



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99811755.2

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1135740C

[22] 申请日 1999.7.21 [21] 申请号 99811755.2

[30] 优先权

[32] 1998. 8. 4 [33] US [31] 60/095,341

[32] 1999. 7. 15 [33] US [31] 09/354,934

[86] 国际申请 PCT/US99/16534 1999.7.21

[87] 国际公布 WO00/08780 英 2000.2.17

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.4

[71] 专利权人 塔奇昂公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 K·E·梅尔德

审查员 李秀琴

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹光新 王忠忠

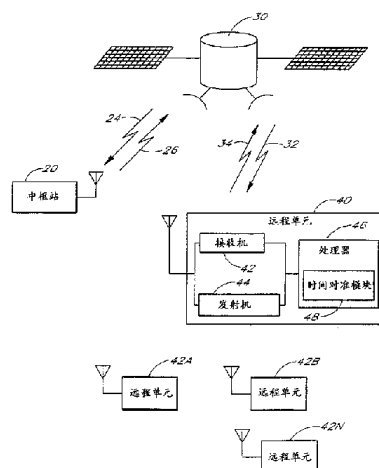
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称 通信系统中时间同步的方法和设备

[57] 摘要

对在多址连接系统的中枢站(20)的来自远程单元(40)的信号进行时间对准是根据在远程单元(40)接收从中枢站(20)通过卫星(30)发送的一个初始时间指示来实现的。远程单元(40)向卫星(30)发送一个信号,监测这个信号从卫星(30)的转发,以及测量发出的与发来的信号之间的时间差。然后,远程单元(40)利用这个时间差更细致地调整时间对准点。或者,远程单元(40)向中枢站(20)发送一个比一个工作时间估计提前的第一信号,接收从中枢站(20)发送的一个作为响应的能量指示。然后,远程单元(40)再向中枢站(20)发送一个比一个工作时间估计推后的第二信号,接收从中枢站(20)发送的一个作为响应的能量指示。远程单元(40)对这两个能量指示进行比较,调整工作时间估计。在另一个实施例中,远程单元(40')接收从中枢站(20')发送的一个经补偿的时间指示。远程单元

(40')根据本机的精确时间基准将这个时间指示与接收到这个指示的实际时间相比较。远程单元(40')将传输定时器设置成等于比本机基准所指示的当前时间提前时间指示所指示的与接收到时间指示的时间之差。



1. 一种对在一个中枢站从多个远程单元接收的各路传输进行时间对准的方法，所述方法包括下列步骤：

5 从一个第一远程单元向所述中枢站发送一个第一信号，所述第一信号比一个工作时间估计提前时间 δ_1 ；

在所述第一远程单元接收从所述中枢站发送的一个作为响应的提前信号质量指示；

从所述第一远程单元向所述中枢站发送一个第二信号，所述第二信号比所述工作时间估计推后时间 δ_2 ；

10 在所述第一远程单元接收从所述中枢站发送的一个作为响应的推后信号质量指示；以及

如果所述作为响应的提前信号质量指示所指示的信号质量比所述作为响应的推后信号质量指示所指示的高，则将所述工作时间估计在时间上提前。

15 2. 权利要求1的方法，所述方法还包括如果所述作为响应的推后信号质量指示所指示的信号质量比所述作为响应的提前信号质量指示所指示的高就将所述工作时间估计在时间上推后的步骤。

3. 权利要求1的方法，其中所述作为响应的推后信号质量指示和所述作为响应的提前信号质量指示都是功率电平指示。

20 4. 权利要求1的方法，其中所述第一信号是一个数据信号。

5. 权利要求1的方法，其中所述第一信号是一个开销信号。

6. 一种对在一个中枢站从多个远程单元接收的各路传输进行时间对准的方法，所述方法包括下列步骤：

25 从一个第一远程单元向所述中枢站发送一个第一信号，所述第一信号比一个工作时间估计提前时间 δ_1 ；

在所述中枢站确定一个提前信号质量指示；

从所述第一远程单元向所述中枢站发送一个第二信号，所述第二信号比所述工作时间估计推后时间 δ_2 ；

在所述中枢站确定一个推后信号质量指示；以及

30 如果所述提前信号质量指示所指示的信号质量比所述推后信号质量指示所指示的高，就从所述中枢站向所述远程单元发送一个在时间上提前所述工作时间估计的命令。

7. 一种远程单元, 所述远程单元包括:

一个发射机, 配置成向所述中基站发送一个在时间上比一个工作时间估计提前一个时间 δ_1 的第一信号和向所述中基站发送一个在时间上比所述工作时间估计推后一个时间 δ_1 的第二信号;

5 一个接收机, 配置成接收所述中基站响应所述第一信号发送的一个作为响应的提前信号质量指示和接收所述中基站响应所述第二信号发送的一个作为响应的推后信号质量指示; 以及

10 一个与所述发射机和所述接收机连接的定时模块, 配置成如果所述作为响应的提前信号质量指示所指示的信号质量比所述作为响应的推后信号质量指示所指示的高就在时间上提前所述工作时间估计。

8. 权利要求7的远程单元, 其中所述定时模块还配置成如果所述作为响应的推后信号质量指示所指示的信号质量比所述作为响应的提前信号质量指示所指示的高就在时间上推后所述工作时间估计。

9. 权利要求7的远程单元, 其中所述第一信号是一个数据信号。

15 10. 权利要求7的远程单元, 其中所述第一信号是一个开销信号。

11. 一种对在一个中基站从多个远程单元接收的各路传输进行时间对准的设备, 所述设备包括:

从一个第一远程单元向所述中基站发送一个第一信号的装置, 所述第一信号比一个工作时间估计提前时间 δ_1 ;

20 在所述第一远程单元接收从所述中基站发送的一个作为响应的提前信号质量指示的装置;

从所述第一远程单元向所述中基站发送一个第二信号的装置, 所述第二信号比所述工作时间估计推后时间 δ_1 ;

25 在所述第一远程单元接收从所述中基站发送的一个作为响应的推后信号质量指示的装置; 以及

如果所述作为响应的提前信号质量指示所指示的信号质量比所述作为响应的推后信号质量指示所指示的高就将所述工作时间估计在时间上提前的装置。

30 12. 一种对在一个中基站从多个远程单元接收的各路传输进行时间对准的设备, 所述设备包括:

从一个第一远程单元向所述中基站发送一个第一信号的装置, 所述第一信号比一个工作时间估计提前时间 δ_1 ;

在所述中枢站确定一个提前信号质量指示的装置;

从所述第一远程单元向所述中枢站发送一个第二信号的装置, 所述第二信号比所述工作时间估计推后时间 δ_1 ;

在所述中枢站确定一个推后信号质量指示的装置; 以及

- 5 如果所述提前信号质量指示所指示的信号质量比所述推后信号质量指示所指示的高就从所述中枢站向所述远程单元发送一个在时间上提前所述工作时间估计的命令的装置。

通信系统中时间同步的方法和设备

发明背景

5 发明领域

本发明属通信技术领域。具体地说，本发明与无线电通信系统中的同步有关。

相关技术说明

无线电媒体成为现代社会中传送语音信息和数字数据的主要手段之一。在无线电通信系统中，通常是多个远程单元与一个中枢站通信。为了对抗在为多个远程单元提供多路接入时的严酷的无线电环境，业已开发了一些提供高效率数据传送以及用户信道化（channelization）的调制方式。通常，这些调制方式在各个远程单元的信号在时间上同步到达中枢站时最有效率。例如，在一个时分多址（TDMA）系统中，每个远程单元都分配到一个时隙，在这个时隙内发送它的数据。如果一个远程单元的定时相对另一个远程单元的定时没有对准，那么这个远程单元的传输在时间上就可能与那个远程单元的传输交叠，从而使得这两个远程单元的传输都无法进行。在典型的码分多址（CDMA）系统中，这些远程单元信号通过使用几乎正交的伪随机码相互区别。如果一个远程单元的传输与另一个远程单元的传输没有对准，它们的伪随机码的正交特性就会恶化，从而这些信号可能明显地相互干扰。因此，在这两种系统中，远程单元必需相互同步地进行工作。

因此，所希望的是开发一种有效的方法可以使多个与一个公共中枢站通信的远程单元同步。

附图简要说明

从下面结合附图所作的详细说明中可以清楚地看到本发明的这些特征、目的和优点。在这些附图中同样的部件以同样的标号标示，其中：

30 图1为示出按本发明的一些实施例工作的星基通信系统的方框图；

图2为例示利用卫星反馈信号进行时间同步的流程图；

图3A为示出中枢纽接收到的能量与中枢纽对远程单元信号解调所用的时间偏移的函数关系的例示图；

图3B为示出工作时间对准点与理想定时稍微迟后偏移时，中枢纽接收到的能量与中枢纽对远程单元信号解调所用的时间偏移的函数关系的例示图；

图4为示出在一个利用传输时间偏移确定远程单元的时间对准的系统中远程单元的工作情况的流程图；

图5为例示采用全球定位系统（GPS）基准进行时间同步的无线电系统的方框图；

图6为示出典型的中枢纽利用GPS实现同步的工作情况的流程图；以及

图7为示出在利用GPS实现同步的系统中远程单元的工作情况的流程图。

优选实施例详细说明

在多个远程单元通过卫星链路与一个公共中枢纽通信的系统中，远程单元至中枢纽的信号在卫星链路上受到的延迟是远程单元位置的函数。由于各个远程单元可能分布在一个很大的地理区域内，因此远程单元至中枢纽的信号受到的延迟对于不同的远程单元是不同的。大多数调制和多址连接方式在各远程单元信号以一个共同的时间顺序对准到达中枢纽时最为有效。本发明提供了一种使远程单元至中枢纽的信号定时对准的装置和方法。

图1为示出有无线电卫星链路的通信系统的方框图。中枢纽20在正向上行链路信道26上向地球同步卫星30发送中枢纽至远程单元的信号。卫星30接收到在正向上行链路信道26上的中枢纽至远程单元信号，加以放大后在正向下行链路信道32上通常以与接收时不同的频率转发这些信号。

在正向下行链路信道32上发送的这些中枢纽至远程单元信号被远程单元40接收。远程单元40内的接收机42对正向下行链路信道32上的这些信号中的一个或多个进行接收和解调。接收机42产生一系列数字数据比特给处理器46。处理器46还产生一系列反向链路信息比特，将相应数据信号传送给发射机44。发射机44利用时间敏感调制或信道化技术在反向上行链路信道34上将相应的远程单元至中枢纽信

号发送给卫星30。发射机44根据一个传输时钟发送信号。在一个实施例中，传输时钟由时间对准模块48产生。卫星30通常将远程单元至中枢纽站信号放大后在反向下行链路信道24上以不同的频率转发给中枢纽站20。

- 5 远程单元40与许多其他远程单元42A-42N共享卫星和中枢纽站资源。远程单元40与远程单元42A-42N共享反向链路信道24和34的多址连接方式在这些远程单元至中枢纽站信号以共同的定时到达中枢纽站20时最为有效。在远程单元40将一个信号通过卫星30发送给中枢纽站20时，这个信号要受到大约270毫秒的延迟。正向链路和反向链路的累计传输延迟对于各个远程单元来说是不同的，而且随时间改变。具体地说，传输延迟是远程单元相对卫星的位置的函数。通常，最接近卫星的远程单元受到的传输延迟最小，而离卫星最远的远程单元受到的传输延迟最大。然而，还有其他一些因数可能影响延迟。例如，如果远程单元处在一个建筑物内，传输路径就可能要增加附加的延迟。此外，卫星相对地球表面并不是完全静止的。因此，传输延迟将由于卫星的相对运动而改变。这样，即使在远程单元40与远程单元42A-42N之间达到了初始同步，这个同步也可能将来会失去，如果没有一种校正机制的话。

- 20 注意到反向下行链路信道24的延迟对于所有的远程单元40和42都是一样的，因此如果远程单元至中枢纽站信号在时间上同步地到达卫星30，这些信号也就在时间上同步地到达中枢纽站20

- 在本发明的一个实施例中，根据远程单元40监测一个由卫星30转发的反馈信号来实现初始同步和周期性更新。这个反馈信号是卫星30在反向下行链路信道24上转发的远程单元40的信号。图2这个流程图示出了这种系统的一个典型实施例。流程开始于方框50，远程单元40在反向上行链路信道34上发送一个反向链路信号。最初，远程单元40利用通过卫星30从中枢纽站20接收到的时间指示确定一个第一时间对准点估计。在方框52，远程单元40对反向下行链路信道24进行监视，以便检测它自己发送的信号。反向下行链路信道24可能以与反向上行链路信道34或正向下行链路信道32不同的频率工作。因此，远程单元可以包括两个接收机。或者，远程单元可以就有一个接收机，在这些不同的频率之间时分多路复用，例如图1中的远程单元40内的接

