[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04L 12/26
H04L 12/56
H04L 12/24

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03818320.X

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1672362A

[22] 申请日 2003.7.30 [21] 申请号 03818320.X

[30] 优先权

[32] 2002. 7.30 [33] US [31] 10/209,845

[86] 国际申请 PCT/US2003/023878 2003.7.30

[87] 国际公布 WO2004/012395 英 2004.2.5

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.31

[71] 申请人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 黄建东 宋瑟君 马达夫·马拉泰

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司

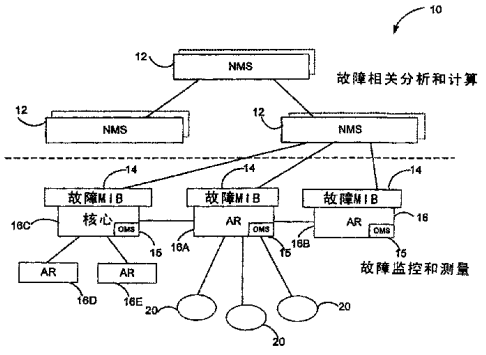
代理人 王 怡

权利要求书 7 页 说明书 20 页 附图 11 页

[54] 发明名称 用于故障测量的方法和装置

[57] 摘要

一种故障测量系统(OMS)在网络处理设备处监控并且测量故障数据。 故障数据可以被存储在设备中，并且可以被传送到网络管理系统(NMS)或者其它相关分析工具以导出故障信息。 OMS 使故障测量处理自动化，并且与现有故障测量系统相比更加准确、有效和成本有效。



ISSN1008-4274

1. 一种检测故障的方法，包括：

使用位于网络处理设备本地中的故障测量系统来自动测量故障。

2. 如权利要求 1 所述的方法，包括使用所述故障测量系统来测量直接附接到所述网络处理设备的设备的故障。

3. 如权利要求 1 所述的方法，包括测量所述网络处理设备中的本地对象的故障。

4. 如权利要求 1 所述的方法，包括将故障数据本地存储于所述网络处理设备中。

5. 如权利要求 4 所述的方法，包括使用永久存储设备来存储所述故障数据。

6. 如权利要求 4 所述的方法，包括将所述故障数据存储于管理信息库中。

7. 如权利要求 6 所述的方法，包括使用简单网络管理协议来传送所述管理信息库中的所述故障数据。

8. 如权利要求 1 所述的方法，包括向网络管理系统或者上层工具传送所述故障数据以进行相关分析。

9. 如权利要求 1 所述的方法，包括利用所述故障测量系统轮询找到第 2 层故障。

10. 如权利要求 1 所述的方法，包括利用所述故障测量系统轮询找到第 3 层故障。

11. 如权利要求 1 所述的方法，包括自动发现被连接到所述本地网络处理设备的设备，以及自动轮询找到与所述被发现的设备相关联的故障。

12. 如权利要求 1 所述的方法，包括：

在所述网络处理设备处从网络管理系统接收配置数据；以及

根据所接收的配置数据，利用所述故障测量系统自动监控故障。

13. 如权利要求 12 所述的方法，包括将所述配置数据保持在位于所述网络处理设备中的配置表中。

14. 如权利要求 1 所述的方法，包括利用所述故障测量系统来过滤本地故障数据。

15. 一种测量网络中故障的方法，包括：

标识所述网络中的单一失效点设备；

选择性地将故障测量系统定位于所标识的单一失效点设备中；以及

使用所述故障测量系统自动地本地测试所选择的单一失效点设备中的故障。

16. 如权利要求 15 所述的方法，包括：

将所述故障的故障数据存储于所标识的设备中；

用一个或多个相关分析系统对所述故障数据进行相关分析；以及

根据所述相关分析后的故障数据来标识故障统计。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中一个或多个所述相关分析系统位于远离所标识设备的网络管理系统上。

18. 如权利要求 15 所述的方法，包括使用所述故障测量系统轮询找到第 2 层故障，以及根据所述第 2 层轮询的结果轮询找到第 3 层故障。

19. 如权利要求 18 所述的方法，包括使用所述轮询后的第 2 层和第 3 层故障的组合，来对所标识的设备本地的本地故障和与连接到所述所标识的设备的链路或者设备相关联的远程故障进行区分。

20. 一种标识故障的方法，包括：

在网络处理设备处本地监控与所述网络处理设备相关联的对象的流量统计信息；以及

使用所述流量统计来标识所述对象的故障。

21. 如权利要求 20 所述的方法，包括监控与所述网络处理设备相关联的对象的链路状态，以及根据所监控的流量统计和所监控的链路状态来检测故障。

22. 如权利要求 21 所述的方法，包括：

ping 被连接到所述网络处理设备的远程设备；

监控所述 ping 的结果；以及

根据所监控的流量统计、所监控的链路状态和所监控的 ping 来检测故

障。

23. 如权利要求 20 所述的方法，包括监控所述网络处理设备中处理器的利用情况，以及使用所监控的利用情况来标识所述网络处理设备中的拒绝服务状况。

24. 一种标识故障的方法，包括：

轮询找到网络处理设备处的本地对象的本地故障；

轮询找到被连接到所述网络处理设备的远程对象的远程故障；以及

将所述本地故障和所述远程故障相比较，以对由所述本地对象引起的故障和由所述远程对象引起的故障进行区分。

25. 如权利要求 24 所述的方法，包括通过利用测试分组 ping 所述远程对象来轮询找到所述远程故障。

26. 如权利要求 24 所述的方法，包括：

导出所述本地对象的累积故障时间；

导出所述远程对象的累积故障时间；以及

通过将所述本地对象的所述累积故障时间和所述远程对象的所述累积故障时间进行比较，来区分本地对象故障和远程对象故障。

27. 如权利要求 24 所述的方法，其中所述本地对象包括本地物理与逻辑接口、本地线路卡或者本地路由器处理器。

28. 如权利要求 24 所述的方法，其中所述远程对象包括远程对等路由器或者远程用户器件。

29. 一种标识故障的方法，包括：

在网络处理设备处本地标识故障事件；以及

向网络管理服务器或者相关分析工具提供所述故障事件，以进行故障分析。

30. 如权利要求 29 所述的方法，包括至少在所述故障事件的故障数据被提供给所述网络管理服务器或者相关分析工具之前，将所述故障数据本地存储在所述网络处理设备中。

