



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02808404.7

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1314939C

[22] 申请日 2002.4.17 [21] 申请号 02808404.7

[30] 优先权

[32] 2001. 4. 17 [33] US [31] 09/836,954

[86] 国际申请 PCT/US2002/012318 2002. 4. 17

[87] 国际公布 WO2002/084209 英 2002. 10. 24

[85] 进入国家阶段日期 2003. 10. 17

[73] 专利权人 黑克塞贡度量衡公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72] 发明人 霍姆·L·伊顿

[56] 参考文献

US4442607A 1984. 4. 17

US5829148A 1998. 11. 3

US3982837A 1976. 9. 28

审查员 金 波

[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 武玉琴 顾红霞

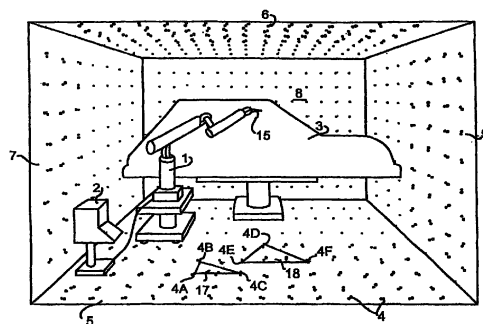
权利要求书 4 页 说明书 6 页 附图 9 页

[54] 发明名称

自载入空间参考点阵列

[57] 摘要

一种参考点(4)的配备, 这些参考点布置在平面上由行和列构成的错位式样上, 通过确定一个位置相对于三个参考点(4A, 4B, 4C)的位置, 用来建立所述位置在所述平面上的坐标。这种阵列用于确定通常测量三维工件(3)的旋转坐标测量臂(1)或其它这种空间测量装置的参考位置。可以通过将类似分布的由参考点构成的阵列布置成由行和列构成的正交层建立三维参考点阵列, 例如在工作间中的地板(5)、顶板(6)和墙壁(7, 8, 9)上。将测量装置的探测器(15)放置在三个靠近的参考点上就足以将测量装置位置的精确坐标自动载入相关的数据处理系统中。



1. 一种计算机化空间测量系统，包括：  
具有有限范围的可移动的空间坐标测量臂；  
分布并施加在空间中的基准参考点配备，其中由三个都处于限定邻近区域内的第一组基准参考点所限定的三角形与三个都处于所述限定邻近区域内的第二组基准参考点所限定的另一个三角形不对称；和  
数据处理系统，该数据处理系统构造成通过测量第一组三个基准参考点来自动地确定可移动的空间坐标测量臂在空间中的位置。
2. 如权利要求 1 所述的系统，它包括由沿着具有错位网格格式样的行和列分布的所述点构成的阵列；  
其中所述点不沿着线性和对称的网格线确切对准，并且  
其中所述的限定邻近区域由限定了  $2 \times 2$  子阵列的参考点构成。
3. 如权利要求 2 所述的系统，进一步包括：  
立方体阵列，由所述的点沿着正交层的分布构成，这些层具有错位网格格式样，这些式样由行和列构成；并且  
其中所述的限定邻近区域由限定了  $3 \times 3$  子阵列的参考点构成。
4. 如权利要求 2 所述的系统，其中所述的参考点包括定位在支撑表面上的基准点。
5. 如权利要求 4 所述的系统，其中所述的支撑表面包括地板。
6. 如权利要求 4 所述的系统，其中所述的臂包括探测器尖端。
7. 如权利要求 6 所述的系统，其中所述的基准点包括凸锥形腔，它的形状和尺寸可以容纳所述的探测器尖端，并且具有限定所述参考点的轴线。

8. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述的系统包括至少一个在所述的臂范围内的子阵列，每个在所述的子阵列中的参考点由一个所述的腔限定。

9. 如权利要求 8 所述的系统，进一步包括当所述的探测器尖端连续插入所述的腔中时自动计算所述的子阵列中参考点坐标的装置。

10. 如权利要求 9 所述的系统，进一步包括从所述的三个参考点坐标导出所述的位置坐标的装置。

11. 如权利要求 1 所述的系统，其中从所述空间内的一个位置到所述第一组点的距离和方向与从所述位置到所述第二组点的距离和方向不同；

因此所述位置坐标可以通过它到都位于所述邻近区域内的任何三个所述点的距离和方向导出。

12. 如权利要求 11 所述的系统，它包括由沿着具有错位网格格式样的行和列分布的所述点构成的阵列；并且

其中所述的限定邻近区域由限定了  $2 \times 2$  子阵列的参考点构成。

13. 如权利要求 11 所述的系统，它包括立方体阵列，由所述的点沿着对称层的分布构成，这些层具有错位网格格式样，这些式样由行和列构成；

其中所述点不沿着线性和对称的网格线确切对准，并且

其中所述的限定邻近区域由限定了  $3 \times 3$  子阵列的参考点构成。

14. 如权利要求 12 所述的系统，其中所述的参考点包括定位在支撑表面上的基准点。

15. 如权利要求 14 所述的系统，其中所述的支撑表面包括地板。

16. 如权利要求 14 所述的系统，其中所述的臂包括探测器尖端。

17. 如权利要求 16 所述的系统，其中所述的基准点包括凸锥形腔，它的形状和尺寸可以容纳所述的探测器尖端，并且具有限定所述参考点的轴线。

18. 如权利要求 17 所述的系统，其中所述的配备包括至少一个在所述的臂范围内的子阵列，每个在所述的子阵列中的参考点由一个所述的腔限定。

19. 如权利要求 18 所述的系统，进一步包括当所述的探测器尖端连续插入所述的腔中时自动计算所述的子阵列中参考点坐标的装置。

20. 如权利要求 19 所述的系统，进一步包括从所述的三个参考点坐标导出所述的位置坐标的装置。

21. 一种相对固定基准参考点的整体坐标式样确定可移动测量仪器位置的方法，其中在每次移动所述的仪器后，仪器的位置必须输入相关的数据处理器，该方法包括：

沿错位网格线分布所述的参考点，其中所述点不沿着线性和对称的网格线确切对准；

测量能够连接形成三角形的三个参考点的位置；和

通过测量三个参考点自动地确定所述可移动测量仪器的位置。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其中分布的步骤包括在空间上使所述的参考点以一定量偏离线性网格式样位置，从而避免下述可能性，即由三个都处于限定邻近区域内的第一组所述点所限定的三角形与三个都处于所述限定邻近区域内的第二组所述点所限定的另一个三角形

