



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03818928.3

[43] 公开日 2005年9月28日

[11] 公开号 CN 1675855A

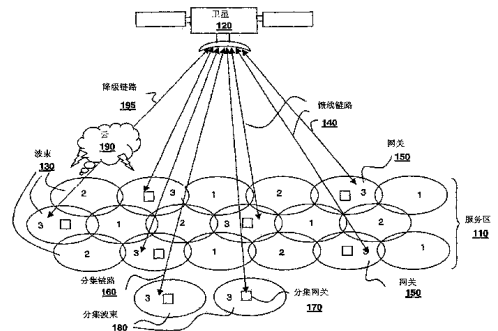
[22] 申请日 2003.6.25 [21] 申请号 03818928.3  
 [30] 优先权  
     [32] 2002.6.25 [33] US [31] 60/391,984  
     [32] 2003.6.23 [33] US [31] 10/602,356  
 [86] 国际申请 PCT/US2003/019936 2003.6.25  
 [87] 国际公布 WO2004/002016 英 2003.12.31  
 [85] 进入国家阶段日期 2005.2.6  
 [71] 申请人 高通股份有限公司  
     地址 美国加利福尼亚州  
 [72] 发明人 L·N·希夫

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
 代理人 钱慰民

权利要求书5页 说明书12页 附图11页

[54] 发明名称 多波束卫星系统中服务中断的减少  
 [57] 摘要

一颗卫星通过多条馈线链路连到多个网关。在众多馈线链路中检测到降级的链路时，通信从降级的链路切换到在馈线链路中间共享的分集链路。在一实施例中，所述分集链路连到位于卫星服务区域外的分集网关。在另一实施例中，分集链路包括分布在服务区域内的众多馈线链路中间的信道。



1. 一种方法，包括：

检测多个馈线链路中的一降级链路，所述多个馈线链路处在卫星和相应的多个网关之间；以及

从所述降级链路切换至分集链路，所述分集链路处在卫星和位于卫星服务区外的分集网关之间。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，检测所述降级链路包括：

在特定网关处度量从卫星接收到的信标信号中信噪比的降级；以及在所述降级超出一阈值时将对应于该特定网关的馈线链路辨认为降级链路。

3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，从所述降级链路的切换包括：

把切换指令从对应于所述降级链路的网关发送到所述卫星。

4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，从所述降级链路的切换包括：

在所述卫星处从对应于所述降级链路的网关接收一切换指令。

5. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，从所述降级链路的切换包括：

通过所述卫星重新路由数据以便使用对应于分集链路的馈线喇叭而不是对应于降级链路的馈线喇叭。

6. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：

检测所述多个馈线链路中间的多个附加降级链路；以及

从所述多个附加降级链路切换到多个附加分集链路，所述多个附加分集链路处在所述卫星和位于服务区外的多个附加分集网关之间。

7. 如权利要求1所述的方法，其特征在于还包括：

检测到所述降级链路已成为恢复的链路；以及

从所述分集链路切换回恢复的链路。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述多个馈线链路包括多个前向链路和多个反向链路中的至少一个。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述服务区包括美国大陆，所述分集网关位于加利福尼亚的 Baja、墨西哥的 Sonora、墨西哥的 Chihuahua、加拿大的 British Columbia 以及加拿大的 Alberta 中的一处。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，检测所述降级链路包括：  
度量瞬时的接收信号强度。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述分集网关位于高降雨强度概率很低的地区。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述分集网关位于卫星的全角覆盖区域内。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述多个馈线链路传送因特网话务，相应的多个网关和分集网关各自包括一因特网接入点。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述多个网关的每一个都支持 K 个终端波束。

15. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，检测所述降级链路包括：  
确定馈线链路信标信号相对于接收到的噪声的信号强度；以及  
如果所述信号强度低于一阈值则表明所述馈线链路受到降级。

16. 一种装置，包括：

多个馈线喇叭，适用于在卫星和相应的多个网关间提供多个馈线链路，每个馈线链路都耦合到至少一个数据路径；

分集喇叭，适用于在卫星和位于该卫星服务区外的分集网关间提供分集链路，所述分集喇叭耦合到切换矩阵变换电路；以及

对应于所述多个馈线喇叭的多个终端喇叭，所述多个终端喇叭适用于提供多个终端波束，每个终端喇叭都耦合到至少一个数据路径；

其中所述数据路径耦合到所述切换矩阵变换电路，所述切换矩阵变换电路适用于把所述多个终端喇叭中的任一个选择性地耦合到分集喇叭而不是所述多个馈线喇叭中相应的一个。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述多个终端喇叭的每一个都支持  $K$  个终端波束。

18. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于还包括：

多个附加分集喇叭，每个都适用于在卫星和位于服务区外的多个附加分集网关间提供多个附加分集链路，所述切换矩阵变换电路适用于把多个终端喇叭的任一个选择性地耦合到多个附加分集喇叭的任一个而不是多个馈线喇叭的相应一个。

19. 如权利要求 18 所述的装置，其特征在于还包括用于接收切换指令的装置，所述切换指令确定所述切换矩阵变换电路的操作。

20. 一种方法，包括：

检测多个馈线链路中的一降级链路，所述多个馈线链路处在卫星和相应的多个网关之间，所述多个馈线链路的每一个都包括多个信道，至少一个所述多个馈线链路的内的多个信道包括至少一个分集信道；以及

把多个降级信道从所述降级链路切换到一个或多个所述多个馈线链路中相应的多个分集信道。

21. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述降级链路包括活动信道和分集信道，其中切换所述多个降级信道包括仅切换活动信道。

22. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，切换所述降级信道包括：

把所述多个降级信道中单独的几个重新路由到多个分集信道中选出的几个信道。

23. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述多个分集信道分布在多个馈线链路的一个子集中。

24. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于还包括：  
检测所述多个馈线链路中间的多个附加降级链路；以及  
把多个附加降级链路从所述多个附加降级链路切换到多个馈线链路中间的多个附加分集信道。

25. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，检测所述降级链路包括：  
在特定的网关处确定来自卫星的信标信号中的信噪比降级；以及  
在所述降级超出一阈值时把对应于该特定网关的馈线链路辨认为降级链路。

26. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，从所述降级链路的切换包括：  
把切换指令从对应于所述降级链路的网关发送到所述卫星。

27. 如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，从所述降级链路的切换还包括：  
在所述卫星处从对应于所述降级链路的网关接收一切换指令。

28. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于还包括：  
检测到所述降级链路已成为恢复的链路；以及  
从所述多个分集信道切换回去。

29. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述多个馈线链路传送因特网话务，相应的多个网关各自包括一因特网接入点。

30. 一种装置，包括：  
多个馈线喇叭，适用于在卫星和相应的多个网关间提供多个馈线链路，所述

多个馈线链路的每一个都包括多个馈线信道,所述多个馈线链路的至少一个中的多个馈线信道包括至少一个分集信道;

对应于所述多个馈线喇叭的多个终端喇叭,所述多个终端喇叭适用于提供多个终端波束,所述多个终端波束的每一个都包括多个终端信道;以及

与多个馈线喇叭和多个终端喇叭耦合的切换矩阵变换电路,所述矩阵变换电路适用于把多个终端信道的任一个从多个终端喇叭选择性地耦合到至少一个分集信道而不是相应的馈线信道。

31. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,所述多个终端喇叭的每一个都支持 K 个终端波束。

## 多波束卫星系统中服务中断的减少

### 相关申请

本申请要求于2002年6月25日提交的在先提交的临时申请60/391,984的优先权。

### 技术领域

本发明涉及卫星通信领域，尤其涉及多波束卫星系统中服务中断的减少。

### 背景技术

卫星或卫星群(constellation)可以无须昂贵的基础设施，比如蜂窝塔或者到终端用户的陆线连接而在实质上任何地方提供通信。这些优点使卫星对于许多应用来说都是理想的，包括高速数据通信。例如，基于卫星的系统能向实质上每个潜在的用户提供类似的服务，包括城市、郊区、农村或移动用户，而不是把宽带因特网服务限制为数字用户线(DSL)、数字电缆或光纤可用的区域。

例如，在地球同步轨道中的卫星会有一服务区，其大小为整个美国大陆。用于宽带因特网接入的服务区内的组合数据话务会消耗大量的带宽，但是卫星通信中的带宽受可用射频频谱所限制。为了具有足够的带宽，卫星投射了多条“波束”，而不是单个波束，以覆盖与蜂窝电话系统中使用的小区模式相类似的服务区。每个波束都重新使用可用的频率，或者其一部分来提高通过卫星的总带宽。