31. 如权利要求 30 所述的方法，包括将所述故障数据存储在故障管理信息库中。

32. 如权利要求 29 所述的方法，包括根据从所述网络管理服务器发送的配置文件来轮询找到所述故障事件。

33. 如权利要求 32 所述的方法，包括根据从所述网络管理服务器发送的命令来修改在所述网络设备中监控哪些故障事件。

34. 如权利要求 29 所述的方法，包括将对象故障表存储在所述网络处理设备中，所述对象故障表标识对哪个对象轮询以找到故障。

35. 如权利要求 34 所述的方法，包括：

自动发现被连接到所述网络处理设备的远程设备；以及

用所发现的远程设备来自动更新所述对象故障表。

36. 如权利要求 29 所述的方法，包括：

过滤在所述网络处理设备处标识的所述故障事件；以及

向所述网络管理系统或者相关分析工具发送所述过滤后的事件。

37. 一种用于网络故障监控的方法，包括：

监控与被连接到网络处理设备的设备的配置相关联的故障；

自动发现被连接到所述网络处理设备的设备的新配置；以及

根据设备的所述新配置动态更新故障监控。

38. 如权利要求 37 所述的方法，包括使用思科发现协议、地址解析协议或者因特网控制消息协议来自动发现设备的所述新配置。

39. 如权利要求 37 所述的方法，包括：

存储用于标识连接到所述网络处理设备的设备的配置表；以及

用设备的所述新配置来自动更新所述配置表。

40. 一种网络处理设备，包括：

处理器，所述处理器被配置成管理与所述网络处理设备相关联的对象的故障监控。

41. 如权利要求 40 所述的网络处理设备，包括用于存储所监控对象的故障数据的存储器。

42. 如权利要求 41 所述的网络处理设备，其中所述存储器包括当所述网络处理设备掉电时永久存储故障监控数据的永久存储装置。

43. 如权利要求 40 所述的网络处理设备，其中所述故障数据被存储在

管理信息库中。

44. 如权利要求 41 所述的网络处理设备，其中所述处理器通过监控在所述网络处理设备内的本地对象来监控故障。

45. 如权利要求 44 所述的网络处理设备，其中所述本地对象与在所述网络处理设备内部的路由器处理器、线路卡或者软件程序相关联。

46. 如权利要求 40 所述的网络处理器，其中所述处理器根据故障监控结果启动对被连接到到所述网络处理设备的邻近设备的测试分组 ping 操作。

47. 如权利要求 40 所述的网络处理设备，其中所述处理器自动发现耦合到所述网络处理设备的对象，以及自动轮询找到所发现对象的故障。

48. 如权利要求 40 所述的网络处理设备，其中所述处理器确定所监控对象的累积故障时间或累积失效数。

49. 如权利要求 40 所述的网络处理设备，包括备份处理器和相关联的备份存储器，所述处理器将来自故障监控的数据存储在所述备份存储器中。

50. 一种测量故障的方法，包括：

在网络处理设备处本地监控故障；

利用本地网络处理设备过滤所监控的故障；以及

向故障相关分析系统发送所述过滤后的故障。

51. 如权利要求 50 所述的方法，包括从所监控的故障计算累积故障时间故障参数或累积失效数故障参数，以及向所述相关分析系统发送所述累积故障时间或累积失效数。

52. 如权利要求 51 所述的方法，包括利用所述相关分析系统从所述累积故障时间或累积失效数参数导出平均故障间隔时间或者平均修复时间值。

53. 如权利要求 50 所述的方法，包括：

标识与相同线路卡相关联的不同故障；

将所述不同的线路卡故障过滤成单个线路卡故障指示；以及

向所述故障相关分析系统发送所述单个线路卡故障指示。

54. 如权利要求 50 所述的方法，包括从系统日志文件过滤所监控的故障。

55. 一种用于测量网络处理设备的故障的方法，包括：

产生所述网络处理设备的时间戳；

将所述时间戳本地存储在所述网络处理设备中；

周期性地用所述网络处理设备的最新近的时间戳更新所存储的时间戳；

在网络处理设备故障期间保持所述最新近的所存储时间戳；以及

使用所保持的最新近的所存储时间戳来确定所述网络处理设备的故障时间。

56. 如权利要求 55 所述的方法，包括：

标识当所述网络处理设备已经从所述故障恢复时的系统运行时间；以及

将所存储时间戳和所述系统运行时间相比较，以确定所述故障时间。

57. 如权利要求 55 所述的方法，包括周期性地将所述最新近的时间戳存储在永久存储器中。

58. 如权利要求 55 所述的方法，其中所述故障包括所述网络处理设备掉电。

59. 如权利要求 55 所述的方法，其中存储于所述网络处理设备中的所述时间戳大约每分钟更新一次。

60. 一种用于存储用来检测故障的计算机可执行代码的电子存储介质，所述计算机可执行代码包括：

用于使用位于网络处理设备本地中的故障测量系统来自动测量故障的代码。

61. 如权利要求 60 所述的电子存储介质，包括用于将故障数据本地存储在所述网络处理设备中的代码。

62. 如权利要求 60 所述的电子存储介质，包括用于将所述故障数据传送到网络管理系统或者上层工具以进行相关分析的代码。

63. 如权利要求 60 所述的电子存储介质，包括用于自动发现被连接到

所述本地网络处理设备的设备以及自动轮询找到与所发现的设备相关联的故障的代码。

64. 如权利要求 60 所述的电子存储介质，包括：

用于在所述网络处理设备处从网络管理系统接收配置数据的代码；以及

用于根据所接收的配置数据利用所述故障测量系统自动监控故障的代码。

65. 一种用于检测故障的系统，包括：

用于使用位于网络处理设备本地中的故障测量系统来自动测量故障的装置。

66. 如权利要求 65 所述的系统，包括用于将故障数据本地存储在所述网络处理设备中的装置。

67. 如权利要求 65 所述的系统，包括用于将所述故障数据传送到网络管理系统或上层工具以进行相关分析的装置。

68. 如权利要求 65 所述的系统，包括用于自动发现被连接到本地网络处理设备的设备以及自动轮询找到与所发现设备相关联的故障的装置。

69. 如权利要求 65 所述的系统，包括：

用于在所述网络处理设备处从网络管理系统接收配置数据的装置；以及

用于根据所接收的配置数据利用所述故障测量系统自动监控故障的装置。

用于故障测量的方法和装置

背景技术

高可用性是支持诸如电话、视频会议和在线事务处理之类应用的因特网协议（IP）网络和其它电信网络中的关键系统需求。故障测量对于评估和提高网络可用性很关键。大多数因特网服务提供商（ISP）使用诸如基于网络管理系统（NMS）的轮询等自动化工具或者手动使用事故单（trouble ticket）数据库进行故障测量。

两种故障测量基准已被用于测量网络故障：网络设备故障和用户连接停机时间（downtime）。由于可量测性的限制，大多数系统仅提供到 ISP 的接入路由器程度的故障测量。接入路由器和用户器件之间的任何故障测量和计算都不得不手动进行。随着网络变得更大，该过程变得冗长、耗时、易出错并且代价高昂。

当前的故障测量方案也不能充分满足对准确性、可量测性、性能、成本效率和易管理的需求。一个原因是从故障管理服务器到用户器件的端到端网络监控在网络路径上引入了开销，从而可量测性有限。从故障管理服务器到用户器件的多跳（hop）还降低了测量的准确性。例如，管理服务器和用户器件之间的一些失效可能不是由用户连接故障引起的，而是由 IP 网络中别处的故障引起的。基于故障管理服务器的监控工具还需要服务器来进行网络可用性测量，并且还需要 ISP 更新或者替换现有的故障管理软件。

几种现有的管理信息库（MIB）被用于对象运行/停机（up/down）状态监控，所述现有的 MIB 包括因特网工程任务组（IETF）接口 MIB、IETF 实体 MIB 和其它实体警告 MIB。但是，这些 MIB 并不保持对就每个对象的失效计数和累积故障时间而言的故障数据的跟踪，并且缺乏某些故障测量可能需要的数据存储能力。

本发明解决了和现有技术相关联的该问题和其它问题。

发明内容

一种故障测量系统（OMS）在网络处理设备处监控并测量故障数据。故障数据可以被传送到网络管理系统或者其它相关分析工具，以得到故障信息。故障数据被存储在开放访问数据结构中，例如管理信息库（MIB），所述开放访问数据结构允许为不同的过滤和相关分析工具轮询故障数据或者提供故障数据的通知。OMS 使故障测量处理自动化，并且与现有的故障测量系统相比更加准确、有效并且成本有效。

由下面本发明优选实施例的详细说明和附图，本发明的上述和其它目的、特征和优点将变得更加清楚。

附图说明

图 1 是示出了使用故障测量系统（OMS）的网络的图。

图 2 是示出了可由 OMS 检测的不同故障中的一些的框图。

图 3 是示出了如何使用多层方案进行故障测量的框图。

图 4 是 OMS 的详细框图。

图 5 示出了 OMS 中所使用的事件历史表和对象故障表。

图 6 示出了在 OMS 中如何使用配置表和配置文件。

图 7 示出了如何由 OMS 处理命令的一个示例。

图 8 示出了累积故障时间（AOT）如何用于故障测量。

图 9 示出了累积失效次数（NAF）如何用于故障测量。

图 10 示出了平均失效间隔时间（MTBF）和平均失效前时间（MTTF）是如何由 OMS 故障数据计算得到的。

图 11A 和 11B 示出了如何区分本地故障和远程故障。

图 12 示出了故障数据是如何传送到网络管理系统（NMS）的。

图 13 是示出了 OMS 如何进行路由器处理器－磁盘检查点（check point）操作的图。

图 14 是示出了 OMS 如何进行路由器处理器－路由器处理器检查点操作的图。

具体实施方式

图 1 示出了 IP 网络 10，IP 网络 10 包括位于不同网络处理设备 16 中的一个或多个故障测量系统（OMS）15。在一个示例中，网络处理设备 16 是接入路由器 16A 和 16B、交换机或者核心路由器 16C。但是，这些仅为示例，OMS 15 可以位于任何需要故障监控和测量的网络设备中。网络管理系统（NMS）12 位于网络 10 中的任何服务器或者其它网络处理设备，其处理由 OMS 15 产生的故障数据。

所示出的接入路由器 16A 连接到用户器件 20 和另一接入路由器 16B。本例中的用户器件 20 是路由器，但可以是用于将端点（未示出）连接到 IP 网络 10 的任何设备。端点可以是任何个人计算机、局域网（LAN）、T1 线路或者任何其它在 IP 网络 10 上通信的设备或接口。

所示出的核心路由器 16C 耦合到接入路由器 16D 和 16E。但是核心路由器 16C 代表组成 IP 网络 10 部分的任何网络处理设备。为简单起见，路由器、核心路由器、交换机、接入路由器和其它网络处理设备在下面被通称为“路由器”或者“网络处理设备”。

在一个示例中，OMS 15 选择性地位于网络处理设备 16 中，其中网络处理设备 16 组成网络 10 中的单一失效点（single point of failure）。单一失效点可以指包括使设备可在网络 10 上通信的单个路径的任何网络处理设备、链路或者接口。例如，接入路由器 16A 可能是用户器件 20 可用来接入网络 10 的唯一设备。这样，接入路由器 16A 可以被认为是用户路由器 20 的单一失效点。

路由器 16 中的 OMS 15 实施故障监控和测量。来自这些测量的故障数据然后被传送到 NMS 12。NMS 12 然后对故障数据进行相关分析（correlation），并且计算不同的故障统计和故障值。

图 2 标识了由 OMS 15 自动监控和测量的故障。这些不同类型的故障包括路由器处理器（RP）30 失效。RP 失效可以包括对处理器 30 的拒绝服务（DOS）攻击 22。这指的是下述情况：在某段时间内处理器 30 被 100% 使用，从而导致对用户请求拒绝服务的情况。OMS 15 还检测可在网络处

理设备中运行的软件进程的失效。

OMS 15 还可以检测线路卡 33 中线路卡 33 的失效、一个或多个物理接口 34 的失效（第 2 层故障）或者一个或多个逻辑接口 35 的失效（第 3 层故障）。在一个示例中，逻辑接口 35 可以包括多个 T1 信道。OMS 15 还可以检测路由器 16 和用户器件 20 之间的链路 36 的失效，或者检测路由器 16 和对等路由器 39 之间的链路 36 的失效。也可检测多路复用机（MUX）、集线器或者交换机 37 的失效，或者 MUX 37 和用户器件 20 之间的链路 38 的失效。还可以检测远程用户器件 20 的失效。

OMS 15 中的故障监控管理器 40 在本地监控这些不同的失效，并且存储与该故障监控和测量相关联的故障数据 42。故障数据 42 可以由 NMS 12 或者其它工具访问，以进行进一步的相关分析和计算操作。

图 3 示出了如何使用混合两层方法来处理故障。第一层使用路由器 16 来自治地并且自动地进行本地故障监控、测量以及原始（raw）故障数据存储。第二层（tier）包括路由器制造商工具 78、第三方工具 76 和网络管理系统（NMS）12，用于使用路由器 16 中的故障数据个别地或者组合地进行相关分析以及计算故障值。

