

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04Q 7/36

G01S 5/14

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00132985.5

[43] 公开日 2001 年 7 月 18 日

[11] 公开号 CN 1304270A

[22] 申请日 2000.11.13 [21] 申请号 00132985.5

[30] 优先权

[32] 2000.1.10 [33] US [31] 09/480,380

[71] 申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 托马斯 M·金 乔治 J·盖尔

赵亦林

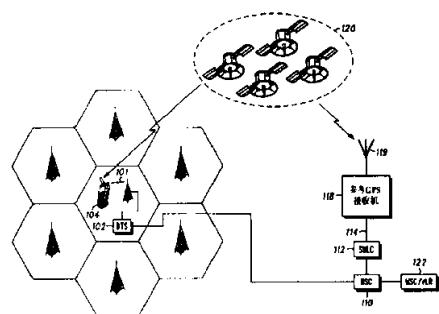
[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 余 豪 李 辉

权利要求书 2 页 说明书 33 页 附图页数 19 页

[54] 发明名称 用于辅助全球定位系统完整性维护的方法和装置

[57] 摘要

公开了一种维护基于辅助 GPS 的定位可靠性的蜂窝网络协议。一完整性监视器 (IM) 将测量质量通知给移动站, 其用户或网络, 并通过将它们与失效影响隔离来警告它们所正在失效或已经失效的 GPS 卫星。每当检测到失效卫星时, 将从发送或位置确定中排除其对应的辅助数据。换句话说, 完整性监视器 (IM) 有两个特定的方面。对于 DGPS 用户, 其预测 DGPS 校正的可靠性或质量。对于所有用户, 其将移动位置计算与 GPS 卫星故障隔离。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

5 1. 一种用于维护一个系统中的移动手机位置确定的完整性的方法，该系统包括移动手机，无线通信基础设施和耦合到无线通信基础设施并安装在预定位置的微分全球定位系统(DGPS)参考接收机，该方法包括以下步骤：

10 所述无线通信基础设施接收来自 DGPS 参考接收机的 DGPS 信息；

15 从所述 DGPS 信息导出用于所述移动手机的微分校正数据；
确定所述微分校正数据是否将在所述移动手机位置确定中产生标称外误差；

20 将从所述微分校正数据产生的微分校正消息发送到所述移动手机；

15 当所述确定步骤确定出所述微分校正数据将在所述移动手机位置确定中产生标称外误差时，将识别标称外误差的误差消息发送到所述移动手机。

20 2. 根据权利要求 1 的方法，其中确定所述微分校正数据是否将产生标称外误差的步骤包括步骤：根据所述微分校正数据和 DGPS 参考接收机产生的测量数据计算 DGPS 参考接收机的位置。

25 3. 根据权利要求 2 的方法，其中确定所述微分校正数据是否将产生标称外误差的步骤包括步骤：在无线通信基础设施确定所述微分校正数据是否将产生标称外误差。

25 4. 根据权利要求 2 的方法，其中确定所述微分校正数据是否将产生标称外误差的步骤包括步骤：在移动手机确定所述微分校正数据是否将产生标称外误差。

30 5. 根据权利要求 2 的方法，其中确定所述微分校正数据是否将

产生标称外误差的步骤包括步骤：

计算位置确定；

将该位置确定与 DGPS 参考接收机的测量位置进行比较以产生位
置误差。

5

6. 根据权利要求 5 的方法，其中确定所述微分校正数据是否将
产生标称外误差的步骤进一步包括步骤：将位置误差与位置误差阈值
进行比较以确定是否将产生所述标称外误差。

10

7. 根据权利要求 1 的方法，其中发送所述微分校正消息的步骤
包括步骤：将所述微分校正消息作为寻址多于一个移动手机的广播微
分校正消息发送。

15

8. 根据权利要求 1 的方法，其中发送所述微分校正消息的步骤
包括步骤：将所述微分校正消息作为仅寻址该移动手机的点对点微分
校正消息发送。

20

9. 根据权利要求 1 的方法，其中发送所述误差消息的步骤包括
步骤：适当地按比例放大包含在所述微分校正消息中的 UDRE 精度预
测以补偿所述标称外误差。

10. 根据权利要求 1 的方法，其中发送所述误差消息的步骤包括
步骤：适当地按比例放大包含在所述微分校正消息中的 UDRE 比例因
数以反映所述标称外误差的出现。

25

说 明 书

用于辅助全球定位系统完整性维护的方法和装置

5 本申请是先前于 1999 年 11 月 12 日提交的序列号为 09/438,204 的美国申请的部分的延续，因而引入本文作为参考，并对共同主题要求优先权。

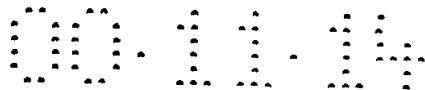
10 本发明一般涉及无线通信系统。本发明具体涉及用于在无线通信系统中维护移动手机位置确定的完整性的方法和装置。

15 无线通信系统通常在遥远位置之间提供双向语音和数据通信。这种系统的示例是蜂窝和个人通信系统(PCS)无线系统、中继无线系统、调度无线系统和诸如基于卫星系统的全球移动个人通信系统(GMPCS)。这些系统之间的通信根据预先定义的标准引导。移动站，也叫做手机、便携机或无线电话，遵从系统标准，以和一个或多个固定基站通信。

20 需要获得和传输系统内移动站的实际位置，诸如蜂窝系统内的无线电话手机。另外，美国联邦通信委员会(FCC)要求在 2001 年以前蜂窝手机必须是可地区定位的。这个能力对于诸如增强 911(E911)的紧急系统是很需要的。FCC 要求严格的精度和实效性性能目标，并要求对于基于网络的解决方案，蜂窝手机在 67% 的时间在 100 米内是可定位的，对于基于手机的解决方案，蜂窝手机在 67% 的时间在 50 米内是可定位的。

25 更进一步，以移动站已有的位置信息，能响应于手机位置而为手机用户定制依赖位置的服务和包括广告的消息收发。

30 当前一代的无线通信只有有限的移动站位置确定能力。在一种技



术中，移动站的位置是通过在几个基站监控移动站传输而确定的。能从开始测量的时间计算移动站的位置。然而，这种技术的精度是有限的，有时不能充分满足 FCC 的要求。

5 在另一种技术中，各个移动站装备有适合于使用诸如全球定位系统(GPS)的全球卫星巡航系统的接收机。在美国专利 5,175,557 和 5,148,452 中介绍了适合于使用 GPS 的接收机的构造和工作原理，两个专利都转让给本发明的受让人。GPS 接收机检测来自围绕地球旋转的 GPS 卫星中的一个星座的传输。GPS 接收机使用来自传输的数据和定时来计算卫星的位置，并使用来自它们位置的数据和定时来计算它自己的位置。轨道中的 GPS 卫星以大约 4,000 米/秒的速度运动。卫星有由参数 $X(t)$ 定义的位置数据和由参数 $V(t)$ 定义的速度数据。参数 $X(t)$ 和 $V(t)$ 是用于这个卫星的三维位置和速度矢量，并且以地球为中心的固定地球笛卡尔坐标系为参照。GPS 系统包括 24 个卫星，其中的几个卫星在任何时候都能覆盖到移动站。各个卫星根据预先定义的标准格式和定时广播数据。

10

15

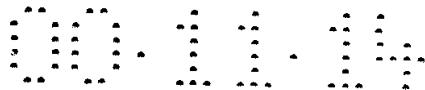
卫星坐标和速度现在是在 GPS 接收机内计算的。接收机通过解调卫星广播消息流而获得卫星历书 (satellite ephemeris) 和时钟校正数据。卫星传输包含以 50 比特/秒(bps)传输的超过 400 位的数据。包含在历书数据中的常数与 Kepler 轨道常数相符，它需要许多数学运算，以将数据转换为位置和速度数据。在一个实现中，为了对一个卫星在一个单一点将历书转化为卫星位置和速度矢量，这个转换需要 90 个乘法、58 个加法和 21 个三角函数调用(\sin , \cos , \tan)。大多数计算需要双精度浮点处理。接收机必须对每一个卫星在每秒进行这种计算，一直计算到 12 个卫星。

20

25

这样，来进行现有计算的计算机负荷是非常大的。手机必须包括能进行必要计算的高级处理器。这种处理器相对昂贵并且消耗大量的能源。为用户使用的便携式设备，移动站最好便宜并且在低能耗下

30



工作。这些设计目标和用于 GPS 处理所需要的高计算负荷相矛盾。

5

更进一步，来自 GPS 卫星的慢数据率是一个限制。在 GPS 接收机的 GPS 捕获可能需要许多秒或几分钟，在这些时间内接收机电路和移动站的处理器必须持续供给能源。为了维护诸如移动蜂窝手机的便携式接收机和无线电收发机的电池寿命，尽可能不给电路供电。长 GPS 捕获时间能快速耗尽移动站的电池。在任何形势并特别是紧急形势下，长 GPS 捕获时间是不方便的。

10

在辅助 GPS(称为 A-GPS)中，作为独立设备或与移动站(MS)集成，通信网络和基础设施用来辅助移动 GPS 接收机。A-GPS 的基本思想是建立一个 GPS 参考网络(或一个广域 DGPS 网络)，它的接收机对天空有开阔视野并能持续操作。参考网络还和蜂窝基础设施连接，并持续监控实时星座状态，在特定信号出现的时间提供各个卫星的精确数据。熟悉本领域的人应当知道，GPS 参考接收机和它的服务器(或位置确定实体)能位于任何对天空具有开放视野的已测量位置，只要它能连接到网络，或者共同位于另一个网络节点。例如，GPS 服务器能和参考接收机分开，并和网络节点集成。在移动电话、网络或位置服务客户的要求下，从 GPS 参考网络得到的辅助数据通过通信网络被传送到移动电话 GPS 接收机，以帮助快速启动、增加传感器灵敏度和减小能源消耗。至少三种工作模式能得到支持：“辅助 MS”、“基于 MS”和“自主”。对于辅助 MS 的 GPS，在网络计算移动接收机位置。典型地，MS 需要接收诸如 GPS 时间、多普勒和代码相位搜索窗口的辅助数据，并将伪距数据传送回网络。对于基于 MS 的 GPS，在手机计算移动接收机位置。典型地，MS 需要接收诸如 GPS 时间、历书和时钟校正的辅助数据，并且如果需要将计算后的位置传送回。对于自主 GPS，在来自网络的辅助非常有限(或根本没有辅助)的情况下，它的位置也在手机进行计算，它还能在基于 MS 的 GPS 下非常宽松地被分类。典型地，在没有网络辅助的情况下，接收机位置被独立地确定。

15

20

25

30

5

对于 GPS 请求，位置误差归因于卫星时钟、卫星轨道、历书预测、电离层迟延、对流层迟延和选择可用性(SA)。为了减小这些误差，范围和范围率校正能应用到原始伪距测量，以产生在空旷环境下能精确到几米的位置分辨率。一个这样的校正技术是微分 GPS (differential GPS) (DGPS)。对于辅助 MS 的 GPS，校正能在网络或它的 GPS 接收机直接应用到从 MS 接收的伪距和伪距率。对于基于 MS 的 GPS，校正必须通过“点对点”或“广播”(“点对多点”)模式传送到移动接收机。注意 A-GPS 在具有或不具有微分 GPS 校正时都可以工作：具有多数要求精度条件的那些请求(例如 E911)通常需要校正。

10

15

当存在没有发现的 GPS 卫星故障时，三种 GPS 工作模式的位置精确度能极大地降低：这样的故障虽然很少，但能致使从移动手机得到的位置信息完全不能使用。尽管 GPS 控制段监控 GPS 卫星的健康状况，但这种行为并没有持续进行，并且可能需要超过 30 分钟才能传输到 GPS 用户。另外，对于以微分模式工作的 A-GPS，独立于 GPS 星座的健康状况，在 DGPS 接收机已测量场所的未预料到的多径能导致比标称值更大的位置误差。

20

因此，需要一种改进的方法和装置来维护无线电系统中位置确定的完整性。

图 1 是根据本发明的优选实施例的辅助全球定位系统(GPS)蜂窝无线电话系统的系统图。

25

图 2 是能支持根据图 1 的辅助 GPS 无线电话系统的优选实施例的定位服务(LCS)的蜂窝无线电话系统体系结构的框图。

30

图 3 是图 1 的辅助 GPS 无线电话系统的工作的流程图。

图 4 是图 1 的辅助 GPS 无线电话系统的工作的协议级流程图。

图 5 是根据本发明的优选实施例的在图 1 的辅助 GPS 无线电话系统上作为点对点消息收发的移动始发位置请求操作的定位过程/数据流程图。

图 6 是根据本发明的优选实施例的在图 1 的辅助 GPS 无线电话系统上作为点对点消息收发的移动终端位置请求操作的定位过程/数据流程图。

5 图 7 是根据本发明的优选实施例的在图 1 的辅助 GPS 无线电话系统上进行 GPS 广播消息收发的数据流程图。

图 8 是根据本发明的优选实施例的蜂窝移动站的框图。

图 9 是根据本发明的优选实施例的用来请求/接收和点对点传送历书和微分校正数据的图 8 的手机的工作的流程图。

10 图 10 是根据本发明的优选实施例的用来请求/接收和广播传送历书和点对点传送微分校正数据的图 8 的手机的工作的流程图。

图 11 是根据本发明的优选实施例的用来请求/接收和点对点传送历书和广播传送微分校正数据的图 8 的手机的工作的流程图。

图 12 是根据本发明的优选实施例的用来请求/接收和广播传送历书和微分校正数据的图 8 的手机的工作的流程图。

15 图 13 是根据本发明的优选实施例的用于蜂窝基础设施的集成监视器(IM)的图。

图 14 是根据本发明的优选实施例的实际卫星位置和估计卫星位置的图。

20 下面说明辅助 GPS 接收机位置确定和完整性维护的改进后的系统和方法。本发明的系统包括能以高等级的精确度和标称外 (off-nominal) 误差状况的公差确定移动站位置的新颖体系结构。参考图 1，作为请求的一个示例，GSM 蜂窝网络使用根据本发明优选实施例的辅助 GPS 位置系统的系统图来描述。这个系统带有基于基站子系统(BSS)的服务移动位置中心(SMLC)112。为了促进产生合适的辅助和校正数据，参考 GPS 接收机 118 位于带有 SMLC 112 的已测量位置，并对天空具有开阔的视野。在这个体系结构中，意味着 GPS 服务器是 SMLC 112 的一个集成部分。或者，这个服务器还可以是参考 GPS 接收机 118 自身的一个集成部件。熟悉本领域的人知道，GPS 参考接收机 118 和它的服务器(位置确定实体)能随意地位于任何对天空具有开阔视野的
25
30

5

已测量位置，只要它能通过串行链路 114 连接到网络或共同位于网络节点。例如，GPS 服务器可以是一个单独实体或任何别的网络节点的集成部件。SMLC 112 通过基站控制器(BSC)110 连接到基地收发信站(BTS)102。SMLC 112 还以本领域公知的方式连接到移动服务交换中心(MSC)和访问者位置寄存器(VLR)122。

10

GPS 参考接收机 118 根据特定的 GPS 工作模式，接收和跟踪来自多个 GPS 卫星 120 的信号，以产生辅助数据，辅助数据有选择地发送给能定位的移动站(手机)104。该辅助数据可以包括参考位置、参考时间、GPS 时间、多普勒、代码相位搜索窗口、历书和时钟校正、电离层、世界时间坐标(UTC)、年历、DGPS 校正和许多别的项目。由 GPS 参考接收机 118 生成的微分校正数据最好对于所有 GPS 卫星 120 在 GPS 参考接收机天线 119 的范围内产生，以使移动手机覆盖范围最大。

15

20

如上所述，SMLC 112 收集辅助数据并准备要在蜂窝载波信号 101 上调制的单独 GPS 辅助消息，并将其发送给多个用户 104。注意辅助数据的主消息集在 1999 年 11 月 12 日提交的标题为“用于辅助 GPS 协议的方法和装置”的美国专利申请 09/438,204 中被整体称为“历书数据”，并且转让给本发明的受让人。特定消息格式随着传输模式功能而变化。在下文中将详细说明用于“点对点”和“广播”(或“点对多点”)工作模式的消息结构。

