



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103760573 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410028506. 3

(22) 申请日 2014. 01. 21

(71) 申请人 北京北斗星通导航技术股份有限公司

地址 100094 北京市海淀区丰贤东路 7 号北斗星通大厦南楼二层

(72) 发明人 不公告发明人

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 王丹 栗若木

(51) Int. Cl.

G01S 19/07(2010. 01)

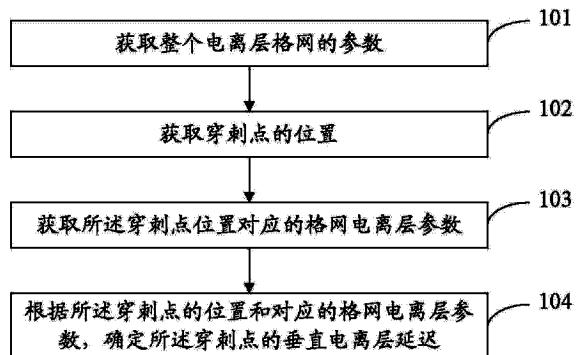
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

电离层延迟获取方法和装置

(57) 摘要

本发明提供了一种电离层延迟获取方法和装置。涉及导航领域；解决了接收机的定位精度较差的问题。该方法包括：获取穿刺点的位置；获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数；根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数，确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。本发明提供的技术方案适用于依据卫星信号，实现计算基于格网的电离层延迟。



1. 一种电离层延迟获取方法,其特征在于,包括:

获取穿刺点的位置;

获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数;

根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数,确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。

2. 根据权利要求 1 所述的电离层延迟获取方法,其特征在于,所述获取穿刺点的位置包括:

计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标;

计算所述接收机的大地经、纬度和高度;

计算所述卫星的仰角和方位角;

根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角:

$$Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta,$$

其中, r_{2000} 为地球半径, β 是卫星的仰角, h 为接收机的高度;

根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度:

$$B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha),$$

$$L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP})),$$

其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数;

根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度,根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置:

$$B^*_{IPP} = \arctan((1 - r_{2000}) \times (1 - r_{2000}) \times \tan(B_{IPP})),$$

$$L^*_{IPP} = L_{IPP},$$

其中, B^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心纬度, L^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。

3. 根据权利要求 1 所述的电离层延迟获取方法,其特征在于,获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数包括:

获取原始导航电文;

如果原始导航电文进行了加密,则将所述原始导航电文按统一格式传送至解密芯片,由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密,得到解密后的导航电文,将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片,

如果原始导航电文没有进行加密,则将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片;

所述 PRM 芯片解析原始导航电文,得到导航电文;

对所述导航电文进行解析,得到格网电离层参数。

4. 根据权利要求 1 所述的电离层延迟获取方法,其特征在于,根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数,确定所述穿刺点的垂直电离层延迟包括:

确定所述穿刺点所在的格网的网格;

根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算,得到所

述穿刺点的垂直电离层延迟。

5. 根据权利要求 2 所述的电离层延迟获取方法, 其特征在于, 根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数, 确定所述穿刺点的垂直电离层延迟的步骤之后, 还包括 :

将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟。

6. 根据权利要求 5 所述的电离层延迟获取方法, 其特征在于, 所述将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟包括 :

根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角 :

$$Z_{IPP} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) ;$$

根据以下表达式计算投影函数 :

$$M = 1 / \cos(Z_{IPP}) ;$$

根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟 :

$$Iono^* = Iono \times M ,$$

其中, $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。

7. 一种电离层延迟获取装置, 其特征在于, 包括 :

穿刺点确定模块, 用于获取穿刺点的位置;

格网电离层参数获取模块, 用于获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数;

延迟计算模块, 用于根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数, 确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。

8. 根据权利要求 7 所述的电离层延迟获取装置, 其特征在于, 所述穿刺点确定模块包括 :

卫星位置计算单元, 用于计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标;

位置、速度、时间解算 PVT 单元, 用于计算所述接收机的大地经、纬度和高度;

仰角及方位角计算单元, 用于计算所述卫星的仰角和方位角;

地心夹角计算单元, 用于根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角:

$$Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta ,$$

其中, r_{2000} 为地球半径, β 是卫星的仰角, h 为接收机的高度;

大地经、纬度计算单元, 用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度:

$$B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha) ,$$

$$L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP})) ,$$

其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数;

穿刺点位置计算单元, 用于根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度, 根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置:

$$B_{IPP}^* = \arctan((1 - r_{2000}) \times (1 - r_{2000}) \times \tan(B_{IPP})) ,$$

$$L_{IPP}^* = L_{IPP} ,$$

其中, B_{IPP}^* 为电离层穿刺点处的地心纬度, L_{IPP}^* 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。

9. 根据权利要求 7 所述的电离层延迟获取装置, 其特征在于, 所述格网电离层参数获

取模块包括：

原始数据接收单元，用于获取原始导航电文；

传输单元，用于在原始导航电文进行了加密时，将所述原始导航电文按统一格式传送至解密芯片，由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密，得到解密后的导航电文，将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片，

在原始导航电文没有进行加密时，将所述原始导航电文按统一格式传送至处理器 PRM 芯片；

导航电文解析单元，用于解析原始导航电文，得到导航电文；

参数解析单元，用于对所述导航电文进行解析，得到格网电离层参数。

10. 根据权利要求 7 所述的电离层延迟获取装置，其特征在于，所述延迟计算模块包括：

网格确定单元，用于确定所述穿刺点所在的格网的网格；

延迟计算单元，用于根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算，得到所述穿刺点的垂直电离层延迟。

