

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01807674.2

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1327634C

[22] 申请日 2001.3.22 [21] 申请号 01807674.2

[30] 优先权

[32] 2000. 3. 31 [33] US [31] 09/541,888

[86] 国际申请 PCT/US2001/009078 2001. 3. 22

[87] 国际公布 WO2001/076093 英 2001. 10. 11

[85] 进入国家阶段日期 2002. 9. 30

[73] 专利权人 真实定位公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 路易斯·A·斯蒂尔普

罗伯特·J·安德森

约瑟夫·W·希恩

[56] 参考文献

US5487185A 1996. 1. 23

US593669A 1999. 9. 14

CN1041676A 1990. 4. 25

审查员 杨艳丽

[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 顾红霞 朱登河

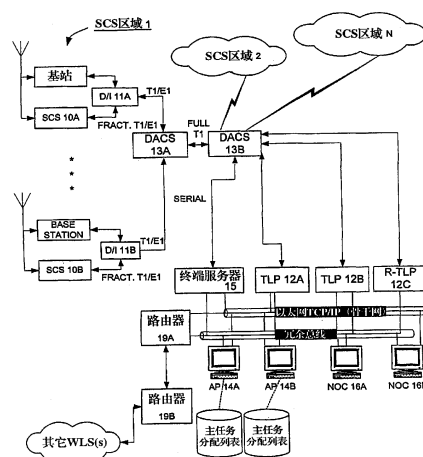
权利要求书 4 页 说明书 96 页 附图 27 页

[54] 发明名称

用于提高紧急呼叫精确性的修改的传输方法

[57] 摘要

一种用于为移动装置提供精确定位的无线定位系统，它包括一个信号采集系统(10)、一个 TDOA 定位处理器(12)、一个应用处理器(14) 和一个网络操作控制台(16)。 为了使得无线定位系统中的干扰最小，位置确定过程使用修改了的传输参数。



1. 一种用在无线定位系统中定位移动无线发射机的方法，其步骤包括：

- a) 无线发射机从基站接收正常的传输参数；
- b) 无线发射机的用户通过拨叫数字序列并按下“发送”或者“确定”在发射机上发起无线呼叫；
- c) 无线发射机内的处理器把拨叫的数字序列和存储在无线发射机内的一个或多个触发事件相比较；
- d) 如果拨叫的数字序列和触发事件不匹配，则无线发射机就在呼叫中使用正常的传输参数；
- e) 如果拨叫的数字序列和触发事件匹配，则无线发射机就使用修改的传输序列，其中，修改的传输序列包括：(i)无线发射机把传输功率在正常参数中设置的功率基础上增加一个预定的数值，最高可达最大功率设置，或者(ii)无线发射机传输附加的信号，包括接入探测、域、注册消息中的一个或多个，从而增强定位系统的将无线发射机定位的能力。

2. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，即使在基站已向无线发射机确认接收到了接入探测，修改的传输序列仍包括无线发射机传输预定数量的额外接入探测。

3. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列包括无线发射机在传输的消息中包含额外附加域，即使在基站的前向信道上广播的正常参数中没有请求这些域。

4. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列包括无线发射机在传输的消息之后跟随一个或多个重复注册消息。

5. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列包括无

线发射机在多个信道中的第一信道上传输的消息后在这些信道中另外的第二信道上跟随一个或多个重复注册消息。

6. 如权利要求 3 中的方法，其特征在于，附加域是认证域。

7. 如权利要求 3 中的方法，其特征在于，附加域是序列号域。

8. 如权利要求 3 中的方法，其特征在于，附加域是移动辅助信道分配报告域。

9. 如权利要求 4 中的方法，其特征在于，一个或多个重复注册消息的长度是基站前向信道上广播的传输参数所确定的正常长度。

10. 如权利要求 4 中的方法，其特征在于，能通过包含附加域把一个或多个重复注册消息修改得更长。

11. 如权利要求 5 中的方法，其特征在于，一个或多个重复注册消息的长度是基站前向信道广播的传输参数所确定的正常长度。

12. 如权利要求 5 中的方法，其特征在于，能通过包含附加域把一个或多个重复注册消息修改得更长。

13. 如权利要求 10 或 12 中的方法，其特征在于，附加域是认证域。

14. 如权利要求 10 或 12 中的方法，其特征在于，附加域是序列号域。

15. 如权利要求 10 或 12 中的方法，其特征在于，附加域是移动辅助信道分配报告域。

16. 如权利要求 10 或 12 中的方法，其特征在于，附加域是容量报告域。

17. 如权利要求 5 中的方法，其特征在于，多个信道中的第二信道被选为无线发射机收听范围内第二基站使用的信道，并且无线发射机能在其上接收该第二基站广播的前向控制信道。

18. 如权利要求 5 中的方法，其特征在于，多个信道中的第二信道被选为无线发射机检测不到任何基站在前向控制信道上的活动的信道。

19. 如权利要求 17 中的方法，其特征在于，第二基站和第一基站相同，或是第一基站的另外一个扇区，或是完全不同的基站。

20. 如权利要求 18 中的方法，其特征在于，无线发射机将传输一个或多个注册消息而不期望无线通信系统的任何确认。

21. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，触发事件在无线发射机中永久地存储。

22. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，触发事件由用户在无线发射机中编程设定。

23. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，触发事件被无线通信系统广播，以便多个无线发射机接收。

24. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列中所要采取的操作能在无线发射机中永久存储。

25. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列中所要采取的操作能由用户在无线发射机中编程设定。

26. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，修改的传输序列中采取的操作能被无线通信系统广播，以便所有无线发射机接收。

27. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，触发事件包括拨叫数字“9-1-1”和/或其变种，或“*9-1-1”、“#9-1-1”，或者国际上和它等价的数字。

28. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，在触发事件发生时，无线发射机不进行加密。

29. 如权利要求 1 中的方法，其特征在于，无线发射机使得作为修改传输序列一部分传输的所有消息不进行加密。

用于提高紧急呼叫精确性的修改的传输方法

技术领域

本发明涉及用于定位无线发射机，诸如那些用在模拟或数字蜂窝系统、个人通信系统（PCS）、增强专用移动广播（ESMR）以及其它类型无线通信系统中的发射机，的方法和装置。该领域也就是通常所说的无线定位，这已经应用于无线 E9-1-1、车队管理、RF 优化以及其它有价值的应用。

发明背景

本发明的早期工作已在 1994 年 7 月 5 日的美国专利 5,327,144“蜂窝电话定位系统”中有所描述，它披露了一种使用到达时间差（time difference of arrival, TDOA）这种新技术来定位移动电话的系统。对 '144 专利中系统的进一步改善在 1997 年 3 月 4 日的美国专利 5,608,410“用于定位突发发射源的系统”中有所描述。这两个专利都由本发明的受让人所有，在这里引用作为参考。发明人继续对早先的发明原理进行大量改进，已开发出进一步提高无线定位系统精确性并大幅度降低系统成本的技术。

最近几年，蜂窝行业增加了无线电话可使用的空中接口协议的数量，增加了无线或者移动电话运行的频段，并扩展了和移动电话相关的术语数量，把“个人通信业务”、“无线”等都包括进来。现在，空中接口协议包括 AMPS、N-AMPS、TDMA、GSM、TACS、ESMR、GPRS、EDGE 等。术语的改变和空中接口数量的增加并没有改变发明人发现和增强的基本原理和发明。但是，为了和当前该行业中采用的术语保持一致，发明人现在称下文中描述的系统为无线定位系统。

发明人已对这里描述的无线定位系统技术进行了大量的试验以验

证该技术的生存能力和价值。例如，在 1995 年和 1996 年的好几个月中在城市 Philadelphia 和 Baltimore 进行了几次试验来验证系统在大城市环境中减轻多径效应的能力。接着，在 1996 年发明人在 Houston 构建了一个系统用来测试这种技术在该区域的有效性以及它和 E9-1-1 系统直接接口的能力。然后，在 1997 年，在 New Jersey 一个 350 平方英里的区域对该系统进行测试，该系统用来定位来自真正处于困境中的人的真实 9-1-1 呼叫。从那时起，系统测试扩展到覆盖 2000 多平方英里的 125 个基站。在所有的这些测试过程中，测试了这里讨论和描述的技术的有效性，并对他们作进一步的开发设计，经过验证该系统已经克服了其它用于定位无线电话方法的那些局限。实际上，在 1998 年 12 月，世界上任何地方都没有安装其它可定位现场 9-1-1 呼叫者的无线定位系统。这里给出的无线定位系统的革新已通过媒体对本系统能力的广泛宣传以及本系统所获的奖励得到了无线行业的承认。例如，1997 年 10 月蜂窝电话协会将有名的 Wireless Apply Award（无线应用奖）授予了本系统，并且本无线定位系统是 Christopher Columbus Fellowship Foundation 和 Discover Magazine 1998 年的 4000 项提名中排前四位的革新之一。

无线通信行业已经认识到无线定位系统的价值和重要性。在 1996 年 6 月联邦通信委员会要求无线通信行业最迟到 2001 年 10 月都要配置定位系统来定位无线 9-1-1 呼叫者。无线 E9-1-1 呼叫者定位可节省响应时间、挽救生命、节省大量费用，因为它减少了紧急响应资源的使用。此外，大量的调查和研究表明各种无线应用，比如位置敏感计费、车队管理等等在将来的几年具有很大的商业价值。

无线通信系统背景技术

有很多不同类型的空中接口协议用于无线通信系统。不管是在美国还是在国际上，这些协议用在不同的频带。频带并不影响无线定位系统定位无线电话方面的效果。

所有的空中接口协议使用两种类型的“信道”。第一种类型包括用于传输关于无线电话和发射机信息的控制信道，用于发起或者终止呼叫，或者用于传输突发数据。例如，有些类型的短消息业务在控制信道上传输数据。在不同的空中接口中，控制信道具有不同的术语，但在每种空中接口中对控制信道的使用是一样的。控制信道一般具有通信传输中关于无线电话或者发射机的识别信息。控制信道还包括不同的数据传输协议，并不仅限于话音——包括通用分组无线业务（GPRS）、GSM 演化的增强数据速率（EDGE）以及增强 GPRS（EGPRS）。

第二种类型包括通常用于通过空中接口传输话音通信的话音信道。只在用控制信道建立呼叫后才使用这些信道。话音信道通常使用无线通信系统中专用的资源，而控制信道使用共享资源。这种不同使得把控制信道用于无线定位系统比使用话音信道具有更高的成本效率，尽管有些应用需要在话音信道上进行常见的定位。话音信道通常不具有通信传输中有关无线电话或者发射机的识别信息。空中接口协议中的这些差别如下所述：

AMPS—这是美国蜂窝通信中最初使用的空中接口协议。在 AMPS 中，分开的专用信道由控制信道（RCC）分配使用。根据 TIA/EIA 标准 IS-553A，每个控制信道块必须从蜂窝信道 333 或者 334 开始，但是该块可具有不同的长度。在美国，根据约定，AMPS 控制块是 21 信道宽，但是有时也使用 26 信道宽的块。反向话音信道（RVC）可占用任何未分配给控制信道的信道。控制信道采用 FSK（频移键控）调制，而话音信道采用 FM 调制（调频）。

N-AMPS—这种空中接口是 AMPS 空中接口协议的扩展，在 EIA/TIA 标准 IS-88 中定义。控制信道和 AMPS 的控制信道基本相同，但是话音信道和 AMPS 的不一样。它的话音信道占用不到 10KHz 的带宽，而 AMPS 占用 30KHz 的带宽，它的话音信道采用 FM 调制。

TDMA—这种接口也叫做 D-AMPS，在 EIA/TIA 标准 IS-136 中定义。这种空中接口标准的特征是既使用频分也使用时分。控制信道称作数字控制信道（DCCH），并在分配给 DCCH 的时隙中以脉冲串传输。和 AMPS 不同，尽管基于块的使用概率通常有一些频率分配比其它分配方法更有吸引力，DCCH 还是可在频段中的任何地方分配。话音信道称作数字业务信道（DTC）。DCCH 和 DTC 可占用相同的频率分配，但在给定频率分配中占用不同的时隙。DCCH 和 DTC 采用相同的调制方法，即 $\pi/4$ DQPSK（差分四相相移键控）。在蜂窝频段中，载波可同时使用 AMPS 和 TDMA 协议，只要为每种协议分配的频率是分开的。载波还可把数字信道聚集在一起以支持更高速率的数据传输协议，比如 GPRS 和 EDGE。

CDMA—这种空中接口由 EIA/TIA 标准 IS-95A 定义。这种空中接口的特征是使用频分和码分。但是，因为相邻的小区基站可使用相同的频率设置，CDMA 还具有很精细的功率控制。功率控制是为了处理对那些本领域一般技术人员熟知的远近效应问题，这个问题使得用于大多数方法的无线定位很难正常运行。控制信道称作接入信道，话音信道称作业务信道。接入和业务信道可共用相同的频带，但是由码来区分开。接入和业务信道使用相同的调制方法，即 OQPSK。通过把码聚集在一起，CDMA 可支持更高速率的数据传输协议。

GSM-这种空中接口由国际标准全球移动移动通信系统定义。和 TDMA 类似，GSM 也使用频分和时分。信道带宽是 200KHz，比 TDMA 使用的 30KHz 要宽，控制信道称作独立专用控制信道（SDCCH），在为 SDCCH 分配的时隙中以脉冲串传输。SDCCH 可分配在频段中的任何地方。话音信道称作业务信道（TCH）。SDCCH 和 TCH 可占用相同的频率分配，但在给定频率分配中占用不同的时隙分配。SDCCH 和 TCH 使用相同的调制方法，即 GMSK。GSM 还支持更高的数据传输协议，比如 GPRS 和 EGPRS。

在本文中，除非特别说明，对空中接口的任何一个的引用都自动指代所有的空中接口。此外，对控制信道或者话音信道的引用是指所有类型的控制信道或语音信道，而不管特定空中接口使用的术语是什么。最后，在世界上还使用其它类型的空中接口，在本文中描述的发明原理中并不排除任何空中接口。实际上，那些本领域的一般技术人员可认识到其它地方使用的其它接口类似于或派生于上述的空中接口。

这里给出的本发明优选实施例和其它用于定位无线电话的技术相比有许多优点。例如，其它有些技术向电话增加 GPS 功能，这需要对电话作很大的改变。这里给出的优选实施例不需要这样的变动。

发明内容

无线定位系统位置估计的精确性部分地依靠无线发射机的功率和从无线发射机的传输时间长度。通常，更高功率的和更长传输距离的传输比之较小功率和较短距离的传输能被无线定位系统更精确地定位。为了使得通信系统中的干扰最小而系统的潜在容量最大，无线通信系统通常限制发射功率和无线发射机的传输距离。

通过使得无线通信系统在提高对特定类型呼叫（比如无线 9-1-1 呼叫）定位精确性的同时最小化发射功率和传输距离，这里给出的发明方法满足系统的两个相互冲突的要求。该方法包括下面的步骤：无线发射机从基站接收正常的传输参数；无线发射机的用户通过拨出一系列的数字并按下“发送（SEND）”或者“确定（YES）”在无线发射机上发起呼叫；无线发射机内的处理器把拨出的数字序列和一个或多个储存在无线发射机中的触发事件比较；如果拨出的数字序列和触发事件不匹配，无线发射机就在呼叫中使用正常的传输参数；如果拨出的数字序列和触发事件匹配，无线发射机就在呼叫中使用修改的传输序列。

本发明的其它特征和优点将在下面给出。

附图简述

图 1 和图 1A 示意了本发明的无线定位系统。

图 2 示意了本发明的信号采集系统 (SCS) 10。

图 2A 示意了信号采集系统使用的接收机模块 10-2。

图 2B 和图 2C 示意了连接接收机模块 10-2 到天线 10-1 的可选方法。

图 2C-1 是无线定位系统在使用窄带接收机模块时使用的处理流程图。

图 2D 示意了本发明信号采集系统中使用的 DSP 模块 10-3。

图 2E 是 DSP 模块 10-3 操作的流程图, 图 2E-1 是 DSP 检测激活的信道使用的处理流程图。

图 2F 示意了本发明的控制和通信模块 10-5。

图 2G-2J 描述了当前优选 SCS 标准的一些特征。图 2G 示意了根据本发明用来解释外部校准 (calibration) 方法的基线和错误值。图 2H 是内部校准方法的流程图。图 2I 是 AMPS 控制信道的传输功能的示例。图 2J 描述了梳状信号的示例。

图 2K 和 2L 是本发明用于监控无线定位系统性能的两种方法的流程图。

图 3 示意了本发明的 TDOA 定位处理器 12。

图 3A 描述了本发明的由 TLP 控制器维护的示例网络图的结构。

图 4 和 4A 示意了本发明的应用处理器 14 的不同方面。

图 5 是本发明的基于中心基站的定位处理方法的流程图。

图 6 是本发明的基于基站的定位处理方法的流程图。

图 7 是用于为每种需要定位的传输判断是使用基于中心基站的处理方法还是使用基于基站处理的方法的流程图。

图 8 是用来选择用在定位处理中的协作天线和 SCS 10 的动态处理的流程图。

图 9 是用来解释使用预定判断标准集来选择 SCS 和天线候选列表的方法的图。

图 10A 和 10B 是用于增加发射信号带宽以提高定位精确性的可选方法的流程图。

图 11A-11C 是信号流图，图 11D 是流程图，他们用来解释用于结合多个在统计学意义上独立的位置估计来提供更精确的估计的一种发明方法。

图 12A 和 12B 分别是用来解释带宽合成方法的框图和图。

优选实施例

无线定位系统的运行被动地叠加在无线通信系统（比如蜂窝、PCS 或者 ESMR 系统。）上，尽管原理并不仅仅局限于这些类型的通信系统。无线通信系统通常不适合定位无线设备，因为无线发射机的设计和基站并不具备获得精确位置所必需的功能。在这种应用中精确位置的精确度为 100 到 400 英尺 RMS（均方根）。这和现有基站具有的局限在基站半径内的位置精确性不同。通常，设计和规划基站时并没有考虑在他们之间协作来确定无线发射机的位置。此外，把诸如蜂窝和 PCS 电话之类的无线发射机设计成成本较低，因此通常不具备内置的定位能力。将无线定位系统附加到无线通信系统中的成本不高，对基站的改变很小，对标准的无线发射机根本不作什么改变。由于不包含发射机，所以无线定位系统是被动的，它不会对无线通信系统产生任何干扰。无线定位系统仅在基站和其它接收位置使用它自己的专用接收机。

无线通信系统（Wireless Location System）概述

如图 1 所示，无线定位系统有四种主要子系统：信号采集系统（SCS）10、TDOA 定位处理器（TLP）12、应用处理器（AP）14 和网络操作控制台（NOC）16。每个 SCS 负责接收无线发射机在控制信道和话音信道上传输的 RF 信号。通常，每个 SCS 都适于安装在无线载波的小区站点（cell site）上，因此和基站并行运行。每个 TLP 12

负责管理 SCS 10 的网络，提供一个可用在定位计算中的数字信号处理（DSP）资源集中池。SCS 10 和 TLP 12 一起运行以确定无线发射机的位置，我们将在下面详细讨论这方面的内容。数字信号处理是处理无线信号优选的方法，因为 DSP 相对花费较低，提供稳定的性能，并易于再编程来处理多种不同的任务。SCS 10 和 TLP 12 都包含大量的 DSP 资源，这些系统中的软件可动态地运行从而根据处理时间、通信时间、排队时间和花费的折衷确定在哪里执行特定地处理功能。每个 TLP 12 都位于中心主要是为了减少执行无线定位系统的整个成本，尽管这里讨论的技术并不局限于这里披露的优选结构。亦即 DSP 资源可在无线定位系统中重新安排而不改变其基本原理和功能。

AP 14 负责管理无线定位系统中的所有资源，包括所有的 SCS 10 和 TLP12。每个 AP 14 还包含专门的含有用于无线定位系统的“触发器”的数据库。为了节约资源，可对无线定位系统编程使它只定位特定的预定类型的发射。当出现预定类型的发射时，就触发无线定位系统开始定位处理。否则，可对无线定位系统编程使它忽略这种发射。每个 AP 14 还包含应用接口，这允许一些种类的应用可靠地访问无线定位系统。例如，这些应用可实时或非实时地访问位置记录，创建或者删除特定类型的触发器，或者使无线定位系统采取其它措施。每个 AP 14 还具备特定的允许 AP 14 把许多位置记录组合在一起来生成对诸如业务监控或者 RF 优化之类的应用有用的扩展的报告或者分析的后处理功能。

NOC 16 是一种网络管理系统，它使无线定位系统的操作人员易于访问无线定位系统的编程参数。例如，在一些城市，无线定位系统可能包含成千上万个 SCS 10。NOC 是管理大型无线定位系统的最有效方式，它使用图形化的用户界面能力。如果无线定位系统中的特定的功能没有正常运行，NOC 还接收实时的报警。操作人员可根据这些实时报警迅速采取正确的措施，避免定位业务的降级。无线定位系统的试验结果表明该系统维护精确位置的能力和操作人员保持系统在预

定参数中运行的能力直接相关。

美国专利 5,327,144 和 5,608,410 以及本文的读者可注意到这些系统间的相似之处。实际上，这里披露的系统主要基于前面那些专利中描述的系统，同时也是对它们的重大改进。例如，SCS 10 就是 5,608,410 中描述的天线定位系统的扩展和增强。现在 SCS 10 在单个小区站点上可以支持更多的天线，并且还可支持使用下面描述的扩展天线。这使得 SCS 10 可操作现在常用的扇形小区站点。SCS 10 也可从一个小区站点的多个天线向 TLP 12 传输数据而不总是在传输前组合来自多个天线的的数据。此外，SCS 10 还可支持多种空中接口协议，从而即使无线载波不断地改变系统的配置 SCS 10 也可继续行使功能。

TLP 12 和 5,608,410 中披露的中心站点系统（Central Site System）类似，但也被扩展和增强。例如，TLP 12 已被变成可扩展的，从而每个 TLP 12 所需的 DSP 资源的数量可进行适当扩展以满足无线定位系统客户所需的每秒的位置数。为了支持扩展不同无线定位系统容量，向 TLP 12 增加了一个网络配置（networking scheme）从而多个 TLP 12 可跨无线通信系统网络边界相互协作共享 RF 数据。此外，还向 TLP 12 提供了一些用来确定 SCS 10 的控制装置，更重要的是每个 SCS 10 上的天线，TLP 12 为了处理特定的位置从这些天线那里接收数据。以前，天线站点系统（Antenna Site System）自动向中心站点系统转发数据，不管中心站点系统是否请求。此外，SCS 10 和 TLP 12 组合在一起具有从接收到的传输中去除多径效应的其它装置。

将中心站点系统的数据库子系统已被扩展并发展成 AP 14。AP 14 可支持比以前在 5,608,410 中披露的更多种类的应用，包括对来自多个无线发射机的大量位置记录进行后处理的能力。例如，这些经后处理的数据可通过无线载波产生非常有效的图，从而提高和优化通信系统的 RF 设计。这可通过例如绘制某区域中所有呼叫者的位置以及在一些基站上接收到的信号强度来获得。然后载波就可确定每个基站是

否真正覆盖载波所需要的实际覆盖区域。AP 14 也可异步存储位置记录，亦即从位置记录中去掉 MIN 和/或其它识别信息，从而位置记录可用于 RF 优化或者业务监控而不影响个人用户的隐私。

如图 1A 所示，当前无线定位系统的一种优选实现包括许多 SCS 区，每个 SCS 区都包括多个 SCS 10。例如，“SCS 区 1”包括 SCS 10A 和 10B（最好还有其它的，图中未显示），他们位于每个小区站点并和那些小区站点的基站共享天线。丢弃（drop）和插入单元 11A 和 11B 用来把分散的 T1/E1 线组合成完整 T1/E1 线，完整 T1/E1 线又连到数字访问和控制系统（DACS）13A。DACS 13A 和另外一个 DACS 13B 以下面详细描述的方式用于 SCS 10A、10B 等之间以及多个 TLP 12A、12B 等之间的通信。如图所示，通常通过以太网（骨干网）和第二个冗余以太网来配置和连接 TLP。多个 AP 14A 和 14B、多个 NOC 16A 和 16B，以及终端服务器 15 也连接到以太网。路由器 19A 和 19B 用来把一个无线定位系统和其它一个或多个无线定位系统连接起来。

信号采集系统 10

通常，小区站点具有下面之一的天线配置：（i）用一个或两个接收天线的全向站点，或者（ii）使用 1、2 或 3 个扇区每个扇区有 1 个或者 2 个接收天线的扇形站点。随着美国以及世界小区站点数量的增加，扇形的小区站点已成为占主导地位的配置。但是，微小区和微微小区的数量也在增长，它们可以是全方向的。因此，将 SCS 10 设计成对这些类型的基站都是可配置的，并提供了在小区站点上使用任意数量天线的机制。

SCS 10 的基本体系结构元素仍和 5,608,410 中描述的天线站点系统一样，但作了几处改进，提高了 SCS 10 的灵活性，减少了系统商业部署的成本。这里将介绍目前的优选实施例。SCS 10 的概观如图 2 所示，它包括数字接收机模块 10-2A 到 10-2C；DSP 模块 10-3A 到 10-3C；一个串行总线 10-4，一个控制和通信模块 10-5；一个 GPS 模

块 10-6；以及一个时钟分发模块 10-7。SCS 10 具有下面的外部连接：功率、分散的 T1/E1 通信、与天线的 RF 连接以及用于定时生成（或时钟分发）模块 10-7 的 GPS 天线连接。SCS 10 的体系结构和包装允许它和小区站点（这是最常用的安装位置）物理地布置在一起，位于其它类型的发射塔中（比如 FM、AM、双向紧急通信、电视等等），也可位于其它建筑结构上（比如屋顶、竖井等等）。

定时生成

无线定位系统依靠网络中所有 SCS 10 上的精确定时。在以前的描述中已经提到过几种不同的定时生成系统，但是最近的优选实施例是基于增强 GPS 接收器 10-6。增强的 GPS 接收器和大多数传统的 GPS 接收器不同，因为接收器包含去除一些 GPS 信号定时不稳定性的算法，并保证网络中包含的任何两个 SCS 10 之间都可接收大约 10 纳秒秒的定时脉冲。这些增强的 GPS 接收器现在已投入商用，它进一步减少了以前的无线定位系统实现中发现的和时间参考相关的错误。尽管该增强 GPS 接收器可生成很精确的时间参考，接收器的输出仍可能有不可接受的相位噪声。因此，接收器的输出被输入到低相位噪声晶体振荡驱动相位锁定环路，它可产生 10MHz 和每秒一个脉冲（PPS）的参考信号，而相位噪声少于 0.01 度 RMS，并且在另一 SCS 10 上的任何其它脉冲的 10 纳秒内、该脉冲在无线定位系统网络中任何 SCS 10 上输出。增强 GPS 接收器、晶体振荡器以及锁相环路的组合是现在最常用的生成低相位噪声的稳定的时间和频率参考信号的方法。

把 SCS 10 设计成设备放在同一基站支持多个频段多种载波。实现方式可以是一个 SCS 机架的内部使用多个接收机，或者使用多个底盘，每个底盘都有单独的接收机。如果多个 SCS 底盘放在同一小区站点上，这些 SCS 10 可共享一个定时生成/时钟分发电路 10-7，从而降低整个系统的成本。来自定时生成电路的 10MHz 和一 PPS 的输出信号在内部放大并缓存到 SCS 10，然后通过外部连接器使用。因此第二个 SCS 可使用该缓冲的输出和外部连接器从第一个 SCS 接收它的定

时。这些信号也可由在该小区站点分配的基站设备使用。这可能对基站有用，例如对提高无线通信系统的频率重用模式有用。

接收机模块 10-2（宽带实施例）

当一个无线发射机进行发射时，无线定位系统必须在位于多个地理分散的小区站点上的多个 SCS 10 上接收到发射信号。因此，每个 SCS 10 都可接收在任何可发起传输的 RF 信道上进行的传输。此外，因为 SCS 10 可支持多种空中接口协议，SCS 10 还可支持多种类型的 RF 信道。这和当前大多数基站接收机不同，他们通常只接收一种类型的信道，通常在每个小区站点上只能在选定的 RF 信道上接收。例如，典型的 TDMA 基站接收机只支持 30KHz 宽的信道，且每个接收机被设计成只在一个频率不常改变（即具有相对固定的频率方案）的信道上接收信号。因此，很少有 TDMA 基站接收机可在任何给定的频率接收传输。另外一个例子，即使有些 GSM 基站接收机能跳频，多个基站上的接收机通常也不能为了执行定位处理的目的同时转到同一频率。事实上，GSM 基站上的接收机的跳频被程序控制以避免使用由其它发射机使用的 RF 信道从而使得干扰最小。

SCS 接收机模块 10-2 优选是一个可接收空中接口的整个频段和所有 RF 信道的双宽带数字接收机。对于美国的蜂窝系统，这个接收机模块要么是 15MHz 宽要么是 25MHz 宽，从而可接收某一个载波的所有信道或者两种载波的所有信道。这个接收机具有很多前面专利 5,608,410 中披露的接收机的特征，而图 2A 是当前优选实施例的框图。每个接收机模块包括一个 RF 调谐器部分 10-2-1，一个数据接口和控制部分 10-2-2 以及一个模数转换部分 10-2-3。RF 调谐器部分 10-2-1 包括两个完全独立的数字接收机（包括调谐器 #1 和调谐器 #2），它们把来自外部连接器的模拟 RF 输入转换成数字数据流。和大多数基站接收机不同，SCS 接收机模块不执行分集组合或者交换。相反，定位处理可使用来自每个独立接收机的数字信号。发明人确信由定位处理，尤其是多径效应缓和和处理，来独立处理来自每个天线的信号，而

不是在接收机模块上执行组合是有利的。接收机模块 10-2 执行下面的功能或者连接到执行下面的功能的元素，这些功能是：自动增益控制（既支持近的信号也支持远的弱信号），消除来自感兴趣的 RF 带宽之外的可能干扰信号的带通滤波，与 RF 信号混合以创建可采样 IF 信号所需的频率合成，混频，以及用于采样 RF 信号并输出具有适当带宽和位分辨率的数字数据流的模数转换（ADC）。频率合成把合成的频率锁定到来自定时分发/定时生成模块 10-7（图 2）的 10MHz 参考信号。用在接收机模块中的所有电路维持定时参考信号的低相位噪声特征。接收机模块优选至少有 80dB 的一个虚设自由动态范围。

接收机模块 10-2 还包括生成测试频率和校准信号的电路，以及在安装或故障排除期间由技术人员进行测量的测试端口。下面详细介绍了不同的校准过程。内部生成的测试频率和测试端口为工程师和技术人员提供了快速测试接收机模块和诊断任何可疑问题的简单方法。这在制造过程也很有用。

这里描述的无线定位系统的一个优点是在小区站点上不需要新天线。无线定位系统能使用安装在大多数小区站点上的现有天线，包括全向和扇区天线。相对于现有技术中描述的其它方法，这个特征节约了大量的无线定位系统安装和维护费用。SCS 数字接收机 10-2 可采用两种方法连接到现有天线，分别如图 2B 和 2C 所示。在图 2B 中，SCS 接收机 10-2 连接到现有小区站点多路耦合器或者 RF 分裂器上。在这种方式中，SCS 10 使用小区站点现有的低噪声预放大器、带通滤波器以及多路耦合器或者 RF 分裂器。这种类型的连接通常把 SCS 10 限制成支持单一载波的带宽。例如，A 侧的蜂窝载波通常使用带通滤波器来阻塞来自 B 侧客户载波的信号，反之亦然。

在图 2C 中，小区站点上的现有 RF 路径被中断，增加了新的预放大器、带通滤波器和 RF 分裂器作为无线定位系统的一部分。新的带通滤波器允许多个相邻的频带通过，比如 A 侧和 B 侧的蜂窝载波，

从而使得无线定位系统能定位使用两个蜂窝系统但使用一个小区站点的天线的无线发射机。在这种配置中，无线定位系统使用每个小区站点上的匹配的 RF 组件，从而相频响应（phase versus frequency response）是一样的。这和现有的 RF 组件不同，不同小区站点上现有的组件可能来自不同制造商或者使用不同的型号。匹配 RF 组件的响应特征减少了定位处理可能的错误来源，尽管无线定位系统可以补偿这些错误来源。最后，无线定位系统上安装的新的预放大器具有很低的噪声，这增加了小区站点上 SCS 10 的灵敏度。SCS 数字接收机 10-2 的整个噪声以低噪声放大器的噪声为主。因为无线定位系统在定位处理中可使用弱信号，而基站通常不能处理弱信号，所以无线定位系统可从高质量低噪声放大器中显著地受益。

为了提高无线定位系统精确确定无线传输的 TDOA 的能力，小区站点的 RF 组件的相频响应在安装时确定，并在其它特定时间更新，然后存储在无线定位系统中的一个表中。这很重要，因为，例如，有些制造商制造的带通滤波器和/或多路耦合器在带通边界具有很陡的非线性的相频响应。如果带通的边界和反向控制或者语音信道很近或者一样，如果无线定位系统不用存储的特征修正测量的话，那么无线定位系统就会对传输的信号相位特征作出错误的测量。如果载波安装了不只一个制造商的多路耦合器和/或带通滤波器，这将变得更加重要，因为每个站点的特征可能不同。除了测量相频响应之外，其它的环境因素可在 ADC 前改变 RF 路径。需要在 SCS 10 中不定期地有时候是定期地校准这些因素。

接收机模块 10-2 的可选窄带实施例

除宽带接收机模块之外，或作为其替换，SCS 10 还支持接收机模块 10-2 的窄带实施例。与通过无线通信系统同时接收使用的所有 RF 信道宽带接收机模块相反，窄带接收机一次只能接收一个或者几个 RF 信道。例如，SCS 10 支持用在 AMPS/TDMA 系统中的覆盖两个相邻的 30KHz 信道的 60KHz 窄带接收机。这个接收机仍是宽带模块中描

述的数字接收机，但是频率合成和混合电路用来根据命令动态调整接收机模块以适应各种 RF 信道。这种动态调节通常发生在百万分之一秒或者更短时间内，而且接收机可以在一个特定的 RF 信道上驻留足够长的时间来为定位处理接收和数字化 RF 数据。

窄带接收机的目标是减少由于宽带接收机带来的无线定位系统的实现代价。当然，这有一些性能损失，但是多个接收机的能力可允许无线载波具有更多的成本/性能选择。添加到无线定位系统的附加发明功能和改善能支持这种新类型的窄带接收机。当使用宽带接收机时，在所有 SCS 10 上连续收到所有的 RF 信道，在传输之后，无线定位系统可使用 DSP 10-3（图 2）来从数字存储器中动态选择任何 RF 信道。使用窄带接收机，无线定位系统必须保证一个前提（*priori*），即同时把多个小区站点上的窄带接收机调整到相同的 RF 信道，从而所有的接收机可同时接收、数字化以及存储相同的无线传输。基于这个原因，窄带接收机通常只用于定位语音信道的传输，这可称为传输的前提。因为控制信道传输可在任何时间异步发生，所以窄带接收机可能不能调整到正确的接收传输的信道。

当使用窄带接收机来定位 AMPS 语音信道的传输时，无线定位系统可暂时改变 AMPS 无线发射机的调制特征来帮助定位处理。这可能是必需的，因为除了称作 SAT 的低电平监控语音之外 AMPS 语音信道只是 FM 调制。正如本领域公知的，AMPS FM 调制的 Gramer-Rao 更低界限比用于 AMPS 反向信道和话音信道上的“空白和突发（blank and burst）”传输的曼彻斯特编码 FSK 调制差很多。此外，如果没有调制输入信号（即没有人说话），AMPS 无线发射机可大大降低发射的能量。为了通过提高调制特征而不依赖输入调制信号的存在和振幅来改善位置估计，无线定位系统可使得 AMPS 无线发射机在多个 SCS 10 上的窄带接收机调整要发送“空白和突发”消息的 RF 信道时及时发射一条“空白和突发”消息。这将在后面详细介绍。