收机42。

虽然远程单元40从反向下行链路信道24接收的信号功率可能是极其小的，但是远程单元40仍可以检测它，因为远程单元40知道发送的这些数据值，按照众所周知的根据接收特征已知的信号进行信号检测的技术，这大大有利于检测处理。此外，远程单元40可以在比较长的时间内对接收功率进行积累，以便增加远程单元40接收能量的积累。在方框54，远程单元40通过将远程单元40在反向上行链路信道34上发送信号的时间与远程单元40在反向下行链路信道24上接收到它的信号的时间相比较，确定远程单元40与卫星30之间的传输延迟。例如，在图1中，这些功能由时间对准模块48执行。

为了使远程单元40和42与一个共同的时间同步，中枢站20按照许多众所周知的技术中任何一种技术周期性地发送时间指示。例如，在一个实施例中，中枢站20发送一个领示信号。在另一个实施例中，中枢站20发送一个第一信号，指示即将到来的传输将表示到了一个预先确定的绝对时间。例如，中枢站20发送的信号可以指出在下一个正向链路数据的边界上时间将正好为上午5:02:00.00000。

在方框56，远程单元40接收来自中枢站20的时间指示。在远程单元40接收到来自中枢站20的指示信号时，这信号已经延迟了正向上行链路信道26与正向下行链路信道32的传输延迟之和。在方框58，远程单元40将传输时钟设置为等于时间指示扣除所确定的传输延迟。在一个实施例中，这些操作是由远程单元40内的时间对准模块48执行的。在方框59，远程单元40使用按照所确定的传输延迟调整后的时间指示向卫星30发送它的信号。这样，各个远程单元信号到达卫星30就具有一个共同的定时。卫星30将这些时间同步的信号转发给中枢站20，可以在中枢站20中解调。由于反向下行链路信道24的延迟对于所有的远程单元40和42是一样的，因此这些远程单元信号到达中枢站20时也是同步的。图2所示的这个实施例的优点是，如果中枢站20提供时间指示，中枢站20或卫星30为了实现这样的系统不需要作任何改动。

在另一个实施例中，可以通过远程单元40传输一系列时间偏移的信号来达到同步。图3A为示出中枢站检测的能量与中枢站对远程单元信号解调所用的时间偏移的函数关系的例示图。在图3A中，纵轴表示

中枢纽站20检测到的能量，而横轴表示中枢纽站20对信号解调所用的时间偏移。在中枢纽站20在一个理想工作时间对准点 t_0 以理想同步对信号解调时，中枢纽站20检测到从远程单元信号中可得到的最大能量，如图3A中的数据点60所示。如果中枢纽站20用一个从理想工作时间对准点 t_0 到一个稍后时间对准点 t_1 迟后了一个时间偏移 δ_t 的定时对远程单元信号解调，中枢纽站20就检测到较小的能量，如图3A中的数据点64所示。同样，如果中枢纽站20用从理想工作时间对准点 t_0 到一个稍前时间对准点 t_e 提前了一个时间偏移 δ_t 的定时对远程单元信号解调，中枢纽站20也就检测到较小的能量，如图3A中的数据点62所示。只要前、后对准点偏离工作时间对准点相同的时间量，而工作时间对准点是理想的，那么在前、后对准点上检测到的能量是相同的。

图3B是一个与图3A类似的示意图，只是工作时间对准点 t_0' 已经偏移到了比理想定时稍后的时间上。可以注意到，由于这样偏移，在数据点66检测到的能量就比在理想情况的数据点60检测到的要小一些。如果中枢纽站20在比工作时间对准点 t_0' 提前时间偏移 δ_t 的稍前时间对准点 t_e' 对远程单元信号解调，中枢纽站20检测到的能量（如图3B中的数据点68所示）就要比图3A中的数据点62和64所示的大。同样，如果中枢纽站20在比工作时间对准点 t_0' 迟后时间偏移 δ_t 的稍后时间对准点 t_1' 对远程单元信号解调，中枢纽站20检测到的能量（如数据点70所示）就要比图3A中的数据点62和64以及图3B中的数据点68所示的小。通过比较中枢纽站20在一个稍前时间对准点和一个稍后时间对准点检测到的能量，就可以确定工作时间对准点是否理想对准。如果在稍前和稍后对准点得出相同的能量，中枢纽站20很可能检测到时间精确对准的信号。如果在稍前对准点检测到的能量明显大于在稍后对准点检测到的能量，中枢纽站20很可能检测到对准比理想的迟后的信号。如果在较迟对准点检测到的能量明显大于在稍前对准点检测到的能量，中枢纽站20很可能检测到对准比理想的提前的信号。

在一个实施例中，远程单元和中枢纽站共同实现采用图3A和3B所例示的那些原理的时间对准调整过程。按照这个实施例，远程单元40向中枢纽站20发送一个迟后的和一个提前的信号。中枢纽站20利用一个共同的时间对准点检测这两个时间偏移了的信号。中枢纽站20测量出接收到的分别偏移的信号的功率或其他信号质量指标，通知远程单

元70。根据检测到的信号质量的值，远程单元40确定当前的工作时间对准点是否应该提前或推后。或者，中枢纽站20可以执行信号质量的比较，返回一个提前或推后命令。

图4这个流程图例示了远程单元40实现刚才说明的时间对准点调整过程的流程图。在方框80，远程单元40向中枢纽站20发送一个比当前工作时间指示提前一个时间偏移 δ_t' 的信号。接收到这个信号，中枢纽站20作出响应，向远程单元40发送一个接收信号的信号质量指示。例如，中枢纽站20可以发送一个功率调整命令，一个相对功率或能量测量值，或者一个绝对功率或能量测量值。在方框82，远程单元40接收来自中枢纽站20的信号质量指示。在方框84，远程单元40向中枢纽站20发送一个比当前工作时间指示推后一个时间偏移 δ_t' 的信号。同样，中枢纽站20作为响应向远程单元40发送一个接收信号的信号质量的指示。在方框86，远程单元40接收来自中枢纽站20的信号质量指示。在方框88，如果中枢纽站20接收的与稍前时间偏移相应的信号质量比中枢纽站20接收的处于稍后时间偏移的信号质量好，远程单元40就将当前工作时间指示提前。在方框90，如果中枢纽站20接收的处于稍后时间偏移的信号质量比中枢纽站20接收的处于稍前时间偏移的信号质量好，远程单元40就将当前工作时间指示推后。