11. 根据权利要求 8 所述的电离层延迟获取装置，其特征在于，该装置还包括：

实际电离层延迟计算模块，用于将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟。

12. 根据权利要求 11 所述的电离层延迟获取装置，其特征在于，所述实际电离层延迟计算模块包括：

天顶角计算单元，用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角：

$$Z_{\text{IPP}} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) ;$$

投影函数计算单元，用于根据以下表达式计算投影函数：

$$M = 1 / \cos(Z_{\text{IPP}}) ;$$

延迟转换单元，用于根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟：

$$Iono^* = Iono \times M,$$

其中， $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。

电离层延迟获取方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及导航领域,尤其涉及一种电离层延迟获取方法和装置。

背景技术

[0002] 电离层延迟是影响卫星导航性能的主要误差源之一。目前市场上的接收机大多都是采用的8参数电离层修正参数,计算得到电离层延迟误差比较大,导致接收机的定位精度较差。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种电离层延迟获取方法和装置,解决了接收机的定位精度较差的问题。

[0004] 一种电离层延迟获取方法,包括:

[0005] 获取穿刺点的位置;

[0006] 获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数;

[0007] 根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数,确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。

[0008] 优选的,所述获取穿刺点的位置包括:

[0009] 计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标;

[0010] 计算所述接收机的大地经、纬度和高度;

[0011] 计算所述卫星的仰角和方位角;

[0012] 根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角:

[0013] $Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta$,

[0014] 其中, r_{2000} 为地球半径, β 是卫星的仰角, h 为接收机的高度;

[0015] 根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度:

[0016] $B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha)$,

[0017] $L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP}))$,

[0018] 其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数;

[0019] 根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度,根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置:

[0020] $B^*_{IPP} = \arctan((1 - r_{2000}) \times (1 - r_{2000}) \times \tan(B_{IPP}))$,

[0021] $L^*_{IPP} = L_{IPP}$,

[0022] 其中, B^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心纬度, L^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。

[0023] 优选的,获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数包括:

- [0024] 获取原始导航电文；
- [0025] 如果原始导航电文进行了加密，则将所述原始导航电文按统一格式传送至解密芯片，由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密，得到解密后的导航电文，将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片，
- [0026] 如果原始导航电文没有进行加密，则将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片；
- [0027] 所述 PRM 芯片解析原始导航电文，得到导航电文；
- [0028] 对所述导航电文进行解析，得到格网电离层参数。
- [0029] 优选的，根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数，确定所述穿刺点的垂直电离层延迟包括：
- [0030] 确定所述穿刺点所在的格网的网格；
- [0031] 根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算，得到所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0032] 优选的，根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数，确定所述穿刺点的垂直电离层延迟的步骤之后，还包括：
- [0033] 将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟。
- [0034] 优选的，所述将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟包括：
- [0035] 根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角：
- [0036] $Z_{IPP} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h))$ ；
- [0037] 根据以下表达式计算投影函数：
- [0038] $M = 1 / \cos(Z_{IPP})$ ；
- [0039] 根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟：
- [0040] $Iono^* = Iono \times M$ ，
- [0041] 其中， $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0042] 本发明还提供了一种电离层延迟获取装置，包括：
- [0043] 穿刺点确定模块，用于获取穿刺点的位置；
- [0044] 格网电离层参数获取模块，用于获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数；
- [0045] 延迟计算模块，用于根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数，确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0046] 优选的，所述穿刺点确定模块包括：
- [0047] 卫星位置计算单元，用于计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标；
- [0048] PVT 单元，用于计算所述接收机的大地经、纬度和高度；
- [0049] 仰角及方位角计算单元，用于计算所述卫星的仰角和方位角；
- [0050] 地心夹角计算单元，用于根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角：
- [0051] $Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta$ ，
- [0052] 其中， r_{2000} 为地球半径， β 是卫星的仰角， h 为接收机的高度；
- [0053] 大地经、纬度计算单元，用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度：

- [0054] $B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha)$,
- [0055] $L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP}))$,
- [0056] 其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数;
- [0057] 穿刺点位置计算单元, 用于根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度, 根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置:
- [0058] $B_{IPP}^* = \arctan((1-r_{2000}) \times (1-r_{2000}) \times \tan(B_{IPP}))$,
- [0059] $L_{IPP}^* = L_{IPP}$,
- [0060] 其中, B_{IPP}^* 为电离层穿刺点处的地心纬度, L_{IPP}^* 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。
- [0061] 优选的, 所述格网电离层参数获取模块包括:
- [0062] 原始数据接收单元, 用于获取原始导航电文;
- [0063] 传输单元, 用于在原始导航电文进行了加密时, 将所述原始导航电文按统一格式传送至解密芯片, 由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密, 得到解密后的导航电文, 将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片,
- [0064] 在原始导航电文没有进行加密时, 将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片;
- [0065] 导航电文解析单元, 用于解析原始导航电文, 得到导航电文;
- [0066] 参数解析单元, 用于对所述导航电文进行解析, 得到格网电离层参数。
- [0067] 优选的, 所述延迟计算模块包括:
- [0068] 网格确定单元, 用于确定所述穿刺点所在的格网的网格;
- [0069] 延迟计算单元, 用于根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算, 得到所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0070] 优选的, 该装置还包括:
- [0071] 实际电离层延迟计算模块, 用于将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟。
- [0072] 优选的, 所述实际电离层延迟计算模块包括:
- [0073] 天顶角计算单元, 用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角:
- [0074] $Z_{IPP} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h))$;
- [0075] 投影函数计算单元, 用于根据以下表达式计算投影函数:
- [0076] $M = 1 / \cos(Z_{IPP})$;
- [0077] 延迟转换单元, 用于根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟:
- [0078] $Iono^* = Iono \times M$,
- [0079] 其中, $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0080] 本发明提供了一种电离层延迟获取方法和装置, 获取穿刺点的位置, 获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数, 根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数, 确定所述穿刺点的垂直电离层延迟, 实现了基于格网的电离层延迟计算, 解决了接收机的定位