当使用窄带接收机模块时无线定位系统执行下面的步骤（参见图 2C-1 的流程图）：

第一无线发射机是一个前提，负责特定 RF 信道上的传输；

无线定位系统触发器对第一无线发射机的位置作出估计（触发发生在内部也可通过一个命令/响应接口发生在外部）；

无线定位系统确定第一无线发射机当前使用的小区站点、扇区、RF 信道、时隙、长码掩码以及加密密钥（所有的信息元素不一定对所有的空中接口协议都需要）；

无线定位系统将恰当的第一个 SCS 10 上的恰当的第一窄带接收机调整到指定小区站点和扇区上的 RF 信道和时隙，其中恰当通常意味着可用并被分配或者最接近；

第一 SCS 10 从第一个窄带接收机接收 RF 数据的一个时间段，通常从几微秒到几十微秒，并评估传输功率、SNR 以及调制特征；

如果传输功率或者 SNR 低于预定的门限值，则无线定位系统等待预定长度的时间，然后返回到上面的第三步（在那里无线定位系统确定小区站点、扇区等等）；

如果传输是一个 AMPS 话音信道传输并且调制低于门限，则无线定位系统命令无线通信系统向第一无线发射机发送一个命令使得第一个无线发射机上产生一个“空白和突发”；

无线定位系统请求无线通信系统避免无线发射机在某个预定长度时间中切换到其它 RF 信道；

无线定位系统从无线通信系统接收一个指明时间周期的响应，该时间周期是避免第一无线发射机切换的时间周期，并且如果接到命令，是无线通信系统将向第一无线发射机发送命令以产生“空白和突发”的时间周期；

无线定位系统确定用在定位处理中的天线列表（天线选择过程在下面描述）；

无线定位系统确定最早的无线定位系统时间戳，在该时间戳连到选定天线的窄带接收机可同时开始从第一无线发射机当前使用的 RF 信道采集 RF 数据；

根据来自无线通信系统响应中的最早的无线定位系统时间戳和时间段，无线定位系统命令连接到将用在定位处理中天线的窄带接收机调节第一无线发射机当前使用的小区站点、扇区和 RF 信道，并在预定驻留时间内接收 RF 数据（根据信号的带宽、SNR 和综合需求）；

窄带接收机把接收到的 RF 数据写到双端口存储器；

开始对接收到 RF 数据的定位处理，这在专利 5,327,144 和 5,608,410 以及下面的部分描述；

无线定位系统再次确定第一无线发射机使用的小区站点、扇区、RF 信道、时隙、长码掩码以及加密密钥；

如果第一无线发射机当前使用的小区站点、扇区、RF 信道、时隙、长码掩码以及加密密钥在查询之间（即在收集 RF 数据之前和之后）改变，则无线定位系统停止定位处理，因无线发射机在接收 RF 数据期间改变了传输状态而引起一个定位处理失败报警消息，并重新触发整个过程；

对接收到的数据的定位处理根据下面描述的步骤结束。

通常由无线定位系统通过无线定位系统和无线通信系统之间的命令/响应接口确定包括小区站点、扇区、RF 信道、时隙、长码掩码以及加密密钥在内的信息元素。

采用上面描述的这种方式使用接收机被称作随机调节，因为可根据系统的命令把接收机指引到任何 RF 信道。随机调节的一个优点是只为无线定位系统触发的那些无线发射机处理定位。随机调节的一个缺点是不同的同步因素，包括无线通信系统和无线定位系统之间的接口、在整个系统内调度所需接收机的时延，将限制整个定位处理的吞吐量。例如，在 TDMA 系统中，整个无线定位系统使用的随机调节通常将定位处理的吞吐量限制在大约每小区站点扇区每秒 2.5 个位置。

因此，窄带接收机也可支持另外一种模式，即自动顺序调节，它可以更高的吞吐量执行定位处理。例如，在 TDMA 系统中，使用和上

面描述的窄带接收机操作的驻留时间、建立时间相同的假设，顺序调节的吞吐量大约可达每小区站点扇区每秒 41 个位置，这就意味着在大约 9 秒钟内就可处理所有 395 个 TDMA RF 信道。可通过利用两个相邻的可被同时接收的 RF 信道、在 RF 信道中定位处理所有的三个 TDMA 时隙以及消除无线通信系统的同步需要来获得该增加的速度。当无线定位系统将窄带接收机用于顺序调节，无线定位系统不知道无线发射机的身份，因为无线定位系统不等待触发器，也不在接收到该传输前向无线通信系统查询身份信息。在这种方法中，无线定位系统顺序通过每个小区站点、RF 信道和时隙，执行定位处理，并报告一条识别时间戳、小区站点、RF 信道、时隙和位置的位置记录。在位置记录报告之后，无线定位系统和无线通信系统匹配位置记录和无线通信系统的数据，指示此时使用的是哪一个无线发射机，每个无线发射机使用的是哪一个小区站点、RF 信道和时隙。然后，无线定位系统保留感兴趣的无线发射机的位置记录，丢弃其它无线发射机的位置记录。

数字信号处理器模块 10-3

SCS 数字接收机模块 10-2 输出具有指定带宽和位分辨率的数字化 RF 数据流。例如，宽带接收机的 15MHz 实施例可输出包含每秒采样六千万次每次采样 14 位的数据流。这个 RF 数据流将包含无线通信系统使用的所有的 RF 信道。DSP 模块 10-3 接收所述数字化的数据流，通过数字混合和过滤提取任意单个 RF 信道。DSP 还能根据无线定位系统的命令降低位分辨率，这需要减少 SCS 10 和 TLP 12 间的带宽需求。无线定位系统可根据每个位置处理的需求来动态地选择转发数字化基带 RF 数据的位分辨率。DSP 被用于这些功能以减少混合和过滤模拟成分中发生的系统错误。DSP 的使用在任何两个 SCS 10 间处理中的精确匹配。

DSP 模块 10-3 的框图如图 2D 所示，DSP 模块的操作如图 2E 的流程图所示。如图 2D 所示，DSP 模块 10-3 包括下面的元素：一对 DSP

元件 10-3-1A 和 10-3-1B, 统称为“第一” DSP; 串行到并行转换器 10-3-2; 双端口存储元件 10-3-3; 第二 DSP 10-3-4; 并行到串行转换器; FIFO 缓冲器; 用于检测的 DSP 10-3-5 (包括 RAM), 用于解调的另外一个 DSP 10-3-6 和用于归一化 (normalization) 和控制的 DSP 10-3-7; 以及地址生成器 10-3-8。在目前优选的实施例中, DSP 模块 10-3 接收宽带数字化数据流 (图 2E, 步骤 S1), 并使用第一 DSP (10-3-1A 和 10-3-1B) 来提取信道块 (步骤 S2)。例如, 被编程作为数字丢弃接收机运行的第一 DSP 可提取信道的四个块, 其中每个块至少包括 1.25MHz 的带宽。这个带宽可包括 AMPS 或者 TDMA 的 42 个信道, GSM 的 6 个信道或者 CDMA 的 1 个信道。DSP 不需要这些块相邻, 因为 DSP 可独立地数字化地调节到宽带数字化数据流带宽中的任何 RF 信道集合上。DSP 也可在块中的所有信道或者任一信道上执行宽带或者窄带能量检测, 并通过信道向 TLP12 报告功率级别 (步骤 S3)。例如, 每隔 10ms, DSP 可为所有接收机的所有信道执行宽带能量检测并创建一个 RF 频谱图 (参见步骤 S9)。因为可能每隔 10ms 通过连接 SCS 10 和 TLP 12 的通信链路把这个频谱图从 SCS 10 发送到 TLP 12, 所以可能存在大量的数据开销。因此, DSP 通过把数据压缩到有限的数量级别来降低数据开销。例如, 84dB 的动态范围通常需要 14 位。在 DSP 执行的压缩处理中, 通过选择发送到 TLP 12 的 16 个重要 RF 频谱级把数据减少到例如只有 4 位。级别数量的选择以及位数的选择, 以及级别的表示, 可自动由无线定位系统调整。执行这些调整来最大化发送到 TLP 12 RF 频谱消息的信息价值, 并优化 SCS 10 和 TIP 12 间通信链路可用带宽的使用。

在转化后, RF 信道的每个块 (每个至少 1.25MHz) 通过串行到并行转换器 10-3-2 传递, 然后存在双端口数字存储器 10-3-3 中 (步骤 S4)。数字存储器是一个循环存储器, 意味着 DSP 模块开始向第一个存储器地址写数据, 然后按顺序继续直到到达最后一个存储器地址。当到达最后一个存储器地址时, DSP 返回到第一个存储器地址, 继续按顺序向存储器写数据。每个 DSP 模块包含的存储器通常足够为每个

RF 信道块存储几秒的数据以支持定位处理中的时延和排队时间。

在 DSP 模块中，数字化和转化的 RF 数据写入的存储器地址就是整个无线定位系统中使用的时间戳以及定位处理确定 TDOA 过程中的参考。为了保证在无线定位系统中每个 SCS 10 的时间戳一致，地址生成器 10-3-8 从定时生成/时钟分发模块 10-7（图 2）接收每秒一次的脉冲信号。周期性地，无线定位系统所有 SCS 10 上的地址生成器同时重置它们自己到一个已知的地址。这使得定位处理减少或者消除每个数字化数据元件时间戳记录中的累积定时错误。

地址生成器 10-3-8 控制向双端口数字存储器 10-3-3 写入数据和从双端口数字存储器 10-3-3 读取数据。因为 ADC 连续抽样和数字化 RF 信号以及第一个 DSP（10-3-1A 和 10-3-1B）连续执行数字丢弃接收机功能，所以连续发生写入。但是，在无线定位系统请求执行解调和定位处理数据时，以突发形式读取数据。无线定位系统甚至可在单个发射中递归地执行定位处理，因此需要多次访问同样的数据。为了满足无线定位系统的多种需求，地址生成器允许双端口数字存储器以比写数据更快的速率读数据。通常，读可比写快八倍。

DSP 模块 10-3 使用第二 DSP 10-3-4 来从数字存储器 10-3-3 读取数据，然后执行第二个数字丢弃接收机功能来从 RF 信道块提取基带数据（步骤 S5）。例如，第二 DSP 可从已数字化并存在存储器中的 RF 信道的任何块中提取任何单个 30KHz AMPS 或者 TDMA 信道。同样，第二 DSP 可提取任何单个 GSM 信道。第二 DSP 不需要提取 CDMA 信道，因为信道带宽占用存储 RF 数据的所有带宽。第一 DSP 10-3-1A、10-3-1B 和第二 DSP 10-3-4 的组合使得 DSP 模块可以选择、存储和恢复无线通信系统中的任何单个 RF 信道。DSP 模块通常存储四个信道块。在 AMPS/TDMA 双模式系统中，一个 DSP 模块可连续同时监控最多 42 个模拟反向控制信道，最多 84 个数字控制信道，还可监控和定位任何话音信道的传输。一个 SCS 机架通常最多支持三个接收机模

块 10-2 (图 2)，最多覆盖三个扇区每个扇区两个天线，最多 9 个 DSP 模块（每个接收机三个 DSP 模块，它允许整个 15MHz 带宽同时存储在数字存储器中）。因此，SCS 10 是一个完全模块化的系统，很容易对其扩展以满足任何类型小区站点的配置和负载。

DSP 模块 10-3 还执行其它功能，包括自动检测每个扇区的激活信道（步骤 S6），解调（步骤 S7），基于基站的定位处理（步骤 S8）。无线定位系统维护无线通信系统中 RF 信道使用状况的激活图（步骤 S9），这使得无线定位系统管理接收机和处理资源，并在特定的感兴趣的传输开始时迅速开始处理。激活图包括一个无线定位系统中维护的表，它为连接到 SCS 10 的每个天线列出了分配给该 SCS 10 的主要信道和用在那些信道的协议。主要信道是分配给已配置或者靠近的基站的 RF 控制信道，基站使用该信道和无线发射机通信。例如，在采用扇形小区站点的典型蜂窝系统中，有一个分配给每个扇区的 RF 控制信道频率。那些控制信道频率通常被分配为被配置的 SCS 10 的主要信道。

即使其它 SCS 10 也分配有同样的主要信道，也可分配相同的 SCS 10 来监控作为主要信道的其它相邻基站的 RF 控制信道。在这种方式中，无线定位系统实现系统解调的冗余，这保证了任何给定的无线传输具有极小的丢失概率。当使用了解调冗余功能时，无线定位系统将在超过一个 SCS 10 上两次或者更多次地接收、检测和解调相同的无线传输。无线定位系统包括检测什么时候多个解调发生什么时候只触发一次定位处理的装置。这个功能节约无线定位系统的处理和通信资源，下面将对它作进一步描述。单个 SCS 10 检测和解调发生在未配置 SCS 10 的小区站点上的无线传输的能力允许无线定位系统的操作员更有效地部署无线定位系统网络。例如，可这样设计无线定位系统，即使得无线定位系统使用比无线通信系统基站少得多的 SCS 10。

在无线定位系统中，使用两种方法在表中输入和维护主要信道：

直接编程和自动检测。直接编程包括使用无线定位系统用户接口中的一种，比如网络操作控制台 16（图 1），向表中输入主信道数据，或者通过从无线定位系统到无线通信系统的接口接收信道分配数据。或者，DSP 模块 10-3 也可运行一个称作自动检测的后台进程，在 DSP 使用空闲或者安排的处理能力来检测各种可能的 RF 信道上的传输，然后试图用可能的协议解调那些传输。然后 DSP 模块就可确认直接编程的主要信道是正确的，也可快速检查基站上对信道的改变，并向无线定位系统的操作员发送报警。

在自动检测中 DSP 模块执行下面的步骤（参见图 2E-1）：

对于每个可能的用在 SCS 10 覆盖区域的控制和/或话音信道，建立占用计数器（步骤 S7-1）；

在检测时期开始，所有的占用计数器重置成 0（步骤 S7-2）；

每次特定 RF 信道上发生传输，且接收到的功率级别超过特定预设门限时，该信道的占用计数器加 1（步骤 S7-3）；

每次特定 RF 信道上发生传输，且接收到的功率级别超过第二特定预设门限时，DSP 模块将试图用第一优选协议解调传输的某一部分（步骤 S7-4）；

如果解调成功，该信道的第二占用计数器加 1（步骤 S7-5）；

如果解调不成功，DSP 模块将试图用第二优选协议解调传输的一部分（步骤 S7-6）；

如果解调成功，该信道的第三占用计数器加 1（步骤 S7-7）；

在检测周期最后，无线定位系统读取所有的占用计数器（步骤 S7-8）；并且

无线定位系统自动根据占用计数器分配主要信道（步骤 S7-9）。

无线定位系统的操作员可查看占用计数器以及主要信道和调制协议的自动分配，并覆盖自动执行的设置。此外，如果无线载波可使用超过两种优选协议，则 DSP 模块 10-3 可随软件下载以检测其它协议。基于宽带接收机 10-2、DSP 模块 10-3 和可下载软件的 SCS 10 的体系

结构，允许无线定位系统在一个系统中支持多种解调协议。在一个系统中支持多种协议有很大的成本优势，因为一个小区站点上只需要一个 SCS 10。这和很多基站的需要多个收发机模块用于不同调制协议的体系结构不同。例如，在同一个 SCS 10 中可同时支持 AMPS、TDMA 和 CDMA，而目前没有基站可支持这种功能。

检测和解调多种协议的能力还包括独立检测通过特定空中接口协议所传输消息中认证的使用。最近几年，作为一种减少无线通信系统中欺骗的发生的方法，无线发射机中认证域的使用变得流行起来。但是，并不是所有的无线发射机都实现了认证。当使用认证时，协议通常在传输的消息中插入一个额外域。通常这个域插在传输的消息中的无线发射机身份和所拨数字之间。当解调无线传输时，无线定位系统确定传输的消息中的域的数量，以及消息类型（即注册、来源、寻呼响应等等）。无线定位系统解调所有的域，如果出现额外的域，考虑传输的消息的类型，然后无线定位系统测试所有域的触发条件。例如，如果所拨号码在域的适当位置出现“911”，且该域位于固有位置没有认证或者位于固有位置有认证，则无线定位系统正常触发。在这个例子中，数字“911”需要以“911”的顺序或者“*911”的顺序出现，在它之前或之后没有其它数字。这个功能减少或消除了认证域中出现的数字“911”引起的误触发。

因为当无线呼叫者拨出“911”时要迅速触发定位处理，所以对多种解调协议的支持对于无线定位系统的成功运行是很重要的。无线定位系统可用两种方法触发定位处理：无线定位系统独立解调控制信道的传输，用任意数量的诸如拨叫号码之类的标准来触发定位处理，或者无线定位系统可从诸如载波的无线通信系统之类的外部源接收触发。发明人发现用 SCS 10 独立解调所用的触发时间较少，这从无线用户按下无线发射机上的“发送（SEND）”或者“通话（TALK）”（或类似的）按钮开始测量。

控制和通信模块 10-5

如图 2F 所示, 控制和通信模块 10-5 包括数据缓冲器 10-5-1, 控制器 10-5-2, 存储器 10-5-3, CPU 10-5-4 和 T1/E1 通信芯片 10-5-5。该模块有很多在前面的专利 5,608,410 中描述的特征。本实施例对其作了一些改进。例如, 即使控制和通信模块停止执行它的软件, 现在的 SCS 10 仍具有自动远程复位功能。这个功能可降低无线定位系统的运行成本, 因为技术人员在小区站点不能正常运行时不需要亲自去现场复位 SCS 10。自动远程复位电路通过监控 SCS 10 和 TLP 12 之间通信接口上的特定比特序列来运行。这个比特序列不会出现在 SCS 10 和 TLP 12 之间的正常通信过程中。例如, 这个序列可以是全 1。复位电路独立于 CPU 运行, 从而即使 CPU 把它自己设置成锁定或者其它非运行状态, 该电路仍能对 SCS 10 进行复位并使得 CPU 恢复到运行状态。

现在, 这个模块还可记录和报告各种用在监控或者诊断 SCS 10 的性能的统计数字和变量。例如, SCS 10 可监控 SCS 10 中任意 DSP 或者其它处理器的使用百分比以及 SCS 10 和 TLP 12 之间的通信接口。将这些值定期地报告给 AP 14 和 NOC 16, 用来确定什么时候系统需要额外的处理和通信资源。例如, 可在 NOC 设置报警门限来告诉操作人员某种资源是否一直超出预设的门限。SCS 10 还可监控成功解调传输的次数和解调失败的次数。这可帮助操作人员确定设置的解调门限是否最佳。

这个模块和其它模块都可向 TLP 12 报告它自己的标识。如下所述, 有很多 SCS 10 连接到一个 TLP 12。典型地, SCS 10 和 TLP 12 之间的通信和基站和 MSC 之间的通信共享。通常很难快速准确地确定哪一个 SCS 10 分配给特定的电路。因此, SCS 10 有一个硬编码的标识, 这在安装时就记录下来了。TLP 12 可读出和验证这个标识确定载波把哪一个 SCS 10 分配给每种不同的通信电路。

SCS 到 TLP 的通信支持多种消息，包括：命令和响应、软件下载、状态和心跳、参数下载、诊断、频谱数据、相位数据、主要信道解调，以及 RF 数据。设计通信协议使得协议开销最小从而优化无线定位系统的操作，该协议包括一个消息优先级方案。每种消息类型都被指定了一个优先级，SCS 10 和 TLP12 根据优先级对消息排队，从而在发送低优先级消息之前发送高优先级的消息。例如，解调消息通常具有高优先级，因为无线定位系统必须无时延地触发特定类型呼叫的定位处理（即 E9-1-1）。尽管高优先级地消息排在低优先级的消息之前，该协议通常不抢占发送中的消息。亦即，正通过 SCS 10 到 TLP 12 通信接口进行的消息发送将完全完成，但是下一个要发送的消息将是时间戳最早优先级最高的消息了。为了使高优先级消息的时延最小化，诸如 RF 数据之类的长消息被分段发送。例如，完整的 100 毫秒的 AMPS 传输可能被分成 10 毫秒的段。采用这种方式，可将高优先级的消息排在 RF 数据段之间。

校准和性能监控

SCS 10 的体系结构建立在数字技术基础之上，包括数字接收机和数字信号处理器。一旦 RF 信号被数字化，就可在各种处理中精确控制定时、频率和相位差。更重要的是，可在用在无线定位系统中的不同接收机和不同 SCS 10 间精确匹配任何定时、频率和相位差。但是，在 ADC 之前，RF 信号通过许多 RF 组件，包括天线、电缆、低噪声放大器、滤波器、双工器、多路耦合器以及 RF 分流器。这些组件中的每一种都具备对无线定位很重要的特性，包括时延以及相频响应（phase versus frequency response）。当成对的 SCS 10——比如图 2G 中的 SCS 10A 和 SCS 10B——之间精确地匹配 RF 和模拟组件时，在定位处理中就自动消除了这些特性的影响。但是当这些组件的特性不匹配时，定位处理将可能包含由于不匹配导致的仪器误差。此外，这些 RF 组件可能会出现功率、定时、温度或者其它因素不稳定的情况，这也可能为位置的确定增加一些误差。因此，开发设计了几种新技术来校准无线定位系统中的 RF 组件并定期地监控无线定位系统的性

能。在校准之后，无线定位系统把这些时延以及相频响应的值（也就是按照 RF 信道号）存储在无线定位系统的表中用来修正这些仪器误差。下面参照图 2G-2J 解释这些校准方法。

外部校准方法

参照图 2G，沿着基线测量无线定位系统的定时稳定性，其中每个基线包括两个 SCS，即 10A 和 10B，在它们之间有一条想象的线（A-B）。在无线定位系统的 TDOA/FDOA 类型中，无线发射机的位置是通过测量每个 SCS 10 记录的来自一个无线发射机的信号到达时间的的时间差来计算的。因此，沿着基线由 SCS 10 测量的时间差主要是由于无线发射机信号的传输时间不同，和 SCS 10 的 RF 和模拟组件本身的变化几乎没什么关系，这很重要。为了满足无线定位系统的精度目标，需要把任何一对 SCS 10 的定时稳定性维持在不到 100 纳秒 RMS（均方根）。因此，在无线发射机的位置估计中无线定位系统组件的仪器误差应不到 100 英尺 RMS。其中的一些误差是由于用来校准系统的信号的不明确引起的。可用著名的 Cramer-Rao 下限方程确定这种不明确性。考虑 AMPS 反向控制信道，这种误差大约 40 纳秒 RMS。其它的误差预留量归给无线定位系统的组件，主要是 SCS 10 中的 RF 和模拟组件。

在外部校准方法中，无线定位系统使用信号特性和目标无线发射机的特性匹配的校准发射机网络。这些校准发射机可以是发射定期注册信号和/或寻呼响应信号的普通无线电话。最好定期地用具有到两个和基线相关的 SCS 10 的相对清晰无阻碍的路径的校准发射机来精确校准每个可用的 SCS 到 SCS 基线。和处理来自目标无线发射机的信号一样处理校准信号。因为 TDOA 值是已知前提，计算中的任何误差都是由于无线定位系统中的系统误差。可从后面的目标发射机的定位计算中去掉这些系统误差。

图 2G 描述了使定时误差最小化的外部校准方法。如图所示，在

“A”点的第一 SCS 10A 和在“B”点的第二 SCS 10A 有一个相关联的基线 A-B。在时刻 T_0 由位于“C”点的校准发射机发射的一个校准信号理论上在时刻 $T_0 + T_{AC}$ 到达第一 SCS 10A。 T_{AC} 是校准信号从校准发射机天线传输到数字接收机双端口数字存储器所需要的时间。同样，相同的校准信号理论上在时刻 $T_0 + T_{BC}$ 到达第二 SCS 10B。但是，通常校准信号不会恰好在这个正确的时刻到达各 SCS 10 的数组存储器和数字信号处理组件。相反，校准信号从校准发射机传到 SCS 10 的时间 (T_{AC}, T_{BC}) 中分别有 $e1$ 和 $e2$ 的误差，从而达到的时刻实际上是它使得 $T_0 + T_{AC} + e1$ 和 $T_0 + T_{BC} + e2$ 。这样的误差是由于信号通过空中传播即从校准发射机天线到 SCS 天线的时延引起的；但是，误差主要由于 SCS 前端组件中的时间变化特性。误差 $e1$ 和 $e2$ 不能从本质上确定，因为系统不知道校准信号发射的准确时刻 (T_0)。但是，系统可确定任意给定的一对 SCS 10 的各 SCS 10 上校准信号到达的时间差中的误差。我们把这个 TDOA 误差值定义为 TDOA 测量值和 TDOA 理论值之间的差 τ_0 ，其中 τ_0 是理论时延值 T_{AC} 和 T_{BC} 之间的理论差。因为 SCS 10 和校准发射机的位置、校准信号传播的速度是已知，所以每个 SCS 10 对和每个校准发射机的理论 TDOA 值是已知的。测量的 TDOA 基线 ($TDOA_{A-B}$) 可表示为 $TDOA_{A-B} = \tau_0 + \varepsilon$ 表示，其中 $\varepsilon = e1 - e2$ 。采用同样的方式，从位于点“D”的第二各校准发射机来的校准信号有相关的误差 $e3$ 和 $e4$ 。从目标发射机 TDOA 测量值中减去的 ε 最终值是来自一个或多个校准发射机 ε 值的函数（例如，加权平均）。因此位于点“X”和点“Y”的一对 SCS 10 的给定的 TDOA 测量值 ($TDOA_{measured}$) 以及位于未知位置的目标无线发射机将如下修正：

$$TDOA_{X-Y} = TDOA_{measured} - \varepsilon$$

$$\varepsilon = k1\varepsilon1 + k2\varepsilon2...kN\varepsilonN$$

其中， $k1$ 、 $k2$ 等是加权因子， $\varepsilon1$ 、 $\varepsilon2$ 等是通过从每个校准发射机理论值减去测量的 TDOA 确定的误差。在这个例子中，误差 $\varepsilon1$ 可以是和图中位于“C”点的校准发射机相关联的误差值。加权因数由无线定位系统的操作人员确定，并输入到每个基线的配置表中。操作人员将考虑每个校准发射机到“X”点和“Y”点的 SCS 10 的距离，

根据经验确定的从每个校准发射机到位于点“X”和点“Y”的 SCS 10 的视线，以及每个 SCS “X”和“Y”对可能位于每个校准发射机附近的无线发射机位置估计的作用。通常，校准发射机越靠近位于点“X”和点“Y”的 SCS 10，其权值就比较远的校准发射机高，具有到位于点“X”和点“Y”的 SCS 10 更好视线的校准发射机的权值比具有较差视线的校准发射机高。

每个误差项 e_1 、 e_2 等以及它们导致的误差项 ε 随着时间推移可能有很大变化，因为有些误差项是由于从校准发射机到每个 SCS 10 的多径反射造成的。多径反射严重依赖路径的，因此每个测量每个路径都不同。本方法目标不是确定这些校准路径的多径反射，而是确定 SCS 10 组件造成的误差所占的部分。因此，通常误差 e_1 和 e_3 有相同的成分，因为他们都和第一个 SCS 10A 相关。同样 e_2 和 e_4 的值也有相同的成分，因为他们都和第二个 SCS 10B 相关。众所周知，尽管多径组件可能变化很大，但组件的误差却变化很慢，通常成正弦变化。因此，在外部校准方法中，用一个加权的基于时间的滤波器过滤误差值 ε ，在保留 SCS 10 造成的相对较慢变化误差部分的同时降低大幅度变化的多径成分的权值。这样的用在外部校准方法的一个滤波器的例子是 Kalman 滤波器。

校准传输之间的时间段随 SCS 组件确定的误差偏移率而改变。对应偏移率的时间段应比校准时间间隔长很多。无线定位系统监控偏移率的时间段以不断地确定变化的速率，并且，如果需要，可定期调整校准时间间隔。通常，像本发明中使用的无线定位系统校准率在 10 到 30 分钟之间。这恰好对应于无线通信系统中注册速率的典型时间段。如果无线定位系统要确定校准时间间隔必须调整到比无线通信系统的注册速率更快的速率，则 AP 14（图 1）通过以预定间隔寻呼发射机来自动促使校准发射机发射。可单独设定每个校准发射机的地址，因此和每个校准发射机相关联的校准时间间隔可以不同。

因为用在外部校准方法中的校准发射机是标准电话，无线定位系统必须具有从其它用于不同目的的无线发射机中区分出那些电话的机制。无线定位系统维护校准发射机的标识列表，通常是在 TLP 12 和 AP 14 中。在蜂窝系统中，校准发射机的标识可以是移动识别号 MIN。当校准发射机进行传输时，每个 SCS 10 接收到这个发射并由恰当地 SCS 10 解调。无线定位系统把发射标识和预先存储的所有校准发射机标识的任务列表相比较。如果无线定位系统确定该发射是个校准发射，则无线定位系统就开始外部校准处理。

内部校准方法

除了外部校准方法之外，本发明的一个目标是校准用在无线定位系统的 SCS 10 中使用的宽带数字接收机的所有信道。外部校准方法通常只校准宽带数字接收机使用的多个信道中的一个信道。这是因为固定校准发射机通常扫描功率最高的控制信道，通常每次该信道都是同一个控制信道。但是，宽带数字接收机的传输特性以及其它相关组件并不总是保持不变，它们随着时间和温度而变化。因此，即使外部校准方法能成功地校准单个信道，也不能保证同时校准其它信道。

内部校准方法，如图 2H 所示的流程图，特别适于校准以随时间、温度变化的转换函数（transfer function）为特征的单独的第一接收机系统（即 SCS 10），其中转换函数定义了接收机系统怎样改变接收信号的振幅和相位，以及怎样用接收机系统部分地通过确定无线发射机发射的信号、要校准的接收机系统以及其它接收机系统接收到的信号的到达时间差来确定无线发射机的位置，并且其中位置估计的精度部分地取决于系统 TDOA 测量的精度。AMPS RCC 转换函数的一个例子如图 2I 所示，在图中描述了转换函数的相怎样在跨越 630KHz 的 21 个控制信道中变化。

参照图 2H，内部校准方法包括如下步骤：把接收机系统使用地天线临时地电子地从接收机系统断开（步骤 S-20）；向第一接收机系

统插入一个内部生成的具有已知的稳定信号特征的宽带信号（步骤 S-21）；利用生成的宽带信号估计在整个第一接收机系统带宽中转换函数变化的方式（步骤 S-22）；以及利用估计结果减轻第一接收机系统进行的时间和频率测量结果上的第一转换函数的变化的影响。用于内部校准的稳定宽带信号一个例子是梳状信号，它包括多个单独的在已知间隔（比如 5KHz）上振幅频率相等的元素。这种信号的一个实例如图 2I 所示。

在内部校准过程中必须暂时断开天线连接以避免外部信号进入宽带接收机并保证接收机只接收稳定的宽带信号。天线只电子地断开几毫秒，使得丢掉来自无线发射机消息的可能性最小。此外，外部校准通常在外部校准后立即执行，从而使得在外部和内部校准之间的时间间隔中 SCS 10 中的任何部分发生偏移的可能性最小。用两个电子控制的 RF 中继（图中未显示）来从宽带接收机断开天线。即使在“关闭”状态，RF 中继也不能完全地把输入和输出分开，但它可提供最多可达 70dB 的隔离。可串联使用两个中继来提高隔离的总量，进一步保证在校准过程中没有信号从天线泄漏到宽带接收机。同样，当正在使用内部校准功能时，关闭内部校准信号，同时在接收机从无线发射机收集信号时也关闭两个 RF 中继以避免内部校准信号泄漏到宽带接收机。

外部校准方法提供了单一信道的绝对校准，然后内部校准方法相互之间校准与已绝对校准的信道相关的信道。梳状信号特别适合作为稳定宽带信号，因为很容易就可用存储的信号副本和一个数模转换器生成这种信号。

使用宽带校准信号的外部校准

下面描述的外部校准方法可随以转换函数随时间、频率变化为特征的 SCS 10 接收机系统一起使用，接收机系统优选包括天线、滤波器、放大器、双工器、多路耦合器、分流器以及和 SCS 接收机系统相

关联的电缆。这种方法包括从外部发射机发射稳定的已知宽带校准信号的步骤。然后用宽带校准信号来估计整个 SCS 接收机系统预定带宽中的转换函数。接着用估计的转换函数减轻在后面的 TDOA/FDOA 测量中转换函数变化的影响。外部传输优选具有很短的持续时间和很低的功率以避免干扰位于无线定位系统所在的无线通信系统。

在该优选方法中，SCS 接收机系统和外部发射机同步。可用 GPS 定时单元来执行这种同步。而且，接收机系统可编程使得只在发送校准信号时接收和处理整个带宽的校准信号。接收机系统在除了和外部校准传输同步的时刻之外不执行校准处理。此外，用无线系统链路在接收机系统和外部校准发射机之间交换命令和响应。外部发射机可只在 SCS 接收机系统的天线上使用定向天线引导宽带信号。这种定向天线可以是 Yagi 天线（即线性端射天线阵）。校准方法优选包括只在定向天线对准接收机系统天线以及多径反射的风险小的时候进行外部传输。

基站偏移（Station Biases）校准

本发明的另外一个方面和 SCS 接收机系统中修正基站偏移的校准方法有关。“基站偏移”是在无线发射机发射的 RF 信号到达天线的时刻和同样的信号到达宽带接收机的时刻之间的有限时延。本发明方法包括测量从天线到滤波器电缆长度以及确定和电缆长度相对应时延的步骤。此外，该方法还包括向滤波器、双工器、多路耦合器或者 RF 分流器插入已知信号，测量从每个设备的输入到宽带接收机的时延和相频响应。把时延和相位值组合在一起，用来修正后面的位置测量。当与前面描述的基于 GPS 的定时生成一起使用时，该方法优选包括对 GPS 电缆长度的修正。而且，外部生成的参考信号优选用来监控由于时间和天气引起的基站偏移的变化。最后，RF 信道和用于无线定位系统中每个接收机系统的基站偏移常以表格的形式存储在无线定位系统中以用来修正后面的定位处理。

性能监控

无线定位系统使用和校准类似的方法来定期监控性能。这些方法如图 2K 和图 2L 中的流程图所示。无线定位系统使用两种性能监控方法：固定电话和测量点驱动测试。固定电话步骤包括下面的步骤（参见图 2K）：

标准无线发射机固定放置在无线定位系统覆盖区域中的不同位置（下面称它们为固定电话）（步骤 S-30）；

测定放置固定电话的位置从而知道它们在预定距离——例如十英尺——之内的准确位置（步骤 S-31）；

把测量的位置存储在 AP 14 中的一个表中（步骤 S-32）；

允许固定电话以无线通信系统为系统上所有无线发射机设置的速率和时间间隔在无线通信系统上注册（步骤 S-33）；

在每个注册的固定电话传输中，无线定位系统用标准的定位处理确定固定电话的位置（利用校准发射机，无线定位系统可通过在表中存储标识确定一个来自固定电话的发射）（步骤 S-34）；

无线定位系统计算定位处理确定的计算位置和通过测定的存储的位置之间的误差（步骤 S-35）；

位置、误差以及其它测量的参数和时间戳一起存在 AP 14 的数据库中（步骤 S-36）；

AP 14 监控即时误差（instant error）和其它测量的参数（它们一起称作扩展位置记录），还计算误差的各种统计数值以及其它测量参数（步骤 S-37）；以及

如果任何一个误差或者其它值超出预设的门限值或者历史统计值，则 AP 14 即时或者在对指定数量的位置估计进行统计过滤后向无线定位系统的操作人员发送一个报警（步骤 S-38）。

扩展位置记录包括对分析无线定位系统即时和历史性能有用的大量测量参数。这些参数包括：无线发射机使用的 RF 信道，无线定位系统解调无线传输使用的天线端口，无线定位系统请求 RF 数据的天线端口，用于定位处理的时间间隔中发射功率的峰值、平均值和方差，

选为定位处理的参考的 SCS10 和天线端口，来自每隔一个 SCS 10 和用在定位处理中天线与参考 SCS 10 和天线之间的交叉频谱相关性的相关性值，每个基线的时延值，多径效应缓解参数，在多径效应缓解计算后剩下的残留值。为了确定无线定位系统怎样运行，无线定位系统可监控这些测量参数中的任何一个。基线上相关性的即时值和相关性值历史范围之间的方差就是无线定位系统执行的这种类型的监控一个实例。特定天线上的接收功率的即时值和接收功率历史范围间的方差是另外一个例子。还可计算其它很多统计值，这个列表不可能完全包含所有的参数。