故障管理信息库（MIB）14 提供由不同的过滤和相关分析工具 76、78 和 NMS 12 对故障数据的开放访问。工具 76 和 78 输出的相关分析后的故障信息可以与 NMS 12 结合使用以标识故障。在替代性实施例中，NMS 12 直接从路由器 16 接收原始故障数据，然后进行任何必要的过滤和相关分析操作。在另一实施例中，过滤和相关分析操作的一些或者全部是在路由器 16 本地或者另一工作站中进行的，然后被传送到 NMS 12。

故障事件过滤操作可以尽可能地在故障事件源附近进行，以减少 IP 网络中所需的处理开销，以及减少在上面的相关分析层处所需的系统资源。例如，路由器 16 中的 OMS 15 可以仅发送指示线路卡失效的一条通知，而不是发送和同一线路卡相关联的许多逻辑接口的失效指示。故障数据被存储于路由器 16 中，然后由 NMS 12 或者其它工具轮询。这避免了由于不可靠的网络传输、链路故障或者链路拥塞导致某些数据丢失。

故障 MIB 14 可以支持进行故障计算的不同工具 76 和 78，所述故障计

算例如平均失效间隔时间（MTBF），平均修复时间（MTTR）和每个对象、设备或者网络的可用性。故障 MIB 14 还可以用于用户服务级别协议（SLA）分析。

图 4A 和 4B 示出了在路由器 16 内部运行的 OMS 15 的不同的功能元件。故障测量 44 是从路由器系统日志 50、错误管理器（FM）52 和路由器处理器 30 获得的。故障测量 44 是根据命令行接口 58 上管理的配置数据 62 进行的。CLI 命令和配置信息是从 NMS 12 或者其它上层故障工具发送的。通过 MIB 56 管理并且向 NMS12 中的一个或多个或者其它上层工具发送从故障测量 44 获得的故障数据 42。

故障测量 44 由故障监控管理器 40 来控制。配置数据 62 是通过 CLI 解析器 60 产生的。MIB 56 包括使用故障 MIB 14 传送的故障 MIB 数据 42。

故障监控管理器 40 实施系统日志消息过滤 64 和来自路由器操作系统（OS）74 的第 2 层（L2）轮询 66，以及操作系统错误管理器 68。故障监控管理器 40 还控制流量监控与第 3 层（L3）轮询 70 以及用户器件检测器 72。

故障 MIB 数据结构

图 5 更详细地示出了图 4 中先前示出的故障 MIB 14 的一个示例。在一个示例中，在故障 MIB 14 中使用对象故障表 80 和事件历史表 82。故障 MIB 14 跟踪就每个对象的累积故障时间（AOT）和累积失效数（NAF）而言的故障数据。

故障 MIB 14 维持基于每个对象的故障信息，从而 NMS 12 或者上层工具可以轮询 MIB 14 以查找感兴趣对象的故障信息。监控对象的数目是可配置的，这取决于路由器存储器的可用性和性能权衡考虑。表 1.0 更详细地描述了两个表 80 和 82 中的参数。

表 1.0 故障 MIB 数据结构

故障 MIB 变量	表类型	说明/注释
对象名字	历史/	此对象包含监控对象的标识。对象名字是字符

	对象	串。例如，对象名字可以是槽号（slot number）“3”、控制器名字“3/0/0”、序列接口名字“3/0/0/2:0”或者进程ID。该名字值必须唯一。
对象类型	历史	代表不同的故障事件对象类型。定义类型如下： • routerObject：低级失效或者恢复。 • rpslotObject：路由处理槽（route process slot）失效或者恢复。 • lcslotObject：线路卡槽失效或者恢复。 • layer2InterfaceObject：配置后的本地接口失效或者恢复。例如，控制器或者串行接口对象。 • layer3IPObject：远程第3层协议失效或者恢复。例如，对远程设备的ping失效。 • protocolSwObject：协议处理(protocol process)失效或者恢复，这导致网络故障。例如，BGP协议处理失效，但是RP正常。
事件类型	历史	标识事件类型的对象，例如失效事件(1)或者恢复事件(2)。
事件时刻	历史	标识事件时刻的对象。其使用所谓的“UNIX格式”。其被存储为从1970年1月0000 UTC起算的秒的32位计数。
事件前间隔(Pre-Event Interval)	历史	标识事件之间的持续时间的对象。如果事件为恢复，则间隔时间是TTR（恢复时间）。如果事件是失效，则间隔时间是TTF（失效时间）。
事件原因	历史	指示对象运行/停机事件的潜在原因。这样的原因可以包括例如线上插拔（OIR）以及目的地不可到达。
当前状态	对象	指示当前对象的协议状态。接口运行(1)和接口停机（2）

自测量启动后的 AOT	对象	从已启动故障测量起的对象上的累积故障时间。AOT 用来计算一段时间上的对象可用性和 DPM（每百万次缺陷数）。AOT 和 NAF 被用来确定对象 MTTR（平均修复时间）、MTBF（平均失效间隔时间）和 MTTF（平均失效时间）。
自测量启动后的 NAF	对象	指示从启动故障测量起的对象上的累积失效数。AOT 和 NAF 被用来确定对象 MTTR（平均修复时间），MTBF（平均失效间隔时间）和 MTTF（平均失效时间）。

表 2.0 中图示了对象故障表 80 的示例。作为示例，“FastEthernet0/0/0”接口对象当前在运行。该对象累积故障时间（AOT）为 7 分钟。累积失效数（NAF）为 2。

表 2.0 对象故障表

对象索引	对象名字	当前状态	从测量启动起的 AOT	从测量启动起的 NAF
1	FastEthernet0/0/0	运行	7	2
2				
…				
M				

AOT：累积故障时间

NAF：累积失效数

对象故障表 80 的大小决定了所监控对象的数目。操作方可以基于应用需求和路由器资源（存储器和 CPU）限制来选择对哪些对象和多少对象进行故障监控。例如，路由器可以具有 10,000 个用户电路。操作方可能由于 SLA 需求或者路由器资源的限制而仅希望监控 2,000 个用户电路。

事件历史表 82 维持对象故障表中所标识的对象的故障事件历史。事件历史表 82 的大小是可以配置的，这取决于路由器存储器的可用性和性能权衡考虑。表 3.0 示出了事件历史表 82 的示例。表 3.0 中所示出的事件历史表中所记录的第一事件是在时刻 13:28:05 接口对象“serial3/0/0/1.0”

关机。在此事件之前，接口处于“运行”状态有 525600 分钟的持续时间。

表 3.0 故障 MIB 中的事件历史表

事件索引	对象名字	对象类型	事件类型	对象时刻	事件前间隔	事件原因
1	Serial3/0/0/1.0	串行	接口停机	13:28:05	525600	接口关机
2						
…						
N						

事件历史表 82 是可选的，并且操作方可以确定是否需要维持该表，这取决于应用需求和路由器资源（存储器和 CPU）限制。

配置

图 6 示出了 OMS 是如何配置的。路由器 16 维持配置表 92，其中表 92 不是由来自 NMS 12 的配置文件 86、操作方输入 90 占着，就是由用户器件检测器 72 占着。也可以将配置表 92 从路由器 16 导出到 NMS 12。

表 4.0 描述了可用在配置表 92 中的参数的类型。

表 4.0 配置表参数定义

参数	定义
L2 对象 ID	要被监控的对象
进程 ID	要被监控的 SW 进程
L3 对象 ID	远程用户设备的 IP 地址
Ping 模式	使能/禁止用 ping 进行活动探测
Ping 速率	Ping 远程用户设备的周期

配置文件 86 可以由远程配置下载 88 或者由操作方输入 90 来创建。CLI 解析器 60 解释 CLI 命令和配置文件 86，并且向配置表 92 写入与表 4.0 中所示出的相类似的配置参数。

故障管理命令

操作方输入 90 被用于向故障监控管理器 40 发送命令。操作方输入 90 被用于复位、添加、去除、使能、禁止和停止不同的故障操作。表 5.0 中描述了这些操作的示例列表。

表 5.0 故障管理命令

命令	解释
start-file *filename*	启动具有配置文件的故障测量进程
start-default	启动不具有配置文件的故障测量进程
add *object*	向故障配置条目添加对象
group-add *filename*	用配置文件添加多个对象
remove *object*	从故障测量条目中去除对象
group-remove *filename*	用配置文件去除多个对象
ping-enable *objectID/all rate period*	用周期使能远程用户设备 ping
ping-disable *objectID/all*	禁止远程用户设备 ping
auto-discovery enable	使能用户设备发现功能
auto-discovery disable	禁止用户设备发现功能
export *filename*	向配置文件输出当前条目表
Quit	停止故障测量进程

图 7 示出了如何使用故障管理命令来控制 OMS 15 的示例。下面所示出的一系列命令被从 NMS 12 发送到路由器 16 中的 OMS 15。

(1) start-file *config1.data*;

(2) add *IF2*;

(3) auto-discovery enable;

(4) ping-enable *all* rate *60*;

(5) remove *IF1*; 和

(6) export *config2.data*

在命令（1）中，start-file 命令和配置文件 86 一起被发送到路由器 16。配置文件 86 指引故障监控管理器 40 启动监控接口 IF1，并且使能远程用户路由器 C1 的监控持续 60 秒周期。配置文件 86 还向配置表 92（图 6）添加用户路由器 C2，但是禁止测试路由器 C2。

在命令（2）中，接口 IF2 被添加到配置表 92，并且启动监控接口 IF2。命令（3）使能通过图 6 中所示出的用户器件检测器 72 的 auto-discovery。用户器件检测器 72 仅发现了连接到路由器 16 的远程路由器设备 C3 和 C4，并且将他们添加到配置表 92。将对用户路由器 C3 和 C4 的监控被置于禁止模式。下面进一步详细描述 Auto-discovery。