25

30

SMLC 112 还进行必要的计算，以确保来自和用于所有移动站的位置信息的完整性。IM 的目的是通知移动站、它们的用户或网络测量的质量，并且通过将它们从这些失效中隔离开来警告它们正在失效和已经失效的 GPS 卫星。它应当在广播和点对点协议下都能有效工作。一个简单方法是无论何时检测到不健康卫星，在用于传送或用于位置确定时将排除它的对应辅助数据，这意味着将消除它对分辨率质量的不良影响。另外，对于 DGPS 用户，DGPS 消息内的 UDRE 参数提供了用于将这个信息传输到使用 GPS 得到位置固定的移动站体的手

段。对于非 DGPS 用户，包括自主用户，正如在稍后的 IM 消息指出的那样，必须开发别的机制，以使所有 GPS 用户不受 GPS 卫星失效的影响。

5 近来的蜂窝系统包括位置服务(LCS)和相关技术，并且许多体系
结构、协议和程序依然处于发展之中，诸如逻辑 LCS 体系结构、信令
协议和接口、网络位置程序和定位程序。因此，当在上文中提出了具有
10 如在 GPS 标准 03.71(函数描述)中介绍的 LCS 和相关技术的基于 BSS
的 GPS 蜂窝网络时，本发明的辅助 GPS 完整性维护(或监视器)和协议
具有足够的变通性，以应用到任何目前和将来的 LCS 体系结构、协议、
程序和诸如 Analog、GSM、TDMA、和 CDMA，包括 CDMA2000、
15 W-CDMA、UMTS 的接入技术以及许多别的变化。

接着参考图 2，下面将说明能支持位置服务(LCS)的体系结构。
15 通过将一个网络节点和移动位置中心(MLC)加在一起，根据本发明优选实施例的 LCS 在 GSM 结构上加以逻辑实现。图中显示了普通的基于 BSS 的 SMLC 112。这个体系结构能被结合，以产生 LCS 体系结构变化。

20 基站系统(BSS)包含在不同定位程序的处理中。在各个定位程序部分指定了特定的 BSS 功能性。

网关移动位置中心(GMLC)124 包含了支持 LCS 所需的功能性。
25 在一个公共陆上移动网络(PLMN)126 中，那里可能多于一个 GMLC 124。GMLC 124 是外部 LCS 客户 128 进入 GSM PLMN 的第一个节点，也就是 Le(外部用户和 MLC 之间的接口)130 参考点是由 GMLC 124 支持的。外部 LCS 客户 128 能是请求识别一个特定移动站(MS)104 的位置的实体，或者是特定移动站 104。GMLC 124 可以从原籍位置寄存器(HLR)132 通过 Lh 接口(在 MLC 和 HLR 之间)134 请求路由信息。在进行了注册认可后，它通过 Lg 接口(在 GMLC 和 MSC/VLR 之间)136

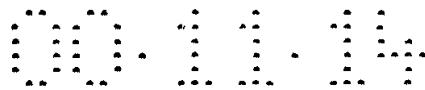
给 MSC/VLR 122 发送定位请求并从 MSC/VLR 122 接收最终位置估计。

服务移动位置中心(SMLC)112 包含了支持 LCS 所需的功能性。在一个 PLMN 中，那里可能多于一个 SMLC 112。SMLC 112 管理进行移动定位所需的资源的全部调整和资源调度。它还计算最终位置估计和精度。两种类型的 SMLC 112 都是可以的。根据本发明的优选实施例的 SMLC 112 是基于 BSS 的 SMLC：支持 SMLC 112 和基站控制器(BSC)110 之间的 Lb 接口 138。

10 基于 BSS 的 SMLC 112 支持通过在 Lb 接口 138 上到服务于目标 MS 104 的 BSC 110 的信令来定位。两种类型的 SMLC 112 可以支持 Lp 接口 140，这样能获取由另一个 SMLC 112 拥有的信息和资源。SMLC 112 控制一批位置测量单元(LMU)142、143，其目的是得到无线电接口测量，以定位或帮助定位它所服务的区域内的 MS 订户。SMLC 112 由各个它的 LMU 142、143 产生的测量的容量和类型来管理。在基于 BSS 的 SMLC 112 和 LMU 142、143 之间的信令通过 BSC 110 传送，BSC 110 使用 Lb 接口 138 和 Um 接口 144(对于类型 A LMU 142)或 Abis 接口 145(对于类型 B LMU 143)服务或控制 LMU。SMLC 112 和 GMLC 124 的功能性可以在同一个物理节点合并，在现有物理节点合并或位于不同节点。

25 对于位置服务，当蜂窝广播中心(CBC)150 和 BSC 110 相联系时，SMLC 112 可以接口到 CBC 150，以使用现有蜂窝广播容量来广播辅助数据。对 CBC 150 来说，SMLC 112 应当充当用户和蜂窝广播实体。GSM 标准 03.41 说明了 CBC 150 的现有工作原理。另外，MS 104 可以包含在不同定位程序中。

30 LMU 142、143 进行无线电测量，以支持一个或多个定位方法。这些测量属于两种分类中的一个：特别对用来计算 MS 104 的位置的



一个 MS 104 的位置测量，和特别对在某个地理区域内的所有 MS 104 的辅助测量。所有由 LMU 142、143 得到的位置和辅助测量被提供给和 LMU 142、143 联系的特定 SMLC 112。关于定时、自然和这些测量的任何周期的指令要么由 SMLC 112 提供，要么在 LMU 142、143 中已经预先给予。这里有两种类型的 LMU，类型 A LMU 142 是在正常 GSM 空气接口 Um 144 上访问的 LMU，类型 B LMU 143 是在 Abis 接口 145 上访问的 LMU。

MSC 122 包含响应于移动站签署权限和管理 GSM LCS 的呼叫相关和非呼叫相关的定位请求的功能性。MSC 通过 Lg 接口 136 可以进入 GMLC 124。

HLR 132 包含 LCS 签署数据和路由信息。HLR 132 可以从 GMLC 124 通过 Lh 接口 134 访问。为了漫游 MS 104，对应于那个移动站的 HLR 132 可以是不同的 PLMN 126，而不是当前 SMLC 112。

GSM SCF 152 是 PLMN 的一部分。Lc 接口 154 支持 CAMEL 访问 LCS，并且只有在用于移动网络增强逻辑(CAMEL)相位三的定制的应用中是可应用的。GSM 标准 03.78 和 09.02 中分别定义了和它相关的程序和信令。

LCS 体系结构致力于支持高级适应性，凭此任何物理 SMLC 112 能支持多个 Lb 接口 138(例如允许基于 BSS 的 SMLC 112 服务于多个 BBC 110)，并且凭此不同 SMLC 112 类型的混合能服务于单一网络或单一 MSC 区域。当然，不同 SMLC 类型的混合也能服务于单一网络或单一 MSC 区域。

图 1 和图 2 中描述的系统体系结构是 BSS 体系结构。当优选实施例按照 BSS 体系结构说明时，本发明的辅助 GPS 协议在许多别的体系结构中也是可用的。



在图 3 中出现的流程图展示了在 SMLC 内(实际上是 SMLC 的特定部分, GPS 接收机, 在以后用 SMLC 作为其简称)出现的计算和事件的时间序列。过程以在 300 从 DGPS 参考接收机接收微分校正数据开始: 使用串行链路来以标称输出率(例如 0.1~1.0Hz)来传送校正数据。根据当前发明, 最好对所有历书数据装置导出由 DGPS 参考接收机产生的校正数据(正如通过伴随有各个唯一历书装置的数据历书发布 (Issue Of Data Ephemeris) (IODE)命令所确定的那样)。或者, 如果只对于一个单一 IODE 来计算校正, SMLC 本身能进行必要的计算。
5 在步骤 302, 在当前 DGPS 消息收发模式上进行测试: 如果模式是广播, 在 304 将建立 DGPS 广播消息, 如果在 306 SMLC 确定是广播这个消息的时间, 稍后在 308 将消息调制到蜂窝载波频率, 以便最终通过 CBC 广播到整个由网络服务的区域。另一方面, 如果在 316 接收到 DPGS 点对点消息请求, 将在 318 建立消息, 并调制到蜂窝载波频率,
10 以便最终传输到手机。与此相似, 如果在 322 接收到“点对点”历书消息, 在 324 建立消息, 并稍后调制到蜂窝载波频率, 以便最终传输给请求历书数据的手机。最后, 在 328 如果历书通知模式是广播, 在 330 建立消息, 并在 332 测试是否到广播这个消息的时间。如果到了广播的时间, 稍后将消息调制成蜂窝载波频率, 以便最终传输
15 到整个由网络服务的区域上。应当注意 IODE 值还能用来确定如何压缩历书和时钟校正数据的各个参数。在下文中提供了和当前发明相关的所有广播和点对点消息的详细定义。
20

注意流程图描述了 SMLC 如何管理位置确定和辅助消息处理的 GPS 服务器职责的示例。在下文中讨论的流程图和图 9 到图 12 中使用了历书和 DPGS 辅助消息。熟悉本领域的人知道, 这里和图 9 到图 12 中介绍的原则能用于许多别的辅助消息, 诸如 UTC 时间、电离层、年历和从 GPS 卫星信号建立的别的项目。对于辅助 MS 的 GPS, 只需要一个来将包括 GPS 时间、多普勒、代码相位搜索窗口和可能的别的参数的简单辅助消息传送到手机。作为回报, 手机将传送回一组伪距,
25
30



这样 SMLC 能确定手机在网络中的位置。如果需要非常精确的位置，在得到最终位置之前应当应用 DGPS 校正。另外，熟悉本领域的人知道，只要有轻微改动，图 9 到图 12 还能用于自主 GPS 用户。

5 图 4 显示了用来支持 SMLC 112 和带有基于 BSS 的 SMLC 112 的目标 MS(移动站)104 之间的信令协议的协议层。在描述中忽略了 SMLC 112、MSC 122 和 BSC 110 之间的信令的细节。

10 图 4 中描述的许多协议是对现有 GSM 蜂窝系统典型的协议，并且在 GSM 标准 01.04 中有介绍。对于位置服务(LCS)新的那些协议按如下定义：RR 代表无线电资源；RRLP 代表到目标 MS 的 RR LCS 协议；Um 是到 LMU 的空气接口；BSSAP-LE 代表基站系统应用部分 LCS 扩展；BSSLAP 代表基站系统 LCS 辅助协议；以及 Lb 138 代表 SMLC 和 BSC 之间的接口。

15 参考图 5，将说明根据本发明的优选实施例的在图 1 的辅助 GPS 无线电话系统上作为点对点消息收发的移动始发位置请求操作的数据流图。描述的数据流允许移动站(MS)请求它自己的位置、位置辅助数据或从网络广播辅助数据消息密码键。随后 MS 可以使用位置辅助数据，通过使用基于移动的位置方法来计算遍布延长的间隔的它自己的位置。密码键能使 MS 由网络周期性地解密别的位置辅助数据广播。可以使用 GSM 标准 04.08 中介绍的后面程序，用位置更新请求后面的 MO-LR(移动始发位置请求)来请求密码键或 GPS 辅助数据。程序还能用来使 MS 请求它自己的位置被发送到另一个 LCS 客户。熟悉本领域的人知道，GSM 标准 03.71 中详细讨论的是图 5 中描述的十六步骤，而不是步骤八。

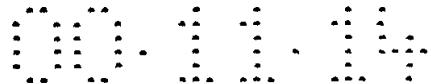
30 根据本发明，在步骤八描述了主辅助 GPS 相关数据流。对于诸如基于 MS 的 GPS、辅助 MS 和偶尔自主 GPS 的所有基于 MS 位置方法，这个信令流将是很普通的。在消息 428 中，SMLC 确定辅助数据

并在 RRLP ASSISTANCE DATA 消息中将其发送给 BSC。在消息 430 中，BSC 在 RRLP 辅助数据消息中将辅助数据传送给 MS。如果辅助数据不适合一个消息，消息 428 和 430 能被重复。在消息 432 中，MS 在 RRLP 辅助数据确认(ACK)的作用下承认完成到 BSC 的辅助数据的接收。BSC 将 RRLP 辅助数据 ACK 消息作为消息 434 发送到 SMLC。
5

除了上面介绍的辅助数据流，在步骤八中还提出了定位程序流。定位程序流包括如下各步骤：SMLC 确定可能的辅助数据，并将 RRLPMEASURE POSITION 请求发送给 BSC 428，以及 BSC 将包括 QoS 的定位请求和任何辅助数据在 RRLP 测量位置请求 430 中发送给 MS。倘若 MS 不启动位置私秘性，或者为了获得紧急呼叫的位置启动但是被越控，MS 进行所需的 GPS 测量。如果 MS 能计算它自己的位置并且也需要这样，MS 计算 GPS 位置估计。任何对于进行这些操作所需的数据将要在 RRLP 测量位置请求中提供，要么可以从广播源得到。作为结果的 GPS 测量或 GPS 位置估计在 RRLP 测量位置响应 430 中返回到 BSC。如果 MS 不能进行必要的测量或计算位置，将改为返回一个失败指示。BSC 将响应于 LCS 信息报告消息的测量位置中的测量结果发送到 SMLC 434。
10
15

图 6 中描述了根据本发明的优选实施例的在辅助 GPS 系统中作为点对点消息收发的移动终止位置请求操作的数据流图。这个消息收发允许诸如紧急服务(救护或消防队)的外部 LCS 客户请求目标移动站的当前位置。它被称为移动终止位置请求(MT-LR)，在 GMS 标准 03.71 中能找到十六步的详细说明，而不是步骤十一。当外部 LCS 客户是北美紧急服务(NAES)时，NAES MT-LR 定义为只包括步骤 1、4、8、12、
20
25
15、16 和根据本发明的优选实施例的 11。

步骤十一中提出了根据本发明的辅助 GPS 定位和数据流。信令流可用于包括基于 MS、辅助 MS 和偶然自主 GPS 的所有基于 MS 的位置方法。在步骤十一的 436、438、440、442 中显示的带有基于 BSS
30



的 SMLC 的辅助数据发送流和图 5 中步骤八的四步(也就是步骤 428、430、432 和 434)中是一样的。同样，数据流有两个方面，辅助数据流和定位数据流，图 6 的步骤十一中的定位数据流和图 5 的步骤八中的是一样的。

5

参考图 7，显示了本发明的辅助 GPS 系统中的 GPS 广播消息收发的优选数据流。图 7 所示的广播消息收发也称为点对多点辅助数据广播，作为图 5 和图 6 的方法，图 7 的信令流对于所有包括基于 MS 和自主 GPS(如果需要)的基于 MS 的位置方法都是可用的。

10

GPS 辅助数据广播消息能在 SMLC 中产生，包括密码部件和用于控制传送的参数的全部消息从 SMLC 传递到 MS。根据本发明的优选实施例，短消息服务蜂窝广播(SMSCB)间断接收(DRX)服务被用于 LCS 辅助数据广播。为了能够接收 LCS 广播数据或进度消息，在接收第一进度消息前，MS 应读取各个消息组的第一块。在接收进度消息后，MS 应根据进度消息接收 LCS 广播数据消息。

15

SMLC 然后将完成的广播消息 450 发送到带有 LCS 广播数据消息的 CBC。这个 LCS 广播数据消息包含要广播的数据，还包含表示广播消息的目标为哪个 BTS 和广播应在什么时候发生的参数。为了 MS 能使用 GSM 标准 04.21 的说明书中特别指明的 SMSCB DRX 特征，LCS 广播数据消息还可以包含广播到 MS 的 SMSCB 进度信息。为了优化 MS 性能，需要 SMSCB DRX 操作。

20

25

接着，CBC 根据消息 452 中所示的 GSM 03.41，开始将消息传递到 BSC 和 BTS。接着，使用从 CBC 到 SMLC 的 LCS 广播数据响应消息 454 来表示已经发送该 LSC 广播数据和已经完成该请求。这个消息不是强制性的。然后，BTS 根据 GSM 标准 03.41，开始将消息 456 传递到 MS。具有 SMLC 和/或集成到 BSC 的 CBC 的别的执行可以使用别的消息发送。

30

转到图 8，显示了诸如合并了本发明的辅助 GPS 激活蜂窝无线电话的无线通信设备的框图。在该优选实施例中，帧发生器块 501 和微处理器 503 联合生成在蜂窝系统中进行辅助 GPS 定位所需的通信协议。微处理器 503 使用存储器 504 执行生成传送协议所需的步骤并处理接收协议，其中存储器 504 包含了 RAM 505、EEPROM 507 和 ROM 509，它们最好一起固化在一个封装 511 中。另外，微处理器 503 进行用于无线通信设备的其它的功能，诸如写到显示器 513、从键盘 515 接受信息、通过连接器 516 接受输入/输出信息、控制频率合成器 525、执行放大信号和从麦克风接收音频输出和给扬声器提供音频输出所需的步骤。根据本发明的优选实施例，微处理器还控制着 GPS 电路 550 的功能，并计算无线通信设备的位置。

