。类似地,U-R 接口 158 为 TU-C 142 提供通过 U 接口 / 环路 / 线路 112 获取的 TU-R 近端参数。所应用的参数可以取决于所使用的收发器标准 (例如, G. 992. 1 或 G. 992. 2)。G. 997. 1 标准规定通过 U 接口的可选运营、管理和维护 (OAM) 通信信道。如果实现该信道,则 TU-C 和 TU-R 对可以将它用于传输物理层 OAM 消息。因此,这种系统的 TU 收发器 122 和 142 共享在它们各自的 MIB 中维护的各种操作数据。

[0032] 一般,本文中描述的诊断方法和系统可以用网络体系结构 100 在任何点处执行。如图 1 所示,线路 112 的一端或两端包括 SELT 数据和 DELT 数据采集。例如,在一个实施例中,用于在线路 112 的两端中的一端测量 SELT 参数的信号发生器和数据采集器被布置在 CO 侧 (TU-C 142)。在替代实施例中,用于在线路 112 的两端中的一端测量 SELT 参数的信号

发生器和数据采集器被布置在 CPE 侧 (TU-R 122)。用于采集 DELT 线路传递功能测量的数据采集器可以类似地被布置在线路 112 的一端或两端,该 DELT 线路传递功能测量由来自线路 112 的另一端的传输执行。如在图 1 中进一步图示的,为线路 112 生成的 SELT/DELT 数据从测量数据采集器被传送到诊断/管理设备 170。然后,诊断/管理设备 170 执行本文中描述的方法中的一种或多种来分析针对给定线路 112 接收的 SELT/DELT 数据,以估计一个或多个线路参数,例如但不限于一个或多个线路故障的检测。

[0033] 图 2A 是图示根据本发明实施例的、包括 SELT 数据和 DELT 数据的联合处理的自动线路诊断方法 201 的流程图。一般,由图 2A 图示的实施例利用在操作 205、210 处接收的 SELT 数据和 DELT 数据的各自强度以及在操作 215 和 220 处执行的相应分析,以提高检测能力和准确度。如此,利用仅基于 SELT 数据的在操作 225 处输出的诊断结果、仅基于 DELT 数据的在操作 230 处输出的诊断结果、以及基于在操作 240 处的 SELT 数据和 DELT 数据的联合处理的在操作 250 处输出的诊断结果,通过 SELT 数据和 DELT 数据的分析做出三个确定。

[0034] 在操作 240 处的 SELT 数据和 DELT 数据的联合处理提高诊断能力,首先提高的是故障检测能力。认识到通过 SELT 数据和 DELT 数据中的一个或另一个可更好地检测一些故障,最低程度联合处理提供附加检测能力的益处。例如,由于短的桥接抽头对 DELT 数据的影响不如它们对 SELT 数据那样多,因此与只基于 DELT 的诊断的检测能力相比,SELT 数据与 DELT 数据的联合处理针对短的桥接抽头提高检测能力。类似地,如果与 DELT 数据联合处理,则故障定位(估计与检测到的故障所在的线路的端部的距离的动作)能力被提高超出 SELT 的故障定位能力之外。

[0035] 然而,在操作 240 处的联合处理 SELT 数据和 DELT 数据不只是导致附加效果,因为如在本文中进一步描述的,SELT 数据和 DELT 数据分析可以各自考虑它们的对相同线路的并发分析而被调整,以便在不牺牲准确度的情况下有效地提高每个分析技术的检测灵敏度至一定程度,否则代替联合处理会牺牲准确度。因此,在一个能力中,联合处理需要采用 SELT (DELT) 数据来防止如果只将 DELT (SELT) 数据与类似的检测阈值一起采用可能会发生的误报(即,检测出不真实的故障)。由于联合处理使更高的检测灵敏度成为可能,因此在 SELT 数据或 DELT 数据中的不具有显著效果的故障也变得可检测。

[0036] 图 2B 是图示根据实施例的、联合处理 SELT 数据和 DELT 数据来确定线路的物理配置的方法 202 的流程图。方法 202 图示在图 2A 中的操作 204 处执行的联合处理的一个实施例。如早些介绍的,SELT 数据在操作 205 处被接收,并且 DELT 数据在操作 210 处被接收。对于给定通信线路(例如,图 1 中的双绞线 112),SELT 数据至少包括 TDR 回波响应、或 FDR 回波响应、回波响应(变化)的准确度、以及从中可以确定时域响应的比例因子。SELT 数据可以通过本领域中已知的任何技术采集,例如但不局限于 TDR 和 FDR。DELT 数据至少包括从中测量传递功能(H)的一个或多个参数。例如,DELT 数据可以包括线路插入损耗和线路衰减的测量值以及以子载波报告的其它测量值,例如但不局限于比特分配、信噪比(SNR)、功率谱密度(PSD)、静态线路噪声(QLN)和细调增益。

[0037] 在操作 255 处,SELT 数据被分析用于诊断物理线路参数。同样,在操作 260 处物理线路参数基于 DELT 数据被确定。如图 2B 所示,操作 255 和操作 260 被独立地执行。值得一提的是,分别在操作 255 和操作 260 处采用的 SELT 数据诊断算法和 DELT 数据诊断算法中的至少之一,需要一个或多个线路故障检测算法。这样的算法一般包括影响该算法的

故障检测灵敏度的至少一个分析参数。为了进一步说明,在 SELT 分析算法需要对回波响应中的特征(例如,峰)进行分析的情况下,一个示例性分析参数是线路故障根据其与该特征关联的检测准则。

[0038] 在本文的其它地方进一步描述了基于比率测试的用以评估回波响应中特征的相对强度的一个示例性 SELT 检测算法,并且针对那些比率测试描述的阈值中的每个是分析参数的另一示例。在其它实施例中,在基于 SELT 的检测算法需要将回波响应与存储在模板库中的模板匹配的情况下,特定模板根据其被确定为充分匹配的阈值是示例性分析参数。类似地,由基于 DELT 数据的诊断算法采用的任意线路故障检测准则是本发明的背景下的分析参数的示例。在操作 255 处可以利用本领域已知的并且具有影响算法的检测灵敏度的一个或多个分析参数的任何基于 SELT 数据的诊断算法。类似地,在操作 260 处可以利用本领域已知的并且具有影响算法的检测灵敏度的一个或多个分析参数的任何基于 DELT 数据的诊断算法。

[0039] 在操作 270 处,比较由基于 SELT 的诊断操作 255 生成的结果与由基于 DELT 的诊断操作 260 生成的结果。操作 270 需要比较由操作 255 和操作 260 生成的线路参数估计并且将那些属性分类为彼此兼容或不兼容。一般,该比较只对由基于 SELT 和 DELT 两者的诊断所估计的线路参数的子集进行。换句话说,如果两个诊断有可能得出相同的结果,则该比较确定针对特定线路是否得出了相同或者一致的结果。因此,要在操作 270 处比较的线路属性取决于在操作 260 和操作 270 处采用的诊断算法。这样,可以在操作 270 处比较通过基于 SELT 的诊断和基于 DELT 的诊断两者可辨别的本领域中已知的任何属性。这样的线路属性包括但不限于线路长度,串联故障(例如坏拼接)、并联故障、桥接抽头、故障微滤波器中的任意一个的检测,故障的位置以及故障的附加属性,例如,检测到的故障的严重性或长度。

[0040] 作为一个示例,在两个桥接抽头由基于 SELT 的诊断操作 255 检测并且某一长度的一个桥接抽头由基于 DELT 的诊断操作 260 估计的情况下,通过两种诊断技术验证的一个桥接抽头被宣告为基于 SELT 的和基于 DELT 的线路配置估计的兼容属性。相比之下,没有由基于 DELT 的诊断检测的第二桥接抽头被识别为不兼容属性。

[0041] 对于被识别为不兼容的任何属性,例如在上面的示例中描述的第二桥接抽头的未经验证的检测,方法 202 继续确定是否执行基于 SELT 的诊断操作 255 和基于 DELT 的诊断操作 260 之一或两者的后续迭代。该确定可以基于控制方法 202 的自动执行的参数。在一个实施例中,该确定是基于迄今为止对线路的给定组的 SELT 数据和 DELT 数据执行的多次迭代。例如,如果执行了少于阈值数量的迭代,则方法 202 前往操作 290 以准备执行附加的迭代。在另一实施例中,前往操作 290 的确定是基于在操作 255、260 处执行的基于 SELT 或基于 DELT 的诊断中采用的一个或多个分析参数的值。例如,在被识别为不兼容的属性的阈值控制检测还没有到预定范围的界限的情况下,方法 202 前往操作 290 以便进行方法 202 的进一步迭代,同时检测阈值适当地调整在预定范围内。

[0042] 在方法 202 前往操作 290 的情况下,在基于 SELT 或 DELT 的诊断算法中的至少之一中采用的一个或多个分析参数被调整。可以做出这样的调整来同时处理被识别为不兼容的多个线路属性,或可以做出这样的调整来处理多个线路属性中的给定的线路属性以尝试连续地消除被识别为不兼容的属性。在任一种情况下,迭代处理都可以以相对更兼容的结

果以及更高置信度的正确线路诊断实现线路配置的估计。

[0043] 尽管分析参数调整可以取决于被识别为不兼容的属性而采用不同的形式,但分析参数在示例性实施例中被调整为消除在前一次迭代期间识别的不兼容属性。例如,在基于 SELT 的分析和基于 DELT 的分析之一未能检测真实故障的情况下,可以做出调整来消除潜在的 I 型错误。在一个这样的实施例中,调整在 SELT 分析或 DELT 分析中采用的线路故障检测阈值,以提高前一次迭代中的分析未检测到的故障的检测灵敏度。对于在操作 260 处的基于 DELT 的分析不检测第二桥接抽头的示例中,基于 DELT 的分析所采用的桥接抽头检测准则被调整预定的量以提高桥接抽头灵敏度。该提高可以用方法 202 的每次迭代递增地执行,直至达到桥接抽头检测灵敏度中的界限或获得兼容的结果。

[0044] 可替代地,在分析中的一个检测到不存在的故障的情况下,可以做出调整来消除潜在的 II 型错误。在一个这样的实施例中,调整在 SELT 分析或 DELT 分析之一中采用的线路故障检测阈值,以降低在前一次迭代中检测到的故障的检测灵敏度。对于在操作 260 处的基于 DELT 的分析不检测第二桥接抽头的示例中,基于 SELT 的分析中采用的桥接抽头检测标准被调整预定的量以降低桥接抽头灵敏度。

[0045] 在另外的实施例中,确定如何调整基于 SELT 的分析参数或基于 DELT 的分析参数取决于关于给定的不兼容属性针对一个或另一个预定的偏向。例如对于在操作 260 处的基于 DELT 的分析不检测第二桥接抽头的示例,基于 SELT 的数据更适于检测短长度桥接抽头的偏向有利于在操作 290 处以提高基于 DELT 的分析的桥接抽头检测灵敏度而不是降低基于 SELT 的分析的桥接抽头检测灵敏度的方式调整参数。

