



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113438112 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 20

(21) 申请号 202110708917.7

审查员 王湘

(22) 申请日 2021.06.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113438112 A

(43) 申请公布日 2021.09.24

(73) 专利权人 瑞斯康达科技发展股份有限公司

地址 100094 北京市海淀区西北旺东路10

号院东区11号楼一至五层

(72) 发明人 赵兴贵 王永钊

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理

有限公司 11291

专利代理师 朱琳爱义

(51) Int. Cl.

H04L 41/0659 (2022.01)

H04L 43/02 (2022.01)

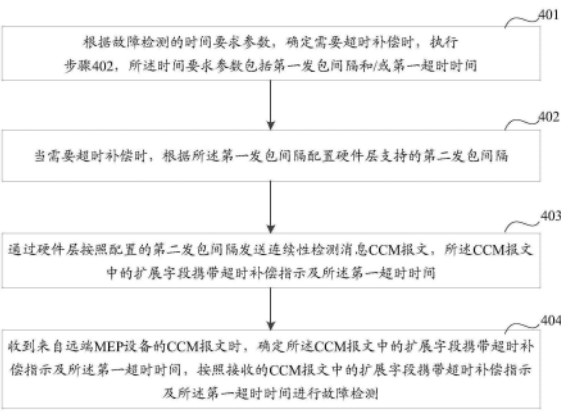
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

一种故障检测的方法、装置、和设备及介质

(57) 摘要

本发明提供一种故障检测的方法、装置、和设备及介质，该方法包括：根据故障检测的时间要求参数，确定是否需要超时补偿，所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间；当需要超时补偿时，根据第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔；通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文，CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及第一超时时间；收到来自远端MEP设备的CCM报文时，确定CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及第一超时时间，按照第一超时时间进行故障检测。本发明实现了对于CFM标准协议定义的CC发包间隔及超时时间的未覆盖时间区域，提供一种超时补偿方案来满足相关场景的需求。



1. 一种故障检测的方法,应用于MEP设备,其特征在于,包括:

根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

收到来自远端MEP设备的CCM报文时,确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间,按照所述第一超时时间进行故障检测;

当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔,包括:

当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,配置所述硬件层的第二发包间隔为硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔;

按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算第二超时时间,根据所述第二超时时间及CCM报文中的第一超时时间,确定需要软件补偿的第三超时时间;

收到来自远端MEP设备的CCM报文时,通过硬件层检测超过第二超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,通过软件层开始超时检测;

通过所述软件层检测到超过所述第三超时时间未收到远端设备的CCM报文时,进行故障报警。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

通过硬件层检测所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,包括:

若MEP设备的第一发包间隔和/或第一超时时间符合CFM标准协议,确定不需要超时补偿,否则,需要超时补偿。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

当不需要超时补偿时,配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中携带指示所述第一发包间隔的发包间隔域值;

收到来自远端MEP设备的CCM报文时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

通过硬件层检测到超过所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当需要超时补偿时,所述CCM报文中还携带

指示任一标准协议定义的发包间隔对应的发包间隔域值。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述CCM报文中的扩展字段为扩展字段TLV, 所述扩展字段包括类型TYPE字段和取值VALUE字段, 所述TYPE字段填充超时补偿指示, 所述VALUE字段填充所述第一超时时间。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述收到来自远端MEP设备的CCM报文, 包括:

当所述硬件层支持所述第一发包间隔时, 接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中的所述第一超时时间, 提取所述第一超时时间对应的发包间隔, 与硬件层配置的第一发包间隔一致时, 启动超时定时;

当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时, 接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中所述第一超时时间, 与时间要求参数中的第一超时时间一致时, 开启第二超时时间定时。

8. 一种故障检测的装置, 其特征在于, 包括:

超时补偿确定模块, 用于根据故障检测的时间要求参数, 确定是否需要超时补偿, 所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

硬件配置模块, 用于当需要超时补偿时, 根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

报文发送模块, 用于通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文, 所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

故障检测模块, 用于收到来自远端MEP设备的CCM报文时, 确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间, 按照所述第一超时时间进行故障检测;

当需要超时补偿时, 根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔, 包括:

当所述硬件层支持所述第一发包间隔时, 配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时, 配置所述硬件层的第二发包间隔为硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔;

按照所述第一超时时间进行故障检测, 包括:

当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时, 按照配置的所述第二发包间隔计算第二超时时间, 根据所述第二超时时间及CCM报文中的第一超时时间, 确定需要软件补偿的第三超时时间;

收到来自远端MEP设备的CCM报文时, 通过硬件层检测超过第二超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时, 通过软件层检测开始超时检测;

通过所述软件层检测到超过所述第三超时时间未收到远端设备的CCM报文时, 进行故障报警。

9. 一种故障检测的设备, 其特征在于, 包括至少一个处理器; 以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器; 其中, 所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令, 所述指令被所述至少一个处理器执行, 以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求1-7中任何一项所述的方法。

10. 一种计算机存储介质, 其特征在于, 所述计算机存储介质存储有计算机程序, 所述计算机程序用于使计算机执行如权利要求1-7任何一项所述的方法。

一种故障检测的方法、装置、和设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及以太网技术领域,特别涉及一种故障检测的方法、装置、和设备及介质。

背景技术

[0002] CFM(Connectivity Fault Management,连接故障管理)是一种网络级以太网OAM(Operation Administration and Maintenance,操作维护管理)技术,针对网络实现端到端的连通性故障检测、故障通告、故障判定和故障定位功能。用于对EVC(Ethernet Virtual Connection,以太网虚连接)进行主动的故障诊断,并通过故障管理功能有效降低网络维护成本,提高以太网的可维护性。

[0003] CFM使用CC(Continuity Check,连续性检测)协议来检测一个以太网虚连接的连通性,确定MP(Maintenance Point,维护联盟内部节点)之间的连接状态。该功能通过MEP(Maintenance association Intermediate Point,维护联盟内部节点)周期性地发送CCM(Continuity Check Message,连续性检测报文)实现,同一服务实例内其他MEP接收该报文,由此确定RMEP(Remote Maintenance association End Point,远端维护联盟边缘节点)的状态。如果设备故障或者链路中间配置错误,会导致MEP无法正常接收和处理RMEP发送的CCM。如果MEP在3.5个CCM间隔周期内未收到远端的CCM报文,则认为链路存在故障,会根据告警优先级配置发送故障告警。

[0004] 目前的CFM标准协议定义了CFM CC发包间隔、最大超时时间、最小超时时间、报文中CC发包间隔域值,按照目前的CFM标准协议进行故障检测,存在大量未覆盖到的CC发包间隔及CC超时时间,导致其不能满足一些应用的要求,因此需要一个弥补CFM标准协议CC发包间隔、CC超时时间定义的不足,以覆盖更多应用场景的需求的解决方案。

发明内容

[0005] 本申请的目的是提供一种故障检测的方法、装置、和设备及介质。

[0006] 用于解决现有的利用CFM标准协议进行故障检测时,存在大量未覆盖的CC发包间隔及CC超时时间的问题。

[0007] 第一方面,本申请实施例提供了一种故障检测的方法,应用于MEP设备,包括:

[0008] 根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

[0009] 当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

[0010] 通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

[0011] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间,按照所述第一超时时间进行故障检测。

[0012] 在一些可能的实施例中,所述当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬

件层支持的第二发包间隔,包括:

[0013] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

[0014] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,配置所述硬件层的第二发包间隔为硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔。

[0015] 在一些可能的实施例中,所述按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0016] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

[0017] 通过硬件层检测所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

[0018] 在一些可能的实施例中,所述按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0019] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算第二超时时间,根据所述第二超时时间间隔及CCM报文中的第一超时时间,确定需要软件补偿的第三超时时间;