卫星在波束内的终端和支持该波束的“网关”之间使信号“弹来弹去”。网关会在终端间或者在终端和外部世界之间指引通信。例如，网关可包括一因特网接入点，以便把波束内的终端连到因特网。

波束能覆盖一个很大的区域，并向许多终端提供服务。网关和卫星间的馈线链路实质上是在网关和卫星的视线间狭窄聚集的单个波束。对于给定波束中的所有终端，馈线链路支持卫星间的所有数据话务。如果馈线链路的信号质量在一界限上降级，则整个波束会遭到服务中断。热噪声会使馈线链路降级。

一种馈线链路瓶颈的解决方式是“空间分集”。由于足够强度的降雨而使服

务中断通常是高度区域化的。降雨强度足以引起两个分集位置处同步服务中断的概率非常低。分集用某些分集位置处的冗余网关来实现，所述分集位置通常离开几英里远。传统上，分集以1对1的基础完成。也就是，每个馈线链路由两个网关支持，在活动的网关失败时，另一个网关被保持在“热”待机模式。

1对1分集在处理与基于电路的网络相连的卫星系统时是有用的，所述基于电路的网络比如典型的公共交换电话网(PSTN)。在卫星系统中，电话呼叫的目标受信者与一特定的波束相关联。呼叫通过PSTN网络被路由到为该特定波束提供服务的网关。当网关通过卫星完成到受信者终端的呼叫时，呼叫者和受信者之间的“电路”被认为已被建立。如果网关于于遭受一服务中断，则电路被破坏，呼叫丢失。然而，有了1对1分集后，“网关”实际上是物理上隔开几英里的两个冗余网关。一个是活动的，另一个处于“热”待机模式。两个网关看上去处于电话网中的一个网络位置，因此如果一个网关失败，则另一个网关能立即代替其位置而不破坏电路。

1对1分集的一个缺点是成本。网关会非常昂贵，包括大型天线阵、高速路由器、用于在射频信号间转换大量数据的设备等等。服务于美国大陆的卫星系统会使用几十个、甚至上百个网关位置。每个网关位置的1对1分集能动态地提高系统成本。尤其重要的是在竞争激烈的数据服务市场中保持低成本、因此保持低用户速率，比如宽带因特网接入。

### 发明内容

简言之，公开了通过在多个卫星馈线链路间共享分集资源从而减少诸如多波束卫星系统这样的通信系统中的服务中断的方法和装置。本发明利用“可恢复的”网络路由协议，比如互联网协议(IP)，如果一数据路径在通信网络中失败，则自动探测其它路径来找到可供使用的一条或多条路径。在本发明各个实施例中，随着馈线链路失败和恢复，卫星系统中的网络连接被开启和关闭。

这可以通过检测多个馈线链路中的降级链路来完成，所述馈线链路连在卫星和相应的多个网关之间；以及从降级链路切换到分集链路，所述分集链路驻留在卫星以及卫星服务区外的分集网关之间。多个馈线链路可包括多个前向链路和多个反向链路中的至少一个。检测降级链路的过程可包括测量在特定网关处从卫星接收到的信标信号中信噪比的降级、或者测量同时接收到的信号强度、以及在降级超出一阈值时把与特定网关对应的馈线链路辨认为降级链路。而且，从降级链路的切换会

包括把切换指令从对应于降级链路的网关发送到卫星。从降级链路的切换还包括通过卫星重新路由数据以使用对应于分集链路的馈线喇叭而不是对应于降级链路的馈线喇叭。

在进一步的实施例中，检测到多个馈线链路中间的多个附加降级链路，通信从所述多个附加降级链路切换到多个附加分集链路，所述多个附加分集链路在卫星和位于服务区外的多个附加分集网关之间。该方法还包括检测到所述降级链路已成为恢复的链路、以及从所述分集链路切换回恢复的链路。

在另一实施例中，一种用于实现本发明特征的装置包括：适用于在卫星和相应的多个网关间提供多个馈线链路的多个馈线喇叭，每个馈线喇叭都与至少一条数据路径耦合；适用于在卫星和位于卫星服务区外的分集网关间提供分集链路的分集喇叭；以及对应于所述多个馈线喇叭的多个终端喇叭，它们适用于提供多个终端波束，每个终端喇叭都耦合到至少一条数据路径。数据路径耦合到切换矩阵变换电路，切换矩阵变换电路适用于把所述多个终端喇叭的任一个选择性地耦合到分集喇叭而不是多个馈线喇叭中相应的一个。

在其它实施例中，所述装置还包括多个附加分集喇叭，每个都适用于在卫星和位于服务区外的多个附加分集网关间提供多个附加分集链路，切换矩阵变换电路 (switch matrix)

适用于把多个终端喇叭中的任一个选择性地耦合到多个附加分集喇叭中的任一个而不是多个馈线喇叭中相应的一个。所述装置能采用一种用于接收切换指令的装置，所述指令确定所述切换矩阵变换电路的操作。

在进一步的方面，多个馈线链路的每一个都包括多个信道，所述多个馈线链路的至少一个内的多个信道包括至少一分集信道，降级链路的切换包括把多个降级信道从降级链路切换到一个或多个所述多个馈线链路中相应的多个分集信道。降级链路能使用活动信道和分集信道两者，所述多个降级信道的切换包括仅切换活动信道。该切换把所述多个降级信道中单独的降级信道重新路由到所述多个分集信道中选出的信道。此外，可以从所述多个馈线链路中检测到多个附加降级链路，会发生多个附加降级信道从多个附加降级链路到多个馈线链路中的多个附加分集信道的切换。

在一实施例中，用于实现该方法的装置会包括多个馈线喇叭，其适用于在卫星和相应的多个网关间提供多个馈线链路，每个馈线链路都包括多个馈线信道，多

个馈线链路的至少一个内的多个馈线信道包括：至少一个分集信道；对应于多个馈线喇叭的多个终端喇叭，其适用于提供多个终端波束，每个波束都有多个终端信道；以及与多个馈线喇叭和多个终端喇叭耦合的切换矩阵变换电路。切换矩阵变换电路适用于把多个终端信道中的任一个从多个终端喇叭选择性地耦合到至少一个分集信道而不是相应的馈线信道。

#### 附图说明

通过下面提出的结合附图的详细描述，本发明的特征、性质和优点将变得更加明显，附图中相同的元件具有相同的标识，其中：

图 1 说明了卫星系统中本发明的一个实施例。

图 2 说明了卫星系统中本发明的另一个实施例。

图 3 说明了在波束中包括有信道的一个实施例。

图 4 说明了适用于本发明的切换矩阵变换电路的一个实施例。

图 5 说明了适用于本发明的切换矩阵变换电路的另一个实施例。

图 6 是从网关角度出发的一个实施例的流程图。

图 7 是从卫星角度出发的一个实施例的流程图。

图 8 说明了用于实现本发明各个实施例的硬件系统的一个实施例。

图 9 说明了用于存储实现各个实施例的可执行指令的机器可读媒介的一个实施例。

图 10 示出图 5 的切换矩阵变换电路，其中在终端喇叭和馈线喇叭间选择一正常数据路径。

图 11 示出图 5 的切换矩阵变换电路，其中在终端喇叭和馈线喇叭间选择一分集路径。

#### 具体实施方式

在以下详细描述中，提出了许多具体细节以便彻底理解本发明。然而，本领域的技术人员会理解，本发明可以无须这些具体细节而实现，本发明不限于所述的实施例，而是可用在多种替代实施例中实现。在其它例子中，没有详细描述公知的方法、过程、组件和电路。

例如，下面对天线喇叭和馈线的引用、以及反馈或切换信号的操作是建立通

信链路和信道的技术的非唯一示例,所述通信链路和信道作为实现本发明各个实施例的部分而讨论。对于本领域技术人员显而易见的是,这些不是可用于实现本发明方法和装置的唯一可行的技术。天线元件、天线喇叭、一个或多个传感器或者包括相控阵在内的天线阵等等都能以多种方式被送入信号,作为形成天线结构的波束的一部分,从而产生期望的波束。反馈信号会包括天线元件中间的加权抽头,其帮助定义和指引天线波束。

因此,下面讨论的切换矩阵变换电路不仅仅能应用于一组天线喇叭,而是能应用于一系列的天线传感器和传输元件、以及应用于所使用的信号源,以便提供或反馈能产生波束以携带或传输期望链路和信号路径的天线结构。也就是,矩阵变换电路可以在各个输入信号源之间进行切换,比如放大器或传输要发送的信号的其他公知元件,并且选择性地控制要在哪里分布由波束形成器创建的波束模式,以便“有效地”选择它们自哪里发送,就好像选择单独的天线喇叭。卫星硬件和信号传输机制的这些替代都包含在本发明的原理内,本发明的技术人员能很好地理解。