[0046] 一旦调整分析参数中的一个或多个分析参数,方法 202 就返回至分析操作 255、260 中的任一个或两者,以用调整的参数重复该分析。如果只有基于 SELT 的分析参数被调整,则方法 202 的迭代需要只执行操作 255(而不是操作 260),反之如果只有基于 DELT 的分析参数被调整,则方法 202 的迭代需要只执行操作 260。如果基于 SELT 的分析参数和基于 DELT 的分析参数都被调整,则方法 202 的迭代需要再次执行操作 255 和操作 260 两者。然后,方法 202 的迭代以在操作 270 处重复比较继续。

[0047] 方法 202 的迭代可以继续将分析参数递增地调整在预定的范围内。在实施例中,该预定的范围跨越超出如果个别分析在操作 270 处不被比较则可被接受的值的检测准则阈值。如果在操作 270 处的比较得出任何兼容属性,则那些属性在操作 280 处最终被宣告为线路配置估计的一部分。尽管本发明的实施例不是特别需要报告操作 280 的技术,但应注意这样的报告可以随着方法 202 将属性识别为兼容的而实质上实时地被执行,或可在没有剩余的不兼容属性时或者确定不做进一步迭代时在完成方法 202 之后的某时刻被报告。

[0048] 在不做进一步迭代并且一个或多个不兼容分析结果(例如,线路属性)剩余的情况下,做出关于是否报告出不兼容结果作为操作 280 的一部分或替代地在操作 285 处丢弃所述结果的确定。在示例性实施例中,在操作 275 处关于给定的不兼容属性确定与第一或第二线路配置估计中的每个关联的准确度。如果 SELT 数据分析或 DELT 数据分析之一被认为具有针对不兼容属性的充分高的准确度,或如果 SELT 数据分析和 DELT 数据分析的准确度差异充分大,则具有较高准确度的属性值与兼容结果一起被报告。当然,任何不兼容结果的报告可以通过测量对每个被报告结果禁止的置信度而与兼容结果的报告相区分。

[0049] 图 3 是图示根据实施例的、被配置成对从图 1 所示的示例性网络采集的 SELT 数据

和 DELT 数据执行联合处理的系统 300 的功能框图。一般,系统 300 用于以自动方式执行在本文中其它地方描述的方法 201 或 202 中的一个或多个。在图示的实施例中,系统 300 包括存储器 395 和处理器或多个处理器 396。例如,存储器 395 可以存储要执行的指令,并且处理器(多个处理器)396 可以执行这样的指令。处理器(多个处理器)396 还可以实施或执行实现逻辑 360 以实现本文介绍的诊断算法。系统 300 包括通信总线(多条通信总线)315,以在可通信地与一条或多条通信总线 315(例如,如在图 7 中进一步图示的)接合的多个外围设备之间传递系统 300 内的事务、指令、请求和数据。系统 300 进一步包括管理接口 325,以例如接收分析请求、返回诊断结果并且另外与图 1 所示的网元接合。

[0050] 在实施例中,管理接口 325 通过与基于 DSL 线路的通信分离的带外连接传送信息,其中“带内”通信是随着有效荷载数据(例如,内容)在联网设备之间交换而遍历相同通信装置的通信。系统 300 进一步包括 DSL 线路接口 330,以通过基于 LAN 的连接传送信息,从而监视连接的线路(例如,图 1 中的线路 112)。系统 300 可以进一步包括多个管理事件 355,多个管理事件 355 中的任一个可以响应于向量化线路和非向量化线路的分析而被发起。例如,附加的诊断、SELT 和 DELT 测量探测等可以被指定和触发为管理事件 355。所存储的历史信息 350(例如,SELT/DELT 线路数据)和管理事件 355 可以存储在系统 300 内的硬盘驱动器、持久数据仓库、数据库或其它存储器/存储位置上。

[0051] 在系统 300 内有线路诊断和管理设备 301,该线路诊断和管理设备 301 包括用于采集针对线路接收的 SELT 数据和 DELT 数据的数据采集模块 370、SELT 分析模块 375、DELT 分析模块 376,以及诊断模块 380。线路诊断和管理设备 301 可以安装和配置在如图 3 所示的兼容系统 300 内,或被分离地提供以便与适当的实现逻辑或其它软件(例如系统 600)协同操作。在任何配置中,诊断和管理设备 301 可以被实现在网络体系结构 100(图 1)内,例如作为管理设备 170 的组件。

[0052] 根据一个实施例,采集模块 370 采集来自通过接口 330 接合的数字通信线路或者来自通过管理接口 325 的其它网元的 SELT 数据和 DELT 数据。分析模块 375、376 分析通过采集模块 370 取得的信息,SELT 分析模块 375 和 DELT 分析模块 376 中的每个基于 SELT 数据或 DELT 数据分别应用至少一个线路故障检测算法以输出线路配置估计。

[0053] 诊断模块 380 进一步联接至分析模块 375、376 以接收并比较 SELT 分析和 DELT 分析的结果,例如比较各自的线路配置的属性以确定至少一个属性为兼容的或不兼容的。在识别出不兼容属性的情况下,分析模块中的至少一个会修改 SELT 分析或 DELT 分析中的至少一个(例如,基本上如本文中其它地方描述的,通过以预定的方式修改检测阈值或其它分析参数)以便消除不兼容属性。分析模块可以被指示来在 SELT 分析模块 375 和 DELT 分析模块 376 获得下列中的一个或多个的不同估计的情况下调整它们的参数中的一个或多个:线路长度;检测到的故障的位置或长度;或诸如串联故障、并联故障、桥接抽头、坏拼接或故障微滤波器之类的故障的不同检测/分类。在另外的实施例中,在 SELT 分析模块 375 处理回波响应的情况下,SELT 分析模块基本上如本文中其它地方描述的那样执行回波响应的信号处理,以消除在线路配置估计中所识别的线路属性(例如线路的直线长度)的影响。

[0054] 在线路属性由 SELT 分析模块 375 和 DELT 分析模块 376 两者识别的情况下(例如,由每个输出的线路配置估计包括存在相同故障的估计),诊断模块会识别线路的物理配置的估计中的兼容属性。然后,该估计被输出为诊断报告或者在网络体系结构 100(图 1)中

的一个或多个节点可访问。

[0055] 在另外的实施例中,诊断模块 380 关于不兼容属性比较与分析模块 375、376 所输出的第一分析或第二分析中的每个关联的准确度。例如,可以将准确度相互比较或与阈值比较,以基本上如在本文中其它地方描述的,作为是否进一步识别被视为不兼容的任何属性的确定的一部分,作为被发布给网络体系结构 100 的一个或多个节点的或另外使得在外部可获得的线路估计。

[0056] 图 4A 是图示迭代 SELT 诊断方法 401 的流程图,该迭代 SELT 诊断方法 401 评估时域回波响应中特征的相对强度,以检测具有多个故障的大量的线路配置,而没有采用配置模板库的方法的复杂度。在第一实施例中,SELT 诊断方法 401 被用作可以应用于从线路的 CO 侧或 CPE 侧采集的任何 SELT 数据的独立线路诊断。在示例性实施例中,SELT 诊断方法 401 在图 2B 的方法 202 中的 SELT 诊断操作 255 处执行。

[0057] 作为一个输入,SELT 诊断方法 401 在操作 405 处接收传输线路数据。传输线路数据可以源自于任何传输线路参数,例如但不局限于通过任何传统的测量技术针对线路确定的 ABCD 参数。传输线路数据包括但不局限于特性阻抗和传播常数和 / 或传输线路的 RLCG 表征,在操作 415 处从这些数据计算线路的包络函数。值得一提的是,假定某些线路特征根据现场数据(例如,26 的线规等)已知,则包络函数还可以基于针对线路估计的 ABCD 参数来确定。

[0058] 包络函数是线路传播常数关于线路距离的关系并且用作方法 401 中的基准。如果在离测量点一定距离处的线路中存在开路、短路或已知的故障,则基准包络函数可以是期望的反射。在一个实施例中,如果在离测量点一定距离处的线路中存在开路则包络函数表示期望的反射的情况下,包络(envelope)的计算进行如下:

[0059]  $\text{envelope}(d) = \text{ifft}(e^{-2\gamma d})$  (公式 1)

[0060] 其中  $d$  是距离,  $\gamma$  是给定线路的传播常数,并且  $\text{ifft}(\cdot)$  表示傅里叶逆变换。

[0061] 在另外的实施例中,频率加窗和 / 或归一化被进一步应用于调整公式 1。一般,加窗过滤器和 / 或归一化尺度与应用于在操作 430 处的时域回波响应的计算中的相同。过滤传输线路数据在传输线路数据被变换到时域时使波纹平滑,这减少傅里叶逆变换伪迹。一般,为此可以采用本领域中已知的任何滤频器设计。执行归一化,以例如调整包络函数的动态范围来匹配在操作 430 处的时域回波响应的动态范围(例如,在 0 和 1 之间)并且由此促进随后在方法 401 中执行的比率测试。

[0062] 作为 SELT 诊断方法 401 的第二输入,芯片组相关校准参数在操作 410 处被接收作为输入。这样的校准参数描述测量设备(例如,CO 调制解调器)以及在测量点将测量设备联接到线路的固定前端(例如,测试引线或总线)的频率行为。用于确定这样的校准参数的技术(例如通过短路测量、负载测量和开路测量)是本领域中已知的,并且本发明的实施例不局限于这方面。

[0063] 作为 SELT 诊断方法 401 的第三输入,响应于在测量点应用于线路的激励信号,频域回波响应在操作 420 处被接收作为采集的测量数据。接收到的校准参数用于在操作 430 处得到经校准的时域回波响应。在时域中,可以检测与线路的特征关联的阻抗变化。用于从频域回波响应获得经校准的时域回波响应的许多技术是本领域已知的。时域回波响应也可以直接被提供作为方法 401 的输入。

[0064] 在实施例中,频率加窗和 / 或归一化应用于频域回波响应 (例如,如在操作 420 处接收的) 以在操作 430 处获得经校准的时域回波响应。在示例性实施例中,加窗滤波器和归一化尺度与在操作 430 处计算基准包络函数中应用的那些相同。

[0065] 在操作 440,估计线路配置,该估计是基于在经校准的时域回波响应中检测的峰和谷的强度相对于在与峰和谷关联的距离处评估的包络函数的比较,以及相对于彼此的比较。如在图 4A 和图 4B 的背景下在本文的其它地方进一步描述的,在操作 440 处分析峰和谷、峰和包络、以及谷对包络的相对强度,以检测和 / 或分类线路中的各种故障作为线路配置的估计。

[0066] 如图 4A 所示,在操作 440 处检测到至少一个故障时,做出判定来在操作 445 处报告出故障作为基于 SELT 的线路配置估计的一部分,或在操作 450 处基于当前检测到的线路配置调整回波响应以便通过信号处理从线路去除一属性的影响。如在图 4D 的背景下在本文的其它地方进一步描述的,在操作 450 处执行的信号处理是为了提高操作 440 的随后迭代中的故障检测能力,在操作 440 处针对经调整的回波响应重复峰、谷、包络评估。在示例性实施例中,执行迭代的判定基于第一次检测的线路状况 (例如,故障) 是否位于远于预定义的阈值的距离。如果是,则调整回波响应,如果不是,则不再执行迭代。

[0067] 图 4B 是用于对时域回波响应执行峰和谷强度评估的方法 402 的流程图。方法 402 始于在操作 435 处接收经校准的时域回波响应,例如在操作 430 处确定的 (图 4A)。然后,对相同的时域回波响应执行预定次数的检测尝试 (例如,2-3),预定次数的检测尝试中的一个或多个可能但不是必须引起线路状况 (故障) 的检测和分类。在检测尝试的次数  $i$  达到预定的最大值的情况下,方法 402 前往操作 492 以便返回到操作 445 (图 4A) 来报告结果。