远程单元40在稍前和稍后时间偏移向中枢纽站20发送的信号可以是一个载有用户数据的信号。或者，这个信号也可以是一个不承载用户数据的专用开销或虚拟信号。在又一个实施例中，这稍前和稍后信号可以在一个与用户数据不同的信道上发送。例如，在TDMA系统中，时间对准点可以利用一个与用于数据不同的时隙来测试。在CDMA系统中，这些定时信号可以利用一个与用户数据信号不同的代码或偏移发送。

图5这个方框图例示了利用全球定位系统(GPS)基准进行时间同步的情况。在图5所示的系统中，中枢纽站20'和各远程单元40'和42'都能接入提供非常正确的当前时间指示的GPS基准(例如用市售的GPS接收机产生)。中枢纽站20'根据用GPS基准产生的定时信号周期性地发送一个时间指示信号。例如，在一个实施例中，中枢纽站20'发送一个指示将来的时间标志传输将意味着到了预定的绝对时间 T_{tag} 的第一信号。中枢纽站20'在实际还没到所标志的时间就发送时间标志传

输, 以求补偿正向链路传输延迟。时间标志传输的提前量为当前正向链路延迟估计。

5 中枢站20' 与一个本地远程单元42"连接。远程单元42"在时间 t_{cal} 在正向下行链路信道32上接收到时间标志传输。远程单元42"利用GPS基准确定时间 t_{cal} 的值。远程单元42"也可以从中枢站20' 接收到有关传输的数据或传输的其他已知特征的先验知识, 以便更有效地检测到这个信号。

10 接收到时间标志传输的时间 t_{cal} 与预定的绝对时间 T_{tag} 之间的时间偏移表示远程单元42"所感觉到的在估计与正向链路信道26和32关联的正向链路延迟中的误差。根据这个差值, 中枢站20"可以增大或减小正向链路延迟估计的当前值, 以求为将来的传输将时间 T_{tag} 调整到与在远程单元42"处的时间 t_{cal} 对准。这样, 中枢站20' 在比实际到所指示的时间 T_{tag} 提前了这个正向链路延迟估计的时间发送时间标志传输。

15 在图5中, 本地远程单元42"接收时间标志传输。在一个实施例中, 远程单元42"可以是一个并不具备一个标准远程单元的所有功能的规模缩小了的远程单元。用一个远程单元42"的优点是, 固有与远程单元42"关联的任何延迟很可能与远程单元40' 和42' 所呈现的类似, 因此可以提高正向链路延迟估计的精度。在另一个实施例中, 中
20 枢站20' 可以有一个接收时间标志传输的接收机。

远程单元40' 在时间 t_{ru} 接收到来自中枢站20' 的时间标志传输。接收到时间标志传输的时间 t_{ru} 与消息内的时间指示 T_{tag} 之间的时间偏移表示相应远程单元40' 所感觉到的在估计与正向链路信道26和32关联的正向链路延迟中的误差。远程单元40' 将接收到时间指示的时间 t_{ru} 与消息内的时间指示 T_{tag} 相比较。由于中枢站20' 已经在某种程度上补偿了正向链路延迟, 因此远程单元40' 所感觉到的只是由于从卫星30到远程单元40' 的正向链路路径与从卫星30到远程单元42"的正向链路路径之间的差异引起的误差。远程单元40' 将当前时间设置为比从GPS接收的时间指示提前两倍的 t_{ru} 与 T_{tag} 之间的时间偏移, 以便
30 补偿下行链路和上行链路两者的延迟。

图6这个流程图示出了典型的中枢站20' 利用GPS基准的工作情况, 其中包括了本地远程单元42"的操作。在方框100, 中枢站20' 从

GPS基准接收一个实际时间的指示。在方框102, 中枢纽站20'发送一个时间标志传输。中枢纽站20'在比实际时间提前一个当前正向链路延迟估计的时间发送时间标志传输。在方框104, 与中枢纽站20'关联的本地远程单元42"在时间 t_{cal} 接收到这个信号, 确定 t_{cal} 的值, 将时间 t_{cal} 的值传送给中枢纽站20'。本地远程单元42"可以根据GPS基准确定时间 t_{cal} 的值。在方框106, 根据时间 t_{cal} , 中枢纽站20'改变时间标志传输比实际时间提前的时间, 以便使在将来的传输中时间 t_{cal} 与时间 T_{tag} 之间的差异减到最小。例如, 在一个实施例中, 中枢纽站20'包括一个执行方框106的操作的时间对准模块(诸如图1中远程单元40内的时间对准模块48之类)。

图7这个流程图示出了在一个采用以上说明的GPS方法的系统中远程单元的工作情况。在方框110, 远程单元40'在时间 t_{ru} 接收到时间标志传输。远程单元40'可以根据GPS基准确定时间 t_{ru} 的值。在方框112, 远程单元40'将时间 t_{ru} 与标志时间 T_{tag} 相比较。在方框114, 远程单元40'在等于比从GPS基准接收的实际时间提前两倍的时间 t_{ru} 与时间 T_{tag} 之间的时间偏移的发送时间发送一个信号, 以便补偿下行链路和上行链路两者的延迟。

虽然本发明在这里结合一个卫星系统作了说明, 但是本发明可以在包括一个有一些陆基系统的无线电线路的各种环境中实现。例如, 卫星链路可以用一个陆地上的转发器代替。以上揭示的这些实施例可以相互结合。

本发明可以根据本发明的精神或基本特征以各种其他具体形式实现。所说明的实施例无论从哪一点来看都只是说明性的而不是限制性的。因此, 本发明的专利保护范围由所附权利要求书给出, 而不是由以上的说明给出。所有在与权利要求书相当的内涵和范围内的改变都应属专利权受保护之列。