可根据小区站点的密度、地形复杂度和无线通信系统在这个区域执行的历史难度来确定放置在无线定位系统覆盖区域中的固定电话的数量。通常比率大约是每六个小区站点一个固定电话，但是在有些区域可能需要一对一的比率。固定电话提供了一种对无线定位系统性能持续监控的方式，它还提供了对载波对频率规划所作的任何变化的监控。频率规划中的变化常常导致无线定位系统性能的变化，固定电话的性能监控为无线定位系统操作人员提供了一个即时指示。

测定位置的驱动测试和固定电话监控很相似。固定电话通常只处于可连接电源的室内（即为了使电话保持有效必须连续给它供电）。为了得到定位性能更完整的测量，还要进行室外测试位置的驱动测试。参照图 2L，利用固定电话，测量十英尺内的所有无线定位系统覆盖区域的指定测试点（步骤 S-40）。每个测试点分配一个代码，其中代码包含“*”或者“#”后跟一串数字（步骤 S-41）。例如，“*1001”到“*1099”可是用于测试点的 99 个代码的序列。这些代码应是连续的，这样当拨号时，对无线通信系统是无意义的（亦即除了中断消息之外，代码不会导致在 MSC 中产生特征或者其它转换）。AP 14 将每个测试点的代码和测量位置一起存储（步骤 S-42）。在这些初始步骤之后，任何拨叫这些代码中的任意一个的无线发射机都将被标准定位处理触发和定位（步骤 S-43 和 S-44）。无线定位系统自动计算定位

处理确定的计算位置和存储的测定位置之间的误差，位置和误差值与时间戳一起存储在 AP 14 的数据库中（步骤 S-45 和 S-46）。AP 14 监控即时误差以及误差的各种历史统计值。如果误差值超出预定的门限或者历史统计值，则 AP 14 即时地或者在对指定数量的位置估计进行统计过滤后向无线定位系统的操作人员发送一个报警信号（步骤 S-47）。

TDOA 定位处理器（TLP）

如图 1、1A 和 3 所示，TLP 12 是一个管理无线定位系统很多方面特别是 SCS 10 的中央数字信号处理系统，并提供对定位处理的控制。因为定位处理是 DSP 密集的，TLP 12 的一个主要优点是可在由无线定位系统中 SCS 10 的任何传输发起的定位处理间共享 DSP 资源。亦即，通过把资源放在中央，减少了 SCS 10 上 DSP 的额外成本。如图 3 所示，有三个 TLP 12 主要组件：DSP 模块 12-1，T1/E1 通信模块 12-2 和控制器模块 12-3。

T1/E1 通信模块 12-2 为 SCS 10 提供通信接口（T1 和 E1 是全世界都可使用的标准通信速率）。每个 SCS 10 用一个或者多个 DS0（通常是 56Kbps 或者 64Kbps）和 TLP 12 通信。每个 SCS 10 通常用小区站点上的一个丢弃和插入单元或者信道排（channel bank）连接到分散 T1 或者 E1 电路。通常，该电路是和与 MSC 通信的基站共享的。在中央站上，把分配给基站的 DS0 和分配给 SCS 10 的 DS0 分开。这通常在 TLP 12 外部用数字接入和控制系统（DACS）13A 完成，DACS 不仅分开 DS0 而且还把来自多个 SCS 10 的 DS0 变成全 T1 或者 E1 电路。然后这些电路从 DACS 13A 连接到 DACS 13B，再连接到 TLP12 上的 T1/E1 通信模块。每个 T1/E1 通信模块包含足够的数字存储器来缓存和模块通信的发给和来自 SCS 10 的数据包。单个 TLP 机架可支持一个或者多个 T1/E1 通信模块。

DSP 模块 12-1 提供用于定位处理的共享资源。单个模块通常包

含两个到八个数字信号处理器，每个处理器均可用于定位处理。支持两种类型的定位处理：基于中心的和基于站的，我们将在下面对其进行详细介绍。TLP 控制器 12-3 管理 DSP 模块 12-1 来获得最佳的吞吐量。每个 DSP 模块包括足够的数字存储器来存储定位处理必须的所有数据。直到开始定位处理必须的所有数据都从涉及的每个 SCS 10 移到 DSP 模块的数字存储器之后，DSP 才开始处理。只在那时才给 DSP 指定定位特定无线发射机的专门任务。使用这个技术，作为昂贵资源的 DSP 不必等待。单个 TLP 机架可支持一个或者多个 DSP 模块。

控制器模块 12-3 提供对无线定位系统中所有定位处理的实时管理。AP 14 是无线定位系统中最高级别的管理实体，但是它的数据库体系结构达不到在传输发生时作出实时判定的速度。控制器模块 12-3 接收来自 SCS 10 的消息，包括：状态、不同天线不同信道的频谱能量，解调的消息以及诊断。这使得控制器可不断判断发生在无线定位系统中的事件，并发送命令采取特定的措施。当控制器模块从 SCS 10 接收到解调的消息时，控制器模块确定特定无线传输是否需要定位处理。控制器模块 12-3 还确定哪些 SCS 10 和天线用在定位处理中，包括是使用基于中心的还是使用基于站的定位处理。控制器模块命令 SCS 10 返回必需的数据，并命令通信模块和 DSP 模块顺序执行它们在定位处理中必需的角色。我们将在下面详细描述这些步骤。

控制器模块 12-3 维护一个称作重要信号表(Signal of Interest Table, SOIT)的表。这个表包含可用来触发特定无线传输上定位处理的所有标准。例如，这些标准包括移动识别码、移动台 ID、电子序列号、拨出数字、系统 ID、RF 信道号、基站号或者扇区号、发射类型以及其它类型的数据元素。有些触发事件可具有较高或者较低的和它们相关联的优先级用来确定处理顺序。总在较低的优先级的定位触发之前处理较高的优先级定位触发。但是，在分配一个较高优先级的任务之前先完成已开始的定位处理的较低优先级触发。在 AP 14 上维护无线定位系统的主要任务列表，任务列表的拷贝自动下载到无线定位系统

中的每个 TLP 12 中的重要信号表中。当 TLP 12 复位或者首次启动时，将重要信号表下载到 TLP 12。在这两个事件之后，只把变动从 AP 14 下载到每个 TLP 12 以节约通信带宽。TLP 12 到 AP 14 通信协议通常包含足够的冗余和误差检查来避免错误数据进入重要信号表。当 AP 14 和 TLP 12 有空闲可用的处理能力时，AP 14 定期重新验证重要信号表中的条目以保证无线定位系统中的重要信号表的所有条目完全同步。

每个 TLP 机架有一个和机架相关的最大性能。例如，单个 TLP 机架只能支持 48 到 60 个 SCS 10。当无线通信系统超出单个 TLP 机架的能力时，用以太网把多个 TLP 机架连接到一起。控制器模块 12-3 负责 TLP 之间的通信和联网，并负责通过以太网和其它 TLP 机架中的控制器模块以及应用处理器 14 通信。当定位处理需要使用连接到不同 TLP 机架的 SCS 10 时，需要 TLP 间的通信。每个无线传输的定位处理被分配给单个 TLP 机架中的单个 DSP 模块。TLP 机架中的控制器模块 12-3 选择执行定位处理的 DSP 模块，然后把所有用于定位处理的 RF 数据路由到那个 DSP 模块。如果需要来自连接到多个 TLP 12 的 SCS 10 的 RF 数据，则所有必需的 TLP 机架中的控制器模块互相通信以将 RF 数据从所有必需的 SCS 10 移到他们各自连接的 TLP 12 上，然后移到 DSP 模块和分配给定位处理的 TLP 机架。为了冗余，控制器模块支持两个完全独立的以太网。任一网络中的中断或失效都导致受影响的 TLP 12 立即把所有的通信切换到另外一个网络。

控制器模块 12-3 维护无线定位系统的完整网络图，包括和每个 TLP 机架相关联的 SCS 10。网络图是存储在控制器模块中的一个表，包含可用在定位处理中的候选 SCS/天线以及和每个 SCS/天线相关联的各种参数的列表。图 3A 给出了一个示范性网络图的结构。在这个表中每个连接到 SCS 10 的天线都有一个单独的条目。当无线传输出现在和多个 TLP 机架通信的 SCS 10 覆盖的一个区域时，所涉及的 TLP 机架中的控制器模块确定哪一个 TLP 机架是用于管理定位处理的“主”TLP 机架。通常，和为无线传输分配有主要信道的 SCS 10 相

关联的 TLP 机架被指定为主机架。但是，如果该 TLP 暂时没有用于定位处理的资源，或者定位处理中包含的大多数 SCS 10 连接到另外一个 TLP 机架并且控制器模块正使得 TLP 间的通信最少，就指定另外一个机架为主机架。这个决定过程是完全动态的，但在为每个主要信道分配预定优选 TLP 机架的 TLP 12 中的表的帮助下进行。无线定位系统操作人员创建这些表，并使用网络操作控制台对其编程。

这里描述的联网对于与同一无线载波相关联的两个 TLP 机架以及在两个无线载波覆盖的区域重叠处或交界处的机架起作用。因此可联网属于第一无线载波的 TLP 12，并因此从属于第二无线载波的 TLP 12（以及和 TLP 相关联的 SCS 10）接收 RF 数据。这个网络在农村地区特别有用，其中可通过在多个无线载波的小区站点上部署 SCS 10 来增强无线定位系统。因为在很多情况下，无线载波并不同时分配给小区站点，如果无线定位系统只用来自单个无线载波的小区站点，这个特征能得无线定位系统可访问比可用天线地理上更分散的天线。如下所述，恰当地选择和使用用于定位处理的天线可提高无线定位系统的性能。

控制器模块 12-3 向 AP 14 传递包括位置记录在内的很多消息，下面将对它们中的一些进行介绍。通常，解调的数据不从 TLP 12 传到 AP 14。但是，如果 TLP 12 从一个特定的无线发射机接收解调的数据并识别出无线发射机是覆盖区域不同的第二载波的注册用户，TLP 12 就可把解调的数据传给第一（当前服务的）AP 14A。这使得第一 AP 14A 能和与第二无线载波相关的第二 AP 14B 通信，并判断特定无线发射机是否已注册某种类型的定位服务。如果注册了，第二 AP 14B 就命令第一 AP 14A 把特定无线发射机的标识存入重要信号表中，从而只要特定的无线发射机在和第一 AP 14A 相关联的第一无线定位系统覆盖区域内就可定位特定的无线发射机。当第一无线定位系统检测到特定无线发射机在超出预定时间门限内仍没有注册时，第一 AP 14A 就告知第二 AP 14B，由于没有处于和第一 AP 14A 相关的覆盖区内，

特定无线发射机的标识正从重要信号表中删除。

诊断端口

TLP 12 支持一个在无线定位系统运行和问题诊断中很有用的诊断端口。可在 TLP 12 上访问或者通过把 TLP 连接到 AP 的以太网远程访问这个诊断端口。诊断端口使得操作人员可把所有从 SCS 10 接收到的解调和 RF 数据以及定位处理的中间和最终结果写入一个文件。这些数据在处理完定位估计后从 TLP 12 删除，因此诊断端口提供了一种方法来保存用于接下来后处理和分析的数据。发明人运行大规模无线定位系统的经验是，很少有定位估计有很大的误差，并且这些大误差可影响整个无线定位系统任何测量时期的运行统计。因此，可为操作人员提供一些工具使得无线定位系统可检测剔除导致大误差产生的因素并诊断和减轻这些误差，这是很重要的。诊断端口可设置成保存上面的信息用于所有的定位估计，用于来自特定无线发射机或者特定测试点的定位估计，或者用于满足特定判断标准的位置估计。例如，对于测定点的固定电话或者驱动测试，诊断端口可实时地确定定位估计中的误差，然后记录上面描述的那些误差超出预定门限值的定位估计信息。通过把和每个固定电话以及驱动测试测量相关的纬度、经度存入表中，然后计算进行相应测试点定位估计时的径向误差，诊断端口来实时地确定误差。

冗余

TLP 12 使用几种新颖的技术来实现冗余，使得无线定位系统可支持 M 加 N 冗余方法。M 加 N 冗余也就是说 N 个冗余（或备用）TLP 机架用来为 M 个联机 TLP 机架提供完全的冗余备份。例如，M 为 10，N 为 2。

首先，不同 TLP 机架中的控制器模块在预定时间间隔不断地在它们之间以及和监控 TLP 机架的 AP 14 交换状态和“心跳”消息。因此，每个控制器模块都了解无线定位系统中其它控制器模块的连续的

完整状态。不同 TLP 机架中的控制器模块定期选择某个 TLP 12 中的控制器模块作为该组 TLP 机架的主控制器。如果第一 TLP 12A 在它的状态消息中报告失效或者降级状态，或者在分配的预定时间内第一 TLP 12A 不能报告任何状态或者心跳消息，那么主控制器就可把第一 TLP 机架设置成离线状态。如果主控制器把第一 TLP 机架设置成离线状态，那么它就可分配第二 TLP 12B 执行冗余切换功能，并让第二 TLP 12B 承担离线的第一 TLP 12A 的任务。自动向第二 TLP 12B 发送第一 TLP 12A 已载入的配置；可从主控制器或者连接到 TLP 12 的 AP 14 上下载该配置信息。主控制器可以是任何不处于离线状态的 TLP 12 上的一个控制器模块，但是主控制器最好是处于备用状态的 TLP 12 中的控制器模块。当主控制器是备用 TLP 12 中的控制器模块时，可加快检测失效的第一 TLP 12A、把第一 TLP 12A 设成离线状态、然后执行冗余切换功能。

其次，优选通过用于冗余控制的高可靠性 DACS 来路由 SCS 10 和每个 TLP T1/E1 通信模块 12-2 之间的所有 T1 或者 E1 通信。DACS 13B 从 SCS 10 连接到包含 DS0 的准备的（groomed）T1/E1 电路上，也连接到每个 TLP 12 的每个 T1/E1 通信模块上。每个 TLP 12 上的每个控制器模块包含一个描述 DACS 连接列表和端口分配的 DACS 13B 图。这个 DACS 13B 连接到上面提到的以太网，可由任一 TLP 12 上的任一控制器模块 12-3 控制。当主控制器把第二 TLP 12 设置成离线状态时，主控制器向 DACS 13B 发送命令让它把与第一 TLP 12A 通信的 T1/E1 电路切换到处于备用状态的第二 TLP 12B。同时，AP 14 把第二（当前离线）TLP 12B 正在使用的完整的配置文件下载到第三（当前联机）TLP 12C。从首次检测到失效的第一 TLP 机架到完成切换第三 TLP 承担处理职责的时间通常不到几秒钟。很多情况下，和失效的第一 TLP 机架相关联的 SCS 10 不会丢失 RF 数据，定位处理可不中断的继续进行。当第一 TLP 12A 设置成离线状态期间，在 TLP 失效时，NOC 16 将生成一个报警消息通知无线定位系统的操作人员发生了这种事件。

第三，每个 TLP 机架都有冗余的电源、风扇以及其它组件。TLP 机架还可支持多个 DSP 模块，从而单个 DSP 模块或者甚至是 DSP 模块上的单个 DSP 的失效只减少处理资源的总数量，但不会导致 TLP 机架的失效。在这段描述的所有情况中，都可在不把整个 TLP 机架设成离线状态的情况下替换 TLP 12 的失效组件。例如，如果一个电源失效，冗余电源完全可以单独支持机架的负荷。失效的电源包含必需的电路来把它自己从机架的负荷中删除，并且不会导致机架的进一步降级。同样，失效的 DSP 模块也可从机架的激活部分删除它自己，从而不会导致骨干或者其它模块的失效。这使得机架包括第二 DSP 的其它部分继续行使正常功能。当然，减少了机架的总的处理吞吐量但避免了整个机架都失效。

应用处理器 (AP) 14

AP 14 是一个中心数据库系统，包括很多管理整个无线定位系统的软件进程，为外部用户和应用提供接口，存储位置记录和配置，并支持各种应用相关的功能。AP 14 使用大小适于无线定位系统吞吐量的商用硬件平台。AP 14 还使用商用关系数据库系统 (RDBMS)，对该数据库系统进行有效地定制以提供这里描述地功能。尽管 SCS 10 和 TLP 12 通常实时地共同运行以确定位置并创建位置记录，AP 14 既可实时地运行来存储和转发位置记录，也可非实时地运行来后处理位置记录和定期地访问与报告。对各种类型系统和应用分析的存储、检索和后处理位置记录能力是本发明很好的一个优点。主要的软件处理部分称作 ApCore，如图 4 所示，它具有以下主要功能：

AP 性能守护者 (ApPerfGuard) 是专门负责启动、终止和监控大多数其它 ApCore 进程以及 ApCore 与 NOC 16 的通信的软件进程。一从 NOC 接收到配置更新命令，ApPerfGuard 就更新数据库并把变化通知给所有的进程。当 NOC 指引 ApCore 进入特定的运行状态时，ApPerfGuard 启动和终止适当的进程，并不断地监控其它正在运行的软件进程，如果它们退出或停止运行就重新启动它们或者重新启动不

再正常响应的进程。把 ApPerfGuard 指定成具有最高处理优先级进程中的一个，从而其它“失控”进程不能阻塞这个进程。还为 ApPerfGuard 指定专门的其它软件进程不能访问的内存，以避免其它软件进程可能导致的崩溃。

AP 调度程序 (ApMnDsptch) 是从 TLP 12 接收位置记录并向其它进程转发位置记录的软件进程。该进程分别为系统中配置的每个 TLP 12 包含一个线程，每个线程从对应的 TLP 12 接收位置记录。为了系统的可靠性，ApCore 维护一个从每个 TLP 12 最近接收到的位置记录序号的列表。此后，AP 14 和 TLP 12 维护一个协议，TLP 12 用它发送具有唯一标识的每条位置记录。ApMnDsptch 向多个进程转发位置记录，这些进程包括 Ap911、ApDbSend、ApDbRecvLoc 和 ApDbFileRecv。

AP 任务分配进程 (ApDbSend) 控制无线定位系统中的任务列表 (Tasking List)。任务列表是所有触发判断标准的主列表，这些判断标准确定要定位哪些无线发射机、哪些应用创建该判断标准以及哪些应用接收位置记录信息。ApDbSend 进程分别为每个 TLP 12 包含一个线程，通过它 ApDbSend 和每个 TLP 12 上的重要信号表保持任务列表同步。ApDbSend 不向重要信号列表发送应用信息，只向它发送触发判断标准。因此，TLP 12 不知道为什么必须要定位无线发射机。利用任务列表可根据移动识别码 (MIN)、移动用户识别码 (MSID)、电子序列号 (ESN) 以及其它识别码、拨出字符序列和/或数字、归属系统标识 (SID)、发起端小区站点和扇区、发起端 RF 信道或者消息类型来定位无线发射机。任务列表允许多个应用从同一个无线发射机接收位置记录。例如，可向 911 PSAP、车队管理应用、业务管理应用以及 RF 最优化应用发送拨叫“911”的无线发射机的位置记录。

任务列表还包含多种用于触发判断标准的标记和域，其中的一些在本文的其它地方有所介绍。例如，其中的一个标记指定了无线定位

系统提供无线发射机大致或者最终估计之前的最长时间限制。另外一个标记允许对诸如无线发射机身份之类的特定触发判断标准关闭定位处理。另外一个域包含改变特定触发判断标准所需要的认证；认证使得无线定位系统的操作人员指定哪些应用有权添加、删除或者改变触发判断标准以及相关联的域或标记。另外一个域包含和触发判断标准相关联的服务的定位级别（Location Grade of Service）；服务级别告诉无线定位系统和特定触发判断标准相关联的定位处理所要的精度级别和优先权级别。例如，有些应用只要大致估计就可以了（可能是为了减少定位处理的花费），而另外一些应用只需不保证在给定传输完成的低优先权处理就可以了（这可能会被高优先权的处理任务中断）。无线定位系统还包含支持在任务列表触发判断标准中使用通配符的装置。例如，可这样输入一个触发判断标准“MIN=215555****”。这会导致无线定位系统触发对任何以六位数 215555 开始后跟任意四位数的无线发射机的定位处理。通配符可位于触发判断标准的任意位置。通过把相关的无线发射机组织在一起，该功能节省了任务列表和重要信号表中所需的存储位置的数量。

ApDbSend 还可动态分配任务。例如，每个小时 ApDbSend 自动把 MIN、ESN、MSID 或者拨叫“911”的无线发射机的其它标识存入任务列表。这样，如果有更多的紧急情况，还可定位拨叫“911”的无线发射机的更多传输。例如，如果 PSAP 回叫最近一小时内曾拨叫“911”无线发射机，无线定位系统就在来自无线发射机的呼叫响应消息上触发，并使得 PSAP 可使用这个新的位置记录。起始事件之后这种动态任务分配可以设置成任何时间间隔、任何触发判断标准。ApDbSend 进程还是用于从其它应用接收任务分配请求的服务器。例如，诸如车队管理之类的应用可通过 socket 连接发送任务请求。这些应用可设置或者删除触发判断标准。ApDbSend 进行每个应用的认证过程来验证该应用有权设置或者删除触发判断标准，并且每个应用只能改变和该应用相关的触发判断标准。

AP 911 进程 (Ap911) 管理无线定位系统和 E9-1-1 网络单元之间的每个接口, 比如汇接机键 (Tandem Switch)、选择性路由器、ALI 数据库和/或 PSAP。Ap911 进程分别为每个到 E9-1-1 网络单元的连接包含一个线程, 它可支持不止一个到每个网络单元的线程。如这里所述, Ap911 进程可根据用户的配置同时在很多种模式下运行。E9-1-1 位置记录的实时处理是 AP 14 中具有最高处理优先级的处理之一, 并且 Ap911 完全在随机访问存储器 (RAM) 之外执行以避免和首次存储位置记录以及随后从任何类型磁盘中检索位置记录相关联的时延。当 ApMnDsptch 向 Ap911 转发位置记录时, Ap911 立即作出路由决定并通过适当的接口向 E9-1-1 网络单元转发位置记录。并行运行的不同进程把位置记录存入 AP 14 数据库中。

通过 Ap911 进程和其它进程, AP 14 支持两种向包括 E9-1-1 在内的应用提供位置记录的模式: “推”和“拉”模式。只要 AP 14 的位置记录可用, 应用请求推模式就接收该位置记录。这种模式对位置记录时间要求很严格的 E9-1-1 特别有效, 因为 E9-1-1 网络必须在无线呼叫者拨叫“911”后的几秒钟内把 9-1-1 呼叫路由到正确的 PSAP。应用请求推模式并不自动接收位置记录, 相反为了接收到关于无线发射机的最近或者其它位置记录, 必须向 AP 14 发送一个和特定无线发射机有关的请求。来自应用的请求可指定最近的位置记录、一系列位置记录或者满足指定时间或其它判断标准 (比如传输类型) 的所有位置记录。在“911”呼叫情况中使用推模式的过程是, E9-1-1 网络首先接收“911”呼叫的话音部分, 然后查询 AP 14 来接收和该呼叫相关的位置记录。

当 Ap911 进程连接到很多 E9-1-1 网络单元时, Ap911 必须确定哪个 E9-1-1 网络单元推这个位置记录 (假设使用“推”模式)。AP 14 用一个动态路由表对此作出判断。动态路由表用来把地理区域分成很多小区。动态路由表中的每个小区或者条目包含该小区的路由指令。众所周知, 纬度的一分是 6083 英尺, 每毫度大约 365 英尺。此外,

经度的一分是 6083 英尺的 $\cos$ (纬度) 倍, 比如费城大约是 4695 英尺, 或者说每毫度大约 280 英尺。一千乘一千大小的表或者说一百万个单元可包含用于大约 69 英里乘 53 英里的面积的路由指令, 这个面积比费城的面积大, 在每个单元可包含一个 365 英尺乘 280 英尺的地理区域。在表中分配给每个实体的位数必须能支持最大数量的路由可能性。例如, 如果路由可能性的总数是 16 或者不到 16, 那么动态路由表的存储空间是四位的一百万倍或者 0.5 兆字节。使用这种方案, 费城大小的区域可包含在大约 20 兆字节或者不到 20 兆字节的表中, 就有充足的路由可能性可用。在存储器价格相对不贵的情况下, 该发明的动态路由表为 AP 14 提供了一种只向恰当的 E9-1-1 网络单元快速推用于“911”呼叫的位置记录的方法。

AP 14 允许使用人工或者自动方法存放动态路由中的每个条目。例如, 使用自动方法, 电子地图应用可创建指定 E9-1-1 网络单元 (比如 PSAP) 覆盖区域的多边形区域。然后把多边形区域转换成多边形内经度纬度点的列表。接着为负责该地理多边形的 E9-1-1 网络单元给对应每个经度、纬度点的动态路由表单元指定路由指令。

当 Ap911 进程接收到指定无线发射机的“911”位置记录时, Ap911 把经度纬度转换成动态路由表中指定小区的地址。然后 Ap911 查询该小区来确定路由指令, 这可采用推或拉模式, 并且 E9-1-1 网络单元的标识负责服务发生“911”呼叫的地理区域。如果选用推模式, 则 Ap911 自动把位置记录传给 E9-1-1 网络单元。如果选用拉模式, 则 Ap911 把位置记录存入“911”位置记录电路表中, 等待查询。

上面描述的动态路由方法需要使用地理上定义的数据库, 该数据库可用于除了 911 之外的其它应用, 从而除了 Ap911 之外的其它进程也可支持该数据库。例如, AP 14 可自动确定发出用于位置敏感计费应用的无线呼叫的计费区域。此外, 当特定无线发射机进入或离开应用指定的地理区域时, AP 14 可自动发送报警。在和每个触发判断标

准相关联的域和标记中定义特定的地理数据库、动态路由操作以及其它定位触发操作的使用。无线定位系统包括使用能创建覆盖指定地理区域的多边形电子地图以便于管理这些地理上定义的数据库的装置。无线定位系统从电子地图中提取包含在多边形中的指定经度、纬度点。每个应用可使用它自己的多边形集合，并且可定义在集合中的每个多边形中包含用于被触发的无线传输的位置记录时要执行的动作集合。

AP 数据库接收进程(ApDbRecvLoc)通过共享内存从 ApMnDsptch 接收所有的位置记录，并将这些位置记录存入 AP 位置数据库。ApDbRecvLoc 启动 10 个线程，每个线程从共享内存中检索位置记录，在把记录插入数据库前验证每个记录的有效性，然后将这些记录插入到数据库正确的位置记录部分。为了保持完整性，具有任何类型错误的位置记录都不会写入位置记录数据库，而是把它们存入一个无线定位系统操作人员可查看的错误文件中，在解决错误后再把它们输入数据库。如果位置数据库失效或者进入离线状态，就把位置记录写入 ApDbFileRecv 可处理的一个扁平文件中。

AP 文件接收进程 (ApDbFileRecv) 读取包含位置记录的扁平文件，并把这些记录插入到位置数据库中。扁平文件是 AP 14 使用的一种为了在除整个硬件磁盘驱动器都失效之外的所有情况下保证 AP 14 完整性的安全机制。ApDbFileRecv 读取的扁平文件有几种不同类型，包括数据库崩溃、同步、溢出和已修正错误。如果位置数据库暂时不可访问，就由 ApDbRecvLoc 进程写数据库崩溃扁平文件；这个文件允许 AP 14 确保在这种类型问题发生期间保存这些位置记录。在冗余 AP 系统对间转移位置记录时，就由 ApLocSync 进程（将在下面进行描述）写同步扁平文件。当位置记录以比 ApDbRecvLoc 处理以及将记录插入到位置数据库更快的速度进入 AP 14 时，就由 ApMnDsptch 写溢出文本文件。这可能发生在很高的峰值速率期间。溢出文件避免在峰值期间丢失任何记录。已修正错误扁平文件中存储有错误但已修

改过来现在可插入到位置数据库的位置记录。

因为 AP 14 在无线定位系统中处于很重要的中心角色，所以将 AP 14 的体系结构设计成完全冗余。冗余的 AP 14 系统包括完全冗余的硬件平台、完全冗余的 RDBMS、冗余的磁盘驱动、相互之间冗余的网络、TLP 12、NOC 16 和外部应用。同时还把 AP 14 的体系结构设计成支持容错冗余。下面的例子描述了冗余 AP 支持的功能。当主 AP 14 以及冗余 AP 14 都处于联机状态时，每个 TLP 12 向两个 AP 都发送位置记录。只有主 AP 14 处理进入的任务分配请求，也只有 AP 14 从 NOC 16 接收配置变化请求。然后，在小心的控制之下主 AP 14 同步冗余 AP 14。主 AP 和冗余 AP 都接受来自 NOC 的基本的启动和关机命令。这两个 AP 不断地监控它们自己的系统参数和应用的状况并监控其它 AP 14 的对应参数，然后根据综合得分确定哪一个 AP 14 是主 AP 哪一个冗余 AP。通过编辑不同进程向共享内存区域报告的错误、监控交换空间和磁盘空间来确定该综合得分。有几个进程专门支持冗余。

在每个 AP14 上都运行 AP 位置同步进程（ApLocSync），该进程检测 AP 间同步位置记录的需要，然后创建列出需要从一个 AP 14 传到另外一个 AP 14 的位置记录的“同步记录”。接着用 socket 连接在 AP 间传递这些位置记录。ApLocSync 把位置记录部分和存储在每个位置数据库中的位置记录序号比较。通常，如果主 AP 14 和冗余 AP 14 都正常运行，就不需要同步，因为这两个 AP 同时从 TLP 12 接收位置记录。但是，如果一个 AP 14 失效或者被设置成离线模式，那么就需要同步。不论什么时候 ApMnDsptch 连接到 TLP 12，都要通知 ApLocSync，从而使它可判断是否需要同步。

在每个 AP 14 上都运行 AP 任务分配同步进程（ApTaskSync），该进程同步主 AP 14 和冗余 AP 14 之间的任务分配信息。主 AP 14 上的 ApTaskSync 从 ApDbSend 接收任务分配信息，然后将任务分配信息发送给冗余 AP 14 上的 ApTaskSync 进程。如果主 AP 14 在

ApTaskSync 完成复制任务前失效，则在失效 AP 14 重新回到联机状态时 ApTaskSync 就执行完整的任务分配数据库同步。

在每个 AP 14 上都运行 AP 配置同步进程（ApConfigSync），该进程同步主 AP 14 和冗余 AP 14 之间的配置信息。ApConfigSync 使用 RDBMS 复制工具。配置信息包括为了保证无线载波网络中的无线定位系统正常运行 SCS 10、TLP 12 以及 AP 14 所需要的所有信息。

除了上面描述的核心功能之外，AP 14 还支持很多进程、功能和接口，它们在无线定位系统运行中很有用，同时也对需要位置信息的各种应用有用。尽管这里描述的进程、功能和接口属于 AP 14 部分，但是这些进程、功能和接口的实现渗透在整个无线定位系统中，因此不应该仅仅只把它们的发明价值局限于 AP 14。

漫游

AP 14 支持位于不同城市或者运行在不同无线载波上的无线定位系统间的“漫游”。如果第一无线发射机在第一无线定位系统上申请了一个应用，并且在第一无线定位系统的第一 AP 14 上有一个任务列表，那么第一无线发射机还可申请漫游。每个无线定位系统中的每个 AP 14 和 TLP 12 都包含一个维护有效“归属”用户标识列表的表。该列表通常是一个范围，例如对目前的蜂窝电话来说，范围可由和蜂窝电话的 MIN 或者 MSID 相关联的 NPA/NXX 代码（或者区号和电话局）来确定。当满足“归属”判断标准的无线发射机传输时，TLP 12 从一个或多个 SCS 10 接收解调的数据，并检查重要信号表中的触发信息。如果满足任何触发判断标准，就开始对该传输的定位处理；否则，无线定位系统不处理该传输。

当不满足“归属”判断标准的第一无线发射机在第二格无线定位系统中传输时，第二无线定位系统中的第二 TLP 12 检查重要信号表中的触发。然后进行下面三个操作中的一个：（i）如果传输满足重

要信号表中的现有判断标准，就定位该发射机并把位置记录从第二无线定位系统的第二 AP 14 转发到第一无线定位系统的第一 AP 14; (ii) 如果第一无线发射机在重要信号表中有“漫游”条目。它说明第一无线发射机已在第二无线定位系统中“注册”但没有触发判断标准，则第二无线定位系统就不处理该传输并像下面所述的那样调整终止时间戳; (iii) 如果第一无线发射机没有“漫游”条目，并且也没有“注册”，那么就把解调的数据从 TLP 12 传到第二 AP 14。

在上面的第三种情况中，第二 AP 14 使用第一无线发射机的标识来把第一无线定位系统中的第一 AP 14 看成第一无线发射机的“归属”无线定位系统。第二无线定位系统的第二 AP 14 像第一无线定位系统的第一 AP 14 发送查询以确定第一发射机是否申请了某种定位应用并在第一 AP 14 的任务分配列表中有某种触发判断标准。如果在第一 AP 14 中存在触发，就从第一 AP 14 向第二 AP 14 发送触发判断标准以及相关联的域与标记，并将它们作为有触发判断标准的“漫游”条目输入到任务分配列表和重要信号表中。如果第一 AP 14 响应第二 AP 14 说明第一无线发射机没有触发判断标准，那么第二 AP 14 就在任务分配列表和重要信号表中作为没有触发判断标准的“漫游”条目在任务分配列表和重要信号表“注册”第一无线发射机。因此，可由第二无线定位系统的 TLP 12 把第一无线发射机的当前以及未来的传输看成没有触发判断标准的注册，第二 AP 14 不需要再向第一 AP 14 作额外的查询。

当第二 AP 14 把第一无线发射机注册为在任务分配列表和重要信号列表中的有触发判断标准或者没触发判断标准的一个漫游条目，为漫游条目分配一个终止时间戳。将终止时间戳设置成当前时间加上一个预定的第一时间间隔。第一无线发射机每次传输时，任务分配列表和重要信号表中的路由条目的终止时间戳调整成最近传输的当前时间加上预定的第一时间间隔。如果第一无线发射机在它自己的漫游条目的终止时间戳之前没有其它传输，那么就自动删除漫游条目。如果在

删除之后第一无线发射机进行另外一次传输，那么重新进行注册过程。

第一 AP 14 和第二 AP 14 维护跨越广域网的通信。网络可建立在 TCP/IP 协议或者和最新版本 IS-41 类似的协议基础上。每个和其它无线定位系统中的其它 AP 通信的 AP 14 都维护一个表，该表提供对应于无线发射机标识有效范围的每个 AP 14 和无线定位系统标识。

多级传递 (Multiple Pass) 位置记录

某些应用需要非常快速地获得无线发射机位置的大体估计，可稍后再发送更为精确的位置估计。例如，这对 E9-1-1 系统很有用，该系统处理无线呼叫，并且必须很快对呼叫路由作出判断，对于显示在 E9-1-1 呼叫捕获者 (call taker) 电子地图终端上的更为精确的位置可等待稍微长一点的时间。无线定位系统以一种新颖的多级传递位置处理模式来支持这些应用，我们将在后面对其进行介绍。AP 14 以多级传递位置记录来支持这种模式。对应特定的条目，AP 14 中的任务分配列表中有一个标记，指明特定应用在接收到大致位置估计之前的最大时间限制和特定应用必须接收最终位置估计的第二最大时间限制。对于这些特定应用，AP 14 在位置记录中包含一个指明位置估计状态的标记，可将其设置成初步传递估计 (即大致估计) 或者最终传递估计。无线定位系统一般在应用设置的时间内确定最佳的位置估计，无线定位系统将处理在时间限制内支持的最大数量的 RF 数据。如果任何特定无线传输都可触发用于一个或多个应用的位置记录，则无线定位系统可同时支持多种模式。例如，具有特定 MIN 的无线发射机可拨叫“911”。这可触发用于 E9-1-1 应用的两级传递位置记录，但是对于监控特定 MIN 的车队管理应用而言，这只触发单级位置记录。这可扩展到任意数量的应用。