对称。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其中所述的在空间上偏离步骤包括在二维变化范围内移动至少一个所述的点。

24. 如权利要求 22 所述的方法，其中所述的在空间上偏离步骤包括在三维变化范围内移动至少一个所述的点。

## 自载入空间参考点阵列

### 技术领域

本发明涉及空间测量装置和与某种类型的空间测量相联系的作为参考的坐标网格式样，尤其涉及与旋转、坐标测量臂相联系的参考点阵列，这种类型的旋转、坐标测量臂披露于我的美国专利号 5,829,148 中，该专利在 1998 年 11 月 3 日发表，在本说明书中将该专利引入作为参考。

### 背景技术

旋转、空间坐标测量臂在任何方向上具有 1,500 mm 的可达到范围。当对汽车等大工件进行测量时，必须将臂移动到多个位置。这些位置必须相对具有单一原点的大体积坐标系（也称为整体坐标系）精确确定。利用具有有限范围的铰接臂实现整体测量的一种最普遍也是最实用的方法是相对于附近参考网格或阵列中的三个已知点确定臂的位置。在网格或阵列中的每个参考点都带有独特的识别标记。每次操作者移动臂到新的位置时，臂探测器的尖端依次定位在网格或阵列上三个可识别的点上，每次操作者都人工将每个参考点的特定标识输入相关数据处理系统，数据处理系统利用这三个测量计算臂中的精确位置。然后在相对于整体坐标系确定以后的测量结果时计入这些坐标位置。操作者人工对三个参考点标识的输入不仅耗时而且容易出错。实际上在工作环境中，由于光线不好以及尘埃或碎屑的遮挡，标记参考点标识可能比较困难。在操作中，键盘输入时一个数字的错误会导致不正确的测量。

本发明试图消除在对大工件使用旋转空间坐标测量臂或其它类似空间测量装置时上面提到的不足。

## 发明内容

本发明的首要和次要目的是当对大工件进行测量需要对测量设备重新定位时，优化旋转空间坐标测量臂或其它类似空间测量装置的使用，这种装置具有有限的范围，为实现上述目的，提供参考网格或阵列式样，从而测量装置的移动或重新定位可以通过简单操作自动载入到相关数据处理系统中，这种操作不需要可能引起人为错误的任何人工操作；并且提供一种新型空间参考式样以用于这些或其它类型的空间测量中。

这些或其它有价值的目标通过在整个工作间上排放具有错位式样的参考点实现，这些错位式样具有行和列，通过连接三个相互靠近的参考点所形成的任何三角形与整个式样中其它地方的三角形都不同。因此，为了在工作空间中重新定位后能够精确确定测量装置的确切位置，测量三个非常靠近的参考点的位置就足够了。通过这三个测量的结果，相关数据处理系统能够很容易计算测量装置在整体坐标系中的精确位置并且由此偏移所有的测量。

## 附图说明

图 1 是工作地点的透视图，该工作地点配备了根据本发明的自载入参考式样；

图 2 是参考点布局的截面图；

图 3 是可能三角形结构的示意图；

图 4 是网格式样变化的示意图；

图 5-9 是用于创建参考式样的计算机程序的流程图；和

图 10 是应用自载入式样的计算机程序的流程图。

## 具体实施方式

参考附图，在图 1 中示出了示例性的工作场地。在这个例子中，以汽车车体作为将要被测量的三维工件 3。在图中示出了用来执行测量的旋转、空间坐标测量臂 1 以及和它相关的数据处理器 2。在工作间的

地板 5、顶板 6 和四壁 7-9 上永久性地设有参考点或基准点 4 的坐标式样。参考点的分布以及它们彼此分开的形式使得不论测量臂 1 位于什么位置，在臂所能达到的范围内总是有三个参考点。在地板、顶板或每个壁上，参考点以行和列的形式排列，但是它们的排列并不象图中点线示出的那样是纯粹的直线坐标线和对称坐标线。与之相反，参考点以错位形式排列，如下面所解释的，这种排列具有一些很重要的优点。

如图 2 所示，每个基准点 4 包括一个永久嵌入地板、四壁或顶板的表面层 12 中的小板 11。在小板的暴露表面上形成一个锥形腔 13，锥形腔 13 的尺寸使得安装在壁探测器尖端 15 上的球 14 可以紧密地嵌入或纳入腔中。腔的尺寸和形状使得当插入球 14 时，球的中心 16 位于腔轴线 19 的参考点上。很明显，存在与这种参考点等价的其它形式，例如使用球形或半球形基准点并且使之与凹入的锥形探测器尖端接触。

参考点的分布满足一定条件，即如果有三个都处于限定邻近区域内的点 4A、4B 和 4C，这三个所述的点构成了第一组点，它们限定了三角形 17，同时第二组所述的三个点限定了任何另一个三角形 18，只要第一组和第二组点的共同参考点不超过两个，那么三角形 17 和三角形 18 就不同。所以，从工作空间内测量仪器所处的任何位置到限定第一个三角形 17 的第一组点的距离和方向与所述的位置到限定第二个三角形 18 的另一组点的距离和方向不同，第二个三角形可以是整个坐标式样中的任何一个三角形。从而，通过测量都处于限定邻近区域内的任何三个参考点的位置就可以精确地导出所述位置的精确坐标。这个限定邻近区域可以由限定  $2 \times 2$  子阵列的参考点构成，但最好是由限定了  $3 \times 3$  子阵列的参考点构成。如上面例子所描述的，当使用不同平面层的参考点网格时，即四壁上的网格式样与地板和顶板上的网格式样正交时，形成三角形的参考点的所需邻近区域可以由三维的  $2 \times 2 \times 2$  或  $3 \times 3 \times 3$  子阵列组成。



图 3 以顶视图的形式示出了所有可能的三角形结构，这些三角形通过连接位于那些子阵列中的参考点形成。在  $2 \times 2$  子阵列中可以形成 4 个三角形结构 21。

当子阵列扩充到  $2 \times 3$  形式时，三角形结构的数目不仅仅是翻倍，还有另外 6 个三角形结构 22 和 23，所以一共有 14 个三角形结构。

在  $3 \times 3$  子阵列中，首先有 4 组可以在  $2 \times 2$  阵列中找到的 4 个三角形结构 24，这样就有 4 乘以 4 共 16 个三角形结构。另外，还有 4 组可以在  $2 \times 3$  阵列中找到的另外的三角形结构，它们共有 56 个三角形结构。