[0020] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,通过硬件层检测超过第二超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,通过软件层检测开始超时检测;

[0021] 通过所述软件层检测到超过所述第三超时时间未收到远端设备的CCM报文时,进行故障报警。

[0022] 在一些可能的实施例中,所述故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,包括:

[0023] 若MEP设备的第一发包间隔和/或第一超时时间符合CFM标准协议,确定不需要超时补偿,否则,需要超时补偿。

[0024] 在一些可能的实施例中,本方法还包括:

[0025] 当不需要超时补偿时,配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

[0026] 通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中携带指示所述第一发包间隔的发包间隔域值;

[0027] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

[0028] 通过硬件层检测到超过所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

[0029] 在一些可能的实施例中,根据所述当需要超时补偿时,所述CCM报文中还携带指示任一标准协议定义的发包间隔对应的发包间隔域值。

[0030] 在一些可能的实施例中,根据所述CCM报文中的扩展字段为扩展字段TLV,所述扩展字段包括类型TYPE字段和取值VLAUE字段,所述TYPE字段填充超时补偿指示,所述VLAUE字段填充所述第一超时时间。

[0031] 在一些可能的实施例中,根据所述收到来自远端MEP设备的CCM报文,包括:

[0032] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中的所述第一超时时间对应的发包间隔,与硬件层配置的第一发包间隔一致时,启动超时定时;

[0033] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中所述第一超时时间,与时间要求参数中的第一超时时间一致时,开启第二超时时间定时。

[0034] 第二方面,本申请实施例提供一种故障检测的装置,包括:

[0035] 超时补偿确定模块,用于根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

[0036] 硬件配置模块,用于当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

[0037] 报文发送模块,用于通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

[0038] 故障检测模块,用于收到来自远端MEP设备的CCM报文时,确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间,按照所述第一超时时间进行故障检测。

[0039] 第三方面,本申请实施例提供一种故障检测的设备,包括至少一个处理器;以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述第一方面提供的一种故障检测的方法。

[0040] 第四方面,本申请实施例提供一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使计算机执行上述第一方面提供的一种故障检测的方法。

附图说明

[0041] 图1为相关技术中不同级别MD网络示意图;

[0042] 图2为相关技术中MEP与MIP网络结构示意图;

[0043] 图3为本申请实施例应用环境示意图;

[0044] 图4为本申请实施例提供的一种故障检测方法流程图;

[0045] 图5为本申请实施例提供的一种故障检测方法详细流程图;

[0046] 图6为本申请实施例中采用软件的方式进行超时补偿计时流程图;

[0047] 图7为本申请实施例提供的一种故障检测的装置结构图;

[0048] 图8为本申请实施例提供的一种故障检测的设备结构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面将结合附图对本申请实施例中的技术方案进行清楚、详尽地描述。在本申请实施例的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,例如,A/B可以表示A或B;文本中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况,另外,在本申请实施例的描述中,“多个”是指两个或两个以上。

[0050] 在本申请实施例的描述中,除非另有说明,术语“多个”是指两个或两个以上,其它量词与之类似应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本申请,并不用于限定本申请,并且在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0051] 为进一步说明本申请实施例提供的技术方案,下面结合附图以及具体实施方式对此进行详细的说明。虽然本申请实施例提供了如下述实施例或附图所示的方法操作步骤,但基于常规或者无需创造性的劳动在方法中可以包括更多或者更少的操作步骤。在逻辑上不存在必要因果关系的步骤中,这些步骤的执行顺序不限于本申请实施例提供的执行顺序。方法在实际的处理过程中或者控制设备执行时,可以按照实施例或者附图所示的方法顺序执行或者并行执行。

[0052] 鉴于相关技术中利用目前的CFM标准协议进行故障检测,其中存在大量未覆盖的CC发包间隔及CC超时时间,不能满足一些应用场景的需求。

[0053] 有鉴于此,本申请的发明构思为:对于CFM标准协议定义的CC发包间隔及超时时间的未覆盖时间区域,提供一种超时补偿方案进行故障检测,来满足相关场景的应用需求。

[0054] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0055] 下面结合附图对本申请实施例中的及一种弥补故障检测的方法进行详细说明。

[0056] CFM是一种网络级以太网OAM技术,下面对CFM的CFM组件和CFM的功能进行概述。

[0057] CFM组件主要涉及MD (Maintenance Domain,维护域)、服务实例 (Service Instance)、MEP (Maintenance associations End Point,维护联盟边缘节点)、MIP (Maintenance association Intermediate Point,维护联盟内部节点) 和MP (Maintenance Point,维护节点)。具体如下:

[0058] 1) MD

[0059] MD称MEG (Maintenance Entity Group,维护实体组) 是一个运行CFM功能的网络,它确定了进行OAM管理的网络范围。维护域具有级别属性,共分为8级 (0~7),数字越大表示维护域级别越高,对应维护域的范围越大。低级别MD的协议报文进入高级别的MD后被丢弃但是如果高级别MD中不存在MEP,而只有MIP,则报文能够通过。高级别MD的协议报文可以穿越低级别的MD。在同一VLAN范围内,不同的维护域之间可以相邻、嵌套,但不能交叉。

[0060] 如图1所示,MD2包含在MD1中,MD1的协议报文需要穿越MD2。因此,将MD1的级别配置为6,MD2的级别配置为3,这样MD1内的协议报文就可以穿越MD2实现整个MD1的连通性故障管理,而MD2的协议报文不会扩散到MD1中。MD2为服务器层,MD1为客户层。

[0061] 2) 服务实例

[0062] 服务实例又称作MA (Maintenance Association,维护联盟),是MD的一部分,一个MD可以划分成一个或多个服务实例。服务实例对应一个业务,可以映射到一组VLAN,不同服务实例映射的VLAN不能交叉。虽然服务实例可以映射到多个VLAN,但一个服务实例只能使用一个VLAN用于收发OAM报文,这个VLAN称为服务实例的主VLAN。

[0063] 3) MEP

[0064] 如图2所示,MEP是服务实例的边缘节点。MEP可以发送和处理CFM报文,MEP所在服务实例和MD决定了MEP收发报文的VLAN和级别。

[0065] 对于运行CFM的网络中的任意一台设备,该设备上的MEP称为本地MEP,同一服务实例内其它设备上的MEP对本设备而言称为RMEP (Remote Maintenance association End Point,远端维护联盟边缘节点)。

[0066] 一个服务实例内可以配置多个MEP,同一服务实例中的MEP发送的报文带有相同的S-VLAN TAG,相同的优先级和相同的C-VLAN TAG,MEP可以接收同一服务实例中其它MEP发送的OAM报文,并终结与自身同级别或比自身级别低的报文,转发比自身级别高的报文。

[0067] 4) MIP

[0068] 如图2所示,MIP是服务实例的内部节点,是设备按照规则自动创建的。MIP不能主动发送CFM报文,但是可以处理和回应LTM(LinkTrace Message,链路追踪消息)和LBM(LoopBack Message,环回消息)报文。

[0069] 5) MP

[0070] MEP和MIP统称为维护节点MP。

[0071] CFM的提高了OAM功能主要包括故障检测功能、故障确认功能和故障定位功能,具体如下:

[0072] 1) 故障检测功能:

[0073] 故障检测功能是指使用CC(Continuity Check,连续性检测)协议来检测一个以太网虚连接的连通性,确定MP之间的连接状态。该功能通过MEP周期性地发送CCM(Continuity Check Message,连续性检测消息)报文实现,同一服务实例内其他MEP接收该报文,由此确定RMEP的状态。如果设备故障或者链路中间配置错误,会导致MEP无法正常接收和处理RMEP发送的CCM。如果MEP在3.5个CCM间隔周期内未收到远端的CCM报文,则认为链路存在故障,会根据告警优先级配置发送故障告警。