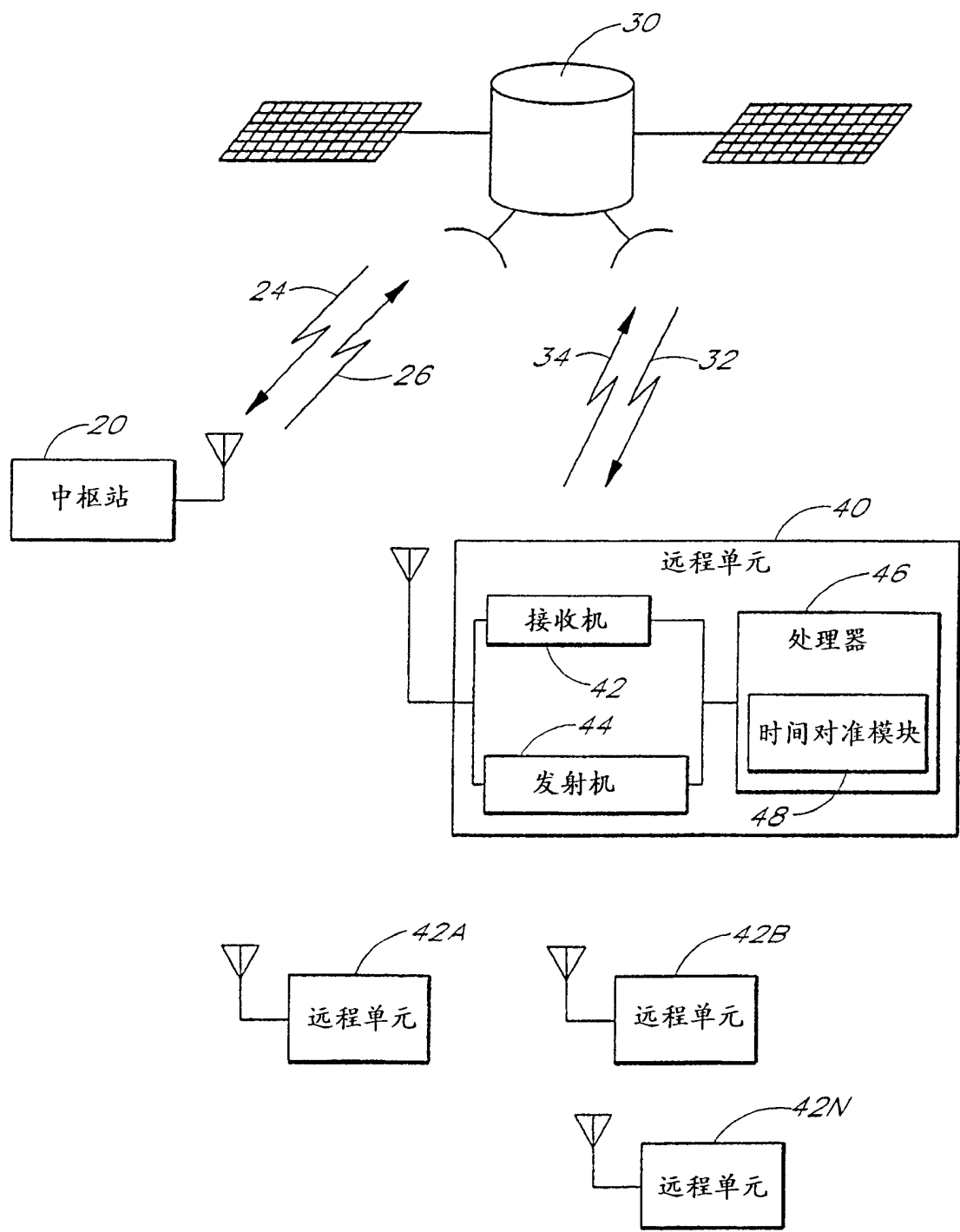


图 1

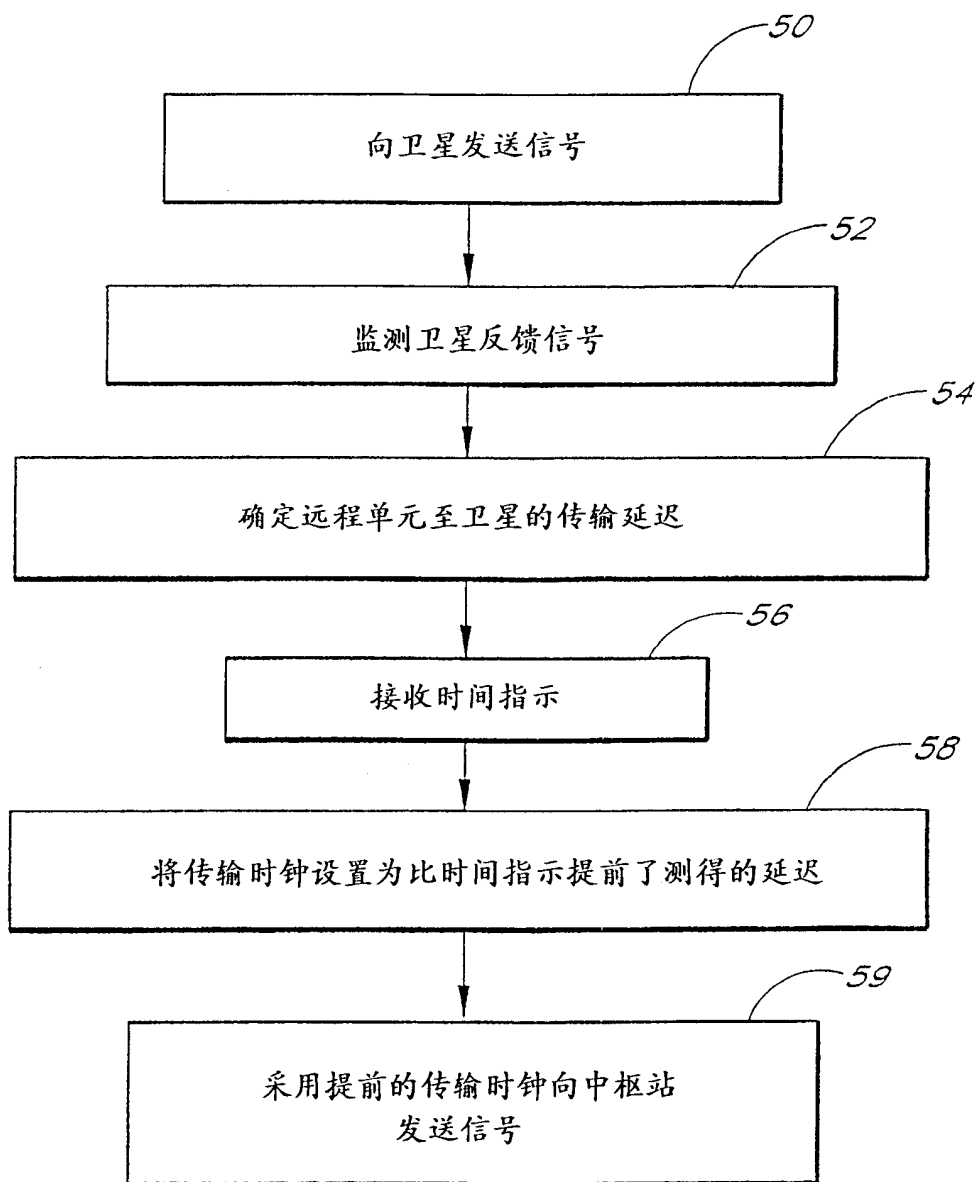


图 2