最后，还有 12 个三角形结构 25 和 26，它们跨过了不只一个  $2 \times 3$  子阵列。这样，在  $3 \times 3$  子阵列中，一共可以找到 84 个三角形结构。

在  $3 \times 3 \times 3$  立方体阵列中，如果不包括那些尖角结构 26 的话，一共有 2268 个三角形结构。当要求测量四个彼此分开很近距离的参考点时，即那样的四个点限定了棱锥而不是三角形，必须唯一实现的结构数目可以大幅度减小。应该理解的是，在三维子阵列中，一个三角形的任何两个点可以处于相同或不同的高度上。实际上，已经发现避免选择那些具有非常尖锐角度构形的三个参考点是方便的。使用这种尖角三角形会影响测量的精度。例如，在占据不止一个  $2 \times 3$  子阵列的 8 个三角形结构 26 中，通过连接下面的各组点会构成尖角三角形，即 R Y Z, R W Z, T U X, T Y X, Z S T, Z U R, W T 和 X U T。应该避免选择这些三角形。由于在同样的空间中还有很多其它很好使用的三角形，这不会对参考式样的应用造成什么影响。

还应该指出尽管在单独一个平面上，优选以二维的形式实现网格式样的错位，但是在常规的坐标网格上，如果需要，任何参考点对其

位置的偏离可以在三维空间的任何方向上。

用反复试验的方法通过连续计算施加给第四个以及随后参考点的错位量可以实现对错位坐标参考点阵列的构造。通过选择任意的错位量，然后检测所有由这个参考点形成的三角形与已经赋予偏移量的阵列中任何三个点所形成的其它三角形的对称性。如下面的例子所示出的，可以很方便地利用相对简单的计算机程序实现这个确定过程。

假设根据本发明要对一个常规坐标网格格式样 27 实现错位，这个常规坐标网格格式样 27 一共有 42 个参考点网格数 (GC)，如图 4 所示，它们的排列使得具有 7 个网格行数 (GRC) 和 6 个网格列数 (GCC)。进一步假设每个点 28 能够在环绕它正常位置的平面变化阵列 29 中偏离其正常位置，这个平面变化阵列具有 5 个变化行数 (VRC) 和 5 个变化列数 (VCC)。还假设正常参考网格的列间距或网格列间距 (GCP) 等于其行间距或网格行间距 (GRP)。

如果给定了 GCP, GRP, GCC 和 GRC，可以根据示于图 5-8 的流程图用计算机程序得到所有参考点的错位位置，其中 TOL 代表安装每个参考点小板的公差，RN 代表随机数，TC1, TC2, TC3... 对应尝试计数 1, 2, 3 etc...

如果要在立方体子阵列或排列 30 内得到参考点变化，需要利用另外一个参数，即变化高度间距 (VLP)，并且优选将其设置为 VRP 的两倍。

在设定变化间距后，输入给定的参数，就建立了线性的网格点。然后赋予除了原点以外的每个点一个随机量的偏移。将包括这个点的所有可能三角形与前面所有储存的三角形做比较，以确保没有任何两个三角形是对称的。每当有必要形成与整个网格都不匹配的独特三角形时就重复这个步骤。

