



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115014368 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 06

(21) 申请号 202110234212.6

(22) 申请日 2021.03.03

(71) 申请人 北京四维图新科技股份有限公司  
地址 100094 北京市海淀区丰豪东路四维图新大厦A座10层

(72) 发明人 盛光伟 张强 李强

(74) 专利代理机构 北京国科程知识产权代理事务所(普通合伙) 11862  
专利代理师 曹晓斐

(51) Int. Cl.  
G01C 21/32 (2006.01)

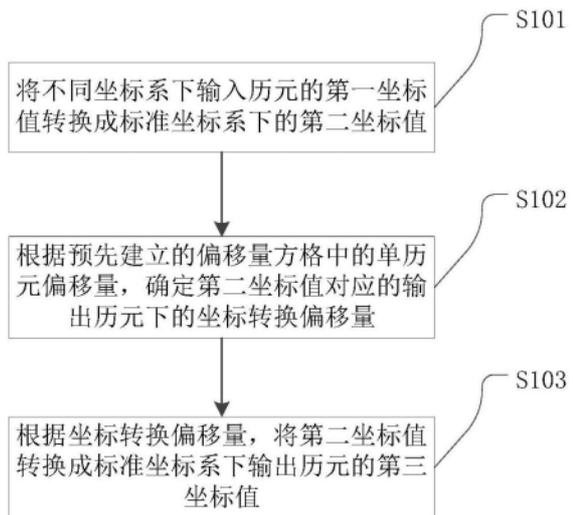
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备

(57) 摘要

本申请公开了一种不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备,属于地理信息技术领域。该方法主要包括将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值;根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量;根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值。本申请通过建立的偏移量方格以及大地坐标、空间直角坐标和投影坐标之间的相互转换得到历元坐标转换结果,避免了人工转换引起的误差,提高了点云解算效率,降低了高精度地图的制图成本。



1. 一种不同历元坐标自动转换方法,其特征在于,包括:

将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,其中所述不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,所述标准坐标系包括空间直角坐标系;

根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量;

根据所述坐标转换偏移量,将所述第二坐标值转换成所述标准坐标系下所述输出历元的第三坐标值。

2. 根据权利要求1所述的不同历元坐标自动转换方法,其特征在于,所述根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量,包括:

根据经纬度建立多个偏移量方格,其中,每个所述偏移量方格对应一个不同的单历元偏移量;

将所述第一坐标值转换为所述大地坐标系下的第一大地坐标值,并确定所述第一大地坐标值对应的所述偏移量方格;

根据所述第一大地坐标值对应的所述偏移量方格,得到所述第二坐标值对应的所述单历元偏移量,从而确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量。

3. 根据权利要求2所述的不同历元坐标自动转换方法,其特征在于,所述将所述第一坐标值转换为所述大地坐标系下的第一大地坐标值,包括:

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述空间直角坐标系,则根据所述空间直角坐标系与所述大地坐标系之间的坐标转换公式将所述第一坐标值转换为所述第一大地坐标值;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述大地坐标系,则直接将所述第一坐标值作为所述第一大地坐标值;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述投影坐标系,则根据所述投影坐标系与所述大地坐标系之间的坐标转换函数将所述第一坐标值转换为所述第一大地坐标值。

4. 根据权利要求1所述的不同历元坐标自动转换方法,其特征在于,所述将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,包括:

根据预先设定的所述第一坐标值所在的坐标系和不同坐标系之间对应的坐标转换关系,将所述不同坐标系下的所述第一坐标值转换成所述标准坐标系下的所述第二坐标值。

5. 根据权利要求4所述的不同历元坐标自转换方法,其特征在于,所述根据预先设定的所述第一坐标值所在的坐标系和不同坐标系之间对应的坐标转换关系,将所述不同坐标系下的所述第一坐标值转换成所述标准坐标系下的所述第二坐标值,包括:

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述空间直角坐标系,则将所述第一坐标值直接作为所述第二坐标值;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述大地坐标系,则根据所述大地坐标系与所述空间直角坐标系之间的坐标逆转换公式将所述第一坐标值转换成所述第二坐标值;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述投影坐标系,则根据所述坐标转换函数将所述第一坐标值转换成所述大地坐标系下的第二大地坐标值,利用所述坐标逆转换公式将所述第二大地坐标值转换成所述第二坐标值。

6. 根据权利要求1所述的不同历元坐标自动转换方法,其特征在于,还包括:

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述空间直角坐标系,则将所述第三坐标值直接作为第四坐标值输出;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述大地坐标系,则根据所述坐标转换公式将所述第三坐标值转换成所述大地坐标系下的所述第四坐标值输出;

若所述第一坐标值所在的坐标系为所述投影坐标系,则根据所述坐标转换公式将所述第三坐标值转换成所述大地坐标系下的第三大地坐标值,根据所述大地坐标系与所述投影坐标系之间的坐标逆转换函数将所述第三大地坐标值转换成所述投影坐标系下的所述第四坐标值输出。

7. 一种不同历元坐标自动转换装置,其特征在于,包括:

用于将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值的模块,其中所述不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,所述标准坐标系包括空间直角坐标系;

用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块;

用于根据所述坐标转换偏移量,将所述第二坐标值转换成所述标准坐标系下所述输出历元的第三坐标值的模块。

8. 根据权利要求7所述的不同历元坐标自动转换装置,其特征在于,所述用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块,还包括:

用于根据经纬度建立多个偏移量方格的模块,其中,每个所述偏移量方格对应一个不同的单历元偏移量;

用于将所述第一坐标值转换为所述大地坐标系下的第一大地坐标值,并确定所述第一大地坐标值对应的所述偏移量方格的模块;

用于根据所述第一大地坐标值对应的所述偏移量方格,得到所述第二坐标值对应的所述单历元偏移量,从而确定所述第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块。

9. 一种计算机可读存储介质,其存储有计算机指令,其特征在于,所述计算机指令被操作以执行权利要求1-6中任一项所述的不同历元坐标自动转换方法。

10. 一种计算机设备,其包括处理器和存储器,所述存储器存储有计算机指令,其中所述处理器操作所述计算机指令以执行权利要求1-6中任一项所述的不同历元坐标自动转换方法。

