

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380107980.5

[51] Int. Cl.

G01S 5/00 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100549718C

[22] 申请日 2003.10.31

CN1316057A 2001.10.3

[21] 申请号 200380107980.5

审查员 宋丽梅

[30] 优先权

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[32] 2002.11.1 [33] US [31] 10/286,118

代理人 杨凯 王勇

[86] 国际申请 PCT/US2003/034646 2003.10.31

[87] 国际公布 WO2004/042417 英 2004.5.21

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.29

[73] 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 M·A·阿尔布雷希特

R·G·哈特曼

[56] 参考文献

US6049304A 2000.4.11

CN1304270A 2001.7.18

US6469663B1 2002.10.22

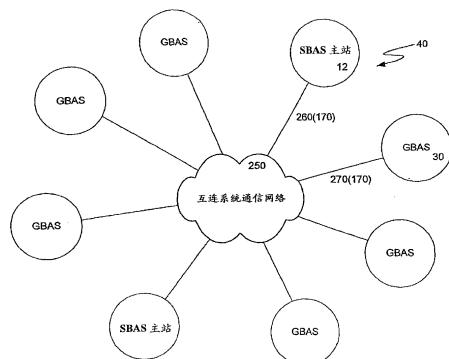
权利要求书 7 页 说明书 27 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于改进大范围差分卫星导航系统完整性的装置

[57] 摘要

一种装置和利用所述装置的附属方法提供实现精确的和效能价格合算的卫星定位差分增强系统的效能价格合算的方法。所述混合系统将地面增强系统(GBAS)网络与卫星增强系统(SBAS)结合在一起，这种系统允许将GBAS的高的完整性特征与SBAS系统的十分宽广的覆盖区一起使用，而不需要在单独升级任一个系统时所需的大量的费用。



1. 一种地面增强系统网络，它包括：

导航卫星；

互连系统通信网络；及

至少第一地面增强系统和第二地面增强系统，每一个地面增强系统包括：

地面增强系统接收机，它配置成接收来自导航卫星的导航卫星数据，并将接收的数据转换成地面增强系统原始增强数据；

地面增强系统处理器，它配置成接收来自地面增强系统接收机的地面增强系统原始增强数据，并将它格式化为格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；和

地面增强系统发射机，它配置成将格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据发送给所述互连系统通信网络；

所述第一地面增强系统的所述地面增强系统处理器配置成接收由所述第二地面增强系统产生的地面增强系统差分校正值和完整性数据，并配置成将所述数据包括在它自己的格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据中。

2. 一种组合卫星增强系统-地面增强系统，它包括：

导航卫星；

互连系统通信网络；

一个或多个地面增强系统，每一个地面增强系统包括：

地面增强系统接收机，它配置成接收来自导航卫星的导航卫星数据并将接收的数据转换成地面增强系统的原始增强数据；

地面增强系统处理器，它配置成接收来自接收机的地面增强系统原始增强数据，并将接收的数据格式化成为格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；和

地面增强系统发射机，它配置成将地面增强系统差分校正值

和完整性数据发送给所述互连系统通信网络；

所述组合卫星增强系统-地面增强系统系统还包括：

卫星增强系统，它包括：

卫星增强系统卫星，它配置成将卫星增强系统的校正值和完整性数据发送给用户；

卫星增强系统接收机，它配置成接收来自所述导航卫星的导航卫星数据并将其转换成卫星增强系统的增强数据；

卫星增强系统主站，它配置成接收来自所述卫星增强系统接收机的所述卫星增强系统增强数据、接收来自所述互连系统通信网络的地面上增强系统差分校正值和完整性数据、以及将包含所述接收到的地面上增强系统差分校正值和完整性数据的处理过的卫星增强系统校正值和完整性数据发送给所述卫星增强系统卫星。

3. 如权利要求2所述的组合卫星增强系统-地面增强系统系统，其中，所述地面上增强系统发射机还配置成将地面上增强系统差分校正值和完整性数据发送给地面上增强系统用户。

4. 一种组合卫星增强系统-地面增强系统系统，它包括：

导航卫星；

互连系统通信网络；

一个或多个地面上增强系统，每一个地面上增强系统包括：

地面上增强系统接收机，它配置成经由导航卫星到地面上增强系统接收机的通信路径接收来自所述导航卫星的导航卫星数据，并将所述导航卫星数据转换成地面上增强系统的原始增强数据；

处理器，它配置成经由地面上增强系统接收机到处理器的通信路径接收地面上增强系统的原始增强数据，所述处理器包括：

连接地面上增强系统到互连系统通信网络的通信路径的互连系统通信网络输入，所述通信路径配置成接收来自互连系统通信网络的格式化的组合系统数据；

连接地面上增强系统接收机到地面上增强系统处理器的通

信路径的接收机输入，所述通信路径配置成接收来自所述地面增强系统接收机的所述地面增强系统的原始增强数据；

增强数据的数据库；

本地增强系统消息接收机，它配置成接收来自所述互连系统通信网络输入的所述格式化的组合系统数据，对所述组合系统数据进行转换并将其存储在所述增强数据的数据库中；

地面增强系统接收机的增强数据接收机，它配置成接收来自所述地面增强系统接收机输入的所述地面增强系统的原始增强数据，对所述地面增强系统的原始增强数据进行转换，并将其存储在所述增强数据的数据库中；

完整性监视检验器，它配置成从所述增强数据的数据库读出数据；

地面增强系统接收机状态数据库，它配置成存储地面增强系统接收机的状态数据；

本地增强系统消息格式化器，它配置成接收来自所述增强数据的数据库、所述完整性监视检验器和所述地面增强系统接收机的状态数据库中至少一个的信息，并配置成产生用于输出的至少一个本地增强系统消息；

互连系统通信网络输出，它配置成接收来自所述本地增强系统消息格式化器的本地增强系统消息并将所述本地增强系统消息输出给所述地面增强系统到互连系统通信网络的通信路径；

发射机/用户的输出，它配置成接收来自所述本地增强系统消息格式化器的本地增强系统消息并将所述本地增强系统消息输出给本地发射机和用户中的至少一个；

所述组合卫星增强系统-地面增强系统系统还包括：

卫星增强系统，它包括：

卫星增强系统卫星，它将卫星增强系统校正值和完整性数据经由卫星增强系统卫星到卫星增强系统用户的通信路径发送给用户；

卫星增强系统接收机，它配置成经由导航卫星到卫星增强系统接收机的通信路径接收来自所述导航卫星的导航卫星数据并将所述导航卫星数据转换成卫星增强系统增强数据；

卫星增强系统主站，它配置成经由卫星增强系统接收机到卫星增强系统主站的通信路径接收来自所述卫星增强系统接收机的卫星增强系统的增强数据，所述卫星增强系统主站还包括：

互连系统通信网络输入，它连接到卫星增强系统到互连系统通信网络的通信路径，所述通信路径配置成接收来自所述互连系统通信网络的格式化的组合系统数据；

卫星增强系统接收机输入，它连接到卫星增强系统接收机到卫星增强系统主站的通信路径，所述通信路径配置成接收来自所述卫星增强系统接收机的卫星增强系统增强数据；

增强数据的数据库；

卫星增强系统本地增强系统消息接收机，它配置成接收来自所述互连系统通信网络输入的所述格式化的组合系统数据，对所述组合系统数据进行转换并将其存储在所述增强数据的数据库中；

卫星增强系统接收机的增强数据接收机，它配置成接收来自所述卫星增强系统接收机输入的所述卫星增强系统增强数据，对所述卫星增强系统增强数据进行转换并将其存储在所述增强数据的数据库中；

卫星增强系统完整性处理器，它配置成接收存储在所述增强数据的数据库中的所述卫星增强系统增强数据，并配置成处理完整性数据；

校正值处理器，它配置成接收来自所述增强数据库的增强数据和所述完整性数据，并产生卫星增强系统校正值和完整性数据；及

输出，它配置成接收来自所述校正值处理器的所述卫星增强系统校正值和完整性数据并通过所述卫星增强系统主站到卫星增

强系统卫星的通信路径将所述卫星增强系统校正值和完整性数据输出给所述卫星增强系统卫星。

5. 一种操作互连的地面增强系统的方法，所述方法包括：

由第一地面增强系统接收导航卫星数据；

由所述第一地面增强系统将导航卫星数据格式化成为格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；

将所述格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；

由第二地面增强系统将接收来自所述互连系统通信网络的所述格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；

由所述第二地面增强系统利用来自所述第一地面增强系统的所述接收到的格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据将由所述第一地面增强系统接收的导航卫星数据格式化成为再格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；以及

将所述再格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据发送给所述互连系统通信网络和地面增强系统用户中的至少一个。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中还包括：

由所述第二地面增强系统的处理器利用由所述第一地面增强系统提供的测量数据计算改进的固有精度数据。

7. 如权利要求 5 所述的方法，其中还包括：

由所述第二地面增强系统的处理器利用由所述第一地面增强系统提供的完整性数据计算改进的完整性数据。

8. 如权利要求 5 所述的方法，其中还包括：

由所述第二地面增强系统的处理器利用由所述第一地面增强系统提供的数据计算在长基线上变化的测量数据和完整性参数中的至少一个。

9. 一种用于将卫星增强系统校正值和完整性数据发送给卫星增强系统卫星的方法，所述方法包括：

由地面增强系统处理器产生包括地面增强系统的原始增强数据和差分校正值和完整性数据的格式化的组合系统数据；

由卫星增强系统主站接收来自卫星增强系统接收机的卫星增强系统增强数据和来自通信网络的格式化的组合系统数据；

由卫星增强系统主站利用所述卫星增强系统增强数据以及地面增强系统差分校正值和完整性数据，将卫星增强系统校正值和完整性数据格式化；以及

由所述卫星增强系统主站将所述卫星增强系统校正值和完整性数据发送给卫星增强系统卫星。

10. 一种操作包括地面增强系统和卫星增强系统的组合卫星增强系统-地面增强系统系统的方法，所述方法包括：

由地面增强系统接收机和卫星增强系统接收机接收导航卫星数据；

由所述地面增强系统接收机把来自所述导航卫星数据的地面增强系统原始增强数据格式化；

由所述地面增强系统接收机将地面增强系统原始增强数据发送给地面增强系统处理器；

由所述地面增强系统处理器将地面增强系统原始增强数据格式化成为格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；