发射机 523 使用由频率合成器 525 产生的载波频率通过天线 529 发射。由通信设备的天线 529 接收的信息进入接收机 527，接收机使用来自频率合成器 525 的载波频率解调符号。微处理器 503 可以选择地包括数字信号处理装置，用来处理诸如 CDMA 或 TDMA 波形的数字无线波形。

集成在无线通信设备中的全球定位系统接收机 550 可以是现有的自主接收机设计类型，或者是辅助 GPS 接收机设计类型。这种自主 GPS 接收机的示例是 Kennedy 和 King 在美国专利 5,148,452 中所介绍的接收机。Krasner 在美国专利 5,663,734 中提出一种辅助类型的 GPS 接收机的示例。现有 GPS 设计更多以自主模式操作，其中对于进行基于卫星的位置计算所有必需的数据通过天线 532 从 GPS 卫星直接送达。正如图 1 到图 7 中根据本发明所介绍的那样，辅助 GPS 接收机设计通过通信天线 529 得到一些或所有必要的卫星位置参数。

如上所述，根据本发明，辅助信息由蜂窝基础组织网络实体发展，并根据递送用于快速位置确定所需的一些或所有数据参数的唯一消息

协议传送到无线通信设备。正如美国专利 5,663,734 中所介绍的那样，除了加速位置数据的捕获，递送到无线通信设备的辅助信息还能极大地增强在诸如城市楼群间和建筑物中的困难信号阻塞环境中 GPS 信号的检测。

5

集成到无线通信设备的辅助 GPS 接收机的元件包括 GPS 天线 532，用于接收由 GPS 卫星发射的信号。GPS 降频变频器 534 将 1575.42Hz 的 GPS 中心频率转换为一些更低中间或零 IF 频率 546。由模拟/数字转换器 536 将中间或零 IF 频率数字化，它在来自时钟发生器 538 的命令作用下，制作中间或零 IF 频率信号的周期抽样。模/数转换器 536 的输出被发送到基带处理器相关器 540。基带处理器相关器 540 对信号 548 执行数字信号处理功能，以确定多个 GPS 卫星信号同时到达天线 532 的时间。GPS 信号到达时间的测量在所接收各个特定 GPS 卫星扩展码相位中被编码，同时每秒 50 比特的数据调制覆盖了卫星扩展码。

在优选实施例中，通过信号 542 使用无线通信设备无线电频率发生器/合成器 525，信号 542 作为用于 GPS 降频变频器 534 的参考频率的基础。在许多无线通信设备中，控制无线电参考频率发生器/合成器 525，以在频率上与到达天线 529 的基础设施基站载波频率同步，它在频率上比诸如晶体控制振荡器的典型低成本手机参考频率发生器稳定得多。通过使用频率控制的基础设施作为 GPS 降频变频器的基础，基础设施基站载波的高频稳定性能被用来限制用于 GPS 卫星信号的多普勒频率搜索空间。

25

合成器参考时钟信号 542 还由时钟发生器 538 标度，以给模拟/数字转换器 536 产生抽样时钟信号，并且可选地产生时钟信号，以驱动 GPS 基带处理器相关器 540。

30 图 9、10、11 和 12 对应于根据本发明的可能协议的手机中发生

5

的操作和计算的顺序。在图 9 中，展示了“点对点”历书协议和“点对点”微分协议的结合，图 10 展示了“点对点”历书协议和“广播”微分协议的结合，图 11 展示了“广播”历书协议和“点对点”微分协议的结合，最后，图 12 展示了“广播”微分协议和“广播”历书协议的结合。

10

15

20

25

在表示本发明的第一协议结合的图 9 中，手机内事件顺序以捕获 GPS 卫星信号开始。GPS 信号捕获过程由在步骤 600 中从蜂窝基础设施传送的辅助数据帮助：这个数据允许在 GPS 接收机捕获过程中缩小多普勒和代码相位搜索窗口，这样极大地加快了可用 GPS 信号的捕获。注意这个步骤通常贯穿于所有的协议结合。一旦接收到捕获辅助数据，在 602 中能对于适合的信号强度的 GPS 信号确定伪距(PR)测量。接着，在 604 进行测试，以确定是否有充足的 PR 可用来支持位置固定：通常需要四个卫星来计算固定；然而，如果能假定高度或从用于移动手机的基础设施获得，三个卫星也足够了。如果有充足的卫星可用，在 606 收集和检验可用的历书数据，在步骤 608 计算作为结果的固定精确度。如果预知的精确度已经足够了，在 616 能请求适当的“点对点”微分校正数据。然而，如果精确度不够，在 612 确定哪一个卫星的历书数据需要更新，并在 614 只对于这些卫星提出请求更新后的历书。对于各个历书，在 616 所请求的 DGPS 校正数据对 IODE 是特定的。当接收到校正数据，在 618 校正首先传播到当前时间，然后在 620 应用到所测量的 PR。在 622 在所测量的 RP 和对各个卫星(使用历书数据和优先位置估计导出)的预期距离之间形成余项 (residual)，并用来改善位置估计，或在 624 计算位置固定。在使用这个协议结合中，对于各个手机位置计算的数据传送的控制存在于手机本身。由于各个传送按移动手机的需要而驱动，这样的协议将因此使蜂窝网络中的数据交换降至最少。

30

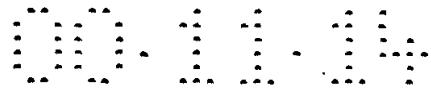
在表示本发明的第二协议结合的图 10 中，手机内事件顺序以捕获 GPS 卫星信号开始。GPS 信号捕获过程由在步骤 628 中从蜂窝基础

设施传送的辅助数据帮助：这个数据允许在 GPS 接收机捕获过程内缩小多普勒和代码相位搜索窗口，这样极大地加快了可用的 GPS 信号的捕获。一旦接收到捕获辅助数据，在 630 中能对于适合的信号强度的 GPS 信号导出伪距(PR)测量。接着，在 630 进行测试，以确定是否有充足的 PR 可用来支持位置固定：通常需要四个卫星来计算固定；然而，如果能假定高度或从用于移动手机的地势数据库获得，三个卫星也足够了。如果有充足的卫星可用，在 632 收集和检验可用的历书数据，在步骤 634 计算作为结果的固定精确度。如果预知的精确度已经足够了，在步骤 642 能收集适当的微分校正数据。然而，如果精确度不够，在 638 确定哪一个卫星的历书数据需要更新，并在 640 只对于这些卫星提出请求更新后的历书。在步骤 642 中，收集 DGPS 广播数据，然后在 644 传播到当前时间。在 646 中，必须基于历书年龄 (ephemeris age) 来调整校正；注意广播消息包括对于所有(或部分)可能的数据历书发布(IODE)值的校正。然后在 648 将所传播和调整的校正应用到所测量的 PR。在 650 在所测量的 RP 和对各个卫星(使用历书数据和优先位置估计导出)的预期范围之间形成余项，并用来改善位置估计，或在 652 计算位置固定。在使用这个协议结合中，对于各个手机位置计算的历书数据传送的控制存在于手机本身。由于各个传送按移动手机的需要而驱动，这样的协议将因此使蜂窝网络中的数据交换降至最少。然而，DGPS “广播” 模式的使用相对于图 9 中介绍的第一协议结合可能增加了用于 DGPS 数据分配的通信流量。由于它们将以固定速率(例如，当 SA 打开时典型地为每 30 秒，当 SA 关闭时为更长时间)简单地广播，这个增加伴随着基础设施内的逻辑简化，以确定分配 DGPS 校正的时间。

在表示本发明的第三协议结合的图 11 中，手机内事件顺序以捕获 GPS 卫星信号开始。GPS 信号捕获过程由在步骤 654 中从蜂窝基础设施广播的辅助数据帮助：这个数据允许在接收机捕获过程内缩小多普勒和代码相位搜索窗口，这样极大地加快了可用的 GPS 信号的捕获。一旦接收到捕获辅助数据，在 656 中能对于适合的信号强度的 GPS

信号导出伪距(PR)测量。接着，在 658 进行测试，以确定是否有充足的 PR 可用来支持位置固定：通常需要四个卫星来计算固定；然而，如果能假定高度或从用于移动手机的地势数据库获得，三个卫星也足够了。如果有充足的卫星可用，在步骤 660 收集和检验可用的历书数据。大多数新近的广播历书数据被收集，然后在 662 被用来使用插补方法计算卫星位置。在 664 所请求的“点对点”DGPS 校正数据对于各个历书的 IODE 是特定的。当接收到校正数据时，在 666 校正首先传播到当前时间，然后在 668 应用到所测量的 PR。在 670 在所测量的 RP 和对各个卫星(使用历书数据和优先位置估计导出)的预期范围之间形成余项，并用来改善位置估计，或在 672 计算位置固定。在使用这个协议结合中，对于各个手机位置计算的 DGPS 数据传送的控制存在于手机本身。由于各个传送按移动手机的需要而驱动，这样的协议将因此使蜂窝网络中的数据交换降至最少。然而，历书“广播”模式的使用相对于图 9 中介绍的第一协议结合可能增加了用于历书数据分配的通信流量。由于它将以固定速率(例如，典型的每 30 秒)简单地广播，这个增加伴随着基础设施内的逻辑简化，以确定分配历书数据的时间。

在表示本发明的第四协议结合的图 12 中，手机内事件顺序以捕获 GPS 卫星信号开始。GPS 信号捕获过程由在步骤 674 中从蜂窝基础设施广播的辅助数据帮助：这个数据允许在接收机捕获过程中缩小多普勒和代码相位搜索窗口，这样极大地加快了可用的 GPS 信号的捕获。一旦接收到捕获辅助数据，在 676 中能对于适合的信号强度的 GPS 信号导出伪距(PR)测量。接着，进行测试 678，以确定是否有充足的 PR 可用来支持位置固定：通常需要四个卫星来计算固定；然而，如果能假定高度或从用于移动手机的地势数据库获得，三个卫星也足够了。如果有充足的卫星可用，在步骤 680 收集和检验可用的历书数据。大多数新近的广播历书数据被收集，然后在 682 被用来使用插补方法计算卫星位置。在步骤 684 中，收集 DGPS 广播数据，然后将其传播到当前时间 686。在 688 中，必须基于历书年龄，来调整校正；注意到当前时间 686。在 688 中，必须基于历书年龄，来调整校正；注意



广播消息包括对于所有(或部分)可能的 IODE 值的校正。然后在 690 将所传播和调整的校正应用到所测量的 PR。在 692 在所测量的 RP 和对各个卫星(使用历书数据和优先位置估计导出)的预期范围之间形成余项，并用来改善位置估计，或在 694 计算位置固定。在使用这个协议结合中，对于各个手机位置计算的历书和 DGPS 校正数据传送的控制存在于网络。当和“点对点”策略相比在额外的网络流量的代价下，这样的协议将因此使和来自网络的数据分配相关的逻辑降至最小。历书和 DGPS 校正数据将以固定速率(例如，当 SA 打开时，典型地为对历书数据每 30 分，对 DGPS 校正数据每 30 秒，当 SA 关闭时为更长时间)广播。

关于 GPS 集成监控器，DGPS 校正数据被用来补偿在已测量场所的由 DGPS 参考接收机得到的伪距，并计算 DGPS 位置固定：相对于接收机已知位置的固定误差能被用来测量微分校正的效用。例如，如果固定误差与它的预期精度一致(例如，像使用 UDRE 值和加权最小二乘法(WLS)解决方案的协方差矩阵元素所预期的那样)，然后 DGPS 校正没有受到过度多径和/或噪声的污染。另一方面，计算出的误差相比期望值应该大，一些通知移动用户精确度下降的装置应当被初始化。对于移动电话位置请求，用于 GPS 完整性监控目的的已安装的单独 GPS 接收机将是昂贵和耗时的。

接着参考图 13，由于参考 GPS 接收机(带有微分能力)和它的服务器对于 A-GPS 已经是可用的，网络自身能执行完整性监控功能。为了从和天线 728 连接的 GPS 参考接收机 700 请求已过滤的伪距数据 726 和计算出的卫星位置 704 和时钟校正 724(除伪距校正外)，网络(或 SMLC 706)能计算参考 GPS 接收机的位置，并将其和它的已测量位置比较。这样，网络能用作它自己的完整性监视器 702，并通知 GPS 用户潜在的精度降低。完整性监控功能应当在 710 通知用户失效的卫星。良好建立的技术为了确定单一卫星的时钟什么时候可以以非正常的高速率漂移而存在，并且可以应用到此处。对于 GPS 用户，作为从 GPS

参考接收机 700 的输出的 UDRE 参数能在 708 适当地调整，以通知用户降级。如果 DGPS 消息收发结构不允许宣布个别卫星的故障，对于失效的卫星，校正将简单地从消息中排除，正如在 714 中那样。对于诸如辅助 MS、基于 MS 和偶然自主的请求辅助数据 712 的非 DGPS 用户，对于已经失效或正在失效的卫星能排除辅助数据 712 的特定部分。与此相似，对于辅助 MS 的 GPS 用户，由于在服务器 722 确定了 MS 位置，在 718 能从最终计算中排除从 MS 返回的诸如伪距的特定已失效或正在失效卫星参数。对于所有可视卫星 716 以使用/不使用指示器的形式，诸如自主用户的不请求辅助数据的非 DGPS 用户将需要请求完整性信息。完整性信息因此通过和通信网络连接的链路 720 发送给使用 GPS 的所有移动手机，以计算位置。熟悉本领域的人知道，只要它能连接到网络或共同位于另一个网络节点，GPS 参考接收机 700 和它的服务器 722(或位置确定实体)能位于任何对于天空有开阔视野的已测量地方。如前所述，GPS 服务器 722 还能是诸如 SMLC 706 的网络节点的集成部分，或者是参考 GPS 接收机 700 的集成部分，或者是一个独立实体。正如前面所指出的那样，辅助数据包括能用于 A-GPS 的所有数据，诸如用于辅助 MS 的 GPS 的 GPS 时间、多普勒和代码搜索窗口，用于基于 MS 的 GPS 的 GPS 时间、历书和时钟校正，以及 UTC 时间、电离层、年历和从 GPS 卫星信号建立的别的项目。发明定义了六个点对点消息和两个广播消息：点对点消息——请求历书/时钟校正更新(手机到网络)，历书/时钟校正更新(网络到手机)，请求点对点 DGPS 校正(手机到网络)，点对点 DGPS 校正(网络到手机)，请求点对点完整性数据(手机到网络)，以及点对点完整性数据(网络到手机)；和广播消息——DGPS 广播消息(网络到多个手机)和历书广播消息(网络到多个手机)。熟悉本领域的人知道，在没有 MS' 的请求(或恳求)的情况下，能随意地从网络推出 (push) 这些和别的辅助消息。将通过详细参数描述，进一步讨论各个消息交换。

请求历书/时钟校正更新(手机到网络)

点对点历书控制消息允许原始历书和时钟校正到移动站的最小控

5

制和传输。在这种模式下，手机只需要每个卫星路径一次请求历书数据。在这个协议中，MS 通过制定 SatID 的目录和卫星的对应 IODE(数据历书发布)来通知网络在存储器中它包含了哪个卫星历书。另外，手机发送历书年龄限制($t-t_{oe}$)，让网络对所有目前可视卫星发送原始历书，因而该手机历书现在比指定历书年龄限制更久。最后，历书年龄越控位通知网络，忽略历书年龄限制，并发送和它的年龄无关的原始历书。这个越控位能由诸如最大位的($t-t_{oe}$)中没有使用的数字表示。

10 假定一组来自 MS 的 IODE 对应于存储在手机存储器中的原始历书，和与微分校正的历书误差分量相关的最小空间去相关的识别，对于卫星的各个路径通常只需要单一的原始历书。然而，可以认识到对于不同等级用户所需的精度将不同。因此，定义了各个手机能机械化以根据作为结果的分辨率精度来预测历书年龄的效果的算法则。由于如果，并且只是如果，它由移动站的精度需求来规定，它将请求新历书，这个计算法则进一步减小数据传输需求。