## 不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及地理信息技术领域,特别涉及一种不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备。

### 背景技术

[0002] 在高精度地图采集过程中,车载激光雷达扫描仪(LiDAR)获取的原始数据为激光扫描参考坐标系(scanner's own coordinate system,SOCS)下的点云数据,需利用相关的激光雷达点云解算软件,结合组合导航设备(GNSS/INS)提供的POS(position and orientation system,位置和姿态系统)数据,解算出WGS84或用户自定义坐标系下的具有真实地理坐标的激光点云数据后,再用于生产研究。

[0003] 点云的POS数据通常基于CORS(Continuously Operating Reference Station,连续运行参考站)站获得,CORS站坐标的误差会影响点云坐标的精度。由于受到地球地壳形变、板块运动等因素的影响,即使同一参考框架下的不同历元之间的CORS站坐标会发生一定的偏移,而不同板块运动的趋势和速率也不尽一致,导致这种偏移在不同的坐标之间也存在着差异。

[0004] 通常高精度地图要求点云坐标的精度控制在厘米级,因此获得测量采集点云数据时对应的准确的CORS站坐标十分必要。而CORS站坐标的历元通常要早于采集时的历元,所以需要将CORS站坐标历元转换到高精度地图采集时的同一参考框架下的历元下。目前同一参考框架下不同历元之间的坐标偏移量基本都是指空间直角坐标的偏移,常用的做法是采用历元坐标转换公式对其进行转换,历元坐标转换公式针对的是空间直角坐标系下的历元转换,并且每个空间直角坐标需要配置一个历元偏移量,在实际的应用过程中,需要进行历元转换的CORS站坐标除了空间直角坐标外,还有可能是大地坐标或者投影坐标,这些类型的坐标需要人工将其转换为空间直角坐标后才能通过历元坐标转换公式进行历元下的坐标转换。当需要转换的坐标数量较多时,人工进行坐标转换效率较低并且可能引入新的误差影响最终的点云解算结果的精度。

[0005] 当历元坐标转换公式中的偏移量缺失时,不同历元间的坐标将无法转换。现有技术中虽然可以基于已知的偏移量,利用反距离加权等方法插值出相应坐标的偏移量,但是由于已知偏移量与插值方法间的强相关性以及板块运动的趋势和速率的不确定性,插值结果的精度很难保证准确和稳定。

### 发明内容

[0006] 本申请主要提供一种不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备,以解决现有技术中人工进行坐标转换效率低,并且可能引入新的误差影响最终的点云解算结果的精度以及获取的缺失偏移量不够精确的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本申请采用的一个技术方案是:提供一种不同历元坐标自动转换方法,其包括:将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐

标值,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系;根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量;根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值。

[0008] 本申请采用的另一个技术方案是:提供一种不同历元坐标自动转换装置,其包括:用于将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值的模块,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系;用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块;用于根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值的模块。

[0009] 本申请采用的另一个技术方案是:提供一种计算机可读存储介质,其存储有计算机指令,该计算机指令被操作以执行方案一中的不同历元坐标自动转换方法。

[0010] 本申请采用的另一个技术方案是:提供一种计算机设备,其包括处理器和存储器,存储器存储有计算机指令,该计算机指令被操作以执行方案一中的不同历元坐标自动转换方法。

[0011] 本申请的技术方案可以达到的有益效果是:本申请设计了不同历元坐标自动转换方法、装置、存储介质及设备。该方法将不同坐标形式之间的相互转换集成在历元转换的处理流程内,只需要输入已获得的历元坐标,结合已有的偏移量方格即可得到历元坐标转换的结果,避免了人工转换坐标引起的误差,提高了点云解算效率,降低了高精度地图的制图成本。

## 附图说明

[0012] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0013] 图1是本申请一种不同历元坐标自动转换方法的一个具体实施方式的示意图;

[0014] 图2是本申请一种不同历元坐标自动转换方法的一个具体实例的示意图;

[0015] 图3是本申请一种不同历元坐标自动转换装置的一个具体实施方式的示意图。

[0016] 通过上述附图,已示出本申请明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本申请构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本申请的较佳实施例进行详细阐述,以使本申请的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解,从而对本申请的保护范围做出更为清楚明确的界定。

[0018] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖

非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0019] 在现有技术中,历元坐标转换公式针对的是空间直角坐标系下的历元之间的坐标转换,在实际的应用过程中,需要进行历元坐标转换的CORS站坐标除了空间直角坐标外,还有可能是大地坐标或者投影坐标,这些类型的坐标需要人工将其转换为空间直角坐标后才能通过,历元坐标转换公式进行历元坐标转换。当需要转换的坐标数量较多时,人工进行坐标转换效率较低并且可能引入新的误差影响最终的点云解算结果的精度。由历元坐标转换公式可知每个空间直角坐标都需要配置一个历元偏移量,这些偏移量通常由地面站获得,此种做法虽然能够尽可能的保证精度,但是当偏移量缺失时,不同历元间的坐标将无法转换。虽然可以基于已知的偏移量,利用反距离加权等方法插值出相应坐标的偏移量,但是由于已知偏移量与插值方法间的强相关性以及板块运动的趋势和速率的不确定性,插值结果的精度很难保证准确和稳定。

[0020] 本申请提供的用于高精度地图采集的多坐标系下的自动化历元转换方法适用场景为:本申请的目的是提供一种用于高精度地图采集的多坐标系下的自动化历元转换方法,主要解决高精度地图采集过程中大地坐标、空间直角坐标和投影坐标的自动化转换问题,避免人工转换造成的误差,提高点云解算效率,降低高精度地图的制图成本。

[0021] 本申请的申请构思是:本申请是一种改进的同一参考框架下的历元转换方法,旨在通过集成大地坐标、空间直角坐标和投影坐标之间的相互转换,实现直接对HD地图生产中涉及到的CORS站坐标进行历元转换,避免人工的参与。

[0022] 下面以具体地实施例对本申请的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术问题进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。下面将结合附图,对本申请的实施例进行描述。