图 6-9 利用一个平面变化子阵列给出了在偏移网格中一个参考点后，所有可能三角形的每个点的构造、验证和储存。

只对限定邻近区域内（即在包括这个特定点的子阵列内，或在最大垂直、水平或对角线距离或范围内）的三角形进行验证。

一旦配备完这些错位坐标参考点后，就利用图 10 流程图所示的计算机程序使用它们。

##

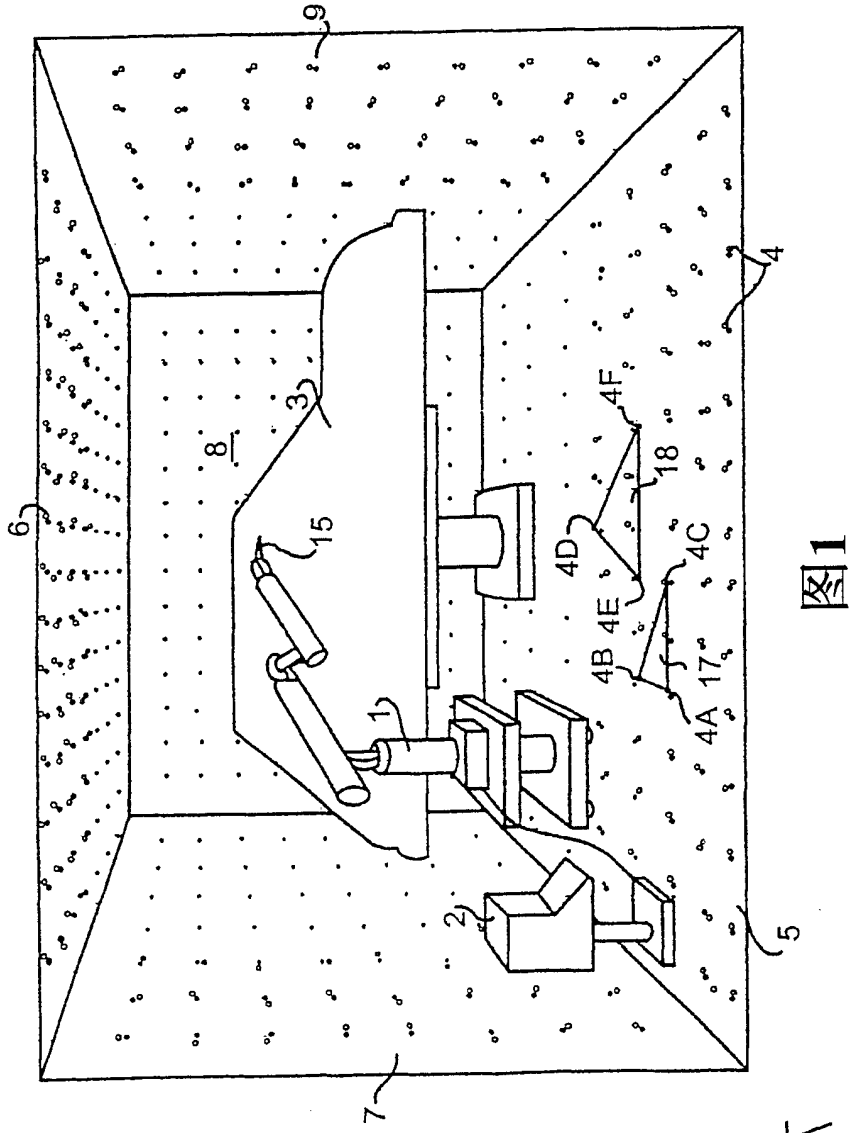


图1

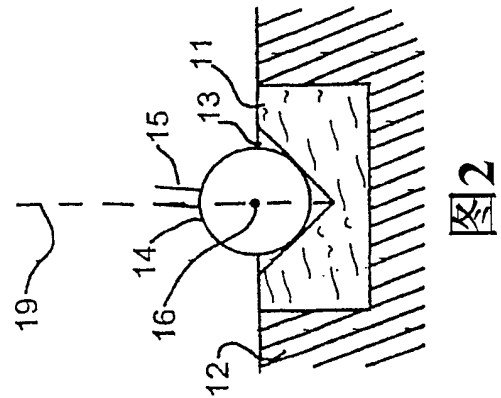


图2

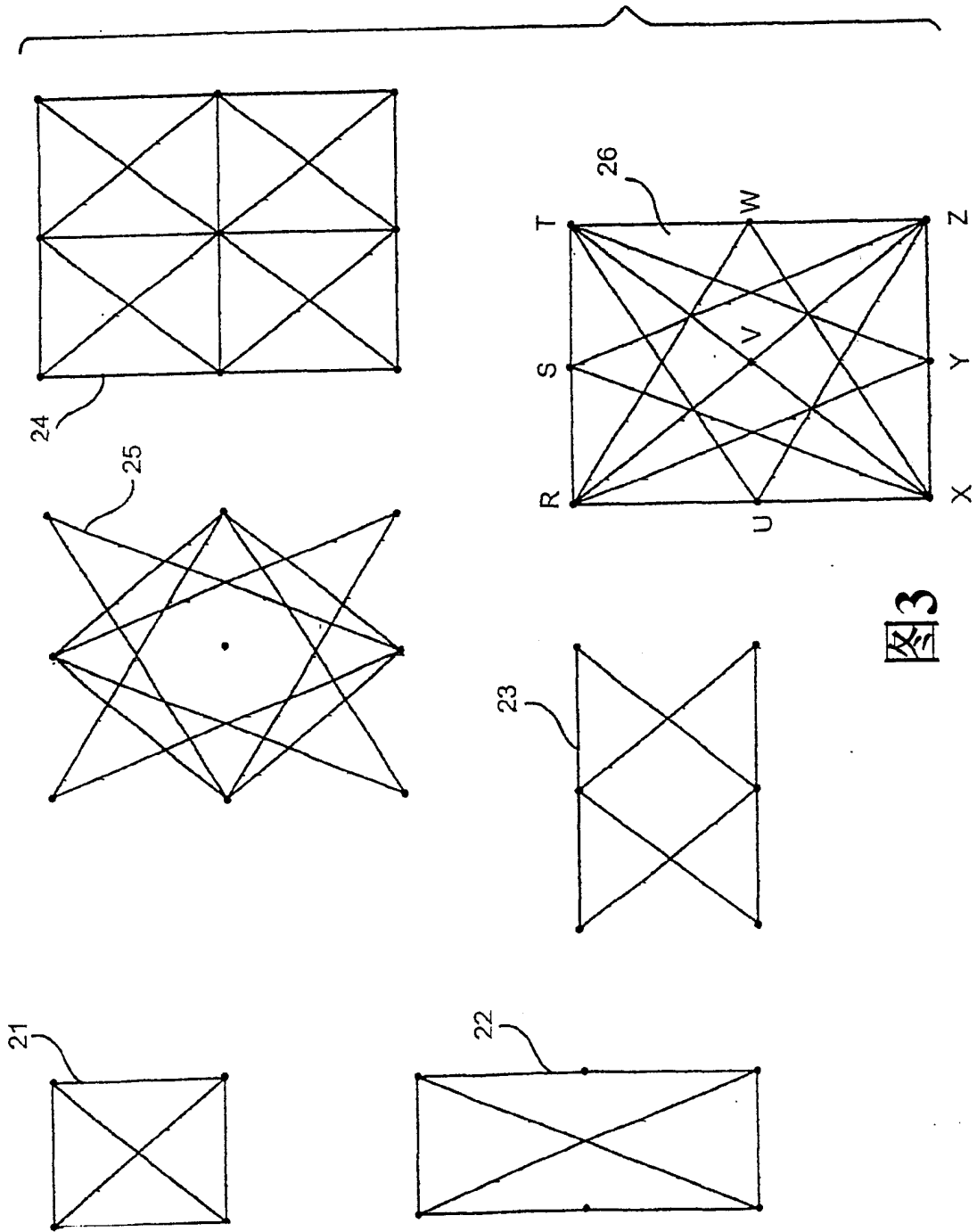
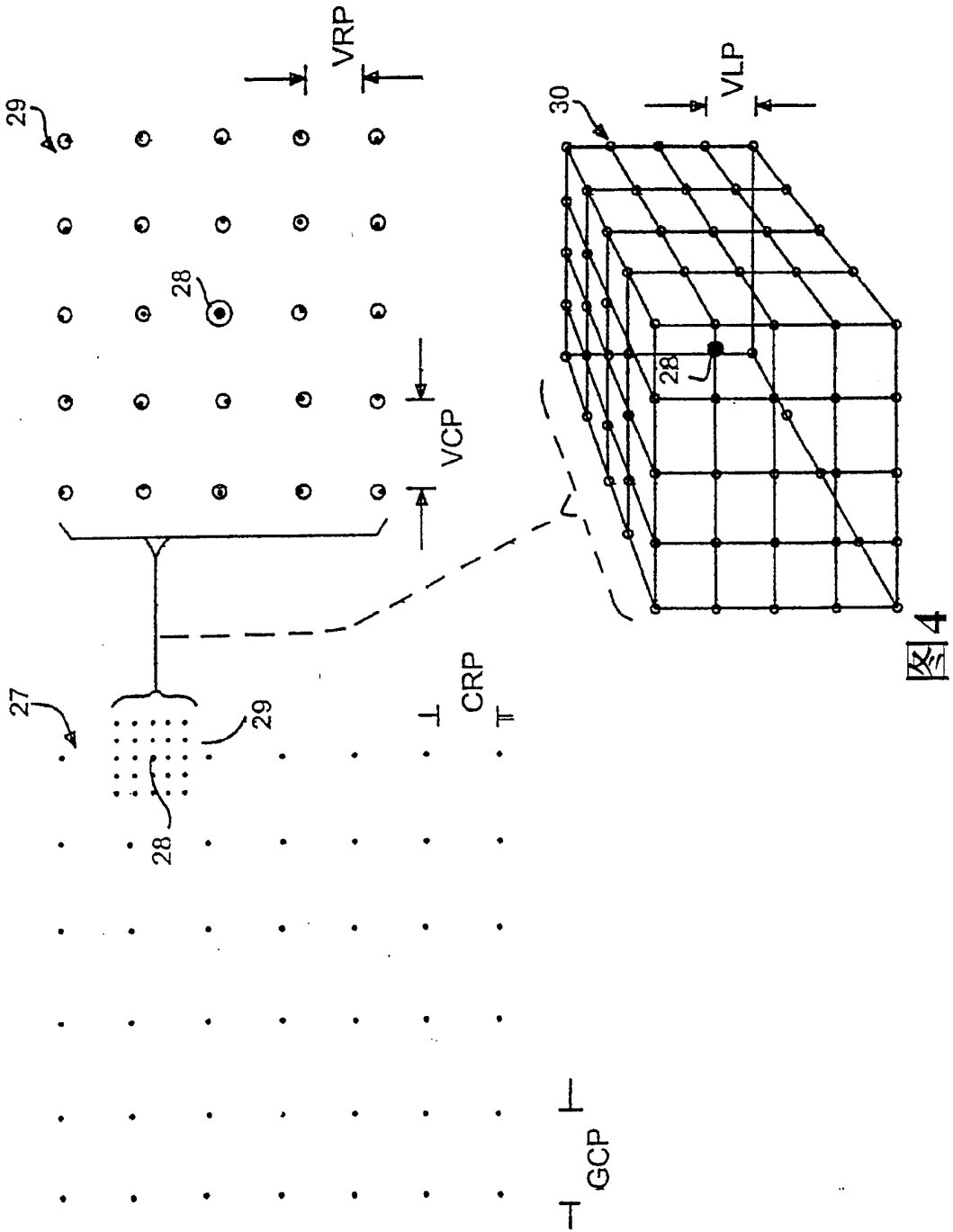