15 因为本发明要求：对于各个 IODE 导出微分校正，定义新的广播消息。这个广播消息使用微分校正数据的智能压缩，这样对于所有可用 IODE 典型地只需要单一消息。下面是历书广播消息的说明。

20 历书/时钟校正更新(网络到手机)

如上所述，只有当 MS 进行请求或当基础设施注意到手机历书久于由 MS 为历书年龄指定阈值允许的手机历书，才传输历书数据。下面的表 1 给出了这个消息的内容。

25

表 1：历书/时钟校正更新消息内容

参数	说明	单位
N_Sat	静止出现的卫星的数量	
SatID	卫星 ID	
SatHealth	健康和状态	
URA	用户距离精度	
T _{GD}	群延迟的校正	秒
IODE	校正应用的历书发布	
t _{oc}	时钟校正的适应性的时间	秒
a _{f0}	零顺序时钟校正	秒
a _{f1}	第一顺序时钟校正系数	秒/秒
a _{f2}	第二顺序时钟校正系数	秒/秒 ²
C _{rs}	径向校正系数	米
Δ n	平均移动校正	半圆/秒
M ₀	平均近点角	半圆
C _{uc}	高度校正系数的变元	弧度
e	离心率	
C _{us}	高度校正系数的变元	弧度
(A) ^{1/2}	半主轴的平方根	米 ^{1/2}
t _{oe}	历书的适应性的时间	秒
C _{ic}	斜度校正系数	弧度
Ω ₀	向上节点的标称经度	半圆
C _{is}	斜度校正系数	弧度
i ₀	标称斜度	半圆
C _{rc}	径向校正系数	米
ω	近地点的变元	半圆
Ω dot	右边向上的变化率	半圆/秒
idot	斜度的变化率	半圆/秒

第一个参数 N_Sat 每个消息发送一次，同时对于各个包含在 N_Sat

中的卫星传送剩余的参数。表 1 中出现的参数(不包括 N_Sat)对应于外加 URA、 T_{GD} 和 IODE 参数的历书和时钟校正数据的常规组。包含 URA 参数将允许 MS 调节其作为选择可用性(SA)级别的函数的精度预测。另外，能在由各个移动站完成的精度预测的基础上进行历书请求。包含 T_{GD} 将允许各个移动站校正群延迟影响，并得到可能的最精确分辨率。同时，包含 IODE 参数将允许 MS 确定 IODE 是否匹配。在 IODE 不匹配的情况下，MS 能去加权(deweighting)来自 IODE 不匹配的卫星的信息，以校正偏移效果。如上所述，IODE 值能用来确定如何压缩历书和时钟校正数据的各个参数。

10 请求点对点 DGPS 校正(手机到网络)

当需要微分精度来满足基于手机的应用的位置性能需求(例如紧急定位)时，移动站请求点对点 DGPS 校正消息。在这个协议中，MS 通过给出 SatID 的列表和卫星的对应 IODE(数据历书发布)来通知网络在存储器中它包含了哪个卫星历书集。然后网络能根据手机具有的特定 IODE 来处理 DGPS 校正。在这种模式下，手机只需要在每个卫星通过请求一次历书数据。以点对点模式发送到手机的微分校正能由网络定制，这样源自手机中历书年龄(ephemeris age)的附加误差效果由微分校正吸收和补偿。这样，将用到下面表 2 所示的简单微分校正响应消息。可以预料点对点微分校正将是首选，并且是主要使用的配置，直到广播微分信道在 GSM 网络(不是所有的 GSM 网络执行广播服务)中普遍存在。根据本发明的优选实施例，由于原始历书每个卫星通过仅发送一次，并且微分校正适合于由移动站存储的特定历书，对于该最可能的模式，通过最小化总消息业务量优化协议。这个消息另外的好处是终端应用能控制位置精度，并且蜂窝运营商能在应用或已经选择了特定消息服务的用户之外得到好处。

点对点 DGPS 校正消息(网络到手机)

30 这个消息的内容出现在表 2 中。注意微分校正只对它们所请求的特定 IODE 发送。如果需要的话还能发送多个 IODE。根据本发明

的优选实施例，通过每 30 秒或由移动站请求的速率有利地发送 DGPS 校正，和微分校正等待时间相关的误差保持为可以接受的水平。

表 2：点对点 DGPS 校正消息内容(每个卫星)

参数	描述	参数发送
N_Sat	出现校正的卫星的数量	每个消息一次
Time	校正数据有效的 GPS 时间, 秒	每个消息一次
SatHealth	健康和状态, 包括 UDRE SF	每个消息一次
SatID	校正应用的 GPS 卫星	N_Sat 次
Corr SF	用于校正数据的比例因数	N_Sat 次
IODE	校正应用的历书发布	N_Sat 次
UDRE	用户微分距离误差(精度预测, 米)	N_Sat 次
PRC	伪距校正, 米	N_Sat 次
RRC	距变率校正, 米/秒	N_Sat 次

5

本发明通过允许微分校正补偿由老化历书数据(aging ephemeris data)引起的误差而减小了业务量。为了实现点对点传输的目标，表 2 中的校正消息应当基于服务 MS 或接收机的当前 IODE 值被处理(或应用)。正如在请求点对点 DGPS 校正中所介绍的那样，MS 的当前 IODE 值能作为 MS 始发消息的一个部分被传送到网络(或 SMLC 706)。根据特定应用，诸如 Corr SF 和 IODE 的某些参数是可选的。另一种替代方法是传送给于表 3 中介绍的所有可用 IODE 值的校正。为了节约带宽，PRC 和 PPC 值能用少于所需 RTCM 标准值的比特压缩，同时对于 DGPS 广播消息中介绍的 LCS 保持足够的分辨率或精度。

10

15

请求点对点完整性数据(手机到网络)

不请求和使用 GPS 信号捕获辅助数据的自主 GPS 用户必须从网络请求完整性数据，以避免在它的位置确定中使用已经失效或正在失效的卫星。

20

点对点完整性数据(网络到手机)

这个消息响应于移动手机在自主模式使用 GPS 的请求而由网络发送。对于由移动手机跟踪的各个卫星，网络简单地用单独使用/不使用比特来响应。正如后面的公式(5)中所表示的那样，完整性比特从 DGPS 校正的大小设置。

IM 在这个消息中驱动两类完整性信息，用来传输到移动 GPS 用户：嵌入到对于 DGPS 用户所传输的 UDRE 值之中的测量质量信息，和 GPS 卫星失效信息。由完整性监控功能执行的第一步是请求将计算后的卫星位置以及过滤后的伪距数据输出到执行完整性监控功能的 SMLC(或者连接到参考 GPS 接收机并用于 IM 的任何节点)。还需要卫星时钟校正，除非由 GPS 参考接收机输出的伪距已经被校正：它可能是一个需要由参考接收机厂商制定的设计细节。对于 IM 最好是 1 Hz 输出速率；然而更低的速率也是可以接受的。随着伪距(或伪距率)校正被接收，它们被保存起来，直到最大的预期移动传播间隔(例如在目前 SA 级别下的 30 秒)。这能使由完整性监视器评估根据校正的传播而引起的误差。如果先前的校正数据是可用的，伪距和速率校正(也就是 PRC 和 RRC 值)在不取出当前 PRC 和 RRC 值的情况下使用 PRC 和 RRC 校正速率被传播到当前时间：适当传播间隔的选择并不是无关紧要的。使用假定的 30 秒传播间隔代表着最坏的情况，而不能充分表征通常由传播引起的移动定位误差。由各个移动站使用的传播间隔能以均匀地在 0 到 30 秒之间分布的随机变量表征。因此使用它的平均值(15 秒)可能更恰当：将根据在完整性监视器中要求的保守性的级别进行选择。注意这个传播将使正在失效的卫星(具有潜在不利的时间去相关)的影响由完整性监视器标记，直到已经失效的卫星从解集中除去。

一旦传播到当前伪距的时间，将校正值从伪距中减去；如果 GPS 参考接收机没有执行该补偿，卫星时钟(包括相对论的)校正也可以被减去。使用计算后的卫星位置(假定在地球为中心对地球固定(ECEF)

帧中可以得到)和参考接收机的已测量位置, 对于各个卫星计算单位视线(LOS)矢量: 这些计算能在 ECEF 或当地级别(例如东北上(ENU))帧中进行。单位 LOS 矢量然后一起被收集到测量斜度矩阵 H 中。 H 的各行对应于卫星的 LOS 矢量:

5
$$h_i^T = [u_i^T \ 1] \quad (1)$$

粗体符号表示矢量, 公式(1)中的下标 i 指的是卫星(或 H 的行); u 是到第 i 个卫星的单位 LOS 矢量, T 表示转置操作。

10 接着, 在各个经过微分校正(或传播)的伪距和对各个卫星估计的距离之间建立余项(使用输出卫星位置和已测量的参考接收机位置):

15
$$PR_{res} = PR_{meas} - R_{est} \quad (2)$$

15 接着使用由 DGPS 参考接收机输出的 UDRE 值和表示由校正传播导出的误差的误差方差构造测量误差协方差矩阵 R :

20
$$R_{ii} = UDRE_i^2 + \sigma_{SAacc}^2 \Delta t_{prop}^2 / 2 \quad (3)$$

在公式 3)中, σ_{SAacc} 是和 SA 加速度相关的一个西格玛误差, Δt_{prop} 是设定的用于完整性监视器的校正的传播间隔。注意 R 是对角矩阵, 这样它能容易地倒置。

接着建立了解校正矢量:

25
$$\Delta x = P^{-1} H^T R^{-1} PR_{res} \quad (4)$$

其中 $P = (H^T R^{-1} H)^{-1}$

由于上面用于 WLS 解的起始点是已测量位置, 校正矢量 Δx 的大小表示解误差。上面的矩阵 P 是解误差的协方差, 它的对角元素表示预期位置误差方差。在下面的公式 5)中能计算归一化的误差统计量:

$$S = \Delta x^T P \Delta x \quad (5)$$

5 统计量 S 表示和它的预期误差方差有关的解误差(平方)的大小。它是作为解精度监视器提出的统计量。当然，也能类似地使用许多别的统计量，包括从 S 得到的统计量(例如，从多个解得到的抽样均值)。

10 对于 S 需要基于完整性监视器所需的保守性级别而建立阈值 T ：例如，值 4 对应于“两个西格马”误差条件。当 S 超过这个阈值时，各个 UDRE 值将增加(对于所有卫星都一样)，它减小 S 的大小(如果重新计算)。下面提供了用于进行必要调整的伪代码：

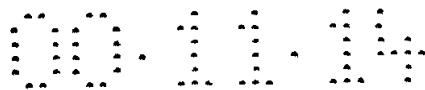
```
IF(S>T),  UDRE_new=SQRT(S/T)*UDRE_old
```

15 上面对于 UDRE 所调整的值然后用来产生在适当消息中用于 UDRE 的值，如表 2 中对点对点和表 3 中对广播所定义的那样。注意对于点对点(表 2 中)和广播(表 3 中)校正值所存在的差异：对于点对点，只有对应于实际上在使用的卫星的那些 UDRE 值被调整；对于广播校正，由于不知道移动手机可能使用哪个校正子集，所有 UDRE 值都必须被调整。

20 除了上面的 UDRE 比例因数调整外，卫星时钟失效必须被检测和隔离。Geier 和 King 在 1994 年的 IEEE FCS 的“GPS 定时的精度和完整性的预测”中介绍了用来检测和隔离卫星失效的数学。然而，这个发展没有使用能使计算简化的 DGPS 校正数据。对于各个卫星 i ，能够基于各个计算后的 DGPS 校正值构造更简单的测试：

25 $IF(fabs(PRC_i) > N * \sigma_{PR}), Set\ satellite\ i\ unhealthy.$

30 参数 N 控制测试的保守性。值 5 或 6 进行非常少见的假警报。基于 SA 的标称级别，和伪距误差相关的一个西格玛级别应当(保守地)是 35 米。URA 参数的标称外级别(它的标称级别是 7)应当导致 σ_{PR} 中的对应改变(也就是更大和更小)。从而，当 SA 被停用时测试将变得



更有效。

DGPS 广播消息(网络到多个手机)

如上所述，本发明通过允许微分校正补偿由老化历书数据引起的误差而减小网络业务量。为了实现对于广播传输的这个目标，对应广播 DGPS 消息必须包括对于所有可用 IODE 值的校正集。这将导致消息长度超过对于 GSM 短消息服务蜂窝广播(SMSCB)消息的 82 个八位字节的最大消息长度。然而，如下面的表 3 中所示，数据根据本发明的优选实施例被智能压缩。

10

表 3：DGPS 广播消息内容

参数	描述	参数发送
N_Sat	出现校正的卫星的数量	每个消息一次
Time	校正数据有效的 GPS 时间，秒	每个消息一次
SatHealth	健康和状态，包括 UDRE SF	每个消息一次
Δ_Count	链接到当前和较不当前 IODE 的 Δ PRC 和 Δ RRC 的标记	每个消息一次
SatID	校正应用的 GPS 卫星	N_Sat 次
Corr SF	用于校正数据的比例因数	N_Sat 次
Current IODE	校正应用的当前历书发布	N_Sat 次
UDRE	用户微分距离误差(精度预测，米)	N_Sat 次
PRC- PRC _{avg} (或 PRC)	压缩伪距校正，米	N_Sat 次
RRC- RRC _{avg} (或 RRC)	压缩距变率校正，米/秒	N_Sat 次
N_IODE	先前 IODE 校正值的数量	N_Sat 次
Δ PRC	PRC 值的差异，米	N_IODE 次
Δ RRC	RRC 值的差异，米/秒	N_IODE 次

5

10

15

20

25

30

从表 3 中可以明显地看到广播消息中使用的智能压缩的的几个方面，同时别的方面更微妙。正如所讨论的那样，同样的压缩能用于表 2 的点对点 DGPS 参数。由于各个移动站具有相当可靠的定时信息，相对于用于 DGPS 校正数据的 RTCM 标准的完全二十比特，DGPS 时间标记被压缩。微分校正数据本身要么通过在保持所需 LCS 精度的同时简单地减少 RTCM 中定义的比特来压缩，要么通过从各个 PRC 和 RRC 值中减去对于所有卫星校正的平均值来压缩。这个平均值反映了校正数据中由振荡器偏移和漂移引起的公共时间和频率偏差。这些偏差对经过微分校正的移动站的导航解没有影响，因而能够被排除。或者，如果 DGPS 参考接收机已经除去了平均校正值，或者已经知道 DGPS 参考接收机时钟的漂移对于校正值来说无关紧要，那么就不需要该操作。另外，由于由历书年龄引起的速度误差相对于标称等待时间误差较小，对于通常没有必要包括前面的 IODE 的 Δ RRC 值。然而，在某些速度精度很重要的应用中，包括它们将是有利的。另外，当 SA 由国防部停用时，由忽略 Δ RRC 值引起的误差相对来说将变得更大。因此， Δ RRC 是可选的。和表 2 中的点对点 DGPS 消息相似，根据特定应用，诸如 Corr SF 的某些参数也是可选的。表 3 中的参数 N_IODE 确定所包括的前面 IODE 值的数量：根据所需的带宽减小，这个数量在 1-4 之间(值 4 对应于最大基础设施带宽减小)。此外，如果对于这个参数使用的值小于 4， Δ PRC(并且可能是 Δ RRC)值不需要连续：也就是由于它产生了最小的差异，对于和当前历书最近的历书拷贝跳过 Δ PRC(并且可能是 Δ RRC)值可能更有利。例如，能够传送当前 IODE 和久于当前 IODE 的值前面的值的校正。最后，因为 Δ PRC 差异值由历书年龄误差得到，而不是由正常 DGPS 等待时间效果(例如 SA 加速度)得到，它们不需要以诸如每 30 秒的短时间周期频繁地发送。更长的广播时间将有助于数据压缩。在最坏的情况下，当 SA 关闭时每隔更长时间，诸如每分钟或甚至更长，发送 Δ PRC 差异值将足够了。一个选择是使用 Δ_Count 来表示这个交互方案。最坏的情况在历书最久的情况下发生，它建议不利地基于年龄进行数据的附加压缩：也就是