精度较差的问题。

附图说明

- [0081] 图 1 是本发明的实施例一提供的一种电离层延迟获取方法的流程图；
- [0082] 图 2 是图 1 中步骤 102 的具体流程图；
- [0083] 图 3 是图 1 中步骤 103 的具体流程图；
- [0084] 图 4 是图 1 中步骤 104 的具体流程图；
- [0085] 图 5 是根据内插格点计算穿透点电离层延迟的原理示意图；
- [0086] 图 6 是图 1 中步骤 105 的具体流程图；
- [0087] 图 7 是本发明的实施例二提供的一种电离层延迟获取装置的结构示意图；
- [0088] 图 8 是图 7 中穿刺点确定模块 701 的结构示意图；
- [0089] 图 9 是图 7 中格网电离层参数获取模块 702 的结构示意图；
- [0090] 图 10 是图 7 中延迟计算模块 703 的结构示意图；
- [0091] 图 11 是图 7 中实际电离层延迟计算模块 704 的结构示意图。

具体实施方式

[0092] 目前市场上的接收机大多都是采用的 8 参数电离层修正参数，计算得到电离层延迟误差比较大，导致接收机的定位精度较差。

[0093] 为了解决上述问题，本发明的实施例提供了一种电离层延迟获取方法和装置。下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0094] 首先结合附图，对本发明的实施例一进行说明。

[0095] 本发明实施例提供了一种电离层延迟获取方法，使用该方法完成电离层延迟获取的流程如图 1 所示，包括：

[0096] 步骤 101、获取整个电离层格网的参数；

[0097] 本步骤中，获取格网中全部网格的参数并存储。每次获取到的电离层格网的格网电离层参数有变化时均需要重新存储参数。

[0098] 电离层格网改正模型是基于一种球面网格，将电离层描述为地球表面上空约 350km 处的壳层，并在此壳层上建立矩形或其他形式的网格。根据电离层的空间相关性，网格为 $5^\circ \times 5^\circ$ ，电离层网格点就分布在该格网球面上。卫星导航系统覆盖区域内的各参考站实时计算可视范围内导航卫星的电离层延迟，同时计算出导航卫星在电离层格网面上穿透点的经、纬度，这些数据通过通信链路实时传给主控站。主控站根据这些数据，计算出各网格点的垂直电离层延迟及其误差，然后通过静止卫星在覆盖区域内广播。用户根据自己接收的信号和网格点的数据，按一定算法获得可视卫星的电离层延迟值。

[0099] 步骤 102、获取穿刺点的位置；

[0100] 穿刺点是卫星传播信号在传播给接收机时与电离层的交点。本步骤，计算出该穿刺点的位置，它的位置是可以用地心经、纬度来表示的。

[0101] 本步骤具体如图 2 所示，包括：

[0102] 步骤 1021、计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标；

- [0103] 本步骤中,通过计算卫星的坐标确定卫星位置。
- [0104] 步骤 1022、计算所述接收机的大地经、纬度和高度；
- [0105] 本发明实施例中所涉及的大地经、纬度和高度即为大地坐标系下的经、纬度和高度。通过计算大地经、纬度和高度,确定接收机位置。
- [0106] 本步骤中,根据伪距和卫星位置信息,利用最小二乘法,得到接收机的位置、速度、时间信息,再将得到的位置经过转换得到大地经、纬度和高度。
- [0107] 步骤 1023、计算所述卫星的仰角和方位角；
- [0108] 本步骤中,根据卫星位置和接收机位置得到卫星的仰角和方位角。
- [0109] 步骤 1024、根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角：
- [0110] $Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta$ ，
- [0111] 其中, r_{2000} 为地球半径, β 是卫星的仰角, h 为接收机的高度。
- [0112] 步骤 1025、根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度：
- [0113] $B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha)$ ，
- [0114] $L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP}))$ ，
- [0115] 其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数。
- [0116] 步骤 1026、根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度,根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置：
- [0117] $B^*_{IPP} = \arctan((1 - r_{2000}) \times (1 - r_{2000}) \times \tan(B_{IPP}))$ ，
- [0118] $L^*_{IPP} = L_{IPP}$ ，
- [0119] 其中, B^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心纬度, L^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。
- [0120] 步骤 103、获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数；
- [0121] 本步骤具体如图 3 所示,包括：
- [0122] 步骤 1031、获取原始导航电文；
- [0123] 本步骤中,接收基带信号处理模块传送过来的原始导航电文。基带信号处理模块在完成北斗二代 B3 频点 Q 支路信号的捕获、跟踪、比特同步、帧同步后,得到该支路信号中的导航电文。
- [0124] 步骤 1032、将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片；
- [0125] 本步骤中,如果原始导航电文进行了加密,则将所述原始导航电文按统一格式传至解密芯片,由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密,得到解密后的导航电文,将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片,
- [0126] 如果原始导航电文没有进行加密,则将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片。
- [0127] 当同时有几颗卫星向 PRM 芯片传送导航电文时,要将导航电文按卫星号从小到大排列,然后一次发送给 PRM 芯片。
- [0128] 步骤 1033、所述 PRM 芯片对所述原始导航电文进行解析,得到导航电文。
- [0129] 步骤 1034、对所述导航电文进行解析,得到格网电离层参数；