[0068] 在检测尝试的次数  $i$  达到预定的最大值的情况下,方法 402 前往操作 455。在操作 455 处,从经校准的时域回波响应中峰和谷的子集识别最大幅值的峰和谷,该经校准的时域回波响应与在方法 402 的之前迭代中所识别的线路故障还未关联。图 5A 是绘出作为距测量点的距离的函数的时域归一化的反射的示例性时域回波响应。点 510 表示针对方法 402 的迭代的最低谷的幅值,并且点 515 表示针对方法 402 的迭代的最高峰的幅值。

[0069] 在实施例中,针对在操作 455 处所识别的峰 / 谷对确定相对于谷强度的峰强度。然后,可以基于峰和谷幅值的相对强度的阈值化确定线路的物理配置。例如,如果峰或谷充分突出和 / 或大,则峰或谷与特定线路故障关联。在图示的实施例中,以本文中被称为“PDR”的“峰对谷比率”为基础评估峰和谷对的相对强度,PDR 是独立于幅值的有用的量。例如,在阈值操作 458 中 (图 4B),第一 PDR 被计算为峰 (peak) 的幅值 (amplitude) 除以谷 (dip) 的幅值的大小,该第一 PDR 在数学上可以表示为:

$$[0070] \quad PDR \equiv \left| \frac{\text{Amplitude}(\text{peak})}{\text{Amplitude}(\text{dip})} \right| \quad \text{公式 (2)}$$

[0071] 在操作 458 处针对峰 / 谷对 515/510 (图 5) 确定的 PDR 为  $\sim 0.88$ 。

[0072] 在实施例中,视为充分突出的峰 / 谷对中的一个与线路的包络函数 (例如如在图 4A 中操作 415 处确定的) 相比较,在峰 / 谷的距离被估计。在图 4B 所示的实施例中,第一阈值 (即,“阈值 1”) 应用于 PDR。在 PDR 满足第一预定的阈值 (例如,超过阈值 1) 的情况下,峰被视为充分突出并与在峰的距离  $d$  处的包络相比较。如果 PDR 不满足第一阈值,则做出第二评估来确定谷是否充分突出 (即,比峰充分大)。例如,PDR 与第二预定的阈值 (即,

“阈值 2”) 相比较。在 PDR 满足第二阈值 (例如, 小于阈值 2) 的情况下, 谷被视为超过峰而充分突出, 并且该谷然后与在谷的距离  $d$  处的包络相比较。在示例性实施例中, 通过阈值化第二比率来比较峰 / 谷对的主成分 (dominant member)。该第二比率是通过将峰 / 谷对的主成分除以包络来产生峰对包络比率 (“PER”) 或谷对包络比率 (“DER”) 而计算。PER 可以在数学上表示为:

$$[0073] \quad PER \equiv \left| \frac{\text{Amplitude(peak)}}{\text{Envelope(distance(peak))}} \right| \quad \text{公式 (3)}$$

[0074] 公式 (1) 中的包络函数例如被估计来在开路位于被估计峰的距离处的情况下确定期望的反射。对于谷充分突出的情况 (例如, 不满足阈值 1 但满足阈值 2), 估计谷的模拟函数以计算 DER。

[0075] 如在图 4B 中进一步图示的, 在 PER 满足预定的阈值的情况下, 例如, 在 PER 大于第三阈值 (“阈值 3”) 的情况下, 峰与线路中的串联故障相关联, 例如但不局限于坏拼接、被腐蚀的连接、或到较高阻抗的仪表改变。然后, 该串联故障可用于输出作为经诊断的线路配置的参数, 例如以在操作 445 处被报告为基于 SELT 的线路配置估计 (图 4A)。然后, 方法 402 返回到操作 455 以便定位下一个最大峰 / 波谷对, 直至达到最大检测迭代计数, 或直至下一个最大峰 / 波谷的分析满足另一个循环退出标准。

[0076] 在峰具有不充分的强度 (例如, 第一 PDR 不能满足第一阈值) 并且谷也具有不充分的强度 (例如, 第一 PDR 不能满足第二阈值, 或 DER 不能满足第四阈值) 的情况下, 方法 402 以在操作 455 处所识别的峰 / 谷对为基础触发在操作 475 处针对桥接抽头的进一步分析。

[0077] 可替代地, 在 PDR 比较指示谷充分突出 (例如, 不满足阈值 1 但满足阈值 2) 的情况下, 如果 DER 满足预定的阈值, 例如在 DER 大于第四阈值 (“阈值 4”) 的情况下, 方法 402 前往操作 470, 并且线路被诊断为具有潜在的并联故障, 例如但不局限于线路上的短路、差的绝缘、电缆中的水、或到较低阻抗的仪表变化。在示例性实施例中, 在操作 470 处的谷与并联故障的关联是临时的, 直到在操作 475 处的对桥接抽头的进一步分析, 如在图 4C 的背景下在本文的其它地方描述的。

[0078] 图 4C 是进一步图示对时域回波响应执行的峰和谷的示例性相对比较的流程图。这样的比较被执行为根据实施例的图 4A 所示的迭代 SELT 诊断方法的一部分。在操作 475 处被触发之后, 方法 403 前往操作 480, 在时域回波响应中定位在操作 455 处所识别的谷之后的第一峰 (即, 第一尾随峰)。对于图 5A 所示的特定回波响应, 点 515 是与点 510 关联的谷之后的峰的幅值, 并因此操作 480 定位与在操作 455 处所识别的峰 / 谷对相同的峰 / 谷对。然而, 操作 480 当然可以取决于给定的回波响应将不同于在操作 455 处定位的主峰的新峰识别为第一尾随峰。

[0079] 在实施例中, 然后评估谷相对于第一尾随峰的强度。如果谷的相对强度落入预定的范围, 则线路被诊断为具有桥接抽头并且谷 / 第一尾随峰对与桥接抽头关联。在图 4C 所示的示例性实施例中, 通过与计算第一 PDR 的方式相同的方式首先确定第二峰对谷比率 (PDR), 来评估谷相对于第一尾随峰的强度。然后, 该第二 PDR 与第五预定的阈值 (“阈值 5”) 和第六预定的阈值 (“阈值 6”) 相比较。在第二 PDR 落在第五阈值和第六阈值之间的情况下, DER 与另一预定的阈值 (“阈值 7”) 相比较。在满足 DER 阈值的情况下, 在操作 485

处将谷 / 第一尾随峰对与线路上的桥接抽头相关联。如果不满足,则针对第  $i$  次检测迭代不做出桥接抽头确定,并且在操作 470 处在谷和并联故障之间做出的任何临时关联变得非临时,并且处理返回至方法 401(图 4A),现在完成了 440 的至少一个迭代。然后,来自操作 440 的结果准备好在操作 445 处报告,或者回波响应在操作 450 处被调整。在两个事件中的任一事件中,方法 403 然后在操作 486 处通过递增迭代计数并返回到操作 444 以进行方法 402 的随后迭代(图 4B)而完成。

[0080] 可替代地,在第二 PDR 落在由第五阈值和第六阈值限定的范围外的情况下,方法 403 前往操作 490,在该操作 490 处检测最大的尾随峰。对于图 5A 所示的特定回波响应,点 515 是与点 510 关联的谷之后的最大峰的最大值,并因此操作 490 定位与在操作 455 处和操作 490 处所识别的峰 / 谷对相同的峰 / 谷对。然而,操作 490 当然可以取决于给定的回波响应将不同于在操作 455 处定位的最大峰和不同于在操作 490 处定位的第一尾随峰的新峰识别为最大尾随峰。

[0081] 在实施例中,然后评估谷相对于最大尾随峰的强度。如果谷的相对强度落入预定的范围,则线路被诊断为具有桥接抽头并且谷 / 最大尾随峰对与桥接抽头关联。在图 4C 所示的示例性实施例中,通过以与第一 PDR 和第二 PDR 相同的方式首先确定第三峰对谷比率(PDR),来评估谷相对于最大尾随峰的强度。然后,该第三 PDR 与第八预定的阈值(“阈值 8”)和第九预定的阈值(“阈值 9”)相比较。在第三 PDR 落在第七阈值和第八阈值之间的情况下,DER 与另一预定的阈值(“阈值 10”)相比较。在满足 DER 阈值的情况下,在操作 491 处将谷 / 最大尾随峰对与线路上的桥接抽头相关联。如果不满足,则针对第  $i$  次检测迭代不做出桥接抽头确定,并且在操作 470 处在谷和并联故障之间做出的任何临时关联变成非临时,并且处理返回至方法 401(图 4A),现在完成了 440 的至少一次迭代。然后,来自操作 440 的结果准备好在操作 445 处报告,或者回波响应在操作 450 处被调整。在两个事件中的任一事件中,方法 403 然后在操作 486 处通过递增迭代计数并返回到操作 444 以进行方法 402 的随后迭代(图 4B)而完成。

[0082] 可替代地,在第三 PDR 落在由第七阈值和第八阈值限定的范围外并且谷相对于最大尾随峰的强度充分的情况下,谷与包络相比较(可能再次)。如果谷充分突出,则线路被诊断为并联故障。例如,如图 4C 所示,第三 PDR 与另一预定的阈值(“阈值 11”)相比较并且如果谷充分突出,则满足第九阈值(例如, PDR 小于第九阈值)。然后,谷对包络比率(DER)被计算,基本上如在 PER 的背景下在其它地方描述的,并且与另一阈值(“阈值 12”)相比较。如果谷满足该阈值(例如, DER 超过阈值 12),则在操作 493 处将谷与并联故障相关联。如果不满足,则针对特定检测迭代不做出桥接抽头确定,并且在操作 470 处在谷和并联故障之间做出的任何临时关联变成非临时,并且处理返回至方法 401(图 4A),现在完成了 440 的至少一次迭代。然后,来自操作 440 的结果准备好在操作 445 处报告,或者回波响应在操作 450 处被调整。在两个事件中的任一事件中,方法 403 然后在操作 486 处通过递增迭代计数并返回到操作 444 以进行方法 402 的随后迭代(图 4B)而完成。

[0083] 图 4D 是图示方法 404 的流程图,方法 404 用于基于所执行的物理配置的估计调整回波响应。方法 404 可以应用在基于 SELT 的任何线路诊断的背景下。一般,方法 404 对于随着线路被诊断动态地提高故障检测能力是有用的。这样,在示例性实施例中,方法 404 被实现为在方法 404 的迭代之间处理时域回波响应(图 4A)。利用方法 404,在物理配置的先

前估计中所识别的或由物理配置的先前估计得出的线路属性的影响被消除。一般,线路配置的任何属性的影响可以被消除,例如但不局限于直线长度和检测到的故障(例如,在方法 402、403 中检测的任何故障)。然而,检测到的故障的消除造成传播检测错误的相对更大的风险。

[0084] 方法 404 始于在操作 431 处接收经校验的时域回波响应输入。在要去除的属性是直线长度的示范性实施例中,在操作 496 处识别第一反射的距离(D)。在方法 404 在操作 450 处被执行的示范性实施例中(图 4A),在操作 440 处识别第一反射以用于方法 401 的当前迭代。例如,如图 5A 所示,第一反射是具有大约 2950 英尺(ft)的距离 D 的谷 515。