最近的 PRC 差异值将更不频繁地发送。使用这两个压缩技术，对于所有可视卫星，需要用来传播 DGPS 广播消息的字节数量不超过八十二字节。当然，如果消息长度无关紧要，上面介绍的压缩技术成为可选的。除了这个明显事实，基于当前和前面 IODE 应用 DGPS 校正的原理，也就是通过减少或取消历书和时钟校正数据的频繁更新，对于节约通信带宽还是有效的。

历书广播消息(网络到多个手机)

表 4 中给出了广播历书消息的内容。注意对于各个 GPS 卫星，消息由两组计算后的位置和速度组成，相对于发送完整的历书数据集，它减小了广播所需的比特数量。这两组数据在时间上分开，以允许移动手机在计算后的数据的适用性的时间之间内插，以在当前时间得到位置和速度数据。使用内插，而不是外推，相对于基于完整的历书数据集的手机计算消除了任何显著误差。

表 4 广播历书消息

参数	描述
T_0	第一组位置和速度的适用性的时间，秒
Δt	组之间的时间间隔，分钟
N_{Sat}	位置和速度数据跟随的 GPS 卫星的数量
SatID	用于这组位置和速度的 ID
X_0	在时间 t 的 ECEF X 位置分量，米
Y_0	在时间 t 的 ECEF Y 位置分量，米
Z_0	在时间 t 的 ECEF Z 位置分量，米
X_{dot_0}	在时间 t 的 ECEF X 速度分量，米/秒
Y_{dot_0}	在时间 t 的 ECEF Y 速度分量，米/秒
Z_{dot_0}	在时间 t 的 ECEF Z 速度分量，米/秒
X_1	在时间 $t + \Delta t$ 的 ECEF X 位置分量，米
Y_1	在时间 $t + \Delta t$ 的 ECEF Y 位置分量，米
Z_1	在时间 $t + \Delta t$ 的 ECEF Z 位置分量，米

X_dot ₁	在时间 t+Δt 的 ECEF X 速度分量, 米/秒
Y_dot ₁	在时间 t+Δt 的 ECEF Y 速度分量, 米/秒
Z_dot ₁	在时间 t+Δt 的 ECEF Z 速度分量, 米/秒

5

为了进一步减小广播历书消息的数量和长度, 本发明将包含每个消息只发送一个卫星位置和速度矢量的历书广播消息。在能够在 t₁ 和 t₂ 之间的一些别的时间计算移动站的位置之前, 这将需要移动站在 t₁ 和 t₂ 得到两个连续历书广播消息。

10

根据本发明的另一方面, 手机使用一个算法则计算在任意时间 t₀<t<t₁(其中 t₁=t₀+Δt)的卫星位置和速度。这个算法实际上是迭代的, 它由两步组成, 首先从速度数据计算初始加速度估计, 然后使用这个数据和位置数据计算加速度率(加速度的导数), 然后用它改进位置估计。这个算法对位置和速度的各个分量是一样的, 所以在下面的公式中只详细说明一个单独分量。用公式(6)建立加速度估计:

$$X_{ddot} = (X_{dot_1} - X_{dot_0}) / (t_1 - t_0) \quad (6)$$

15

来自公式(6)的加速度估计用来使用下面的公式(7)预测 X₁:

$$X_{1_hat} = X_0 + X_{dot_0} \Delta t + X_{ddot} \Delta t^2 / 2 \quad (7)$$

预测的 X₁ 和它的计算后的值之间的差用来发现加速度率级别, 它使预测值和计算后的值保持一致:

20

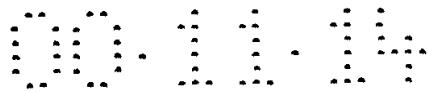
$$\Delta X_1 = X_1 - X_{1_hat} = X_{dddot} \Delta t^3 / 6 \quad (8)$$

公式(7)用来解加速度率值(X_{dddot}), 并在公式(8)中用来对于 GPS 卫星位置内插:

$$X(t) = X_0 + X_{dot}(t-t_0) + X_{ddot}(t-t_0)^2 / 2 + X_{dddot}(t-t_0)^3 / 6 \quad (9)$$

25

注意这个广播消息中没有卫星时钟校正数据。如图 14 所示, 可以通过适当修改为了吸收时钟误差影响而发送的位置和速度数据来实



现。图 14 显示了估计和实际卫星位置，其中提供了卫星位置曲线拟合数据和卫星时钟校正参数的结合。它允许完全消除时钟校正参数，并甚至更进一步将传送的比数量从每个卫星 254 位比特减小到每个卫星 217 比特。为了完成这些，时钟误差的影响必须被转化为等价的卫星位置误差。

在图 14 中，诸如 GPS 的全球导航定位系统的卫星 804 在无线通信系统上沿轨道飞行。无线通信系统包括和诸如移动站 800 的移动站进行双向无线通信的多个基站 802。将时钟误差的影响转化为等价的卫星位置误差需要卫星轨道曲线拟合 $X(t)$ 由对应于卫星时钟校正的数量而修改。有效的距离扩展 C_0 、 C_1 和 C_2 从卫星时钟校正计算得到，而卫星时钟校正是由在时间 t_0 、 t_1 和 t_2 的历书数据乘以光速(SOL)得到的。这个大小可能是正的(更远)，也可能是负的(离移动站更近)，但典型地是小于 1ms 的数量级(但也能大到 5ms)。

有效位置 $XE'(t)$ 按如下计算：

$$XE'(t_0) = X(t_0) + C(t_0) SOL \left(\frac{X(t_0) - R}{|X(t_0) - R|} \right) \quad (10)$$

为了修改有效卫星轨道，需要参考点“RL”来沿着在它的真实位置 $X(t)$ 和 RL 之间延伸的线投影卫星轨道位置。RL 能方便地是基站 802。简单的矢量运算将卫星轨道路径 $X(t)$ 修改为修改后的轨道路径 $X'(t)$ 。

选择系统的各个单独基站作为参考位置允许控制在距离测量中出现的误差。假定基站 802 在移动站 800 的 10km 之内(在蜂窝系统的多数时间有效)。同时知道卫星时钟校正不能大于 5ms，因为它是参数的最大大小。卫星预测距离中的最大误差是这个时钟误差和基站到移动站分隔距离的函数。基于修改或投影的卫星轨道，也就是移动站到参考点的距离为 10km 和时钟校正为 5ms，测量距离中的最大误差大约为 1 米，给定诸如多径、接收机噪声、电离层延迟和其它量化影响的

别的系统误差，这个误差是可以接受的小误差。

这里详细说明了支持广播和点对点消息收发的蜂窝网络协议，用于支持用于基于辅助 GPS 的蜂窝手机定位的完整性监视器(IM)。可以发现本发明相对于当前方案有几个优点。提高了基于辅助 GPS 定位的可靠性的本发明的完整性监视器的两个方面是：第一个方面监控 DGPS 校正的质量并通知 DGPS 用户测量质量下降，例如当存在预料之外级别的多径误差时；第二个方面通过将它们从这些失效中隔离来警告移动手机 GPS 卫星失效，并且这对于所有类型 GPS 用户，也就是 MS 辅助、基于 MS 和自主的 GPS 用户来说都是需要的。另外，根据本发明的优选实施例已定义了支持 IM 功能的消息收发结构和协议。

尽管在上面的说明和图中已经说明和展示了本发明，但是熟悉本领域的人能够理解，这些说明只是示例，在不背离发明的真实精神和范围的情况下，发明可以有大量的变化和修改。例如，在 GSM 蜂窝系统的范围内的优选和替代实施例中提出了本发明，本发明能在别的无线通信系统中实现。因此，发明应当只由下面的权利要求所限制。

00-12-06

说 明 书 附 图

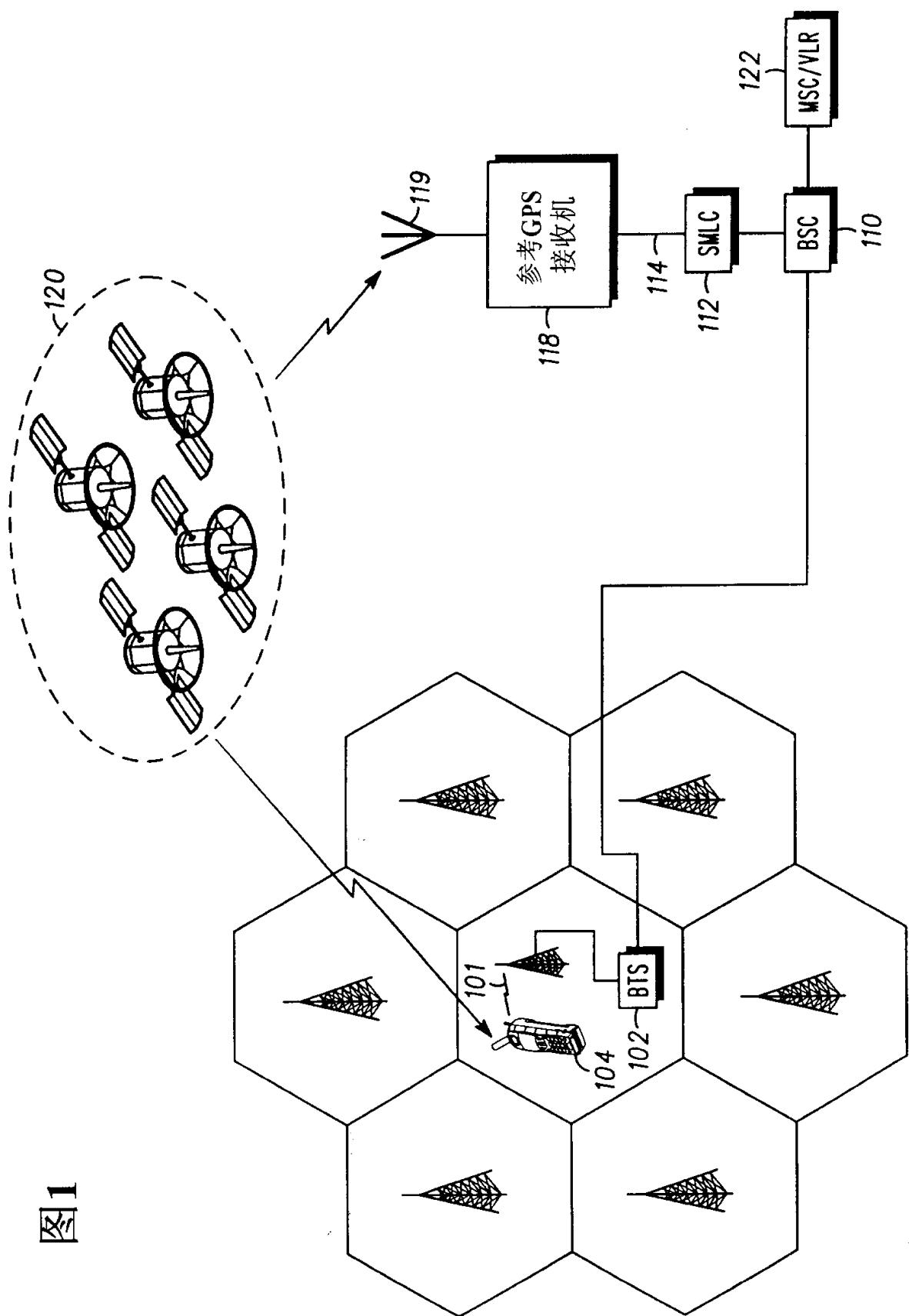
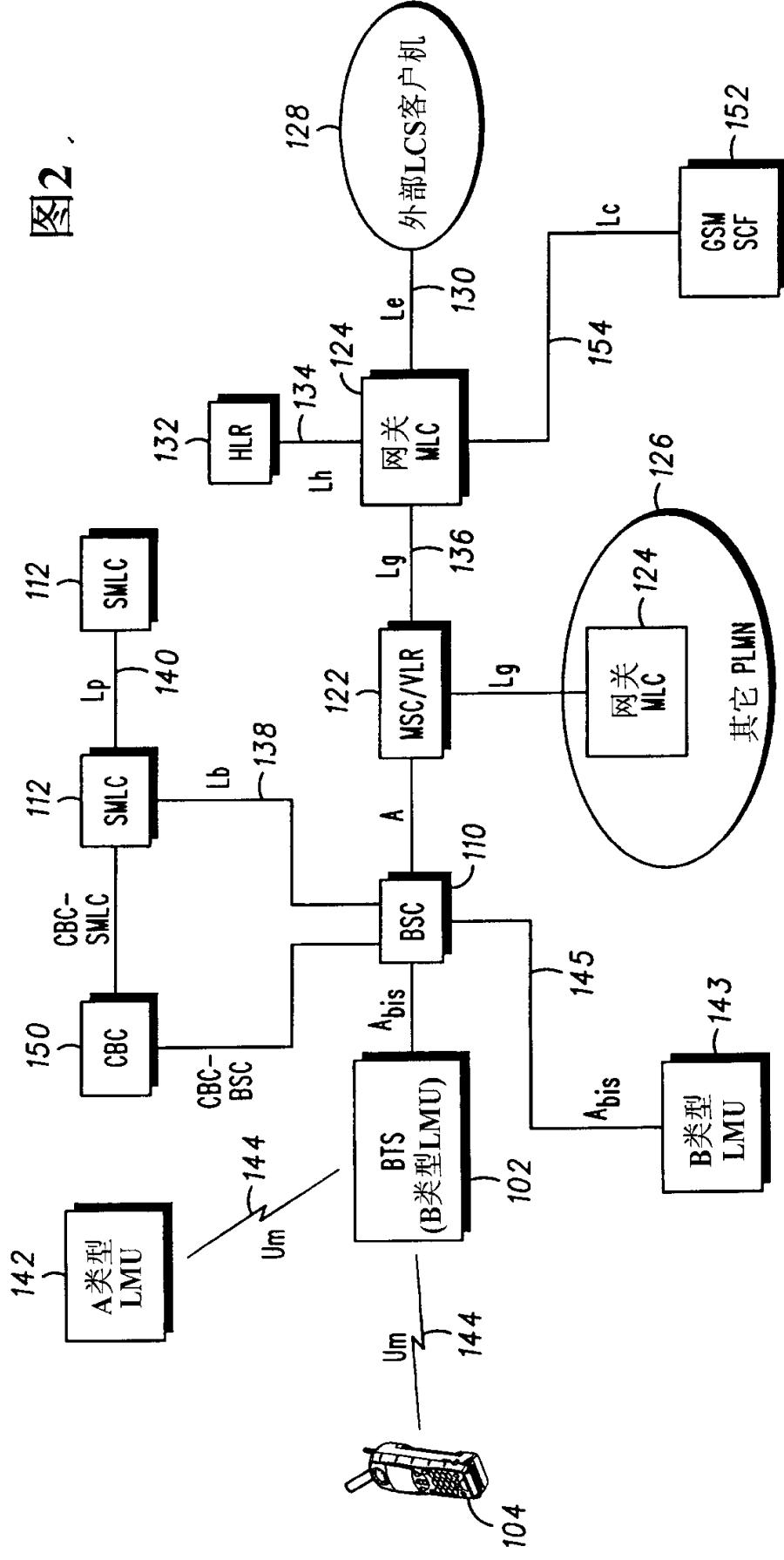