[0074] 2) 故障确认功能:

[0075] 故障确认功能利用LB(LoopBack,环回功能),通过源MEP发送LBM和目的MP回应LBR以确定两个MP之间的连通性。源MEP发送LBM给要进行故障确认的MP,当该MP收到LBM报文后,发送一个LBR给源MEP,如果源MEP接收到LBR,则确认路径是连通的,如果源MEP没有接收到LBR,则确认存在连通性故障。

[0076] 3) 故障定位功能:

[0077] 故障定位功能利用LT(LinkTrace,链路跟踪),通过源MEP发送LTM给目的MP,LTM传输路径上的每个MP设备都会回应LTR给源MEP,通过记录有效的LTR和LTM定位故障点。

[0078] 本申请实施例主要涉及CFM的故障检测功能,具体的应用环境为服务实例内多个MEP发送CCM报文进行故障检测。如图3所示,为本申请示例的应用环境,SW-A与SW-C之间存在两个链路,分别为Link 1和RPL,SW-B与SW-C之间存在两个链路,分别为Link 2和RPL。

[0079] 对于环Ring-1(Ring-2类似),正常情况下SW-A与SW-C之间的RPL链路处于阻塞状态,另一条链路(Link 1)处于转发状态。当CFM CC检测到该条Link 1链路存在连通性故障时,SW-A与SW-C之间的RPL链路切换为转发状态,而该条链路(Link 1)切换为阻塞状态。

[0080] 使用CFM CC检测交换机设备SW-A与SW-C之间的连通性时,超时时间在60ms-75ms之间,认为是正常现象。当超时时间超过80ms时,认为出现了CC TIMEOUT故障。此种情况下由CFM CC触发8032完成链路倒换。

[0081] 针对故障检测功能,目前CFM标准协议(IEEE 802.1AG和ITU-T Y.1731)定义了CFM CC发包间隔、最大超时时间、最小超时时间、报文中CC发包间隔域值,具体参见表1:

[0082] 表1

[0083]	CC 发包间隔	最大超时时间	最小超时时间	CC 发包间隔域值
	无效			0
	3 1/3ms (300Hz)	11 2/3ms	10 5/6ms	1
	10ms	35ms	32.5ms	2
	100ms	350ms	325ms	3
	1s	3.5s	3.25s	4
	10s	35s	32.5s	5
	1min	3.5min	3.25min	6
	10min	35min	32.5min	7

[0084] 按照目前IEEE 802.1AG和ITU-T Y.1731标准协议的定义,其中间存在大量未覆盖到的CC发包间隔及CC超时时间。例如发包间隔4ms~9ms、11ms~99ms、101ms~999ms、等等,对应CC超时时间大致为13ms~31.5ms、35.75ms~346.5ms、353.5ms~3496.5ms、等等。

[0085] 本实施案例将使用CFM CC硬件检测链路连通性,提供相应的超时时间补偿方式,以弥补CFM标准协议CC发包间隔、CC超时时间定义的不足,以覆盖更多应用场景的需求。

[0086] 实施例1

[0087] 本申请实施例提供一种故障检测的方法,该方法可以解决利用目前的CFM标准协议进行故障检测,其中存在大量未覆盖的CC发包间隔及CC超时时间,不能满足一些应用场景的需求的问题,本申请实施例提供的故障检测的方法,可以实现未定义在标准协议中的CC发包间隔的超时补偿,满足更多场景的应用需求,如图4所示,该方法包括:

[0088] 步骤401,根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,当需要超时补偿时,执行步骤402;

[0089] 上述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

[0090] 在CFM标准协议中查找MEP设备的时间要求参数,若查找成功,说明不需要超时补偿,若查找失败,说明需要超时补偿。

[0091] 作为一种可选的实施方式,根据所述故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补偿,包括:

[0092] 若MEP设备的第一发包间隔和/或第一超时时间符合CFM标准协议,确定不需要超时补偿,否则,需要超时补偿。

[0093] 如表1所示,标准协议定义的7个CC发包间隔对应的CC发包间隔域值为1-7。查找CFM标准协议定义的7个CC发包间隔中是否存在等于本设备要求的第一发包间隔;如果查找成功,则确定无需超时补偿;如果查找失败,则确定需要超时补偿。当然,也可以从表1中查找第一超时时间,其中第一超时时间包括最大超时时间和/或最小超时时间,如果查找成功,则确定无需超时补偿;如果查找失败,则确定需要超时补偿。其中,最大/最小超时时间等于对应的n乘以第一发包间隔。

[0094] 步骤402,当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

[0095] 在硬件层进行发包间隔配置时,需要将发包间隔配置为硬件层支持的第二发包间隔。硬件层支持的第二层发包间隔可能包括上述第一发包间隔,也可能不包括上述第一发包间隔。实施中,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔时,可以将硬件层的发包间隔配置为配置硬件层支持且不大于上述第一发包间隔,即第二发包间隔不大于第

一发包间隔。

[0096] 作为一种可选的实施方式,在硬件层支持第一发包间隔时,可以直接将第二发包间隔配置为第一发包间隔,否则,可以将第二发包间隔配置为协议中定义的且小于第一发包间隔的发包间隔。

[0097] 步骤403,通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

[0098] 正常CCM报文中的扩展字段为空,本发明实施例在确定需要超时补偿时,将超时补偿指示及所述第一超时时间增加到扩展字段,以支持收到报文的远端MEP设备按照第一超时时间进行故障检测。

[0099] 步骤404,收到来自远端MEP设备的CCM报文时,确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间,按照所述第一超时时间进行故障检测。

[0100] 本发明实施例中,确定需要超时补偿时,通过在硬件层按照第一发包间隔进行发包间隔配置,并通过CCM报文携带超时补偿指示,以指示远端MEP不再按照协议定义的超时时间进行故障检测,并将第一超时时间携带在CCM报文中,从而支持远端MEP按照第一超时时间进行故障检测,同时在收到CCM报文时,确定CCM报文携带超时补偿指示时,确定需要进行超时补偿,以按照CCM报文中的第一超时时间进行故障检测,从而可以弥补CFM标准协议CC发包间隔、CC超时时间定义的不足,以覆盖更多应用场景的需求。

[0101] 上述方案在实施时,MEP设备进行超时补偿,以按照CCM报文中的第一超时时间进行故障检测,根据硬件层是否支持MEP设备要求的第一发包间隔,可以确定采用如下其中一种方式进行超时补偿:

[0102] 1) 硬件超时补偿方式

[0103] 若硬件层支持MEP设备要求的第一发包间隔,则根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔,包括:

[0104] 配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔。

[0105] 这样,硬件层配置的发包间隔是设备要求的发包间隔,不再是标准协议定义的7个CC发包间隔,而是自定义的一个位于这7个CC发包间隔之外的发包间隔。

[0106] 由于硬件层按照设备要求的第一发包间隔发送CCM报文,则按照接收的CCM报文中的所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0107] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

[0108] 通过硬件层检测所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

[0109] 从通过硬件层的配置参数可以直接得到设备要求的超时时间,实现硬件超时补偿。

[0110] 2) 软件超时补偿方式

[0111] 若所述硬件层不支持MEP设备要求的第一发包间隔,则当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔,包括:

[0112] 配置所述硬件层的第二发包间隔为硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔。

[0113] 硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔,为标准协议定义的发包间隔。这样,硬件层配置的发包间隔是标准协议定义的7个CC发包间隔的一个发包间隔。