部分描述会用本领域技术人员通常采用的术语来给出,从而把其工作的实质传达给本领域的其它技术人员。同样,部分描述会用通过执行编程指令而执行的操作来给出。如本领域技术人员所理解的,这些操作通常采用电、磁或光信号的形成,所述信号能被存储、传输、组合另外通过电子组件被操纵。

各个操作会以依次执行的多个离散步骤来描述,其描述方式有助于理解本发明。然而,描述的顺序不应被视为这些操作必须按所给出的顺序来执行,也不意味着所述描述是取决于顺序的。最后,短语“在一实施例中”的重复使用不是指同一个实施例,尽管也可能是同一个实施例。

本发明通过在多个卫星馈线链路间共享分集资源而减少了多波束卫星系统中的服务中断。本发明利用了“可恢复的”网络路由协议,比如互联网协议(IP)。在可恢复的网络中,如果一条数据路径失败,则自动探测其它数据路径,并使用任何可用的路径。该情况下,随着馈线链路失败和恢复,本发明的各个实施例将卫星系统中的网络连接开启和关闭。连到卫星系统的网络需要查找当前活动的接入点。

如上所述,PSTN一般不能从通信损失中恢复。如果一连接失败,网络就不能查找新的路径并重新路由一呼叫。相反,电路被破坏,并且服务丢失。1对1的分集提供了一种解决方案,其中第二网关实质上提供了冗余的连接,与替代路径相反。然而,与传统的1对1网关分集相比,本发明所述的共享分集资源能显著地节约成

本，在服务可靠性上有相当大的改进。

图 1 说明了结合本发明一实施例的基于卫星的通信系统。服务区 110 被  $N=18$  个波束 130 所覆盖，示出为圆投影。图 1 说明了服务区 110 内的  $K=3$  频率复用模式。也就是，可用的频谱被分成三个分集，每个波束都使用一个分集，标记为 1、2 或 3。波束经排列，使得没有两个相邻的波束被分配给同一频率分集。这降低了波束间的干扰、改进了信号指令、因此改进了数据可靠性。系统的总带宽以因数  $N/K$  增加，该情况下因数等于 6。本发明的其它实施例可以用除  $K=3$  以外的频率复用模式来实现。大的  $K$  值提高了信号质量但却降低了每个小区内的可用带宽。大的  $N$  值提高了带宽但却提高了部分由于较复杂的天线阵而引起的成本。

服务区 110 可以覆盖很大的区域。例如，如果卫星 120 是与地球同步的卫星，则服务区 110 会覆盖多达地球表面的三分之一。然而，服务区 110 更一般的大小会是美国大陆的大小，称为 CONUS。卫星 120 可以表示单个卫星或者从低地轨道到地球同步的任何轨道位置数中的卫星群。

每个波束 130 都能覆盖几千平方英里，并且向几万个终端(未示出)提供服务。终端链路把每个波束 130 中的终端连到卫星 120。终端链路没有在图 1 中特别示出，但由服务区 110 内的波束投影(波束 130)集体表示。另一方面，网关 150 通过馈线链路 140 连到卫星 120。即使在有  $K>1$  个网关的系统中，网关一般使用全部频率带宽。馈线链路和终端链路能传送前向话务和反向链路，前向话务是到终端的话务，反向话务是来自终端的话务。

终端链路和馈线链路工作在同一可用频率的频谱内。该情况下，在所述实施例中， $K=3$ ，每个馈线链路 140 都有足够的频率带宽来服务于三个波束 130。通常，一个服务区所需的最小网关数等于波束数目  $N$  除以频率分集数  $K$ 。对于 18 个波束，服务区 110 需要六个网关 150。

如果在服务区 110 中使用了 1 对 1 的分集，则总共会需要 12 个网关。然而在所述实施例中，仅使用了两个分集网关 170，它们在网关 150 间共享。如果由云 190 表示的强暴雨或某些其它干扰把馈线链路降级到引起服务中断的点上，则来自降级链路 195 的数据话务就被切换到服务于分集波束 180 的可用分集链路 160 之一，以便通过相应的分集网关 170 来接入外部网络。如果有两个分集网关 170，任何两个网关 150 都会在任何给定时刻遭受终端，而没有对任何波束 130 的中断。

这一点的原因在于用户正与因特网上的站点相连并且不在意通过哪个网关作

出此连接。

馈线链路很稳健并能在被设计为分集系统的一部分时处理信号降级的中间余量。结果，任一网关的服务中断概率通常很低，比大多数情况下 1% 的时间要低得多。该情况下，1 对 1 的分集很差地利用了分集资源，因为 1 对 1 的分集使昂贵网关数目翻了一倍以补偿低概率事件。相反，通过共享分集资源，本发明降低了自许多网关的服务中断的概率，并且用相对一小组的冗余网关补偿了低概率。多个网关同时遭受中断的概率非常低，使得这一小组的冗余资源能提供与 1 对 1 分集相当的服务质量，但却以低得多的成本来提供。在所述实施例中，使用了两个分集网关 170，但实际上，一个分集网关也许足以提供期望的服务质量水平。其它实施例可以使用较多的分集网关、或者不同的分集网关对常规网关比，这取决于期望和与其他的干扰或中断的服务水平。

在所述实施例中，分集网关 170 位于服务区 110 外面。服务区外的适当位置应该至少确保网关间用于分集的最小间隔(例如 10 到 20 英里)、以及网关间用于馈线链路和分集链路间的信号分隔的最小间隔。

与此同时，所述位置不应离服务区很远。也就是，卫星 120 根据天线配置而拥有一个特定的角度覆盖。角度覆盖通常是地球表面上一相对圆周的投影。图 1 实施例中的覆盖区的直径需要足够大以包含服务区 110，但任何附加的覆盖就意味着更多成本，或来自较高高度的卫星(对于非地面卫星的情况)、或较高质量的天线阵。因此，最好把分集网关 170 放置、或定位在卫星 120 覆盖服务区 110 所需的角度覆盖内，而不显著地修改覆盖区域。

查找角度覆盖内的位置对于覆盖美国大陆的服务区而言不应该是一个问题，例如，因为美国在东西方向上要比在南北方向上要宽。足够宽以覆盖该服务区的角度覆盖区也会包括墨西哥北部和加拿大南部的至少一部分。类似地，世界上的大多数服务区都可能是非圆周的，从而为分集网关留下一些余量。

除了根据距离和覆盖角度选择分集位置以外，可以通过选择对于高降雨强度有低概率的分集位置，从而改进服务质量。降雨降级强度是雨滴大小和每单位体积雨滴数的因数。像墨西哥的 Baja、Sonora 和 Chihuahua 这样的地区由于低降雨概率因而是适当的位置。加拿大的 British Columbia 和 Alberta 省也是适当的位置，因为即使在这两个地方降雨很常见，但是降雨强度通常很低。同样，还需要有以相对高带宽接入因特网的位置。

在特定的情况下，也许不可能把分集网关放在服务区外。例如，如果服务区包括整个国家，则出于安全的考虑，就不能把网关放在该国家边境以外。或者，卫星的角度覆盖可能在卫星地理政治学或期望服务区外没有足够的空间以容纳分集网关。在任一情况下，图2所述的本发明的实施例都提供了一种解决方案。

图2说明了一种卫星系统的一个实施例，其使用卫星200、网关250和馈线链路240、241、242、243、创建波束230来为服务区210提供服务，但在服务区210外没有分集站点。与图1中共享对冗余馈线链路的接入不同，为分集保留了一个或多个馈线链路240(241、242、243和244)中一定的带宽量。该情况下，降级链路295中的带宽，这里由于云290的存在而降级，被切换以便分布在一个或多个为分集保留了带宽的其它馈线链路240中间。

例如，每个馈线链路240都有一定数量的带宽以支持给定的波束230。带宽被“信道化”。也就是，波束中的数据话务被分成多个信道。在一实施例中，如图3所示，波束带宽310被分成每波束6个信道。当前使用了四个信道320来传送数据。为分集保留了两个信道330。注意到分集信道330在全时基础上无须被保留，即重复使用。分集信道330可以在通信话务的正常条件下使用，但在分集需要时，这些信道被用作分集网关替代的一部分，因而，该网关与其正常话务负载的较少信道运作，因为分集信道330被指定或分配给分集功能。