[0023] 图1示出了本申请一种不同历元坐标自动转换方法的一个具体实施方式。

[0024] 在图1所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换方法主要包括步骤S101,将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系;步骤S102,根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量;步骤S103,根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值。

[0025] 在该具体实施方式中,在历元转换的过程中,输入的第一坐标值可能是空间直角坐标系下的空间直角坐标、大地坐标系下的大地坐标或者投影坐标系下的投影坐标,由于同一参考框架下不同历元之间的坐标转换偏移量是指空间直角坐标系下的偏移量,所以首先需要将大地坐标或者投影坐标转换为空间直角坐标,即将不同坐标系下的第一坐标值转换为空间直角坐标系下的第二坐标值;在预先建立好的偏移量方格中确定空间直角坐标系下的第二坐标值对应的坐标转换偏移量,将第二坐标值与坐标转换偏移量代入现有技术中的历元坐标转换公式可以得到输出历元下的第三坐标值,通过集成大地坐标、空间直角坐标和投影坐标之间的相互转换,实现直接对地图生产中涉及到的不同坐标系下的第一坐标

值的历元转换,避免了人工的参与,从而避免了人工转换造成的误差,提高了点云解算的效率。

[0026] 在图1所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换方法主要包括步骤S101,将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系。

[0027] 在该具体实施方式中,输入历元下,不同坐标系包括有空间直角坐标系、大地坐标系和投影坐标系,由于目前同一参考框架下不同历元之间的坐标转换偏移量基本都是需要在空间直角坐标系下进行,所以需要将各个坐标系下的第一坐标值转换成空间直角坐标系下的第二坐标值,提高了不同历元坐标转换的效率。

[0028] 在本申请的一个具体实施例中,将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值的过程包括根据预先设定的第一坐标值所在的坐标系和不同坐标系之间对应的坐标转换关系,将不同坐标系下的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值。事先明确第一坐标值所在的坐标系有助于完成不同坐标系之间坐标的自动转换。

[0029] 在该具体实施例中,不同坐标系之间对应的坐标转换关系包含坐标转换公式、坐标逆转换公式、坐标转换函数以及坐标逆转换函数,其中,坐标转换公式代表空间直角坐标系下的空间直角坐标转换成大地坐标系下的大地坐标,坐标逆转换公式代表大地坐标系下的大地坐标转换成空间直角坐标系下的空间直角坐标,坐标转换函数代表投影坐标系下的投影坐标转换成大地坐标系下的大地坐标,坐标逆转换函数代表大地坐标系下的大地坐标转换成投影坐标系下的投影坐标。在输入第一坐标值时,就已经事先明确知晓第一坐标值所在的坐标系,根据各个坐标系之间的对应的坐标转换关系,将各个坐标系下对应的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,方便不同坐标系之间的坐标相互自动转换。

[0030] 在本申请的一个具体实例中,基于CORS站获得的输入历元的第一坐标值可能有一个或者多个,若第一坐标值有一个,则第一坐标值的坐标形式为空间直角坐标、大地坐标或投影坐标三者中的一者;若第一坐标值有很多个,则第一坐标值的坐标形式可能为空间直角坐标、大地坐标或投影坐标三者中的一者或二者或三者。无论第一坐标值有多少个,每个第一坐标值对应的坐标形式都是确定的,即每个第一坐标值所处的坐标系是明确的,根据对应的坐标转换关系将在不同坐标系下的第一坐标值转换成标准坐标系为空间直角坐标系下的第二坐标值。

[0031] 在本申请的一个具体实施例中,根据预先设定的第一坐标值所在的坐标系和不同坐标系之间对应的坐标转换关系,将不同坐标系下的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值的过程包括,若第一坐标值所在的坐标系为空间直角坐标系,则将第一坐标值直接作为第二坐标值;若第一坐标值所在的坐标系为大地坐标系,则根据大地坐标系与空间直角坐标系之间的坐标逆转换公式将第一坐标值转换成第二坐标值;若第一坐标值所在的坐标系为投影坐标系,则根据坐标转换函数将第一坐标值转换成大地坐标系下的第二大地坐标值,利用坐标逆转换公式将第二大地坐标值转换成第二坐标值。依据坐标转换关系对第一坐标值的坐标形式进行自动转换,不仅提高了坐标转换的效率,还将为坐标的不同历元之间的转换提供了基础。

[0032] 在该具体实施例中,利用不同坐标系之间的坐标转换关系中的坐标逆转换公式和坐标转换函数,将第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值。将处于空间直角坐标系

下的第一坐标值直接作为第二坐标值；利用坐标逆转换公式将处于大地坐标系下的第一坐标值转换成第二坐标值；利用坐标转换函数将处于投影坐标系下的第一坐标值转换成大地坐标系下的第二大地坐标值，然后再利用坐标逆转换公式将处于大地坐标系下的第二大地坐标值转换成空间直角坐标系下的第二坐标值，利用坐标转换关系进行不同坐标系之间的自动转换，提高了坐标转换的效率。

[0033] 在本申请的一个具体实例中，大地坐标系下的大地坐标转换到空间直角坐标系下的空间直角坐标的转换关系可由坐标逆转换公式(1)代表，其公式(1)的计算形式如下：

$$[0034] \quad [X, Y, Z]^T = [(N+H) \cos B \cos L, (N+H) \cos B \sin L, [N(1-e^2)+H] \sin B]^T \quad (1)$$

[0035] 其中， $[B, L, H]^T$ 是大地坐标， $[X, Y, Z]^T$ 是空间直角坐标。 $N$ 为卯酉圈的半径，其计算方法如公式(2)所示：

$$[0036] \quad N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}} \quad (2)$$

[0037]  $e$ 为参考椭球的第一偏心率，其计算方法如公式(3)所示， $a$ 为参考椭球的长半轴， $b$ 为参考椭球的短半轴：

$$[0038] \quad e^2 = (a^2 - b^2) / a^2 \quad (3)$$

[0039] 在本申请的一个具体实例中，投影坐标系下的投影坐标与大地坐标系下的大地坐标的转换关系是可通过转换函数(Coordinate Transformation)建立的坐标转换关系。