将所述格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；

由所述卫星增强系统接收机把来自所述导航卫星数据的卫星增强系统增强数据格式化；

由所述卫星增强系统接收机将卫星增强系统增强数据发送给卫星增强系统主站；

由所述卫星增强系统主站接收来自所述互连系统通信网络的格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据；

由所述卫星增强系统主站利用所述卫星增强系统增强数据以及

---

所述地面增强系统差分校正值和完整性数据对卫星增强系统校正值和完整性数据进行格式化；以及

由所述卫星增强系统主站将所述格式化的卫星增强系统校正值和完整性数据发送给卫星增强系统卫星。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其中还包括：

将所述格式化的地面增强系统差分校正值和完整性数据发送给地面增强系统用户。

12. 如权利要求 10 所述的方法，其中还包括：

由所述卫星增强系统主站利用由所述地面增强系统提供的第二差分校正参数计算第一差分校正参数。

13. 如权利要求 10 所述的方法，其中还包括：

由所述卫星增强系统主站利用由所述地面增强系统提供的完整性数据计算差分校正值的完整性。

14. 如权利要求 10 所述的方法，其中还包括：

由所述卫星增强系统主站利用由所述地面增强系统提供的数据计算在长基线上变化的测量结果和完整性参数中的至少一个，以监测所述卫星增强系统的校正值和完整性数据的完整性。

## 用于改进大范围差分卫星导航系统完整性的装置

### 发明背景

### 发明领域

本发明一般涉及卫星定位系统(例如，GPS)，更准确地说，涉及对由差分卫星增强系统发送的信号的测量和监视。

### 相关技术说明

卫星定位系统用于确定接收机的位置并且一般包括多颗卫星、接收机和一个或多个地面站。每一颗卫星发送包含代码和某些指定信息的信号，这些指定信息对确定接收机的位置有用。

接收机本身与至少四颗卫星的代码同步并且为了执行象三角形测量一样的过程，接收机使用由这些卫星构成的系统中的信息，以便确定它相对于基准点(例如，地心和GPS标准时间)的坐标。接收机并不局限于规定的地点，因而可以表示不同的地点。卫星定位系统的目的是使接收机能够确定自己的位置，不管接收机的位置在哪里。

由接收机确定的位置的精度受给定区域内所有接收机共同的条件的不利影响。包括固定位置的接收机的地面站用于监视卫星发送的信号并确定对发送的卫星信号的校正值。地面站把所有必要的信号校正值通知接收机，以便接收机可以进行更精确的定位计算。所述方案称为差分定位。

由于移动接收机完全依赖于由标准地面站发射的校正值，所以，在移动接收机和卫星进行的卫星测量之间所有不一致的条件都将在移动接收机中产生未检出的差错。保护移动接收站，地面站监视由卫星发送的信号，以便检测卫星中影响移动接收机的故障。所述检测故障的功能称为提供校正的完整性，地面站将校正的完整性发

送给移动接收机。对于 GPS，这些故障包括信号功率、代码信号的失真、代码和载波发散、射频干扰、信号加速和错误的星历数据。

由于地面站增大了原始导航卫星信号的精度和完整性，所以地面站系统也称为增强系统。存在两种类型的增强系统：(1) 卫星增强系统(SBAS)，它提供大范围(象美国大陆一样)差分定位；以及(2) 地面增强系统(GBAS)，它提供较小范围(最多大约 200 英里)的差分定位。

### 卫星增强系统(SBAS)

图 1 和 2 中示出了用于覆盖大范围的已知 SBAS 体系结构。在 SBAS 体系结构 10 中，接收机 14 的网络用于收集卫星数据 120 并且执行从导航卫星 20 经由卫星到接收机通信路径 214 的测量 110，并确定增强数据 132，所述增强数据包括差分校正值、电离层延迟误差和在接收机 14 位置上的导航卫星信号的精度。

测量数据 110 通过接收机到主站通信路径 232，从接收机 14 发送给一个或多个主站 12。主站 12 为集中式数据处理站点，它用于确定覆盖区 16 的 SBAS 区域范围内的增强 110 的差分校正值和完整性。处理后的 SBAS 校正值和完整性数据 132 通过卫星通信路径 212 的主站传送到 SBAS 卫星 18。然后，通常起通信转发器作用的 SBAS 卫星 18 将校正值和完整性数据 132 通过卫星到 SBAS 用户通信路径 218，向覆盖区 16 内的所有用户 23 广播。所述结构在图 2 中作了更详细说明。

### 地面增强系统(GBAS)

根据图 3，地面增强系统(GBAS) 30 包括 GBAS 接收机 32，后者通过卫星到 GBAS 接收机通信路径 240 测量卫星 20 提供的导航卫星数据 120。这些接收机 32 将卫星数据和测距测量结果 150 发送给 GBAS 处理器 34，后者确定卫星数据的差分校正值和完整性。处理器 34 将这些校正值和完整性数据 152，通过本地发射机 36 发送给 GBAS 覆盖区

的 GBAS 用户的接收机 38。一般地说，GBAS 的覆盖区为 30 至 50 英里。这种较小的覆盖范围允许 GBAS 提供比 SBAS 高的精度和完整性。

较高精度和完整性使 GBAS 适合于精密的航空方面的应用。由于精密方面的应用要求严格的完整性，所以，诸如由 FAA 的规范 FAA-E-2937A (“FAA-E-2937A”) 中的 FAA(被包括在本文中作为参考)确定的当前 GBAS 包括用于检测卫星信号波形完整性的监视器以及来自卫星的测距完整性。应用这些监视器和其它要求使 GBAS 的精度、连续性和完整性都比 SBAS 的大许多。

### 已知的解决方案

为 SBAS 覆盖范围内更复杂的操作(如精确方法)作好准备，要求比由当前的 SBAS 实现方案提供的更高水平的完整性和监视。前面已考虑过有关 SBAS 的增强的完整性的两种已知解决方案。

第一种解决方案应用附加的 SBAS 参考接收机 14，以便在覆盖区 16 中提供附加的采样点。从这些附加接收机 14 得到的测量结果可以求出更详细的差分和电离层校正值。可惜的是，附加接收机 14 增加了接收机 14 和通信链路 232、234 的成本。

第二种解决方案在 SBAS 接收机 14 中包括与每个 FAA-E-2937A 的要求类似的卫星信号监视器。这些监视器通过监视 FAA-E-2937A 中定义的异常类型，将增加接收机获得的测量结果的完整性。然而，所述解决方案也需要附加成本，以便更新存在于这些新监视器中的许多现有的接收机 14。

### 发明概述

本发明将 GBAS 站的资源用来补充 SBAS 站接收机的测量结果和完整性要求。这是通过本发明在 GBAS 站和 SBAS 主站之间严格的通信链路和对相关信息的必要的处理、转换和存储来实现的。本发明还通过经由通信链路在各个 GBAS 站之间交换数据来改进了 GBAS 站的功

能性。

在其最基本的形式中，GBAS 将原始测量结果、校正值、完整性测量结果及完整性监视结果通过所述精确的链路发送给 SBAS 站。SBAS 站可以使用这些数据产生与 GBAS 系统一样精确的校正值和监视结果，从而，提高了 SBAS 站的完整性。这种通信功能和主站功能减轻了可以由 SBAS 接收机引起的对 SBAS 用户的危险的和迷惑的作用。这样，可以相对于较低水平的认证来开发 SBAS 接收机或者可能完全取消所述 SBAS 接收机。

各个 GBAS 站可以使用从通信链路上其它 GBAS 站收集的数据来改善所产生的功能性和校正值的完整性，所述功能性和校正值的完整性优于由 GBAS 系统单独产生的功能性和校正值的完整性。由于 GBAS 网络能够产生与已知 SBAS 的实现方案类似的大范围的校正值，因而可以增强功能，可以用也能提供本地服务的 GBAS 系统替换 SBAS 接收机。可以利用 GBAS 网络数据、通过使用其它 GBAS 系统的测量结果监视卫星信号的作用来改善 GBAS 系统的完整性，所述卫星信号仅仅在长距离（例如，电离层效应）上会发生变化。由于所述效应很难与在 GBAS 接收机之间的短距离上进行的测量隔离，因此，这些效应对 GBAS 的监视是一种挑战。应用其它 GBAS 站在较大距离上的测量结果可以使这些确定更简单，实现更高的完整性。

具体地说，本发明涉及地面增强系统(GBAS)网络，它包括：导航卫星；互连系统通信网络；至少第一 GBAS 和第二 GBAS，每一个 GBAS 包括：GBAS 接收机，它配置成接收来自导航卫星的导航卫星数据并将其转换成 GBAS 原始增强数据；GBAS 处理器，它配置成接收来自 GBAS 接收机的 GBAS 原始增强数据并将其格式化为格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；以及 GBAS 发射机，它配置成将 GBAS 差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；所述第一 GBAS 的 GBAS 处理器配置成接收由第二 GBAS 产生的 GBAS 差分校正值和完整性数据并且配置成将所述数据包括在其固有的格式化的 GBAS 差分校正值和完整性

数据中。

本发明还涉及组合卫星增强系统(SBAS)-GBAS，它包括：导航卫星；互连系统通信网络；一个或多个GBAS，每一个GBAS包括：GBAS接收机，它配置成接收来自导航卫星的导航卫星数据并将其转换成GBAS原始增强数据；GBAS处理器，它配置成接收来自所述接收机的GBAS原始增强数据并将其格式化为格式化的GBAS差分校正值和完整性数据；以及GBAS发射机，它配置成将GBAS差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；所述组合SBAS-GBAS系统还包括：SBAS，它包括：SBAS卫星，它配置成将SBAS校正值和完整性数据发送给用户；SBAS接收机，它配置成接收来自导航卫星的导航卫星数据并将其转换成SBAS增强数据；SBAS主站，它配置成接收接收机的SBAS增强数据并接收互连系统通信网络的GBAS的差分校正值和完整性数据，并且将包括接收的GBAS差分校正值和完整性数据的处理过的SBAS校正值和完整性数据发送给SBAS卫星。