[0130] 本步骤中,将解析得到的导航电文进行解析,得到可用的格网电离层参数,即格网覆盖区域所有格网点的电离层垂直延迟及其误差。

[0131] 步骤 104、根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数,确定所述穿刺点的垂直电离层延迟;

[0132] 本步骤具体如图 4 所示,包括:

[0133] 步骤 1041、确定所述穿刺点所在的格网的网格;

[0134] 步骤 1042、根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算,得到所述穿刺点的垂直电离层延迟;

[0135] 已知用户穿透点的经、纬度,就可以确定其所在的网格,利用网格顶点的垂直电离层延迟数据进行加权内插计算,可求得用户穿透点垂直电离层延迟。本步骤中,内插的格点个数选为 4,但当 4 个格点中的某一个不可用时,如果剩余的 3 个点包围了用户穿透点,则用这 3 个点计算,如图 5 所示。否则,按用户穿透点的延迟值没有监测到处理。加权函数为

[0136] $W_1 = x_{PP} \times y_{PP}$, $W_2 = (1-x_{PP}) \times y_{PP}$, $W_3 = (1-x_{PP}) \times (1-y_{PP})$, $W_4 = x_{PP} \times (1-y_{PP})$,

[0137] 其中, x_{PP} 和 y_{PP} 分别为内插点的相对经度和相对纬度。

[0138] $x_{PP} = (L_{IPP}^* - L_1) / (L_2 - L_1)$, $y_{PP} = (B_{IPP}^* - B_1) / (B_2 - B_1)$ 。 L_1 、 L_2 、 B_1 、 B_2 如附图 5 所示内插格网点的地心经度和纬度。

[0139] 则垂直电离层延迟为:

[0140] $Iono = W_1 \times Iono_1 + W_2 \times Iono_2 + W_3 \times Iono_3 + W_4 \times Iono_4$ 。

[0141] 当为 3 个格网点时,加权函数为 $W_1 = y_{PP}$, $W_2 = (1-x_{PP}-y_{PP})$, $W_3 = x_{PP}$ 。

[0142] 当纬度大于 85 度时, $x_{PP} = (L_{IPP}^* - L_1) \times (1 - 2 \times y_{PP}) / 90$, $y_{PP} = (|B_{IPP}^*| - 85) / 10$ 。

[0143] 步骤 105、将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟;

[0144] 本步骤具体如图 6 所示,包括:

[0145] 步骤 1051、根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角:

[0146] $Z_{IPP} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h))$ 。

[0147] 步骤 1052、根据以下表达式计算投影函数:

[0148] $M = 1 / \cos(Z_{IPP})$ 。

[0149] 步骤 1053、根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟:

[0150] $Iono^* = Iono \times M$,

[0151] 其中, $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。

[0152] 下面结合附图,对本发明的实施例二进行说明。

[0153] 本发明实施例提供了一种电离层延迟获取装置,其结构如图 7 所示,包括:

[0154] 穿刺点确定模块 701,用于获取穿刺点的位置;

[0155] 格网电离层参数获取模块 702,用于获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数;

[0156] 延迟计算模块 703,用于根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数,确定所述穿刺点的垂直电离层延迟。

[0157] 优选的,所述穿刺点确定模块 701 的结构如图 8 所示,包括:

[0158] 卫星位置计算单元 7011,用于计算卫星在接收站的站心坐标系下的坐标;