本发明不限于网关中任何特定数量的信道、或为分集功能指定的信道。本发明的各个实施例可以用不同总数的信道来实现，并且能与上述示例中描述的不同，在活动和分集信道的中间分割信道数。而且，同一系统内的其它馈线链路240、或者同一馈线链路的其它波束部分，会为分集保留较多信道或较少信道。为分集保留的信道数目会取决于例如特定波束中终端的相对负载。也就是，如果为分集保留了较多信道，则波束就有较少的活动信道来支持相应波束内的终端。该情况下，覆盖人口稀少地区的波束会需要较少的活动信道来支持数据覆盖，因此，为分集保留了较多的信道。相反，服务于人口密集地区的波束会被要求使用其全部可用的信道。而且，与高降雨强度概率很高的地区中馈线链路中的信道相比，由高降雨强度概率很低的地区内的网关所服务的馈线链路中的信道会优先为分集被选择。

在一实施例中，分集信道被动态分配，而不是保留一组固定的分集信道，例如，随着数据负载波动和降雨强度变化而分配。在还有一实施例中，使用服务区外的分集网关与信道分集的组合。

回过头参照图 2，假定例如每个馈线链路 240 都支持三个波束，且每个波束包括六个信道，则每个馈线链路 240 都有 18 个信道起作用。如果有六个网关 250，总共有 108 个信道。为了为两个失败的馈线链路 240 提供分集资源，其余的四个馈线链路需要承担全部的数据负载。换言之，假定固定的信道选择，四个馈线信道应该是活动的，其余需要为分集而保留。六个馈线链路各自能支持 18 个信道，总共有 72 个活动信道和 36 个保留信道。如果 72 个信道均匀地分布在 18 个波束中间，则每个波束有四个活动信道和两个分集信道，如图 3 所示。

在该例中，对于总共 12 个活动信道，包括降级链路 295 在内的每个馈线链路都有四个活动信道中的三个波束。在降级链路 295 遭受服务中断时，其 12 个信道需要被切换到可用的分集信道。对于每个馈线链路而言的总共六个分集信道，每个馈线链路有两个分集信道的三个波束。该情况下，来自链路 295 的 12 个活动信道会被切换和分布到至少两个其它馈线链路。当然，如上所述，其它实施例会在馈线链路中间不均匀地分布分集信道、以及/或者动态地分布分集信道。

图 4 说明了可用于图 1 的卫星 120 中以便把降级链路切换到分集网关的切换矩阵变换电路的一个实施例。在图 4 的实施例中，卫星 120 包括六个终端喇叭 410。终端喇叭 410 是分别为服务区 110 中的终端链路投影三个波束 130 的天线。卫星 120 还包括六个馈线喇叭 420，其中五个对应于馈线链路 140，一个对应于降级链路 295。数据路径 440 通过卫星连接终端喇叭 410 和馈线喇叭 420。

卫星 120 还包括对应于分集链路 160 的分集喇叭 420。切换矩阵变换电路包括可切换的连接 450。在馈线链路 420 之一中检测到降级链路 195 时，从其相应的数据路径 440 断开受影响的馈线喇叭，并且分集喇叭 430 之一代替受影响的馈线喇叭耦合到数据路径。

有了可切换连接 450 的例外，数据路径 440 就表示适合在卫星内使用的任何数据路径类型。数据路径 440 可包括例如模数转换、数模转换、上混频或下混频到基带信号(尽管在许多实施例中不必要作用于信号的基带型式)、各种数据处理形式等等。

图 5 说明了可以在图 2 的卫星 220 中把活动信道从降级链路切换到分集信道的切换矩阵变换电路的一个实施例。切换矩阵变换电路非常类似于图 4 所示的矩阵变换电路。然而，图 5 的实施例在信道级别上进行切换，而不是在馈线链路级别上进行切换。多路复用器/多路分解器(mux) 510 插入在终端喇叭 520 和数据路径 540

之间，并且插入在馈线喇叭 530 和数据路径 540 之间。多路复用器 510 把信道从每个波束取出到它们到来信号的组成部分中，并把信道组合到待发信号的波束中。

在所示实施例中，信道被静态地指定为或活动信道或分集信道。活动信道的可切换连接 550 仅可连接到一个信道。诸如分集信道 560 等分集信道的可切换连接可连接到全部信道。该情况下，自降级链路 295 的活动信道从它们正常的活动数据路径断开，数据路径被重新连到分集信道 560。

图 10 和 11 分别示出切换到分集信道以前和以后的信息流。更具体地说，图 10 示出一说明性示例，其中信道 18 上接收到的信息通常被切换到其分配到的输出馈线喇叭、波束和信道。图 11 示出一说明性示例，其中信道 18 上接收到的信息通过分集路径被路由。

在替代的实施例中，馈线喇叭 530 的每个信道连接都可连到全部数据路径。本领域的技术人员以及受益于本发明的技术人员可理解，可以使用本领域公知的任何适当切换技术把信道从终端喇叭通过切换矩阵变换电路动态地连到馈线喇叭。该情况下，信道被动态地指定为或活动信道或分集信道。在一实施例中，动态切换的所有数据处理都在地面站处执行，比如网关，切换指令从地面被传送到卫星。

图 6 说明了从网关观点出发的本发明的一个实施例。一旦过程开始，在 610，网关就度量从卫星接收到的信标信号的一个或多个特征。在该说明性实施例中，从这种度量中确定信噪比(SNR)降级，其中信标信号中的 SNR 降级表示网关处馈线链路中的降级水平。可以理解，在替代的实施例中，可以简单作出一确定，确定接收到的信号强度或其它参数低于一预定的阈值，而非确定 SNR 中的降级。在 620，只要 SNR 在可接受的范围内、或者在网关能通过改变功率或增益而补偿的范围内，过程就简单地通过 610 循环。

然而，如果 620 处所确定的 SNR 降级能引起服务中断，网关就向卫星发送一指令 630 以便切换到分集资源。这种分集资源可以是：(1)到位于服务区外的网关的分集链路；(2)通过一个或多个馈线链路到服务区内网关的分集信道；或者两者的某些组合。本领域的技术人员和受益于本发明的技术人员会理解，提供分集信道的网关也被通知所需的信道切换。

仍然参照图 6 的说明性实施例，在 640 和 650 处，网关继续监视 SNR 并确定信号质量是否已恢复。如果信号质量改进到馈线链路已恢复的点，网关就向卫星发送一指令 660 以便切换回去。于是，在该说明性实施例中，过程结束。

在一实施例中，该过程重复得足够快以补偿 SNR 降级内任何预期的变化率。也就是，足够快地检测到降级，使得在通信被完全破坏前发送切换指令。在其它实施例中，可以使用本领域公知的任何适当技术来改进接收到切换指令的似然性。例如，切换指令应该重复发送和/或以很低的数据速率发送，可能允许切换指令在干扰的低谷或间歇期间通过。

在另一实施例中，切换指令不是从网关直接发送到卫星。相反，切换指令通过网络，比如因特网，从降级网关发送到一个或多个分集网关、或者提供分集信道的网关，然后从那里被发送到卫星。

图 7 说明了从卫星观点出发的本发明的一个实施例。一旦过程开始，卫星就在 710 处等待切换指令。每当接收到切换指令时，卫星就如 720 所示把数据重新路由到分集资源或从那里路由数据。

在另一实施例中，卫星执行更多的处理。也就是，卫星能度量信号质量、自己决定何时切换到分集资源、并且向那些分集资源发送指令以通知它们进行切换。然而，在地面上保留尽可能多的处理通常较便宜，也较为可靠。机载处理还消耗有价值的卫星功率，这些功率更好地是用于提高信号强度上。

本发明的各个实施例使用计算资源来实现上述功能。图 8 说明了硬件系统的一个实施例，该硬件系统用于表示诸如个人电脑、工作站和/或嵌入式系统等广泛的计算机系统类别。在所示实施例中，硬件系统包括与高速总线 805 耦合的处理器 810，高速总线 805 通过总线桥 830 耦合到输入/输出(I/O)总线 815。临时存储器 820 耦合到总线 805。永久存储器 840 耦合到总线 815。输入/输出设备 850 还耦合到总线 815。输入/输出设备 850 还可以包括显示设备、键盘、一个或多个外部网络接口等等。

特定的实施例包括附加的组件，可能不要求所有上述组件、或者可能结合一个或多个组件。例如，临时存储器 820 可以在处理器 810 的芯片上。或者，永久存储器 840 可以被删除，临时存储器 820 可以用电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)来代替，其中软件例程取而代之地从 EEPROM 中执行。某些实施方式采用单独总线，所有组件都耦合到该单独总线，或者采用一个或多个附加总线和总线桥，各个组件可以耦合到所述附加总线和总线桥。本领域的技术人员会熟悉多种替代的内部网，包括例如基于高速系统总线的内部网，带有一内存控制器集线器和一输入/输出控制器集线器。附加的组件可包括附加的处理器、CD ROM 驱动器、附加存储器以及