本发明还涉及组合SBAS-GBAS系统，它包括：导航卫星；互连系统通信网络；一个或多个GBAS，每一个GBAS包括：接收机，它配置成通过卫星到GBAS接收机的通信路径从导航卫星接收导航卫星数据并将导航卫星数据转换成GBAS的原始增强数据；处理器，它配置成通过接收机到处理器通信路径接收GBAS原始增强数据，所述处理器包括：网络输入，它连接到GBAS到互连系统通信网络通信路径，后者配置成接收来自通信网络的格式化的组合系统数据；接收机输入，它连接到GBAS接收机到GBAS处理器的通信路径，后者配置成接收接收机的原始增强数据；增强数据的数据库；本地增强系统(LAAS)消息接收机，它配置成接收网络输入的格式化的组合系统数据，对组合系统数据进行转换并将其存储到增强数据的数据库中；GBAS接收机的增强数据的接收机，它配置成接收接收机输入的原始增强数据，对原始增强数据进行转换并将其存储在增强数据的数据库中；完整性监视器的校验器，它配置成从增强数据的数据库读取数据；

接收机状态数据库，它配置成存储接收机的状态数据；LAAS 消息格式化器，它配置成接收来自增强数据的数据库、完整性检验器和 GBAS 接收机状态数据库中至少一个的信息并产生至少一个 LAAS 消息用于输出；网络输出，它配置成接收 LAAS 消息格式化器的 LAAS 消息，并将它们输出给与互连系统通信网络的通信路径连接的 GBAS；发射机/用户输出，它配置成接收 LAAS 消息格式化器的 LAAS 消息，并将它们输出给本地发射机和用户中的至少一个；所述组合 SBAS-GBAS 系统还包括：SBAS，它包括：SBAS 卫星、接收机、主站，所述 SBAS 卫星将 SBAS 校正值和完整性数据发送给从 SBAS 卫星到 SBAS 用户通信路径上的用户；所述接收机配置成接收来自导航卫星到 SBAS 接收机通信路径上的导航卫星的导航卫星数据，并将导航卫星数据转换成 SBAS 增强数据；所述主站配置成接收来自 SBAS 的接收机到 SBAS 主站通信路径上的接收机的 SBAS 增强数据，所述主站还包括：网络输入、接收机输入、增强数据的数据库、SBAS 消息接收机、SBAS 接收机的增强数据接收机、SBAS 完整性处理器、校正值处理器、输出，所述网络输入连接到 SBAS 到互连系统通信网络的通信路径，后者配置成接收来自通信网络的格式化的组合系统数据；所述接收机输入连接到 SBAS 接收机到 SBAS 主站的通信路径，后者配置成接收来自接收机的 SBAS 增强数据；所述 SBAS LAAS 的消息接收机配置成接收网络输入的格式化的组合系统数据，对组合系统数据进行转换，并将它们存储在增强数据的数据库中；所述 SBAS 接收机的增强数据接收机配置成接收来自接收机输入的 SBAS 增强数据，对 SBAS 增强数据进行转换，并将它们存储在增强数据的数据库中；所述 SBAS 完整性处理器配置成接收存储在增强数据的数据库中的 SBAS 增强数据，并配置成处理完整性数据；所述校正值处理器配置成接收来自增强数据库的增强数据和完整性数据，产生 SBAS 校正值和完整性数据；所述输出配置成接收来自校正值处理器的 SBAS 校正值和完整性数据，并将它们通过与 SBAS 卫星通信路径连接的 SBAS 主站输出给 SBAS 卫星。

本发明还涉及操作连网的 GBAS 系统的方法，所述方法包括：由第一 GBAS 接收导航卫星数据；由第一 GBAS 将导航卫星数据格式化成为格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；将格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；由第二 GBAS 从互连系统通信网络接收格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；利用来自第一 GBAS 的接收到的格式化 GBAS 差分校正值和完整性数据，由第二 GBAS 将导航卫星数据格式化成为再格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；将再格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络和 GBAS 用户中的至少一个。

本发明还涉及将 SBAS 校正值和完整性数据发送给 SBAS 卫星的方法，所述方法包括：由 GBAS 处理器产生包含 GBAS 原始增强数据的格式化组合系统数据；由 SBAS 主站从 SBAS 接收机接收 SBAS 增强数据并且从通信网络接收格式化组合系统校正值和完整性数据；由 SBAS 主站利用 SBAS 增强数据以及 GBAS 差分校正值和完整性数据对 SBAS 校正值和完整性数据进行格式化；以及由 SBAS 主站将 SBAS 校正值和完整性数据发送给 SBAS 卫星。

最后，本发明还涉及操作包括 GBAS 和 SBAS 的组合 SBAS-GBAS 系统的方法，所述方法包括：由 GBAS 接收机和 SBAS 接收机接收导航卫星数据；由 GBAS 接收机将来自导航卫星数据的 GBAS 原始增强数据格式化；由 GBAS 接收机将 GBAS 原始增强数据发送给 GBAS 处理器；由 GBAS 处理器将 GBAS 原始增强数据格式化成为格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；将格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据发送给互连系统通信网络；由 SBAS 接收机将来自导航卫星数据的 SBAS 增强数据格式化；由 SBAS 接收机将 SBAS 增强数据发送给 SBAS 主站；由 SBAS 主站从互连系统通信网络接收格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；由 SBAS 主站利用 SBAS 增强数据和 GBAS 差分校正值和完整性数据，将 SBAS 校正值和完整性数据格式化；以及由 SBAS 主站将 SBAS 校正值和完整性数据发送给 SBAS 卫星。

## 附图说明

下面将参照附图更详细地说明本发明，附图中：

图 1 是说明已知 SBAS 体系结构的原理图；

图 2 是说明已知 SBAS 系统的数据流程图；

图 3 是说明已知 GBAS 系统的数据流程图；

图 4 是说明本发明混合系统的互连原理图；

图 5 是说明本发明混合系统的数据流程图；

图 6 是显示本发明 GBAS 处理器的最佳实施例的数据流程图；以  
及

图 7 是显示本发明 SBAS 处理器的最佳实施例的数据流程图。

## 本发明的详细说明

图 4 说明本发明的总体组合 GBAS/SBAS 40 体系结构的基本体系结构，SBAS 10 和 GBAS 30 被结合到所述基本体系结构中。为了聚集和传播格式化的包含大范围用户（象 SBAS 系统中那样）的精确和可靠的校正值和完整性数据的组合系统数据 170，所述组合是围绕通信网络 250 和协议构造的，所述协议把在 GBAS 站 30 确定的卫星测量结果、校正值和完整性数据 120 传送给其它系统 12、30。这提供了以传统的 SBAS 体系结构获得更精确和可靠的数据以及以传统的 GBAS 体系结构获得广阔的覆盖区的好处。

如图 4 所示，在给定区域中存在许多 GBAS 30，它们将卫星校正值和完整性数据提供给 GBAS 本地覆盖区内的用户。每一个 GBAS 30 都通过通信网络 250 连接到其它 GBAS 30 和 SBAS 主站 12。GBAS 站 30 将消息 170 格式化，消息 170 包括：

1. 由每一个测距源 (ranging source) 的 GBAS 站在包含在 GBAS 系统中的每一个接收机上产生的原始测量结果；
2. 每一个测距源的所述 GBAS 系统可用的差分校正数据；

3. 在每一个参考接收机上，每一个卫星的信号完整性参数的原始测量结果；以及

4. 由 GBAS 执行的对测距源、接收机和 GBAS 系统本身的完整性监视的结果。

一旦从其它 GBAS 30 接收到这种信息 170，GBAS 30 站就获得附加的功能。附加数据 170 用来计算类似 SBAS 的大范围上的校正值和监视完整性。GBAS 30 也可以将附加数据用于执行监视本地区域的功能，所述功能要求接收机 32 之间间距较长。这方面的一个例子是确定从卫星传送的错误星历数据引起的效应。接收的附加数据还通过提供附加数据支持本地完整性监视功能，以便隔离测距源和接收机之间所有完整性故障的根本原因。

SBAS 主站 12 可以以类似 GBAS 30 的方法利用附加数据 170。SBAS 站 12 从通过网络 250 接收的数据 170，为其用户产生它的校正值和完整性数据。原始测量结果和校正值用于确定可观察的效应，所述效应是 SBAS 大范围系统 10 要求提供给用户的有效数据。这些可观察到的效应的例子有电离层效应和射频干扰(RFI)。SBAS 主站 12 还可以利用原始的完整性测量结果或完整性监视结果确定给定的测距源是否丢失了完整性。

### 通信网络和协议

用于传送数据的网络 250 可以包括用作标准工业实际应用的任何标准多址或点对点通信网络。RS-232、IEEE802.3 和 EIA X.25 可以用于当前实施例中的物理通信机制。TCP/IP 和 PPP 可以用作传输机制；利用这些传输机制，可以在 TCP/IP 和 PPP 传输协议范围内应用套接字技术(socket technology)。限定这些协议的规格说明通过引用被结合在本发明中。

在当前实施例中，用于在通信网络 250 中传送数据 170 的消息协议可以基于在 RTCA DO-246A 规范 (“DO-246A”) 中定义的空间应用数

据协议的 LAAS(本地增强系统)信号,通过引用(2.3.5、2.3.6 和 2.3.7 节和表 1 说明的)所述规范被结合在本发明中。先有技术中已知的所有合适的协议可以在每一个通信层应用,然而本发明不限于使用这些明确的列表。

表 1 LAAS 消息块的格式

消息块	比特	字节
消息块头	48	6
消息	最多到 1696	最多到 212
消息块的 CRC	32	4

在 D0-246A 的 2.3.6 节中定义了消息块的头。所述头包括消息结构、站标识、消息类型和长度域。

所述消息是所述消息类型特有的。

在 D0-246A 的 2.3.7 节定义了消息块的 CRC。CRC 提供了防止通信中断的消息完整性。

在使用 LAAS 协议的最佳实施例中,至少有 6 种具体的消息类型在所述网络链路 250 中传送。从每一个 GBAS 站通过网络发送这些消息 170 并且在每一个 GBAS 站 30 和主 SBAS 站 10 上接收这些消息。