[0040] 在图1所示的具体实施方式中，不同历元坐标自动转换方法，还包括步骤S102，根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量，确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量。

[0041] 在该具体实施方式中，根据预先构建的偏移量方格，在偏移量方格中查询方格中的单历元偏移量，根据查询到的单历元偏移量、输入历元和输出历元，确定第二坐标值对应的坐标转换偏移量，本申请通过构建偏移量方格的形式自动给定第二坐标值对应的偏移量，不仅提高了历元坐标转换的效率，还避免出现不同历元间坐标无法转换的情况。

[0042] 在本申请的一个具体实施例中，根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量，确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的过程包括，根据经纬度建立多个偏移量方格，其中，每个偏移量方格对应一个不同的单历元偏移量；将第一坐标值转换为大地坐标系下的第一大地坐标值，并确定第一大地坐标值对应的偏移量方格；根据第一大地坐标值对应的偏移量方格，得到第二坐标值对应的单历元偏移量，从而确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量。构建偏移量方格的形式使得第二坐标值对应的单历元偏移量可以自动获取，为后续的历元坐标转换提高了效率。

[0043] 在该具体实施例中，以经纬度为步长预先构建出偏移量方格，每个偏移量方格下的单历元偏移量相同，不同偏移量方格的单历元偏移量不同；利用第一坐标值对应的大地坐标系下的第一大地坐标值寻找对应的偏移量方格，在对应的偏移量方格中找到单历元偏移量；利用输入历元和输出历元的差值、单历元偏移量，确定第二坐标值对应的坐标转换偏移量。

[0044] 在本申请的一个具体实例中，分别以经纬度 $X^\circ$ 作为步长，构建出偏移量方格，每个方格下的偏移量均相同，不同的偏移量方格对应的方格偏移量不相同，即每个偏移量方格对应一个不同的单历元偏移量。此偏移量方格建立的方法只需要保证每个偏移量方格中有

值即可。利用大地坐标系下的第一大地坐标值找到对应的偏移量方格,从而在偏移量方格中检索出对应的方格偏移量,将此方格偏移量作为第二坐标值对应的单历元偏移量,根据获得的单历元偏移量从而能够得到第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量。

[0045] 在本申请的一个具体实施例中,将第一坐标值转换为大地坐标系下的第一大地坐标值的过程包括,若第一坐标值所在的坐标系为空间直角坐标系,则根据空间直角坐标系与大地坐标系之间的坐标转换公式将第一坐标值转换为第一大地坐标值;若第一坐标值所在的坐标系为大地坐标系,则直接将第一坐标值作为第一大地坐标值;若第一坐标值所在的坐标系为投影坐标系,则根据投影坐标系与大地坐标系之间的坐标转换函数将第一坐标值转换为第一大地坐标值。利用公式转换关系自动将第一坐标值转换成大地坐标系下的第一大地坐标值,使得利用偏移量方格寻找单历元偏移量的过程更加便捷高效。

[0046] 在该具体实施例中,利用不同坐标系之间的坐标转换关系中的坐标转换公式和坐标转换函数以及第一坐标值所在的坐标系,将第一坐标值转换为大地坐标系下的第一大地坐标值。利用坐标转换公式将处于空间直角坐标系下的第一坐标值转换成第一大地坐标值;将处于大地坐标系下的第一坐标值直接作为第一大地坐标值;利用坐标转换函数将处于投影坐标系下的第一坐标值转换成第一大地坐标值。集成三种坐标系之间的相互转换,避免人工参与,减少人工误差。

[0047] 在本申请的一个具体实例中,空间直角坐标转换成大地坐标的转换关系可由坐标转换公式(4)代表,其公式(4)的计算形式如下:

$$[0048] \quad \begin{bmatrix} B \\ L \\ H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tan^{-1}(Z(N+H))/\sqrt{(X^2+Y^2)[N(1+e^2)]+H} \\ \tan^{-1}(Y/X) \\ Z/\sin B - N(1-e^2) \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0049] 在本申请的一个具体实例中,由空间-大地坐标转换公式以及N的计算公式可知,大地坐标中的纬度值B采用迭代的方式得到的。

[0050] 在图1所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换方法,还包括步骤S103,根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值。

[0051] 在该具体实施方式中,使用现有技术中的历元坐标转换公式将坐标转换偏移量和第二坐标值代入其中,得到输出历元下的第三坐标值,其中第三坐标值所在的坐标系与第二坐标值所在的坐标系相同,并且标准坐标系为空间直角坐标系。

[0052] 在本申请的一个具体实例中,由于CORS站坐标的历元通常要早于采集时的历元,所以需要将CORS站坐标历元转换到高精度地图采集时的同一参考框架下的历元下。目前同一参考框架下不同历元之间的坐标转换偏移量基本都是指空间直角坐标系下的偏移量,其利用历元坐标转换公式(5)将输入历元下的空间直角坐标转换到输出历元下,历元坐标转换公式(5)的计算形式如下:

$$[0053] \quad [x_2, y_2, z_2]^T = [x_1, y_1, z_1]^T - [v_x, v_y, v_z]^T (t_2 - t_1) \quad (5)$$

[0054] 在历元坐标转换公式中,  $[x_1, y_1, z_1]^T$  是  $t_1$  历元下的空间直角坐标,  $[x_2, y_2, z_2]^T$  是  $t_2$  历元下的空间直角坐标,  $[v_x, v_y, v_z]^T$  是该空间直角坐标对应的单个历元的偏移量,即单历元偏移量,从历元  $t_1$  到历元  $t_2$  该空间直角坐标产生的坐标转换偏移量用  $[v_x, v_y, v_z]^T (t_2 - t_1)$