图3



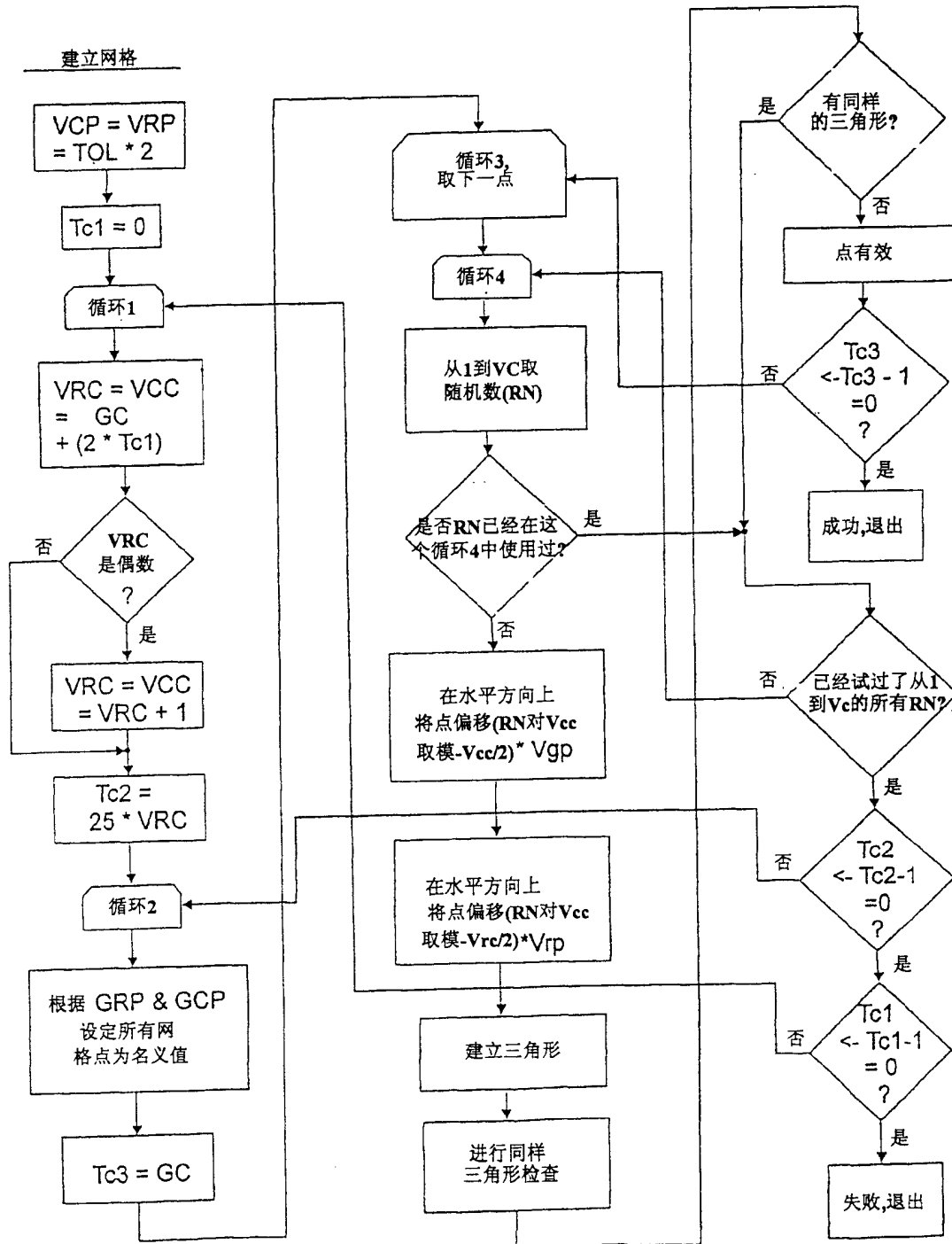


图5

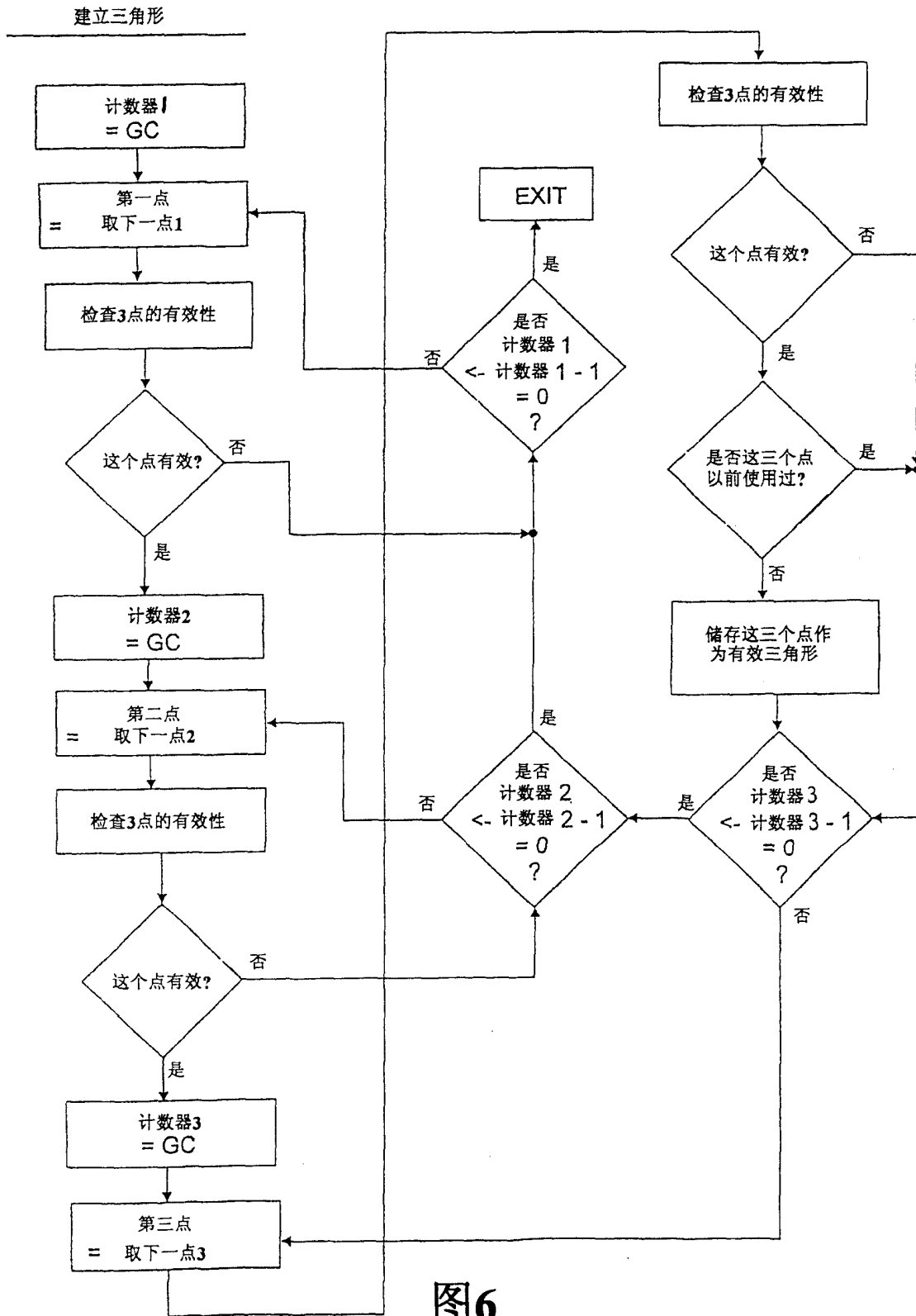