在 D0-246A 中定义了这些消息类型中的 3 种(1、2 和 4),这些消息类型的 3 种(48-50)是本发明提供的。虽然由下面说明的结构定义了这些消息,但是应该明白,这些定义本质上仅仅是说明性的,本发明并不局限于这些精细的结构,而可以包括包含类似数据的结构,这些结构可以用类似方法操作。这些消息包括:

1. 在 D0-246A 的 2.4.3 节中定义的已知的 LAAS 类型 1 的消息;LAAS 类型 1 的消息用于传递由每一个测距源发送的差分校正值和这些校正值的完整性参数;

2. 在 D0-246A 的 2.4.4 节中定义的已知的 LAAS 类型 2 的消息; LAAS 类型 2 的消息包括与数据相关的 GBAS 的信息(例如, GBAS 的位置和精度指示器及其它参数);

3. 在 D0-246A 的 2.4.6 节中定义的已知的 LAAS 类型 4 的消息; LAAS 类型 4 的消息包含关于标识和近于 GBAS 的可使用状态的信息;

4. 表 2 中说明的新定义的关于原始测量结果消息的 LAAS 类型 48 的消息;

5. 表 3 中说明的新定义的关于接收机状态消息的 LAAS 类型 49 的消息; 以及

6. 表 4 中说明的新定义的完整性监视消息的 LAAS 类型 50 的消息。

新定义的原始测量结果消息可以使用 LAAS 消息类型 48(当前在 D0-246A 中没有定义)来传递 GBAS 系统上每一个测距源和每一个接收机的原始测量结果参数。如表 2 说明的, 这些参数可以包括伪测距和载波测量结果、卫星定位数据、信噪比等级和其它相关数据。所述消息类型还可以包括按照相关函数和载波同步鉴别产生的原始完整性测量结果(例如, 信号质量测量结果)。

表 2 接收机状态消息应用数据的结构(类型 49)

参数	单位或固定值	范围	分辨率	字节数	字节编号
同步字符 1	2AH	N/A	N/A	1	1
同步字符 2	2AH	N/A	N/A	1	2
字节数目(固定长度; 包括字节 4 至 102)	99D	N/A	N/A	1	3
参考接收机	无	N/A	N/A	1	4
测距源	参见 LGR-28516	0 至 255	1	1	5

	及子类				
状态	参见 LGR-28523 及子类	N/A	N/A	3	6-8 (LSB MSB)
窄带接收机功率	db	0-128 见注释 3	$1 \div 2^9$	2	9-10
宽带接收机功率	db	0-128 见注释 3	$1 \div 2^9$	2	11-12
伪距	米	± 68435456 见注释 3	$1 \div 2^7$	5	13-17 (LSB MSB) {4 个最低有效位填充 0}
累计 Delta 距离 (整数部分)	米	$\pm 2^{31}$ 见注释 3	1	4	18-21 (LSB MSB)
累计 Delta 距离 (小数部分)	米	0 至 1 见注释 3	$1 \div 2^{19}$	3	22-24 (LSB MSB) {4 个最低有效位填充 0, 符号位总为 0}
当前的 IODE	无	1 至 255	1	1	25
当前星历 CRC	计算	N/A	N/A	2	26-27 (LSB MSB)
卫星 X 位置(当前 IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	28-32 (LSB MSB) {5 个最低有效位填充 0}
卫星 Y 位置(当前 IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	33-37 (LSB MSB) {5 个最低有效位填充 0}

					0}
卫星 Z 位置(当前 IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	38-42 (LSB MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星校正值(当前 IODE)	米	± 2097152 见注释 3	$1 \div 2^{10}$	4	43-46 (LSB MSB)
前面#1IODE	无	0-255	1	1	47
前面#1 星历 CRC	计算	N/A	N/A	2	48-49 (LSB MSB)
卫星 X 位置(前面#1IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	50-54 (LSB MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星 Y 位置(前面#1IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	55-59 (LSB MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星 Z 位置(前面#1IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	60-64 (LSB MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星校正值(前面#1IODE)	米	± 2097152 见注释 3	$1 \div 2^{10}$	4	65-68 (LSB MSB)
前面#2IODE	无	0-255	1	1	69
前面#2 星历 CRC	计算	N/A	N/A	2	70-71 (LSB MSB)
卫星 X 位置(前	米	±	$1 \div 2^8$	5	72-76 (LSB

面#2IODE)		67108864 见注释 3			MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星 Y 位置(前 面#2IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	77-81 (LSB MSB) {5 个最低 有效位填充 0}
卫星 Z 位置(前 面#2IODE)	米	± 67108864 见注释 3	$1 \div 2^8$	5	82-86 (LSB MSB) {5 个最低有效 位填充 0}
卫星校正值(前 面#2IODE)	米	± 2097152 见注释 3	$1 \div 2^{10}$	4	89-90 (LSB MSB)
SQM 数据: 0.025 芯片早期同相	理想的校正 峰值的高度	± 0.125 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	91-92 最低 有效位=字 节 88, 0 位, 最高有 效位=字节 89, 3 位
SQM 数据: 0.025 芯片后期同相	理想的校正 峰值的高度	± 0.125 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	92-93 最低 有效位=字 节 89, 4 位, 最高有 效位=字节 90, 7 位
SQM 数据: 0.05 芯片后期同相	理想的校正 峰值的高度	± 0.125 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	94-95 最低 有效位=字 节 91, 0 位, 最高有 效位=字节 92, 3 位

SQM 数据: 0.075 芯片早期同相	理想的校正 峰值的高度	$\pm 0.125$ 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	95-96 最低 有效位=字 节 92, 4 位, 最高有 效位=字节 93, 7 位
SQM 数据: 0.100 芯片早期同相	理想的校正 峰值的高度	$\pm 0.125$ 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	97-98 最低 有效位=字 节 94, 0 位, 最高有 效位=字节 95, 3 位
SQM 数据: 0.125 芯片后期同相	理想的校正 峰值的高度	$\pm 0.125$ 见注释 3	$1 \div 2^{14}$	1.5	98-99 最低 有效位=字 节 95, 4 位, 最高有 效位=字节 96, 7 位
PLL 鉴别器累计	度	0-63.75	$1 \div 2^2$	1	100
CRC-16(字节 1 至 100)	在 $T_x$ 计算	N/A	N/A	2	101-102 (LSB MSB)

## 表注释:

- 参数需要多个字节, "LSB MSB" 表示最低有效字节至最高有效字节。
- 术语"X 个最低有效位填充 0"表示用 0 填充到 X 个最低有效位, "X 个最高有效位填充 0"表示用 0 填充到 X 个最高有效位。填充位中没有包含数据—必须在应用最低有效位权重之前将它们移出。
- 实际的最大值为正距离值减去最低有效位权重 (1sb)。最低有效位的权重为分辨率。

新定义的接收机状态消息可以使用 LAAS 的消息类型 49(当前在 D0-246A 中未定义)来传递关于接收机状态的数据。如表 3 说明的,这些数据可以包括接收机的位置、时钟数据、模式及其它有关数据。

表 3 接收机状态消息应用数据(类型 49)的结构

参数	单位或固定值	范围	分辨率	字节数	字节编号
同步字符 1	2AH	N/A	N/A	1	1
同步字符 2	2AH	N/A	N/A	1	2
字节数目(固定长度; 包括字节 4 至 92)	89D	N/A	N/A	1	3
参考接收机	16H	N/A	N/A	1	4
GNS 接收机模式	(参见 LGR-28494)	N/A	N/A	1	5(位 0、1、2)
有效的接收机初始化消息	(参见 LGR-28495)	N/A	N/A		5(位 3)
时间完整性监视状态	(参见 LGR-35063)	N/A	N/A		5(位 4、5)(2个最高有效位填充 0)
日历/星历比较阈值	米	0 至 $2^{16}-1$	1	2	6-7
星历一致性阈值	米	0 至 $2^{16}-1$	1	2	8-9
卫星测量数目	(参见 LGR-28496)	0 至 255(有效值 =0 至 18)	1	1	10
卫星的可视化和健全	(参见 LGR-28497)	0 至 255	1	1	11

S/W部分编号	(参见 LGR-28498)	N/A	N/A	14	12-25 (LSB MSB)
兼容性编号	(参见 LGR-28499)	N/A	N/A	7	26-32 (LSB MSB)
备用	保留	N/A	N/A	7	33-39
GPS 星期编号	星期	0 至 $2^{16}$ -1(有效值 =0 至 5218)	1	2	40-41 (LSB MSB)
GPS 测量时间	秒	0 至 $2^{31}$ -1(有效值 =0 至 604799.5)	$1 \div 2$	4	42-45 (LSB MSB)
接收机的纬度	度	$\pm 90$ 度 (+= 北)	8.38E-8 度 (180/ $2^{31}$ )	4	46-49 (LSB MSB) (最大数据范围 $\pm 90$ )
接收机的经度	度	$\pm 180$ 度 (+=东) 见注释 3	8.38E-8 度 (180/ $2^{31}$ )	4	50-53 (LSB MSB)
接收机的高度 (相对于海平面)	英尺	$\pm 2^{17}$ (+=向上) 见注释 3	$1 \div 2^3$	3	54-56 (LSB MSB) (3 个最低有效位填充 0)
GDOP	无单位	0-25.5	0.1	1	57
日历空间运载工具标识 (SVID)	n/a	0-63 (有效范围 =0-32)	N/A	1	58 (2 个最高有效位填充 0)
偏心率 (E)	无维数	$0-(1 \div 2^5)$	$1+2^{21}$	2	59-60
适应性时间 (toa)	秒	$0-2^{20}$ (有效范围 =0-	$2^{12}$	1	61