命令（4）启动对所有用户路由器 C1、C2、C3 和 C4 的 ping 操作。这使能了对先前被禁止的远程路由器 C2、C3 和 C4 的 ping 操作。命令（5）从配置表 92 中去除作为监控条目的接口 IF1。连接到 IF1 的远程设备 C1 和 C2 作为监控条目也被从配置表 92 中去除。命令（6）向 NMS 12 或者某些其它故障分析工具输出配置文件 86 中的当前条目（config2.data）。这包括第 2 层和第 3 层、模式以及速率参数。

自动用户器件检测

现再参考图 6，用户器件检测器 72 自动搜索连接到路由器 16 的网络设备的当前配置。然后将所标识的配置写入配置表 92 中。当执行故障监控管理器 40 时，故障监控管理器 40 试图打开配置表 92。如果配置表 92 不存在，则故障监控管理器 40 可以使用用户器件检测器 72 来搜索路由器 16 中所有的线路卡和接口，然后自动创建配置表 92。用户器件检测器 72 还可以被用于补充配置表 92 中已经标识出的任何对象。当检测器 72 位于核心路由器中时，检测器 72 可以用来辨识其它被连接的核心路由器、交

换机或者设备。

任何专有（proprietary）设备标识协议都可以用于检测邻近的用户设备。如果没有专有协议，则可以请求 ping 广播来检测邻近的用户设备。一旦用户器件检测器 72 向子网内的邻接设备发送 ping 广播请求消息，则接收到该请求的邻近设备发回 ping 应答消息。如果 ping 应答消息的源地址是新的，则该地址将作为新的远程用户设备被存储到配置表 92 中。这快速标识了邻近设备中的变化，并且在更新后的静态配置信息变为可从 NMS 操作方获得之前就启动监控用户器件。

图 4 和图 6 中所示出的用户器件检测器 72 可以使用各种现有协议来标识邻近设备。例如，Cisco 发现协议（CDP）、地址解析协议（ARP）协议、因特网控制消息协议（ICMP）或者追踪路由（traceroute）可以被用于标识附接到路由器 16 上的设备的 IP 地址。CDP 协议可用于 Cisco 设备，并且 ping 广播可以用于非 Cisco 用户假定器件。

第 2 层轮询

参考图 4 和图 6，第 2 层（L2）轮询功能 66 轮询位于路由器 16 和用户器件 20 之间的本地接口的第 2 层状态。一个示例中的第 2 层故障是通过从系统日志 50 收集 UP/DOWN 接口状态信息来测量的。第 2 层连接性信息可由路由器操作系统 74 提供，所述第 2 层连接性信息例如是连接到接口的所有用户器件 20 的链路状态和协议状态。

如果 OS 错误管理器（FM）68 在系统上可用，则 FM 68 可以检测诸如“接口 UP”或者“接口 DOWN”的接口状态。故障监控管理器 40 可以通过注册接口 ID 来监控该接口状态。当第 2 层轮询已被注册时，FM 68 报告接口的当前状态。基于该状态，L2 接口被故障监控管理器 310 注册为“接口 UP”或者“接口 DOWN”。

如果 FM 68 不可用，则故障监控管理器 40 使用它自己的第 2 层轮询 66。故障监控管理器 40 在时间调度表上注册对象，并且该调度表基于特定轮询时间段产生轮询事件。除了监控第 2 层接口状态外，第 2 层轮询 66 还可以通过注册线路卡 33 的槽号来测量线路卡失效事件。

第3层轮询

除了检查第 2 层链路状态外，诸如“输入速率”、“输出速率”、“输出队列分组丢失”和“输入队列分组丢失”的第 3 层（L3）流量可以可选地由流量监控与 L3 轮询功能 70 来监控。虽然接口的第 2 层链路状态可以是“UP”，但是在延长的时间段内没有流量交换，或者用户设备的分组丢失，这可以指示路径失效。

可以进行两种级别的第 3 层测试。第一级别标识输入速率、输入速率和输出队列分组丢失信息，这些信息通常是由路由器操作系统 74 跟踪的。但是，较长的休眠状态可能导致低分组速率。因而，对于怀疑具有第 3 层故障的用户设备，在轮询功能 70 中使用诸如活动探测（ping）的额外检测机制。在活动探测期间，OMS 15 向连接到路由器 16 的设备发送测试分组。在图 11A 中更详细地示出了这种情况。

配置文件 86（图 6）指定第 3 层轮询是否发生以及向用户器件 20 发送 ping 测试分组的速率。例如，无论 OS 74 指示哪里在某一特定时间段内链路上没有活动，都可以发送 ping 分组。或者，可以周期性地从接入路由器 16 向用户器件 20 发送测试分组。故障监控管理器 40 监控本地链路，以确定用户器件 20 是否发回测试分组。

故障监控示例

故障监控的目标被称作“对象”，这是对路由器 16 本地的物理与逻辑接口、在路由器 16、用户器件 20 和对等路由器 39（图 2）中间的逻辑链路、远程接口、线路卡、路由器处理器或者软件进程的一般概括。

由故障监控管理器 40 从路由器 16 的内部对下述对象状态进行监控：即，运行/停机状态、从启动测量起的累积故障时间（AOT）以及从启动测量起的累积失效数（NAF）。NMS 12 或者更高层工具 78 或 76（图 3）然后使用此原始数据导出和计算诸如对象的平均失效间隔时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）和可用性的信息。下面提供了几个应用示例。

参考图 8，故障监控管理器 40 测量在从时刻 T1 到时刻 T2 的某时间段

内对象的运行或停机状态。在此示例中，时间段为 1,400,000 分钟。在此持续时间期间，故障监控管理器 40 自动确定所监控对象的任何失效的持续时间。由故障监控管理器 40 导出修复时间（TTR）、失效间隔时间（RBF）以及失效前时间（TTF）。

在图 8 的示例中，检测出对象 i 的第一故障持续了 10 分钟，检测出对象 i 的第二故障持续了 4 分钟。路由器 16 中的故障监控管理器 40 计算 AOTi=10 分钟＋4 分钟＝14 分钟。AOT 信息被传送到 NMS 12 或者更高层工具，NMS 12 或者更高层工具然后计算对象可用性（Ai）以及每百万次缺陷数（DPM）。例如，对于起始时刻为 T1 而终止时刻为 T2，可用性 Ai ＝ 1-AOTi/(T2 － T1) ＝ 1 － 14/1,400,000 ＝ 99.999%。DPMi=[AOTi/(T2 － T1)]×10^6＝10 DPM。

存在两种不同的故障监控管理器 40 可以自动计算 AOTi 的途径。在一种方案中，每次失效发生时，故障监控管理器 40 从路由器操作系统 74（图 4）接收中断，而当对象回到运行态（back up）时接收另一中断。在第二方案中，故障监控管理器 40 不断地轮询对象状态，以在每个轮询周期跟踪对象是运行还是停机。

图 9 示出了如何由 NMS 12 导出对象 i 的平均恢复时间（MTTR）的一个示例。故障监控管理器 40 在测量间隔 100 期间计数累积失效数（NAFi）。AOTi 和 NAFi 值被传送到 NMS 12 或者更高层工具。NMS 12 或者更高层工具然后计算 MTTRi＝AOTi / NAFi＝14/2＝7 分钟。

图 10 示出了 NMS 12 或者更高层工具如何使用 AOT 和 NAF 来从 NAFi 信息确定对象 i 的平均失效间隔时间（MTBF）和平均恢复时间（MTTF），其中：

MTBFi＝(T2－T1)/NAFi；以及

MTTFi＝MTBFi－MTTRi。

卖方或网络处理器件或者网络处理器器件的操作方可能被要求签订服务水平协议（SLA），以确保网络器件在某百分比时间内是可操作的。图 11A 示出了由故障监控管理器 40 产生的 AOT 信息是如何用于确定器件是否满足 SLA 协议的以及本地或远程器件是否对故障负有责任的。

在图 11A 中，OMS 15 监控路由器 16 中的本地接口对象 34，并且还监控位于远程设备 102 处的对应远程接口对象 17。远程设备 102 可以是用户路由器、对等路由器或者其它网络处理设备。由单个链路 19 连接路由器 16 和远程设备 102。

在一个示例中，可使用对物理接口的状态信息的第 2 层轮询来监控本地接口对象 34。在此示例中，可通过 OMS 15 向远程设备 102 发送测试分组 104 来监控远程接口 17 和远程设备 102。OMS 15 然后监控测试分组 104 向路由器 16 的返回。图 11B 中示出了本地接口对象 34 和其对应的远程接口对象 17 的运行/停机期间。

NMS 12 对来自两个对象 34 和 17 的所测量 AOT 进行相关分析，并且确定是否存在直接和链路 19 的远程端相关联的任何停机时间。在此示例中，本地 IF 对象 34 的 AOT_{34}=30 分钟，远程 IF 对象 17 的 AOT17=45 分钟。在接入路由器 16 和远程设备 102 之间仅存在一条物理链路 19。这意味着比 IF 34 的 30 分钟故障时间超出的任何故障时间都很可能是由链路 19 或者远程设备 102 上的故障引起的。从而，NMS 12 确定远程设备 102 或者链路 19 的 AOT=（远程 IF 对象 17 的 AOT）－（本地 IF 对象 34 的 AOT）=15 分钟。

应该理解，图 11A 中的 IF 34 可以实际上具有耦合在 IF 34 和不同的远程设备之间的许多逻辑链路。OMS 15 可以监控存在于路由器 16 中的每个逻辑接口或者链路的状态。通过仅在本地 ping 路由器 16 和其邻近之间的测试分组 104，在网络带宽上的负担少得多。