[0114] 由于硬件层未按照设备要求的第一发包间隔发送CCM报文,则需要软件辅助进行超时补偿,按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0115] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算第二超时时间,根据所述第二超时时间间隔及CCM报文中的第一超时时间,确定需要软件补偿的第三超时时间;

[0116] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,通过硬件层检测超过第二超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,通过软件层检测开始超时检测;

[0117] 通过所述软件层检测到超过所述第三超时时间未收到远端设备的CCM报文时,进行故障报警。

[0118] 上述第三超时时间具体为第一超时时间减去第二超时时间。

[0119] 如前所述,硬件层配置的第二发包间隔是小于第一发包间隔的,因此按照第二发包间隔计算的超时补偿时间小于第一超时时间,则在硬件层的第二超时时间到达时,启动软件继续进行计时,在超过所述第三超时时间未收到远端MEP的CCM报文时,说明已经第一超时时间未收到远端设备的CCM报文时,进行故障报警。

[0120] 作为一种可选的实施方式,当不需要超时补偿时,配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

[0121] 通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中携带指示所述第一发包间隔的发包间隔域值;

[0122] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

[0123] 通过硬件层检测到超过所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

[0124] 本发明实施例提供的技术方案可适用于运行有CFM功能的网络,具体可以由网络中的任意一台MEP设备执行,其中每台MEP设备初始化为在硬件层实现CFM中的CC功能。典型的,所述网络可以是物联网,MEP设备可以是交换机、路由器等。

[0125] 下面给出本发明故障检测的方法的详细实施例,如图5所示,该方法包括:

[0126] 步骤501,获取MEP设备故障检测的时间要求参数,确定MEP设备对CC发包间隔和超时时间的要求;

[0127] 上述时间要求参数包括要求的发包间隔和/或超时时间。

[0128] 步骤502,根据故障检测的时间要求参数,判断是否需要进行超时补偿,确定需要进行超时补偿时,执行步骤503,否则执行步骤513-516;

[0129] 其中,超时时间= $n \times \text{CC发包间隔}$, n 大于或等于3.25且小于或等于3.5。则最小超时时间= $3.25 \times \text{CC发包间隔}$,最大超时时间= $3.5 \times \text{CC发包间隔}$ 。

[0130] 具体实施时,查找标准协议定义的7个CC发包间隔中是否存在等于本设备要求的发包间隔;如果查找成功,则确定无需超时补偿;如果查找失败,则确定需要超时补偿。当然,也可以查询其他的参数例如最小超时时间或最大超时时间。

[0131] 本发明实施例适用于链路倒换场景时,该场景下设备对CC发包间隔和超时时间的

要求为： $T_{sw}=T_{cc}*\{\Delta_{min},\Delta_{max}\}+T_{\Delta}$

[0132] T_{sw} 表示链路倒换最长时间； T_{cc} 表示CC发包间隔，取值范围遵循标准协议定义；

[0133] Δ_{min} 、 Δ_{max} 遵循协议标准定义，分别为3.25、3.5；

[0134] T_{Δ} 表示其它软件处理时间，为经验值，与CPU性能、LOCAL-MEP与REMOTE-MEP数量均有关系。在CPU、LOCAL-MEP与REMOTE-MEP数量一定的情况下， T_{Δ} 变化不大，并且 T_{Δ} 可忽略不计。

[0135] 步骤503，根据硬件层是否支持设备要求的CC发包间隔，确定采用硬件超时补偿方式还是软件超时补偿方式，其中，当硬件层支持设备要求的CC发包间隔时，确定采用硬件超时补偿方式，执行步骤504-507，当硬件层不支持设备要求的CC发包间隔时，确定采用软件超时补偿方式，执行步骤508-512；

[0136] 具体确定硬件层是否支持设备要求的CC发包间隔的过程可包括：识别MEP设备的硬件层上交换芯片的型号是否为预设型号；如果，则确定设备的硬件层支持自定义CC发包间隔及超时时间，也就支持设备要求的CC发包间隔；否则确定设备的硬件层不支持自定义CC发包间隔及超时时间，确定采用需要软件辅助进行超时补偿的软件超时补偿方式。

[0137] 步骤504，将硬件层的CC发包间隔配置为本设备要求的CC发包间隔；

[0138] 步骤505，硬件层按照配置的CC发包间隔在网络中周期性的发出CCM报文，上述CCM报文中还携带指示任一标准协议定义的CC发包间隔对应的发包间隔域值；

[0139] 在现有技术中，标准协议定义的7个CC发包间隔对应的CCM报文中的发包间隔域的发包间隔域值为1-7。而在上述步骤504-505中，采用硬件超时补偿，硬件层的CC发包间隔不再是标准协议定义的7个CC发包间隔，而是自定义的一个位于这7个CC发包间隔之外的发包间隔，为防止发出的CCM被识别为非法报文，将发出的CCM中携带的发包间隔域依然取值为1-7中的值，而具体取1-7中的哪个值可以任意选取。

[0140] 作为一种可选的实施方式，选取的取值为：标准协议定义的7个CC发包间隔中，小于本设备要求的CC发包间隔且与本设备要求的CC发包间隔最为接近的CC发包间隔域值。

[0141] 需要说明的是，在需要超时补偿的情况下，CCM中的发包间隔域值已无任何实际物理意义，其不能够正确标识本设备要求的发包间隔，对此，可以在CCM报文中的扩展字段填充要求的超时时间。

[0142] 作为一种可选的实施方式，所述CCM报文中的扩展字段为扩展字段TLV，所述扩展字段包括类型TYPE字段和取值VALUE字段，所述TYPE字段填充超时补偿指示，所述VALUE字段填充所述设备要求的超时时间。

[0143] CCM报文中还包括MEG ID字段，当CFM使用的协议为IEEE 802.1AG时，MEG ID字段中的MA NAME不为空，扩展字段中的TYPE字段值设定为9-30范围内的一个值（例如10）作为超时补偿指示，对应的VALUE字段填充本设备要求的CC发包间隔对应的超时时间。当CFM使用的协议为Y.1731时，MEG ID字段中的MANAME为空，扩展字段中的TYPE字段值设定为32-63范围内的一个值（例如32）作为超时补偿指示，对应的VALUE字段填充本设备要求的CC发包间隔对应的超时时间。

[0144] 步骤506、设备的硬件层检测到超时时间到达未收到远端MEP设备的CCM报文时，确定发生CC TIMEOUT故障，其中，超时时间=（n*硬件层配置的CC发包间隔）。

[0145] 设备的硬件层收到网络中远端设备发送给自己的CCM报文后，提取该CCM报文中携

带的远端设备要求的CC发包间隔对应的超时时间,当提取到超时时间对应的CC发包间隔与本设备硬件层配置的CC发包间隔一致时,确定正确的收到一次来自该远端设备的CCM报文,并启动CCM报文超时定时;若直到CCM报文超时时间达到($n \times$ 硬件层配置的CC发包间隔)时未再正确收到一次来自该远端设备的CCM报文,则确定该远端设备发生CC TIMEOUT故障,需要进行该远端设备的CC TIMEOUT告警。

[0146] 其中,提取CCM报文中携带的远端设备要求的CC发包间隔对应的超时时间,包括:

[0147] 读取CCM中MEGID字段;

[0148] 如果MEGID字段中的MANAME为空,则读取扩展字段中属于32-63范围内的设定类型TYPE(例如32)对应的值VALUE,该值即为CCM中携带的远端设备要求的CC发包间隔对应的超时时间;当扩展字段中并不存在属于32-63范围内设定类型TYPE对应的值VALUE时,直接将CCM中的发包间隔域值标识的CC发包间隔作为CCM中携带的远端设备要求的CC发包间隔;