		602112)			
轨道倾角 ( $\delta$ i)	半圆	$\pm (1 \div 2^4)$ 见注释 3	$1 \div 2^{19}$	2	62-63
赤经速率 (OMEGADOT)	半圆/秒	$\pm (1 \div 2^{23})$ 见注释 3	$1 \div 238$	2	64-65
空间运载工具键壮状态 分散 (SV 键壮)	n/a	N/A	N/A	1	66
半主轴的平方根 ( $\sqrt{A}$ )	米 $^{1/2}$	0-2 <sup>13</sup>	$1 \div 2^{11}$	3	67-69
每周过近地点时刻轨道平面升交点的经度 ( $\Omega_0$ )	半圆	$\pm 1$ 见注释 3	$1 \div 2^{23}$	3	70-72
Pengee 的幅角 ( $\omega$ )	半圆	$\pm 1$ 见注释 3	$1 \div 2^{23}$	3	73-75
在参考时间的平均近点角 ( $M_0$ )	半圆	$\pm 1$ 见注释 3	$1 \div 2^{23}$	3	76-78
卫星时钟校正偏置 ( $a_{f0}$ )	秒	$\pm (1 \div 2^{10})$ 见注释 3	$1 \div 2^{20}$	2	79-80 (5 个最高有效位填充 0)
卫星时钟校正速率 ( $a_{f1}$ )	秒/秒	$\pm (1 \div 2^{28})$ 见注释 3	$1 \div 2^{38}$	2	81-82 (5 个最高有效位填充 0)
日历星期数 (WNa)	周	0-255	1	1	83
备用	保留	N/A	N/A	7	84-90
CRC-16 (字节 1 至 90)	在 Tx 上计算	N/A	N/A	2	91-92 (LSB MSB)

表注释：

1. 参数需要多个字节，"LSB MSB"表示最低有效字节至最高有效字节。
2. 术语"X 个最低有效位填充 0"表示用 0 填充到 X 个最低有效位，"X 个最高有效位填充 0"表示用 0 填充到 X 个最高有效位。填充位中没有包含数据—必须在应用最低有效位权重之前将它们移出。
3. 实际的最大值为正距离值减去最低有效位权重(1sb)。最低有效位的权重为分辨率。

新定义的完整性监视消息可以使用 LAAS 消息类型 50(当前在 DO-246A 中未定义)来传送由 GBAS 系统执行的完整性监视检验的状态。这些数据可以包括表 4 中说明的元素。

表 4 完整性监视消息(类型 50)的结构

字节	测距源
1	信号 Deformation-有害的波前
2	信号 Deformation-交叉相关
3	信号 Deformation-多路径
4	RFI
5	信噪比等级
6	信噪比交叉相关
7	代码载波
8	加速
	校正值
9	伪距峰值
10	滤波器峰值重启动
11	滤波器重启动
12	没有以屏蔽角会聚
13	过多的 PRC
14	过多的 RRC

15	过大的 $\Sigma_{pr\_pnd}$
16	过大的 B-值
17	RRC”与非”操作
18	RRC 近点角
19	PRC”与非”操作
20	PRC 近点角
21	PRC 故障 IMON 警告
22	PRC 故障 IMON 失败
23	PRC 近点角 IMON 警告
24	PRC 近点角 IMON 失败
25	$\Sigma$ PRC 警告
26	$\Sigma$ PRC 失败
27	$\Sigma$ PRR 警告
28	$\Sigma$ PRR 失败
29	
30	累积距离增量 (Delta range) 故障
31	位置数据状态故障
32	位置数据状态警告
33	导航警告
34	导航失败
35	时间完整性故障
36	最小公用故障
37	最小公用警告
37	RR 模式改变
38	卫星不在场
39	小于 4 个卫星的 1RR
40	小于 4 个卫星的所有 RR
41	类型 1 消息故障
	导航数据
42	无效奇偶性
43	不好的 IODC
44	HOW 位 18

45	NAV 为 0
46	不好的预兆性事件
47	星历 CRC 变化。IODE 不变
48	卫星不健壮
49	星历 Alm 不能比较
50	星历 Alm 不能比较
51	星历 Ephem 不能比较
52	星历 Ephem 不能比较
53	不一致的 NAV 数据设置
54	星历传送故障
55	星历转换故障
56-59	适应性时间
60-61	16 位 CRC

每一个字节都由以下部分组成:

位定义							
0	1	2	3	4	5	6	7
故障	恢复	修改	不必考虑				

0- 不出现

1- 出现

在图 5 中可以看到对组合系统的更详细的说明。正如在组合系统中能够看到的，GBAS 处理器 34 以 LAAS 格式化消息类型的形式，将格式化的组合系统的数据 170 经由互连系统通信网络 250 发送给 SBAS 主站 12。然后，由 SBAS 校正处理 24 对所述信息进行处理，SBAS 的校正值和完整性数据 132 经由 SBAS 主站到 SBAS 卫星的通信路径 212 发送给 SBAS 卫星 18。

## GBAS 的结构和功能

图 6 说明了本发明的 GBAS 结构，在所述结构中，GBAS 处理器 34 具有来自通信网络 250 的网络输入 56，用于经由通信路径 270 接收格式化的组合数据 170(例如，上述 LAAS 格式化消息类型)。网络输入 56 将数据 170 提供给 LAAS 消息接收机 64，后者将接收到的消息数据进行转换，并把结果存储在增强数据的数据库 52 中。LAAS 消息接收机 64

处理器 34 还具有接收机的输入 58，用于经由通信路径 242 接收来自 GBAS 接收机 32 的原始增强数据 150。GBAS 接收机的消息接收机 66 将接收到的数据 150 进行转换，并将每一个接收机的数据发送给 GBAS 增强功能 52。GBAS 接收机的消息接收机 66 可以包括执行这种转换和保存操作的硬件和/或软件。所述消息接收机的功能产生 LAAS 类型 48 和类型 49 的信息，并将所述信息发送给生成这些消息的 LAAS 消息格式化器 62。

在最佳实施例中，LAAS 消息的格式化器 62 使用 GBAS 增强功能 52 的数据、GBAS 完整性功能 68 的数据以及 GBAS 接收机的消息接收机构成 LAAS 类型 1、2、4、48、49 和 50 的消息。然后，LAAS 消息格式化器 62 能够使用处理器的网络输出 60 和通信路径 244，将这些格式化的消息 170 输出给通信网络 250。LAAS 消息格式化器 62 能够使用与局部区域的格式化器 36 连接的用户输出 59 和与用户 38 连接的通信路径 244，将格式化的 GBAS 数据 152 输出给用户 38。

本发明的 GBAS 具有两个基本功能：(1)输出与上述 LAAS 协议一致的消息，和(2)使用接收的输入增强当前的计算。

空间上 LAAS 信号的实际的 LAAS 格式化的类型 1、2 和 4 的消息的产生是众所周知的并且被限定在根据 D0-256A 和 D0-245 的链路协议中。附加类型 48 和类型 49 的消息是从在 GBAS 的每一个接收机 32 处确定的原始增强(可观察和配置)数据 150 产生的。类型 50 的信息包括对测距源信号 120 执行的完整性监视 68 的结果，所述测距源信号 120 是由 GBAS 系统从导航卫星 20 接收的。

网络上的每一个 GBAS 30 还通过网络从其它 GBAS 30 中的每一个接收同一组消息(类型 1、2、4 和 48-50)。所述信息用于：(1) 监视长基线；以及(2) 利用大范围的完整性产生校正值。

移动接收机的性能随 GBAS 和移动接收机之间的距离(基线)的增加而下降。为了保护移动用户的完整性，GBAS 监视在长距离上变化的现象。这些现象包括电离层效应、RFI 干扰及导航卫星的星历误差。以彼此紧密靠近的形式设置 GBAS 接收机。由于在短距离的间距上可观察到的效应很小，这种靠近使得这些长基线现象的影响很难观察和监视。通过经由通信网络(使用类型 48 和 49 消息)利用来自其它 GBAS 的接收机测量数据，可以把基线扩展到 GBAS 系统之间的距离上，从而，长基线现象的影响就更加容易观察到，并能够用更简单和更健全的方法进行监视。

通过使用其它 GBAS 站的数据建立的长基线允许 GBAS 产生大范围内的完整性校正值。GBAS 站将从接收的类型 1 和 2 的消息产生这些校正值。可以在 GBAS 本地发射机上发送所述结果校正值。在大区域上互连的 GBAS 系统的校正值将在没有卫星链路的情况下产生与 SBAS 类似的功能。

### SBAS 的结构和功能

图 7 示出本发明的 SBAS 结构。SBAS 10 利用 SBAS 网络消息接收机 84 通过通信网络 270 接收来自 GBAS 系统 30 的 LAAS 消息(类型 1、2、48、49 和 50)。将接收的消息解码并且将数据传送给 SBAS 增强功能 24 和 SBAS 完整性功能 22。SBAS 的增强功能将来自网络的数据与通过 SBAS 接收机的通信输入 232 从 SBAS 接收机 110 接收的数据组合在一起，以便生成比原始 SBAS 系统更高精度的校正值。SBAS 的精度依赖于测量的次数和测量的地理分散。利用通过网络从 GBAS 系统接收的数据可以增大这两个因数。

SBAS 完整性监视功能 22 还可以将测量结果(类型 48、类型 49)

和/或校正值(类型 1、类型 2)用作监视校正值完整性的机制，所述校正值的完整性是由 SBAS 增强功能 24 根据 SBAS 接收机获得的测量结构产生的。利用本发明的 GBAS 网络数据 170 来补充 SBAS 完整性具有特殊的优点。当存在围绕 SBAS 接收机的地理上分散的 GBAS 时，向 SBAS 的完整性功能提供附加的和不同的测量结果集，而不必增加更多的 SBAS 接收机。利用这种测量结果的附加系统，能够在 SBAS 的覆盖区的大范围内构造(使用类型 48 和 49 消息或类型 1 和 2 消息)校正值，然后与 SBAS 增强功能 22 产生的校正值进行比较。此外，由于 GBAS 用于要求更严格的精密途径应用，因此，GBAS 系统具有比 SBAS 系统更高级的完整性。使用具有更高完整性的 GBAS 测量结果，由于用于检验完整性的数据具有比单独利用 SBAS 可能得到的更高的完整性，因此，本发明的 SBAS 实现了提高 SBAS 校正值 132 的完整性的优点。