本领域公知的其它外设组件。

在一实施例中，如上所述，用如图 8 的硬件系统这样的—个或多个硬件系统来实现。在使用不止—个计算机时，可以耦合所述系统以便通过外部网进行通信，比如局域网(LAN)、互联网协议(IP)网络等等。在一实施例中，本发明用计算机内的—个或多个执行单元所执行的软件例程来实现。对于给定的计算机，软件例程可以被存储在存储设备中，比如永久存储器 840。

或者，如图 9 所示，软件例程可以是使用任何机器可读存储媒介 920 保存的机器可读指令 910，所述媒介 920 比如盒带、CD-ROM、磁带、数字化视频光盘(DVD)、激光唱盘、ROM、闪存等等。这一系列指令无须被保存在本地，而是可以通过例如图 8 的输入/输出设备 850 从远程存储设备接收，所述远程存储设备比如网络上的服务器、CD ROM 设备、软盘等等。

无论来自哪个信源，指令都可以从存储设备被复制到临时存储器 820 中，然后由处理器 810 存取和执行。在—种实现方式中，这些软件例程都以 C 语言写出。然而应该理解，这些例程可以用多种编程语言中的任—种来实现。

在替代的实施例中，本发明用离散硬件或固件实现。例如，—个或多个专用集成电路(ASIC)会编程有—个或多个上述本发明的功能。在另一例中，本发明的—个或多个功能可以用附加电路板上的—个或多个 ASIC 来实现，所述电路板可以被插入上述的计算机内。在另一例中，可以使用现场可编程门阵列(FPGA)或静态可编程门阵列(SPGA)来实现本发明的—个或多个功能。在还有一例中，可以使用硬件和软件的组合来实现本发明的—个或多个功能。

这样，描述了多波束卫星系统中服务中断的减少。然而本发明的许多替代和修改都能由本领域技术人员在阅读上述描述后理解，可以理解，所示和所述的特定实施例指示说明性的，而不是限制性的。因此，对特定实施例细节的引用不应限制主题权利要求的范围。