对象运行/停机事件的潜在原因可以被记入日志并且和事件相关联。这样的原因可以包括例如线上插拔（OIR）和目的地不可到达。

事件过滤

事件过滤的简单形式可以在路由器 16 之内执行，以抑制对 NMS 12 的“事件风暴（event storm）”，以及减少由于事件风暴引起的网络/NMS 资源消耗。事件风暴和事件风暴过滤的一个示例可以和线路卡失效有关。故障监控管理器 40 可以识别相同线路卡的所有故障事件，并且向 NMS 12 仅

报告一个 LC 失效事件，而不是将和相同线路卡相关联的成百上千个信道接口失效事件通知 NMS 12。这样，OMS 15 仅发送根本原因通知，而不是发送许多失效。如果需要将根本原因事件报告给 NMS 12，则将不进行事件过滤。事件过滤可以是基于规则的或者是由个体操作方定义的。

分辨率

分辨率指的是故障测量时间的粒度。当采用基于轮询的测量方法时，故障时间分辨率和故障监控频率之间存在关系。例如，给定用户故障时间分辨率为一分钟，则故障监控管理器 40 可以每 30 秒轮询一次。通常，故障监控的轮询速率应该是故障时间分辨率频率的两倍。但是，取决于对象和期望的分辨率，可以选择不同的轮询速率。

ping 用户或者对等路由器接口

如上面图 11A 中所述，OMS 15 可以提供 ping 功能（发送测试分组），以监控诸如用户路由器或对等路由器的远程设备 102 和测量路由器 16 之间的物理和逻辑链路的故障。可基于每个对象来配置 ping 功能，从而用户能够基于应用需要来使能/禁止 ping。

ping 功能的可配置性可以依赖于几个因素。首先，IP 因特网控制消息协议（ICMP）ping 需要使用要被 ping 的远程接口的 IP 地址。但是，该地址可能并不总是轻易可得的，或者可能是随时间变化的。此外，由于远程设备可能出于安全和/或性能的考虑而关闭发现协议，所以远程设备地址可能不能经由这样的自动发现协议获得。对很多远程接口的频繁 ping 操作也可能导致路由器性能降级。

为了避免这些问题，可以对被认为是对用户 SLA 很关键的少数选定远程设备应用 ping 操作。在这些情况下，OMS 15 配置使用户能够如表 4.0 所示基于每个对象选取 ping 功能。

当 ping 功能被使能时，可以执行某些监控机制和方案来降低开销。这些基本序列中的一些包括检查线路卡状态、检查物理链路完整性、检查分组流统计。然后，如果需要的话，则 ping 远程设备处的远程接口。利用此

监控序列，ping 可以变成仅当最先三个测量步骤不能完全令人满意时的最后动作。

故障数据收集

参考图 12，OMS 15 为 NMS 12 或者上层工具 78 或 76（图 3）收集测量后的故障数据 108。OMS 15 可以提供不同的数据收集功能，例如基于事件的通知、本地存储和数据访问。

OMS 15 可以经由基于 SNMP 的“推（push）”机制 114 将故障事件 110 和相关联的故障数据 108 一起通知给 NMS 12。SNMP 可以提供两种基本的通知功能，“陷阱（trap）”和“告知（inform）”114。当然也可以使用其它类型的通知方案。陷阱和告知通知功能 114 都从嵌入到路由器 16 中的 SNMP 代理 112 向 NMS 12 发送事件。陷阱功能依赖于可能不可靠的用户数据报协议（UDP）传输。告知功能通过简单请求-应答协议以可靠的方式使用 UDP。

通过简单网络管理协议（SNMP）和 MIB 14，NMS 12 不是通过来自路由器 16 的事件通知就是通过对路由器 16 的数据访问来收集原始故障数据。利用事件通知机制，NMS 12 可以在故障事件发生后就接收故障数据。利用数据访问机制，NMS 12 时常读取存储在路由器 16 中的故障数据 108。换言之，不是由路由器 16 向 NMS 12 推出故障数据 108，就是由 NMS 12 从路由器 16 中拉取故障数据 108。

NMS 12 时常经由基于 SNMP 的“拉（pull）”机制 116 访问或者轮询存储于路由器 16 中的测量后的故障数据 108。SNMP 提供两种基本的收集 MIB 数据的访问功能，“取（get）”和“大量取（getbulk）”。取功能检索一条数据项，而大量取功能检索数据项的集合。

测量路由器崩溃

参考图 13，OMS 15 可以测量“软（soft）”路由器崩溃和“硬（hard）”路由器崩溃的时刻和持续时间。整个路由器 120 可能在某些失效模式下崩溃。“软”路由器崩溃指允许路由器在路由器完全崩溃前产生

崩溃信息的路由器失效类型，例如软件崩溃或者奇偶校验错引起的崩溃。产生的该软件崩溃信息可以具有崩溃事件的时间戳，并且被存储在非易失存储器 124 中。当系统重新启动时，崩溃信息中的时间戳可以用来计算路由器故障持续时间。“硬”路由器崩溃是指崩溃时路由器没有时间产生崩溃信息的路由器崩溃。硬崩溃的一个示例是由于突然断电导致的瞬时路由器停机。捕获硬崩溃信息的一种方法是采用永久存储，例如非易失存储器 124 或者磁盘存储器 126，其本地留驻于测量路由器 120 中。

利用这种方法，OMS 15 周期性地向永久存储器 124 或 126 中的固定位置写系统时间。例如，每分钟写一次。当路由器 120 从崩溃中重新启动时，OMS 15 从永久存储设备 124 或 126 读取时间戳。则路由器故障时刻位于盖戳时刻后的一分钟之内。故障持续时间是盖戳时刻和当前系统时间之间的间隔。

这排除了另一网络处理设备不得不周期性地 ping 路由器 120 以及使用网络带宽。由于内部产生的时间戳更准确地代表了路由器 120 的当前操作时间，所以该方法也比 ping 更准确。

测量硬崩溃的另一方法是让一个或者多个外部设备周期性地轮询路由器 120。例如，NMS 12（图 1）或者（一个或多个）邻近路由器可以每分钟都 ping 被监控的路由器 120，以确定路由器 120 的可用性。

本地存储

故障信息也可以被存储在邻近路由器处或路由器 120 内的冗余存储器 124 或者 126 中，以避免单一存储失效点。除了路由器 120 和路由器处理器对象 121 外的所有被监控对象的故障数据可以被存储在易失存储器 122 中，并且由 NMS 周期性地轮询。

当存储空间和运行时间（run-time）性能允许时，包括路由器 120 和路由器处理器对象 121 在内的所有被监控对象的故障数据可以被存储在永久非易失存储器 124 或盘 126 中。

在路由器 120 中本地存储故障信息增加了信息的可靠性，并且防止当网络的其它部分中出现故障或者链路拥塞时数据丢失。使用永久存储器

124 或 126 存储故障信息也使得能够测量路由器崩溃。

当易失存储器 122 被用于故障信息存储时，NMS 或者其它设备可以周期性地或在要求时轮询来自路由器 120 的故障数据，以避免由于易失存储器 122 或者路由器 120 失效而导致故障信息丢失。OMS 15 可以为所有被监控对象使用永久存储器 124 或者 126，这取决于大小和性能开销限制。

双路由器处理器检查点

参考图 14，一些路由器 120 可以用双处理器 121A 和 121B 来配置。在故障数据更新期间，OMS 15 可以将来自活动路由器处理器的存储器 122A 或者 124A（永久的和非永久的）的故障数据复制到备用路由器处理器 121B 的备用存储器 122B 或者 124B（永久的和非永久的）。

这允许 OMS 15 在从活动处理器 121A 切换到备用处理器 121B 之后继续故障测量功能。这还允许即使包含故障数据的处理器 121A 或者 121B 之一被物理替换，路由器 120 也保持路由器崩溃信息。

故障测量差距（gap）

OMS 15 捕获路由器崩溃并防止故障数据丢失，以避免故障测量差距。由进行故障测量的对象的类型支配可能的故障测量差距。例如，路由器处理器（RP）对象与其它对象。还由路由器崩溃的类型（软与硬）和故障数据存储的类型（易失的与永久的—非易失存储器或磁盘）来支配测量差距。表 6 总结了用于捕获路由器崩溃和防止测量差距的解决方案。

表 6. 捕获路由器崩溃的故障

事件	当对除 RP 外的对象采用易失存储器时	当采用永久存储时	
		仅对路由器处理器（RP）对象	对所有的对象

软路由器崩溃	NMS 周期性地或者当要求时轮询所存储的故障数据	（1）IOS 产生具有路由器故障时间的“Crashinfo”。Crashinfo 存储于非易失存储器中。或者， （2）OMS 周期性地向永久存储设备写系统时间，以记录最近的“我存活”时间	对于路由器和 RP 对象，OMS 周期性地向永久存储器写系统时间， 对所有其它对象，OMS 在故障事件之后向永久存储器写来自 RAM 的其故障数据
硬路由器崩溃		（1）OMS 周期性地向永久存储设备写系统时间，以记录最近的“我存活”时间。或者， （2）NMS 或者其它路由器周期性地 ping 路由器以评估其可用性	

即使使用永久存储设备，所存储的故障数据也可能潜在地由于存储设备的替换或者单一失效点而丢失，冗余是解决此问题的一种方法。一些潜在的冗余解决方案包括从路由器处理器上的存储器到本地盘（图 13）的数据检查点操作、从活动路由器处理器上的存储器到备用路由器处理器上的存储器（图 14）的数据检查点操作、或者从路由器 120 到邻近路由器的数据检查点操作。