附图中说明的最佳实施例和上述专用语言都说明了本发明的目的。使用所述专用语言并不是要限制本发明的范围，本发明可以构造包括本专业普通技术人员通常能想到的所有实施例。

可以在功能模块部件和各种处理步骤方面来描述本发明。可以用任意数目的硬件和/或配置成执行具体功能的软件来实现这样的功能模块。例如，本发明可以使用各种组合电路或光学部件(例如，存储元件、处理元件、逻辑元件、对照表等)，这些电路和部件在一个或多个微处理器或其它控制装置的控制下可以实现各种功能。类似地，在使用软件编程或软件元件来实现本发明的各种元件的情况下，可以利用任何可编程或描述性语言(例如，C、C++、java、汇编等)，利用借助于任何数据结构、对象、过程、例程或其它可编程元件的组合实现的各种算法来实现本发明。而且，本发明可以将任意数目的传统技术用于电子配置、信号处理和/或控制、数据处理等。

这里示出和说明的具体实现方案是本发明的说明性例子，而不是用来以任何方式限制本发明的范围。为了简便起见，系统的通用电子、控制系统、软件开发和其它功能方面(以及系统的各个操作部

件)不作详细说明。而且,给出的各图中显示的连线或连接器是表示说明性的功能关系和/或各个元件之间的物理或逻辑连接。应当指出,许多选择性的或附加的功能关系、物理连接或逻辑连接都可以在实际系统中给出。而且,除非所述元件专门说明为”基本的”或”关键的”,否则没有项目或部件对本发明的实际是基本的。对于在本专业的技术人员来说,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对本发明进行许多修改和变化。

### 参考符号表

1-99 物理硬件、数据库、功能块	
10	SBAS(卫星增强系统)
12	SBAS 主站
14	SBAS 接收机
16	SBAS 覆盖区
18	SBAS 卫星
20	导航卫星
22	SBAS 主站完整性监视处理器
23	SBAS 用户
24	SBAS 主站校正值处理器
30	GBAS(地面增强系统)
32	GBAS 接收机
33	向 GBAS 接收机的 GBAS 发送
34	GBAS 处理器
36	GBAS 本地发射机
37	向 GBAS 用户的 GBAS 发送
38	GBAS 用户
40	组合 SBAS/GBAS
52	GBAS 增强数据的数据库
54	GBAS 接收机状态数据的数据库
56	GBAS 处理器的网络输入
58	GBAS 处理器的接收机输入

59	GBAS 处理器的发射机/用户输出
60	GBAS 处理器的网络输出
62	GBAS LAAS 消息格式化器
64	GBAS LAAS 消息接收机
66	GBAS 接收机的增强数据接收机
68	GBAS 完整性监视检验
72	SBAS 增强数据的数据库
74	SBAS 主站网络输入
76	SBAS 主站接收机输入
78	SBAS 主站输出
84	SBAS LAAS 消息接收机
86	SBAS 接收机的增强数据接收机
<b>100-199 数据/协议</b>	
110	SBAS 增强数据(差分校正值、电离层延迟误差、导航卫星信号的精度等)
112	处理后的增强数据
120	导航卫星数据，包括测量数据
132	SBAS 校正值和完整性数据
150	GBAS 的原始增强数据
152	格式化的 GBAS 差分校正值和完整性数据；给用户的 LAAS 格式化消息
170	格式化的组合系统数据；给组合通信网络的 LAAS 格式化消息，类型 1、2、4 和 48-50
<b>200-299 通信路径/网络</b>	
200	组合装置通信网络
212	SBAS 主站到 SBAS 卫星的通信路径
214	导航卫星到 SBAS 接收机的通信路径
218	SBAS 卫星到 SBAS 用户的通信路径
223	导航卫星到 SBAS 用户的通信路径
232	SBAS 接收机到 SBAS 主站的通信路径
234	SBAS 接收机到 SBAS 接收机中继的通信路径
240	导航卫星到 GBAS 接收机的通信路径

242	GBAS 接收机到 GBAS 处理器的通信路径
244	GBAS 本地发射机到 GBAS 用户的通信路径
250	互连系统通信网络
260	SBAS 到互连系统通信网络的通信路径
270	GBAS 到互连系统通信网络的通信路径

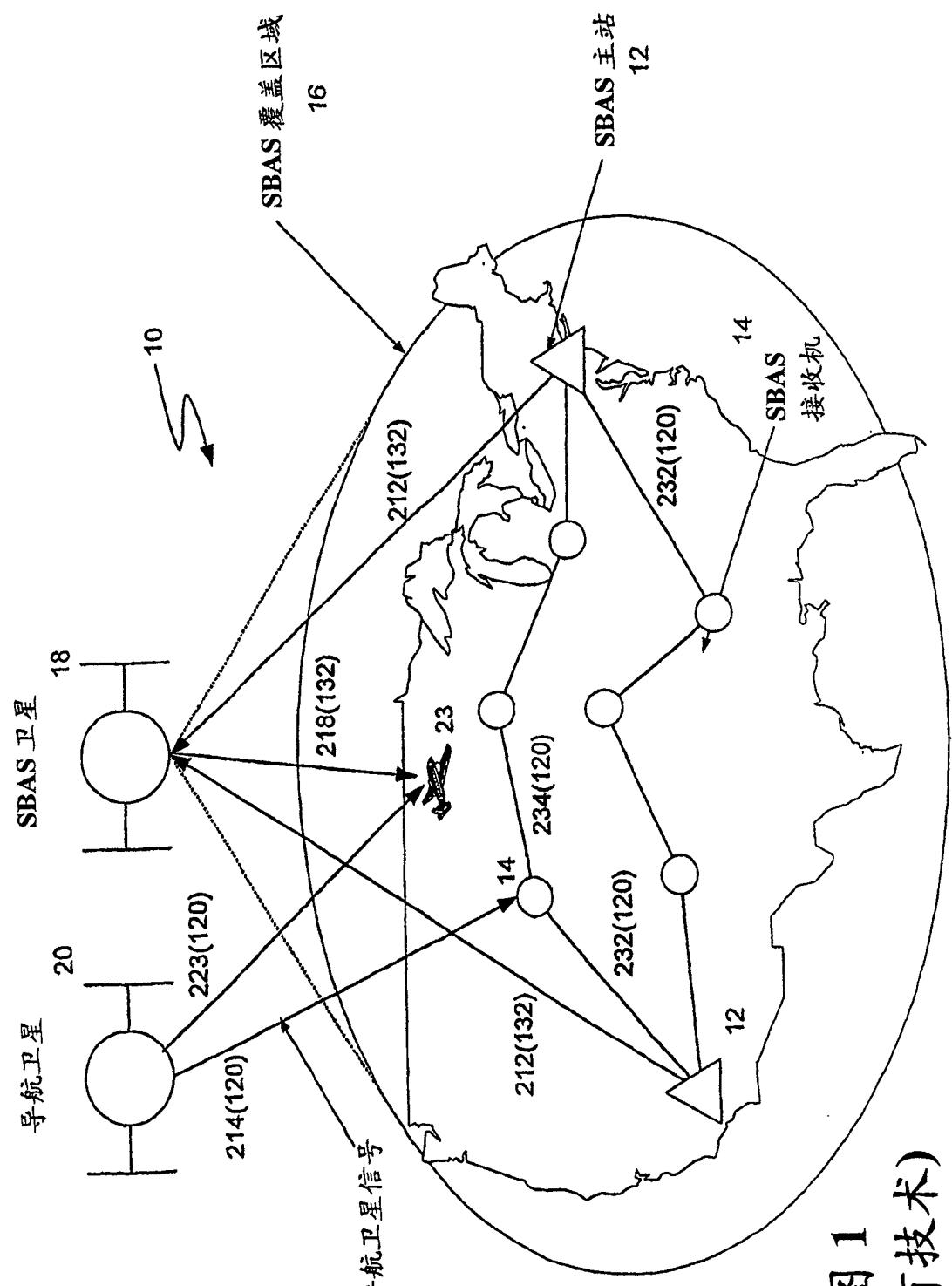


图 1  
(先有技术)