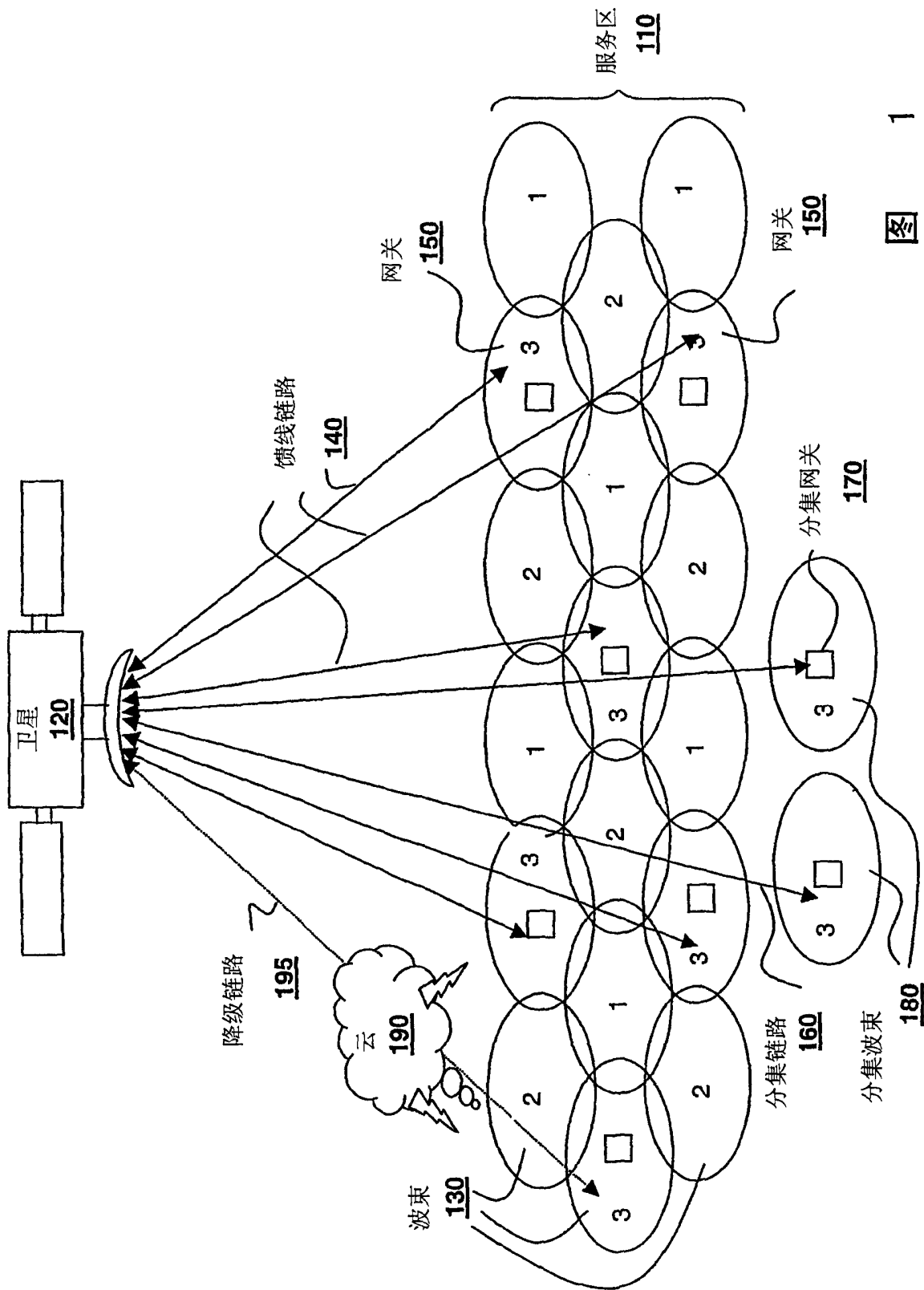


图 1

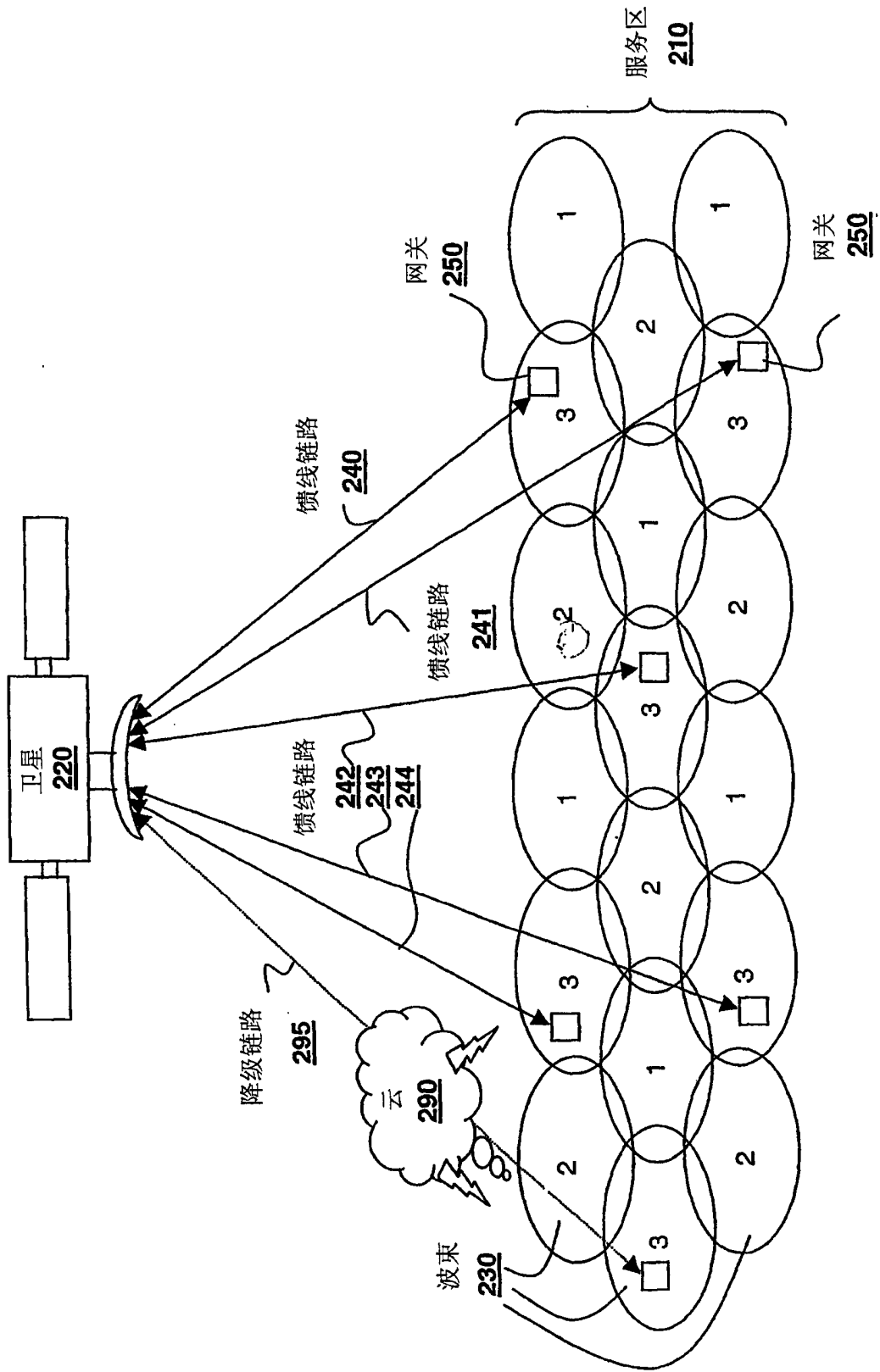


图 2

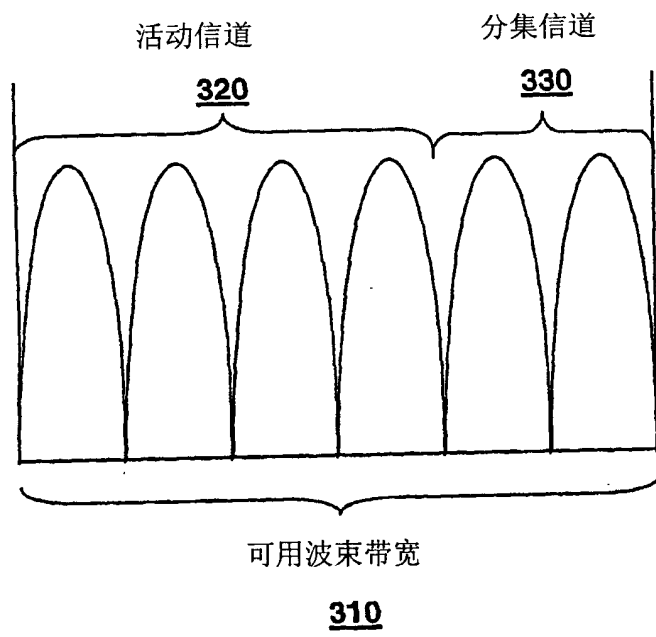


图 3

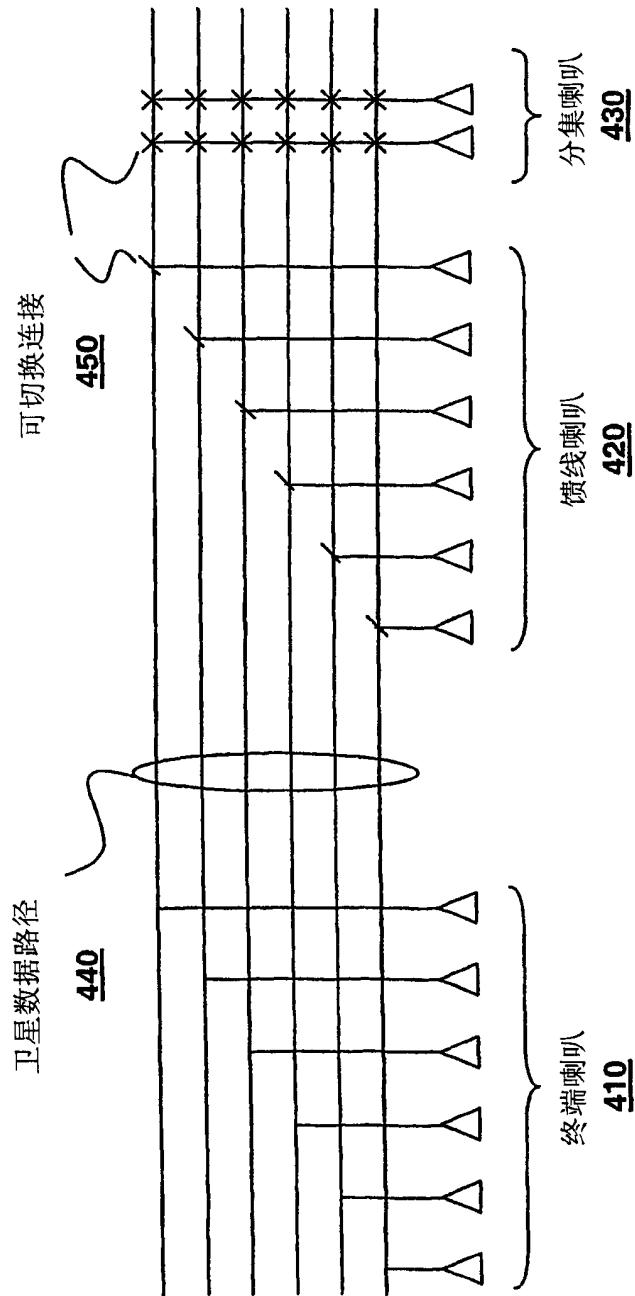