表示。

[0055] 在本申请的一个具体实例中,由历元坐标转换公式(5)可知,坐标转换偏移量由单历元偏移量与输入输出历元之间的差值的乘积确定。

[0056] 在本申请的一个具体实施例中,将第三坐标值转换成与第一坐标值相同坐标系下的第四坐标值,并输出,其包括,若第一坐标值所在的坐标系为空间直角坐标系,则将第三坐标值直接作为第四坐标值输出;若第一坐标值所在的坐标系为大地坐标系,则根据坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第四坐标值输出;若第一坐标值所在的坐标系为投影坐标系,则根据坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第三大地坐标值,根据大地坐标系与投影坐标系之间的坐标逆转换函数将第三大地坐标值转换成投影坐标系下的第四坐标值输出。将输入历元下的空间直角坐标系下的第三坐标值转换成输出历元下的与第一坐标值相同坐标系下的第四坐标值,使得输入历元和输出历元下的坐标值所在的坐标系相同,转换更加精确。

[0057] 在该具体实施例中,由于输入的第一坐标值所在的坐标系不同,所以输出历元下的坐标值应该为与对应的第一坐标值相同的坐标系,故还需利用坐标转换关系中的坐标转换公式和坐标逆转换函数将空间直角坐标系下的第三坐标值再次进行相应的转换。若第一坐标值所在的坐标系为空间直角坐标系,则输出的坐标值也应处于对应的空间直角坐标系中,故将第三坐标值直接作为第四坐标值输出;若第一坐标值所在的坐标系为大地坐标系,则输出的坐标值也应处于对应的大地坐标系中,故利用坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第四坐标值输出;若第一坐标值所在的坐标系为投影坐标系,则输出的坐标值也应处于对应的投影坐标系中,故先利用坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第三大地坐标值,然后利用坐标逆转换函数将第三大地坐标值转换成投影坐标系下的第四坐标值输出。

[0058] 图2是本申请一种不同历元坐标自动转换方法的一个具体实例的示意图。

[0059] 在如图2所示的具体实例中,输入转换前的CORS站坐标,即第一坐标值,假设输入的CORS站坐标有很多个,包含三种坐标系下的坐标,各个CORS站坐标之间输入历元也可能不一样,使用者也可以自由给定输出历元。在众多CORS站坐标中,先确定每个CORS站坐标是否为空间直角坐标,将确定为空间直角坐标的CORS站坐标直接作为第二坐标值,并且直接进行空间直角坐标系下的坐标转换偏移量计算,即利用偏移量方格和输入输出历元差值计算出坐标转换偏移量,利用历元坐标转换公式(5)将第二坐标值转换为使用者给定的输出历元下的空间直角坐标,即第三坐标值,由于第三坐标值所在的坐标系与转换前的CORS站坐标所在的坐标系相同,所以直接将第三坐标值作为转换后的CORS站坐标,即第四坐标值进行输出。

[0060] 在如图2所示的具体实例中,将非空间直角坐标的CORS站坐标进行大地坐标的判断,将为大地坐标的CORS站坐标利用坐标逆转换公式(1)转换为空间直角坐标,即第二坐标值,利用偏移量方格和输入输出历元差值计算出此第二坐标值对应的坐标转换偏移量,利用历元坐标转换公式(5)将此第二坐标值转换为使用者给定的输出历元下的空间直角坐标,即第三坐标值,由于转换前的CORS站坐标所在的坐标系为大地坐标,所以需要将此第三坐标值利用坐标转换公式(4)转换为大地坐标系下的第四坐标值,将此第四坐标值作为转换后的CORS站坐标进行输出。

[0061] 在如图2所示的具体实例中,将非空间直角坐标和非大地坐标的CORS站坐标利用投影关系转换成大地坐标系下的第二大地坐标值,再利用坐标逆转换公式(1)将第二大地坐标值转换为空间直角坐标,此为第二坐标值,利用偏移量方格和输入输出历元差值计算出此第二坐标值对应的坐标转换偏移量,利用历元坐标转换公式(5)将此第二坐标值转换为使用者给定的输出历元下的空间直角坐标,即第三坐标值,由于转换前的CORS站坐标所在的坐标系既非空间直角坐标系又非大地坐标系,所以需要将第三坐标值利用投影关系转换为大地坐标系下的第三大地坐标值,再利用坐标逆转换公式(1)将第三大地坐标值转换为第四坐标值,将此第四坐标值进行输出。

[0062] 例如,在本申请的一个具体实例中,当输入坐标为大地坐标的情况时,历元坐标转换的处理流程如下:如果输入坐标是2020年历元下的大地坐标,即第一坐标值,其中纬度B为 $42^{\circ}00'08.34178''N$ ,经度L为 $87^{\circ}38'11.68231''E$ ,高程H为1294.563m,首先利用坐标逆转换公式(1)将其转换为空间直角坐标,即第二坐标值,其中第二坐标值的横坐标X为195788.322m,纵坐标Y为4743750.103m,高程Z为4246661.370m。

[0063] 在该具体实例中,由于输入坐标为大地坐标,所以将第一坐标值直接作为大地坐标系下的第一大地坐标值,利用第一大地坐标值找到该输入坐标所在的偏移量方格,从偏移量方格中检索出相应的单历元偏移量,其中横坐标X的偏移量为-0.027m,纵坐标Y的偏移量为-0.00156m,高程Z的偏移量为0.00303m。

[0064] 在该具体实例中,如果需要输出的历元是2018年,因此输入输出历元差,即历元 $t_1$ 到历元 $t_2$ 之间的历元差值为-2,通过历元坐标转换公式(5)的计算,根据上述历元差值和第二坐标值对应的单历元偏移量,将第二坐标值转换为2018年历元的空间直角坐标,即第三坐标值,其横坐标X为195788.376m,纵坐标Y为4743750.106m,高程Z为4246661.364m。

[0065] 在该具体实例中,由于输入坐标所在的坐标系是大地坐标系,因此需要将利用坐标转换公式(4)将2018年历元的空间直角坐标系下的第三坐标值转换为大地坐标系下的第四坐标值,其中纬度B为 $42^{\circ}00'08.34152''N$ ,经度L为 $87^{\circ}38'11.67999''E$ ,高程H为1294.563m,将转换后的2018年历元下的大地坐标输出,即2018年历元下的第四坐标值输出。