图6



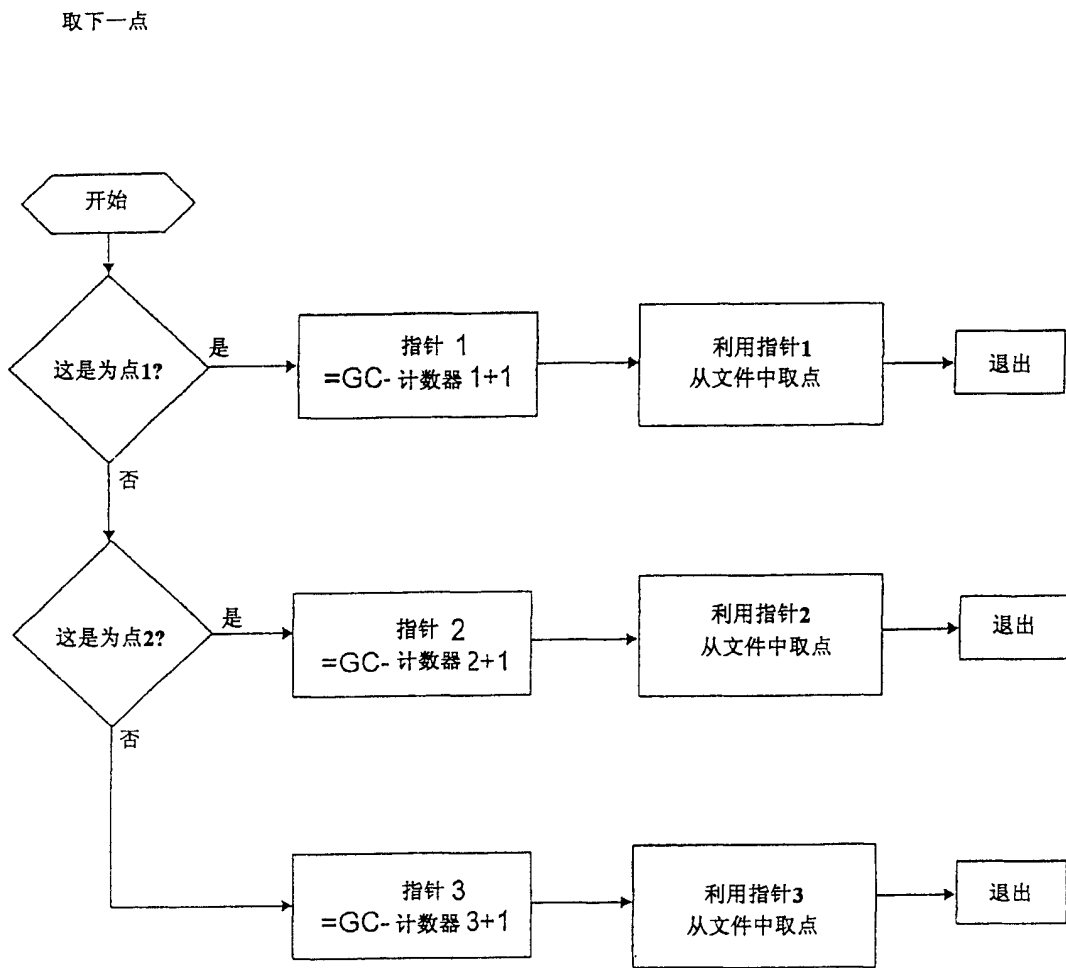


图7

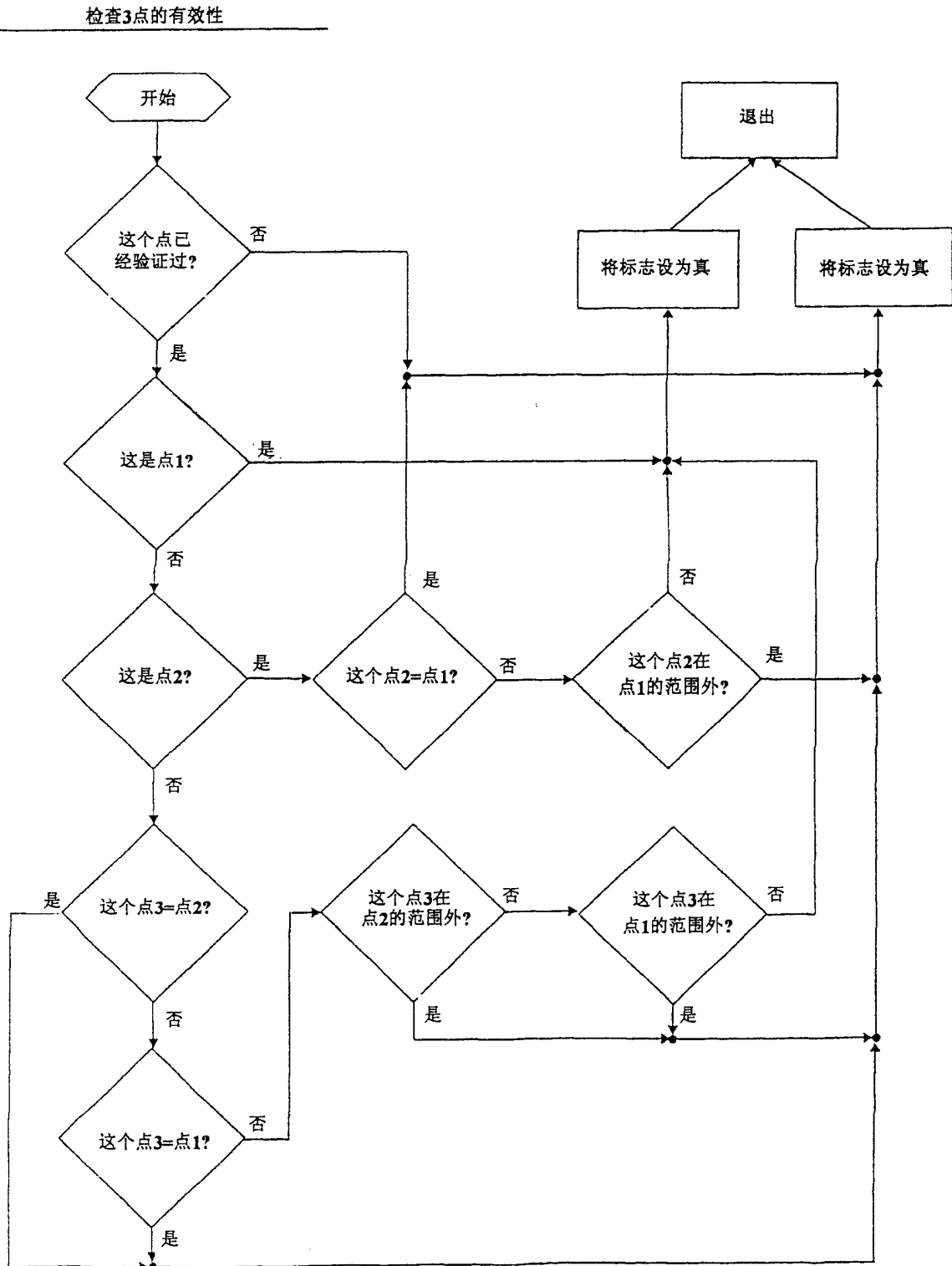