图 4

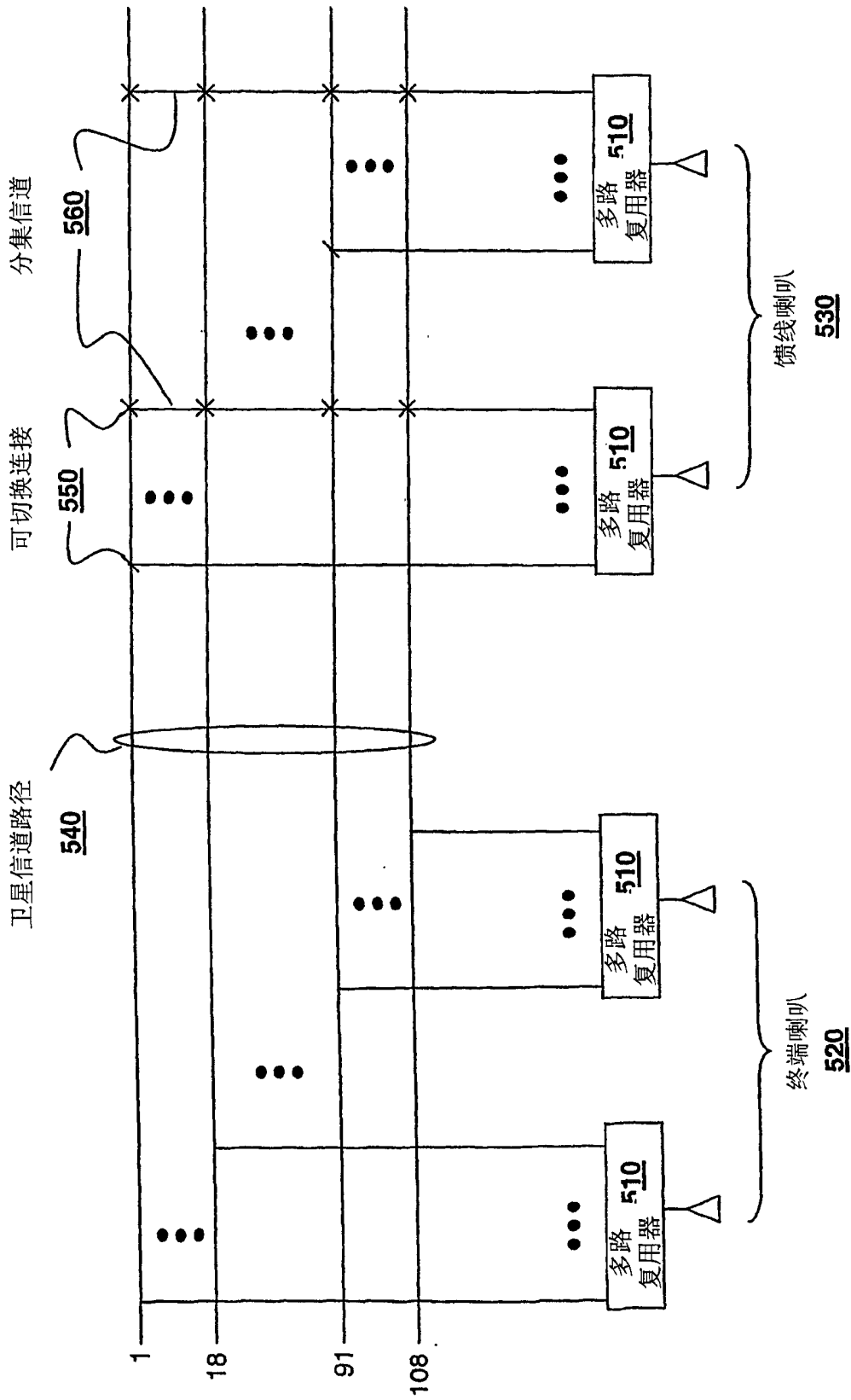


图 5

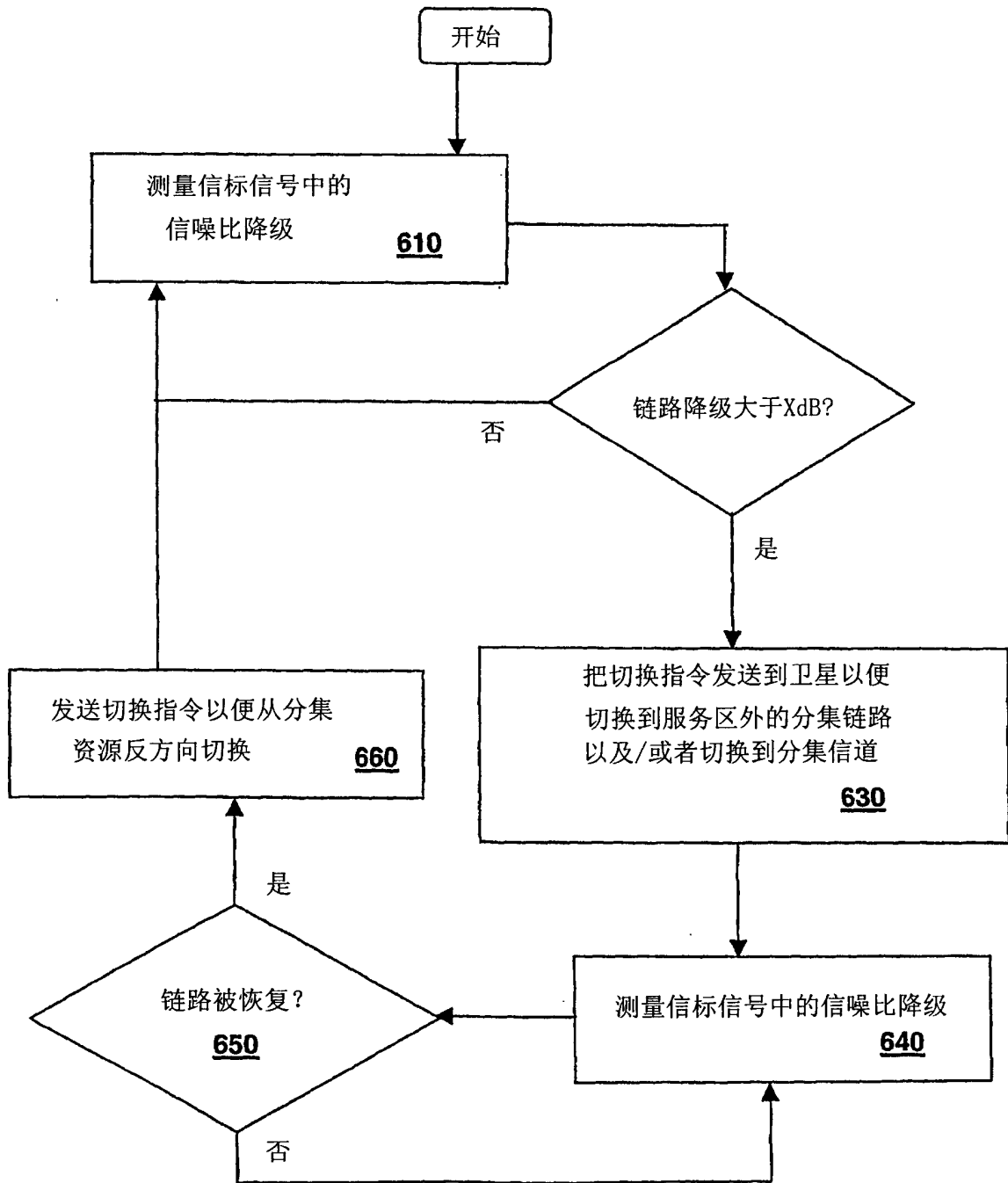


图 6

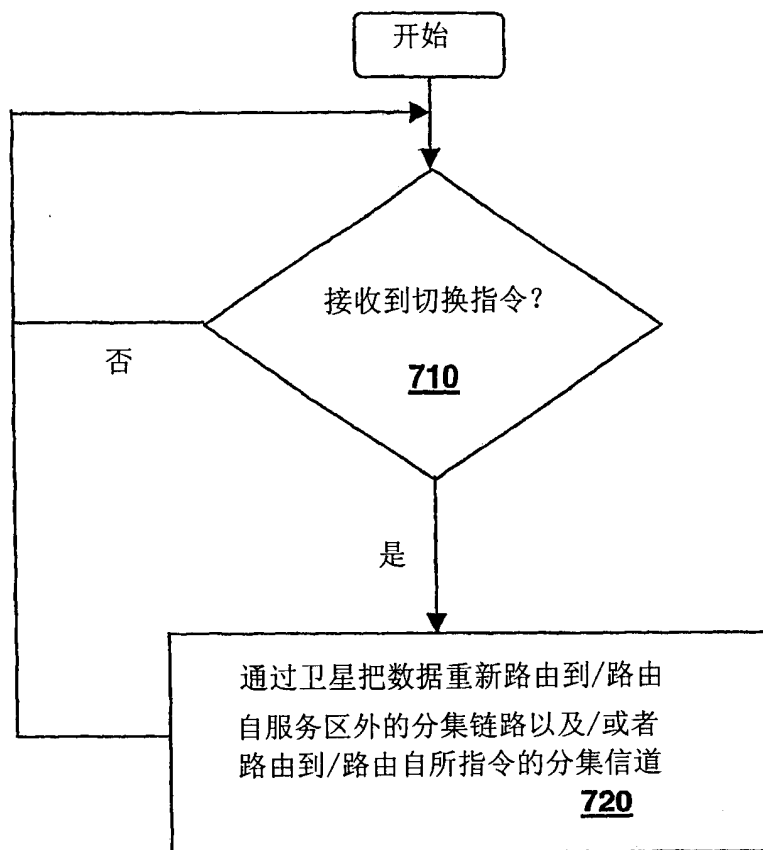


图 7