上述系统可以使用专用的处理器系统、微控制器、可编程逻辑设备或者微处理器，这些器件执行操作的一些或全部。上述操作的一些可用软件实现，而其它操作可用硬件实现。

为方便起见，操作被描述为各种互连的功能块或者不同的软件模块。但是，这并不是必需的，可以存在下述情况：即这些功能块或者模块被等同地聚集到具有不清楚界限的单个逻辑设备、程序或者操作中。无论如何，功能块和软件模块或者灵活接口的特征可以以硬件或者软件形式由自

己实现，或者和其它操作结合来实现。

在已经以优选实施例描述和说明了本发明的原理后，应该很清楚，可以在安排和细节上修改本发明，而不背离这样的原理。所有修改和改变都落入权利要求的精神和范围内。

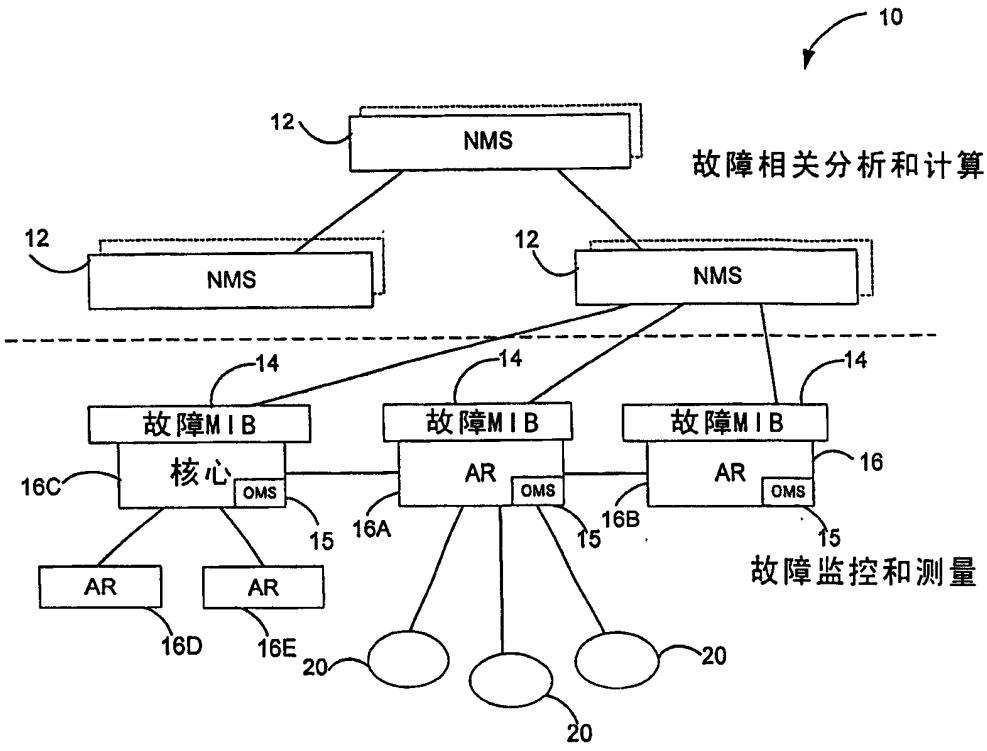

10
12
NMS
故障相关分析和计算
12
NMS
12
NMS
14
14
14
故障MIB
故障MIB
故障MIB
核心
OMS
AR
OMS
AR
OMS
16
16C
15
16A
15
16B
15
故障监控和测量
AR
AR
16D
16E
20
20
20

图1

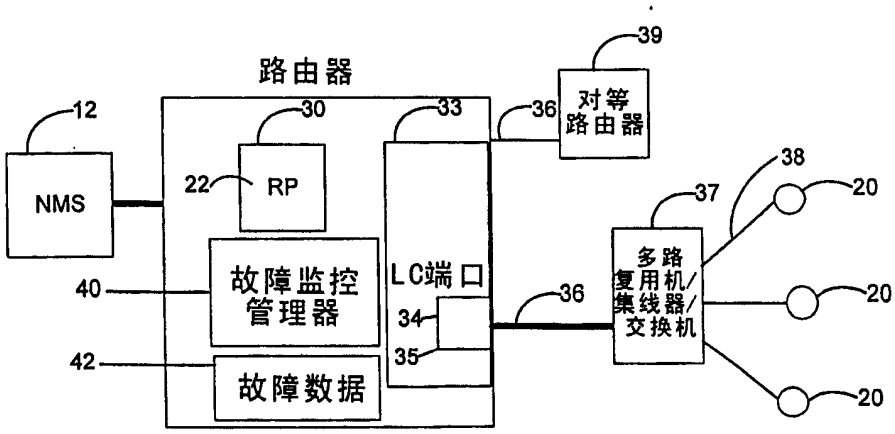

路由器
39
对等
路由器
12
30
33
36
NMS
22
RP
38
20
37
故障监控
管理器
LC端口
多路
复用机/
集线器/
交换机
40
36
20
34
42
故障数据
35
20

图2

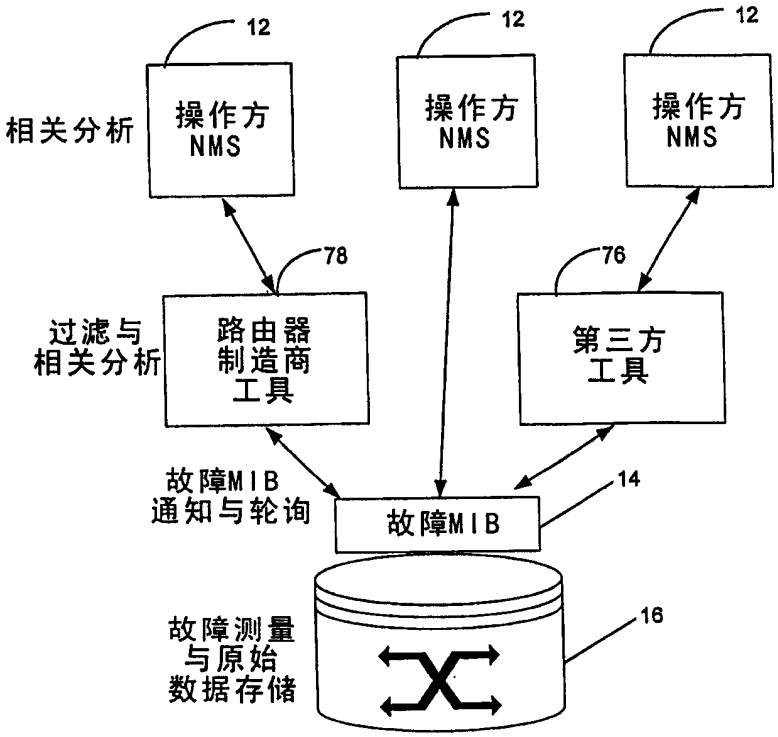

12
12
12
相关分析
操作方 NMS
操作方 NMS
操作方 NMS
78
76
过滤与 相关分析
路由器 制造商 工具
第三方 工具
故障MIB 通知与轮询
故障MIB
14
故障测量 与原始 数据存储
16

图3

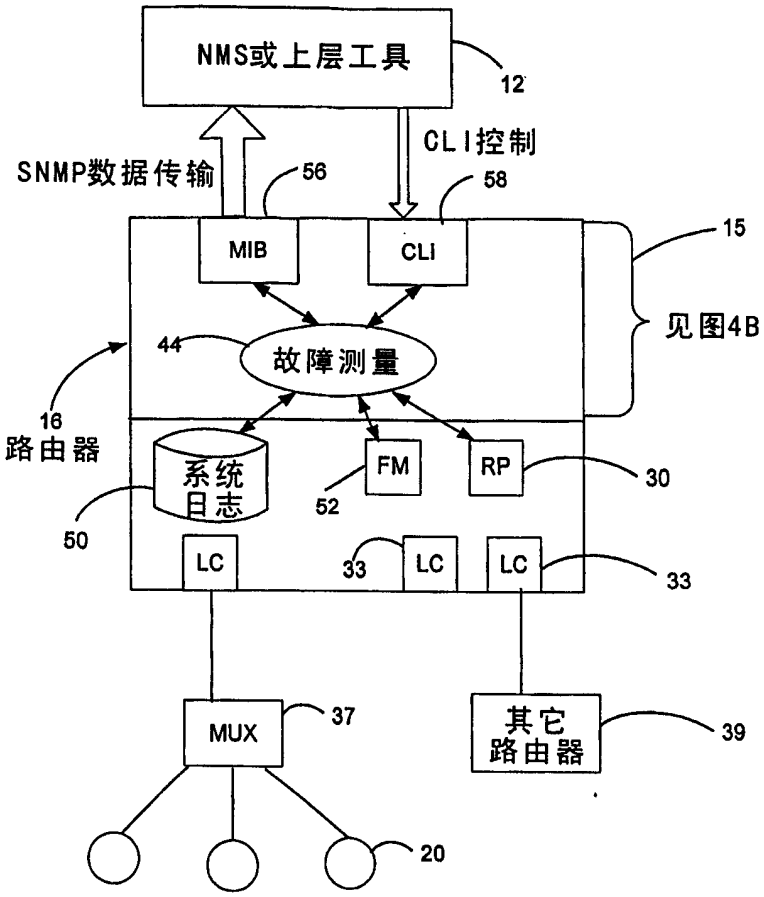

NMS或上层工具
12
SNMP数据传输
56
CLI控制
58
MIB
CLI
15
见图4B
44
故障测量
16
路由器
系统
日志
50
FM
52
RP
30
LC
33
LC
LC
33
MUX
37
其它
路由器
39
20