图 1

图2



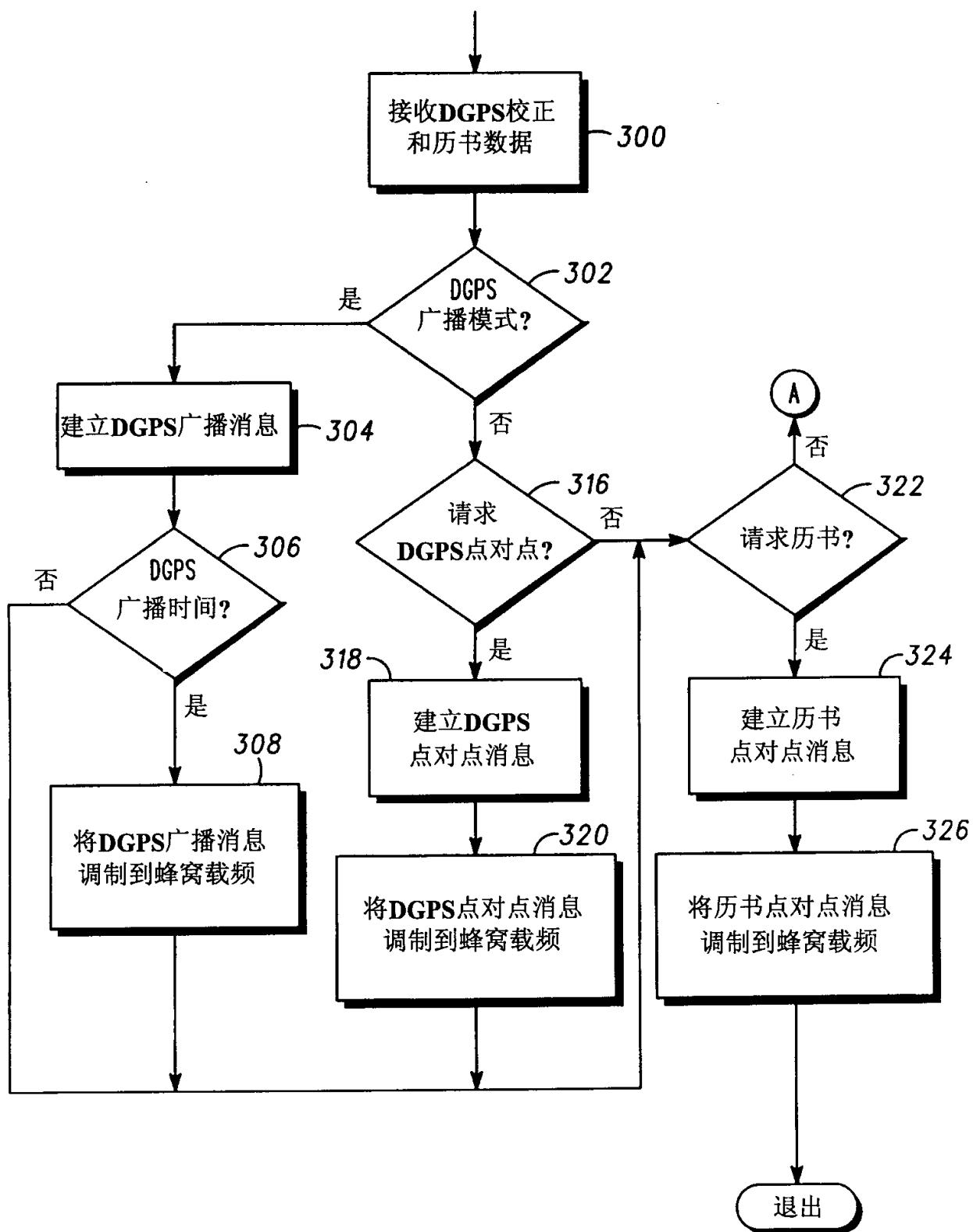


图3A

00-12-06

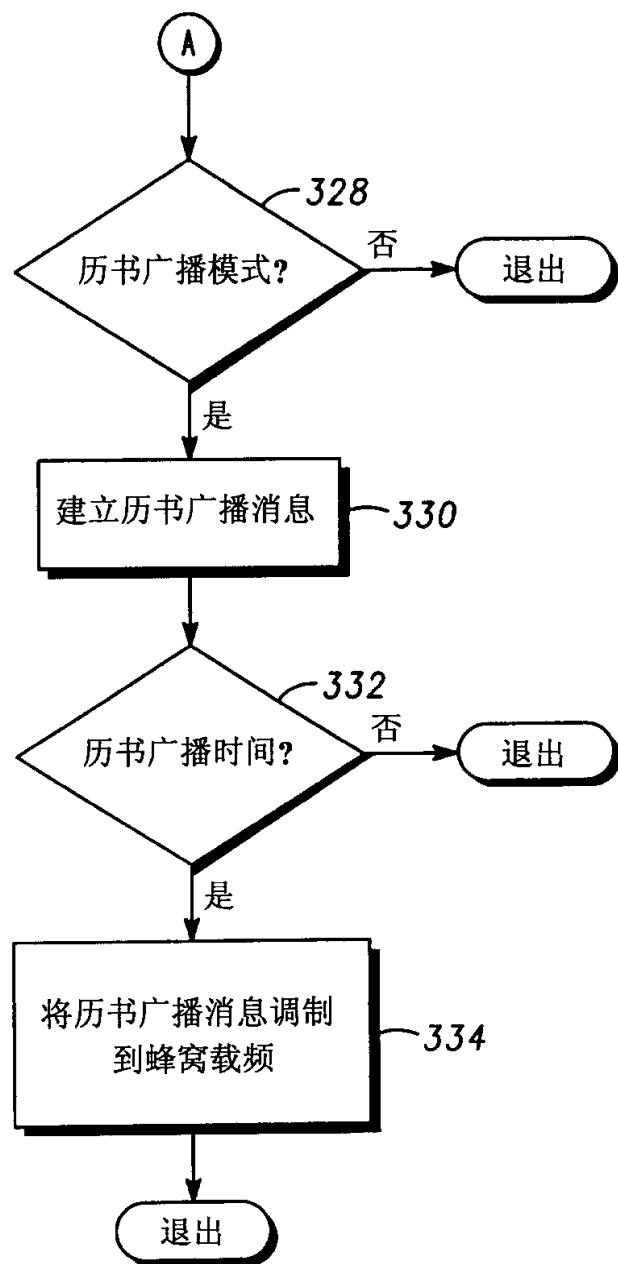


图3B

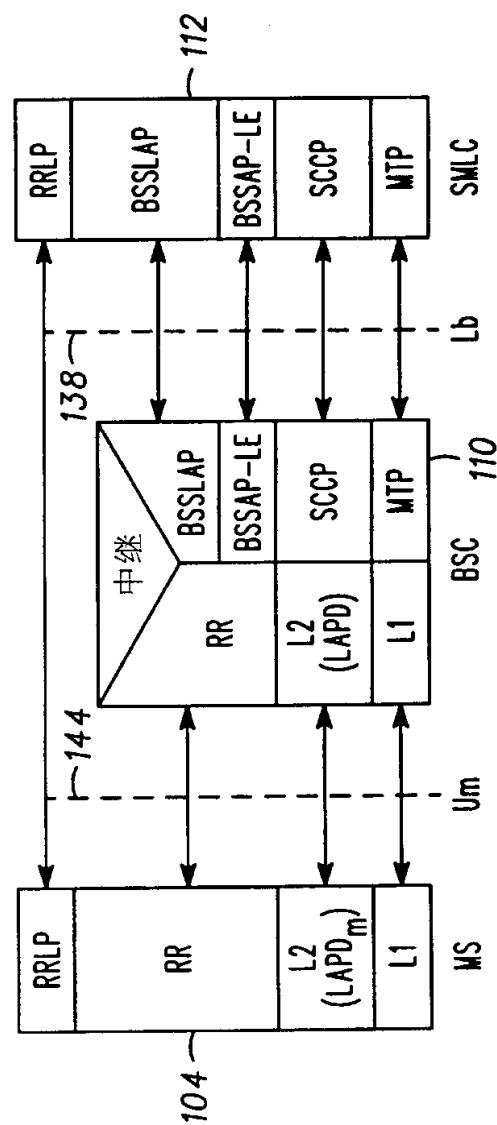
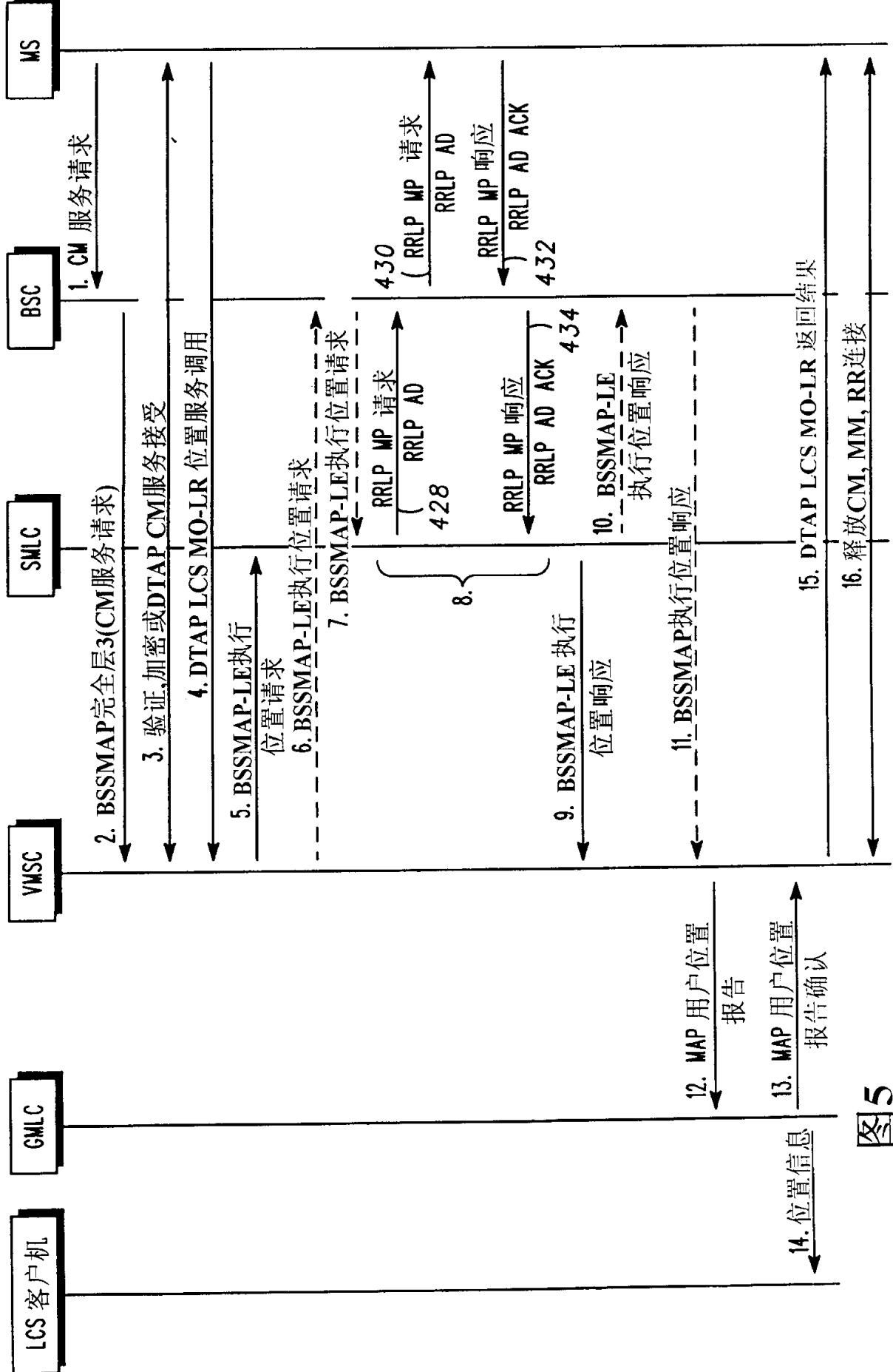
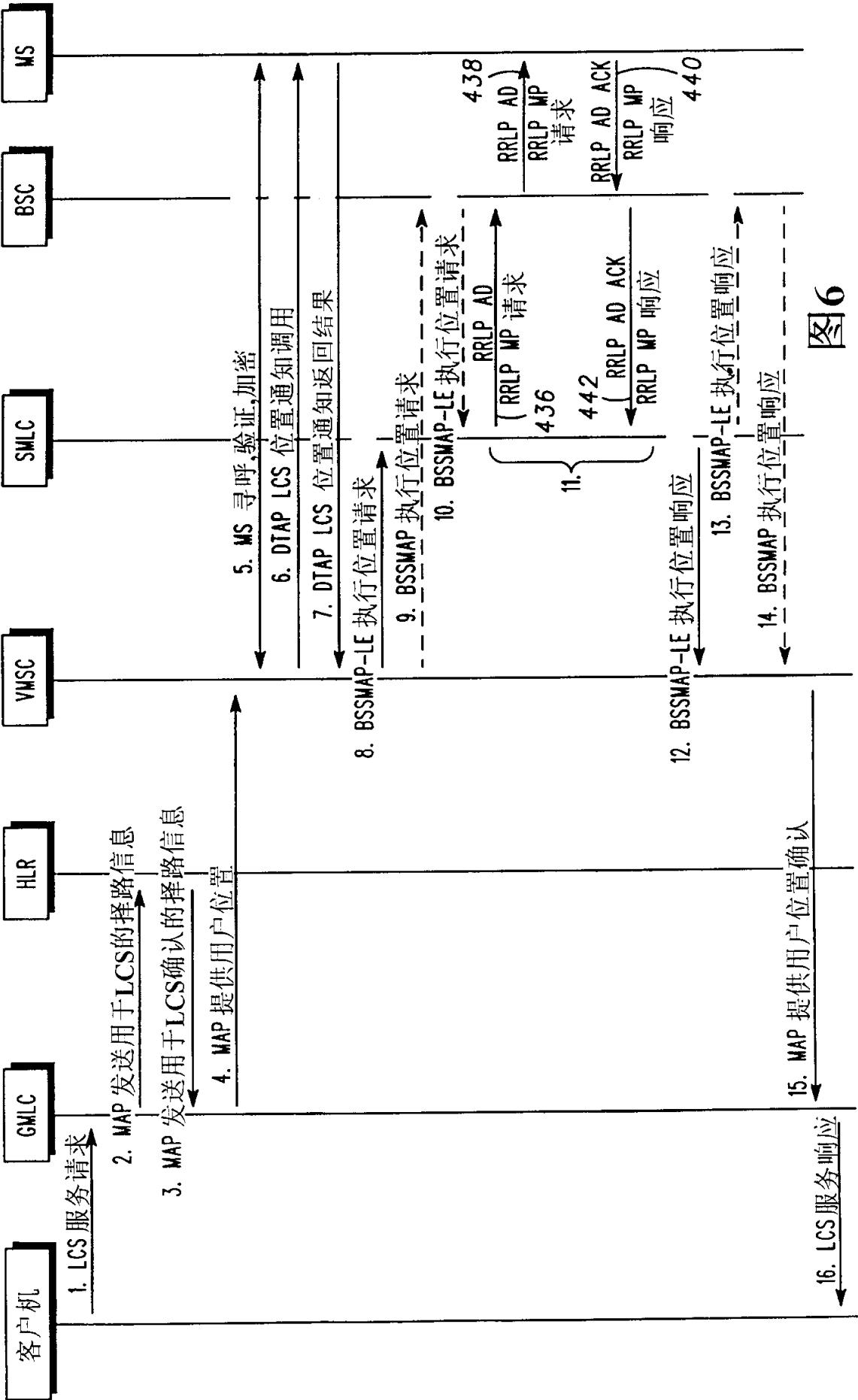