多解调和触发

在城市或者密集的郊区的无线通信系统中，可在相对较近的距离

内多次重用频率或者信道。因为无线定位系统不需要无线通信系统的帮助就能独自检测和解调无线传输，所以一个无线传输常常可被无线定位系统中的多个 SCS 10 检测和成功解调。这可能是有意的也可能是无意的。无意的情况是由相邻频率重用造成的，从而当每个 SCS 10 认为它只监控配置 SCS 10 的小区站点内出现的传输时，就可在多个 SCS 10 上的预定门限之上接收特定的无线传输。有意的情况是通过把多个 SCS 10 设计成检测和解调发生在特定小区站点和特定频率上的传输造成的。如上所述，这通常使用相邻的或者接近的 SCS 10 来提供系统解调冗余，从而进一步提高成功检测和解调特定无线传输的可能性。

每种类型的事件都可能导致无线定位系统内的多个触发，导致多次启动对同一传输的定位处理。这会导致过度而无效的使用处理和通信资源。因此，无线定位系统包含一些装置来检测什么时候多次检查和解调了同一传输，并选择最佳解调 SCS 10 作为定位处理的开始点。当无线定位系统在多个 SCS/天线上多次检测并成功解调同一传输时，无线定位系统使用下面的标准来选择用来继续确定是否触发和启动定位处理过程的解调 SCS/天线（再次重复，可能在确定最终决定中权衡这些标准）：（i）相对于其它 SCS/天线，优先使用配置在已分配特定频率的小区站点上的 SCS/天线，但是如果没有配置在指定特定频率的小区站点上的运行的联机 SCS/天线，就可能调整这个优先选择；（ii）相对于 SNR 较低的 SCS/天线，优先使用具有更高 SNR 的 SCS/天线；（iii）相对于错误位数较多的 SCS/天线，优先使用在解调过程中具有更少错误位数的 SCS/天线。无线定位系统操作人员可调整应用到每个优选值使得它适应每个系统的特定设计。

与无线通信系统的接口

无线定位系统具有与无线通信系统（比如移动交换中心（MSC）或者移动位置控制器（MPC））通信的接口。这个接口可基于标准的安全协议，比如最新版的 IS-41 或者 TCP/IP 协议。这些协议的格式、

域以及认证特征都是已知的。无线定位系统支持通过这些接口的用来帮助在无线传输的成功检测、解调和触发并提供向无线通信系统传递位置记录方法的各种命令/响应和信息消息。特别地，这个接口为无线定位系统提供获得有关向哪些无线发射机分配小区站点特定话音信道参数的信息。无线定位系统在到无线通信系统的接口上支持的一些消息实例如下所示：

对 MIN/MDN/MSID/IMSI/TMSI 映射的查询——某些类型的无线发射机可以以一种能通过电话网拨叫的常见形式传输它们的标识。其它类型的无线发射机用无线通信系统内部的一个表把不能拨出的标识转换成可拨出的号码来传输它们。在大多数情况下，传输的标识是永久的，但是也可能是暂时的。连接到 AP 14 位置应用的用户通常喜欢用可拨出的标识把触发存入任务列表中。可拨出的标识通常称作移动目录号（MDN）。需要转换的其它类型的标识包括移动识别号码（MIN）、移动用户识别码（MSID）、国际移动用户识别码（IMSI）以及暂时移动用户识别码（TMSI）。如果无线通信系统对无线发射机传输的消息中的任何数据域都加密，则无线定位系统也可在查询标识信息的同时查询加密信息。无线定位系统包括一些装置，用它来向无线通信系统查询由位置应用存入任务列表中的触发标识的替换标识，或者用它来向无线通信系统查询 SCS 10 解调标识的替换标识。其它事件也可触发这种类型的查询。对于这种类型的查询，无线定位系统通常发出命令，而无线通信系统则响应。

查询/命令话音 RF 信道分配上的变化——话音信道上的很多无线传输并不包含标识信息。因此，当触发无线定位系统执行话音信道传输上的定位处理时，无线定位系统向无线通信系统查询以获得当前为其触发无线定位系统的特定发射机的话音信道分配信息。例如，对于 AMPS 传输，无线定位系统通常需要无线发射机当前使用的小区站点、扇区以及 RF 信道号。对于 TDMA 传输，无线定位系统通常需要无线发射机当前使用的小区站点、扇区、RF 信道号以及时隙。需要的其它信息元素包括长码掩码和加密密钥。通常，无线定位系统发出命令，

无线通信系统响应。但是无线定位系统也可从包含这里所述信息的无线通信系统接收触发命令。

命令/响应消息集的时序很关键，因为在无线通信系统中经常发生话音信道断路。换言之，无线定位系统将定位在特定信道上传输的无线发射机——因此无线定位系统和无线通信系统必须同时确信无线发射机的标识以及话音信道分配信息是完全同步的。无线定位系统使用几种方法来实现这个目标。例如，无线定位系统可向特定无线发射机查询话音信道分配信息，接收必需的 RF 数据，然后再向同一无线发射机查询话音信道分配信息，然后确认无线发射机的状态在无线定位系统手机 RF 数据期间没有变化。不必在第二查询之前完成定位处理，因为它只对检验已接收到正确的 RF 数据来说很重要。例如，无线定位系统也可命令无线通信系统避免特定无线发射机在无线定位系统接收 RF 数据期间发生切换。然后，在收集到 RF 数据后，无线定位系统再次查询同一无线发射机的话音信道分配信息，命令无线通信系统再次允许切换所提到的无线发射机，然后确认无线发射机的状态在无线定位系统收集 RF 数据期间没有变化。

由于各种原因，无线定位系统或者无线通信系统可能宁愿在执行位置处理之前把无线发射机分配给另外一个话音信道。因此，作为命令/响应序列的一部分，无线通信系统可命令无线定位系统暂时挂起定位处理，一直到无线通信系统完成无线发射机的切换序列通知无线定位系统可接收 RF 数据以及可接收数据的话音 RF 信道之后。无线定位系统也可能发现特定无线发射机当前使用的话音 RF 信道不适于获得可接受的位置估计，并请求无线通信系统命令无线发射机切换。为了执行一系列位置估计，无线定位系统也可请求无线系统命令无线发射机按顺序切换到一系列话音信道，由此通过一系列的切换，无线定位系统可提高位置估计的精度；我们将在后面进一步对这个方法进行介绍。

无线定位系统也可用这种命令/响应消息集来查询无线通信系统的有关特定小区站点上特定时间使用特定话音信道（时隙等）的无线发射机的标识。这使得无线定位系统首先执行不知道标识的传输的定位处理，然后再确定进行传输的无线发射机的标识，并把该信息附加到位置记录的后面。这个特定的发明功能使得话音信道传输可使用自动连续的位置。

接收触发——无线定位系统可从无线通信系统接收触发从而可在不知道无线发射机标识的情况下执行话音信道传输上的定位处理。这个消息集合旁路任务分配列表，不使用无线定位系统内的触发机制。相反，无线通信系统独自确定要定位哪一个无线传输，然后向无线定位系统发送命令让它从特定小区站点上的特定话音信道收集 RF 数据并执行定位处理。无线定位系统用一个包含采集 RF 数据时间戳的确认来响应。当定位处理结束后，无线定位系统还用适当格式的位置记录来响应。根据给无线定位系统的命令的时间和以 RF 数据采集时间戳作出的响应，无线通信系统确定无线发射机的状态是否在接到命令后改变以及成功 RF 数据采集的可能性是不是很大。

进行传输——无线定位系统可命令无线系统强制特定的无线发射机在特定的时间或者指定的时间范围传输。无线通信系统用一个确认和希望传输的时间或者时间范围来响应。例如，无线定位系统可强制的传输类型包括审计响应和呼叫响应。使用这个消息集，无线定位系统还可命令无线通信系统强制无线发射机使用更高的功率传输。很多情况下，为了延长电池的使用时间，无线发射机在传输时总是试图使用最低的功率设置。为了提高位置估计的精度，无线定位系统宁愿无线发射机使用更高的功率设置。无线通信系统用一个说明将使用更高功率以及希望传输的时间或者时间范围的确认来响应无线定位系统。

延迟无线通信系统对移动接入的响应——有些空中接口协议，比如 CDMA，使用这样一种机制，即无线发射机在最低或者很低的功率

级别设置上启动诸如接入信道之类信道上的传输，然后按顺序进行下面的步骤：（i）无线发射机进行接入传输；（ii）无线发射机等待无线通信系统的响应；（iii）如果无线发射机在预定的时间内没有接收到无线通信系统的响应，无线发射机把传输功率增加一个预定值，然后返回步骤（i）；（iv）如果无线发射机在预定的时间内接收到无线通信系统的响应，则无线发射机就进入正常的消息交换。这种机制对保证无线发射机传输时只使用最低的有用功率级别设置不浪费能量或者电池使用时间来说很有用。但是，也有可能无线发射机上设置的能成功地和无线通信系统通信的最低功率级别不足以获得可接受的位置估计。因此，无线定位系统可命令无线通信系统把它对这些传输的响应延迟一个预定的时间。这个延迟操作将导致无线发射机比平时要多重复一次或者多次步骤（i）到（iii），结果是一个或者多个接入传输将处于比正常情况下更高的功率级别。更高的功率级别更适于使得无线定位系统作出更精确的位置估计。无线定位系统可命令这种类型的延迟操作用于特定无线发射机、特定的无线传输类型（例如，用于所有的“911”呼叫）、在发射机要与之通信的基站周围指定范围内的无线发射机，或者特定区域内的所有无线发射机。

向无线发射机发送确认——无线定位系统不包括通知无线发射机操作的装置，因为无线定位系统不能发射；如前所述，无线定位系统只能接收传输。因此，如果无线定位系统要进行传输，例如，某操作完成后的确认声音，无线定位系统就命令无线通信系统传输特定的消息。例如，这种消息可包括发送到无线发射机的一个可听得见的确认声音、话音消息或者合成消息，或者通过短消息业务或寻呼发送的文本消息。无线定位系统接收来自无线通信系统的一个告知已接收该消息并将其发送给无线发射机的确认。这个命令/响应消息集在使得无线定位系统支持某些终端用户应用功能（比如禁止定位处理）方面很重要。

报告位置记录——对于那些要向无线通信系统报告的无线发射机

以及那些无线通信系统启动的触发来说，无线定位系统自动向无线系统报告位置记录。无线定位系统还报告无线通信系统查询的任何历史位置记录以及无线通信系统有权接收哪些位置记录。

监控内部无线通信系统接口、状态表

除了上面提到的无线定位系统和无线通信系统之间的接口之外，无线定位系统还包括监控无线通信系统中现有接口的装置，它将重要消息截取给无线定位系统用来确定无线发射机和这些发射机使用的 RF 信道。例如，这些接口包括用在无线通信系统中的使用 GSM 空中接口协议的“a-接口”和“a-bis 接口”。这些接口是在各种标准中发布的众所周知的接口。通过监控在基站（BTS）、基站控制器（BSC）和移动交换中心（MSC）以及其它点之间这些接口上的双向消息，无线定位系统可获得有关无线发射机指定信道分配的和无线通信系统自己了解的相同的信息。无线定位系统包含监控各种位置上这些接口的装置。例如，SCS 10 可监控 BTS 到 BSC 的接口。或者，TLP 12 或者 AP 14 也可监控集中很多 BTS 到 BSC 接口的 BSC。无线通信系统内部的这些接口没有加密，熟悉本领域的那些人都了解该分层协议。无线定位系统监控这些接口的优点是无线定位系统不需要独自检测和解调来自无线发射机的控制信道消息。此外，无线定位系统可从这些接口获得所需的所有话音信道分配信息。

使用这些用于控制信道传输的装置，SCS 10 接收上面所述的传输，并把控制信道 RF 数据记录到存储器中而不执行检测和解调。无线定位系统分别监控无线通信系统内指定接口上出现的消息，当无线定位发现某个消息包含触发事件时就导致无线定位系统中的触发。在由触发事件启动后，无线定位系统确定无线传输发生的大致时间，并命令第一 SCS 10A 和第二 SCS 10B 搜索各自的存储器来查找传输的开始。所选的第一 SCS 10A 是配置在无线发射机与之通信的基站上的 SCS 或者靠近无线发射机通信基站的 SCS。换言之，第一 SCS 10A 是为其分配作为主信道的控制信道的 SCS。如果第一 SCS 10A 成功地判断并

报告传输的开始，那么定位处理使用下面描述的装置继续进行。
如果第一 SCS 10A 不能成功的确定传输的开始，则第二 SCS 10B 报告传输的开始，然后定位处理继续进行。

无线定位系统还对话音信道传输使用这些装置。对于包含在任务分配列表中的所有触发，无线定位系统监控指定接口以等待属于那些触发的消息。例如，重要的消息包括，话音信道分配消息、切换消息、跳频消息、功率增加/功率降低消息、定向重试消息、终止消息以及其它类似的操作和状态消息。无线定位系统不断地维护 AP 14 状态表中无线发射机的状态拷贝。每当无线定位系统检测到属于任务分配列表的消息时，无线定位系统就更新它自己的状态表。此后，无线定位系统可每隔一定的时间间隔触发执行定位处理，访问状态表来精确地判断无线发射机当前使用哪一个小区站点、扇区、RF 信道以及时隙。这里的实例描述了无线定位系统和基于 GSM 无线通信系统接口的装置。无线定位系统还支持和基于其它空中接口的系统类似的功能。

对于某些空中接口，比如 CDMA，无线定位系统还在状态表中存储某些来自控制信道访问脉冲串的标识信息；这些信息将在后面用来解码用于话音信道的掩码。例如，CDMA 空中接口协议使用无线发射机的电子序列号（ESN）来部分确定用在话音信道传输编码的长码掩码。因为很多无线发射机只传输一次，所以无线定位系统在状态表中维护任务分配列表中条目的这些信息；例如，很多 CDMA 移动发射机只在无线发射机在地理区域激活后的第一访问脉冲串中传输它们的 ESN。在无线定位系统和无线通信系统间的接口不可使用和/或无线定位系统不监控某个无线通信系统内部接口的情况下，独立确定长码掩码的这种能力很有用。无线定位系统的操作员可自由设置无线定位系统维护所有无线发射机的标识信息。除了上面的原因之外，无线定位系统还可提供对所有通过拨叫“911”触发定位处理的无线发射机的话音信道跟踪。如前所述，无线定位系统使用动态的任务分配在拨叫“911”后指定的时间提供对无线发射机的定位。通过维护状态表中

所有无线发射机的标识信息，无线定位系统能在指定触发事件发生的情况下对所有的发射机进行话音信道跟踪，而不仅仅是对任务分配列表中有预先条目的那些发射机。

应用接口

使用 AP 14，无线定位系统支持多种到终端用户和载波定位应用的使用诸如 TCP/IP、X.25、SS-7 和 IS-41 之类安全协议的标准接口。AP 14 和外部应用的每个接口都是经过认证的安全连接，它允许 AP 14 检验连接到 AP 14 的标识。这是必要的，因为每个连接到的应用只限于访问实时和/或历史的位置记录。此外，AP 14 还支持其它附加的命令/响应、实时和后处理功能，将在下面对它们进行详细介绍。访问这些附加的功能也需要认证。AP 14 维护一个用户列表，认证也就意味着和每个用户对应关联。如果应用对位置记录或功能没有适当的认证或者访问权限，那它就不能访问这些位置记录或功能。此外，AP14 还记录每个应用所做的所有操作，这样在出现问题或者后面需要调查操作时就可使用这些记录。对于下面列表中的每个命令或功能，AP 14 都愿意支持对每个操作或者每个操作的结果进行适当确认的协议。

编辑任务分配列表——这个命令允许外部应用添加、删除或者编辑任务分配列表中的条目，其中包括和每个条目相关的任何域任何标记。这个命令可对单个条目操作，也可对一批条目操作，对一批条目操作时在单个命令中包含一个条目列表。后面这种操作很有用，例如，在诸如外部应用支持大量无线发射机的位置敏感计费应用的大批量应用中，并且最好这种操作的协议开销也最小。这个命令可添加或者删除用于任务分配列表中特定条目的应用，但是，如果还包含发出命令的用于未关联或未授权的其它应用，那么这个命令就不能完全删除这个条目。

设置定位时间间隔——可把无线定位系统设置成每隔一定的时间间隔就在控制信道或者话音信道上对特定的无线发射机执行定位处

理。例如，在发射机使用话音信道时，某些应用每隔几秒钟就需要知道无线发射机的位置。当无线发射机开始传输时，无线定位系统就开始用任务分配列表中的标准条目触发。如果条目中的某个域或者标记说明在设置的时间间隔进行位置更新，那么无线定位系统就在由定时器而不是标识或其它传输的判断标准触发的任务分配类别中创建动态任务。定时器的定时范围从 1 秒钟到几个小时，每次定时器到期，无线定位系统将自动触发定位该无线发射机。无线定位系统使用与无线通信系统的接口查询无线发射机的状态，其中包括前面描述的话音信道的参数。如果无线发射机使用话音信道，那么无线定位系统执行定位处理。如果无线发射机当前没有进行任何传输，无线定位系统就命令无线通信系统让该无线发射机立即传输。当设置了动态任务时，无线定位系统还设置动态任务结束的期限。

终端用户添加/删除——这个命令由无线发射机的终端用户执行，它把无线发射机的标识存入启动了定位处理的任务分配列表中、从任务分配列表中删除无线发射机的标识从而不再把标识作为触发器、或者把无线发射机的标识存入关闭了定位处理的任务分配列表中。当终端用户关闭定位处理时，也就是禁止定位处理时，无线发射机不进行任何定位处理。无线定位系统的操作员可响应终端用户的禁止定位处理命令选择无线定位系统所进行的如下操作之一：（i）禁止操作能覆盖任务列表中的所有其它触发，包括由诸如“911”之类的紧急呼叫引起的触发。（ii）禁止操作能覆盖任务分配列表中除了由诸如“911”之类的紧急呼叫引起的触发之外的任何其它触发。（iii）任务分配列表中的其它某些触发能覆盖禁止操作。在第一种情况中，终端用户完全控制无线发射机传输的隐私，因为在这种发射机上不会因为任何原因执行定位处理。在第二种情况中，终端用户在紧急情形下仍使用定位处理，但在其它时间不使用。在第三种情况的一个实例是，雇主即特定无线发射机的真正的所有者可覆盖雇员即在工作中使用无线发射机但不想被定位的人的终端用户操作。如上所述，无线定位系统可查询无线通信系统以获得包含在无线发射机中的标识到其它

标识的映射。

终端用户的添加和删除受字符和数字拨叫序列以及按下无线发射机上“发送”或等价按钮的影响。无线定位系统的操作人员可了解并选择它们的序列。例如，禁止定位处理的序列可以是“*55 发送”。也可用其它序列。当终端用户拨叫指定的序列时，无线发射机在无线通信系统的某个指定控制信道传输这个序列。既然无线定位系统独自检测和解调所有的反向控制信道传输，无线定位系统可独自解释指定的拨叫序列并对任务分配列表进行正确的功能更新，如上所述。当无线定位系统完成对任务分配列表的更新时，无线定位系统命令无线通信系统向终端用户发送确认。如前所述，这可采用可听得到的声音、录音或者合成的声音或者是文本消息。在无线定位系统和无线通信系统间的接口上执行这个命令。

命令传输——这个命令允许外部应用引起无线定位系统向无线通信系统发送命令使得特定的无线发射机或者无线发射机组传输。这个命令可包含一个指示无线发射机应立即传输还是在指定时间传输的标记或域。因为该传输将被检测、解调和触发，导致定位处理和生成位置记录，所以这个命令可根据命令定位无线发射机。这在消除或减少确定位置中诸如等待无线发射机下一个注册时间或者等待发生独自传输的时延方面很有用。

外部数据库查询和更新——无线定位系统包括这样的装置，可用它来访问外部数据库、使用传输或触发判断标准中无线发射机标识或其它参数查询外部数据库以及把来自外部数据库的数据和无线定位系统生成的数据合在一起以创建新的增强位置记录。然后把增强位置记录转发给发出请求的应用。例如，外部数据库可包含这些数据元素，比如客户信息、医疗信息、申请功能、应用相关信息、客户帐号信息、联系信息或者针对定位触发事件的指定操作集。无线定位系统还可更新外部数据库，例如，增加或减少和提供定位服务相关的计费计数器，

或者用特定无线发射机的最新位置记录更新外部数据库。无线定位系统包含执行这里描述的多个外部数据库上的操作的装置。要访问以及后面操作要处理的外部数据库的这个列表和序列包含在任务分配列表触发判断标准中的某个域中。

随机匿名定位处理——无线定位系统包含执行大规模随机匿名定位处理的装置。这个功能对某些类型的需要收集大量有关无线发射机分布而不考虑单个发射机标识的数据的那些应用很有价值。这种类型的应用包括：RF 优化，它使得无线载波通过同时确定位置以及传输的其它参数来测量无线通信系统的性能；交通管理，这使得政府机构和商业办事处可使用车辆中无线发射机行进的重要统计值来监控各高速公路上的交通流量；局部交通估计，这使得商业企业可估计特定区域周围的交通流量来帮助确定某种商业的发展能力。

请求随机异常定位处理的应用可从两个来源接收位置记录：（i）其它应用生成的位置记录拷贝；（ii）无线定位系统不考虑任何判断标准随机触发的位置记录。任何一个来源生成的所有位置记录在转发时都从位置记录中删掉所有的标识和触发判断标准信息；但是发出请求的应用可确定记录是由完全随机的处理生成还是来自其它触发判断标准的拷贝。只要处理和通信资源可用并且将在特定时刻没有被使用，无线定位系统中对随机选择的传输执行定位处理低优先级的任务就可生成该随机的位置记录。发出请求的应用可说明随机定位处理是在无线定位系统的整个覆盖区域执行、在指定的地理区域比如沿着指定的高速公路执行，还是在指定小区站点的覆盖区域执行。从而，发出请求的应用能把无线定位系统的资源引导到各应用最感兴趣的那些区域。根据应用需要的随机性，无线定位系统可调整随机选择某些类型传输的优先级，例如，注册消息、发起消息、寻呼响应消息或者话音信道传输。

地理区域组的匿名跟踪——无线定位系统包含触发对指定地理区

域无线发射机匿名组反复进行定位处理的装置。例如，某个定位应用需要监控无线发射机在指定时间内的行进路线，但无线定位系统没有给出无线发射机的标识。这个时间可能是几个小时、几天或者几个星期。使用这个装置，无线定位系统：在应用关注的地理区域中随机选择一个发起传输的无线发射机；对感兴趣的传输执行定位处理；不可逆地把无线发射机地标识转换并加密成新编码的标识符；只把新编码的标识符作为识别方法来创建位置记录；把位置记录转发给请求位置的应用；在任务分配列表中为无线发射机创建动态任务，其中动态任务有一个终止期限。随后，只要指定的无线发射机开始传输，无线定位系统就被动态任务触发，执行对感兴趣传输的定位处理，使用和前面相同的装置不可逆地把无线发射机地标识转换并加密成新编码的标识符从而编码的标识符相同，用编码的标识符创建位置记录，把位置记录转发给请求位置的应用。这里描述的装置可和无线定位系统的其它功能组合到一起使用控制信道传输或者话音信道传输来执行这种类型的监控。此外，这里描述的装置完全保护无线发射机的私有标识，但使得其它的种类应用可监控无线发射机的行进方式。这种应用在确定新公路规划和设计、修改路线规划或者构建商业零售店方面很有用。

位置记录分组、排序和标注（Labeling）——无线定位系统包含为某些请求应用后处理位置记录以对位置记录进行分组、排序或者标注的装置。对于无线定位系统支持的每个接口，无线定位系统存储应用请求并有权处理的数据类型的概况以及应用所需要的过滤器或者后处理操作类型。很多应用，比如这里提到的例子，并不需要单个的位置记录或者单个发射机的指定标识。例如，RF 应用从用于特定小区站点或者信道的位置记录的大量数据集合中获取的数值要比从单个位置记录中获取的数值多。另外一个例子，交通监控应用只需要知道指定公路或者高速公路上发射机的位置记录，并根据公路或者高速公路的路段和行进的方向把这些记录分组。其它应用可请求无线定位系统转发已格式化的位置记录以通过调整发射机位置估计来提高可视显示

效果，从而发射机的位置直接显示在电子地图上所画的公路段上而不是该公路段的附近。因此，无线定位系统最好将位置估计“归并”到画出来的最接近的路段上。

无线定位系统可将只和特定小区站点、扇区、RF 信道或者 RF 信道组通信的无线发射机的位置记录过滤并报告给应用。在向发出请求的应用转发记录前，无线定位系统先验证记录中的适当域确实满足要求。不满足要求的记录不会转发，只转发满足要求的记录。有些过滤器是地理的，必须由无线定位系统计算。例如，无线定位系统可处理位置记录以确定最近的路段以及在该路段上无线发射机的行进方向。然后，无线定位系统只向特定路段上的应用转发记录，通过添加一个包含确定的路段的域进一步增强位置记录。为了确定最接近的路段，发出请求的应用为无线定位系统提供一个感兴趣的路段数据库。这个数据库在表中存储每个路段的端点的经度和纬度坐标。可将每个路段模型化为直线或者曲线，它们可支持单向或双向行进。然后对于无线定位系统确定的每个位置记录，无线定位系统把位置记录中的经度和纬度和存在数据库中公路段相比较，确定连接该段端点和位置记录经度和纬度的模型化线的最短长度。最短长度是一个计算的假想线，它和连接存储路段两端点的线垂直。当确定最接近的路段时，通过把定位处理报告的无线发射机行进方向和路段的方向相比较，无线定位系统可进一步确定在该路段上行进的方向。然后，无线定位系统报告相对于路段方向误差最小的方向。

网络操作控制台（NOC）16

NOC 16 是个网络管理系统，它允许无线定位系统操作员很容易就可访问无线定位系统的设计参数。例如，在有些城市中，无线定位系统可包含成千上万个 SCS 10。NOC 是具有图形化用户界面的管理大型无线定位系统的最有效方法。如果无线定位系统中的某些功能没有正常运行，NOC 还可接收到实时的报警。操作员可利用这些实时报警迅速采取纠正措施，避免定位服务的降级。无线定位系统的试验表

明系统维护高定位精度的能力与操作员保证系统在预定参数范围内运行直接相关。

定位处理

无线定位系统能用两种不同的方法执行定位处理，分别是基于中心的处理和基于站的处理。这两种技术在专利 5,327,144 中首次披露，在本文中进一步改进。定位处理部分依赖于精确确定在多个天线和多个 SCS 10 上接收到的信号的某些相位特征的能力。因此，无线定位系统的一个目标是识别和删除阻止定位处理确定所接收信号特征的相位误差的来源。相位误差的一个来源位于无线发射机本身内部，即允许电话调节到特定信道传输的振荡器（通常是晶体振荡器）和锁相环。有些空中接口规范，比如 IS-136 和 IS-95A，有传输无线电话可夹杂相位噪声方面的规范。其它空中接口规范，比如 IS-553A，没有严格地说明相位噪声。因此本发明的一个目标是通过自动选择使用基于中心的处理或者基于站的处理来自动减少和/或消除部分作为定位处理中相位误差源的无线发射机相位噪声。自动选择还考虑 SCS 10 与 TLP 12 之间所用通信链路的有效性以及每个 SCS 10 和 TLP 12 上 DSP 资源的可用性。

当使用基于中心的处理时，TDOA、FDOA 的确定和多径效应处理在 TLP 12 中和位置、速度的确定一起执行。当无线发射机的相位噪声超过预定门限时优先选择这种方法。在很多情况下，基于中心的处理在减少或消除作为相位误差源的无线发射机相位噪声方面最有效，因为用来自两个天线的实际 RF 传输的数字化表现形式来执行 TDOA 估计，这两个天线可能在同一个 SCS 10 上也可能在不同的 SCS 10 上。在这种方法中，本领域的一般技术人员可认识到发射机的相位噪声是 TDOA 处理中的共有模式噪声，因此可在 TDOA 判断过程中将其自我消除。这种方法对相位噪声很高的低价格 AMPS 蜂窝电话的运行效果最好。在基于中心的处理中的基本步骤如图 6 中的流程图所示，它包括如下步骤：

无线发射机发起控制信道上或者话音信道上的传输（步骤 S50）；
在无线定位系统中的多个天线和多个 SCS 上接收到传输（步骤 S51）；

在连接到每个天线的接收机中把传输转换成数字格式（步骤 S52）；

把数字数据存储在每个 SCS 10 中的存储器中（步骤 S53）；

解调传输（步骤 S54）；

无线定位系统确定是否开始对该传输的定位处理（步骤 S55）；

如果被触发，TLP 12 从多个 SCS 的存储器中请求数字数据的拷贝（步骤 S56）；

从多个 SCS 10 向所选的 TLP 12 发送数字数据（步骤 S57）；

TLP 12 对来自天线对的数字数据执行 TDOA、FDOA 和多径效应减轻（步骤 S58）；

TLP 12 用 TDOA 数据进行定位和速度确定，创建位置记录并将其转发给 AP 14（步骤 S59）。

在从 SCS 10 向 TLP 12 发送数字数据时，无线定位系统使用可变的位数来表示传输。如前所述，为了获得足够的动态范围，SCS 接收机采用高分辨率或者每次采样使用多位数来数字化无线传输。在使用可能同时接收靠近 SCS 10A 远离 SCS 10B 的信号的宽带数字化接收机时，更加需要这样。例如，表示 84dB 的动态范围最多需要 14 位。但是，定位处理并不总是对每个数字采样都需要高分辨率。通常，无线定位系统每次数字采样用较少的位数就可获得足够的定位精度。因此，为了通过保留每个 SCS 10 和 TLP 12 之间通信链路的带宽使得无线定位系统的实现代价最小，无线定位系统确定在保证所需精度的前提下数字化表示传输所需的最少位数。这个判断是根据无线发射机使用的特定空中接口协议、传输的 SNR、衰落和/或多径传输干扰传输的程度以及每个 SCS 10 中处理和通信队列的当前状态作出的。可从两个方面减少从 SCS 10 发送到 TLP 12 的位数：减少每次采样的位数，在定位处理中使用传输可用的最短长度或者最少的段。TLP 12 使用最

小的 RF 数据执行定位处理，然后把这个结果和要求的精度相比较。这个比较是在可信的时间间隔计算结果基础上执行的。如果位置估计不在所要求的精度范围内，TLP 12 再次向所选的 SCS 10 请求额外数据。这些额外数据可能包含每采样的额外位数和/或传输的更多段。请求额外数据的过程反复进行直到 TLP 12 达到预定的定位精度为止。

在上面描述的基本步骤中还包含其它一些细节。在专利 5,327,144 和 5,608,410 以及本文的其它部分中对它们有所描述。其中对早先专利中所描述过程的一个改善是对用于定位处理中各基线的单个基准 SCS/天线的选择。在现有技术中，使用电话周围的天线对来确定基线。在本发明的无线定位系统中，尽管还要采用下面所述的其它判断标准，但所用的单个基准 SCS/天线通常是 SNR 最高的信号。在用在定位处理中的其它 SCS/天线较弱比如和背景噪声基本接近或者低于背景噪声（即信噪比为 0 或为负）时，使用高 SNR 的信号作为基准有助于基于中心的定位处理。当使用基于站的定位处理时，基准信号是重新调制的信号，有意地让该信号具有很高的信噪比，进一步帮助使用其它 SCS/天线上的极弱信号进行的定位处理。我们将在下面介绍基准 SCS/天线的实际选择。

无线定位系统通过先递归估计直接路径部分之外的其它多径部分，然后从接收信号中减去这些部分，从而减轻多径效应的影响。因此，无线定位系统建立接收信号的模型，把模型和实际接收到的信号相比较，并用加权最小平方差尽量减小两者之间的差别。对于无线发射机传输的每个信号 $x(t)$ ，各 SCS/天线上接收到的信号是信号的复杂组合：

$$y(t) = \sum x(t - \tau_n) a_n e^{j\omega(t - \tau_n)}, n \text{ 从 } 0 \text{ 到 } n$$

其中 $x(t)$ 是无线发射机传输的信号； a_n 和 τ_n 是多径部分的复合振幅和时延； N 是多径部分总数； a_0 和 τ_0 是最直接路径部分的常量。

无线定位系统的操作员根据经验确定用于无线定位系统在其中运

行的特定环境的各多径部分的约束集。约束的目的是限制无线定位系统在优化各多径减轻计算结果上所花费的时间。例如，可将无线定位系统设置成只确定多径的四部分：第一部分的时延处于 τ_{1A} 到 τ_{1B} 之间；第二部分的时延处于 τ_{2A} 到 τ_{2B} 之间；第三部分的时延处于 τ_{3A} 到 τ_{3B} 之间；第四部分也与之类似；但第四部分是能有效地表示时延超出第三个范围的数百个（有些分散）多径部分复杂组合的一个值。为了便于处理，无线定位系统把前面的等式变换到频域，然后对单个部分处理从而使得加权最小平方差最小。

当使用基于站的处理时，TDOA 和 FDOA 确定以及多径效应减轻都在 SCS 10 中执行，而位置和速度判断在 TLP 12 中执行。如专利 5,327,144 中所述，基于站的处理的主要优点是减少了在每个 SCS 10 和 TLP 12 间通信链路上的数据数量。但是，还有其它一些优点。本发明的一个新目标是增加 TDOA 处理过程中的有效信号处理增益。如前所述，基于中心的处理具有消除或者减少由无线发射机相位噪声引起的相位误差的优点。但是前面的介绍中没有说明在使用基于站的处理时怎样消除或减少同样的相位噪声误差。使用如图 6 所示的步骤，本发明减少了相位误差，并增加了有效信号处理增益，这些步骤如下所示：

无线发射机启动在控制信道或者话音信道上的传输（步骤 S60）；
在无线定位系统中的多个天线和多个 SCS 10 上接收到这个传输（步骤 61）；

在连接到的每个天线的接收机中把传输转换成数字格式（步骤 62）；

把数字数据存储储在 SCS 10 中（步骤 S63）；

解调传输（步骤 S64）；

无线定位系统确定是否开始对传输的定位处理（步骤 S65）；

如果被触发，第一 SCS 10A 解调传输并确定合适的相位修正时间间隔（步骤 S66）；

在每个相位修正时间间隔中，第一 SCS 10A 计算合适的相位修

正和振幅修正，并将相位和振幅修正和解调的数据一起编码（步骤 S67）；

把解调的数据、相位修正以及振幅修正参数从第一 SCS 10A 发送给 TLP 12（步骤 S68）；

TLP 12 确定用在定位处理中的 SCS 10 和接收天线（步骤 S69）；

TLP 12 把解调的数据、相位修正和振幅修正参数发送给每个将用在定位处理中的第二 SCS 10B（步骤 S70）；

第一 SCS 10A 和每个第二 SCS 10B 基于解调数据创建一个第一重调制信号和相位修正、振幅修正参数（步骤 S71）；

第一 SCS 10A 和每个第二 SCS 10B 用存储在存储器以及第一重调制信号来执行 TDOA、FDOA 和多径效应减轻（步骤 S72）；

从第一 SCS 10A 和每个第二 SCS 10B 向 TLP 12 发送 TDOA、FDOA 和多径效应减轻数据（步骤 S73）；

TLP 12 用 TDOA 数据进行位置和速度确定（步骤 S74）；

TLP 12 创建一条位置记录，并将该位置记录转发给 AP 14（步骤 75）。

确定相位修正和振幅修正参数的优点在基于 IS-95A 的 CDMA 无线发射机的定位中是最明显的。众所周知，IS-95A 发射机的反向传输采用非相干调制。对于每秒 4800 比特速率的 CDMA 接入信道来说，每比特要发送 256 个码片，可获得 24dB 的综合增益。使用前面描述的技术，各 SCS 10 中的 TDOA 处理可集成超过 160 毫秒的脉冲串（196,608 个码片）来产生 53dB 的综合增益。即使配置了 SCS 10 的基站不能检测同样的 CDMA 传输，这个额外的处理增益也使得本发明可用 SCS 10 检测和定位 CDMA 传输。