[0085] 在操作 497 处,如果距离 D 大于预定的阈值(例如,500ft),则不大于距离 D 的距离  $D_{Zoom}$  被选择,第一反射被期望在该距离  $D_{Zoom}$  处出现(例如,在 500ft 的阈值距离处)。在操作 498 处,在超过距离  $D-D_{Zoom}$  时线路是直线的(即,无故障)的假设下,具有等于该  $D-D_{Zoom}$  的长度的直线的影响从时域回波响应被减去。一般,可以应用于去除直线长度的任何已知信号处理技术。例如,在示范性实施例中,回波响应被处理来补偿直线的影响如下:

[0086] 
$$\text{echo}(f) = \text{echo}(f) * (1 + \tanh(\gamma \Delta)) / (1 - \tanh(\gamma \Delta))$$
 公式 (4)

[0087] 其中,  $\text{echo}(f)$  表示在频率  $f$  下的回波响应,  $\Delta = D - D_{Zoom}$  表示其影响将被消除的直线的长度,并且  $\gamma$  表示传播常数。

[0088] 图 5B 是在使大约 1500 英尺的直线的影响消除后的图 5A 所示的示范性经校准的时域回波响应。如所示的,现在对应于点 510、515 的谷和峰更加突出并且处于对进一步分析更好的条件。例如,如图 4D 所示,通过将修改的回波响应返回到方法 401(图 4A)用于峰/谷强度评估并且基于比率测试,完成方法 404。

[0089] 图 6 是图示根据实施例的系统 600 的功能框图,该系统 600 被配置成基于对从图 1 所示的示范性网络采集的 SELT 数据的分析表征双绞电话线路的物理配置。一般,系统 600 用于以自动方式执行在本文中其他地方描述的方法 401、402、403 或 404 中的一个或多个。在另外的实施例中,系统 600 可以如本文中其他地方描述的与系统 300 合并作为集成的线路诊断系统。

[0090] 在图示的实施例中,系统 600 包括存储器 695 和处理器或多个处理器 696。例如,存储器 695 可以存储要执行的指令,并且处理器(多个处理器)696 可以执行这样的指令。处理器(多个处理器)696 还可以实施或执行实现逻辑 660 以实现本文介绍的诊断算法。系统 600 包括通信总线(多条通信总线)615,以在可通信地与一条或多条通信总线 615(例如,如在图 7 中进一步图示的)接合的多个外围设备之间传递系统 600 内的事务、指令、请求和数据。系统 600 进一步包括管理接口 625,以例如接收分析请求、返回诊断结果和另外与图 1 所示的网元接合。

[0091] 在实施例中,管理接口 625 通过与基于 DSL 线路的通信分离的带外连接传送信息,其中“带内”通信是随着有效荷载数据(例如,内容)在联网设备之间交换而遍历相同通信装置的通信。系统 600 进一步包括 DSL 线路接口 630,以通过基于 LAN 的连接传送信息,从而监视连接的线路(例如,图 1 中的线路 112)。系统 600 可以进一步包括多个管理事件 655,多个管理事件 655 中的任一个可以响应于向量化线路和非向量化线路的分析而被发起。例如,附加的诊断、SELT 和线路传输测量探测等可以被指定和触发为管理事件 655。所存储的

历史信息 650 (例如, SELT/DELT 线路数据) 和管理事件 655 可以存储在系统 600 内的硬盘驱动器、持久数据仓库、数据库或其它存储器 / 存储位置上。

[0092] 在系统 600 内有线路诊断和管理设备 601, 该线路诊断和管理设备 601 包括用于采集针对线路接收的 SELT 数据和线路传输数据的数据采集模块 670、分析模块 675、以及诊断模块 680。线路诊断和管理设备 601 可以安装和配置在如图 6 所示的兼容系统 600 内, 或被分离地提供以便与适当的实现逻辑或其它软件 (例如系统 300) 协同操作。

[0093] 根据一个实施例, 采集模块 670 采集来自通过接口 630 接合的数字通信线路或者来自通过管理接口 625 的其它网元的 SELT 数据和线路传输数据, 并且将数据存储到存储器。分析模块 675 通信地联接至采集模块 670, 分析通过采集模块 670 取得的信息。例如, 在实施例中, 分析模块 675 用于针对分析中的线路从接收自采集模块 670 的频域回波响应确定经校准的时域回波响应。在另外的实施例中, 分析模块 675 用于从针对分析中的线路接收的传输线路数据计算包络函数。诊断模块 680 进一步联接到分析模块 675, 以接收通过处理线路的数据所识别的特征和 / 或参数的表征, 并且在时域回波响应中比较至少一个峰的大小相对于至少一个谷的大小, 以及基于峰和谷之间的大小比较确定线路的物理配置。

[0094] 在实施例中, 诊断模块 680 用于比较至少一个峰或至少一个谷的大小与由分析模块 675 确定的包络函数, 并且基于包络与峰或谷之间的大小比较确定线路的物理配置, 基本上如在本文中其它地方描述的。例如, 在一个实施例中, 诊断模块 680 用于从还未与线路属性关联的时域回波响应中的一组峰中识别最高峰, 从还未与线路属性关联的回波响应中的一组谷中识别最低谷, 以及基于相对于最低谷的大小的最高峰的大小在串联故障和并联故障之间区分。作为另一示例, 诊断模块 680 可以进一步被配置成在时域回波响应中识别在还未与线路故障关联的最低谷之后的第一尾随峰, 并且比较最低谷的大小与第一尾随峰的大小, 基本上如本文中其它地方描述的。然后, 诊断模块 380 可以基于第一尾随峰和最低谷之间的大小比较输出桥接抽头或并联故障的确定。

[0095] 在另外其它的实施例中, 诊断模块 380 响应于确定相对于最低谷的第一尾随峰不在第一预定的范围内, 识别在最低谷之后的最高尾随峰。诊断模块 380 可以进一步被配置成确定最大尾随峰相对于最低谷的大小, 并且在最大尾随峰相对于最低谷的相对大小位于预定的范围内的情况下, 最高尾随峰和最低谷由诊断模块 380 识别为对应于桥接抽头。然后, 任何这样的诊断结果可以被存储或转发到一种或多种模式的网络体系结构 100 可访问的位置。

[0096] 在另外的实施例中, 分析模块 675 用于基于从诊断模块 680 输出的线路的物理配置的估计, 迭代地调整经校准的时域回波响应。例如, 在诊断模块 680 执行方法 401 并且识别在给定距离处的故障的情况下, 分析模块 675 可以使 SELT 数据经受单个处理技术以从时域回波响应中消除直线长度的影响, 如基于回波响应中对应于所识别故障的反射距离所确定的。如由分析模块 675 处理的时域回波响应, 然后被再次输出到诊断模块 380 以用于峰和谷的随后迭代, 例如利用在本文中描述的比率测试。

[0097] 图 7 图示根据一个实施例的采用计算机系统的示例性形式的计算机系统 700 的图示, 在计算机系统 700 内可以执行用于引起计算机系统 700 执行本文介绍的方法中的任一个或多个的一组指令。在替代实施例中, 该机器可以与局域网 (LAN)、广域网、内联网、外联网或互联网中的其它机器连接、联网、接合等。计算机系统 700 可以在客户机 - 服务器网络

环境中以服务器或客户机的能力操作,或者在点对点(或分布式)网络环境中作为对等机器操作。机器的某些示例可以呈以下形式:个人计算机(PC),机顶盒(STB),网页装置,服务器,或本领域已知的能够执行规定要由该机器采取的动作的一组指令(顺序地或以别的方式)的任何机器。进一步,尽管仅图示单个机器,但是术语“机器”还应当被用以包括单独地或联合地执行一组(或多组)指令来执行本文介绍的方法中的一种或多种的机器(例如,计算机)的任何集合。

[0098] 示例性计算机系统 700 包括:处理器 702、主存储器 704(例如,只读存储器(ROM),闪存,像同步 DRAM(SDRAM)或存储器总线式(Rambus)DRAM(RDRAM)等之类的动态随机存取存储器(DRAM),像闪存、静态随机存取存储器(SRAM)、易失性但高数据速率 RAM 等之类的静态存储器)、以及次存储器 718(例如,包括硬盘驱动器在内的持久性存储设备和持久性数据库实现方式),它们通过总线 730 彼此通信。主存储器 704 包括:用于执行和运行本文中描述的与系统、方法和 DSM 服务器的各实施例相关的功能所需的信息、指令和软件程序组件。优化指令 723 可以基于例如邻域信息、SNR 数据、PSD 数据、积极抑制的噪声水平以及消极抑制的噪声水平等等的分析而被触发。所采集的 SELT/DELT、以及线路传输数据和计算 724 被存储在主存储器 704 内。线路配置结果以及优化指令 723 可以被存储在主存储器 704 内。主存储器 704 和其子元件(例如,723 和 724)可与处理逻辑 726 和 / 或软件 722 以及处理器 702 协同操作,以执行本文介绍的方法。

[0099] 处理器 702 表示一个或多个通用处理设备,例如微处理器、中央处理单元等。处理器 702 还可以是一个或多个专用处理设备,例如专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)等。处理器 702 被配置成执行处理逻辑 726 以用于自动地执行本文中其它地方介绍的操作和功能(例如,如方法 201、202、401、402、403、404 等)。

[0100] 计算机系统 700 可以进一步包括一个或多个网络接口卡 708,以可通信地将计算机系统 700 与可以从其中采集供分析的信息的一个或多个网络 720 接合。计算机系统 700 还可以包括用户接口 710(例如视频显示单元、液晶显示器(LCD))、字母数字输入设备 712(例如,键盘)、光标控制设备 714(例如,鼠标)和信号生成设备 716(例如,集成的扬声器)。计算机系统 700 可以进一步包括外围设备 736(例如,无线或有线通信设备、存储器设备、存储设备、音频处理设备、视频处理设备)。

[0101] 计算机系统 700 可以执行线路分析器 705 的功能,该线路分析器 705 能够与向量化的和非向量化的组中的数字通信线路接合,监视、采集 SELT/DELT 数据 724,分析和报告检测结果 723,并且发起、触发和执行各种指令(包括执行命令和指令来基于所采集的 SELT/DELT 数据 724 诊断线路),计算机系统 700 可以对从 SELT 数据 724 计算的时域回波响应执行比率测试,等。

[0102] 次存储器 718 可以包括至少一个非瞬态机器可读存储介质(或更具体地,非瞬态机器可存取存储介质)731,在该存储介质上存储体现本文描述的方法或功能中的任意一种或多种的一组或多组指令(例如,软件 722)。软件 722 还可以驻留或可替代地驻留在主存储器 704 内,并且可以进一步在由计算机系统 700 对其进行执行期间完全地或至少部分地驻留在处理器 702 内,主存储器 704 和处理器 702 也构成机器可读存储介质。软件 722 可以进一步通过网络接口卡 708 经由网络 720 发送或接收。