[0149] 如果MEGID字段中的MANAME不为空,则读取扩展字段中属于9-30范围内的设定类型TYPE(例如10)对应的值VALUE,该值即为CCM报文中携带的远端设备要求的CC发包间隔对应的超时时间;当扩展字段中并不存在属于9-30范围内的设定类型TYPE对应的值VALUE时,直接将CCM报文中的发包间隔域值标识的CC发包间隔作为CCM中携带的远端设备要求的CC发包间隔。

[0150] 步骤507、以硬件中断的方式,进行该远端设备的CC TIMEOUT告警。

[0151] 步骤508,从标准协议定义的7个CC发包间隔中选择硬件层支持的小于本设备要求的CC发包间隔且与本设备要求的CC发包间隔最为接近的CC发包间隔,并计算需要软件补偿的超时时间。

[0152] 当所述硬件层不支持设备要求的CC发包间隔时,按照配置的CC发包间隔计算对应的超时时间,根据设备要求的超时时间和计算的超时时间,确定需要软件补偿的第三超时时间。

[0153] 实施中,可以采用如下方式计算:需要软件补偿的超时时间= $n \times$ (本设备要求的CC发包间隔的要求-硬件层配置的CC发包间隔)。例如, $n=3.5$,本设备要求的CC发包间隔为55ms时,硬件层支持的CC发包间隔 T_{cc} 为10ms,软件补偿的超时时间为 $157.5=3.5 \times (55-10)$ ms。

[0154] 步骤509、将硬件层的CC发包间隔配置为所述选择的CC发包间隔。

[0155] 步骤510、硬件层按照配置的CC发包间隔在网络中周期性的发送CCM报文,上述CCM报文中还携带指示任一标准协议定义的CC发包间隔对应的发包间隔域值。

[0156] 在现有技术中,标准协议定义的7个CC发包间隔对应的CCM中的发包间隔域为1-7。而在上述步骤509-510中,采用软件超时补偿,虽然硬件层配置的CC发包间隔是从标准协议定义的7个CC发包间隔中选择出的,但是此情况下CCM报文中的发包间隔域已无任何实际物理意义,所以发出的CCM中的发包间隔域值可以取值为1-7中的任意值,只要不被识别为非法报文即可。作为一种可选的实施方式,CCM报文中发包间隔域的取值为:硬件层配置的CC发包间隔域值,即标准协议定义的7个CC发包间隔中,小于本设备要求的CC发包间隔且与本设备要求的CC发包间隔最为接近的CC发包间隔域值。

[0157] 与上述步骤505相同,本步骤510中,为能够正确标识本设备要求的CC发包间隔对应的超时时间,所述CCM报文中的扩展字段为扩展字段TLV,所述扩展字段包括类型TYPE字

段和取值VLAUE字段,所述TYPE字段填充超时补偿指示,所述VLAUE字段填充所述设备要求的超时时间。

[0158] CCM报文中还包括MEG ID字段,当CFM使用的协议为IEEE 802.1AG时,MEG ID字段中的MANAME不为空,扩展字段中的TYPE字段值设定为9-30范围内的一个值(例如10)作为超时补偿指示,对应的VALUE字段填充本设备要求的CC发包间隔对应的超时时间。当CFM使用的协议为Y.1731时,MEG ID字段中的MA NAME为空,扩展字段中的TYPE字段值设定为32-63范围内的一个值(例如32)作为超时补偿指示,对应的VALUE字段填充本设备要求的CC发包间隔对应的超时时间。

[0159] 步骤511,设备的硬件层检测到超时时间到达未收到远端MEP设备的CCM报文时,确定发生CC TIMEOUT故障,其中,超时时间=(n*硬件层配置的CC发包间隔)。

[0160] 该步骤511的检测过程与上述步骤506相同。

[0161] 步骤512、硬件层通过中断的方式,触发采用软件的方式进行超时补偿计时,时长为所述计算的软件补偿的超时时间,计时结束时未收到远端设备的CCM时,通过软件进行该远端设备的CC TIMEOUT告警。

[0162] 在本步骤512中,采用软件的方式进行超时补偿计时,包括以下步骤,如图6所示:

[0163] 子步骤5120、初始化计数为0;

[0164] 子步骤5121、如果计数未达到阈值 Δth ,则进入子步骤5122;如果计数达到阈值,则跳出循环,执行步骤5123,计时结束;

[0165] 子步骤5122:延时Tth,递增计数,进入子步骤5121。

[0166] 其中,阈值 Δth =取整(计算的软件补偿的超时时间/Tth)。Tth对应设备定时器的至少一个节拍,最小可以精确到1ms。如果补偿时间为ms级,则Tth可以取1ms;如果补偿时间为min级,则Tth可以取10ms或者100ms。当比值不为整数时,可以采用向上取整、向下取整、四舍五入等取整方式,优选为向上取整。

[0167] 步骤513,将硬件层的CC发包间隔配置为本设备要求的CC发包间隔。

[0168] 步骤514,硬件层按照配置的CC发包间隔在网络中周期性的发送CCM报文,上述CCM报文中携带发包间隔域值,且扩展字段为空。

[0169] 不同与上述步骤505和510,在本步骤514中,CCM报文中的发包间隔域值为配置的CC发包间隔,扩展字段不再携带任何CC发包间隔信息。

[0170] 步骤515,设备的硬件层检测到超时时间到达未收到远端MEP设备的CCM报文时,确定发生CC TIMEOUT故障,其中,超时时间=(n*硬件层配置的CC发包间隔)。

[0171] 该步骤515与上述步骤506相同。

[0172] 步骤516、以硬件中断的方式,进行该远端设备的CC TIMEOUT告警。

[0173] 该步骤516与上述步骤507相同,这里不再详述。

[0174] 以采用协议IEEE 802.1AG为例,以下3个表分别给出方案在3种不同情况下CCM报文中的相关参数。其中,表2为不需要进行超时补偿时对应的CCM报文中的发包间隔阈值及TLV字段的填充方式,表3为需要进行硬件超时补偿时对应的CCM报文中的发包间隔阈值及TLV字段的填充方式,表4为需要进行软件超时补偿时对应的CCM报文中的发包间隔阈值及TLV字段的填充方式,其中超时时间可以但不限于为60ms。

[0175] 表2

	设备要求的 CC 发包间 隔 (ms)	硬件配置的 CC 发包间 隔 (ms)	超时补偿方 式	CCM 报文	
				时间间隔 域值	TLV 字段
[0176]	10ms	10ms	无超时补偿	2	-
			硬件超时补 偿	-	-
			软件超时补 偿	-	-

[0177] 表3

	设备要求的 CC 发包间 隔 (ms)	硬件配置的 CC 发包间 隔 (ms)	超时补偿方 式	CCM 报文	
				时间间隔 域值	TLV 字段
[0178]	60ms	60ms	无超时补偿	-	-
			硬件超时补 偿	1-7 中任意 值	TYPE:9 LENGTH:3 字节
[0179]					VLAUE:00003C(60ms 的 16 进制表示)
			软件超时补 偿	-	-

[0180] 表4

	设备要求的 CC 发包间 隔 (ms)	硬件配置的 CC 发包间 隔 (ms)	超时补偿 方式	CCM 报文	
				时间间隔 域值	TLV 字段
[0181]	60ms	10ms	无超时补 偿	-	-
			硬件超时 补偿	-	-
			软件超时 补偿	1-7 中任意 值	TYPE:9 LENGTH: 3 字节 VLAUE:00003C(60ms 的 16 进制表示)

[0182] 实施例2

[0183] 本申请实施例提供一种故障检测的装置,如图7所示,包括:

[0184] 超时补偿确定模块701,用于根据故障检测的时间要求参数,确定是否需要超时补

偿,所述时间要求参数包括第一发包间隔和/或第一超时时间;

[0185] 硬件配置模块702,用于当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔配置硬件层支持的第二发包间隔;

[0186] 报文发送模块703,用于通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间;

[0187] 故障检测模块704,用于收到来自远端MEP设备的CCM报文时,确定所述CCM报文中的扩展字段携带超时补偿指示及所述第一超时时间,按照所述第一超时时间进行故障检测。

[0188] 在一些可能的实施例中,当需要超时补偿时,根据所述第一发包间隔硬件配置模块配置硬件层支持的第二发包间隔,包括:

[0189] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,硬件配置模块配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

[0190] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,硬件配置模块配置所述硬件层的第二发包间隔为硬件层支持的小于且最接近所述第一发包间隔的发包间隔。

[0191] 在一些可能的实施例中,报文发送模块按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0192] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时,报文发送模块收到来自远端MEP设备的CCM报文时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时间;

[0193] 通过硬件层检测所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,进行故障告警。

[0194] 在一些可能的实施例中,报文发送模块按照所述第一超时时间进行故障检测,包括:

[0195] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时,按照配置的所述第二发包间隔计算第二超时时间,根据所述第二超时时间间隔及CCM报文中的第一超时时间,确定需要软件补偿的第三超时时间;

[0196] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,通过硬件层检测超过第二超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时,通过软件层检测开始超时检测;

[0197] 通过所述软件层检测到超过所述第三超时时间未收到远端设备的CCM报文时,进行故障报警。

[0198] 在一些可能的实施例中,根据所述故障检测的时间要求参数,超时补偿确定模块确定是否需要超时补偿,包括:

[0199] 若MEP设备的第一发包间隔和/或第一超时时间符合CFM标准协议,确定不需要超时补偿,否则,需要超时补偿。

[0200] 在一些可能的实施例中,所述故障检测的装置,还包括:

[0201] 当不需要超时补偿时,调整模块(图中未示出)配置所述硬件层的第二发包间隔为所述第一发包间隔;

[0202] 通过硬件层按照配置的第二发包间隔发送连续性检测消息CCM报文,所述CCM报文中携带指示所述第一发包间隔的发包间隔域值;

[0203] 收到来自远端MEP设备的CCM报文时,按照配置的所述第二发包间隔计算超时时

间；

[0204] 通过硬件层检测到超过所述计算的超时时间未收到远端MEP设备的CCM报文时，进行故障告警。

[0205] 在一些可能的实施例中，根据所述当需要超时补偿时，所述硬件配置模块中的CCM报文还携带指示任一标准协议定义的发包间隔对应的发包间隔域值。

[0206] 在一些可能的实施例中，所述报文发送模块的CCM报文中的扩展字段为扩展字段TLV，所述扩展字段包括类型TYPE字段和取值VLAUE字段，所述TYPE字段填充超时补偿指示，所述VLAUE字段填充所述第一超时时间。

[0207] 在一些可能的实施例中，所述故障检测模块收到来自远端MEP设备的CCM报文，包括：

[0208] 当所述硬件层支持所述第一发包间隔时，接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中的所述第一超时时间对应的发包间隔，与硬件层配置的第一发包间隔一致时，启动超时定时；

[0209] 当所述硬件层不支持所述第一发包间隔时，接收到一次来自远端MEP设备的CCM报文中的所述第一超时时间，与时间要求参数中的第一超时时间一致时，开启第二超时时间定时。

[0210] 下面参照图来描述根据本申请的这种实施方式的故障检测的设备130。图7显示的故障检测的设备130仅仅是一个示例，不对本申请实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0211] 如图8所示，故障检测的设备130以通用电子设备的形式表现。故障检测的设备130的组件可以包括但不限于：上述至少一个处理器131、上述至少一个存储器132、连接不同系统组件（包括存储器132和处理器131）的总线133。

[0212] 总线133表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储器总线或者存储器控制器、外围总线、处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。

[0213] 存储器132可以包括易失性存储器形式的可读介质，例如随机存取存储器（RAM）1321和/或高速缓存存储器1322，还可以进一步包括只读存储器（ROM）1323。

[0214] 存储器132还可以包括具有一组（至少一个）程序模块1324的程序/实用工具1325，这样的程序模块1324包括但不限于：操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据，这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。

[0215] 故障检测的设备130也可以与一个或多个外部设备134（例如键盘、指向设备等）通信，还可与一个或者多个使得用户能与故障检测的设备130交互的设备通信，和/或与使得该故障检测的设备130能与一个或多个其它电子设备进行通信的任何设备（例如路由器、调制解调器等等）通信。这种通信可以通过输入/输出（I/O）接口135进行。并且，故障检测的设备130还可以通过网络适配器136与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。如图所示，网络适配器136通过总线133与用于故障检测的设备130的其它模块通信。应当理解，尽管图中未示出，可以结合故障检测的设备130使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理器、外部磁盘驱动阵列、RAID系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0216] 在一种可能的实施方式中，本申请提供的故障检测的方法的各个方面还可以实现

为一种程序产品的形式,其包括程序代码,当程序产品在计算机设备上运行时,程序代码用于使计算机设备执行本说明书上述描述的根据本申请各种示例性实施方式的一种故障检测的方法步骤。

[0217] 程序产品可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以是一——但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

[0218] 本申请的实施方式的用于监控的程序产品可以采用便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)并包括程序代码,并可以在电子设备上运行。然而,本申请的程序产品不限于此,在本文件中,可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0219] 尽管已描述了本申请的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0220] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