- [0159] PVT 单元 7012, 用于计算所述接收机的大地经、纬度和高度；
- [0160] 仰角及方位角计算单元 7013, 用于计算所述卫星的仰角和方位角；
- [0161] 地心夹角计算单元 7014, 用于根据以下表达式计算电离层穿刺点处的地心夹角：
- [0162] $Q_{IPP} = \arccos(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h)) - \beta$ ，
- [0163] 其中, r_{2000} 为地球半径, β 是卫星的仰角, h 为接收机的高度；
- [0164] 大地经、纬度计算单元 7015, 用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的大地经、纬度：
- [0165] $B_{IPP} = \arcsin(\sin \beta \times \cos(Q_{IPP}) + \cos \beta \times \sin(Q_{IPP}) \times \cos \alpha)$ ，
- [0166] $L_{IPP} = L + \arcsin(\sin(Q_{IPP}) \times \sin \alpha / \cos(B_{IPP}))$ ，
- [0167] 其中, B 为接收机的纬度, L 为接收机的经度, α 为卫星的方位角, B_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地纬度, L_{IPP} 为电离层穿刺点处的大地经度, \sin 和 \cos 分别为正弦函数和余弦函数, \arcsin 为反正弦函数；
- [0168] 穿刺点位置计算单元 7016, 用于根据以下表达式将所述穿刺点处的大地经、纬度转换为地心经、纬度, 根据所述地心经、纬度确定所述穿刺点的位置：
- [0169] $B^*_{IPP} = \arctan((1 - r_{2000}) \times (1 - r_{2000}) \times \tan(B_{IPP}))$ ，
- [0170] $L^*_{IPP} = L_{IPP}$ ，
- [0171] 其中, B^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心纬度, L^*_{IPP} 为电离层穿刺点处的地心经度, r_{2000} 为 r_{2000} 椭球的扁率的倒数, \tan 和 \arctan 分别为正切函数和反正切函数。
- [0172] 优选的, 所述格网电离层参数获取模块 702 的结构如图 9 所示, 包括：
- [0173] 原始数据接收单元 7021, 用于获取原始导航电文；
- [0174] 传输单元 7022, 用于在原始导航电文进行了加密时, 将所述原始导航电文按统一格式传送至解密芯片, 由所述解密芯片对所述原始导航电文进行解密, 得到解密后的导航电文, 将所述解密后导航电文按统一格式传送到 PRM 芯片,
- [0175] 在原始导航电文没有进行加密时, 将所述原始导航电文按统一格式传送至 PRM 芯片；
- [0176] 导航电文解析单元 7023, 用于解析原始导航电文, 得到导航电文；
- [0177] 参数解析单元 7024, 用于对所述导航电文进行解析, 得到格网电离层参数。
- [0178] 优选的, 所述延迟计算模块 703 的结构如图 10 所示, 包括：
- [0179] 网格确定单元 7031, 用于确定所述穿刺点所在的格网的网格；
- [0180] 延迟计算单元 7032, 用于根据所述网格顶点的格网电离层参数中的电离层延迟数据进行加权内插计算, 得到所述穿刺点的垂直电离层延迟。
- [0181] 优选的, 该装置还包括：
- [0182] 实际电离层延迟计算模块 704, 用于将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟。
- [0183] 优选的, 所述实际电离层延迟计算模块 704 的结构如图 11 所示, 包括：
- [0184] 天顶角计算单元 7041, 用于根据以下表达式计算所述穿刺点处的天顶角：
- [0185] $Z_{IPP} = \arcsin(r_{2000} \times \cos \beta / (r_{2000} + 350000 - h))$ ；
- [0186] 投影函数计算单元 7042, 用于根据以下表达式计算投影函数：
- [0187] $M = 1 / \cos(Z_{IPP})$ ；

[0188] 延迟转换单元 7043, 用于根据以下表达式将所述穿刺点的垂直电离层延迟转换为实际传播路径上的延迟：

[0189] $Iono^* = Iono \times M$,

[0190] 其中, $Iono$ 为所述穿刺点的垂直电离层延迟。

[0191] 本发明的实施例提供了一种电离层延迟获取方法和装置, 获取穿刺点的位置, 获取所述穿刺点位置对应的格网电离层参数, 根据所述穿刺点的位置和对应的格网电离层参数, 确定所述穿刺点的垂直电离层延迟, 实现了基于格网的电离层延迟计算, 解决了接收机的定位精度较差的问题。