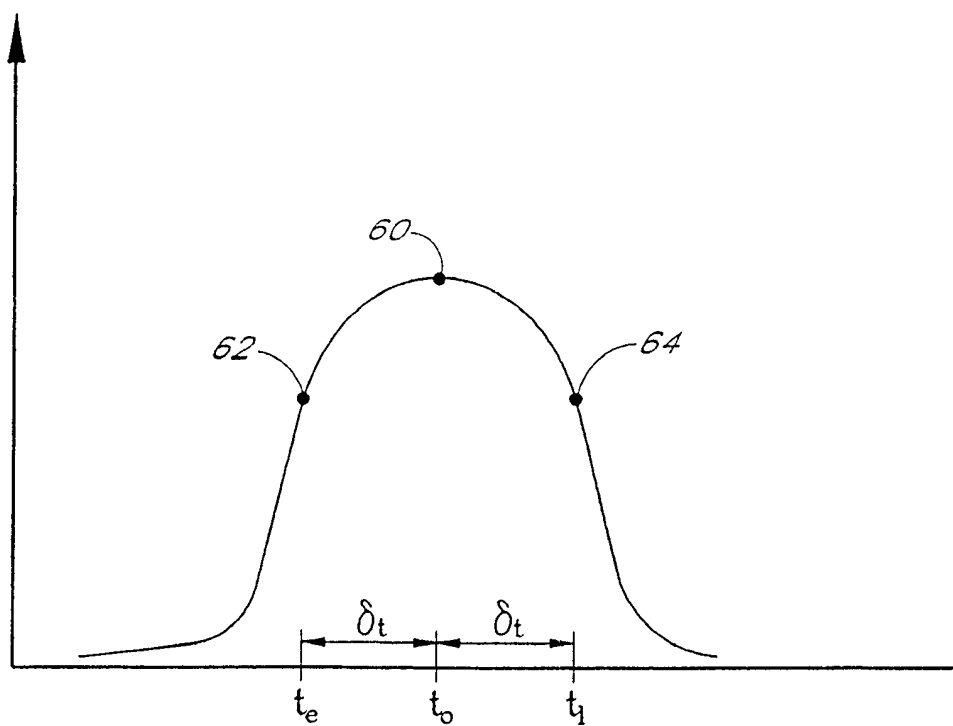


图 3A

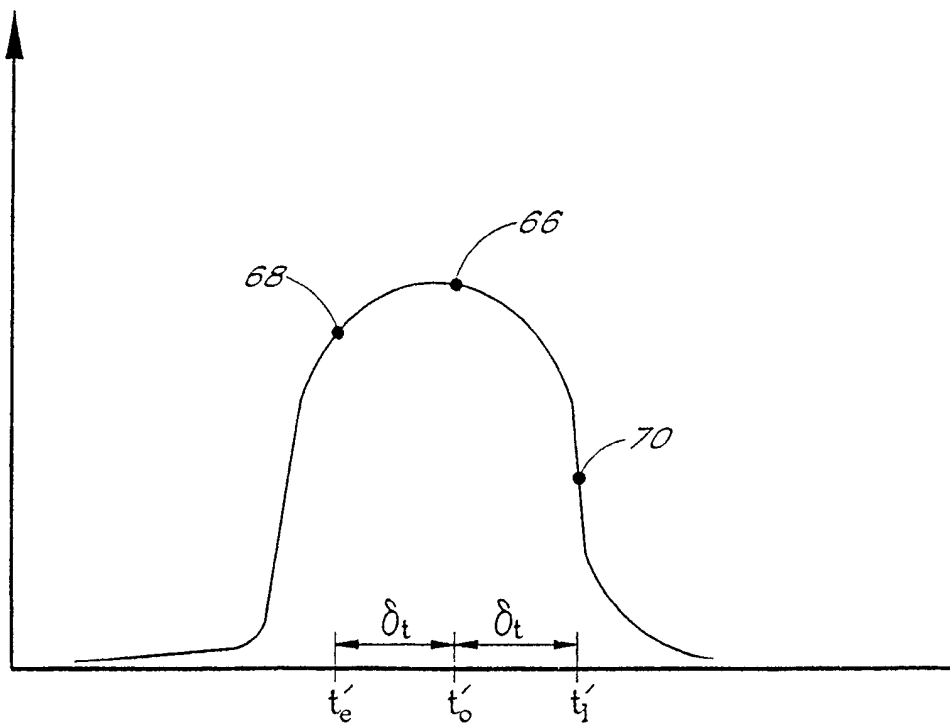


图 3B