对于特定的传输，如果计算的相位修正参数或者振幅修正参数是 0 或者说不需要修正，那么为了节省在各 SCS 10 和 TLP 12 间通信链路上传输的位数，就不再发送这些参数。在本发明的其它实施例中，无线定位系统可把固定的相位修正时间间隔用于特定空中接口的特定

传输或者所有传输、或者特定类型无线发射机进行的所有传输。例如，这可能建立在无线定位系统在某段时期内所采集的、不同种类发射机的相位噪声表现出合理一致性的经验数据的基础上。在这些情况中，SCS 10 就可省掉确定适当相位修正时间间隔的处理步骤。

本领域的一般技术人员知道有很多测量无线发射机相位噪声的方法。在其中的一个实施例中，可在 SCS 中的 DSP 中生成在第一 SCS 10A 上接收到纯的没有噪声的重新调制信号拷贝，然后把接收到的信号和各相位修正时间间隔比较，直接测量相位差。在这个实施例中，把相位修正参数作为相位修正时间间隔内相位差的负数。用来表示相位修正参数的位数随着相位修正参数的大小变化，每个相位修正时间间隔中的位数也可能不同。有些传输在传输早期表现出更大的相位噪声而在传输中期或者后期的噪声少一些。

基于站的处理对相位噪声相对较低的无线发射机最有用。尽管这并不是它们各自的空中接口标准所必需的，但是使用 TDMA、CDMA 或者 GSM 协议的无线电话的相位噪声通常都比较低。当无线发射机的相位噪声增加时，相位修正时间间隔减小并且/或者用来表示相位修正的参数位数增加。当用来表示解调数据加上相位修正和振幅参数的位数超过基于中心处理所需的预定位数时，基于站的处理不是很有效。因此，本发明的目标是自动为定位所需要的每个传输确定是使用基于中心的处理还是使用基于站的处理来处理定位。作出该判断的步骤如图 7 所示，这些步骤包括如下步骤：

无线发射机发起控制信道上或者话音信道上的传输（步骤 S80）；

在第一 SCS 10A 上接收到这个传输（步骤 81）；

在连接到每个天线的接收机中把传输转换成数字格式（步骤 82）；

无线定位系统确定是否开始对传输的定位处理（步骤 S83）；

如果被触发，第一 SCS 10A 解调传输并估计合适的相位修正时间间隔和编码相位修正和振幅修正参数所需的位数（步骤 S84）；

然后，第一 SCS 10A 估计用于基于中心处理所需的位数；根据

每种方法的位数，SCS 10 或者 TLP 12 确定是使用基于中心的处理还是使用基于站的处理来执行对该传输的定位处理（步骤 S85）；

在本发明的另外一个实施例中，无线定位系统可把基于中心的处理或者基于站的处理用于特定空中接口协议的所有传输，或者某种类型无线发射机的所有传输。例如，这可能建立在无线定位系统在某段时期内所采集的、不同种类发射机的相位噪声表现出合理一致性的经验数据的基础上。在这些情况中，SCS 10 和/或 TLP 12 就可省掉确定适当处理方法的处理步骤。

本发明用于基于中心的处理和基于站的处理的进一步的改善是在最终的无线发射机位置和速度确定中使用包括基线在内的门限判断标准。对于每个基线，无线定位系统计算如下这些参数：基准 SCS/天线在计算基线中使用的 SCS/天线端口，峰值，均值，用在基线和定位处理时间间隔中的 SCS/天线端口上接收到的传输功率的变化，用在基线中的 SCS/天线和基准 SCS/天线之间频谱互相关性的值，基线的时延，多径效应减轻参数，在多径效应减轻计算后剩下的值，SCS/天线对最终定位方案中加权 GDOP 的作用，以及如果最终定位方案中包括基线，该基线适当值的量度。包含在最终定位方案中的每个基线都满足或者超出这里所述的各参数的门限值。如果基线不能满足一个或多个门限标准，那么就从定位方案中去除该基线。因此，实际用在最终定位方案的 SCS/天线数量常常要比考虑的总数量小。

在专利 5,327,144 和 5,608,410 中披露了定位处理使得下面的最小平方差（LSD）最小的方法，该最小平方差为：

$$LSD = [Q_{12}(\text{Delay_}T_{12} - \text{Delay_}O_{12})^2 + Q_{13}(\text{Delay_}T_{13} - \text{Delay_}O_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(\text{Delay_}T_{xy} - \text{Delay_}O_{xy})^2]$$

在本实施例中，为了使得定位处理代码更为有效，把该等式变成下面的形式：

$$LSD = \sum (TDOA_{0i} - \tau_i + \tau_0)^2 w_i^2, \text{ 其中 } i \text{ 从 } 1 \text{ 到 } N-1$$

其中 N=用在定位处理中的 SCS/天线的数量;

$TDOA_{0i}$ =从基准小区 0 开始的第 i 个小区的 TDOA;

τ_i =从无线发射机到第 i 个小区的视线传播时间的理论线
(theoretical line of sight propagation time) ;

τ_0 =从发射机到基准小区的视线传播时间的理论线;

w_i =用于第 i 个基线的权值或者质量因子。

在本实施例中, 无线定位系统还使用该等式的另外一种形式, 它可在基准信号不强或者使用该等式前一形式会在定位方案中引起偏差时帮助确定定位方案, 该形式的等式为:

$$LSD' = \sum (TDOA_{0i} - \tau_i)^2 w_i^2 - b^2 \sum w_i^2, \text{ 其中 } i \text{ 从 } 1 \text{ 到 } N-1$$

其中 N=用在定位处理中的 SCS/天线的数量;

$TDOA_{0i}$ =从基准小区 0 开始的第 i 个小区的 TDOA;

$TDOA_{00}$ 设为 0;

τ_i =从无线发射机到第 i 个小区的视线传播时间的理论线;

b=为各理论点所分别计算的偏差, 所述理论点使得该点上的 LSD' 最小化;

w_i =用于第 i 个基线的权值或者质量因子。

等式的 LSD' 形式通过把 w_0 取为其它权值中的最大值或者根据基准小区上相关信号强度确定 w_0 , 为消除基准站点上定位方案中的偏差提供了一种更为简单的方法。注意如果 w_0 比其它权值大很多, 那么 b 大约和 τ_0 相等。通常, 权值或者质量因子都建立在和上面讨论的包含基线的门限判断标准相类似的判断标准的基础之上。亦即, 判断标准的计算结果用于权值, 当低于门限时, 就把权值设置为 0, 并不用于

最终定位方案的确定中。

定位处理的天线选择过程

以前的发明和公开，比如前面提到的那些，描述了这样的技术，即为了确定位置需要第一、第二或者第三天线、小区站点或者基站。专利 5,608,410 还进一步披露了一个动态选择子系统（DSS），该系统负责确定哪些天线站点位置的哪些数据帧用于计算作出响应的传输的位置。在 DSS 中，如果从超过门限数量的站点接收数据帧，DSS 就判断哪些作为候选哪些要排除在外，然后动态的组织用于定位处理的数据帧。DSS 通常使用比最小天线站点数量多的天线站点，从而过度地确定方案。此外，DSS 确保用在定位处理的所有传输都接收自同一发射机的同一传输。

但是，前面发明的优选实施例存在几个局限。首先，每个天线站点（或小区站点）只使用一个天线，或者在传输到中心站点前先在一个天线站点（或小区站点）上把来自两个或四个分散天线的数据组合到一起。此外，接收到传输的所有天线站点都向中心站点发送数据，即使 DSS 后来丢弃了这些数据帧。因此，可能会浪费通信带宽用来发送无用数据。

本发明发现尽管为了确定位置最少只需要两个或三个站点，但用在定位处理中的天线和 SCS 10 的实际选择对定位处理的影响很大。此外，最好在定位处理中的每个 SCS 上使用多个天线。在定位处理中独自地使用来自小区站点上多个天线数据的原因在于每个天线上接收到的信号受多径效应、衰落以及其它干扰的影响都是不一样的。众所周知，当两个天线距离上分开超过一个波长，那么每个天线都会各自独立的路径上接收信号。因此，使用多个天线，常常可获得无线发射机位置的额外的不同信息，从而可以改善无线定位系统减轻多径效应影响的能力。

因此, 本发明的一个目标是提供一种改进的方法, 以使用来自定位处理中 SCS 10 上多个天线的信号。另外一个目标是提供一种方法来改善用来选择用在定位处理中的协作天线和 SCS 10 的动态处理。第一个目标通过在 SCS 10 中提供装置以选择和使用定位处理中 SCS 上任意数量的天线上采集来的任何数据段的方法来实现。如前所述, 小区站点上的每个天线连接到 SCS 10 内部的接收器上。每个接收器把从天线接收到的信号转换成数字形式, 然后把数字化信号暂时存储在接收器的存储器中。TLP 12 提供了一些装置来指导 SCS 10 从接收机的暂时存储器中检索数据段, 并提供用于定位处理的数据。通过在无线定位系统内提供监控用于接收无线定位系统要定位的传输的大量天线的方法, 然后根据预定的参数集合选择用在定位处理中的更小的天线集合实现第二个目标。该选择过程的一个实例如图 8 的流程图所示, 它包括如下步骤:

无线发射机启动控制信道上或者话音信道上的传输(步骤 S90);
在无线定位系统中的多个天线和多个 SCS 10 上接收到这个传输(步骤 91);

在连接到每个天线的接收机中把传输转换成数字格式(步骤 92);
把数字数据存储在每个 SCS 10 的存储器中(步骤 S93);

在至少一个 SCS 10A 上解调传输, 并确定发生传输的信道号和正在为无线发射机服务的小区站点扇区(步骤 S94);

根据正在服务的小区站点和扇区, 把某个 SCS 10A 指定为处理该传输的主 SCS 10(步骤 S95);

主 SCS 10A 确定与解调数据相关联的时间戳(步骤 S96);

无线定位系统确定是否开始对传输的定位处理(步骤 S97);

如果定位处理被触发, 无线定位系统确定用在定位处理中的 SCS 10 和天线的候选列表(步骤 S98);

每个候选 SCS/天线在主 SCS 10A 确定的时间戳测量并报告传输信道号中的一些参数(步骤 S99);

无线定位系统用指定的判断标准来选用候选 SCS/天线, 并选择用在定位处理中的基准 SCS/天线和 SCS/天线的处理列表(步骤

S100) ;

使用来自 SCS/天线的处理列表的数据, 无线定位系统进行前面所述的定位处理 (步骤 S101) 。

选择主 SCS/天线

因为要根据主 SCS/天线的设计来部分确定 SCS 10 和天线 10-1 的候选列表, 所以 “主” SCS/天线的选择过程是很重要的。当无线发射机在特定 RF 信道上传输时, 通常可在信号衰落到低于可解调门限之前传播很远。因此, 往往有很多 SCS/天线可解调该信号。特别是在市区和无线通信系统频率重用模式密集的郊区更是如此。例如, 由于无线的高使用率以及密集的小区站点空间, 发明者测试了在一英里范围内的小区站点上使用相同的 RF 信道和相同的数字色码的无线通信系统。因为无线定位系统独立的解调这些传输, 所以无线定位系统通常可在两个、三个或者更多分散的 SCS/天线上的解调同一传输。当无线定位系统从不同的 SCS/天线上接收到多个解调的数据帧时, 无线定位系统检测该传输已在多个 SCS/天线上多次解调, 其中每个数据帧都有一些低于预定错误位数门限的错误位数, 解调的数据在可接受的错误位数范围之内, 并且所有的数据帧都出现在预定的时间间隔内。

当无线定位系统检测来自多个 SCS/天线的解调数据时, 为了确定把哪一个 SCS/天线指定为主 SCS, 它检查下面的参数: 定位处理时间间隔内的平均 SNR, 在同一时间间隔内 SNR 的方差, 接收到的传输的开始与纯粹前导 (pre-cursor) (对于 AMPS, 即点分 Barker 码) 的相关性, 解调数据中的错误位数, 从传输开始前到传输开始这段时间中 SNR 的变化次数和速率, 以及其它类似参数。通常, 在每个 SCS/天线上在定位处理的整个传输时间长度内或者在更短的时间间隔内确定平均 SNR。依赖于特定空中接口协议, 在各 SCS 10 报告的时间戳之前、之中或者之后的短时间内, 更短时间间隔内的平均 SNR 可通过执行与点分序列和/或 Barker 码和/或同步字的相关性来确定。时间范围通常在时间戳 ± 200 毫秒的范围内。无线定位系统通常用下面的判

断标准来选用 SCS/天线，在组合这些判断标准确定最终结果时其中的每个判断标准都有一定的权值（乘以一个适当的因子）：优先选择低错误位数的 SCS/天线，再选择高错误位数的 SCS/天线，给定 SCS/天线的平均 SNR 必须高于指定的 SCS/天线的预定门限；优先选择平均 SNR 高的 SCS/天线，再选择平均 SNR 低的 SCS/天线；优先选择 SNR 变化小的 SCS/天线，再选择 SNR 变化大的 SCS/天线；优先选择 SNR 变化率快的 SCS/天线，再选择 SNR 变化率慢的 SCS/天线。无线定位系统的操作员可调整应用到各判断标准的权值以适应各系统的特定设计。

基于预定的判断标准集，比如小区站点类型、小区站点上的天线类型、天线的几何形状、某些天线比其它天线权值高的权值因子，来选择 SCS 10 和天线 10-1 的候选列表。权值因子考虑无线定位系统运行的地形、有助于各天线作出良好位置估计的经验数据以及各不同 WLS 装置不同的其它因子。在其中的一个实施例中，无线定位系统选择比指定的距离主站点最大半径（`max_radius_from_primary`）内最多可达最大站点数量（`max_number_of_sites`）的包括所有 SCS 10 的候选列表。例如，在具有很多小区站点的市区或者郊区环境中，可能把站点的最大数量限制为 19。19 个站点包括主站点、环绕主站点的第一圈六个站点（假设采用典型的六边形小区站点分布），以及环绕第一圈的下一圈十二个站点，如图 9 所示。在另外一个实施例中，在郊区或者农村，将最大半径设置成 40 英里以保证最广阔的候选 SCS/天线可用。无线定位系统提供了一些装置来把候选 SCS 10 的总数限制在最大数量（最大候选数量）之内，尽管每个候选 SCS 允许从可用天线中选择最佳端口。这限制了无线定位系统花费在处理特定位置上的时间。例如，可把最大候选数量设置成 32，这意味着在典型的三扇区无线通信系统中，最多可为特定传输的定位处理考虑 $32 \times 6 = 192$ 个天线。为了限制处理特定位置花费的时间，无线定位系统提供了限制用在定位处理中天线数量的处理天线最大数量。处理天线最大数量通常比可选的最大数量小，通常为 16。

在无线系统可根据前面所述的预定判断标准集动态确定候选 SCS 10 和天线列表的同时，无线定位系统还可将固定的候选列表存储在表中。从而，对于无线通信系统中的每个小区站点和扇区，不管无线发射机什么时候开始在小区站点和扇区的发射时，无线定位系统都有一个定义 SCS 10 和天线 10-1 候选列表的表。每次触发定位请求时并不是动态选择候选 SCS/天线，相反当开始定位处理时，无线定位系统直接从表中读取候选列表。

通常，选择大量的候选 SCS 10 来为无线定位系统提供足够的机会和能力来测量和减轻多径效应。对于任一给定的传输，一个或多个 SCS 10 上的一个或多个天线可接收受多径不同程度影响的信号。因此，在无线定位系统内动态地选择比其它天线多径影响更小的天线集合是有好处的。无线定位系统使用各种技术来尽量减轻接收信号中的多径效应；但是它常常是谨慎地选择多径最少的天线集合。

选择基准和协作 SCS/天线

在选择用在定位处理中的 SCS/天线集的过程中，无线定位系统使用多种判断标准来选用候选 SCS/天线，这些判断标准包括：定位处理时间间隔内的平均 SNR，在同一时间间隔内 SNR 的变化，接收到的传输的开始和纯粹前导（对于 AMPS，即点分 Barker 码）和/或来自自主 SCS/天线的解调数据的相关性，与解调该传输的 SCS/天线报告的 on-set 相关的传输 on-set 的时间，从传输开始前到传输开始这段时间中 SNR 的变化次数和比率，以及其它类似参数。通常，上在用于定位处理的整个传输长度中或者在更短的时间间隔内在候选列表中的每个 SCS 上为每个 SCS/天线确定平均 SNR。依赖于特定空中接口协议，在各 SCS 10 报告的时间戳之前、之中或者之后的短时间内，更短时间间隔内的平均 SNR 可通过执行与点分序列和/或 Barker 码和/或同步字的相关性来确定。时间范围通常在时间戳 ± 200 毫秒的范围内。无线定位系统通常用下面的判断标准来选用 SCS/天线，在组合这些判断

标准确定最终结果时其中的每个判断标准都有一定的权值：给定 SCS/天线的平均 SNR 必须高于指定的 SCS/天线的预定门限；优先选择平均 SNR 高的 SCS/天线，再选择平均 SNR 低的 SCS/天线；优先选择 SNR 变化小的 SCS/天线，再选择 SNR 变化大的 SCS/天线；优先选择开始比解调 SCS/天线开始报告近的 SCS/天线，再选择那些开始比较远的 SCS/天线；优先选择 SNR 变化率快的 SCS/天线，再选择 SNR 变化率慢的 SCS/天线；优先选择低增长加权 GDOP 的 SCS/天线，再选择较高增长的加权 GDOP，其中根据主 SCS 估计的路径损失加权。无线定位系统的操作员可调整应用到优先选择的权值以适应各系统的特定设计。用在定位处理中的不同 SCS 10 的数量被最大化到一个预定的限制值；各 SCS 10 上天线的数量也有预定的限制；使用的 SCS/天线的总数也限制在 `max_number_antennas_processed` 之内。把使用上面所述过程的级别最高的 SCS/天线指定为用于定位处理的基准 SCS/天线。

SCS 10 中的最佳端口选择

通常，候选列表或者用于定位处理的列表中的 SCS/天线在特定 SCS 10 上只包含一个或者两个天线。在这些情况中，无线定位系统允许 SCS 10 从特定 SCS 10 上的所有或者某些天线中选择“最佳端口”。例如，如果无线定位系统选择使用第一 SCS 10 上的某个天线，那么第一 SCS 10 就从连接到 SCS 10 的典型的六个天线端口中选择最佳的天线端口，或者只从小区站点的一个扇区的两个天线端口中选择最佳端口。除了选择最佳端口时考虑的所有天线都在一个 SCS 10 上之外，该过程使用和上面描述的选择用于定位处理中的 SCS/天线相同的过程并比较相同的参数来选择最佳天线端口。在为了选择最佳端口对天线进行比较时，SCS 10 还可把接收到的信号分成段，然后测量接收信号各段中的 SNR。SCS 10 可通过如下方法选择 SNR 最高的最佳天线端口：（i）使用大多数段都具有最高 SNR 的天线端口；（ii）把所有段中的 SNR 取平均，使用平均 SNR 最高的天线端口；（iii）使用在任何段中 SNR 都最高的天线端口。

检测冲突和冲突恢复

因为无线定位系统在定位处理中使用来自多个 SCS/天线端口的数据，所以在—个或多个特定 SCS/天线端口接收到的信号就有可能包含来自另外一个无线发射机的信道间干扰（co-channel interference）（即在两个无线发射机间出现了部分或者完全冲突）。还有一个可能是信道间干扰的 SNR 比目标发射机信号的 SNR 高，如果无线定位系统没有检测到，则信道间干扰可能会导致错误地选择 SCS 10 上天线端口、参考 SCS/天线、候选 SCS/天线或者用在定位处理中的 SCS/天线。信道间干扰也可能导致差的 TDOA 和 FDOA 结果，从而导致失败或者很差的位置估计。冲突的概率随着所归属的无线通信系统中小区站点密度的增大而增加，特别是在频率经常重用和无线使用率高的密集的郊区或农村。

因此，无线定位系统包含有用来检测和恢复前面所述的某些类型的冲突的装置。例如，在选择最佳端口、基站 SCS/天线或者候选 SCS/天线的过程中，无线定位系统确定接收信号的平均 SNR 以及在传输时间间隔中的 SNR 方差；当 SNR 方差超过预定门限时，无线定位系统就赋予一个冲突出现的概率值。如果 SCS/天线接收到的信号在单步中增加或者减少它的 SNR，并且增加量或减少量超出预定门限时，无线定位系统就赋予一个冲突出现的概率值。此外，如果远程 SCS 上接收到的信号的平均 SNR 比传播模型预测的平均 SNR 大，给定无线发射机开始传输的小区站点、已知传输功率以及发射机和接收机的天线模式，则无线定位系统就赋予一个冲突出现的概率值。如果冲突出现的概率超过预定的门限，那么无线定位系统执行下面描述的进一步处理来验证冲突是否影响 SCS/天线上接收的信号以及影响的程度有多大。赋予概率值的优点是减少或者消除了对大量没有冲突的传输额外处理。要注意到门限级别、指定的概率以及这里描述的冲突检测和恢复过程的其它细节都是可配置的，即可以根据特定的应用、环境、系统变量等等影响选择的因素作出选择。

为了在基准 SCS/天线判断、最佳端口判断或者定位处理中使用来自特定天线端口的 RF 数据之前，在冲突概率超出预定门限的 SCS/天线上接收传输，无线定位系统最好能核实来自各天线端口的 RF 数据来自正确的无线发射机。这是通过如下方式确定的，例如，通过解调接收到的信号段以核实诸如 MIN、MSID 或其它标识信息是正确的，或者拨叫号码或其它消息特征与初始解调传输的 SCS/天线所接收到的相匹配。无线定位系统还把在天线端口接收到信号的短段和在主 SCS 10 上接收到的信号关联起来以验证关联的结果是在预定门限之上。如果无线定位系统检测到在整个传输中的 SNR 方差在预定门限之上，无线定位系统就把传输分成段，并像这里描述的那样测试每个段来验证段中的能量是主要来自自己选择定位处理的无线发射机的信号还是来自干扰发射机的信号。

即使无线定位系统检测到在特定 SCS/天线上已出现部分冲突，无线定位系统仍可在定位处理中选择使用来自该 SCS/天线的 RF 数据。在这些情况下，SCS 10 使用上面描述的装置来识别接收到的传输中代表来自定位处理选择的无线发射机的部分，以及接收到的传输中包含信道间干扰的部分。无线定位系统可命令 SCS 10 仅发送或者使用接收到的传输中选定的不包含信道间干扰的段。当只用选定的来自 SCS/天线的段确定基线的 TDOA 和 FDOA 时，无线定位系统只使用基准 SCS/天线上接收到的传输的相应段。无线定位系统继续对基线使用未检测到冲突的所有段。在很多情况下，无线定位系统只使用一部分传输就能完成定位处理，并获得可接受的定位误差。即使使用前面的技术失败了，该发明的选择接收到的适当传输子集的能力以及一段一段执行定位处理的能力使得无线定位系统仍能成功地完成定位处理。

多级传递 (Multiple Pass) 定位处理

某些应用需要非常快速地获得无线发射机位置的大体估计，可稍后再发送更为精确的位置估计。例如，这对 E9-1-1 系统很有用，该系

统处理无线呼叫，并且必须很快对呼叫路由作出判断，对于显示在 E9-1-1 呼叫捕获者电子地图终端上的更为精确的位置可等待稍微长一点的时间。无线定位系统用一种新颖的多级传递位置处理模式来支持这些应用。

很多情况下，可用更长的传输段通过更长的积分时间间隔增加的处理增益来提高定位精度。但是更长的传输段在 SCS 10 和 TLP 12 中需要更长的处理时间，并且通过 SCS 10 到 TLP 12 的通信接口传输 RF 数据也要更长的时间。因此，无线定位系统包括这样的装置，用它来标识那些需要快速大致位置估计然后再进行生成更好位置估计的更完全定位处理的传输。重要信号表中包含需要多级传递定位方法的各重要信号的标记。这个标记说明发出请求的位置应用发送初步估计所允许的最大时间，以及发出请求的位置应用发送最终估计所允许的最大时间。无线定位系统通过选择要执行定位处理的传输的子集来执行大致位置估计。例如，无线定位系统可选择主 SCS/天线标识的平均 SNR 最高的段。在用前面描述的方法但只使用传输的子集大致确定位置估计后，TLP 12 把位置估计转发给 AP 14，然后 AP 14 把大致估计转发给发出请求的应用，其中用一个标记说明估计是大致的。无线定位系统使用上述的所有方法执行标准定位处理，并转发位置估计，其中用一个标记说明位置估计的最终状态。无线定位系统可在 TLP 12 中的同一 DSP 上按顺序执行大致位置估计以及最终位置估计，也可在不同的 DSP 上并行执行定位处理。为了满足发出请求的位置应用的最大时间要求，并行处理是必要的。无线定位系统支持同一无线传输的不同位置应用的不同最大时间要求。

甚短基线 TDOA

无线定位系统被设计成可在市区、郊区以及农村运行。在农村，当没有足够的来自单个无线载波的小区站点可用时，无线定位系统的 SCS 10 可部署在其它载波或者其它类型塔上的小区站点，包括 AM 或者 FM 广播站、寻呼以及双向无线塔。在这些情况下，无线定位系统

并不共享无线载波的现有天线，而是要另外安装适当的天线、滤波器和低噪声放大器来匹配要定位的无线传输频带。例如，AM 广播站塔可能需要增加 800MHz 的天线来定位蜂窝带宽的发射机。但是，也有可能出现这些情况，没有可在合理的花费内使用的任何其它类型的塔，那么就必须把无线定位系统部署在无线载波的少数几个塔上。在这些情况下，无线定位系统支持称作甚短基线 TDOA 的天线模式。在其它天线安装在一个小区站点塔从而把天线放置在距离不到一个波长的位置时这种天线模式将被激活。每个小区站点仅需要增加一个天线，从而无线定位系统使用扇区中的现有接收天线和另外一个紧邻现有接收天线的天线。通常，扇区中的这两个天线的放置方向使得主电波的主轴或者方向线是平行的，这样可精确确定这两个天线元素间的空间。此外，校准 SCS 10 中从天线元素到接收机的两个 RF 路径。

在正常模式下，无线定位系统确定用于距离很多波长的天线对的 TDOA 和 FDOA。对于使用两个不同小区站点天线的基线上的 TDOA 来说，天线对之间相距成千上万个波长。对于使用同一小区站点上天线的基线上的 TDOA 来说，天线对间相距几百个波长。在任何一种情况中，TDOA 的判断有效地产生对分基线并通过无线发射机的位置的双曲线。当天线相距多个波长时，接收到的信号沿各自独立的路径从无线发射机到各天线，其中经历不同的多径和多普勒变换。但是，当两个天线的相距不到一个波长时，接收的两个信号沿着相同的路径，并经历相同的衰减、多径和多普勒变换。因此无线定位系统的 TDOA 和 FDOA 处理通常产生 0（或接近 0）赫兹的多普勒变换，零到一纳秒的时间差。短时间差和甚短基线上两个天线接收到的信号之间的明确相位差等价。例如，在 843MHz，AMPS 反向控制信道传输的波长大约是 1.18 英尺。0.1 纳秒的时间差和接收到的大约 30 度的相位差等价。在这种情况下，TDOA 测量生成一条基本呈直线的双曲线，仍通过无线发射机的位置，并且其方向是从甚短基线上两个天线形成的平行线旋转 30 度的方向。当把单个小区站点上的这个甚短基线 TDOA 和在两个小区站点间基线上 TDOA 测量经过组合到一起时，无线定位

系统只用两个小区站点就可得到位置估计。

用于提高定位精度的带宽监控方法

目前,在美国,AMPS 蜂窝发射机是主要的无线发射机,并且 AMPS 反向话音信道传输通常是通过话音和监测音 (supervisory audio tone) 调制的 FM 信号。话音调制是标准的 FM, 直接和使用无线发射机的人所说的话音成正比。在典型的交谈中, 每个人说话的时间不到 35%, 也就是说在大部分时间内反向话音信道没有针对话音的调制。不管有没有话音, 反向信道不断的由 SAT 调制, 无线通信系统用 SAT 来监控信道状态。SAT 调制速率大约为 6KHz。话音信道支持带内消息, 它们用于转接控制以及其它应用, 比如建立三方呼叫、在接听第一个呼叫的同时接听第二个呼入, 或者响应来自无线通信系统的“审计”消息。尽管这些消息在话音信道上传输, 但它们具有和控制信道消息类似的特征。这些消息并不经常传输, 定位系统忽略这些消息并把精力集中在更普遍的作为重要信号的 SAT 传输。

考虑到上面描述的 FM 话音和 SAT 反向话音信道信号的带宽限制带来的困难, 本发明的一个目标就是提供一种改进的方法, 通过它可用反向话音信道 (RVC) 信号来定位无线发射机, 特别是在紧急情况中。本发明的另外一个目标是提供这样一种定位方法, 它允许定位系统避免在测量结果不能满足指定精度和可靠性要求的情况中使用 RVC 信号来做出位置估计。这节省了系统的资源, 并提高了整个定位系统的有效性。这个改善方法基于两种技术。图 10A 是本发明用反向话音信号测量位置的第一种方法的流程图。该方法包括下面的步骤:

(i) 首先假设使用无线发射机的用户希望定位, 或者希望更新或改善位置。例如, 如果无线用户拨叫了“911”, 寻求紧急帮助。因此, 假设用户和位于中央的分配器连接并通信。

(ii) 当分配器需要特定无线发射机的位置更新时, 它通过应用接口向无线定位系统传输带无线发射机标识的位置更新命令。

(iii) 无线定位系统用一个说明无线定位系统已查询无线通信系

统并且已获得为无线发射机分配的话音信道的确认来响应分配器。

(iv) 分配器指示无线用户拨叫 9 位或者更多位数的数字然后按下“发送”键。这个序列可能是类似“123456789”或“911911911”之类的。当无线用户拨叫至少 9 位的序列并按下“发送”键时，对反向话音信道产生两个作用。首先，特别是 AMPS 蜂窝话音信道，数字拨号导致在话音信道上发送双音多频 (DTMF) 音调。DTMF 音调的调制指数是很高的，并且在 DTMF 序列的每位数发送期间，通常发射信号的带宽浮动超过 $\pm 10\text{KHz}$ 。第二作用在按下“发送”按钮后产生。不管无线用户是否订购了三方呼叫或者其它服务功能，无线发射机都将使用“空白和突发”模式通过话音发送消息，其中发射机暂时停止发送 FM 话音和 SAT，转而发送采用和控制信道 (10Kbits 曼彻斯特编码) 同样方式调制的突发消息。如果无线用户拨叫少于 9 位的数字，则消息包括大约 544 位。如果无线用户拨叫 9 位或者更多数字，消息大约由 987 位组成。

(v) 在分配器通知后，无线定位系统将监控话音信道中传输信号的带宽。如前所述，当只发射 SAT 时，甚至话音和 SAT 同时发射时，发射的信号中没有足够的带宽来计算高质量的位置估计。因此，无线定位系统预留定位处理资源，一直等到发射的信号超出指定带宽为止。例如，这可设置在 8KHz 到 12KHz 的范围内。当发送拨叫数字的 DTMF 时或者发送突发消息时，带宽通常超过指定的带宽。实际上，如果无线发射机在拨号过程中确实传输 DTMF 信号，带宽估计会超出指定的带宽很多倍。这就提供了多个执行位置估计的机会。如果无线发射机在拨号过程中没有传输 DTMF 信号，在按下“发送”时仍发送突发消息，带宽通常会超过指定的门限。

(vi) 只有当信号的传输带宽超过指定的带宽时，无线定位系统才发起定位处理。

图 10B 是本发明用反向话音信道信号测量位置的另外一种方法的流程图。该方法包括下面的步骤：

(i) 首先假设使用无线发射机的用户希望定位，或者希望更新

或改善位置。例如，如果无线用户拨叫了“911”，寻求紧急帮助。因此，假设用户和位于中央的分配器连接并通信。

(ii) 当分配器需要特定无线发射机的位置更新时，它通过应用接口向无线定位系统传输带无线发射机标识的位置更新命令。

(iii) 无线定位系统用一个确认响应分配器。

(iv) 通过向无线发射机发送“审计”或者类似的消息，无线定位系统命令无线通信系统让无线发射机发射。审计消息是无线通信系统从无线发射机接收响应而不需要终端用户操作的机制，也不会导致无线发射机振铃或者报警。接收到审计消息导致无线发射机用一个话音信道上的“审计响应”消息响应。

(v) 在分配器通知后，无线定位系统将监控话音信道中传输信号的带宽。如前所述，当只发射 SAT 时，甚至话音和 SAT 同时发射时，发射的信号中没有足够的带宽来计算高质量的位置估计。因此，无线定位系统预留定位处理资源，一直等到发射的信号超出指定带宽为止。例如，这可设置在 8KHz 到 12KHz 的范围内。当发送拨叫数字的 DTMF 时或者发送突发消息时，带宽通常超过指定的带宽。实际上，如果无线发射机在拨号过程中确实传输 DTMF 信号，带宽估计会超出指定的带宽很多倍。这就提供了多个执行位置估计的机会。如果无线发射机在拨号过程中没有传输 DTMF 信号，在按下“发送”时仍发送突发消息，带宽通常会超过指定的门限。

(vi) 只有当信号的传输带宽超过指定的带宽时，无线定位系统才发起定位处理。

用于提高定位精度的组合估计方法

通过在无线发射机保持在原地时组合采用多种统计独立的位置估计，可提高无线定位系统的位置估计精度。即使是在无线发射机完全静止的情况下，无线发射机周围的物理和 RF 环境也是不断变化的。例如，车辆改变位置，另外一个引起位置估计过程产生冲突的无线发射机停止传输或者改变它的位置从而在后面的位置估计中不再引起冲突。因此，即使是在很短的时间内进行的连续传输，无线定位系统所

提供的对每次传输的位置估计也会发生变化，并且每次位置估计和其它估计统计独立，特别是在不断变化的环境所导致的误差方面。

当针对位置未变的无线发射机进行几次连续的统计独立的位置估计后，这些位置估计将趋于聚集到无线发射机的真实位置周围。无线定位系统使用加权平均或者其它类似的数学构造把这些位置估计组合在一起得到改善的估计结果。通过为每个独立的位置估计指定不同的质量因子来进行加权平均。例如，可根据相关性、置信区间或者定位处理的其它类似测量结果确定各独立估计的质量因子。无线定位系统可使用数种方法来从无线发射机获得多个独立的传输，这些方法包括：（i）使用到无线通信系统的用于发送“进行传输”命令的接口；（ii）使用诸如 TDMA 或者 GSM 之类基于时隙的空中接口协议的多个连续的脉冲串；或者（iii）把某个时间段中的话音信道传输分成多段，对每个段分别执行定位处理。在无线定位系统增加组合到最终位置估计中的独立位置估计数量的同时，它监控指示聚集质量的统计量。如果统计量低于指定的门限值，那么无线定位系统认为无线发射机保持位置不变。如果统计量增加超过指定的门限值，无线定位系统认为无线发射机位置在变化从而停止执行其它的位置估计。例如，这个指示聚集质量的统计量可以是要组合到一起的单个位置估计以及动态计算出的组合位置估计的标准差计算结果或者均方根（RMS）计算结果。当向发出请求的应用报告位置记录时，无线定位系统用位置记录中的一个域说明组合在一起以生成所报告位置估计的独立位置估计的数量。

我们将参照图 11A 到 11D 介绍另外一个获得和组合多个位置估计的示例性过程。图 11A、11B 和 11C 给出了公知的无线通信系统“发起”、“寻呼响应”以及“审计”序列示意图。如图 11A 所示，发起序列（由呼叫的无线电话发起）需要两次无线发射机传输，即“发起”信号和“选用（order）确认”信号。响应无线通信系统（例如，MSC）的话音信道分配发送选用确认信号。同样，如图 11B 所示，寻呼序列

包含两次无线发射机传输。该寻叫序列由无线通信系统发起，例如，当其它电话呼叫无线发射机时。在被寻呼后，无线发射机发送寻呼响应；然后在分配了一个话音信道后，无线发射机发送选用确认信号。相反，审计过程使用单个反向传输，即审计响应信号。审计和审计响应序列的好处是不会使响应的无线发射机振铃。