图8

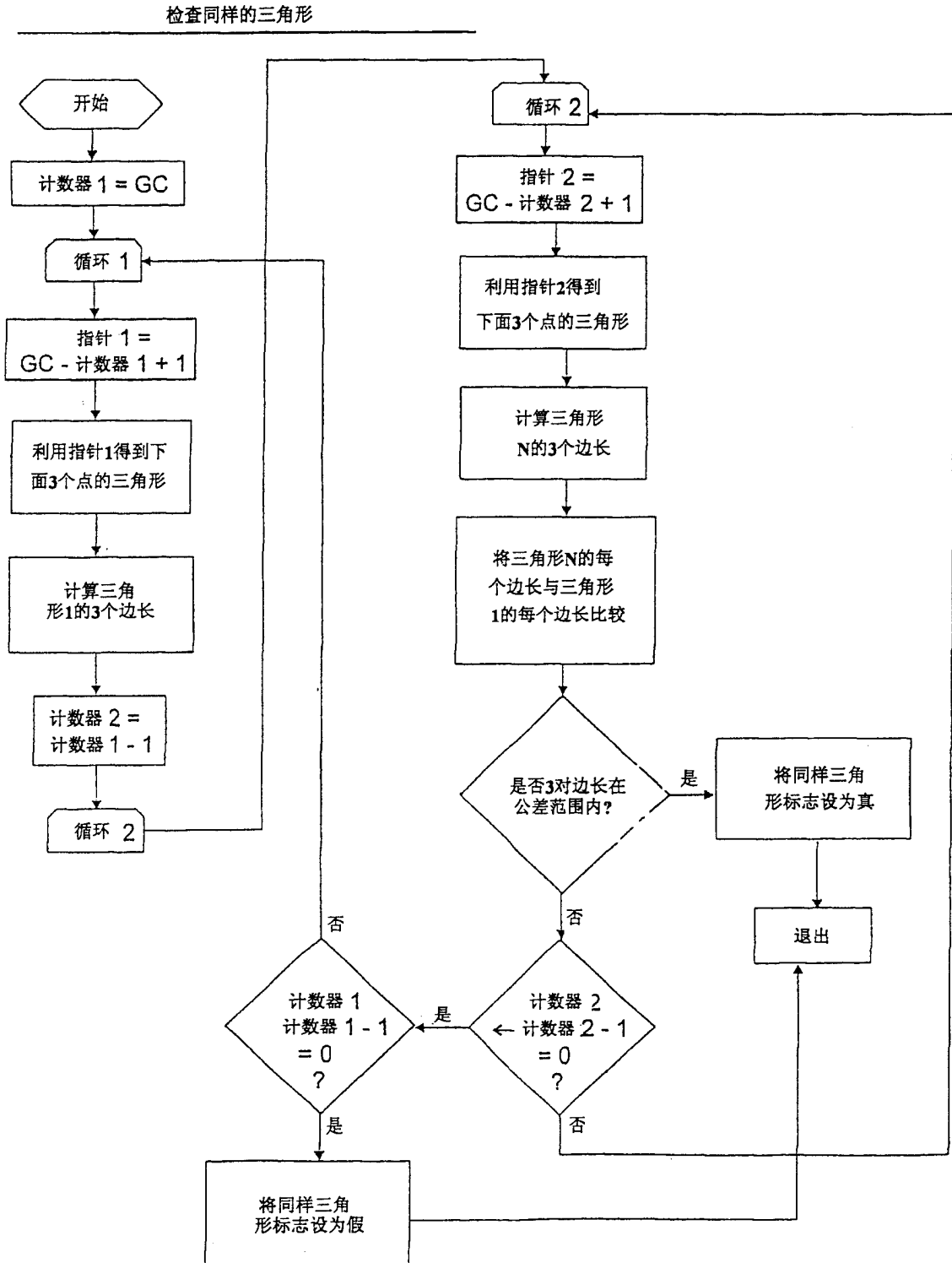


图9

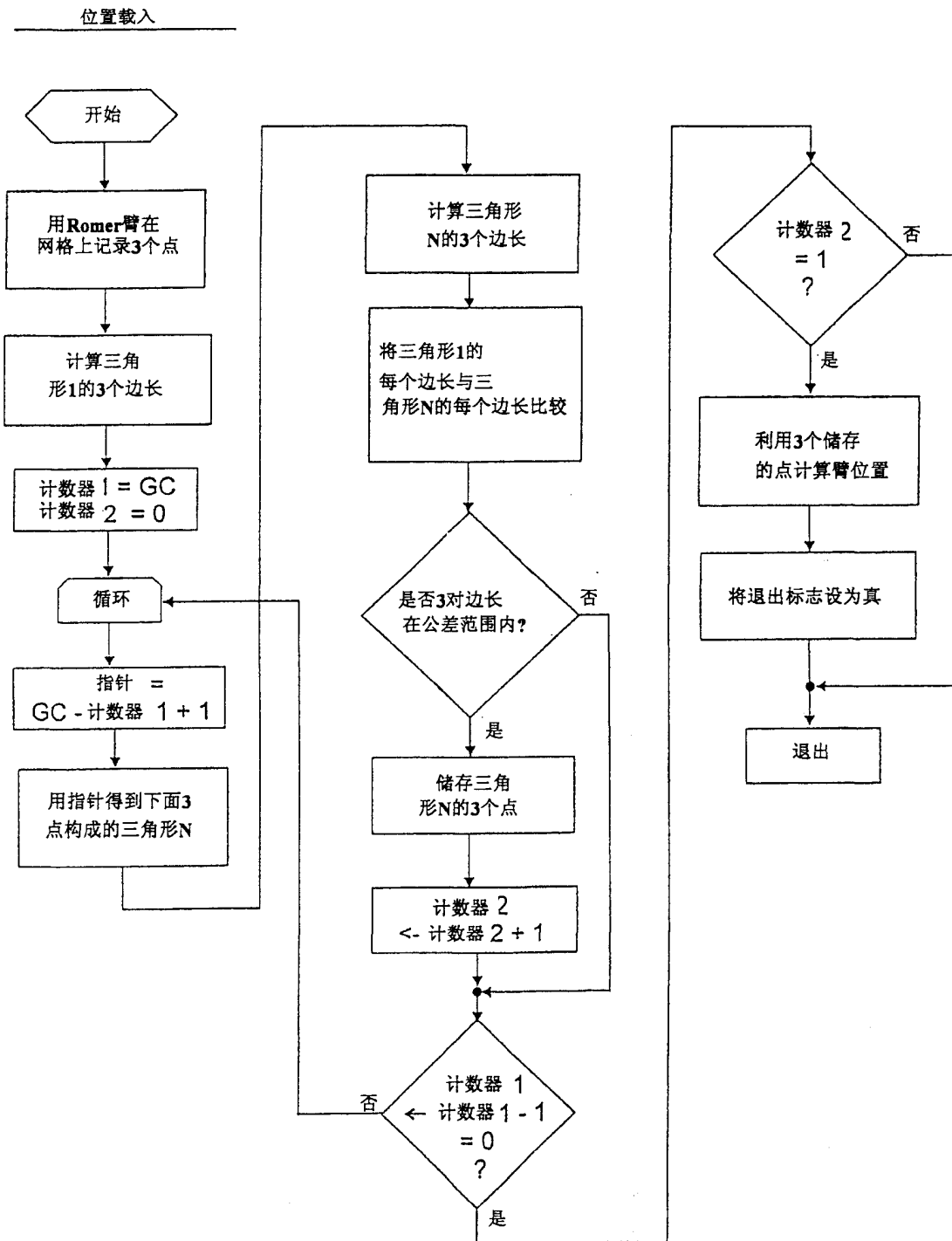


图10