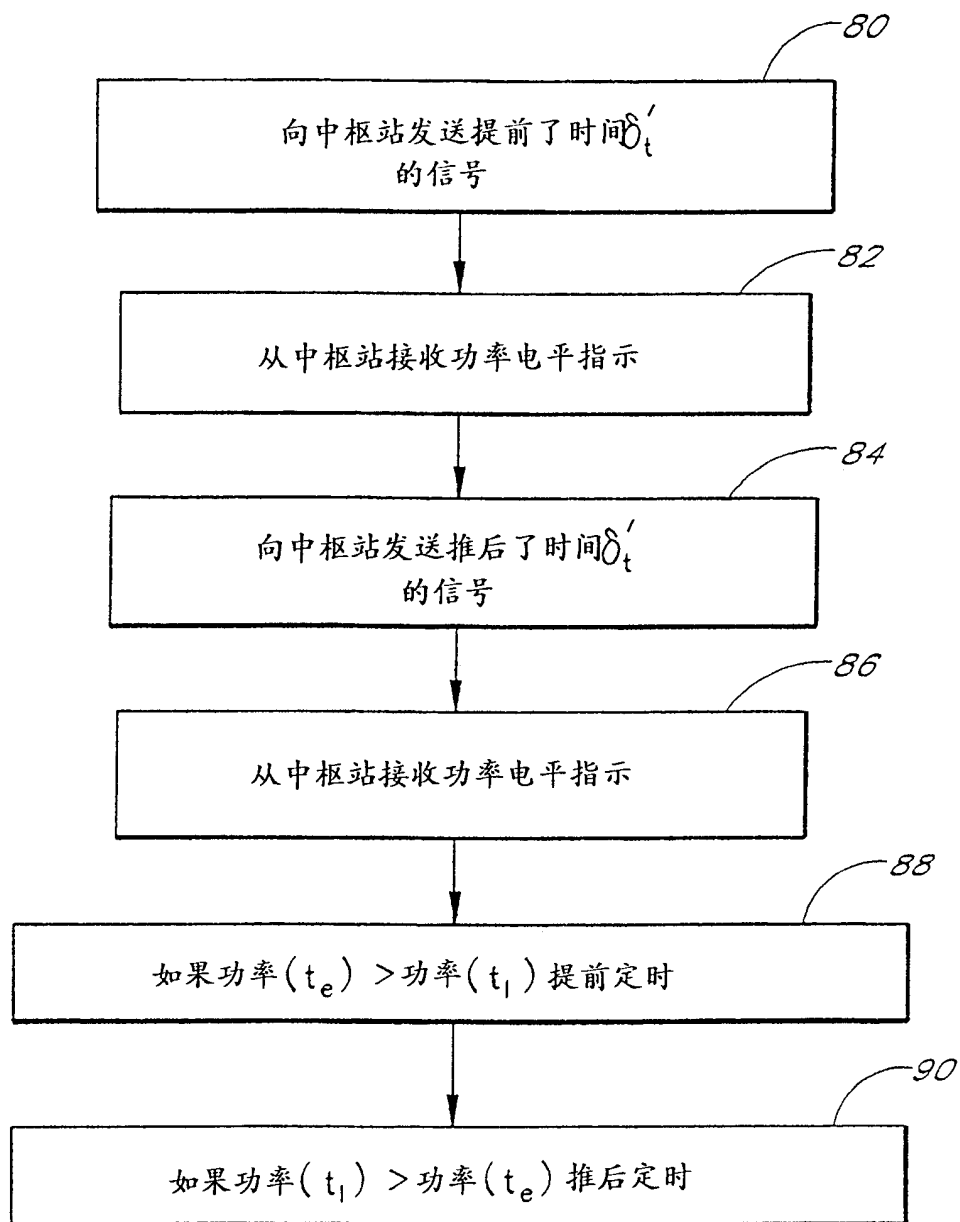


图 4

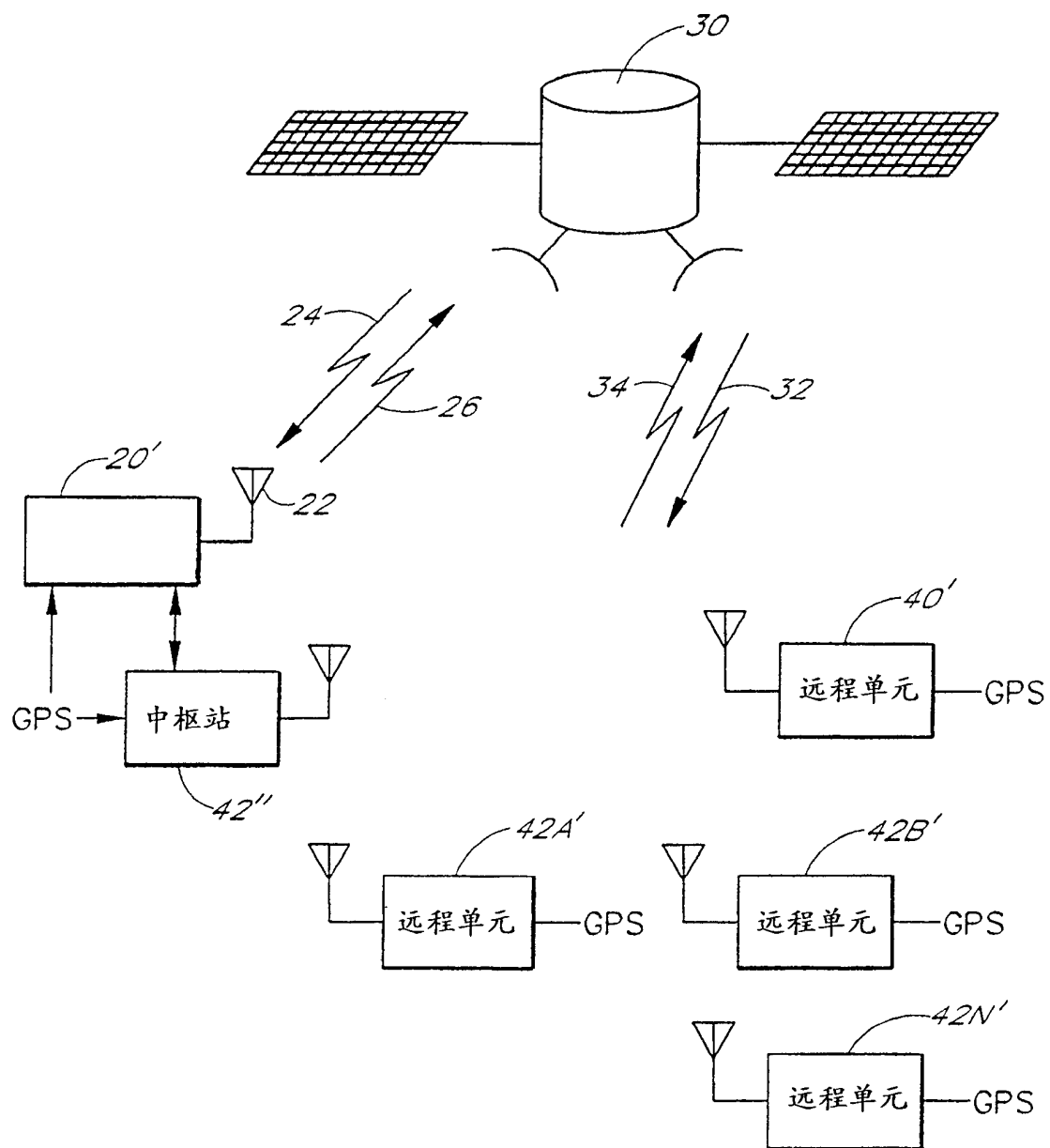


图 5