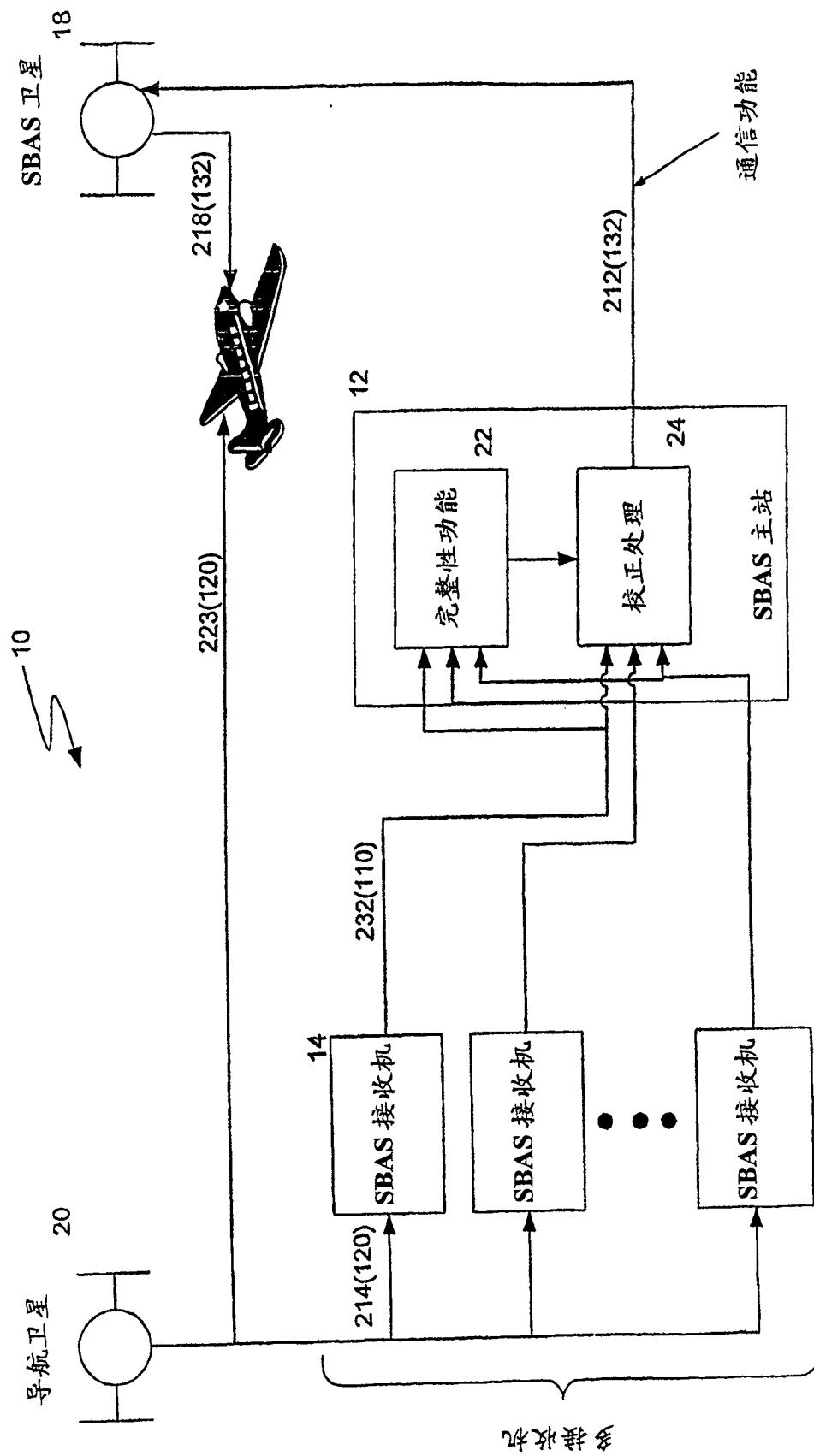


图 2  
(先有技术)

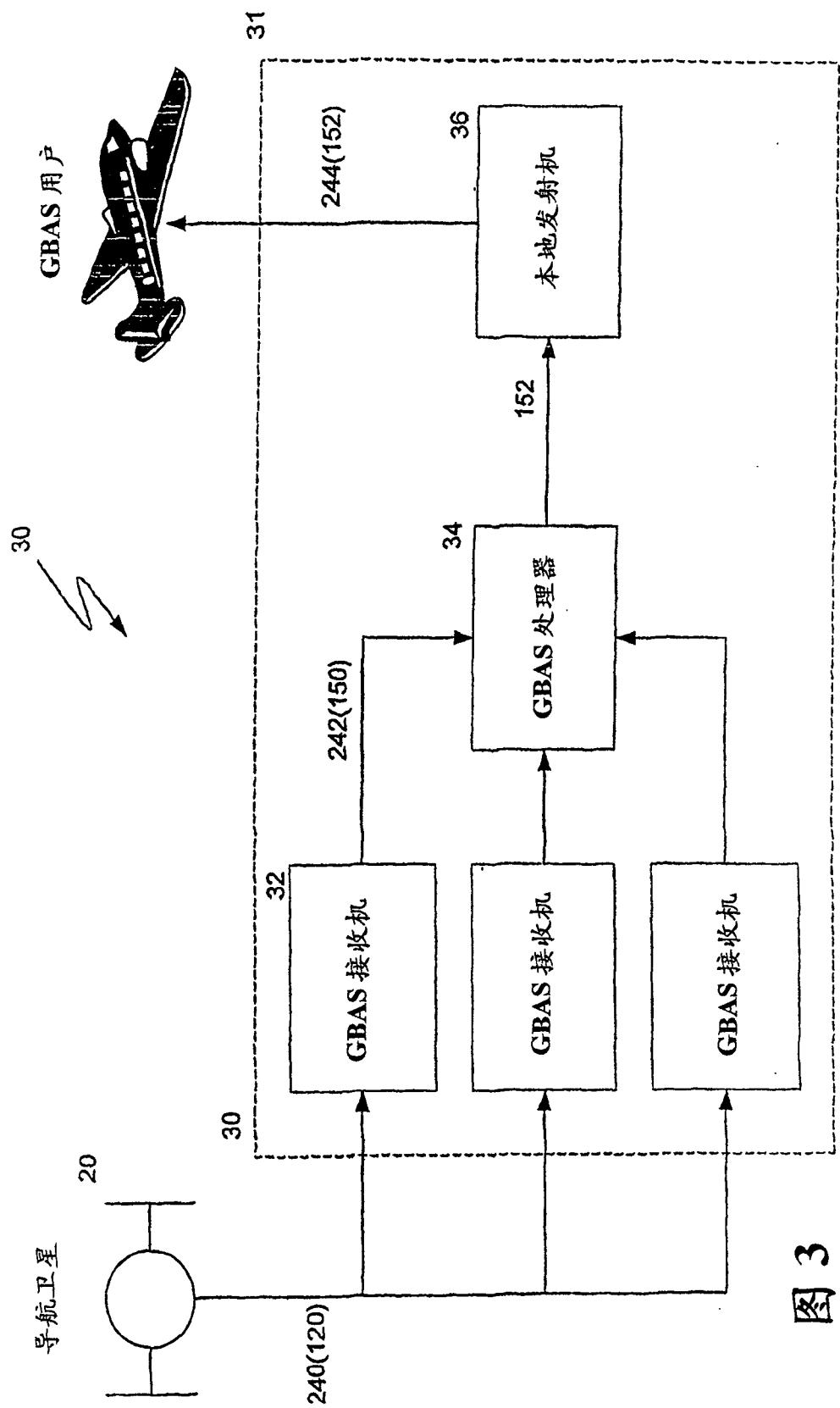


图 3  
(先有技术)