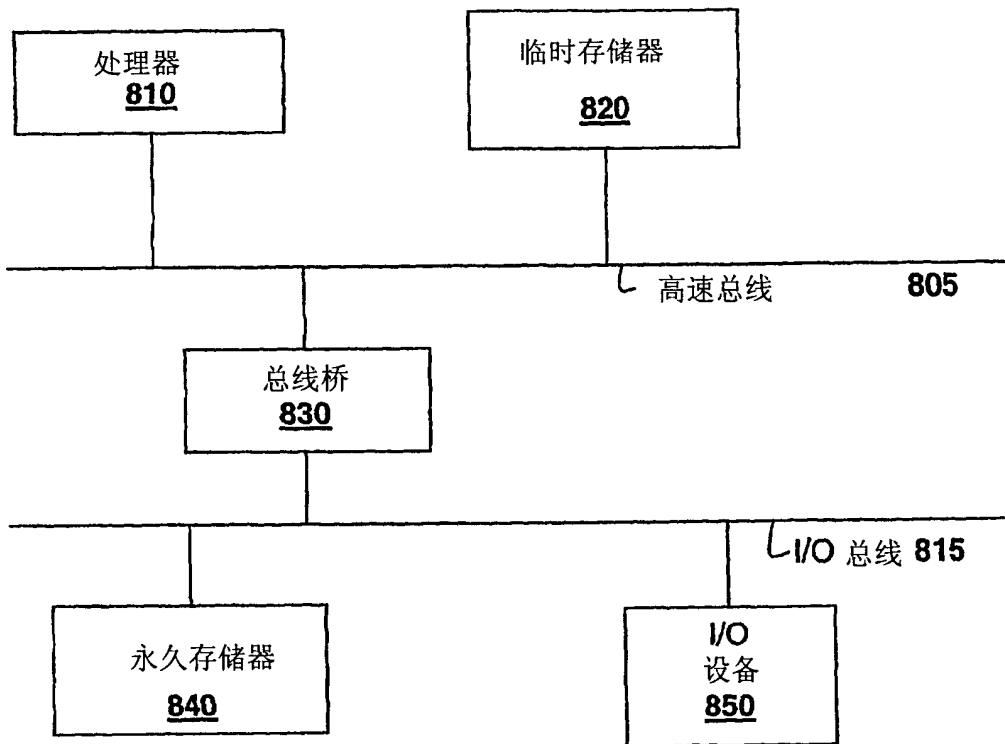


图 8

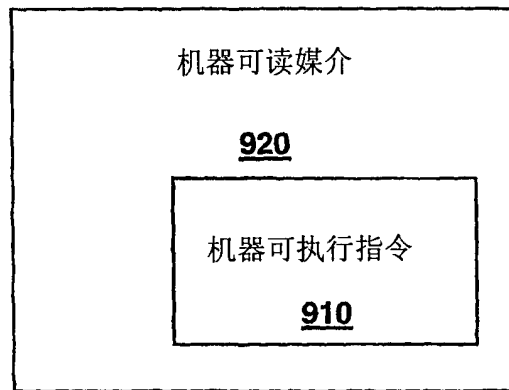


图 9

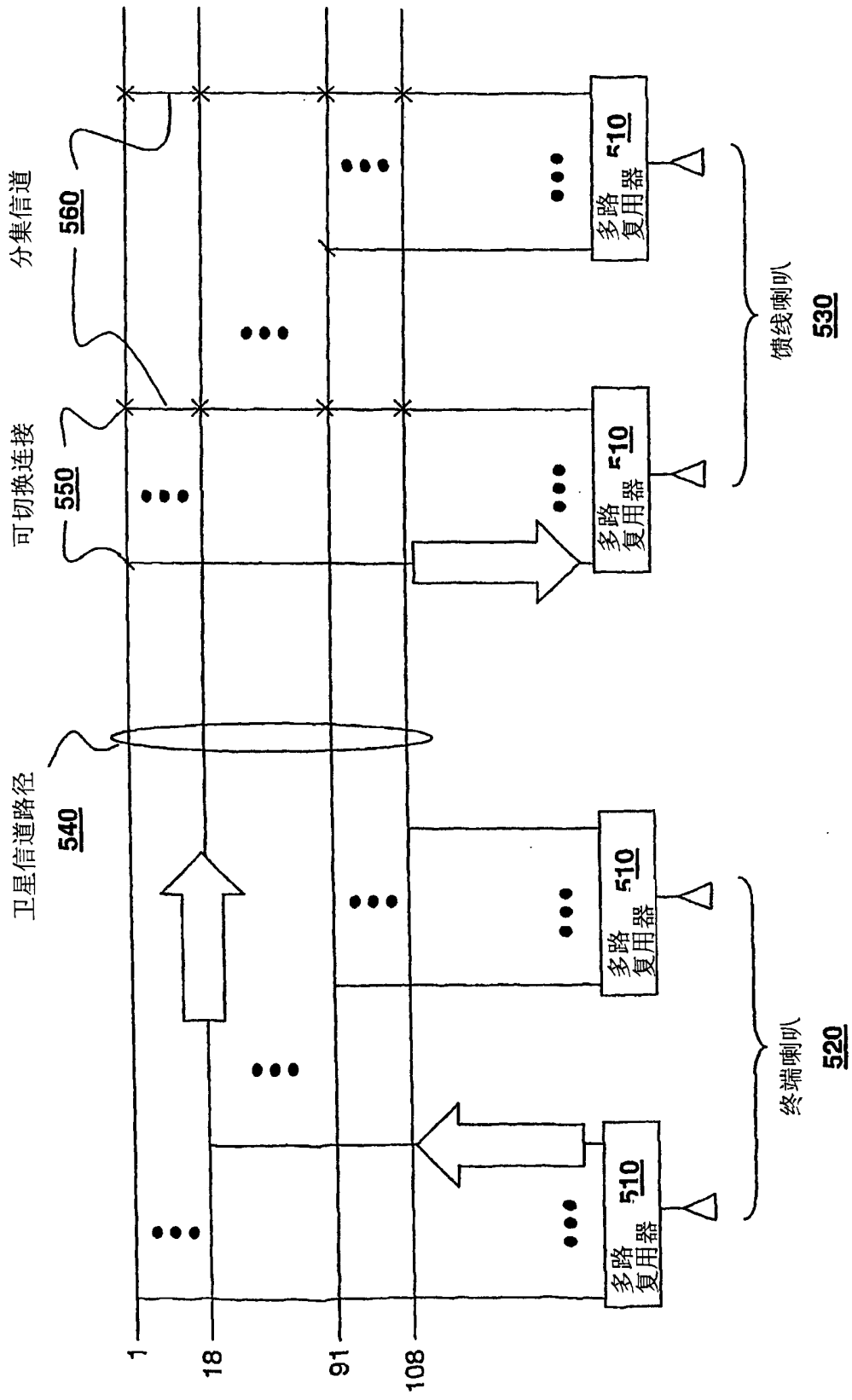


图 10

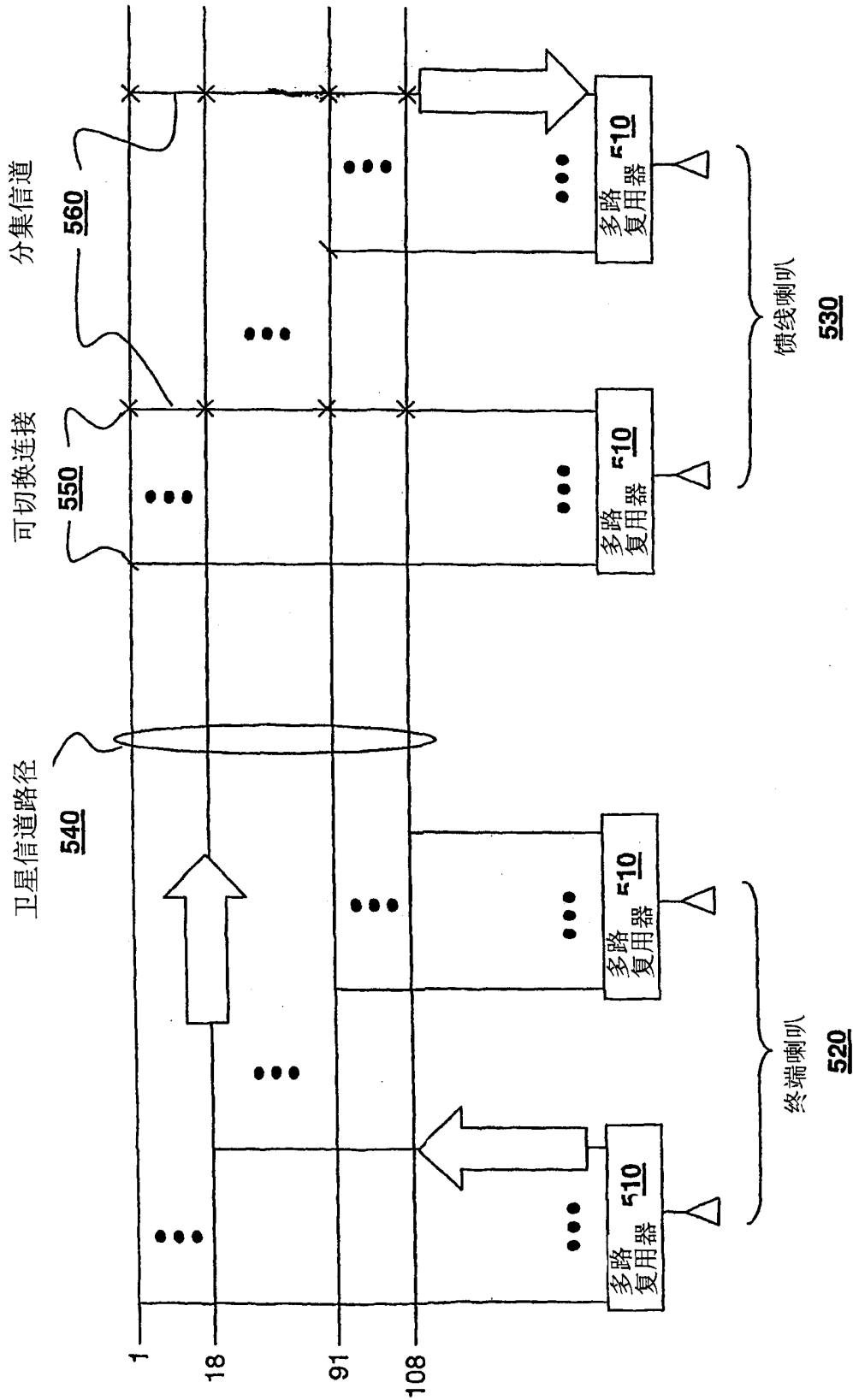


图 11