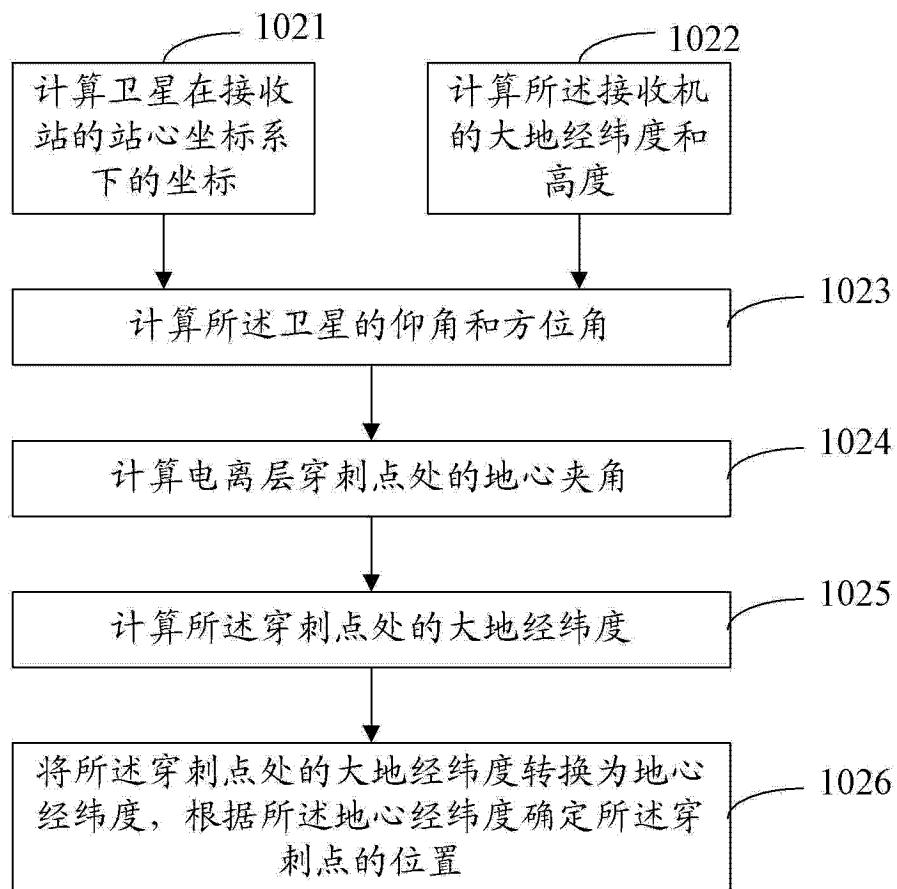
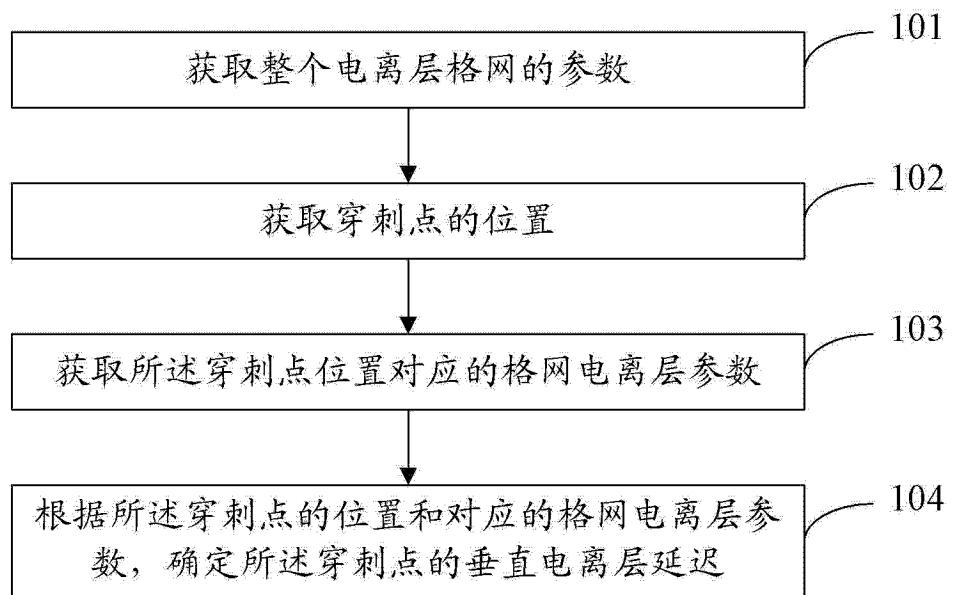
[0192] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的全部或部分步骤可以使用计算机程序流程来实现, 所述计算机程序可以存储于一计算机可读存储介质中, 所述计算机程序在相应的硬件平台上(如系统、设备、装置、器件等)执行, 在执行时, 包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0193] 可选地, 上述实施例的全部或部分步骤也可以使用集成电路来实现, 这些步骤可以被分别制作成一个个集成电路模块, 或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样, 本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0194] 上述实施例中的各装置 / 功能模块 / 功能单元可以采用通用的计算装置来实现, 它们可以集中在单个的计算装置上, 也可以分布在多个计算装置所组成的网络上。

[0195] 上述实施例中的各装置 / 功能模块 / 功能单元以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时, 可以存储在一个计算机可读取存储介质中。上述提到的计算机可读取存储介质可以是只读存储器, 磁盘或光盘等。