[0066] 在本申请的一个具体实例中,当输入坐标为投影坐标的情况时,历元坐标转换的处理流程如下:如果输入坐标是2020年历元下的高斯3度带投影坐标,即第一坐标值,其中横坐标X为3432193.054m,纵坐标Y为618458.928m,高程Z为14.402m,首先可通过坐标转换函数将第一坐标值转换为大地坐标系下的第二大地坐标值,其中纬度B为 $31^{\circ}00'18.12413''N$ ,经度L为 $121^{\circ}14'25.33780''E$ ,高程H为14.402m,然后再利用坐标逆转换公式(1)将转换后得到的大地坐标系下的第二大地坐标值转换为空间直角坐标系下的第二坐标值,其中横坐标X为-2837793.802m,纵坐标Y为4678311.914m,高程Z为3266379.368m。

[0067] 在该具体实例中,由于输入坐标为投影坐标,所以在寻找偏移量方格前需要将输入坐标转换成大地坐标系下的第一大地坐标值,在此,第一大地坐标值与第二大地坐标值重合,利用输入坐标转换后的大地坐标系下的第一大地坐标值找到该输入坐标所在的偏移量方格,从对应的偏移量方格中检索出相应的单历元偏移量,其中横坐标X的偏移量为-0.03m,纵坐标Y的偏移量为-0.00956m,高程Z的偏移量为-0.01268m。

[0068] 在该具体实例中,若需要输出的历元是2018年,因此输入输出历元差值为-2,通过

历元坐标转换公式(5)的计算,根据上述历元差值和第二坐标值对应的单历元偏移量,将第二坐标值转换成2018年历元的空间直角坐标,即第三坐标值,其中横坐标X为-2837793.742m,纵坐标Y为4678311.933m,高程Z为3266379.393m。

[0069] 在该具体实例中,由于输入坐标所在的坐标系是投影坐标系,因此首先需要利用坐标转换公式(5)将2018年历元下的空间直角坐标系下的第三坐标值转换为大地坐标系下的第三大地坐标值,其中纬度B为 $31^{\circ}00'18.125064''N$ ,经度L为 $121^{\circ}14'25.335456''E$ ,高程H为14.402m。然后可再利用坐标逆转换函数将转换后得到的第三大地坐标值转换为高斯3度带投影坐标,即第四坐标值,其中横坐标X为3432193.082m,纵坐标Y为618458.866m,高程为14.402m。将二次转换后的2018年历元下的投影坐标输出,即2018年历元下的第四坐标值输出。

[0070] 在本申请的一个具体实例中,当输入坐标为空间直角坐标的情况时,历元坐标转换的处理流程如下:如果输入坐标是2020年历元下的空间直角坐标,即第一坐标值,其中横坐标X为195788.322m,纵坐标Y为4743750.103m,高程Z为4246661.370m。由于第一坐标所在的坐标系为空间直角坐标系,则直接将第一坐标值作为第二坐标值。

[0071] 在该具体实例中,利用坐标转换公式(4)将输入坐标的空间直角坐标系下的第一坐标值转换成大地坐标系下的第一大地坐标值,其中纬度B为 $42^{\circ}00'08.34178''N$ ,经度L为 $87^{\circ}38'11.68231''E$ ,高程H为1294.563m。利用输入坐标转换后的大地坐标系下的第一大地坐标值找到该输入坐标所在的偏移量方格,从对应的偏移量方格中检索出相应的单历元偏移量,其中横坐标X的偏移量为-0.027m,纵坐标Y的偏移量为-0.00156m,高程Z的偏移量为0.00303m。

[0072] 在该具体实例中,需要输出的历元是2018年,因此输入输出历元差值,即历元 $t_1$ 到历元 $t_2$ 之间的历元差值为-2,通过历元坐标转换公式(5)计算得到2018年历元的空间直角坐标的横坐标X为195788.376m,纵坐标Y为4743750.106m,高程Z为4246661.364m。由于输入坐标所在的坐标系是空间直角坐标系,将转换后得到的2018年历元下的空间直角坐标系下的第三坐标值直接作为第四坐标值输出。

[0073] 图3示出了本申请一种不同历元坐标自动转换装置的具体实施方式。

[0074] 在本申请的一个具体实施方式中,不同历元坐标自动转换装置包括用于将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值的模块,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系;用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块;用于根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值的模块。

[0075] 在该具体实施方式中,在历元转换的过程中,输入的第一坐标值可能是空间直角坐标系下的空间直角坐标、大地坐标系下的大地坐标或者投影坐标系下的投影坐标,由于同一参考框架下不同历元之间的坐标转换偏移量是指空间直角坐标系下的偏移量,所以首先需要将大地坐标或者投影坐标转换为空间直角坐标,即需要模块301,用于将不同坐标系下的第一坐标值转换为空间直角坐标系下的第二坐标值;模块302,用于在预先建立好的偏移量方格中确定空间直角坐标系下的第二坐标值对应的坐标转换偏移量;模块303,用于将第二坐标值与坐标转换偏移量代入现有技术中的历元坐标转换公式可以得到输出历元下

的第三坐标值。通过集成大地坐标、空间直角坐标和投影坐标之间的相互转换,实现直接对地图生产中涉及到的不同坐标系下的第一坐标值的历元转换,避免了人工的参与,从而避免了人工转换造成的误差,提高了点云解算的效率。

[0076] 在图3所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换装置包括模块301,用于将不同坐标系下输入历元的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值,其中不同坐标系包括空间直角坐标系、大地坐标系以及投影坐标系,标准坐标系包括空间直角坐标系。

[0077] 在该具体实施方式中,由于目前同一参考框架下不同历元之间的坐标转换偏移量基本都是需要在空间直角坐标系下进行,所以需要模块301将各个坐标系下的第一坐标值转换成空间直角坐标系下的第二坐标值,以提高不同历元坐标转换的效率。

[0078] 在本申请的一个具体实施例中,模块301还用于根据预先设定的第一坐标值所在的坐标系和不同坐标系之间对应的坐标转换关系,将不同坐标系下的第一坐标值转换成标准坐标系下的第二坐标值。预先确定第一坐标值所在的坐标系有助于完成不同坐标系之间坐标的自动转换。