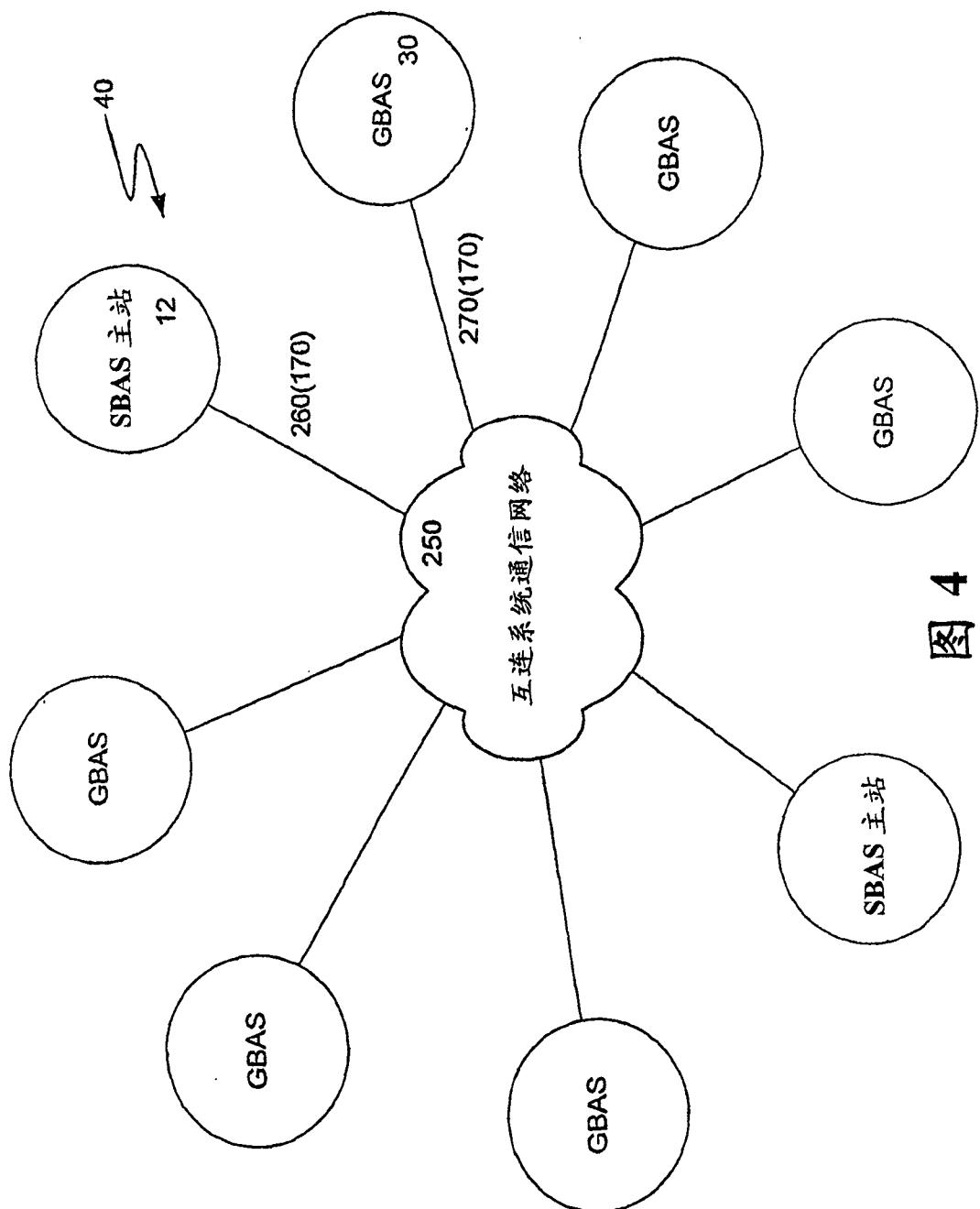


图 4

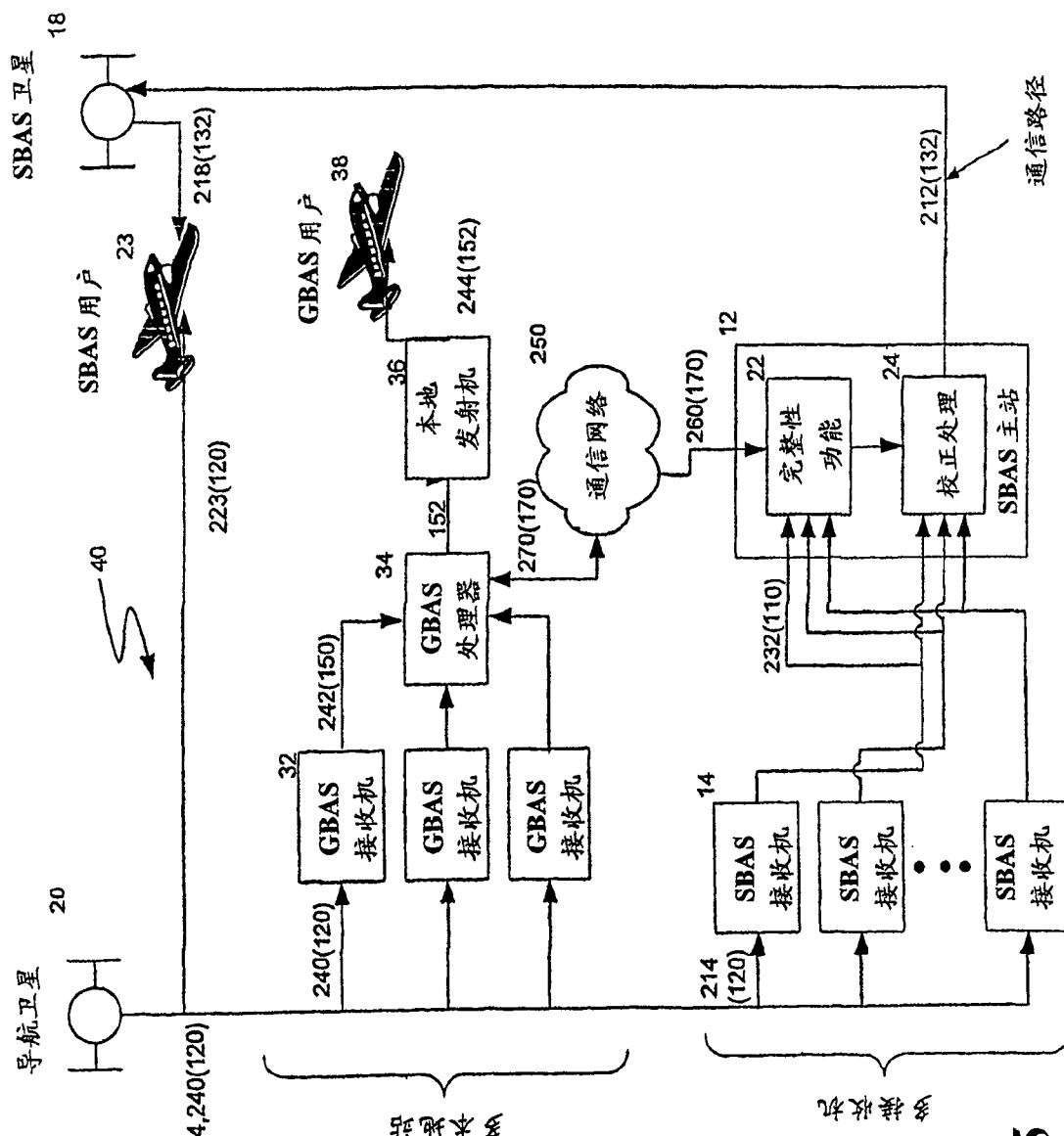


图 5

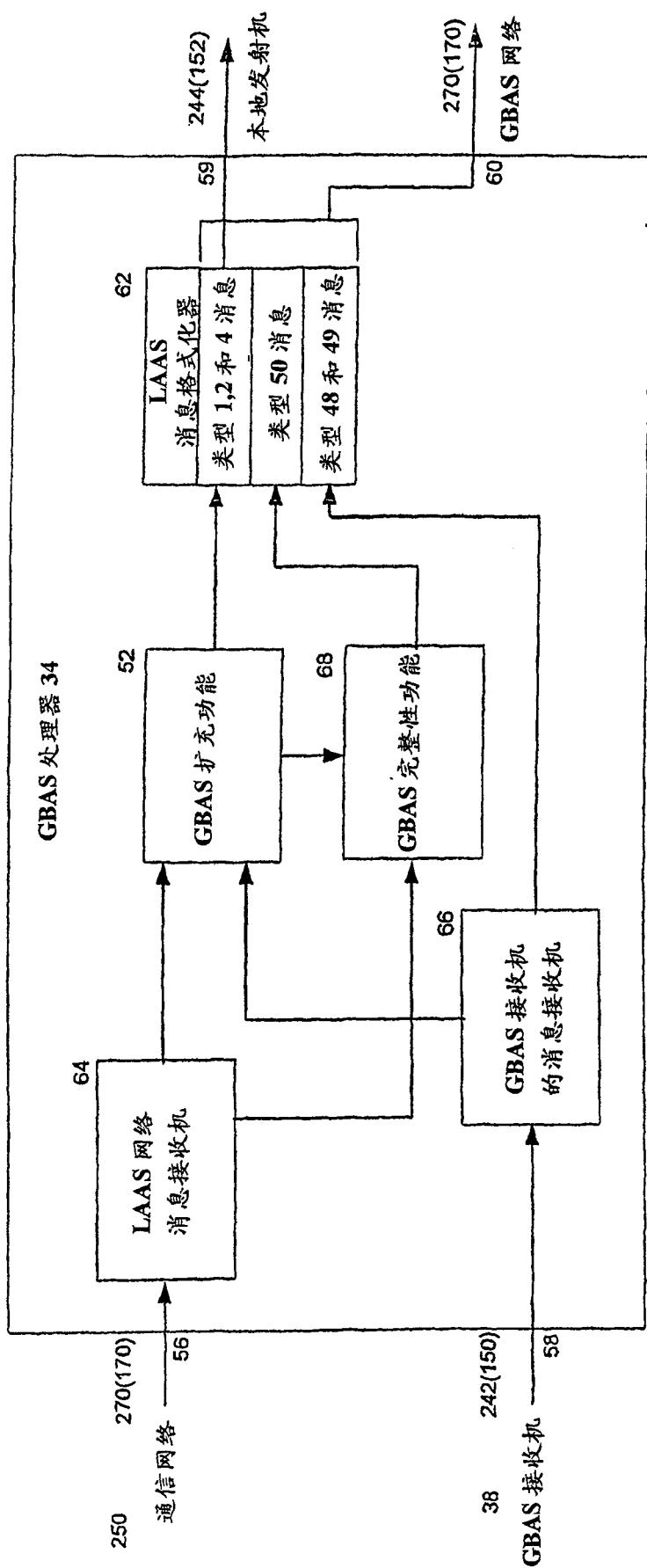


图 6

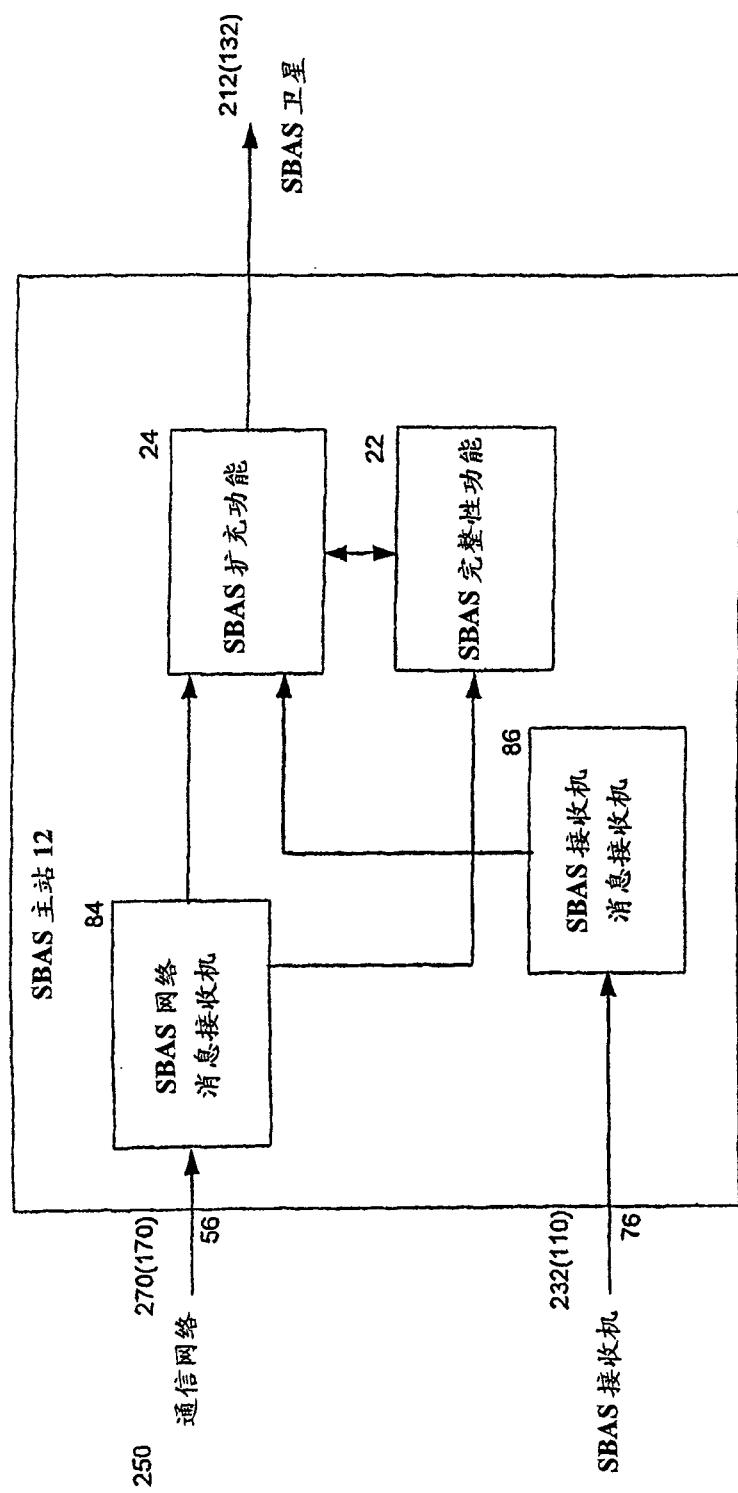


图 7