下面我们将解释使用这些序列来以更高精度定位电话的方式。例如，根据本发明，不停地向偷来的电话或者使用偷来序列号的电话发送审计信号，强迫它用多个审计响应来响应，从而以更高的精度定位该电话。但是，为了使用审计序列，无线定位系统用它和无线通信系统的接口发送适当的命令，该无线通信系统向无线发射机发送审计消息。无线定位系统还可强迫呼叫终止（挂断），然后再用标准的 ANI 码回呼无线发射机。可通过口头命令移动用户断开呼叫、通过在地面通信线端来断开呼叫、或者通过向基站发送人工的空中（over-the-air）断开消息，来终止呼叫。这个空中断开消息模拟在移动单元上按下“结束”按钮。回呼调用上面提到的寻呼序列，让电话发起用于位置估计的两次传输。

参照图 11D，我们总结一下这种新颖的高精度定位方法。首先，进行初始位置估计。接着，采用上面描述的审计或者“挂断并回呼”过程来得到移动单元的响应的传输，然后进行第二次位置估计。使用审计过程还是使用“挂断并回呼”过程取决于无线通信系统和无线发射机是否都已实现审计功能。重复第二步和第三步以获得需要的多次独立位置估计，最后，采用平均、加权平均或者类似的数学构造把多个统计独立的位置估计组合到一起以得到改善的估计结果。通过为每个独立的位置估计指定不同的质量因子来进行加权平均。可根据相关性、置信区间或者定位计算处理的其它类似测量结果确定质量因子。

用于提高定位精度的带宽合成方法

无线定位系统还能用人工带宽合成技术来提高带宽相对较窄的无

线发射机位置估计的精度。例如，该技术可应用到那些使用 AMPS、NAMPS、TDMA 和 GSM 空中接口协议的发射机上，这些空中接口协议有很多单独 RF 信道让无线发射机使用。基于示范的目的，下面的描述将针对 AMPS 进行详细介绍；但是，很容易改变这里的描述把它应用到其它协议。这种方法依赖这样的原则，即每个无线发射机只在跨一个比无线发射机传输的单个窄带信号的带宽要宽的预定频率带宽的频率上传输窄带信号。这个方法还依赖前面提到的无线定位系统和无线通信系统间的接口，通过它 WLS 可命令无线通信系统挂断无线发射机或者切换到其它频率或 RF 信道。通过发送一系列的命令，无线定位系统可促使无线发射机连续切换，并以受控的方式切换到一系列的 RF 信道，允许 WLS 为了定位处理把一系列窄带传输信号有效地合成一个带宽更宽的接收信号。

在本发明的优选实施例中，带宽合成装置包含用于确定无线发射机传输的宽带相频特征的装置。例如，窄带信号的带宽通常大约为 20KHz，频率的预定宽带大约跨度 12.5KHz，在这个例子中它是 FCC 分配给各蜂窝载波的频谱。利用带宽合成，可把 TDOA 测量结果的分辨率提高 $1/12.5\text{MHz}$ ；亦即，可用时间分辨率是有效带宽的倒数。

图 12A 中显示了无线发射机、校准发射机（如果使用了）、SCS 10A、SCS 10B、SCS 10C 和 TLP 12。校准发射机和三个 SCS 的位置是已知的前提。信号在图 12A 中用虚线表示，它由无线发射机和校准发射机传输，在 SCS 10A、10B 和 10C 上接收，使用前面描述的技术来处理。在定位处理过程中，分别为每个发射机和每个成对 SCS 10 把来自 SCS（例如 10B）的 RF 数据和来自其它 SCS（例如 10C）数据流互相关（在时域或者频域）以生成 TDOA 估计值 $TDOA_{23}$ 和 $TDOA_{13}$ 。定位处理的中间输出是把联合互功率（cross-power）表示为频率（例如 R_{23} ）的函数的系数集。

例如，如果 $X(f)$ 是在第一站点上接收到的信号 $x(t)$ 的傅立叶变换，

$Y(f)$ 是在第二站点上接收到的信号 $y(t)$ 的傅立叶变换，那么联合互功率为 $R(f) = X(f)Y^*(f)$ ，其中 Y^* 是 Y 的共轭复数。任何频率 f 的 $R(f)$ 相位角等于 $X(t)$ 的相位减去 $Y(f)$ 的相位。 $R(f)$ 相位角称作边缘相位（fringe phase）。在没有噪声、干扰以及其它误差时，在所观测的（相邻）频带内边缘相位完全是频率的线性函数；该线性函数直线的斜率是用干涉仪测量的组时延或者 TDOA；带宽中心频率的截距，等于 $R(f)$ 的平均相位值等价，在参照整个带宽时称作所观测的边缘相位。在带宽内，边缘相位看成频率的函数。

将所获得的校准发射机的系数和所获得的无线发射机的系数组合到一起，对组合结果进行分析分别获得校准的 TDOA 测量结果 $TDOA_{23}$ 和 $TDOA_{13}$ 。在校准过程中，为了消除两者都有的系统误差，从无线发射机的边缘相位中减去校准发射机的边缘相位。因为每个原始的边缘相位本身是在两个 SCS 10 上接收到信号的相位差，所以校准过程通常称作二次差分（double-differencing）测量，把校准的结果称作是经过二次差分过的结果。TDOA 估计值 T_{ij} 是无线发射机传输的信号在站点 i 和 j 之间的到达（TDOA）时间差的最大可能估计值，并针对信号的多径传播效应进行校准和修正。把来自不同小区站点对 TDOA 的估计组合到一起得到位置估计。众所周知，通过观测更宽的带宽可获得更精确的 TDOA 估计。通常不可能增加无线发射机传输信号的“瞬间”带宽，但是可以命令无线发射机从一个频率切换到另外一个频率，从而在短时间内可以观测宽带宽。

例如，在典型的无线蜂窝系统中，信道 313-333 是控制信道，其它 395 个信道是话音信道。在 1 号话音 RF 信道（RVC 1）上传输的无线发射机的中心频率是 826.030MHz，相邻信道的中心频率到中心频率的频率间隔是 0.030MHz。分配给典型的 7 小区频率重用块的各小区的话音信道数量大约是 57（即 395 除以 7），这些信道分布在整个 395 个信道的范围内，相互间距离 7 个信道。注意用在 AMPS 系统的每个小区站点具有由 FCC 分配的扩展到整个 12.5MHz 带宽的信道。

例如，如果我们指定重用模式中各频率集的小区站点为小区“A”到“G”，则分配给“A”小区的信道号可以是1、8、15、22，……，309；把“A”信道号加1就得到分配给“B”小区的信道号；照此类推直到小区G。

这个方法在为无线发射机分配话音 RF 信道，且无线定位系统触发了对来自无线发射机的传输的定位处理时开始。例如，作为定位处理的一部分，TDOA 估计值 $TDOA_{23}$ 和 $TDOA_{13}$ 组合到一起可能会有 0.5 微秒的标准差误差。把来自不同的 RF 信道的测量结果组合到一起的方法利用了 TDOA、边缘相位以及无线频率间的联系。用 τ 来表示组时延或者 TDOA 的“真实”值，即在没有噪声、多径效应以及任何仪器误差时观测到的值；同样，用 ϕ 来表示边缘相位的真实值；用 f 表示无线电频率。边缘相位 ϕ 和 τ 以及 f 的关系为：

$$\phi = -f\tau + n \quad (\text{等式 1})$$

其中 ϕ 的单位是周期， f 的单位是 Hz， τ 的单位是秒； n 是一个整数，用来表示二次差分相位测量的固有的完整周期的不确定性。 n 的值是一个未知的前提，但在相邻频率亦即任何频率的信道之内的观测值是相同的。不同频率上观测到的 n 的值通常是不同。可从单个频率信道中的观测估计 τ 值，实际上，这是通过把作为该信道内频率的函数来观测的边缘相位归并到一条直线进行的。最佳直线的斜率是 τ 估计值的负数。在单一信道情况下， n 是常数，从而可对等式 1 求导，得到：

$$d\phi/df = -\tau \quad (\text{等式 2})$$

通过将各信道的 ϕ 与 f 的观测值归并成直线可得到 τ 的独立估计值，但是当观测两个分离（不相邻）的频率信道，一条直线通常不能适配对应两个信道的 ϕ 与 f 观测结果，因为通常来说两个信道的整数 n

具有不同的值。但是，在某些条件下，可确定并消除这两个整数值之间的差别，然后用一条直线来适配两个信道上的所有相位数据集。因为它建立在更宽的频率范围基础之上，所以可更好的确定该直线的斜率。在某些条件下，斜率估计的不确定性和频率跨度成反比。

在这个例子中，假设已为无线发射机分配话音 RF 信道 1。信道 1 和 416 间的无线频差足够大从而开始不能确定对应这些信道的整数 n_1 和 n_{416} 之间的差。但是，根据其中一个信道或者根据这两个信道中的观测结果，可得到初始 TDOA 估计值 τ_0 。现在无线定位系统命令无线通信系统让无线发射机从信道 1 切换到信道 8。在信道 8 接收无线发射机的信号，并对其进行处理以更新或者修正估计 τ_0 值。根据 τ_0 ，可计算“理论上的”作为频率函数的边缘相位 ϕ_0 ，它等于 $(-f\tau_0)$ 。可计算实际观测到的相位 ϕ 和理论上的函数 ϕ_0 之间的差，其中实际观测到的相位等于通常是一个周期 1/50 的很小片断内的真实相位：

$$\phi - \phi_0 = -f(\tau - \tau_0) + n_1 \text{ 或 } n_8, \text{ 取决于使用的信道} \quad (\text{等式 3})$$

或者

$$\Delta\phi = -\Delta f\tau + n_1 \text{ 或 } n_8, \text{ 取决于使用的信道} \quad (\text{等式 4})$$

其中 $\Delta\phi = \phi - \phi_0$ ， $\Delta\tau = \tau - \tau_0$ 。等式 4 的曲线如图 12B 所示，它描述了信道 1 和 8 的 $\Delta\phi$ -频率 f 图，其中 $\Delta\phi$ 是观测到的边缘相位 ϕ 和根据初始 TDOA 估计值 τ_0 计算的 ϕ_0 值之间的差。

对于信道 1 的 20KHz 宽的频带， $\Delta\phi$ - f 图通常是一条水平线。对于信道 8 的 20KHz 宽的频带， $\Delta\phi$ - f 图通常也是一条水平线。这些线段的斜率通常接近于 0，因为数值 $(f\Delta\tau)$ 通常在 20KHz 内的周期中不会显著变动，因为 $\Delta\tau$ 是估计值 τ_0 误差的负数。通常误差值不会超过 1.5 微秒（在本例中它是标准差 0.5 微秒的三倍），1.5 微秒和 20KHz

的乘积不到一个周期的 4%。在图 12B 中，因为 n_1 和 n_8 间的差可任意大，所以可用信道 8 的 $\Delta\phi$ 图垂直替换很大部分的信道 1 的 $\Delta\phi$ 图。因为信道 1 和信道 8 的 $\Delta\tau$ 最大可能值（1.5 微秒）和信道 1 与信道 8 之间的频率间隔（210KHz）的乘积是 0.315 周期，所以这个垂直替换或者信道 1 与信道 8 $\Delta\phi$ 平均值之间的差将在 n_1 和 n_8 间的差的真实值 ± 0.3 周期的范围内。换言之，差 $n_1 - n_8$ 等于信道 1 和信道 8 的 $\Delta\phi$ 的平均值间的差，把它取整为最接近的整数。在通过取整过程确定了整数差 $n_1 - n_8$ 之后，把整数 $\Delta\phi$ 加到信道 8 或者从信道 1 中减去 $\Delta\phi$ 。信道 1 和信道 8 的 $\Delta\phi$ 平均值之间的差通常和初始的 TDOA 估计值 τ_0 乘以 210KHz 相等。信道 1 和信道 8 的 $\Delta\phi$ 平均值之间的差除以 210KHz，把结果加到 τ_0 上就得到 τ 的估计值，即 TDOA 的真实值；这个新的估计值比 τ_0 更为精确。

频率步进和 TDOA 修正方法可扩展到隔得更远的信道以获得更为精确的结果。如果用 τ_1 来表示从信道 1 和信道 8 获得的修正结果，可在刚描述的方法中用 τ_1 替换 τ_0 ；无线定位系统可命令无线通信系统让无线发射机切换，比如从信道 8 到信道 36；然后可用 τ_1 来确定整数差 $n_8 - n_{36}$ ，并可根据信道 1 和信道 36 间的 1.05MHz 频率范围获得 TDOA 估计值。估计结果用 τ_2 表示；然后无线发射机从信道 36 切换到信道 112，照此类推。原则上，可跨越分配给蜂窝载波的整个频率范围。当然，该例中使用的信道号（1，8，36，112）是随意选择的。一般的原则是，基于小频率范围（从单个信道开始）的 TDOA 估计用来解决相隔更远的频率之间的边缘相位差的整数不确定性。后面的频率间隔不应该太大；它受 TDOA 预先估计不确定性的限制。通常，预先估计值中的最差情况的误差乘以频差不会超过 0.5 周期。

如果由于单信道 TDOA 估计值的最差情况不确定性超过 2.38 微秒（等于 0.5 周期除以 0.210MHz）不能跨越分配给特定小区的距离最近的信道之间的最小频率间隔（比如 210KHz），无线定位系统就命令无线通信系统让它促使无线发射机从一个小区站点切换到另外一

个小区站点（比如从一个频率组转到另外一个频率组），从而频率级差更小。也有可能识别错两个信道相位差（ $\Delta\phi$ ）间的整数差，比如因为无线发射机在从一个信道切换到其它信道的过程中移动了。因此，作为检查，无线定位系统可颠倒各切换（例如，在从信道 1 切换到信道 8 后，从信道 8 切换到信道 1），并确认确定的整数周期差和“前向”切换的数值相同符号相反。可用单个信道 FDOA 观测结果的明显非零的速率估计值来推断信道变化中包含的时间间隔。通常，这个时间间隔只是 1 秒的很小一部分。FDOA 估计值误差乘以信道间的时间间隔必须小于 0.5 周期。无线定位系统通常使用多种冗余，并检查整数错误识别。

911 的引导重试（Directed Retry）

无线定位系统的另外一个新颖的方面涉及一种“引导重试”方法，该方法和至少支持第一调制方法以及第二调制方法的双模式无线通信系统一起使用。在这种情况下，假设第一和第二调制方法用在不同的 RF 信道上（亦即，分别用于支持 WLS 和 PCS 系统的无线通信系统的信道）。并假设要定位的无线发射机支持两种调制方法，换言之能在支持无线定位系统的无线通信系统上拨叫“911”。

例如，引导重试方法可用于这样的系统中，即该系统没有足够数量的支持无线定位系统的基站，但是运行在和其它无线通信系统相关联的无线定位系统服务的区域中。“第一”无线通信系统可以是一个蜂窝电话系统，“第二”无线通信系统可以是一个在与第一系统相同的区域中运行的 PCS 系统。根据本发明，当移动发射机当前使用第二调制方法（PCS）并试图发起到 911 的呼叫时，将导致移动发射机自动切换到第一调制方法，然后在第一无线通信系统指定的 RF 信道集合中的某个信道上用第一调制方法发起到 911 的呼叫。采用这种方式，可向系统本身没有无线定位系统服务的 PCS 或者类似系统用户提供定位服务。

用于提高 E9-1-1 呼叫精度的修改的传输方法

无线定位系统位置估计的精度部分地依赖于无线发射机的传输功率和从无线发射机开始的传输时间长度。通常，无线定位系统对传输功率较高和传输距离较长的传输的定位精度要比传输功率较低和传输距离较短的传输的定位精度高。但是，较高传输功率较长传输距离的这些传输特征对于无线通信系统没有什么吸引力。为了使得通信系统内的干扰最小并使得系统潜在容量最大，无线通信系统通常限制无线发射机传输的功率和传输的距离。通过在提高某些类型呼叫（比如无线 9-1-1 呼叫）定位精度的同时使得无线通信系统最小化传输功率和传输距离，下面的方法可同时满足这两个系统的相互冲突的要求。

通常由无线通信系统控制传输功率和传输距离。亦即，无线发射机从无线通信系统基站的前向控制信道接收参数，这些参数定义了到该基站所有电话和所有无线传输的传输功率和传输距离。作为示例，在 IS-136（TDMA）类型的系统中，基站可把 DMAC 参数设置为 4，它说明无线发射机控制信道传输的输出功率比整个移动功率（portable power）低 8dB，或者大约 100 毫瓦。此外，通过最小化包含在传输中的域的数量，基站可把源传输长度设置为两个脉冲串的长度，或者 13.4 毫秒。为了提高精度，无线定位系统宁愿采用更高功率的传输，比如 600 毫瓦，三个或者更多脉冲串的长度，这可通过启用注入“认证”、“序列号”或者“移动辅助信道分配报告”之类的域来实现。AMPS、CDMA、GSM 以及 iDEN 系统具有类似的控制网络中传输的参数。

可用下面的方法提高无线发射机特定类型呼叫的精度，比如对“9-1-1”的呼叫。因为特定类型的呼叫可能比其它类型的呼叫要求更高的精度，所以这很重要。例如，对 9-1-1 的无线呼叫要具有联邦通信委员会指定的很特殊的精度要求，它可能并不适用于其它类型的呼叫。因此，这种方法是特地为对 9-1-1 的无线呼叫发明的，因为在美国，FCC 要求“9-1-1”是无线电话紧急情况下可呼叫的唯一号码。该强制性的拨叫序列提供了一个统一的拨叫序列，它用作为紧急呼叫调

用该方法的触发。在以前，不同的州和不同的城市沿高速公路标出各种不同紧急号码。

用于提高精度的这个方法分为两部分：（i）无线发射机内检测一个或多个触发事件并生成不同传输参数集的处理逻辑；（ii）无线定位系统内检测触发事件并用不同的传输参数集处理传输的处理逻辑。

在无线发射机内，执行下面的步骤：

无线发射机监听无线通信系统的前向控制信道，接收广播的所有无线发射机都可使用的“正常”参数；

无线发射机的用户通过拨叫一个数字序列并按下“发送”或者“确定”在无线发射机上发起呼叫；

无线发射机内的处理器把拨叫的数字序列和存储在无线发射机中的一个或多个触发事件相比较（在这个例子中，触发事件可以是“9-1-1”和/或其变种，比如“*9-1-1”或“#9-1-1”）；

如果拨叫的数字序列和触发事件不匹配，那么无线发射机在呼叫中就使用标准的传输参数；以及

如果拨叫的数字序列和触发事件相匹配，那么无线发射机就使用修改的传输序列。

修改的传输序列由下面一个或多个步骤组成：

无线发射机首先检查前向信道上由基站广播的正常参数，确定正常功率设置和包含在传输中的标准域；

无线发射机把它的传输功率在标准参数设置的功率基础上增加一个预定的量，最高可达最大功率设置；

无线发射机把传输功率增加到最大功率设置；

即使基站已接收到无线发射机的接入探测，无线发射机仍传输指定数量的额外接入探测（在特定空中接口比如 CDMA 的情况下）；

即使在基站的前向信道上广播的边缘参数中没有请求这些域，无

线发射机在传输的消息中仍可包含额外的附加域，比如“认证”、“序列号”或者“移动辅助信道分配报告”域；

无线发射机在传输的消息之后再传输一个或多个重复的注册消息，其中每个注册消息的长度可以是基站前向信道上广播的传输参数所确定的正常长度，也可通过包含诸如“认证”、“序列号”或者“移动辅助信道分配报告”域之类的附加域把注册消息变得的更长；

无线发射机在多个信道中的第一信道上传输消息后再在多个信道中的第二信道上传输一个或多个重复的注册消息，其中每个注册消息的长度可以是基站前向信道上广播的传输参数所确定的正常长度，也可通过包含诸如“认证”、“序列号”或者“移动辅助信道分配报告”域之类的附加域把注册消息变得的更长。

在修改的传输序列中的其中一个步骤中，无线发射机在多个信道中的第一信道上传输消息后再在多个信道中的第二信道上传输一个或多个重复的注册消息。该步骤的目的是为无线定位系统提供不同频率上长度更长的传输。通过观测不同频率上的传输，无线定位系统可通过更好地减轻多径效应并降低干扰造成的噪声潜在地改善它的定位处理。在选择多个信道中的第二信道时，无线发射机可这样修改它的信道选择过程：

选择另一个第二信道，该信道被无线发射机收听范围内第二基站（第二基站可能与第一基站相同，或者是第一基站的另外一个扇区，或者是一个完全不同的基站）使用，并且无线发射机能在其上接收该第二基站广播的前向控制信道；或者

选择另一个第二信道，无线发射机在该信道上检测不到任何基站在前向控制信道上活动（在这种情况下，无线发射机传输一个或多个注册消息而不期望从无线通信系统的接收到任何确认）。

在一些无线通信系统中，传输的消息可能采用在诸如 TDMA、CDMA 或者 GSM 协议中定义的几个消息加密方案之一。设计这些加密方案部分是为了防止系统而不是基站正确地解释无线发射机传输的

消息。作为本方法的另外一个步骤，即除了上面介绍的步骤之外的一个步骤，当发生触发事件时，无线发射机不进行加密，传输的所有消息都作为修改传输序列的一部分。

通过把触发事件作为无线发射机修改基站广播的正常传输参数的唯一时刻，无线发射机大大减少了修改传输使用的次数，从而大大降低了不使用正常参数所引起的对无线通信系统增加干扰的可能性。例如，这对增加 9-1-1 紧急呼叫的定位精度而不对其它无线网络呼叫处理产生可测量到的降级很有好处。尽管无线 9-1-1 呼叫很重要，但无线 9-1-1 呼叫的实际密度相对于无线网络中的其它呼叫而言是很低的。整个美国，每天每个小区站点平均只有 1.5 个无线 9-1-1 呼叫。因此，在 9-1-1 呼叫过程中增加的传输功率或者传输距离所造成的对无线网络的干扰是很低的。即使使用本发明方法的电话造成干扰，所有现有空中接口协议中的标准呼叫处理都可为受干扰的电话提供退避和重试。因此，这个方法不会造成非紧急呼叫失败。尽管在上面的描述中该方法用于拨叫数字“9-1-1”的呼叫及其变种，实际上它也适用于其它类型的触发事件。最后，触发事件可永久地存储在无线发射机中，可由用户在无线发射机中设定，也可由无线通信系统广播从而让所有的无线发射机都接收到。此外，在修改的传输序列中采取的措施可永久地存储在无线发射机中，可由用户在无线发射机中设定，也可由无线通信系统广播从而让所有的无线发射机都接收到。

无线定位系统可独立地解调多个信道上的传输，从而可为了定位目的检测和处理无线发射机发送的所有消息，其中包括上面描述的所有修改的传输序列。在大多数情况（如果不是全部情况）下，基站忽略无线发射机在消息中发送的附加域。此外，附加注册消息对基站的呼叫处理也没有什么影响。因此，上面描述的附加操作的主要目的是在不降级无线通信系统性能的同时帮助无线定位系统提高位置估计的精度。

结论

本发明的实际范围并不局限于这里披露的这些优选实施例。例如，前面披露的这些无线定位系统优选实施例使用的是说明性的术语，比如信号采集系统（SCS）、TDOA 定位处理器（TLP）、应用处理器（AP）等等，不应把它们看成是权利要求保护范围的限制，或者把无线定位系统的发明特征局限于所披露的特定方法和特定装置。此外，本领域的一般技术人员可认识到，这里披露的本发明的可应用到定位系统的很多特征并不是建立在 TDOA 技术基础上的。例如，无线定位系统使用任务分配列表的那些过程也可用在非 TDOA 系统中。在非 TDOA 系统中，就不需要上面所描述的 TLP 来执行 TDOA 计算了。同样，本发明也不局限于使用按照上面介绍构造的 SCS 的系统，也不局限于使用满足上面描述的所有细节的 AP 的系统。其实，SCS、TLP 和 AP 都是可编程的数据采集和处理设备，它们可具有和这里披露的本发明的概念不同的各种形式。在数字信号处理以及其它处理功能花费急剧降低的情况下，很容易把用于特定函数的处理从这里描述的功能单元（比如 TLP）的转到其它功能单元（比如 SCS 或 AP）而不会改变发明系统的运行。在很多情况下，这里描述的实现的位置（亦即功能单元）仅仅是设计者的首选，而不是硬性的规定。因此，除了它们能清楚地说明限制之外，下面权利要求的保护范围并不意味着局限于上面所描述的特定实施例。