[0079] 在该具体实施例中,模块301根据预先明确的第一坐标值所在的坐标系可以自动转换不同坐标系之间的坐标。

[0080] 在图3所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换装置包括模块302,用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量。

[0081] 在该具体实施方式中,模块302用于根据预先构建的偏移量方格,在偏移量方格中查询方格中的单历元偏移量,根据查询到的单历元偏移量、输入历元和输出历元,确定第二坐标值对应的坐标转换偏移量。模块302通过构建偏移量方格的形式自动给定第二坐标值对应的偏移量,不仅提高了历元坐标转换的效率,还避免出现不同历元间坐标无法转换的情况。

[0082] 在本申请的一个具体实施例中,用于根据预先建立的偏移量方格中的单历元偏移量,确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块,还包括,用于根据经纬度建立多个偏移量方格的模块,其中,每个偏移量方格对应一个不同的单历元偏移量;用于将第一坐标值转换为大地坐标系下的第一大地坐标值,并确定第一大地坐标值对应的偏移量方格的模块;用于根据第一大地坐标值对应的偏移量方格,得到第二坐标值对应的单历元偏移量,从而确定第二坐标值对应的输出历元下的坐标转换偏移量的模块。构建偏移量方格的形式使得第二坐标值对应的单历元偏移量可以自动获取,为后续的历元坐标转换提高了效率。

[0083] 在该具体实施例中,模块302还用于以经纬度为步长预先构建出偏移量方格,每个偏移量方格下的单历元偏移量相同,不同偏移量方格的单历元偏移量不同;还用于利用第一坐标值对应的大地坐标系下的第一大地坐标值寻找对应的偏移量方格,在对应的偏移量方格中找到单历元偏移量;还用于利用输入历元和输出历元的差值、单历元偏移量,确定第二坐标值对应的坐标转换偏移量。

[0084] 在图3所示的具体实施方式中,不同历元坐标自动转换装置包括模块303,用于根据坐标转换偏移量,将第二坐标值转换成标准坐标系下输出历元的第三坐标值。

[0085] 在该具体实施方式中,模块303中含有历元坐标转换公式,可用于将输入历元下的

第二坐标值转换成输出历元下的第三坐标值。

[0086] 在本申请的一个具体实施例中,用于将第三坐标值转换成与第一坐标值相同坐标系下的第四坐标值,并输出的模块,还包括用于若第一坐标值所在的坐标系为空间直角坐标系,则将第三坐标值直接作为第四坐标值输出的模块;用于若第一坐标值所在的坐标系为大地坐标系,则根据坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第四坐标值输出的模块;用于若第一坐标值所在的坐标系为投影坐标系,则根据坐标转换公式将第三坐标值转换成大地坐标系下的第三大地坐标值,根据大地坐标系与投影坐标系之间的坐标逆转换函数将第三大地坐标值转换成投影坐标系下的第四坐标值输出的模块。将输入历元下的空间直角坐标系下的第三坐标值转换成输出历元下的与第一坐标值相同坐标系下的第四坐标值,使得输入历元和输出历元下的坐标值所在的坐标系相同,转换更加精确。

[0087] 在该具体实施例中,由于输入的第一坐标值所在的坐标系不同,所以输出历元下的坐标值应该为与对应的第一坐标值相同的坐标系,故还需要用于将第三坐标值转换成与第一坐标值相同坐标系下的第四坐标值,并输出的模块,用于利用坐标转换关系将空间直角坐标系下的第三坐标值再次进行相应的转换。

[0088] 本申请提供的不同历元坐标自动转换装置,可用于执行上述任一实施例描述的不同历元坐标自动转换方法,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0089] 在本申请的一个具体实施例中,本申请一种不同历元坐标自动转换装置中各功能模块可直接在硬件中、在由处理器执行的软件模块中或在两者的组合中。

[0090] 软件模块可驻留在RAM存储器、快闪存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可装卸盘、CD-ROM或此项技术中已知的任何其它形式的存储介质中。示范性存储介质耦合到处理器,使得处理器可从存储介质读取信息和向存储介质写入信息。

[0091] 处理器可以是中央处理单元(英文:Central Processing Unit,简称:CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(英文:Digital Signal Processor,简称:DSP)、专用集成电路(英文:Application Specific Integrated Circuit,简称:ASIC)、现场可编程门阵列(英文:Field Programmable Gate Array,简称:FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其任何组合等。通用处理器可以是微处理器,但在替代方案中,处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合,例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP核心的一个或一个以上微处理器或任何其它此类配置。在替代方案中,存储介质可与处理器成一体式。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和存储介质可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0092] 在本申请的另一个具体实施方式中,一种计算机可读存储介质,其存储有计算机指令,计算机指令被操作以执行方案一中的不同历元坐标自动转换方法。

[0093] 在本申请的另一个具体实施方式中,一种计算机设备,其包括处理器和存储器,存储器存储有计算机指令,该计算机指令被操作以执行方案一中的不同历元坐标自动转换方法。

[0094] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或

者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0095] 上述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0096] 以上描述仅为本申请的实施例,并非因此限制本申请的专利范围,凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本申请的专利保护范围内。