[0103] 上面的描述是说明性的,而非限制性的。例如,尽管附图中的流程图示出由本发明

的特定实施例执行的操作的特定顺序,但是应当理解,可能不需要这样的顺序(例如,替代实施例可以以不同的顺序执行这些操作、合并特定操作、重叠特定操作等)。此外,在阅读和理解上面的描述后,许多其它实施例将对本领域技术人员显而易见。尽管已经关于特定的示例性实施例描述了本发明,但是将理解,本发明不局限于所描述的实施例,而是可以通过落入所附权利要求的精神和范围内的修改和替代来实践。因此,本发明的范围应当参考所附权利要求以及这样的权利要求享有权利的等价物的全部范围来确定。

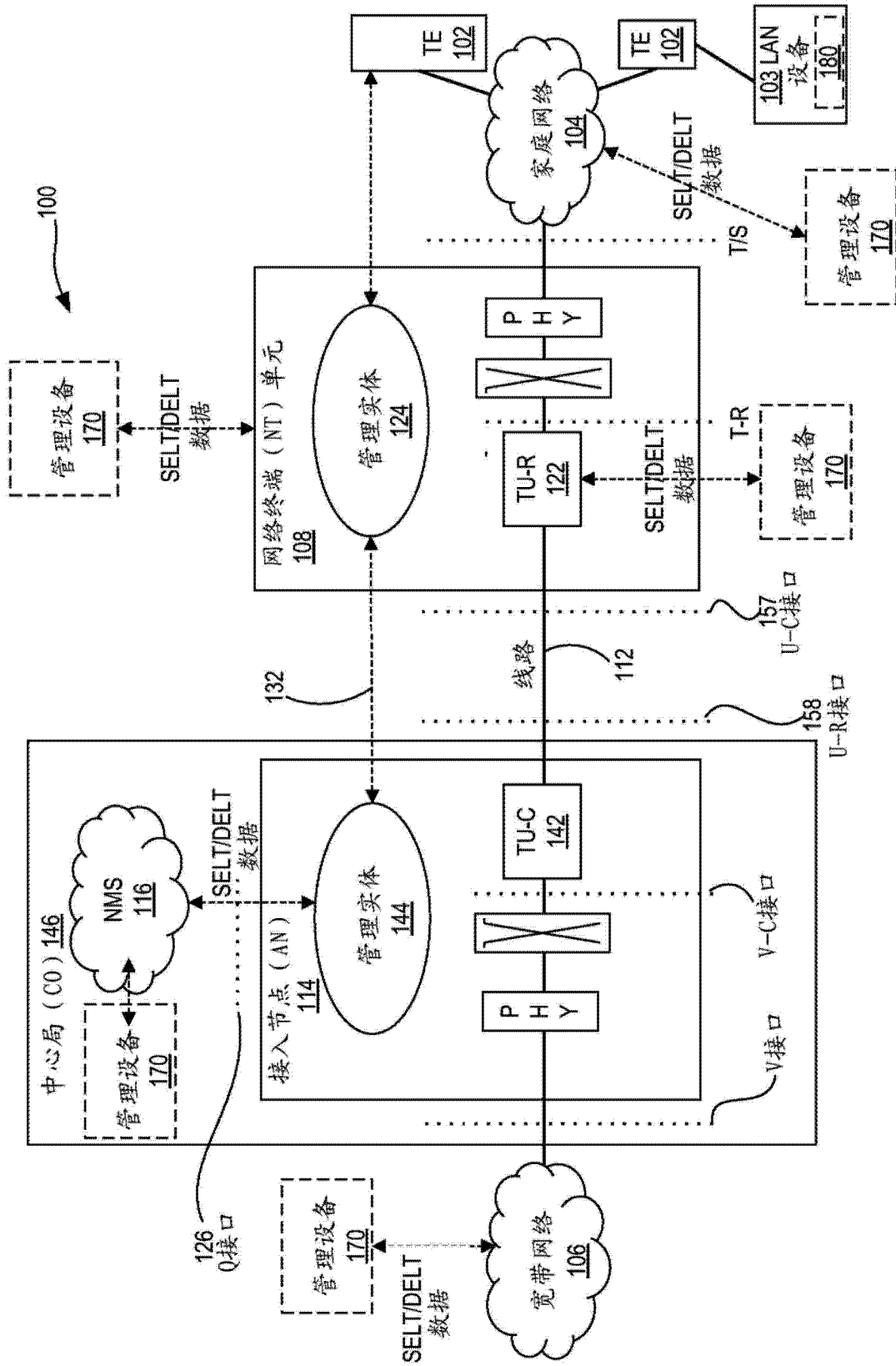


图 1

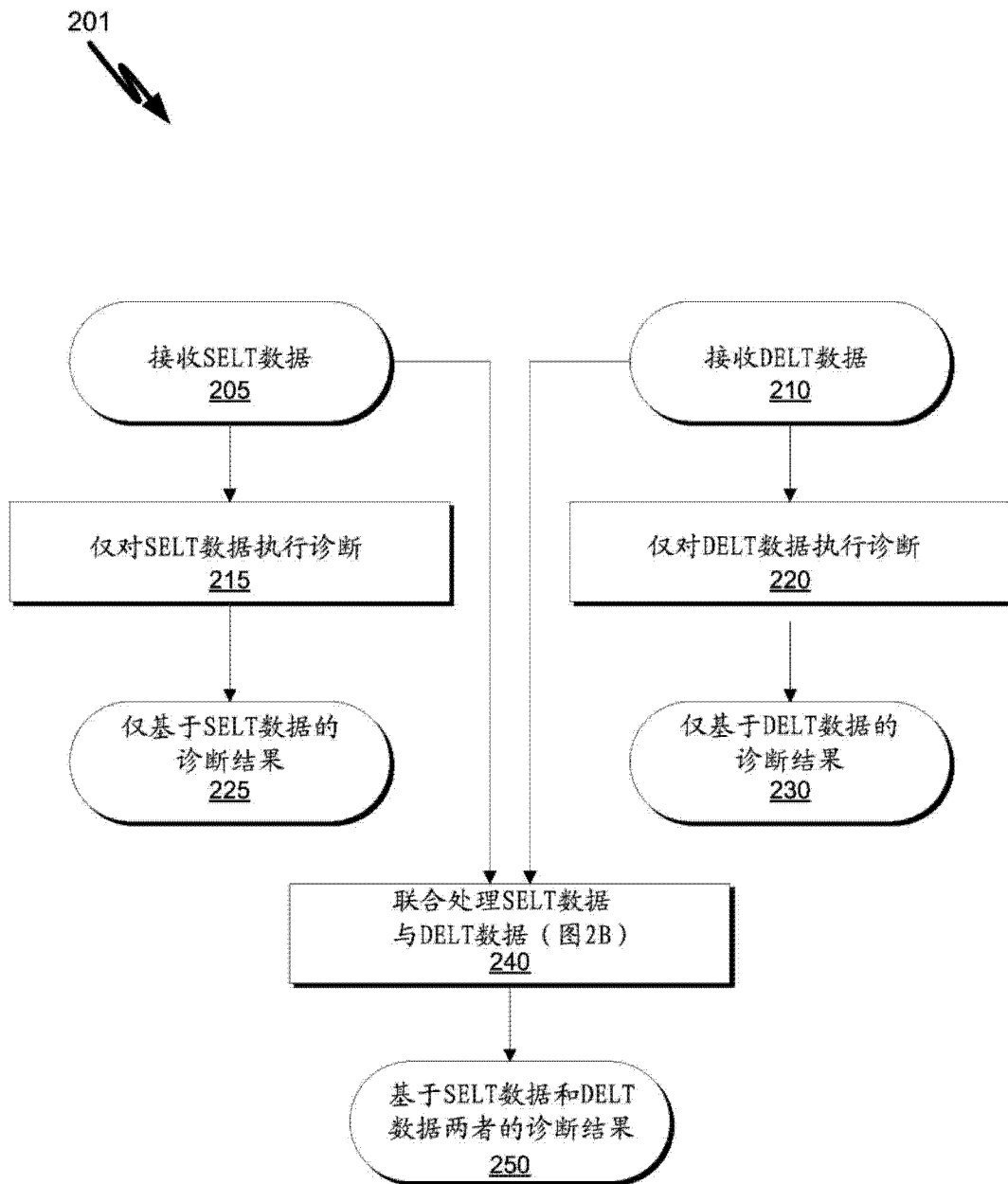


图 2A

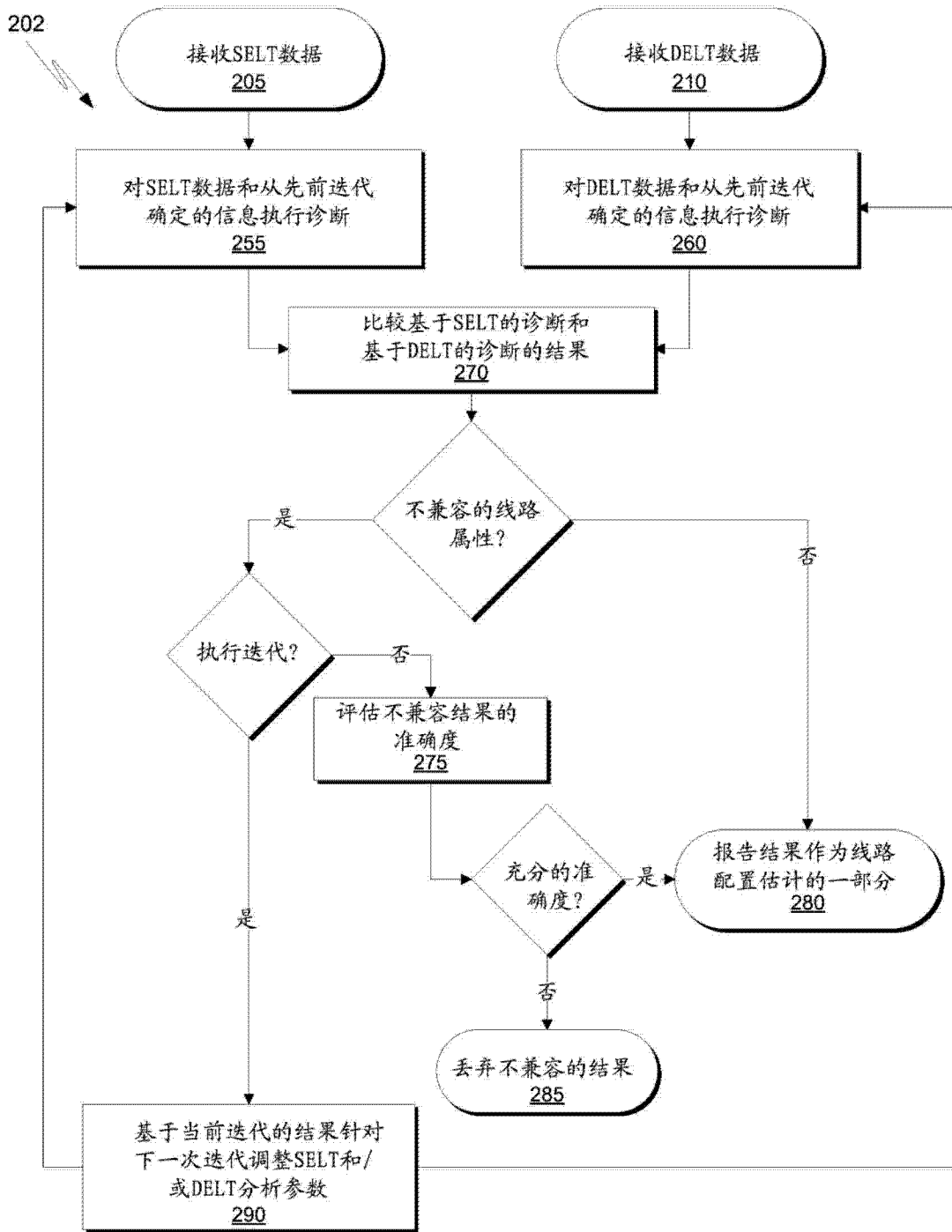


图 2B