图4A

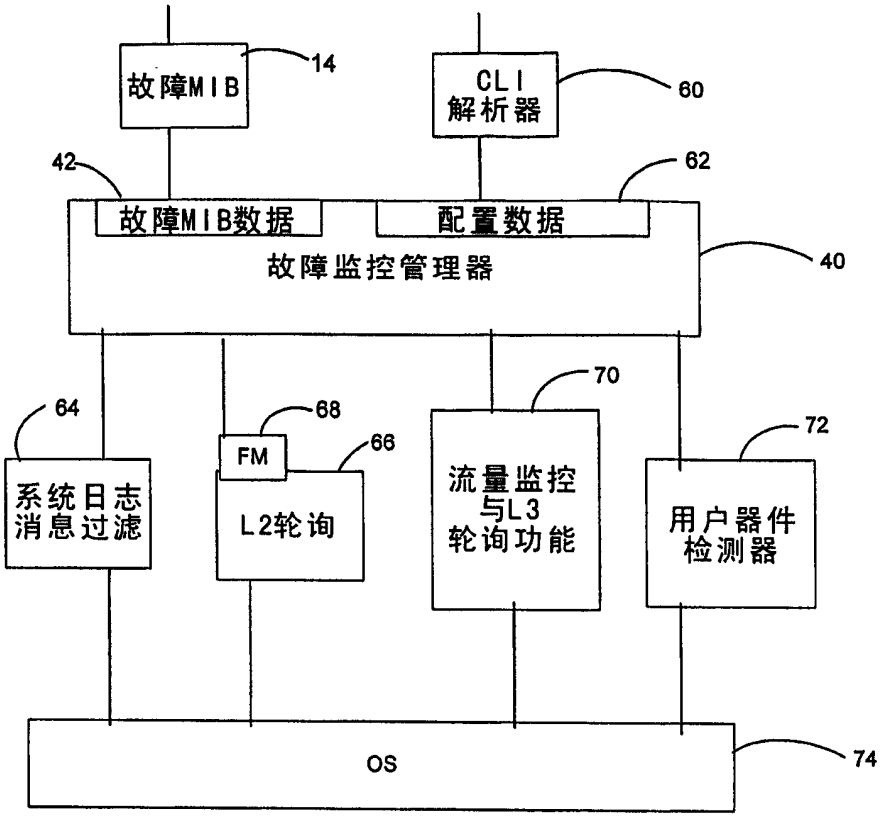

故障MIB
14
CLI
解析器
60
42
62
故障MIB数据
配置数据
故障监控管理器
40
64
68
FM
66
70
72
系统日志
消息过滤
L2轮询
流量监控
与L3
轮询功能
用户器件
检测器
OS
74

图4B

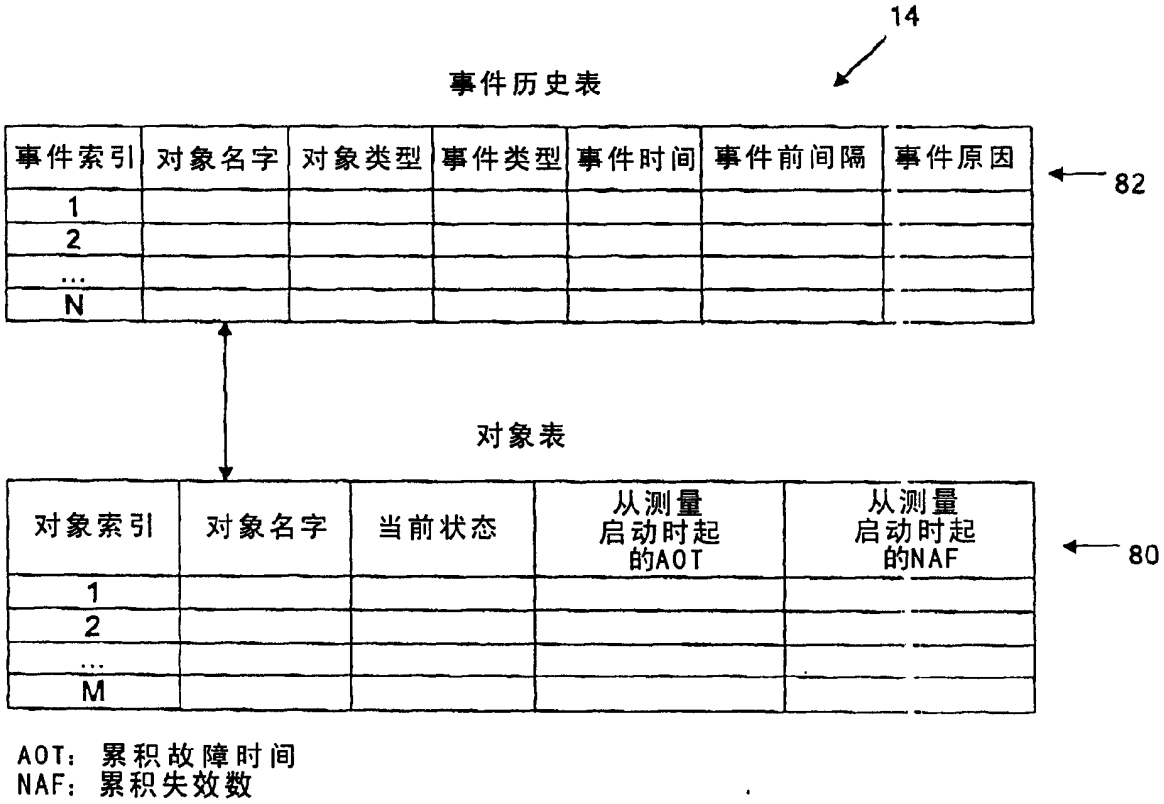

14
事件历史表
事件索引
对象名字
对象类型
事件类型
事件时间
事件前间隔
事件原因
82
1
2
...
N
对象表
对象索引
对象名字
当前状态
从测量启动时起的AOT
从测量启动时起的NAF
80
1
2
...
M
AOT：累积故障时间
NAF：累积失效数

图5

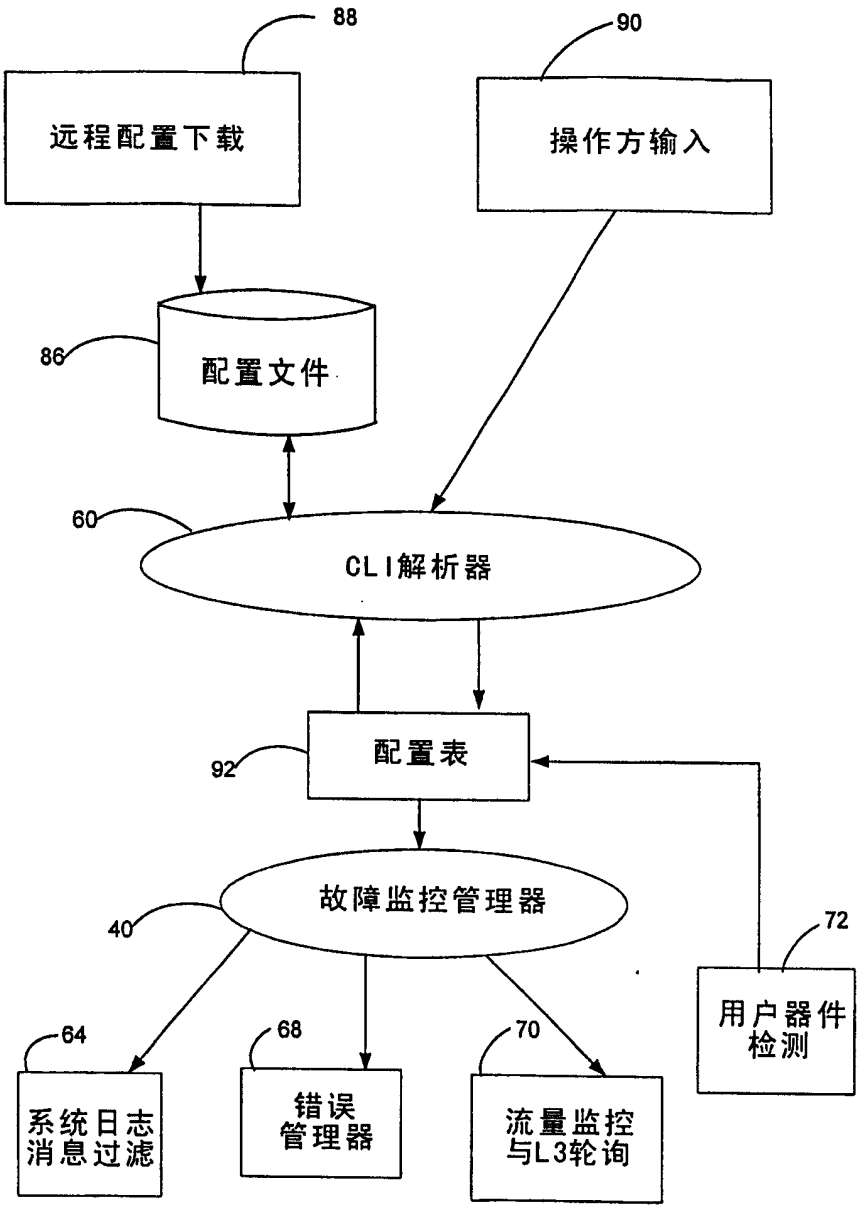

88
90
远程配置下载
操作方输入
86
配置文件
60
CLI解析器
92
配置表
故障监控管理器
40
72
用户器件检测
64
68
70
系统日志消息过滤
错误管理器
流量监控与L3轮询