[0196] 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应以权利要求所述的保护范围为准。



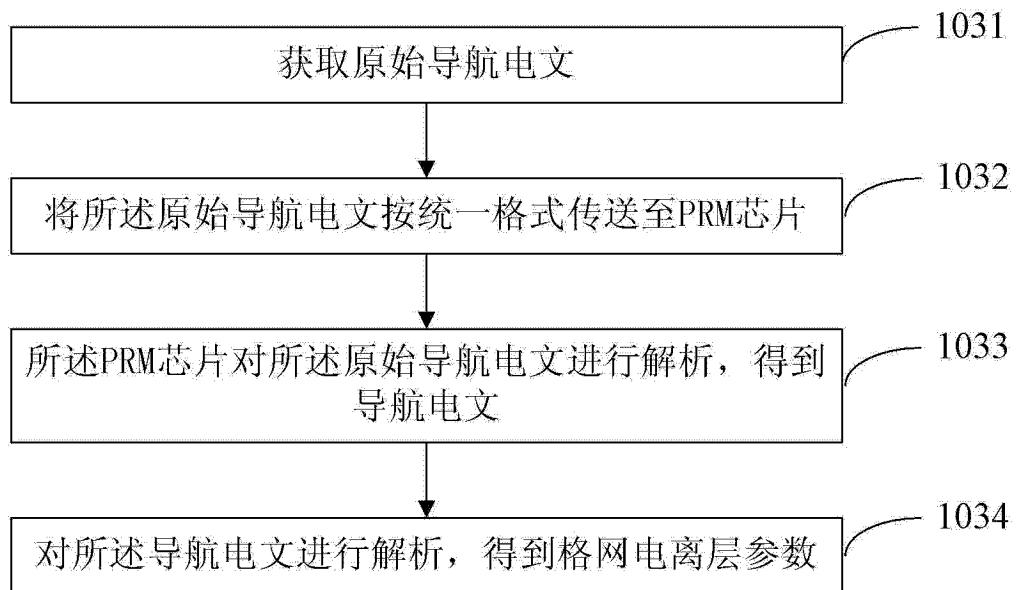


图 3

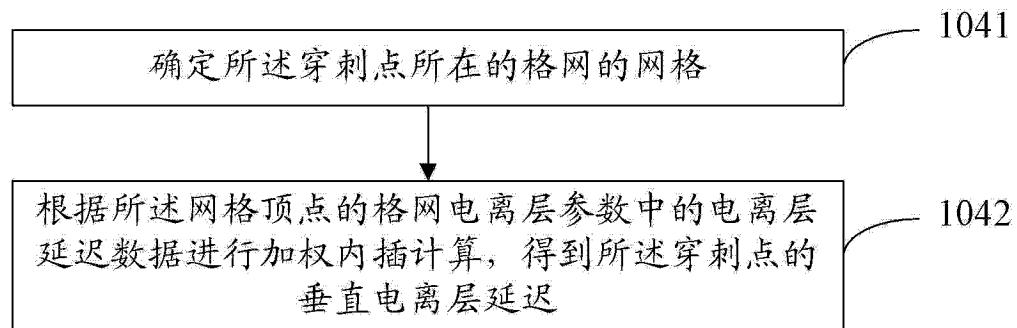


图 4

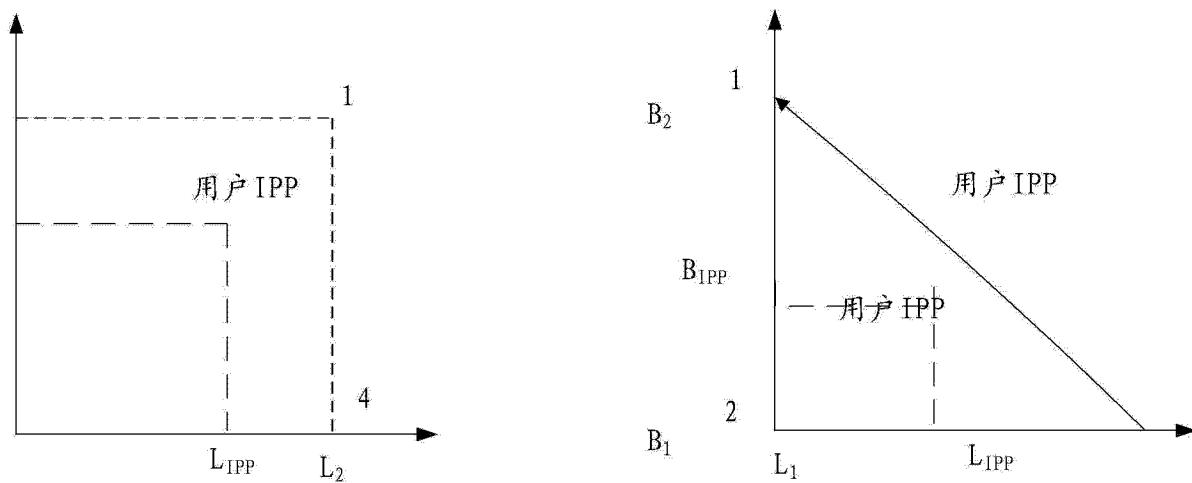


图 5