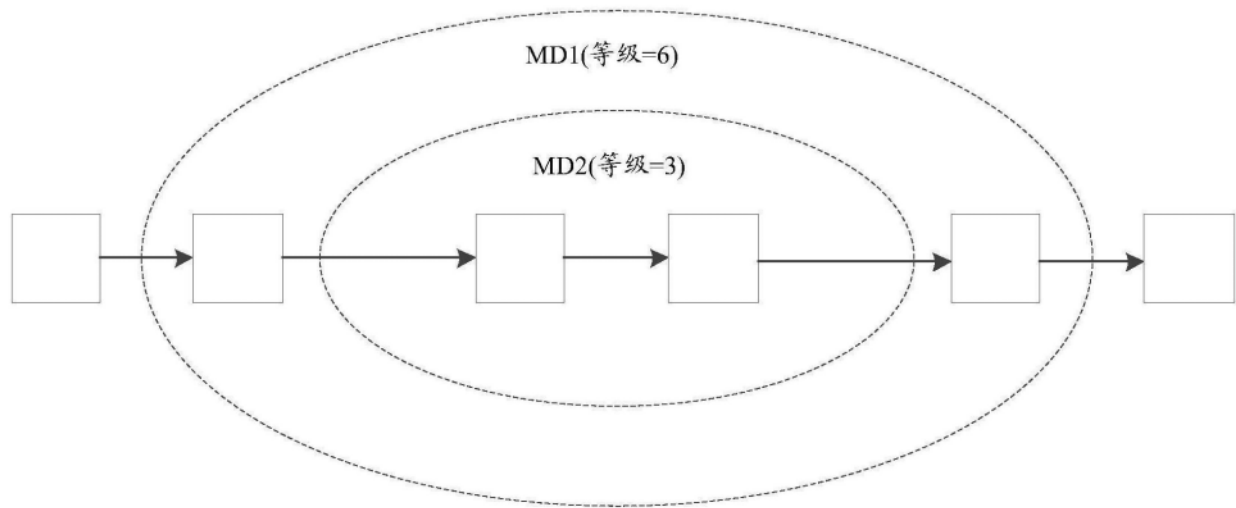


图1

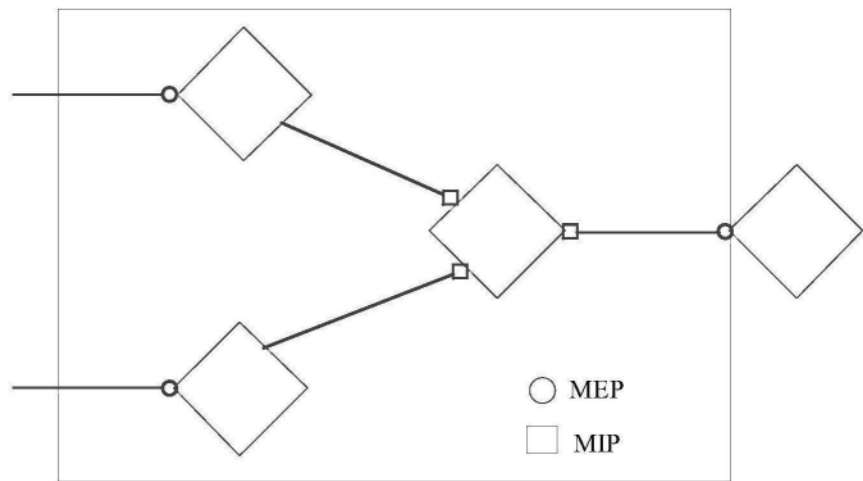


图2

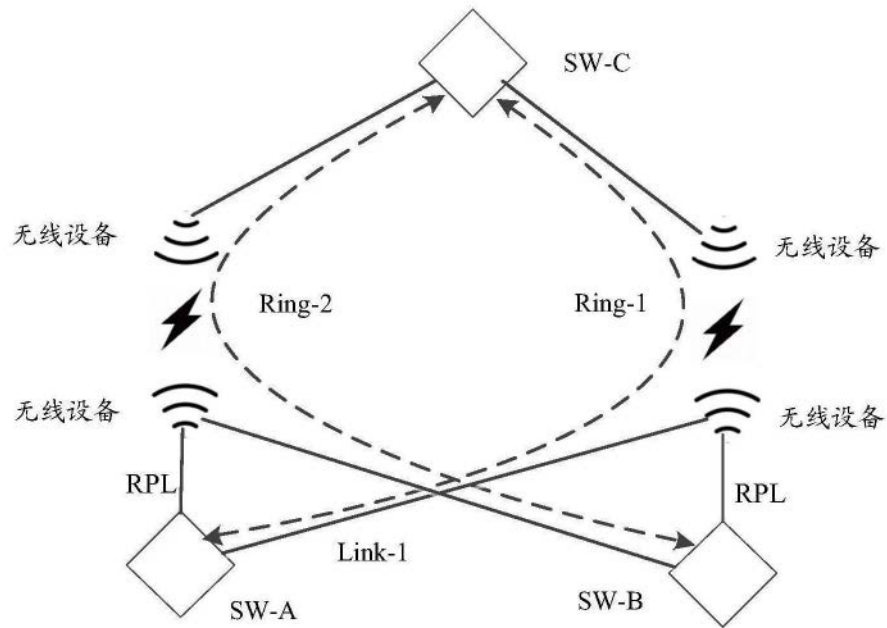


图3

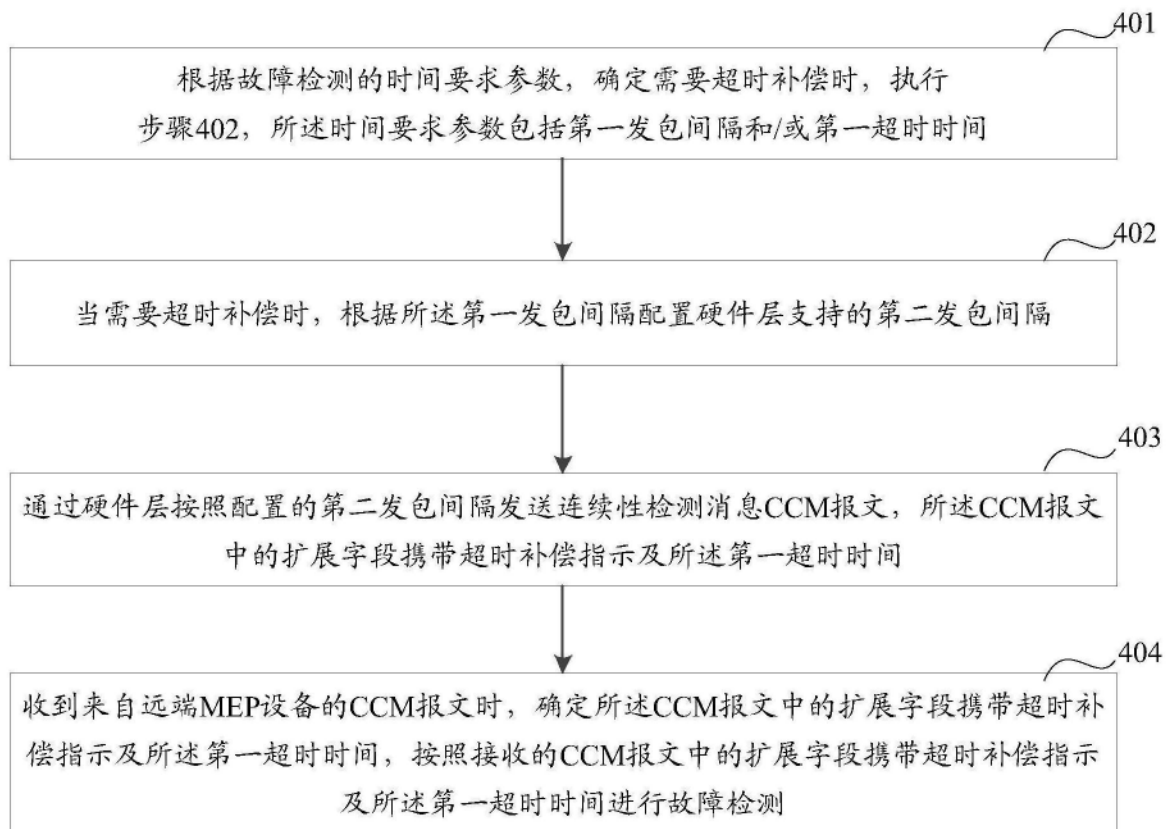


图4