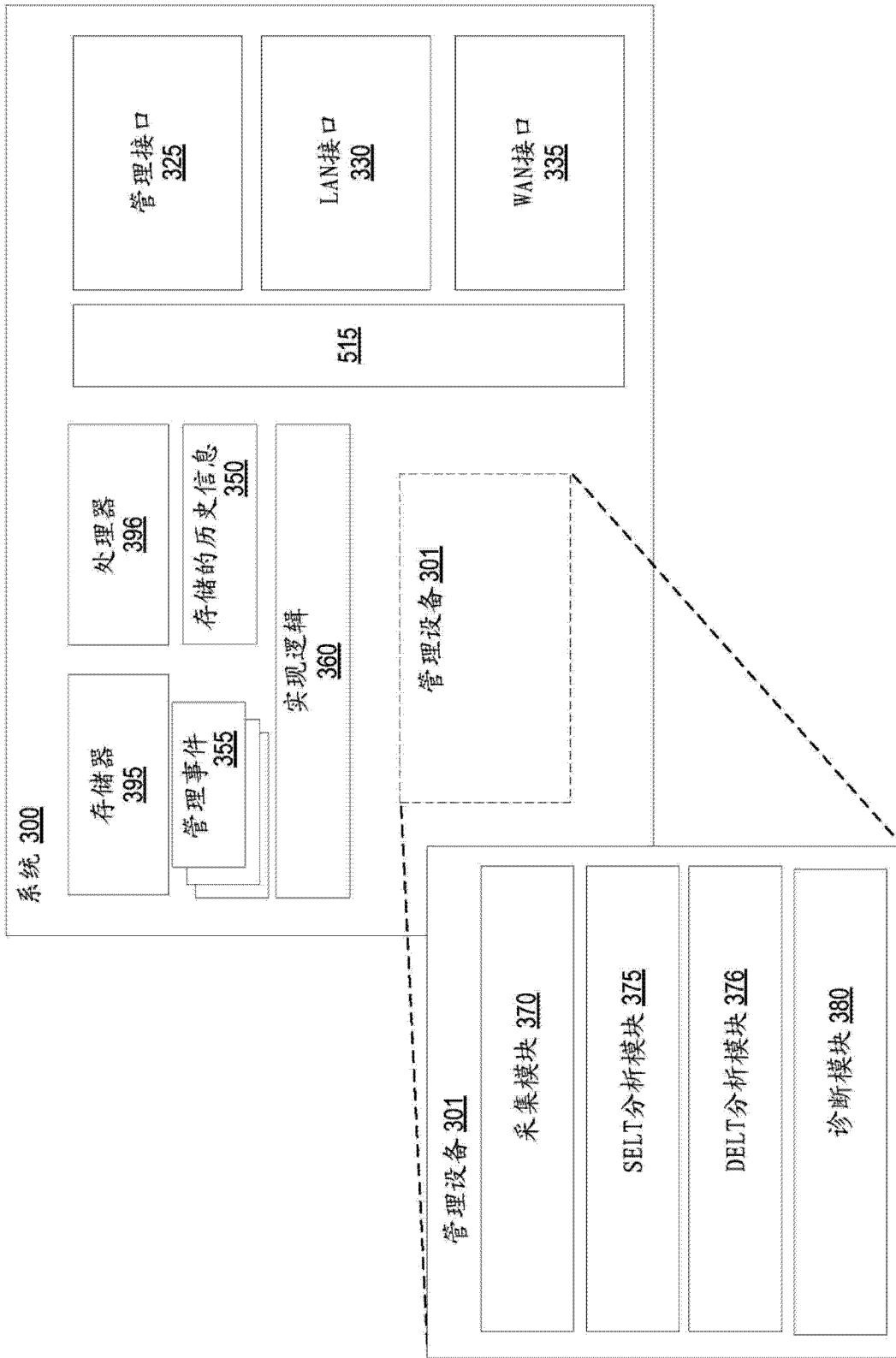


图 3

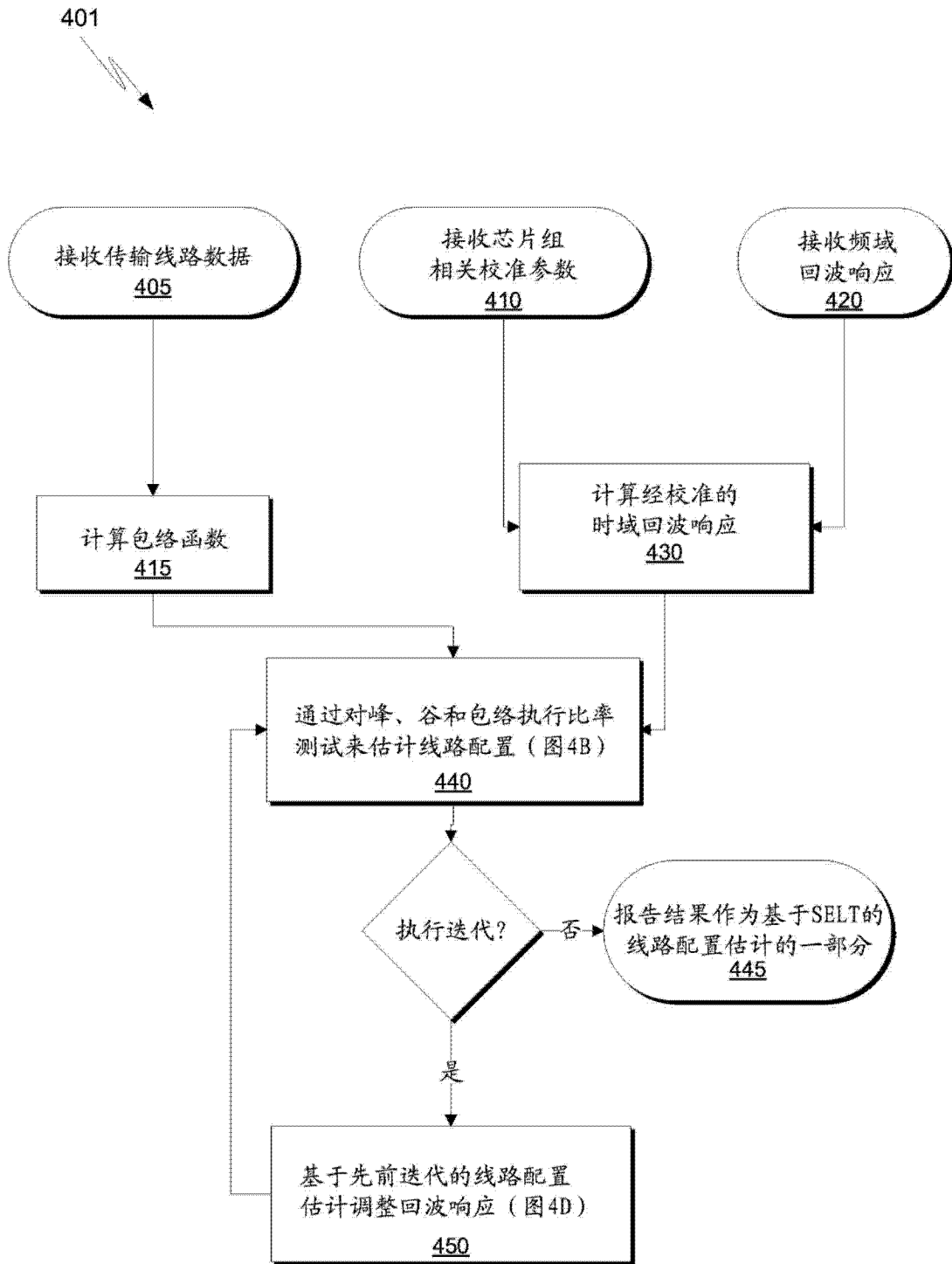


图 4A

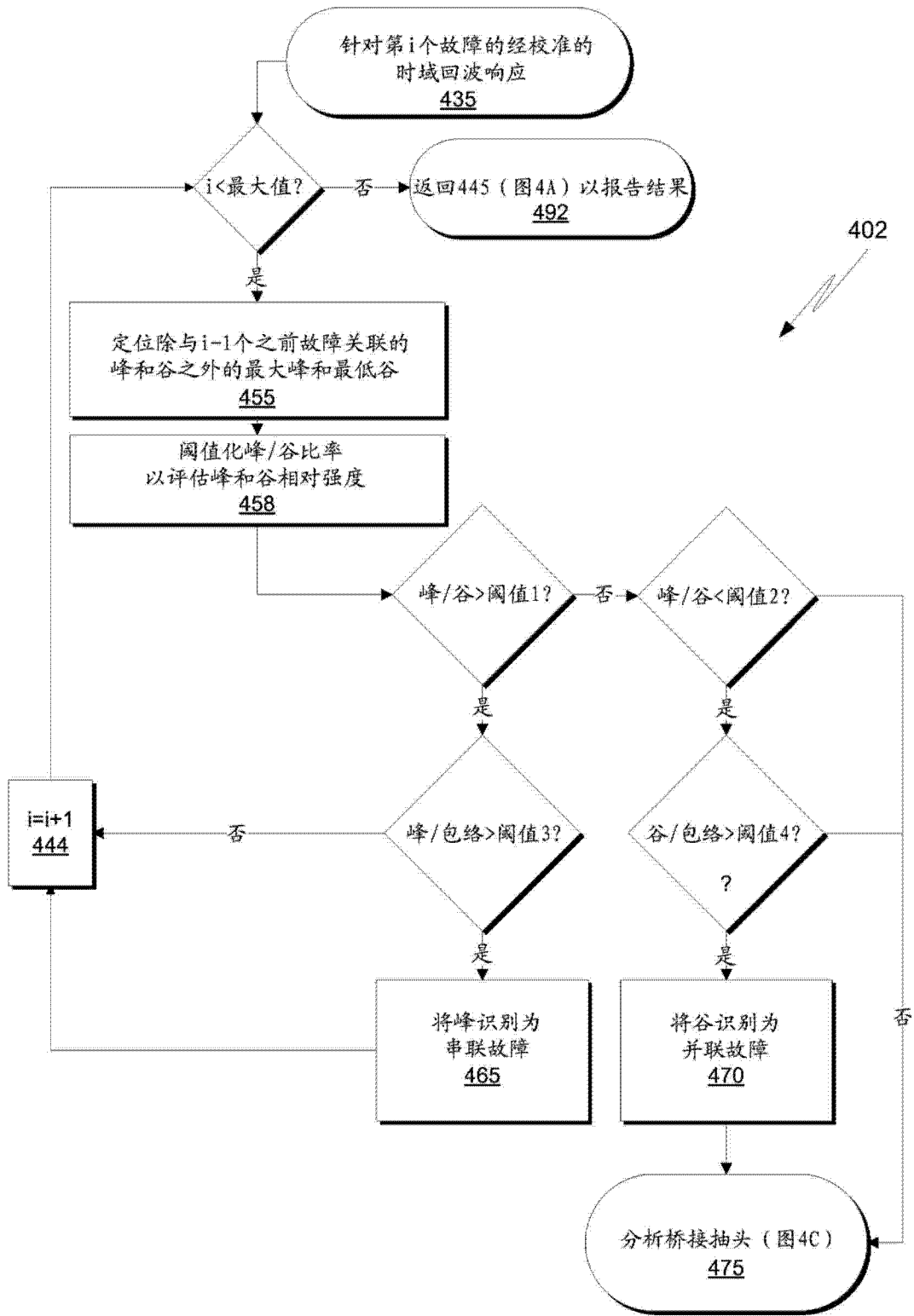


图 4B

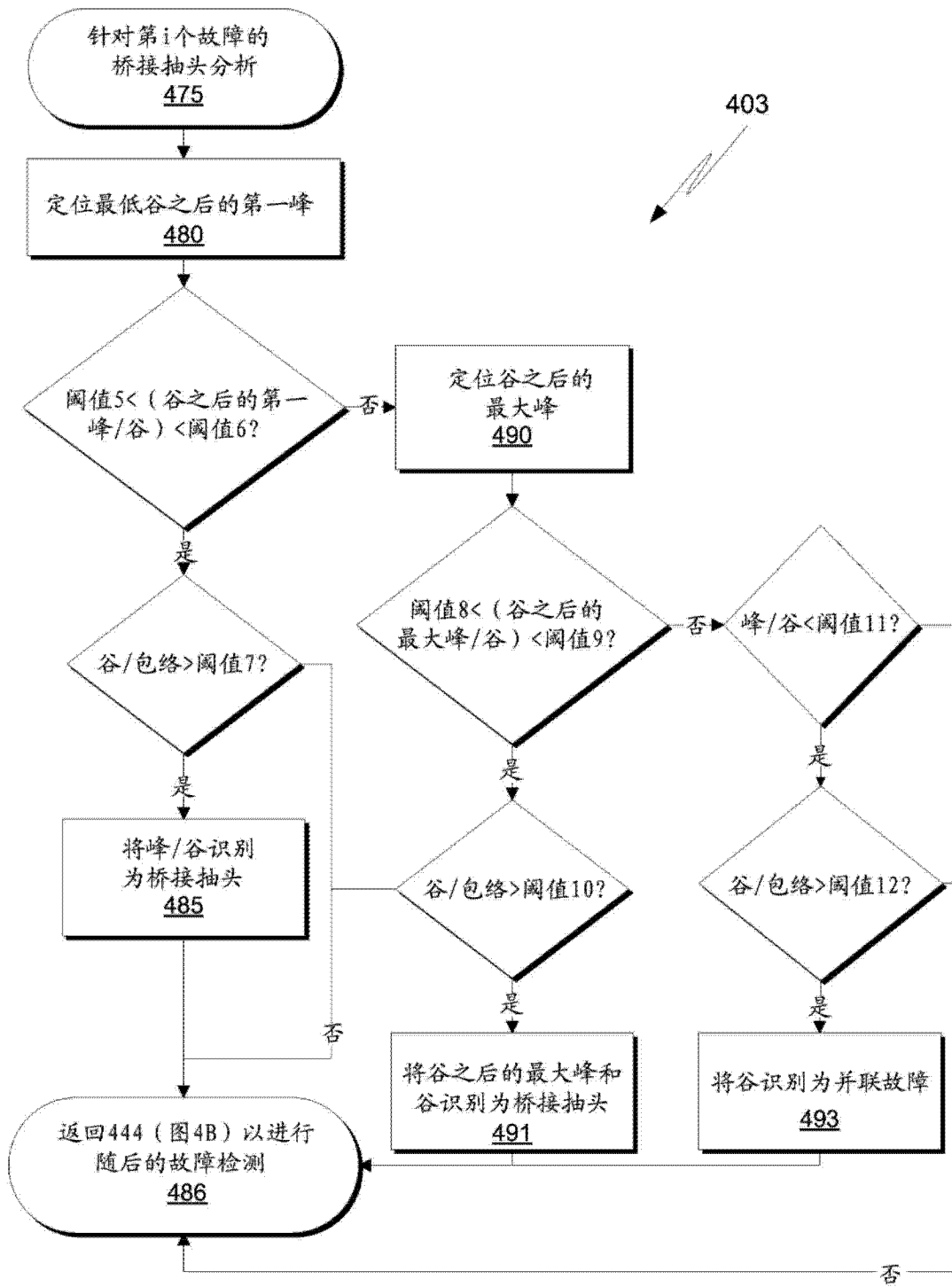


图 4C

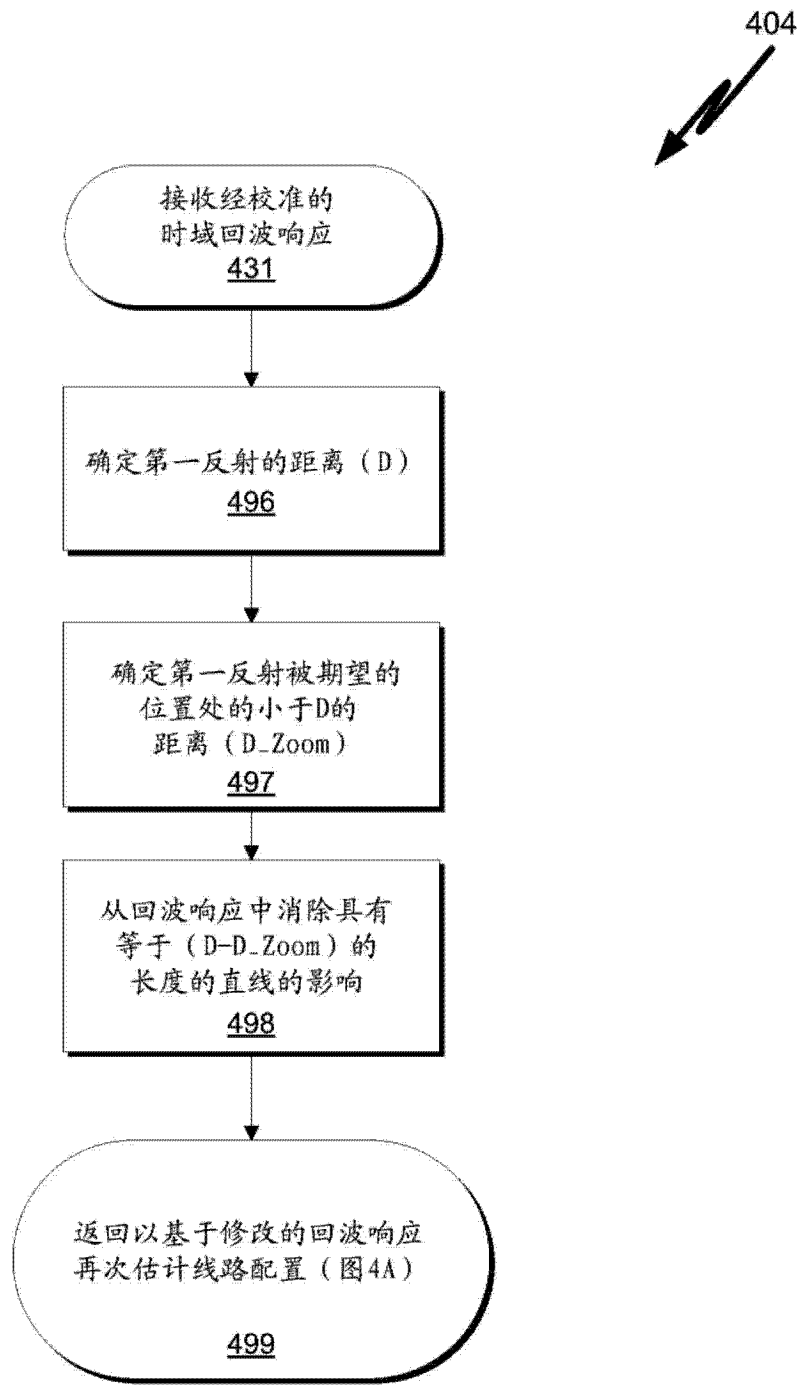