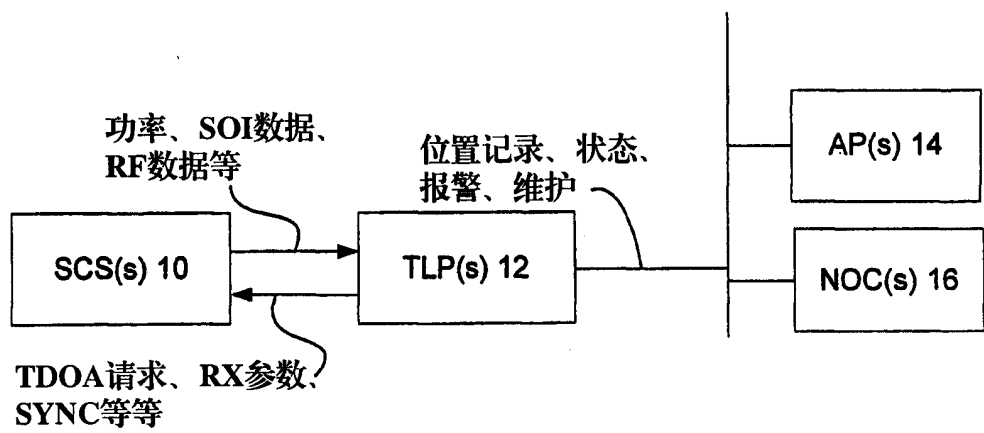


图1

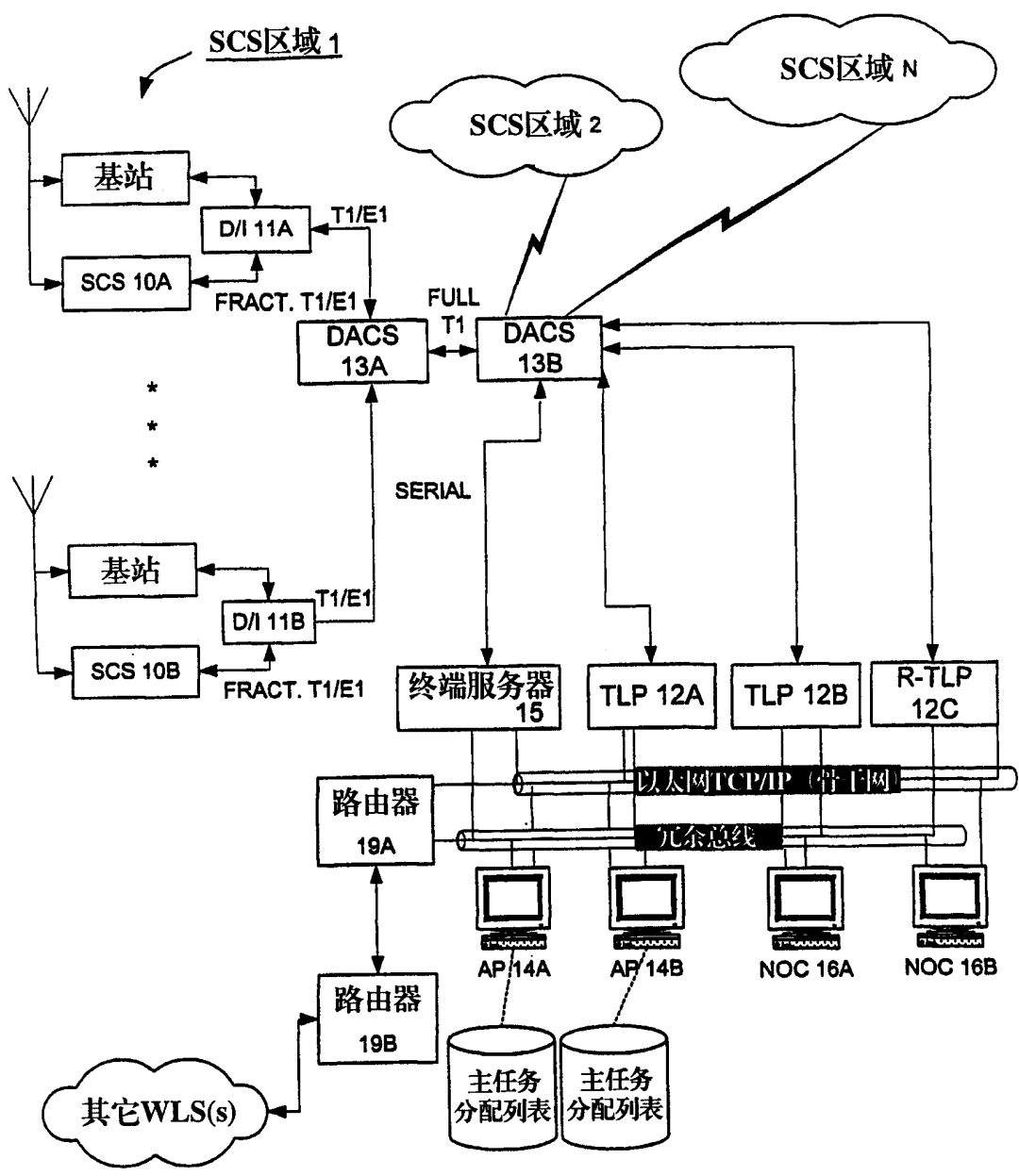


图1A

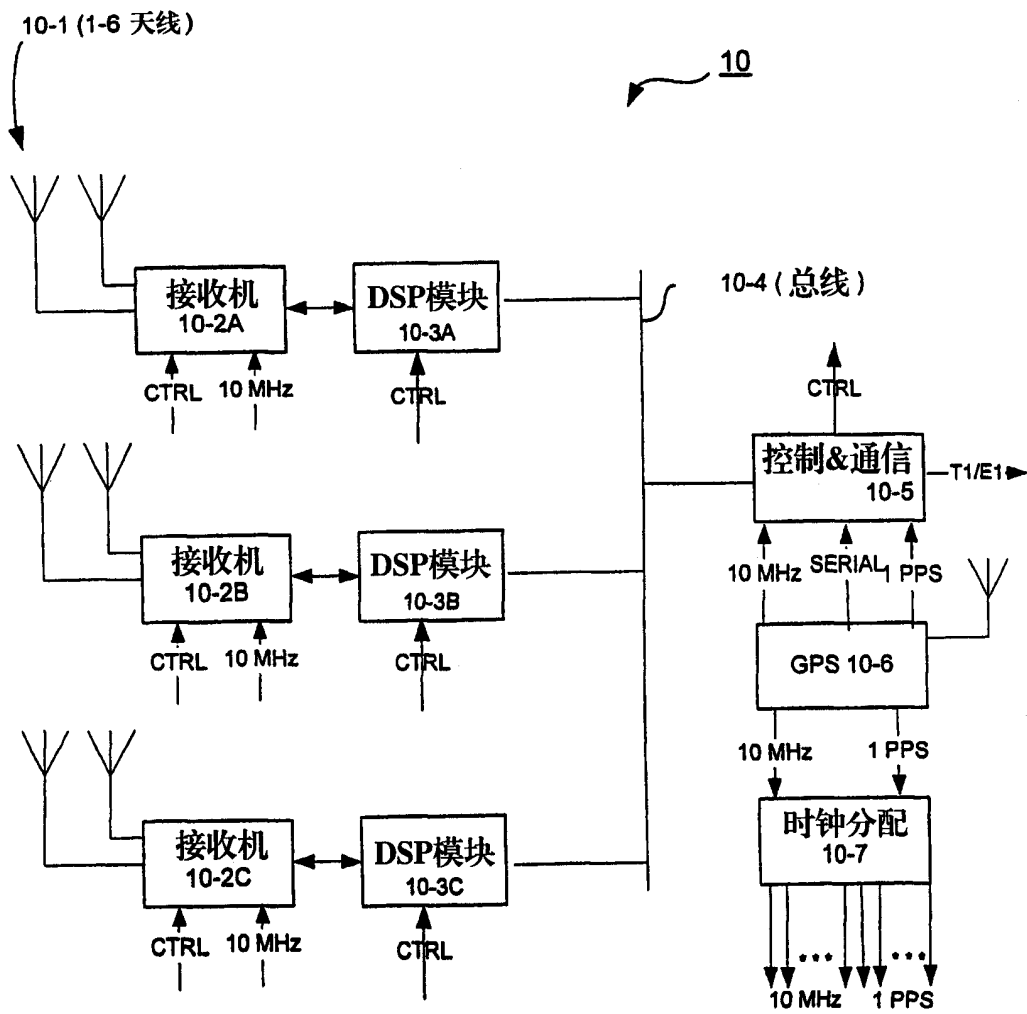


图2

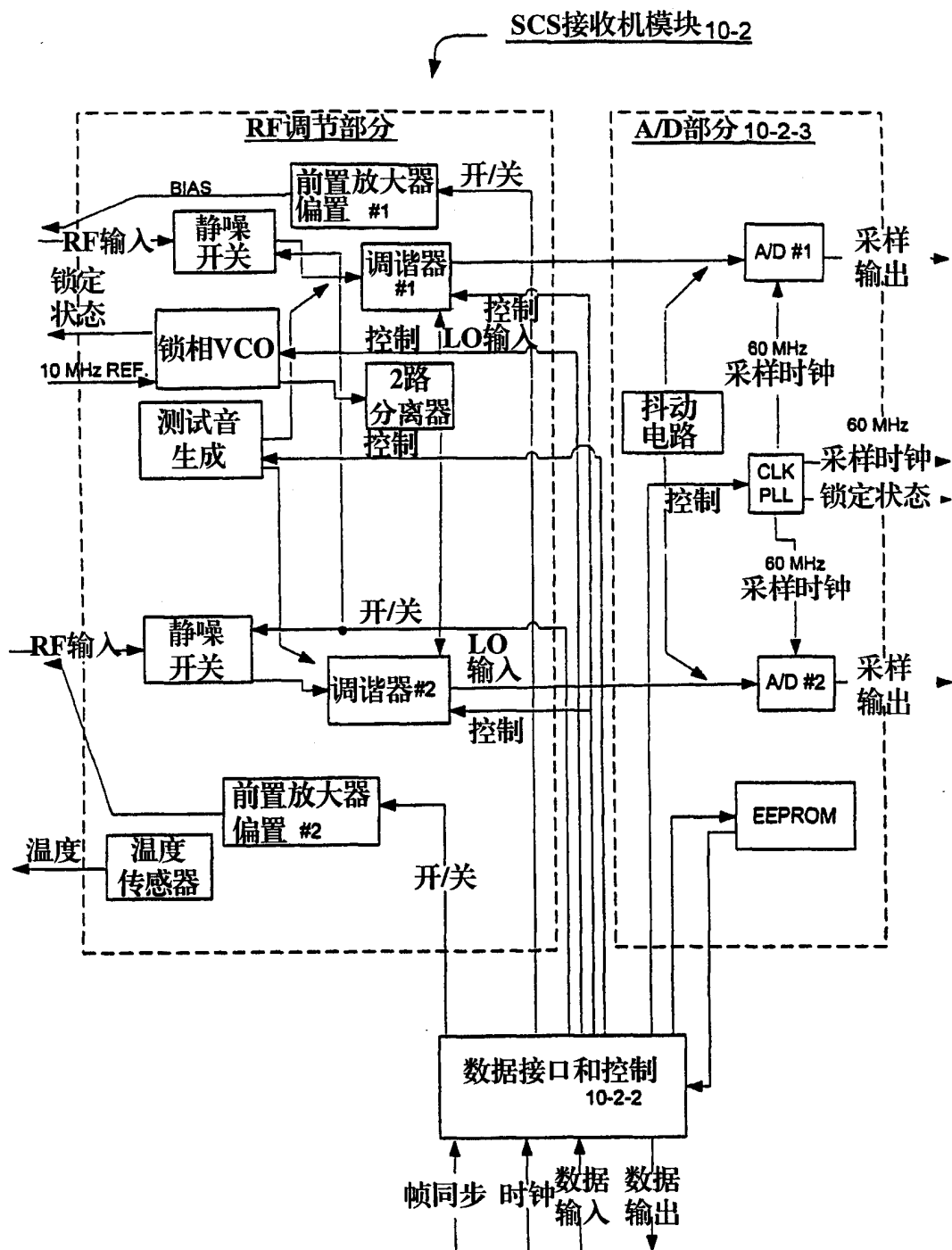


图2A

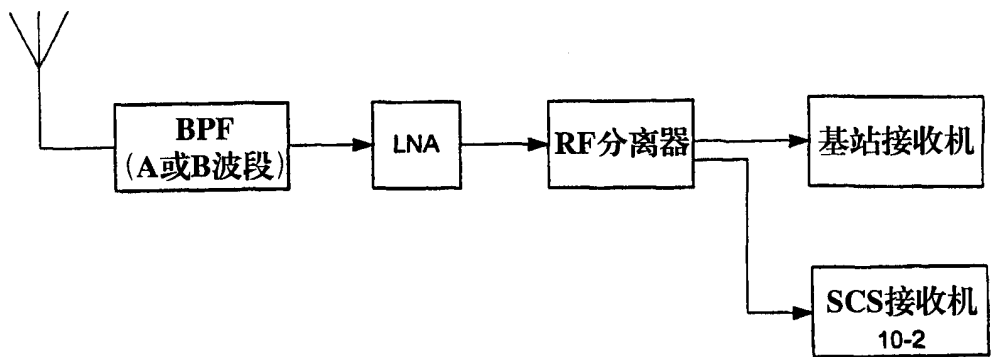


图2B

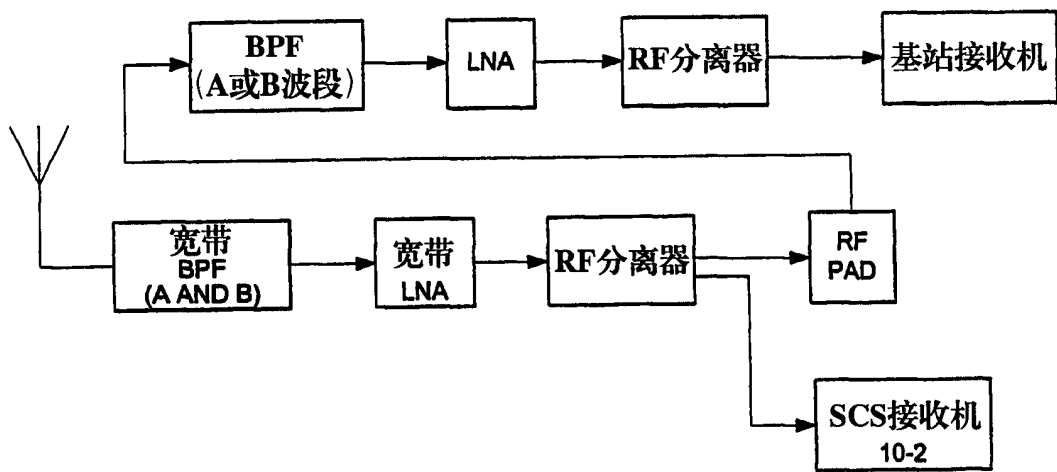


图2C



图2C-1

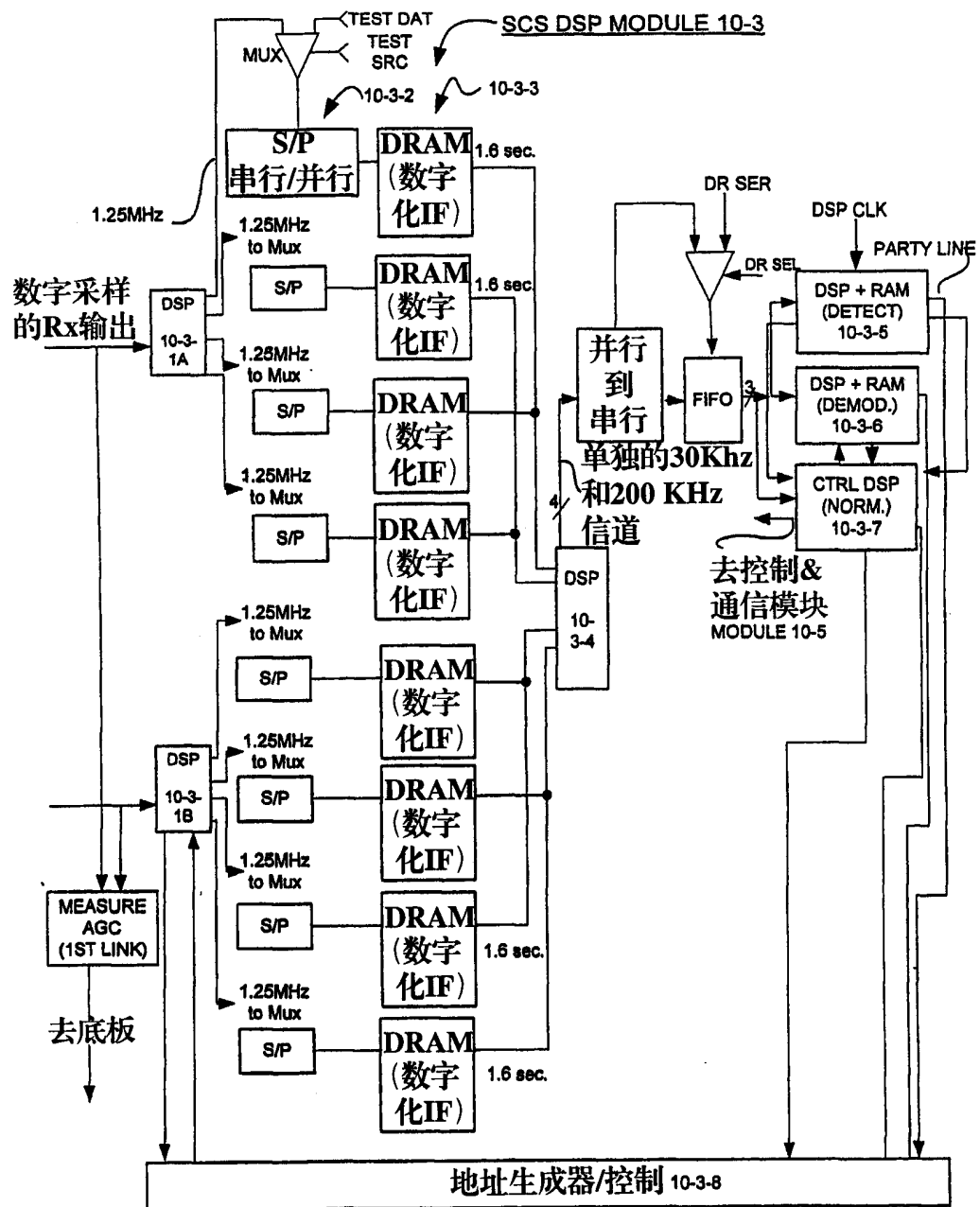


图2D

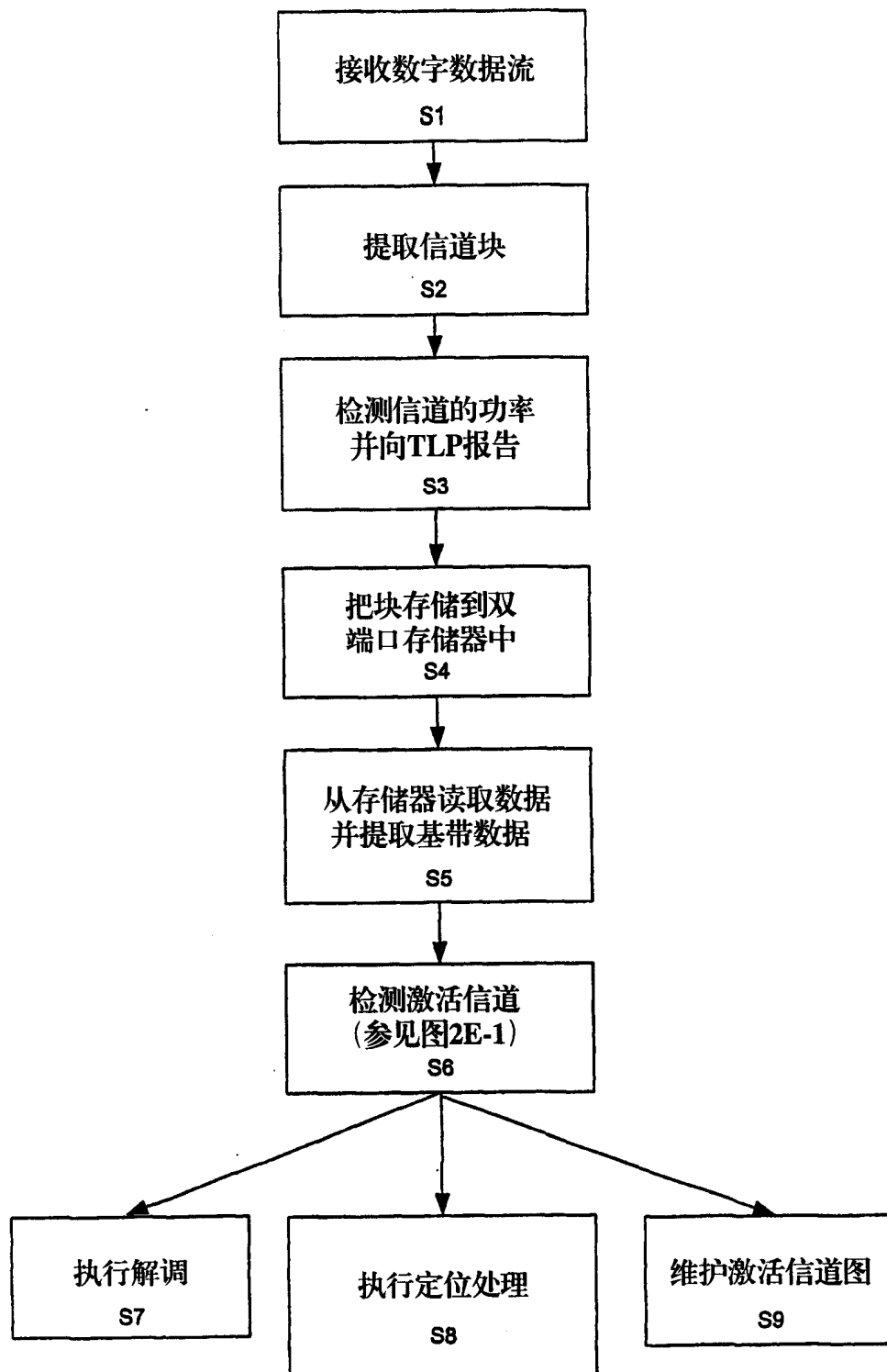


图 2E

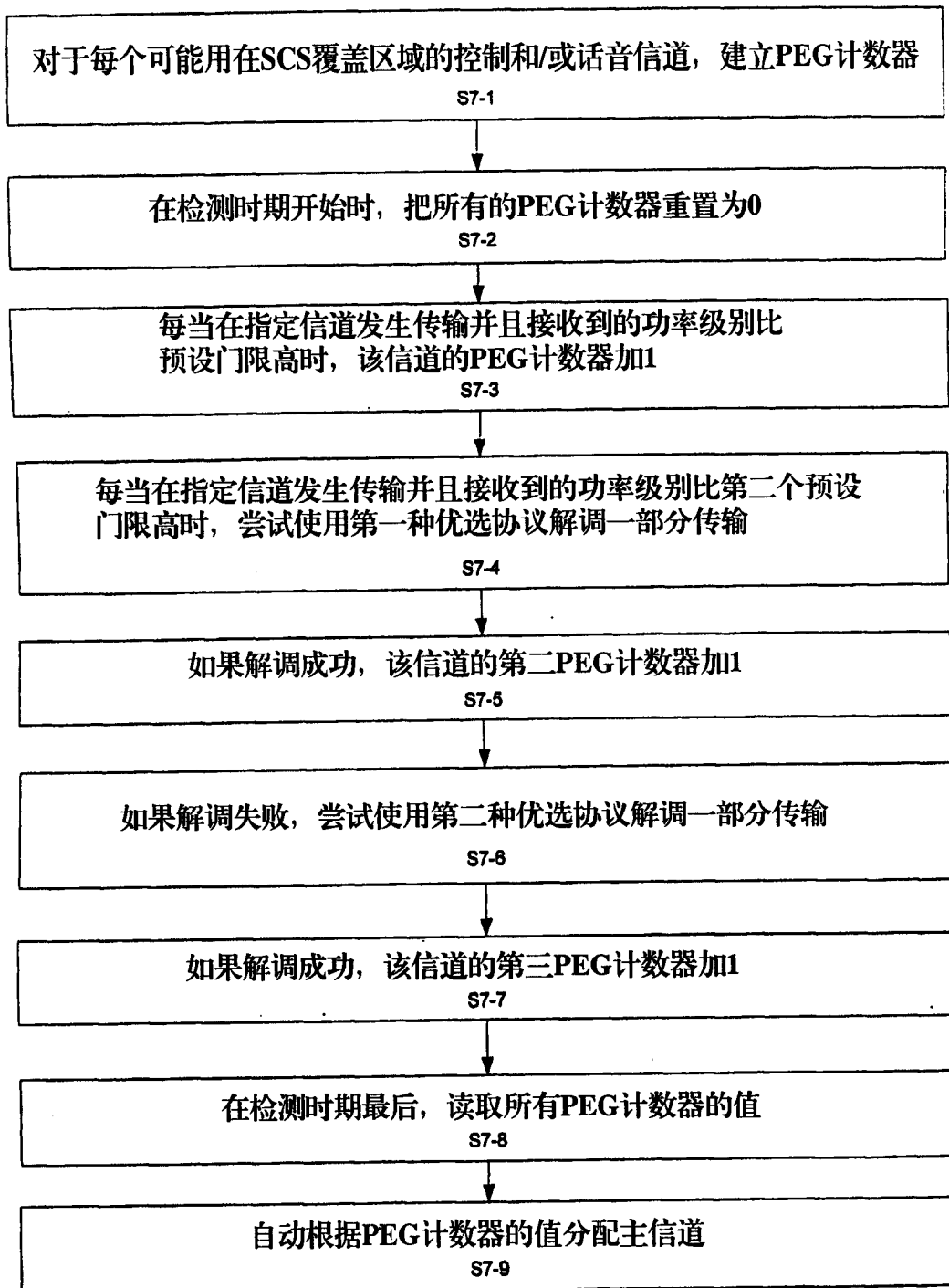


图2E-1

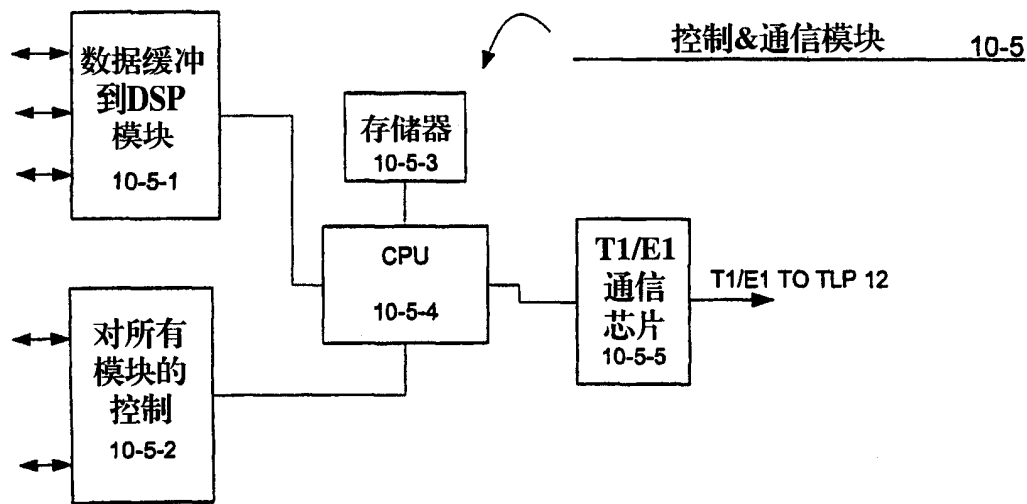


图2F

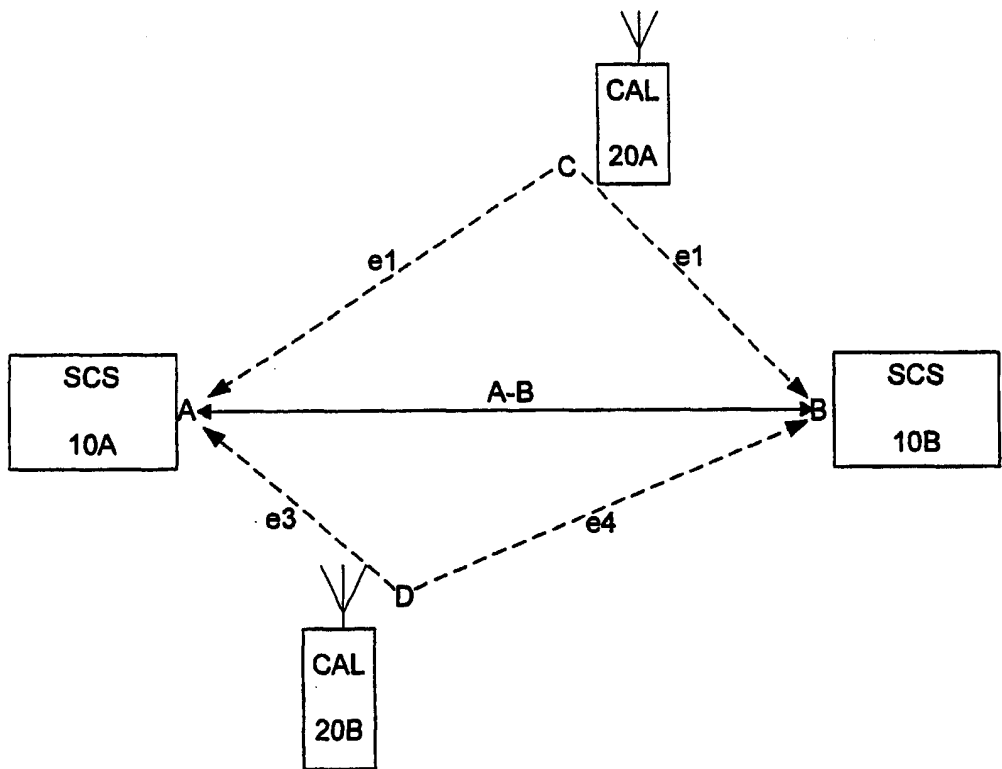


图2G

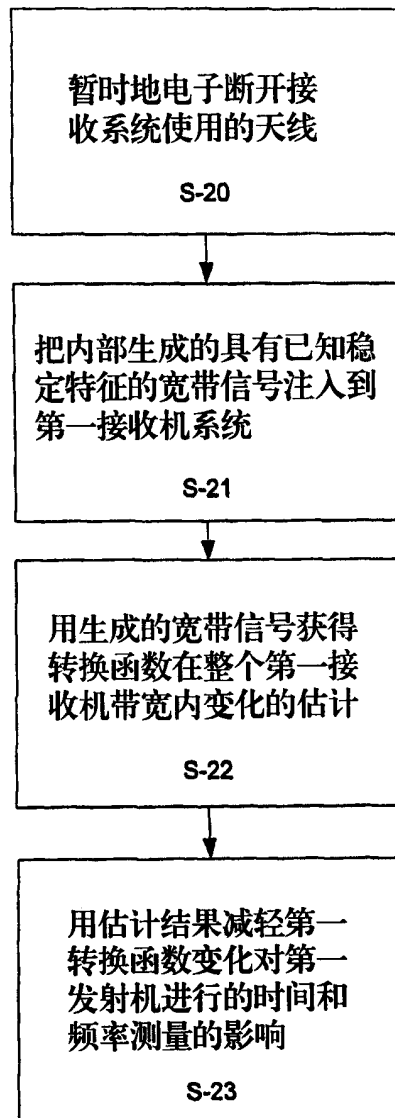


图2H

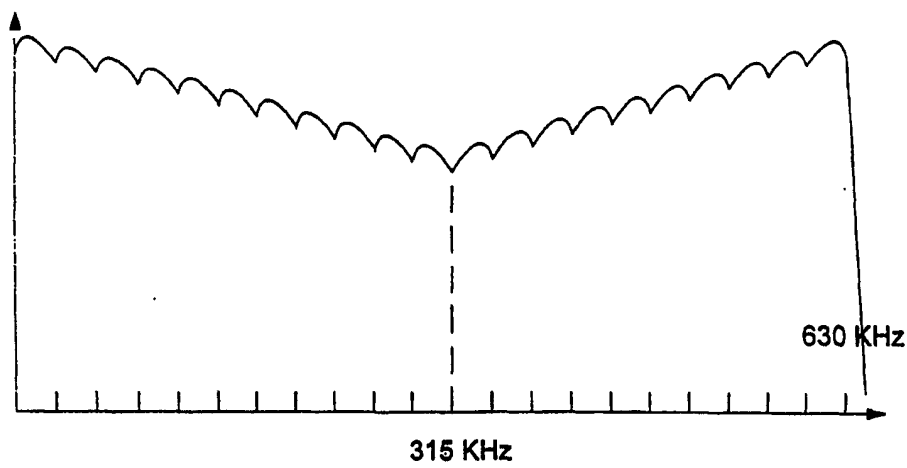


图2I

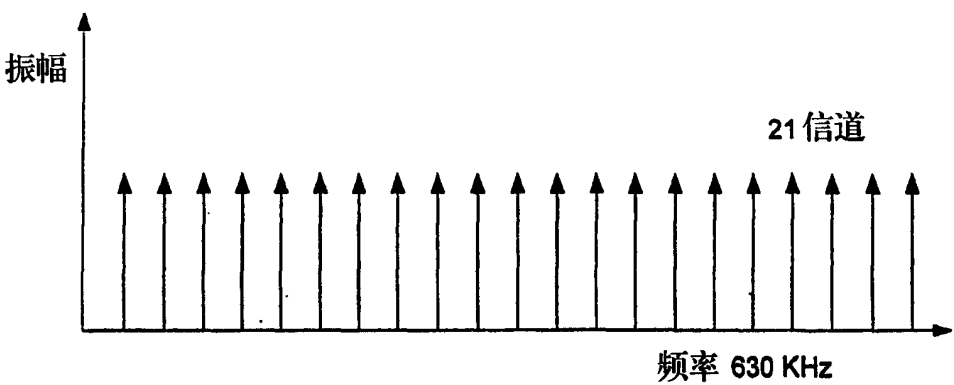


图2J

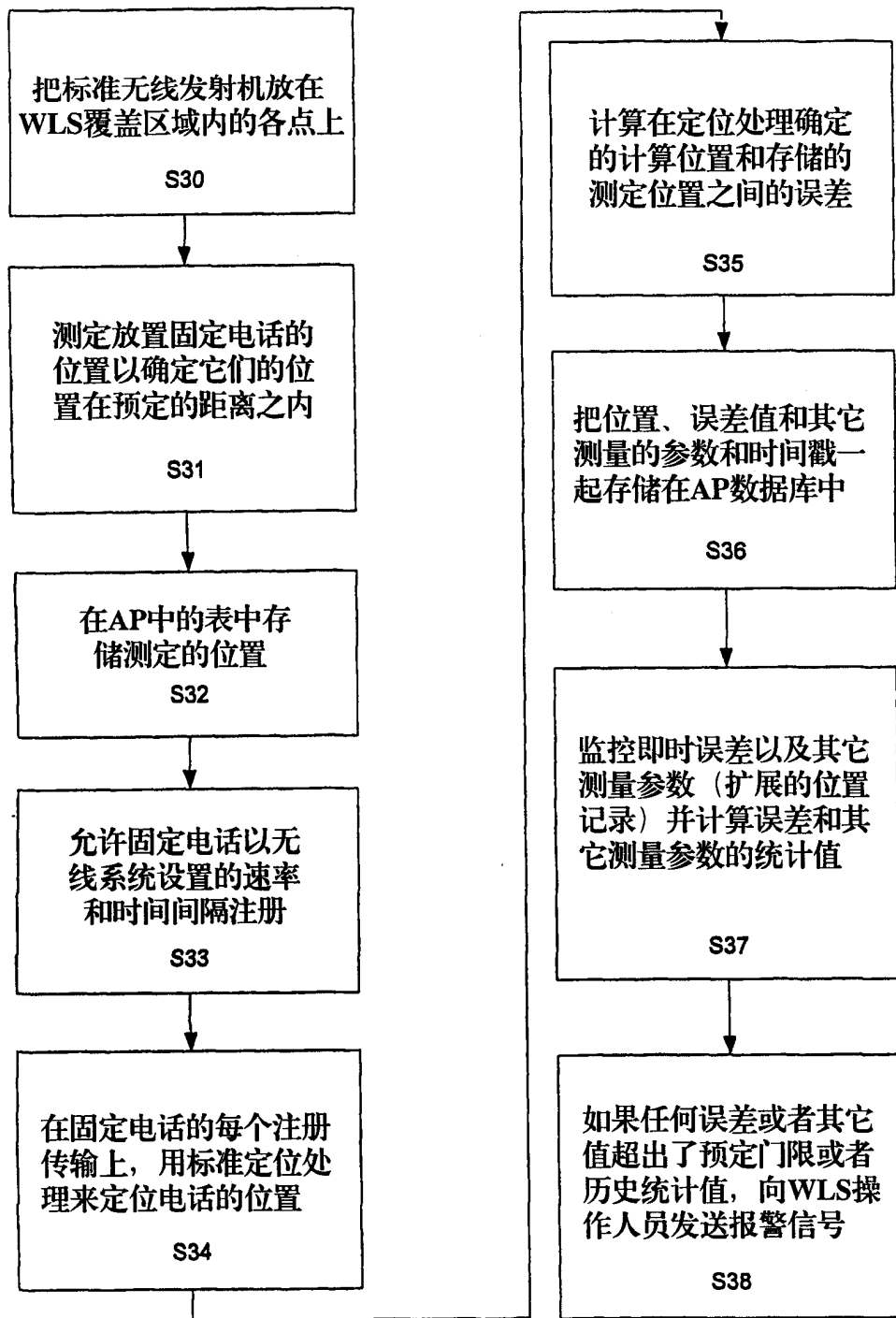


图2K

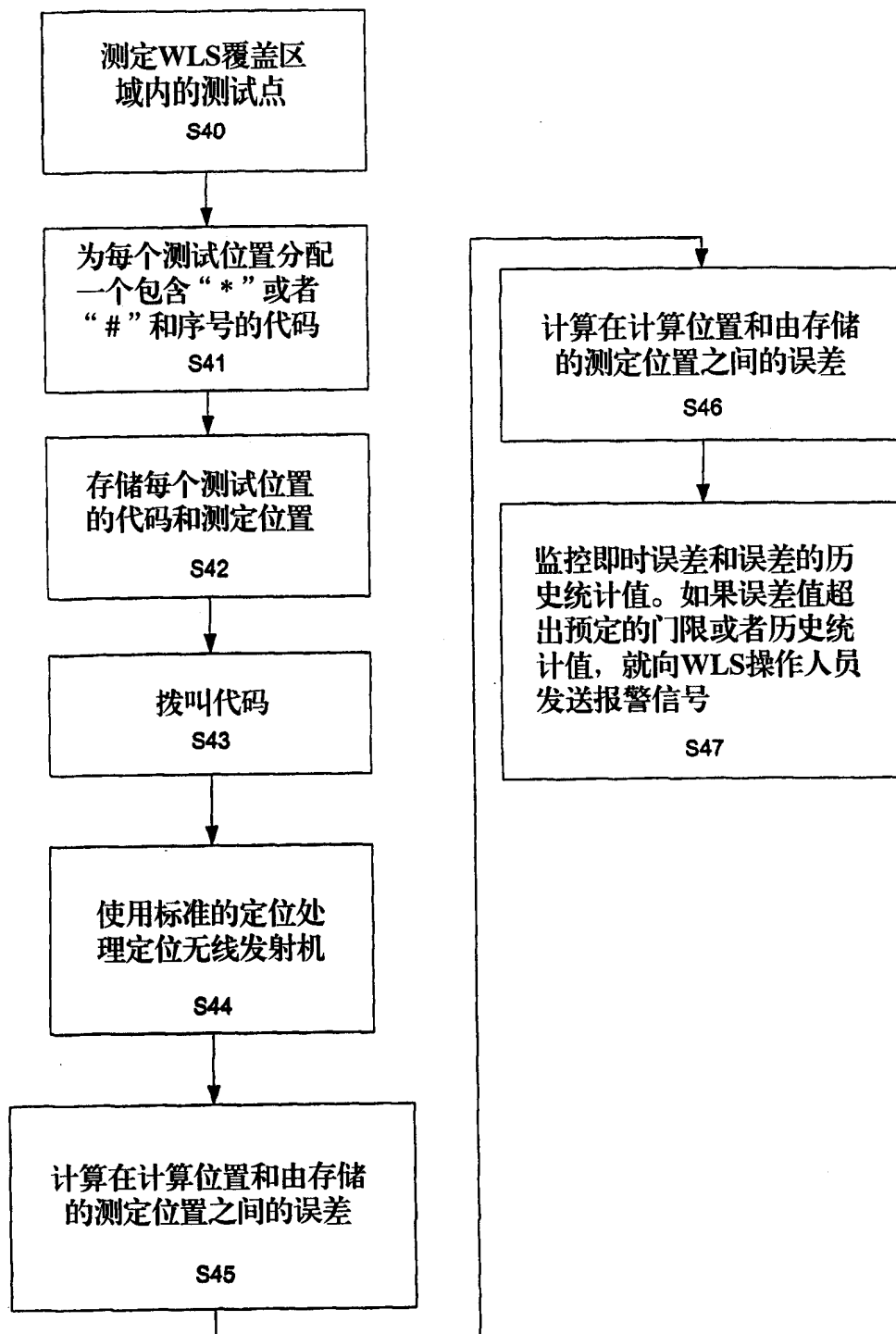


图2L