图6

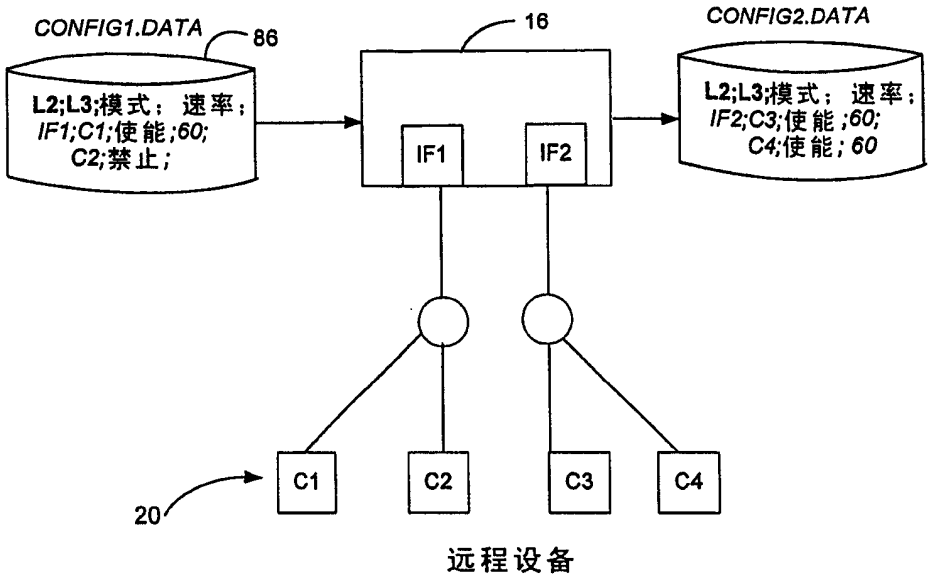

CONFIG1.DATA
86
L2;L3;模式； 速率；
IF1;C1;使能;60;
C2;禁止；
16
IF1
IF2
CONFIG2.DATA
L2;L3;模式； 速率；
IF2;C3;使能;60;
C4;使能; 60
20
C1
C2
C3
C4
远程设备

图7

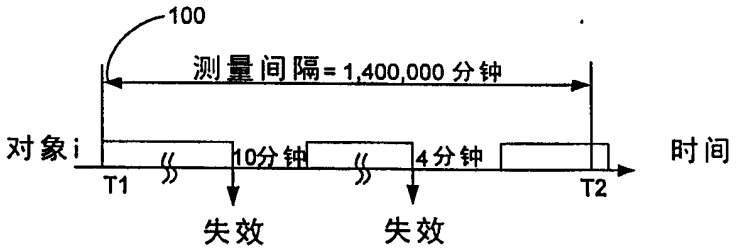

100
测量间隔= 1,400,000 分钟
对象i
10分钟
4分钟
时间
T1
T2
失效
失效

图8

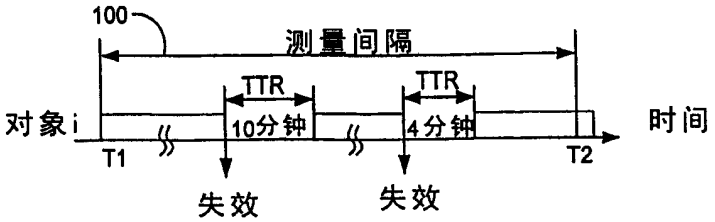

100
测量间隔
TTR
TTR
对象i
10分钟
4分钟
时间
T1
T2
失效
失效

图9

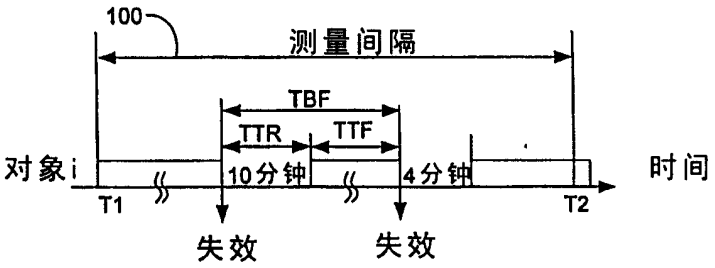

100
测量间隔
TBF
TTR
TTF
对象i
10分钟
4分钟
时间
T1
T2
失效
失效

图10

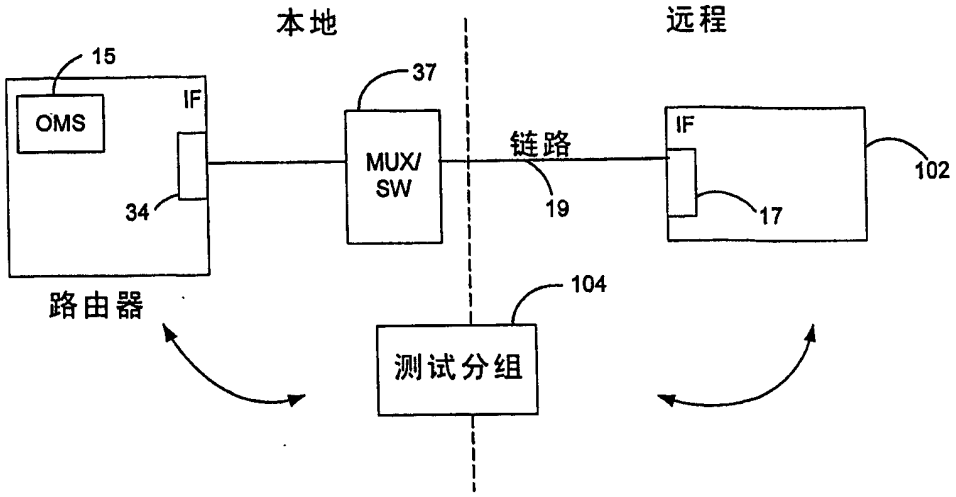

本地
远程
15
OMS
IF
34
37
MUX/
SW
链路
19
IF
17
102
104
测试分组
路由器

图11A

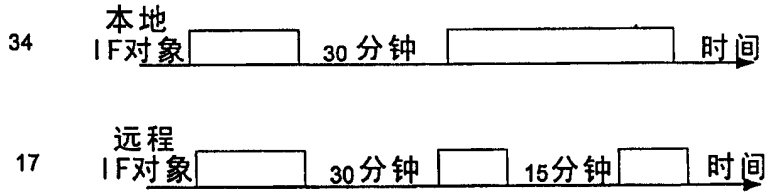

34
本地
IF对象
30 分钟
时间
17
远程
IF对象
30分钟
15分钟
时间

图11B

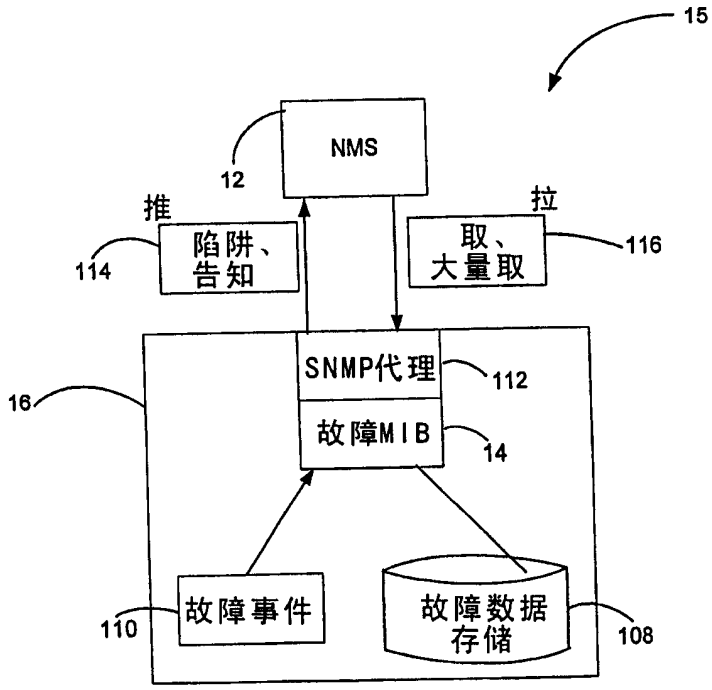

15
NMS
12
推
拉
陷阱、
告知
114
取、
大量取
116
SNMP代理
112
16
故障MIB
14
故障事件
110
故障数据
存储
108

图12

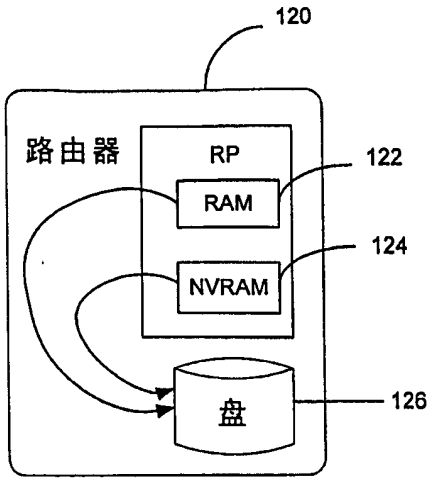

120
路由器
RP
122
RAM
124
NVRAM
盘
126

图13

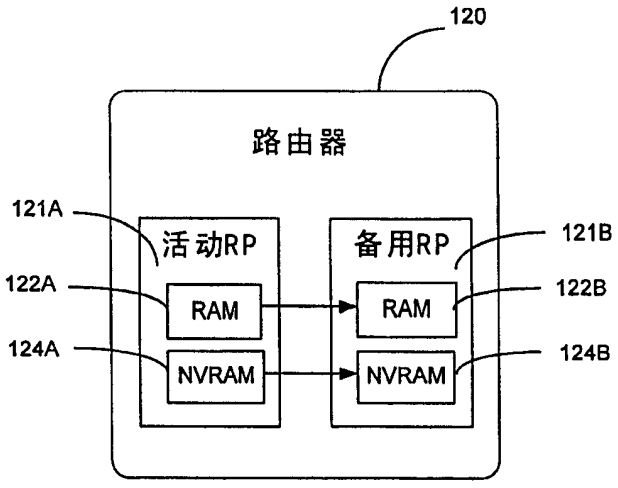

120
路由器
121A
活动RP
备用RP
121B
122A
RAM
RAM
122B
124A
NVRAM
NVRAM
124B

图14