图 4





00.12.06

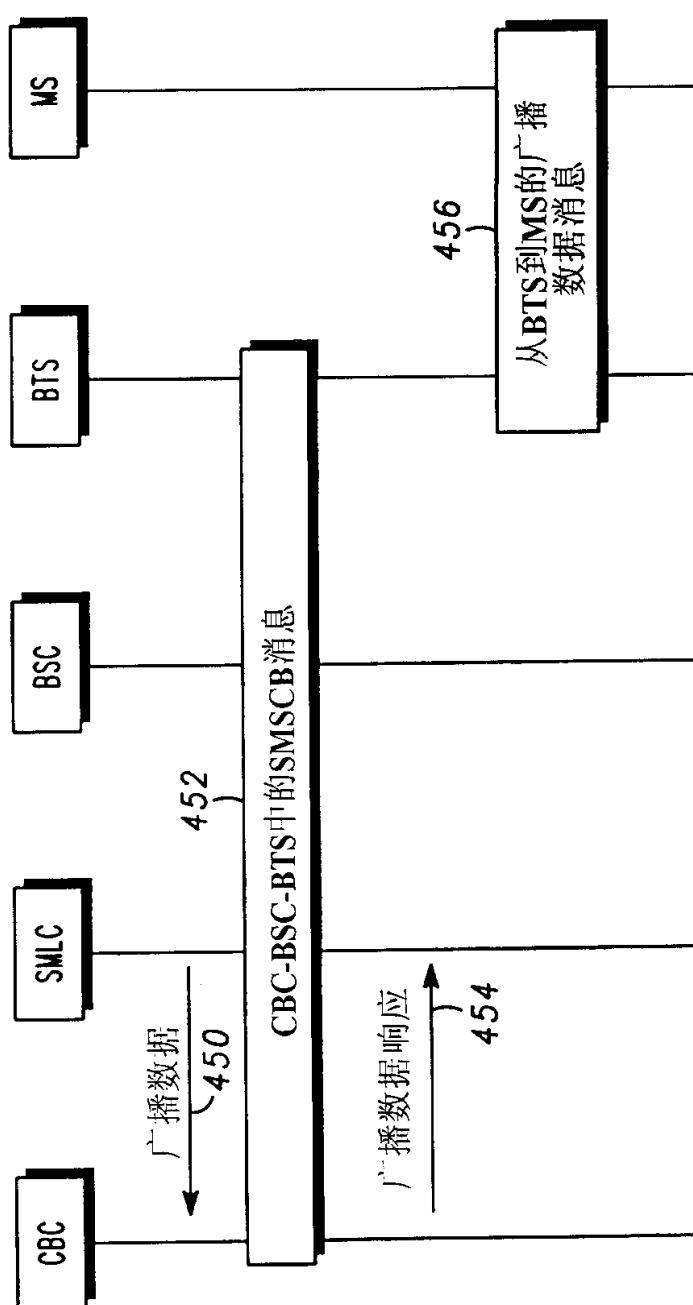
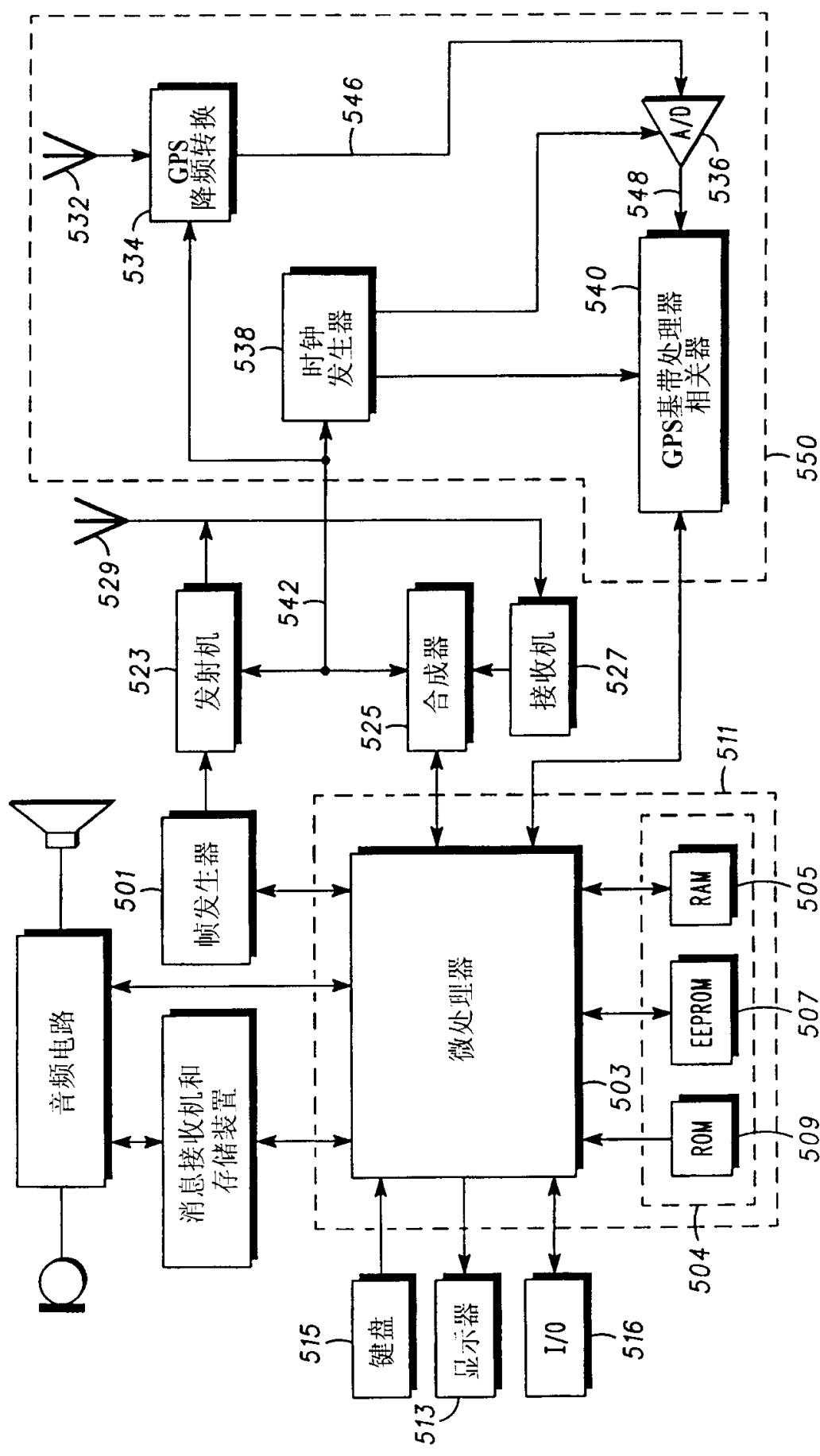