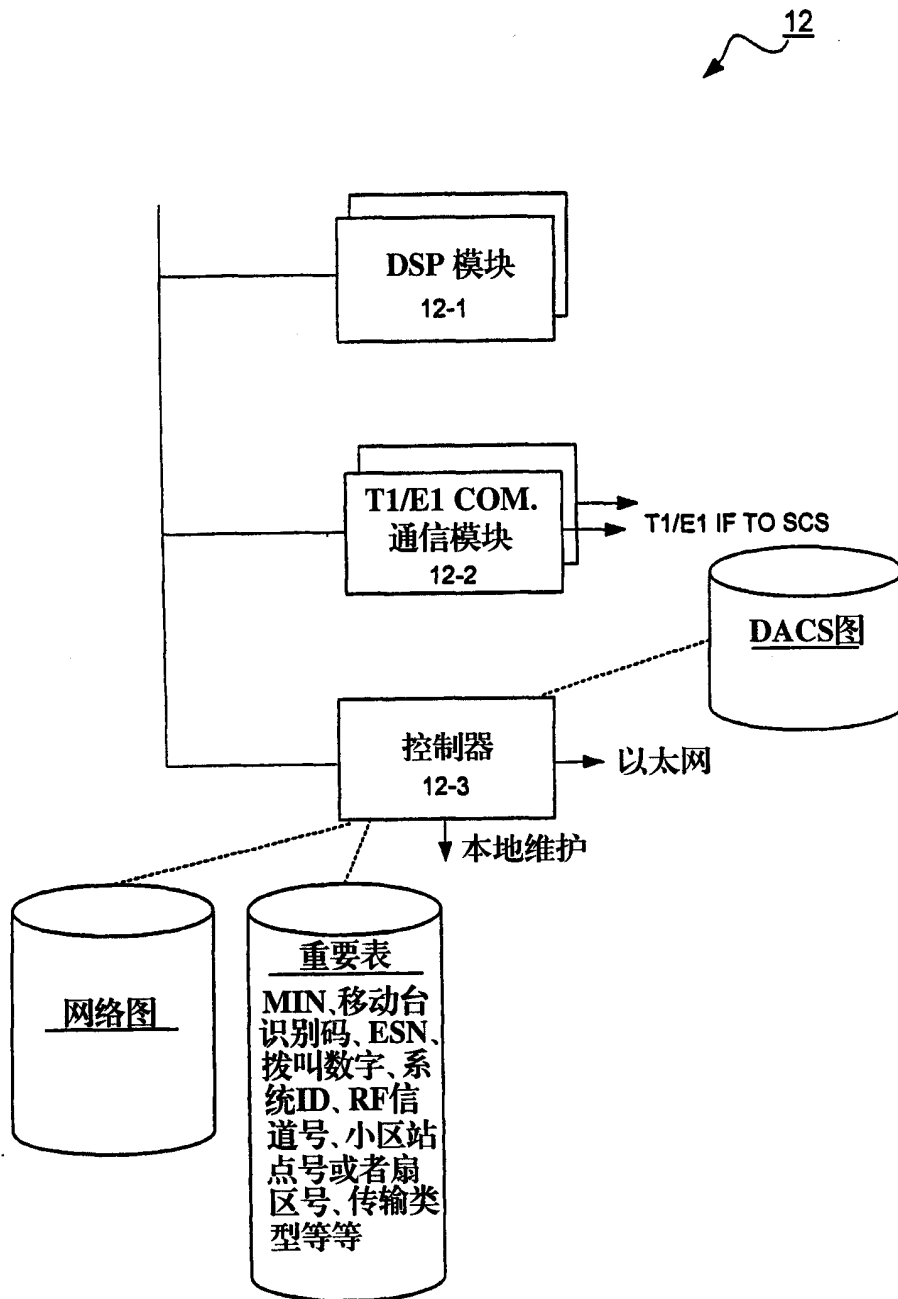


图3

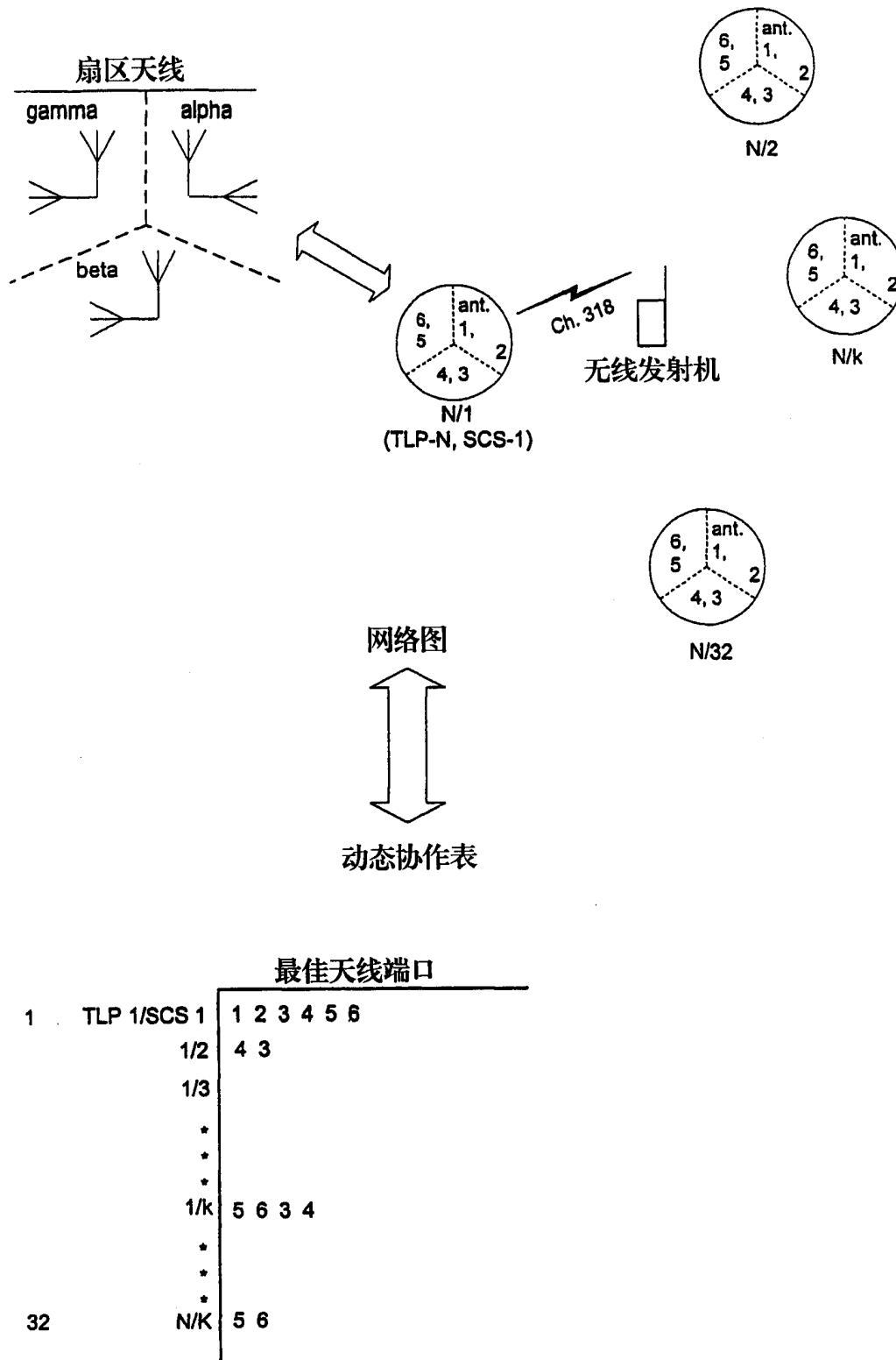


图3A

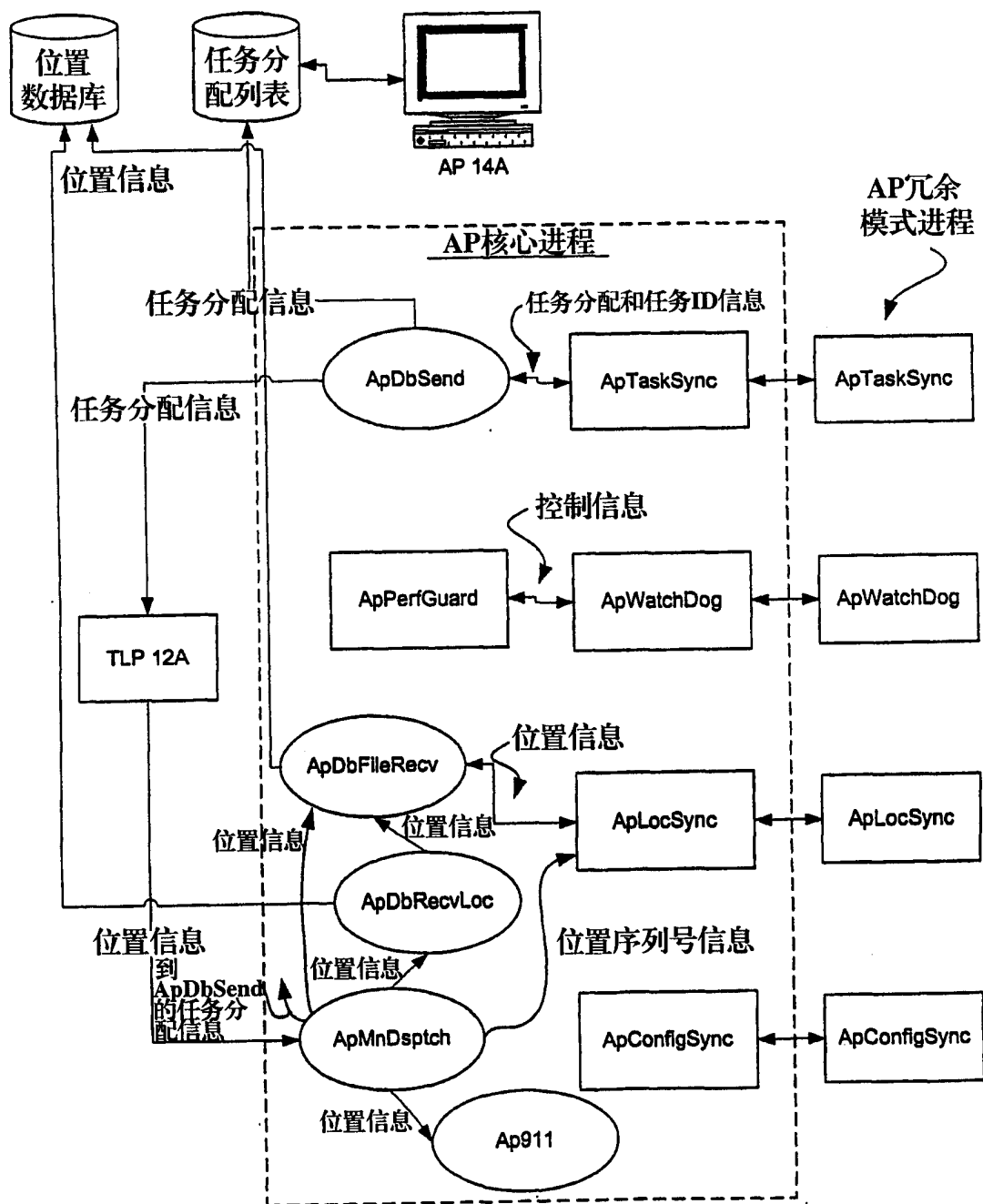


图4

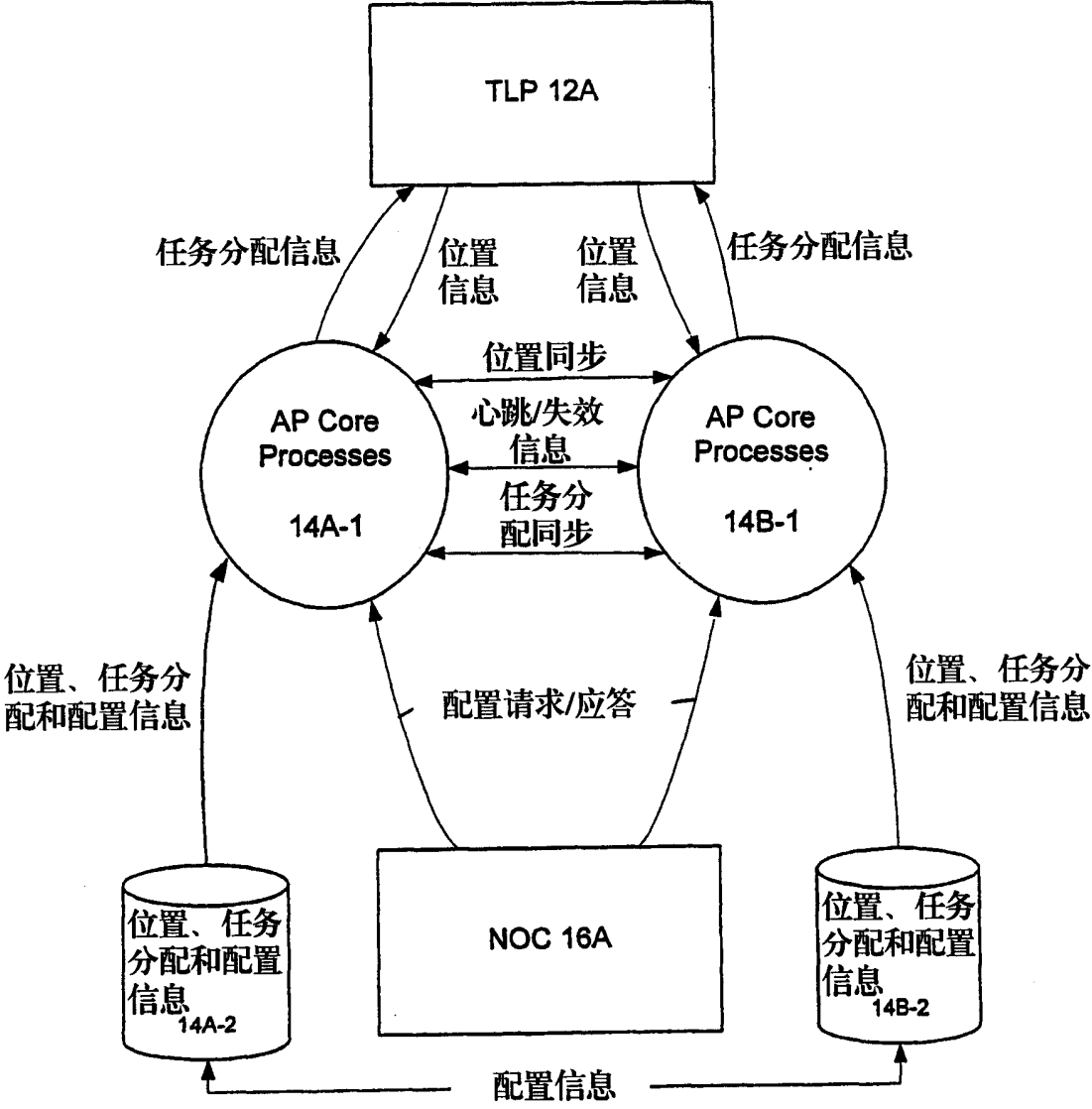


图4A

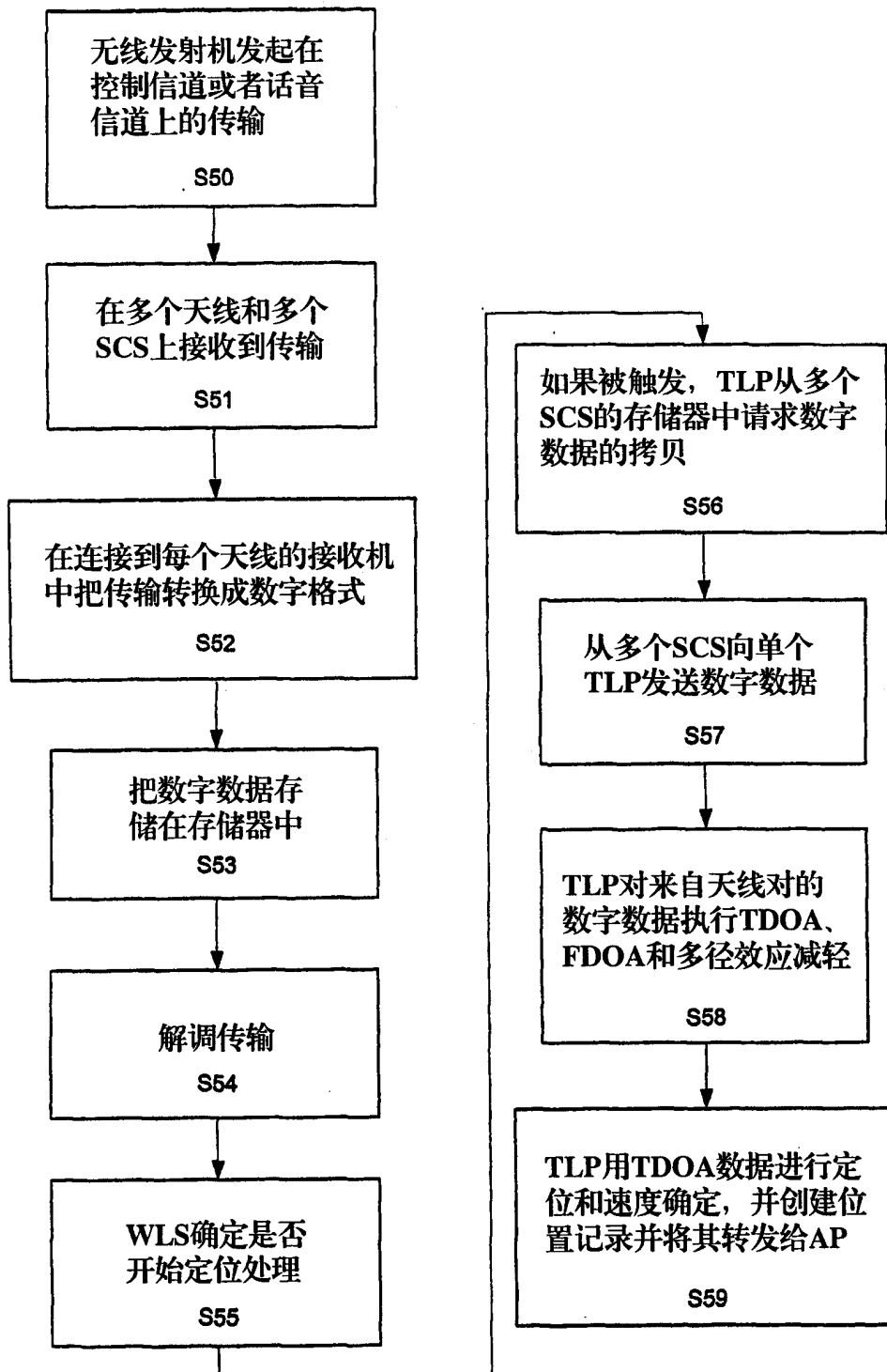


图5

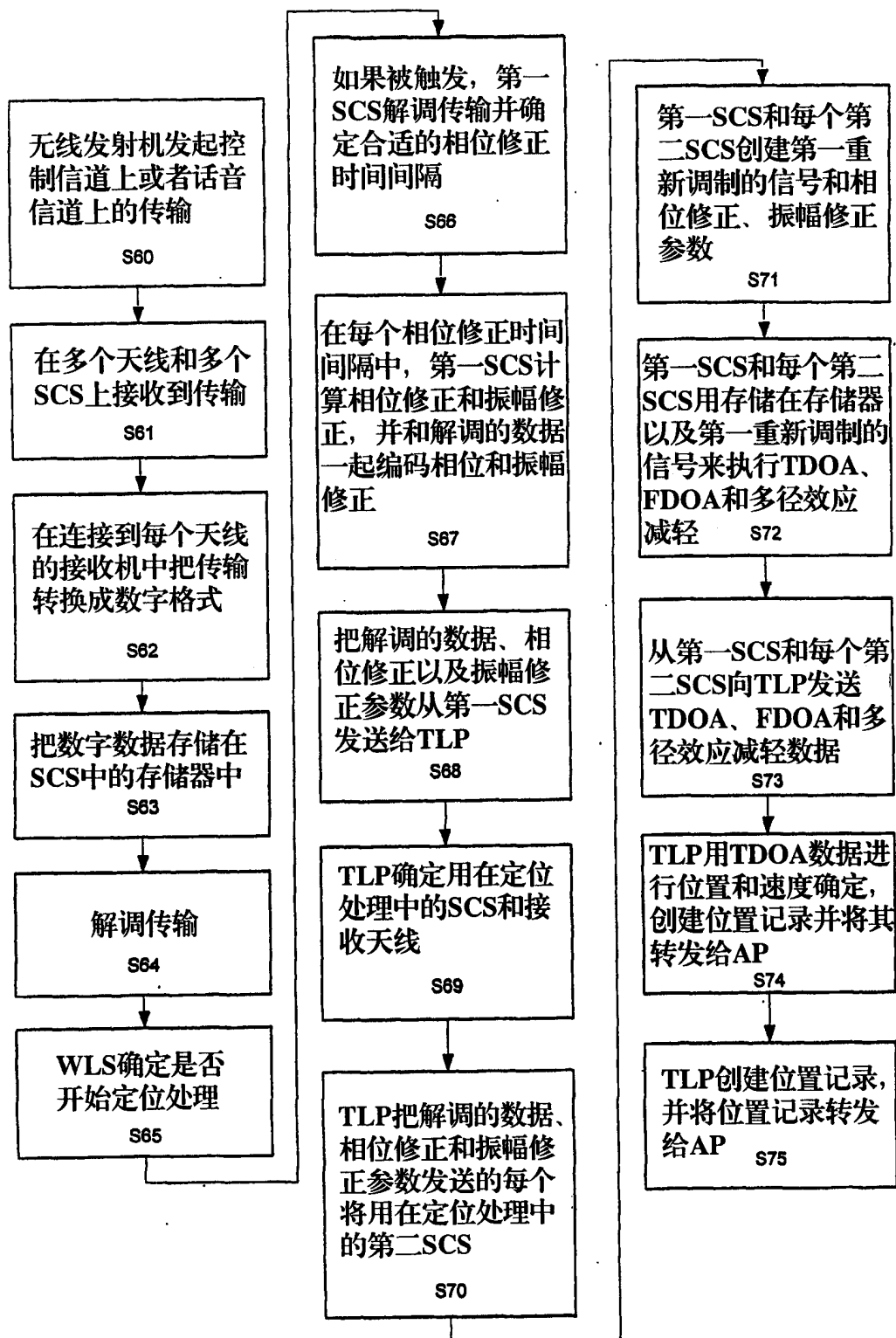


图6

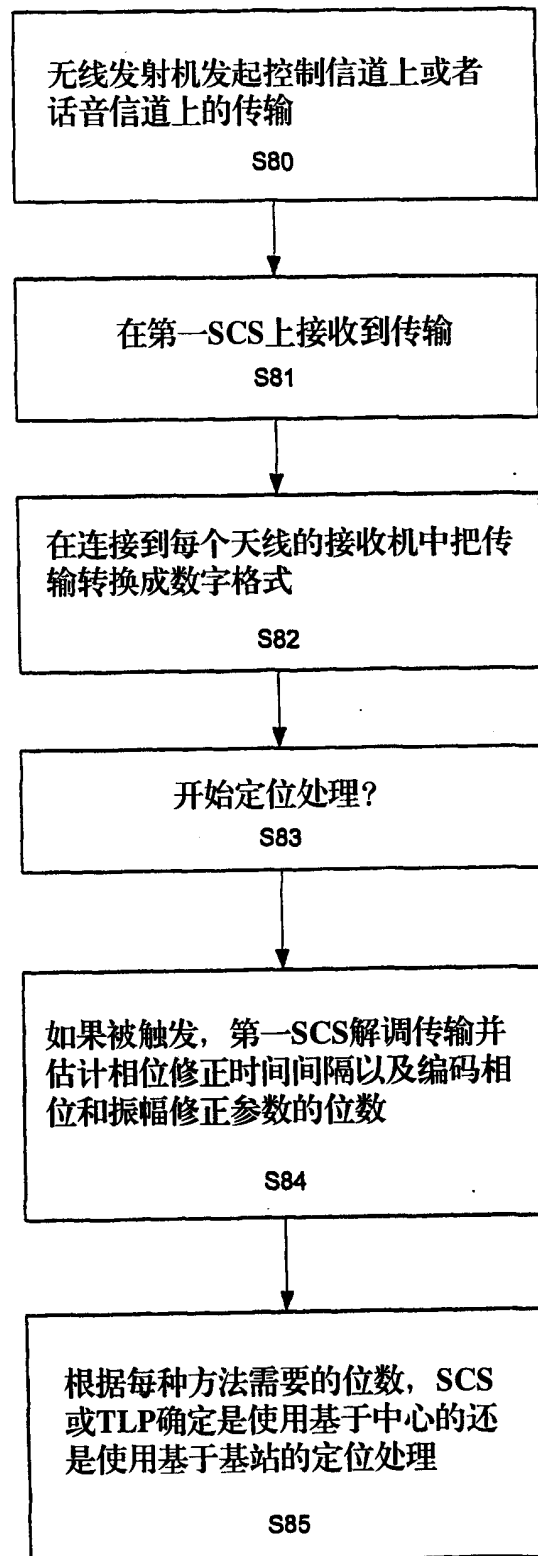


图7

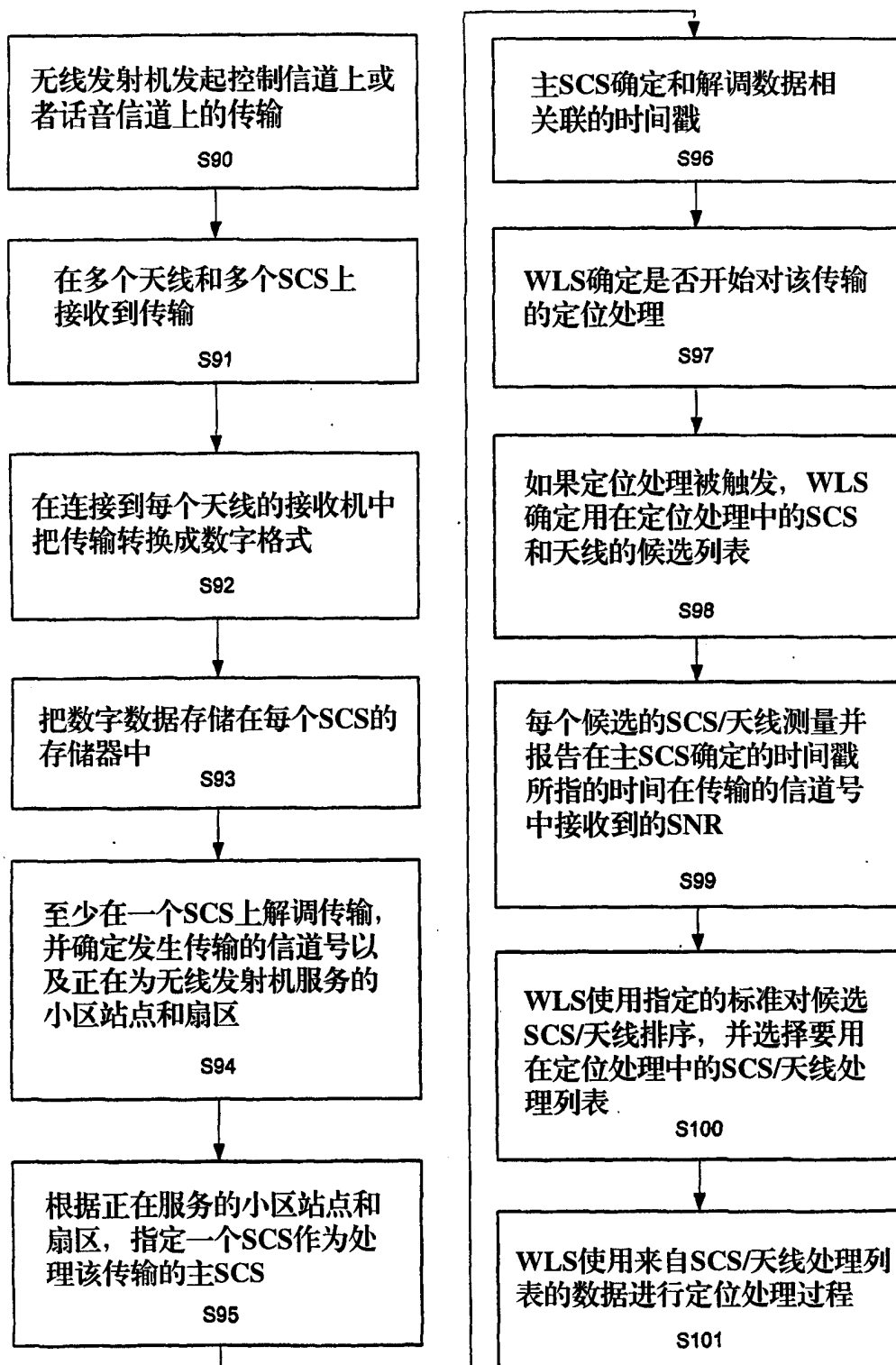


图8

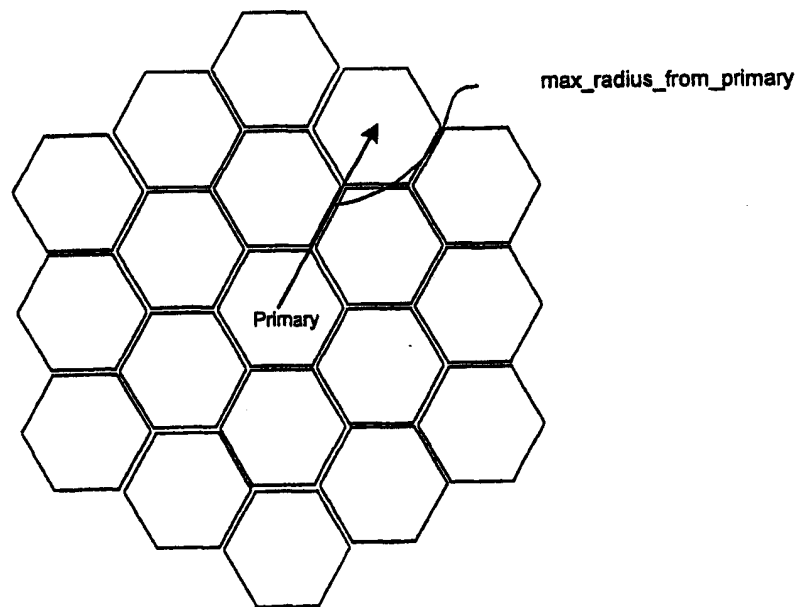


图9

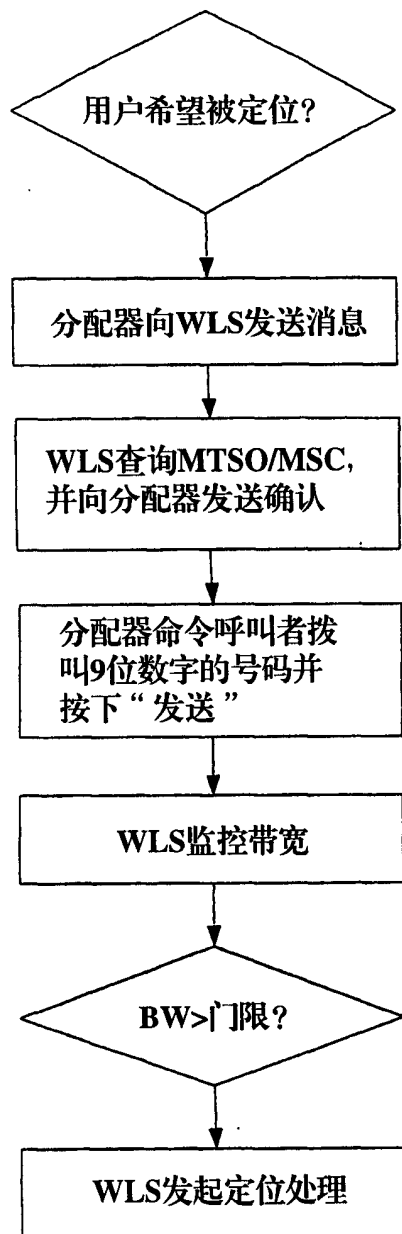


图10A

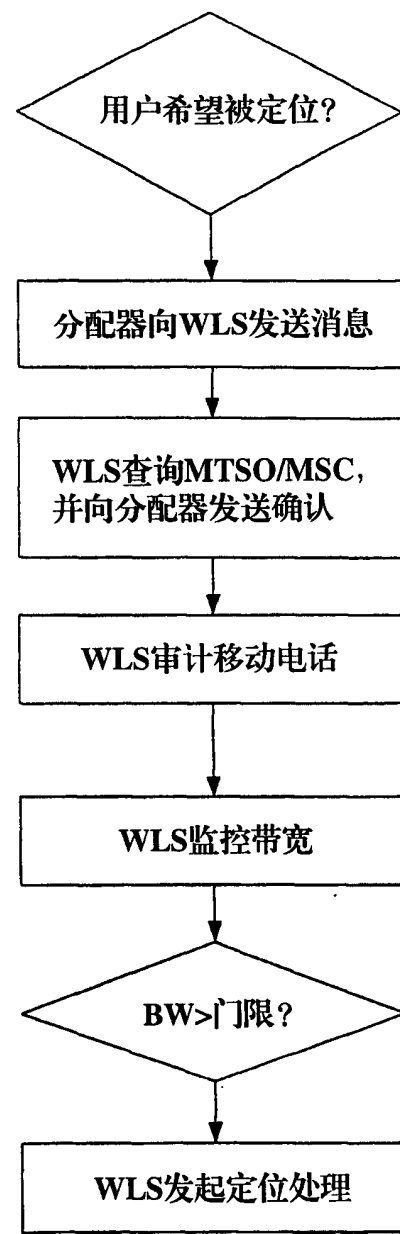


图10B

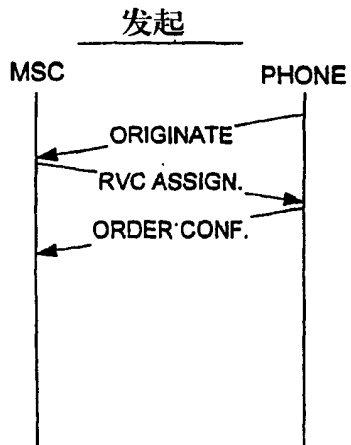


图11A

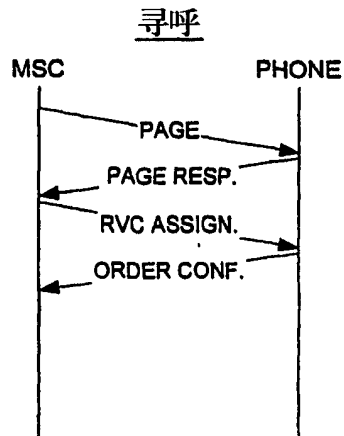


图11B

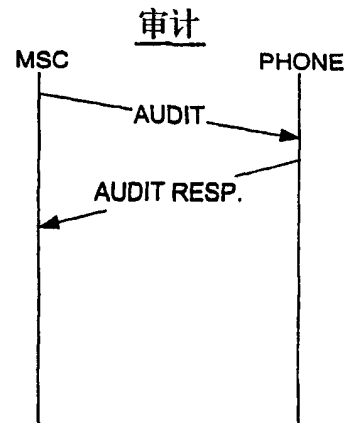


图11C

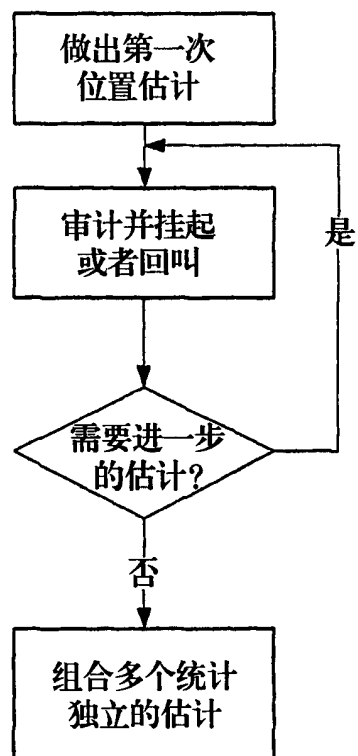


图11D

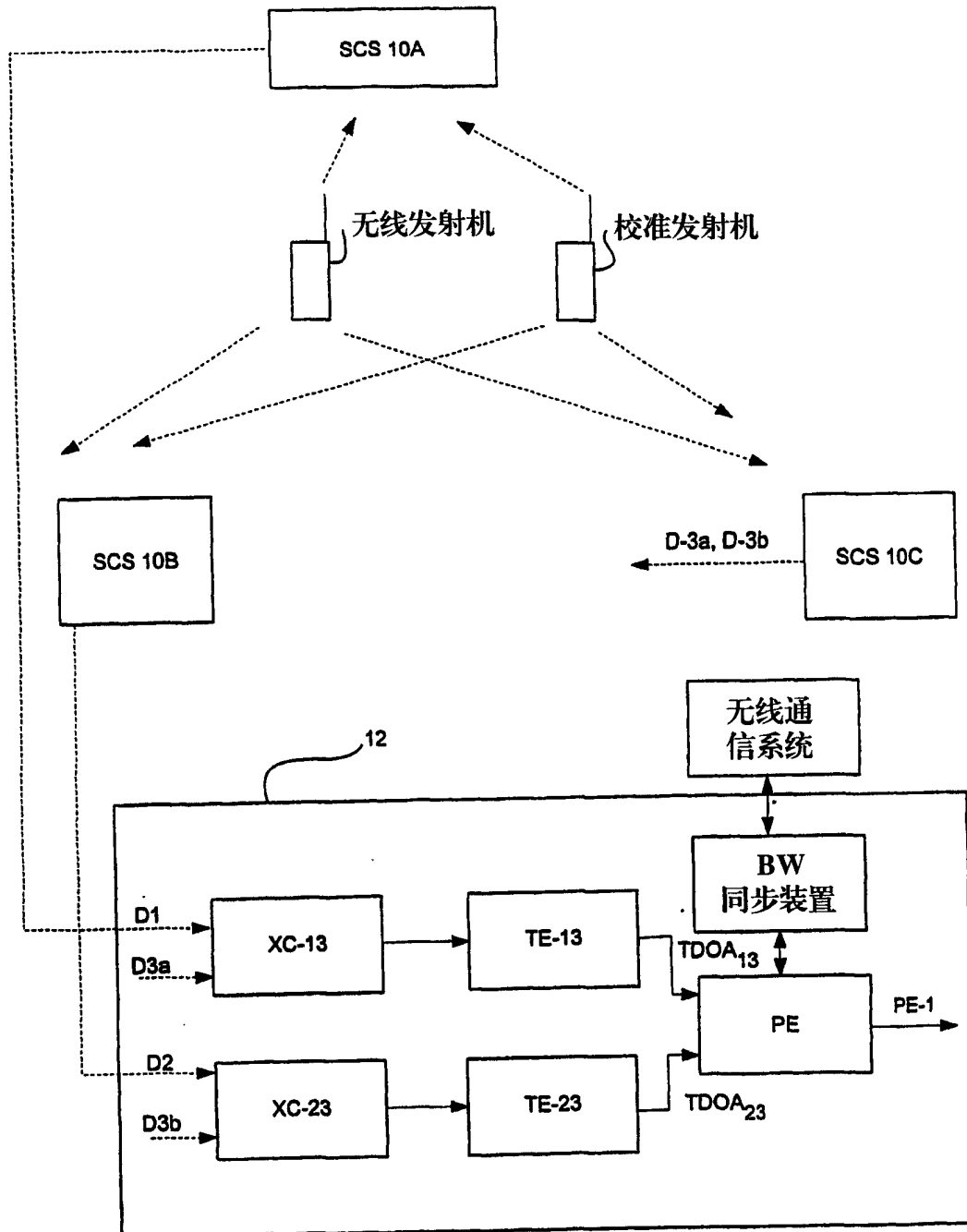


图12A

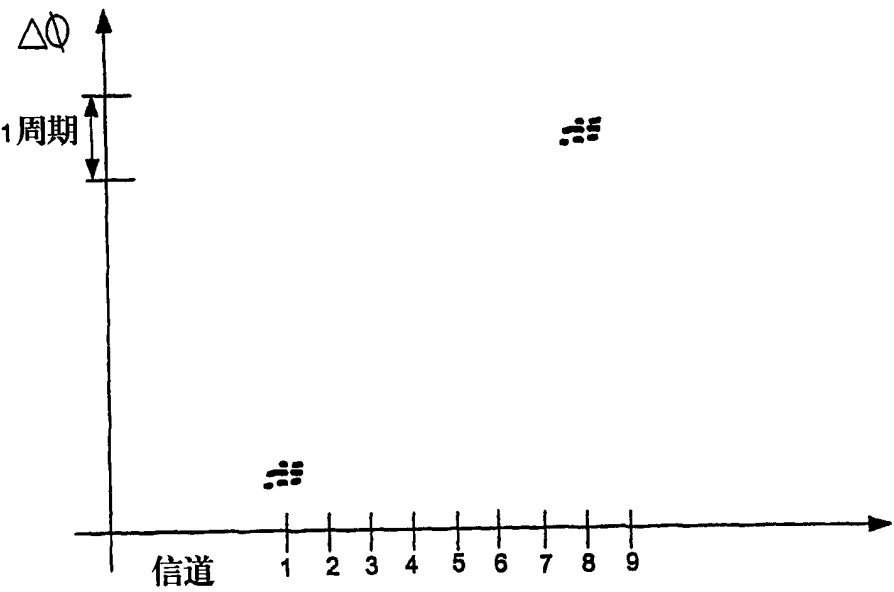


图12B