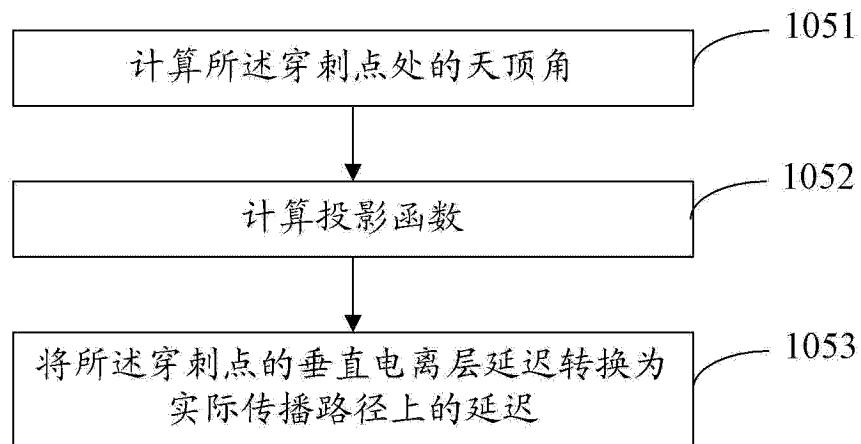


图 6

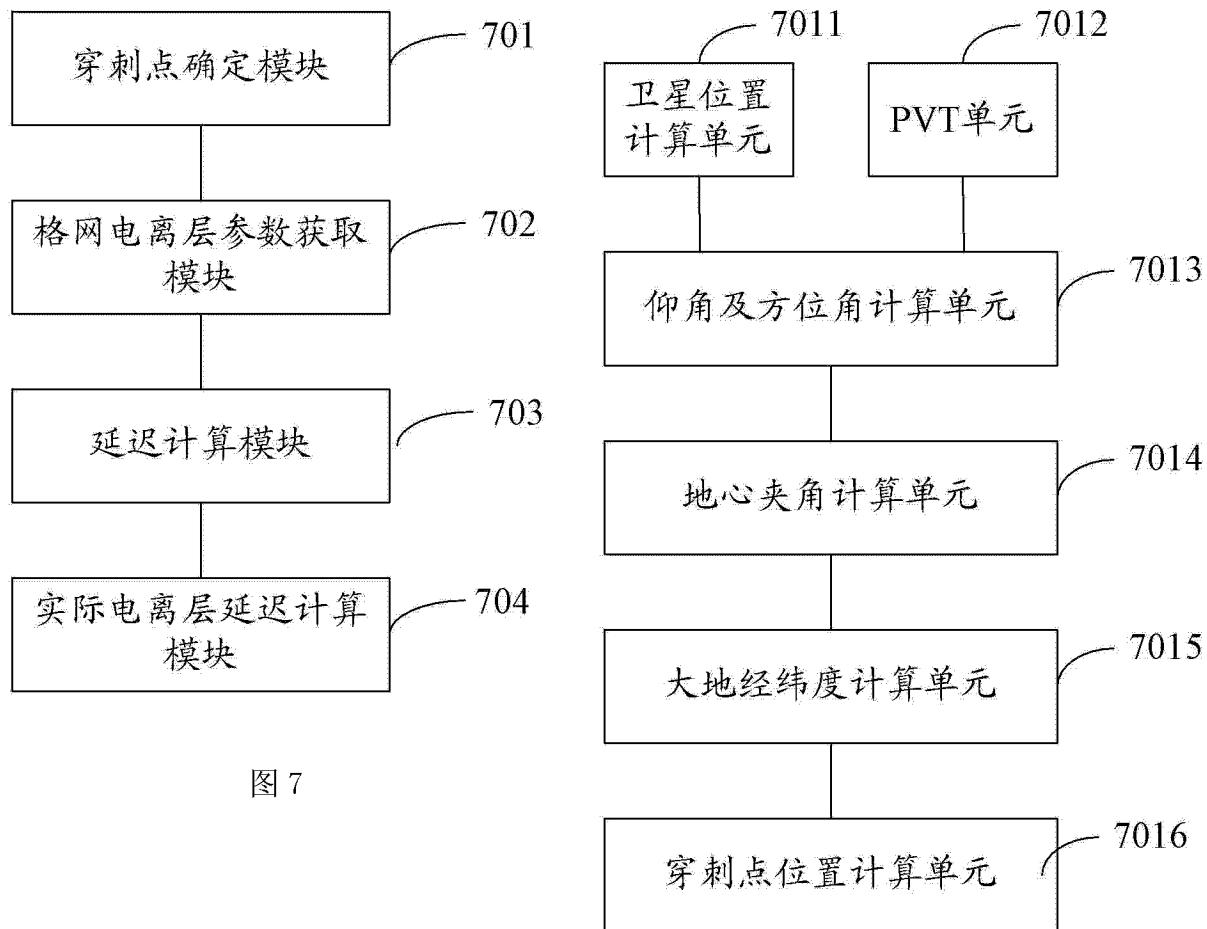


图 7

图 8

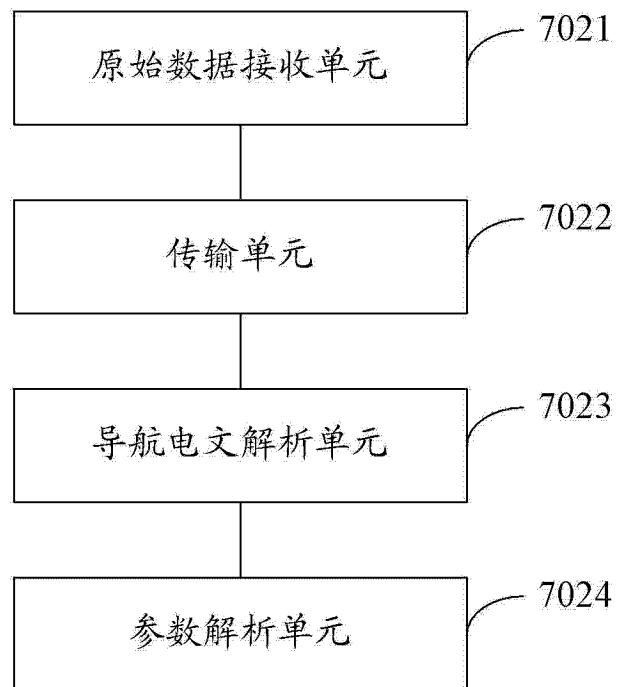


图 9

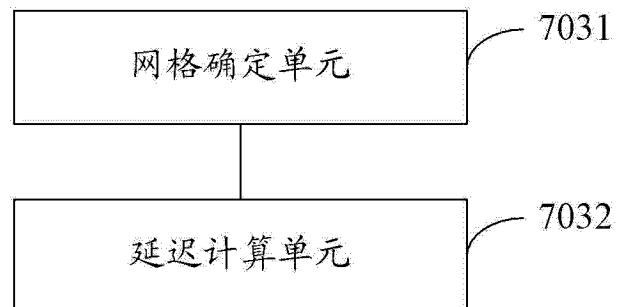


图 10

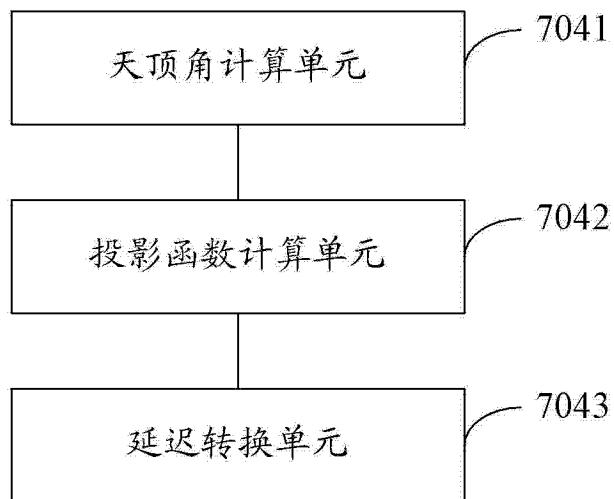


图 11