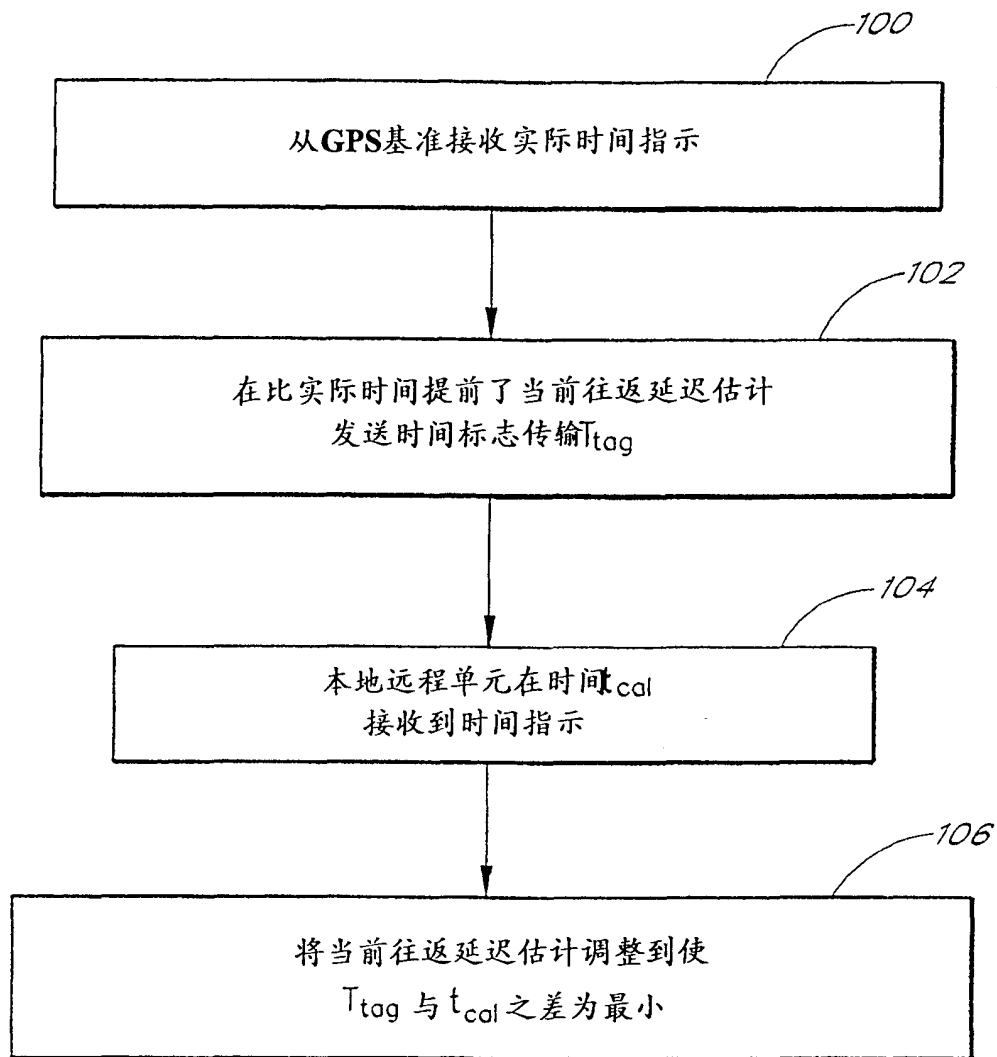


图 6

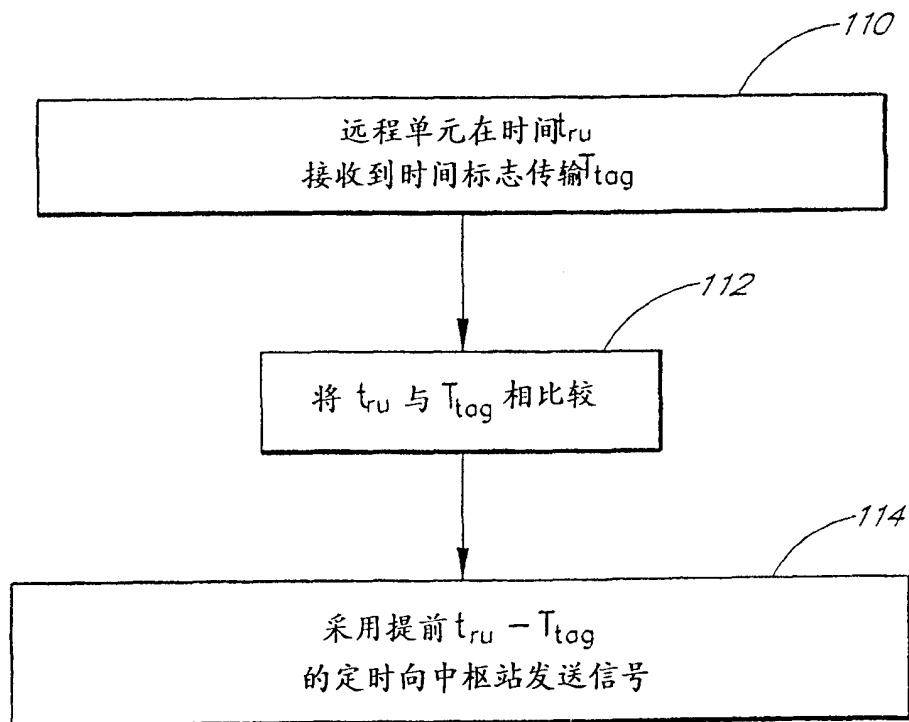


图 7