图7

图8



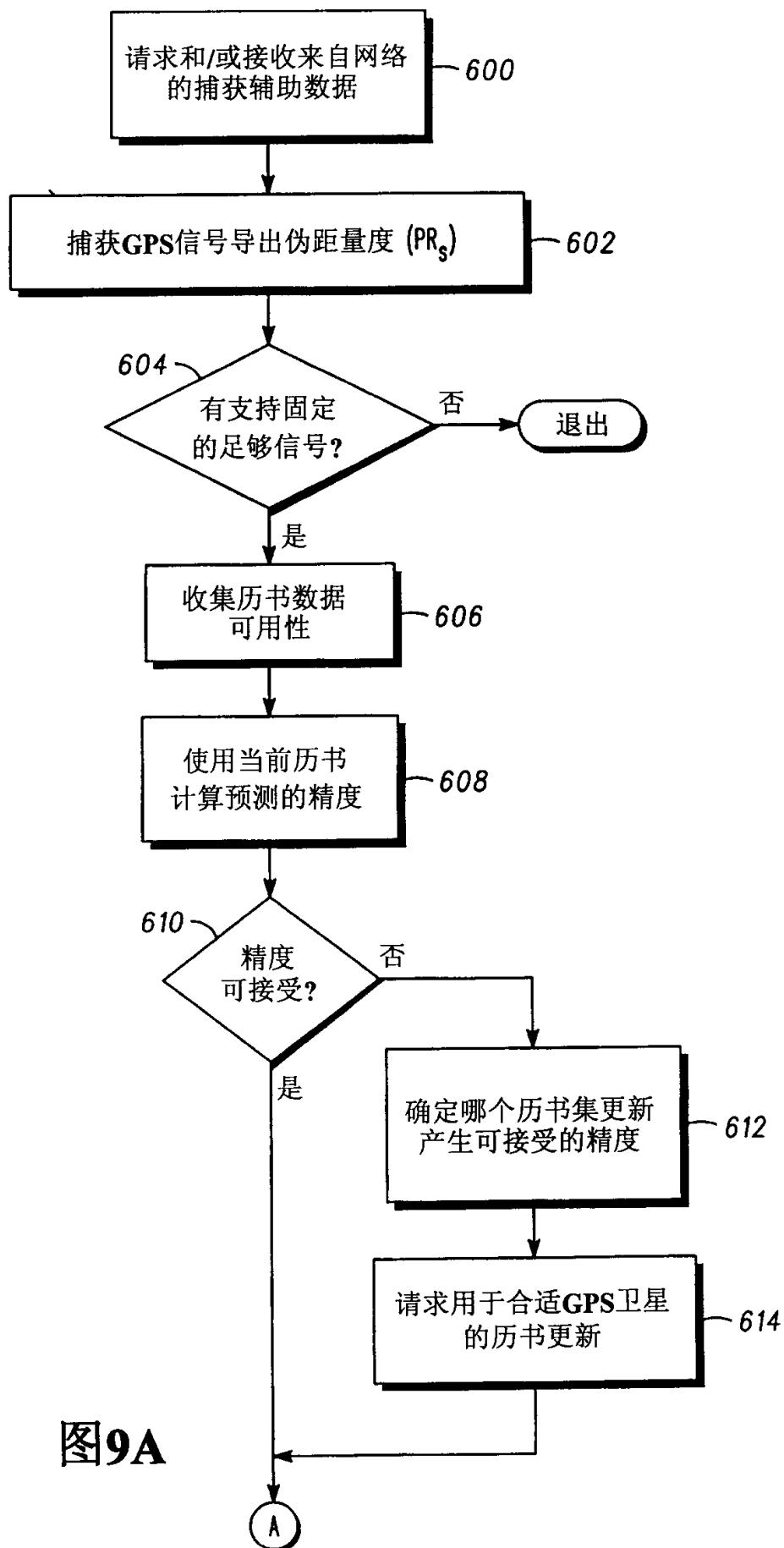


图9A

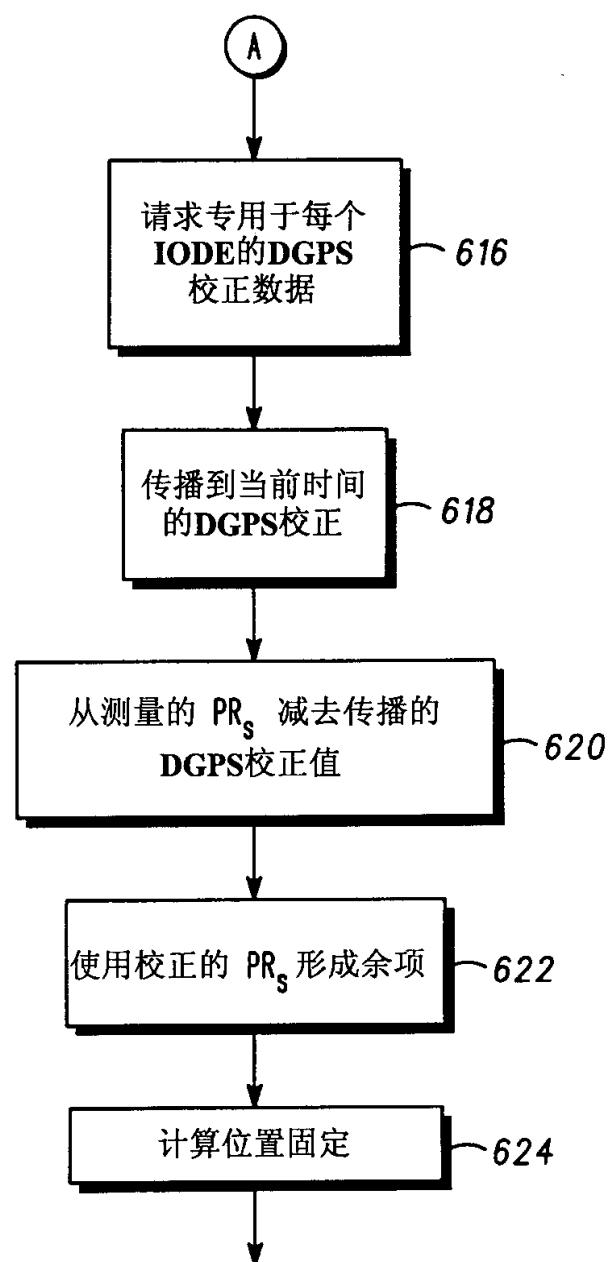


图9B

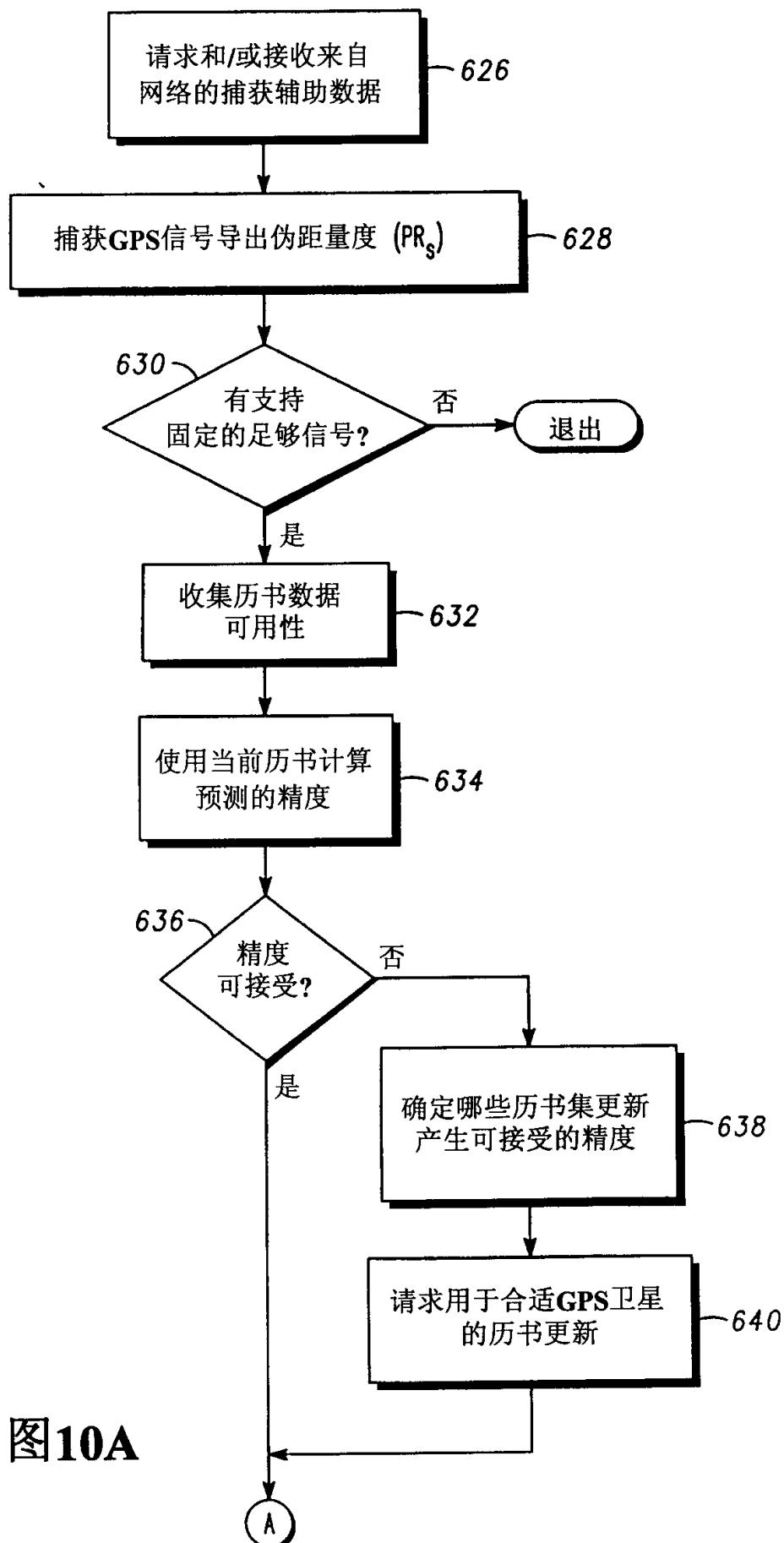


图10A

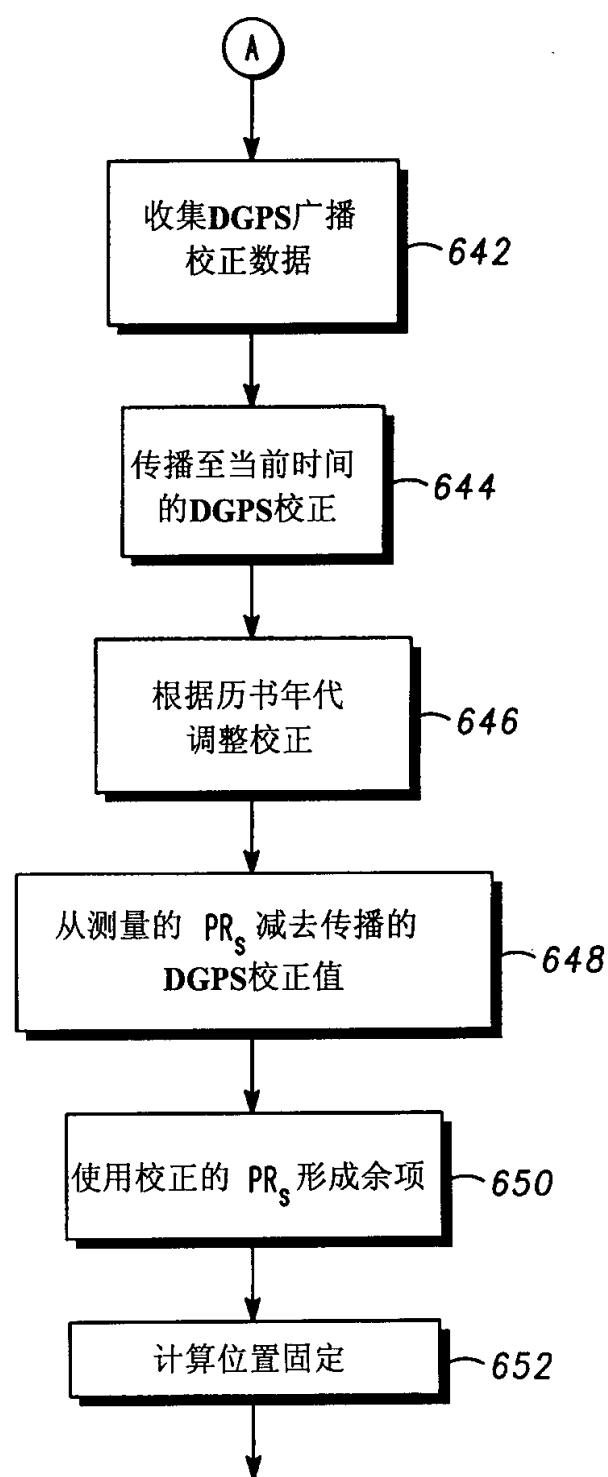


图10B

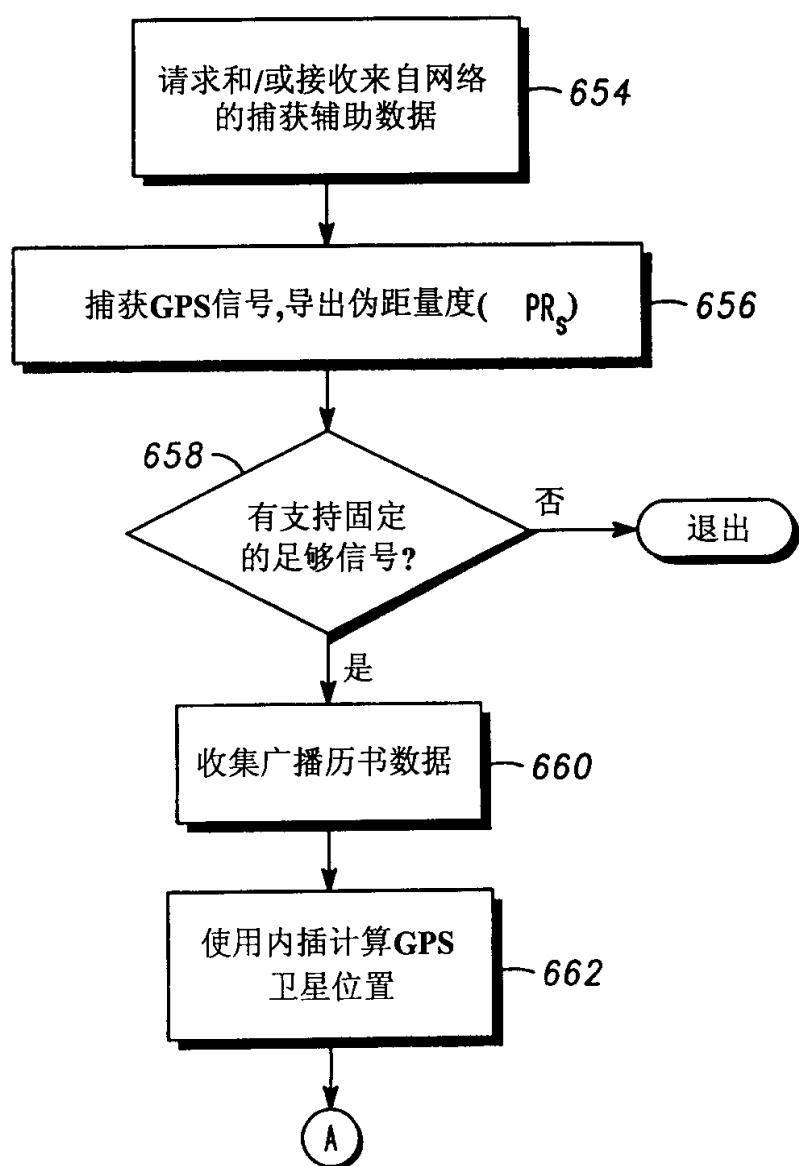


图11A

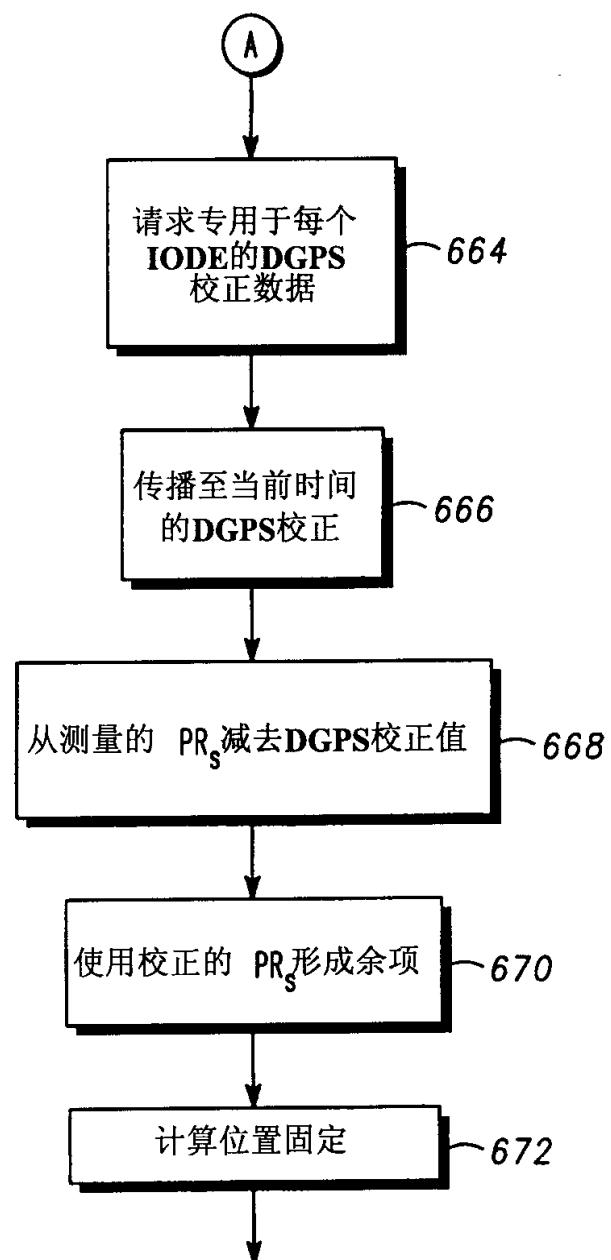


图11B

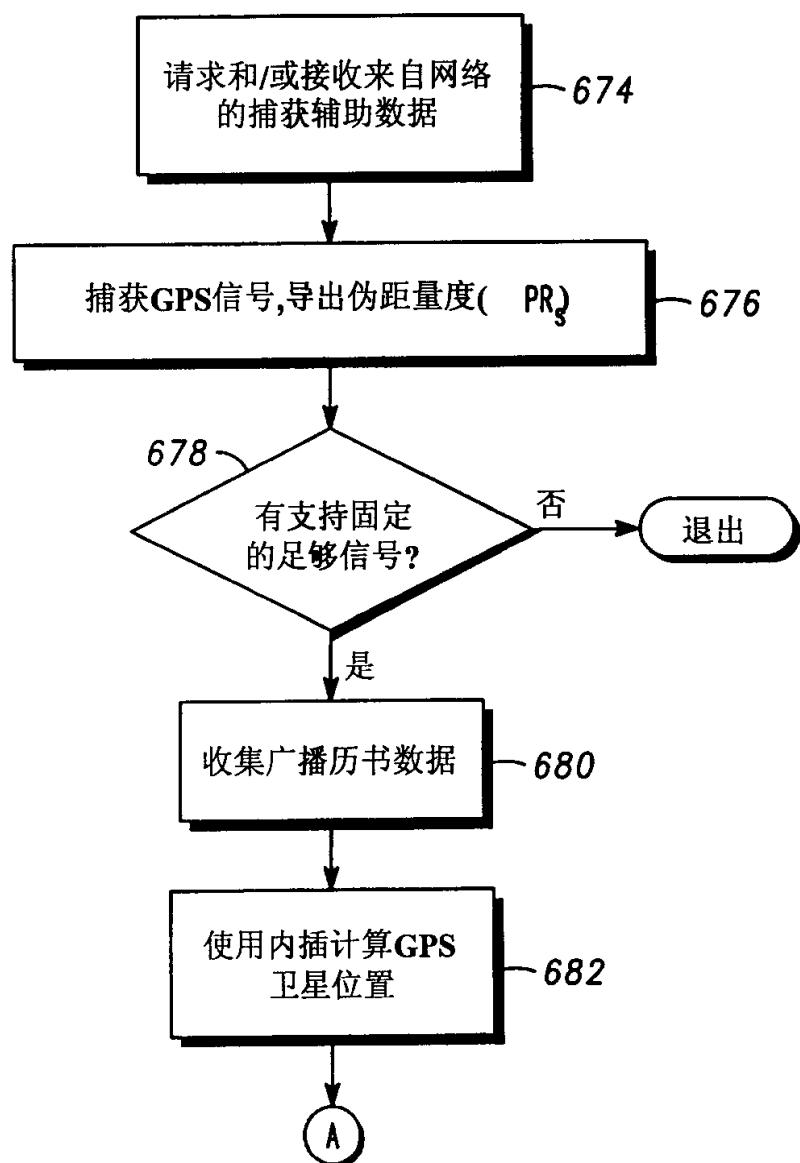


图12A

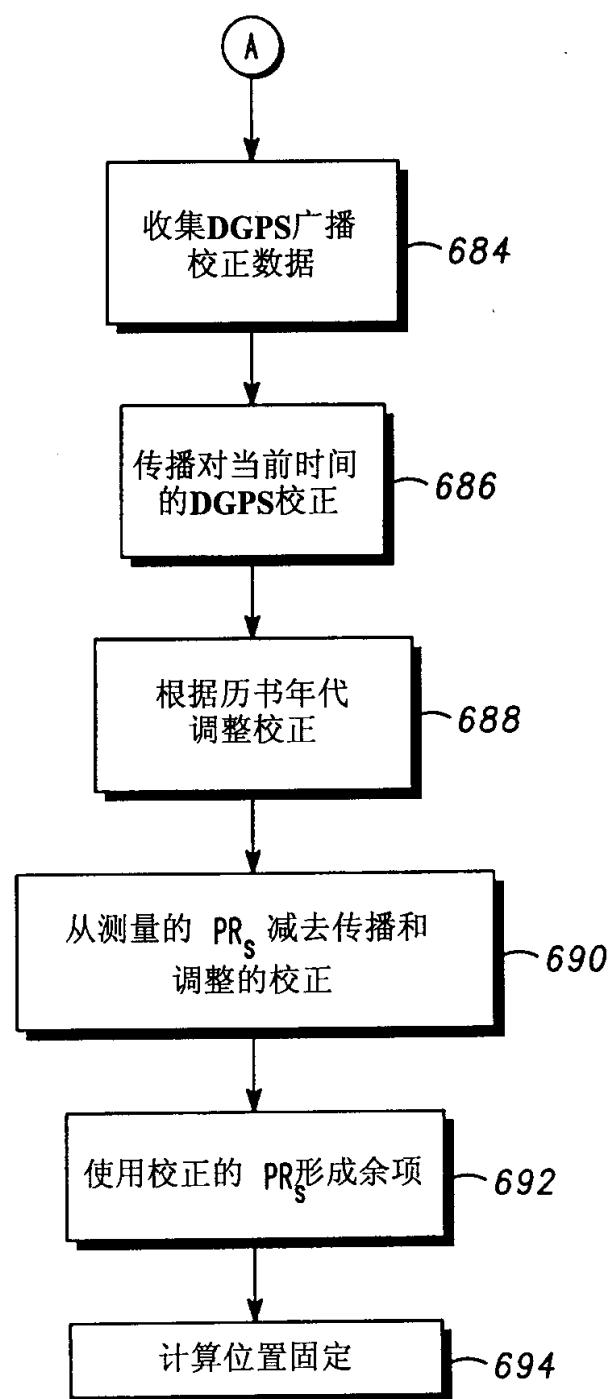


图12B

图 13

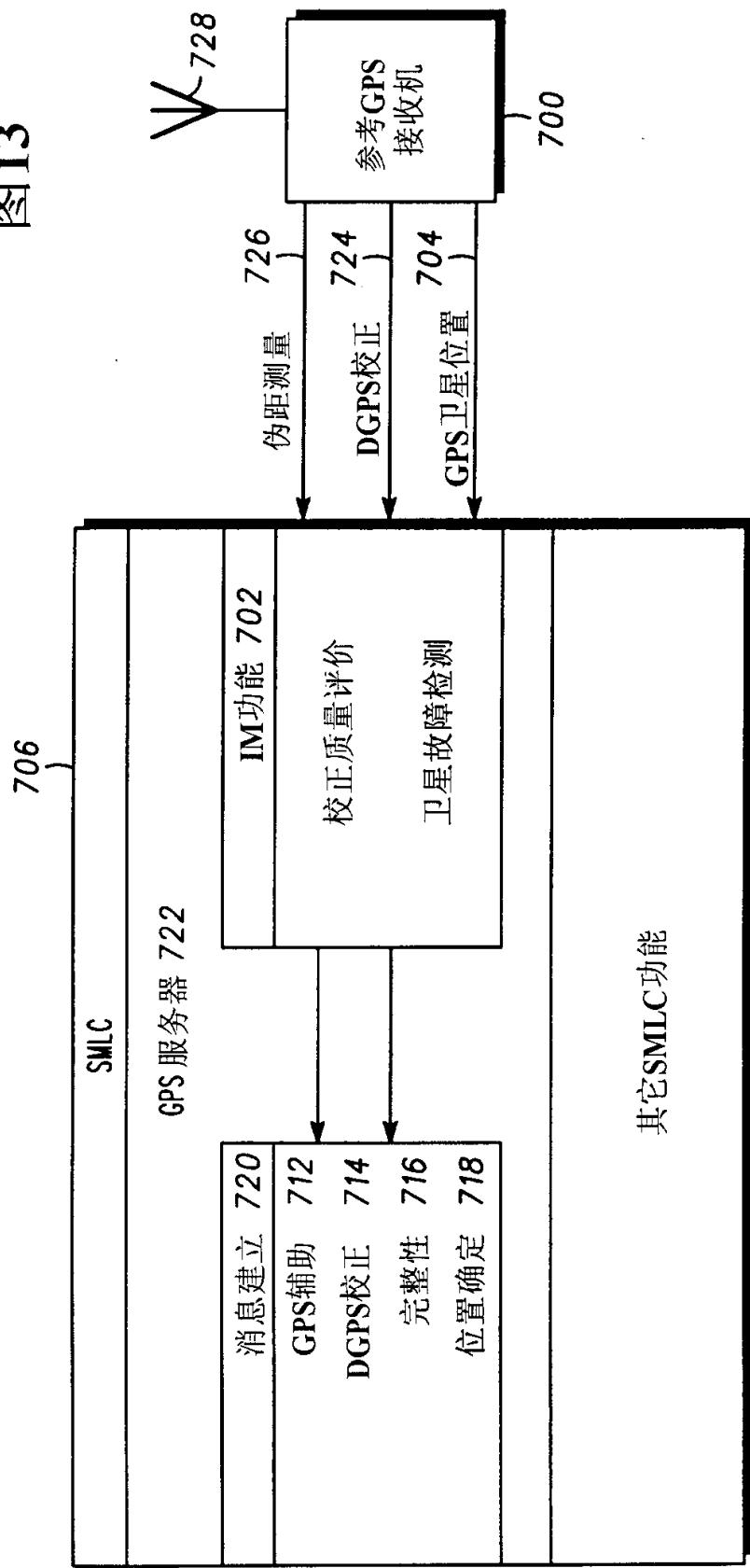


图 1.4