图 4D

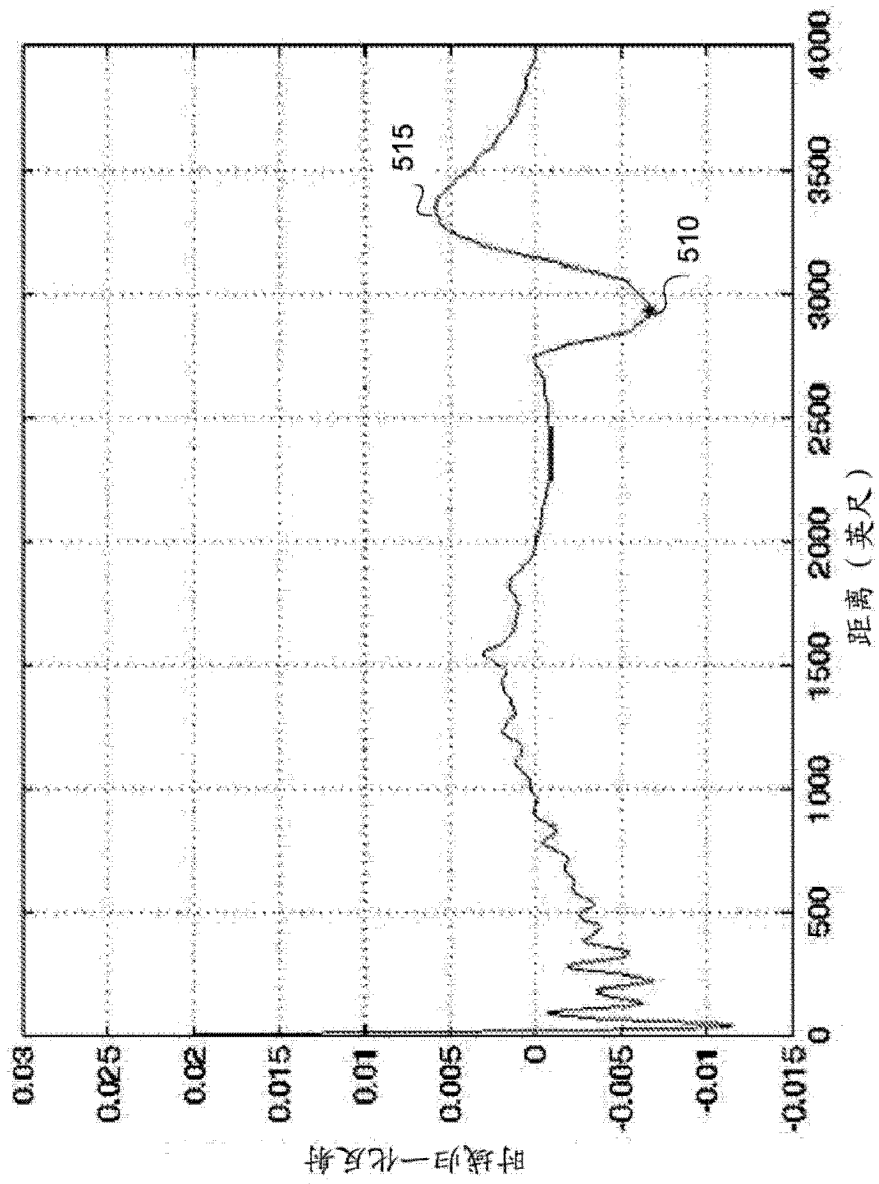


图 5A

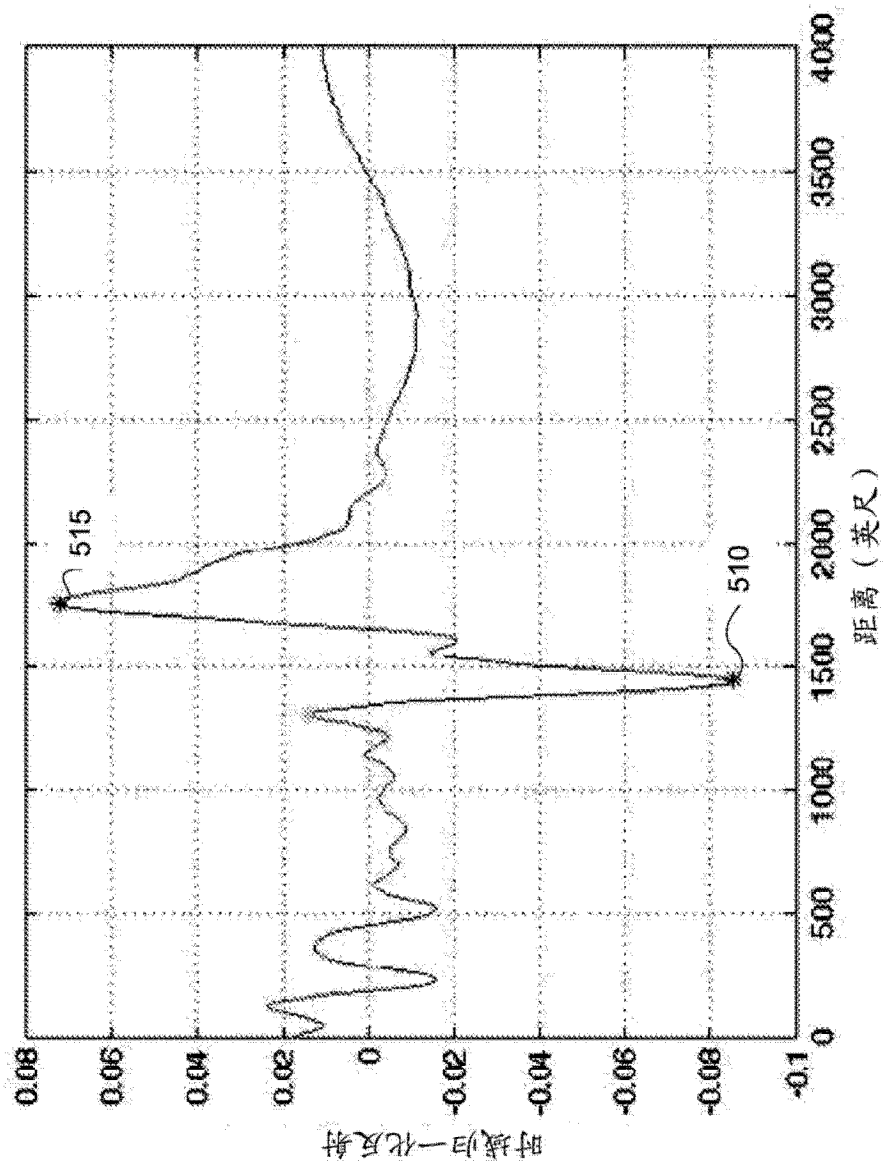


图 5B

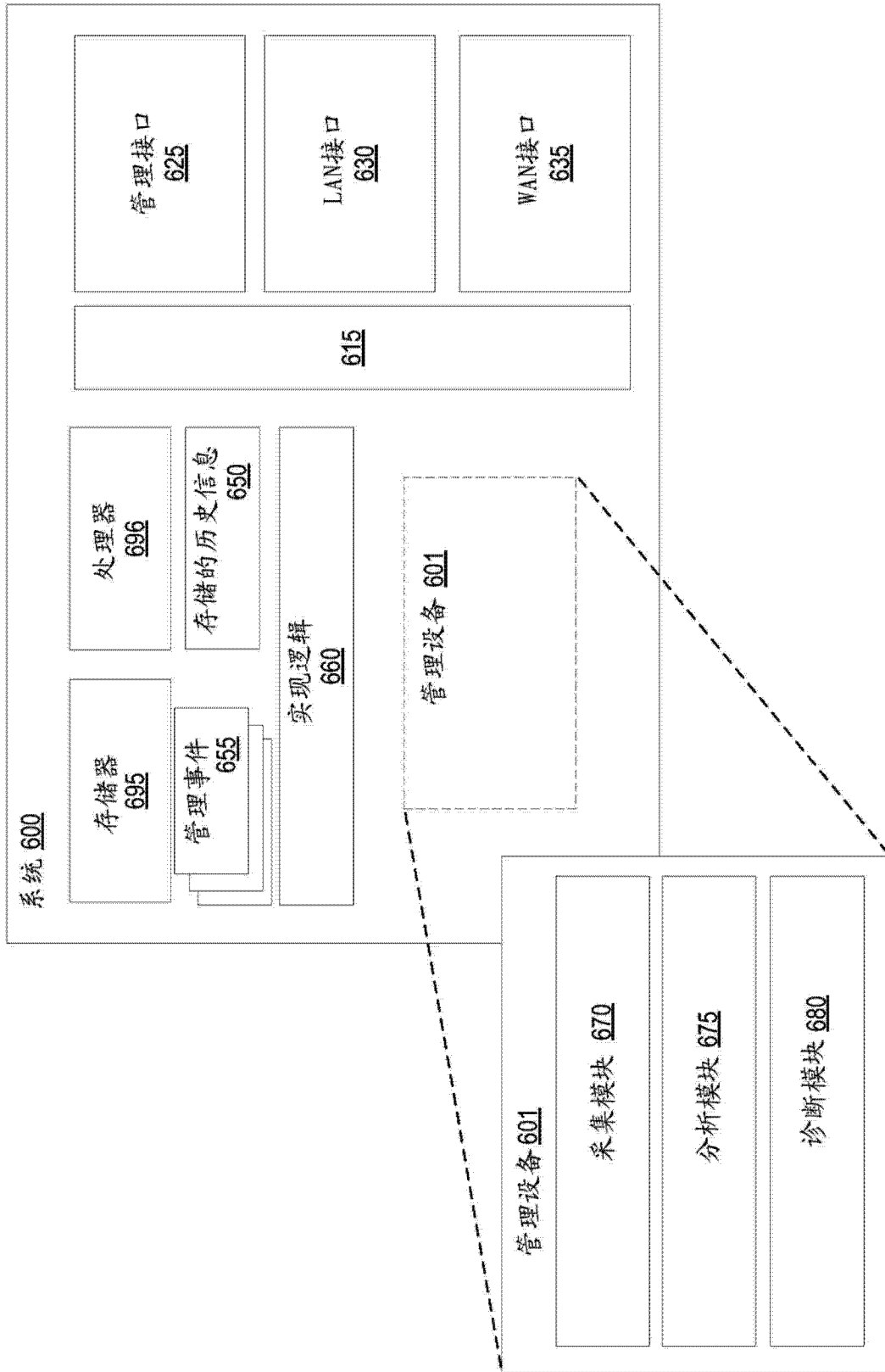


图 6

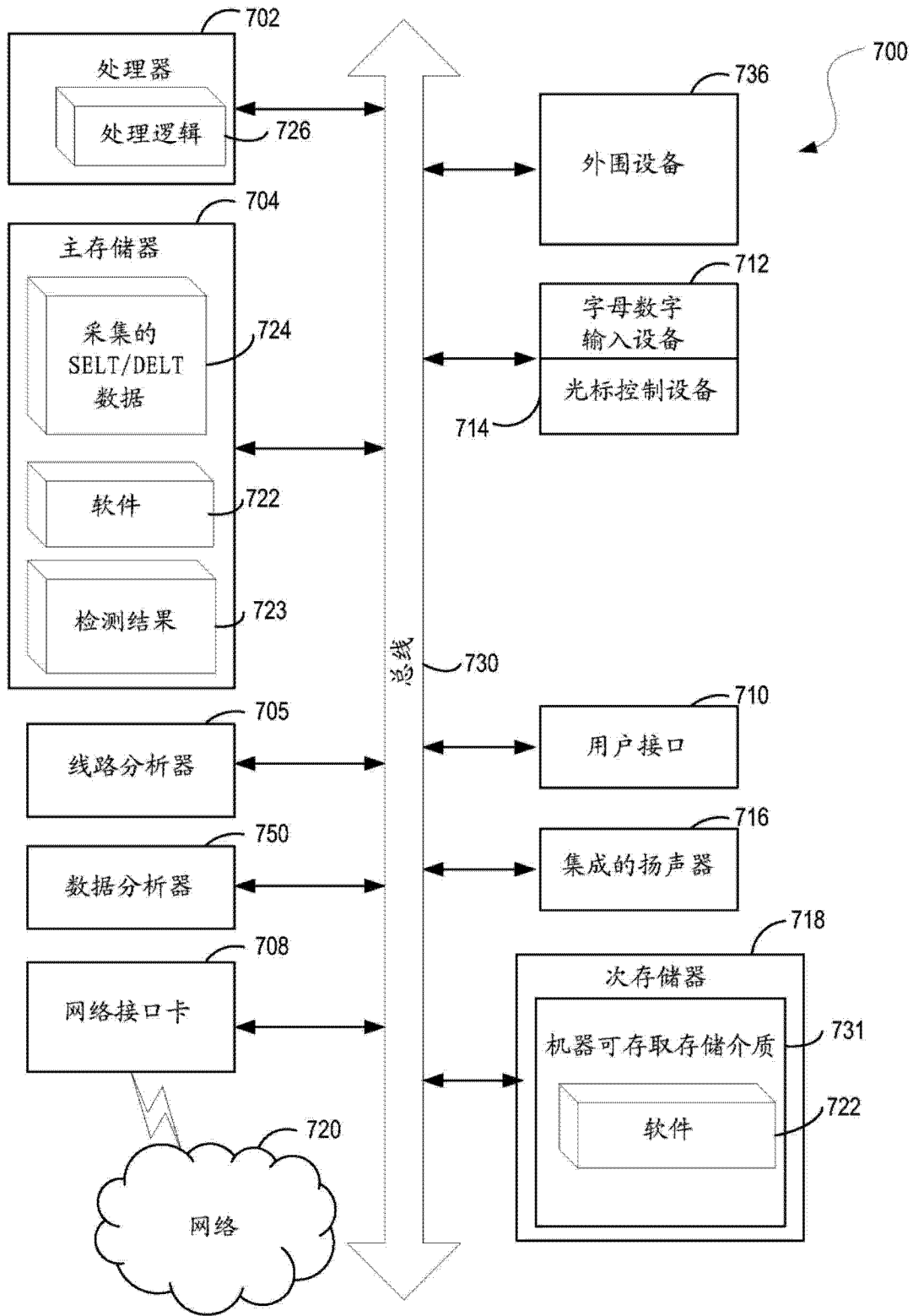


图 7