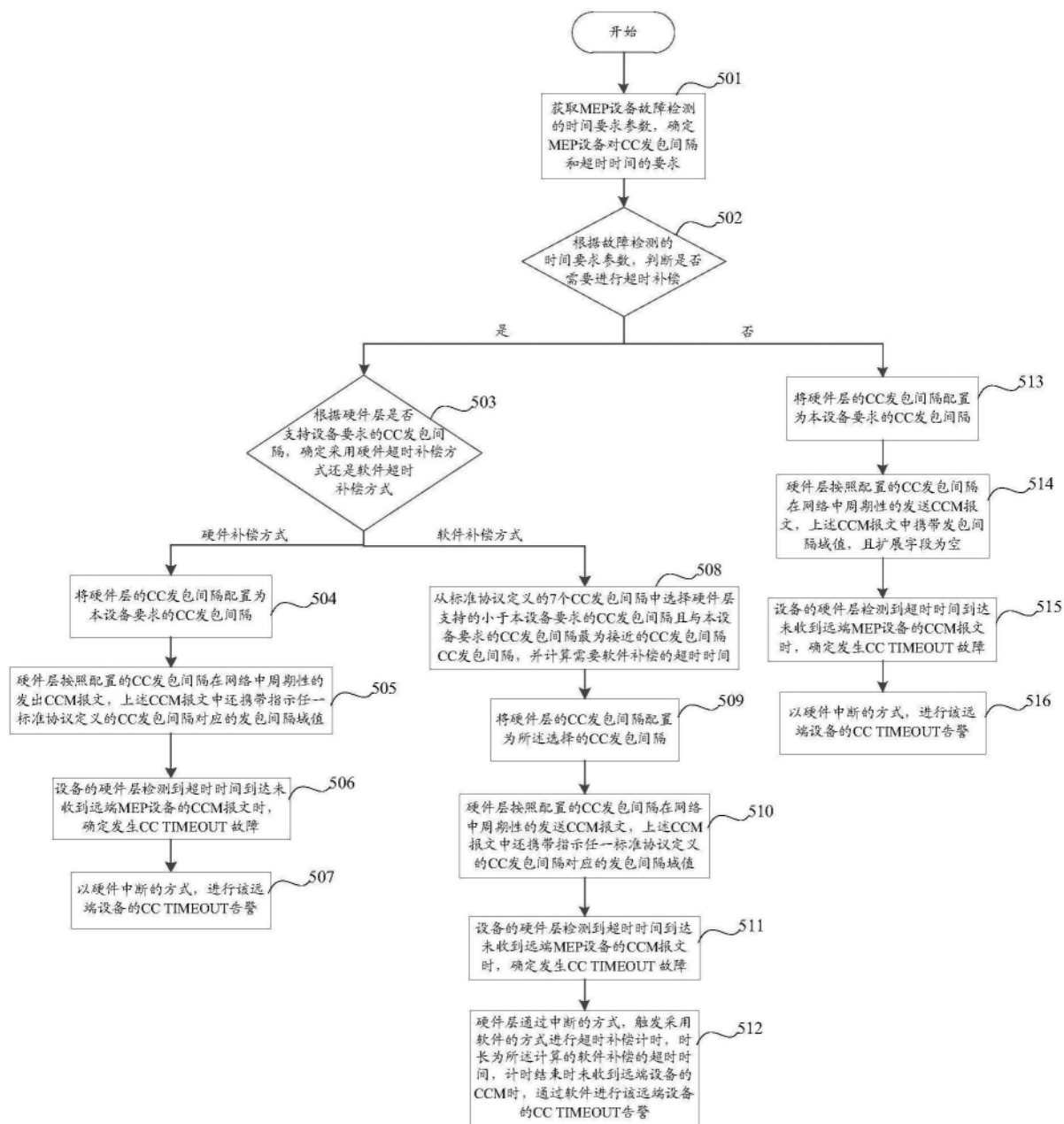


图5

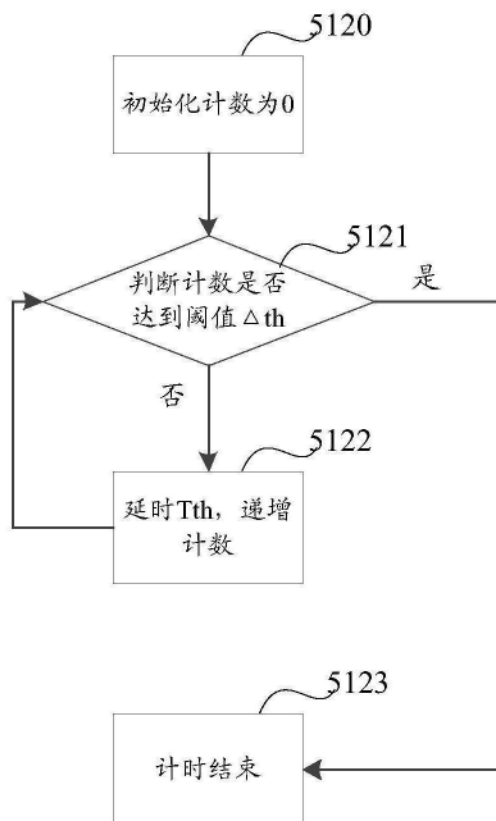


图6

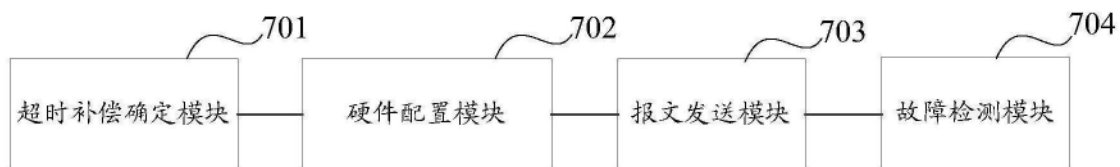


图7

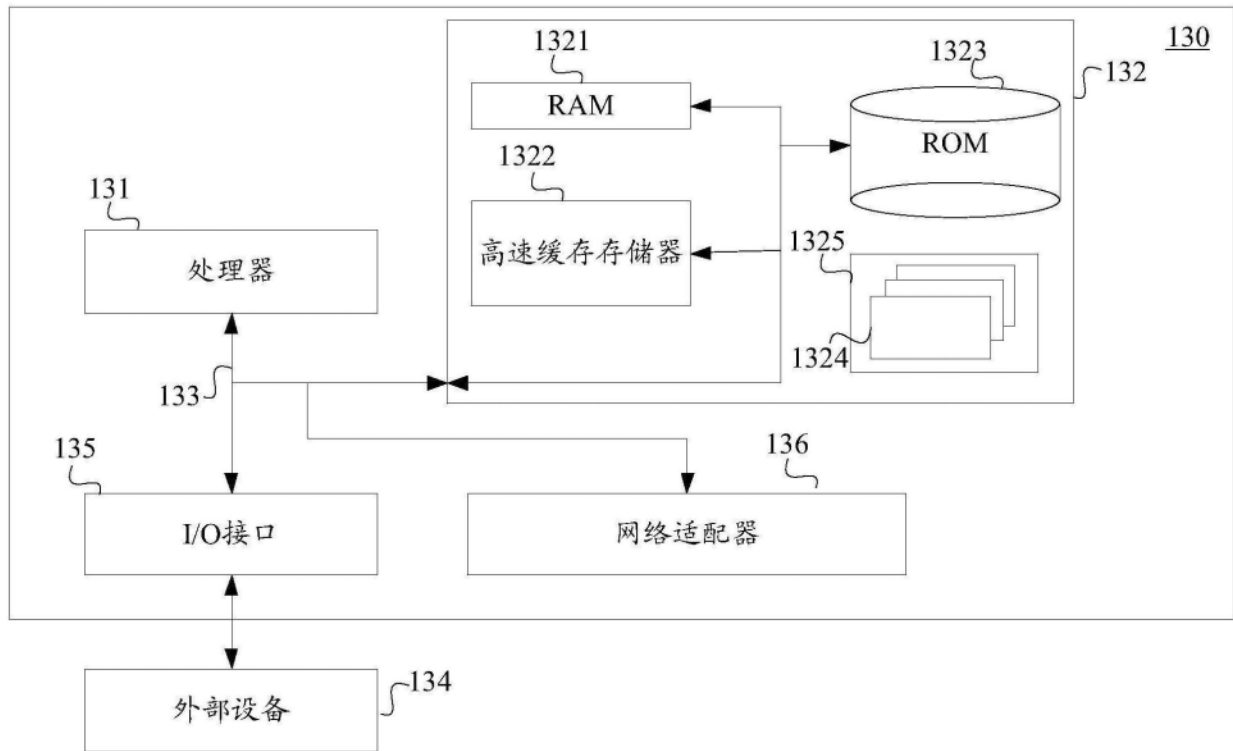


图8