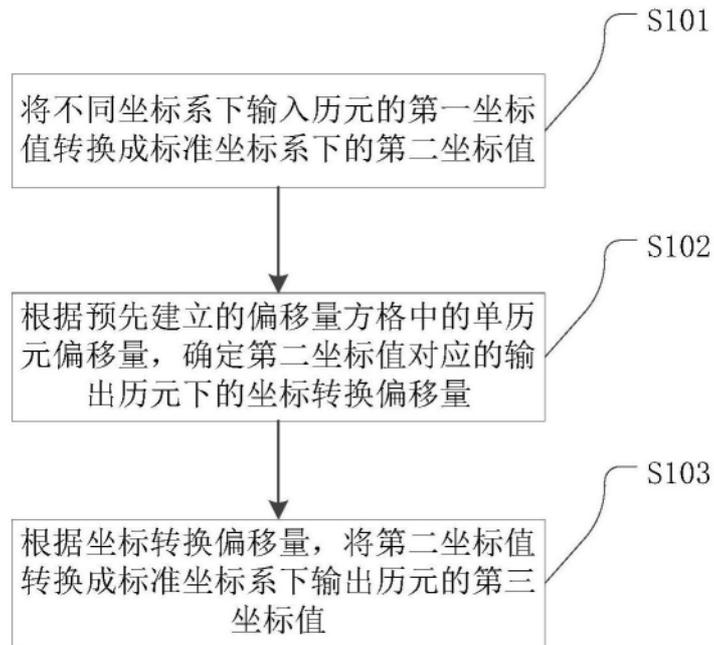


图1

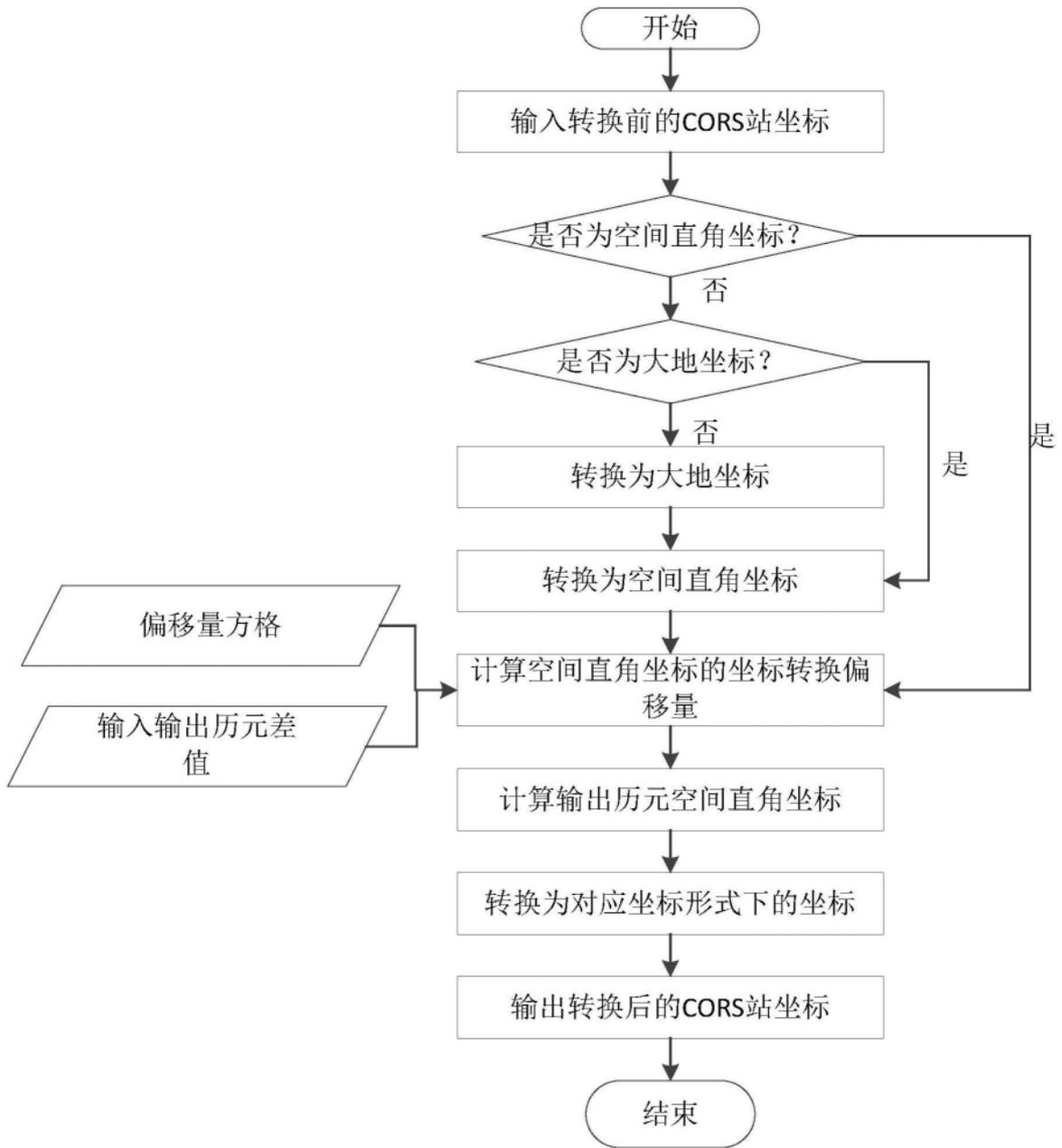


图2

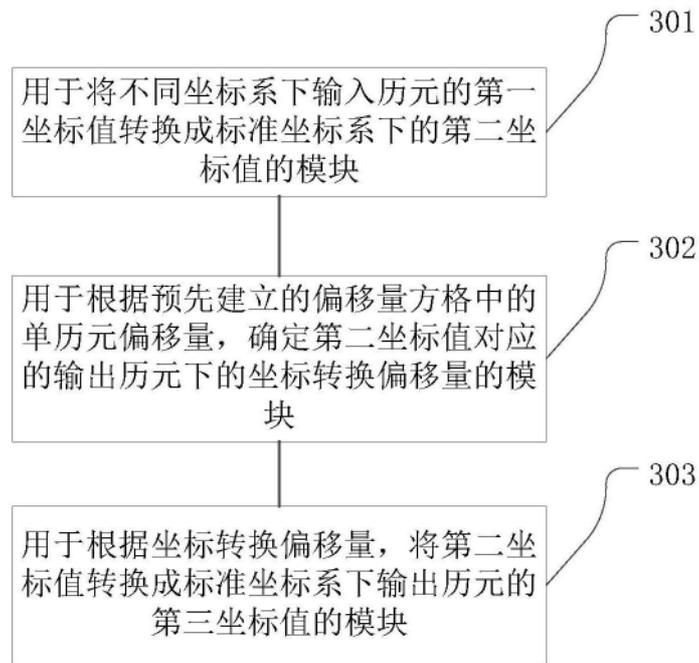


图3