

立体库存储物巡检方法以及系统

相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 202111196606.3，申请日为 2021 年 10 月 14 日的申请
5 为基础，并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及物流领域，具体涉及一种立体库存储物的巡检方法以及系统。

10 背景技术

立体库用于存储料箱。穿梭车被用在立体库中穿梭运行，以取、放料箱。穿梭车
取放料箱的控制逻辑为：上位机发送调取或存放料箱的指令，穿梭车根据接收到的指
令行驶至设定的货位，执行调取或者存放料箱的动作。

在实际生产中，穿梭车在货架轨道上行驶和取放料箱的过程中产生的振动，会造
15 成料箱实际位置偏离预期。穿梭车调取偏离预期位置的料箱时，会造成顶箱、撞箱、
取空等后果。存放料箱时，穿梭车会受到旁边偏离位置的料箱的影响。这些故障发生
后，必须终止作业，人工介入，严重影响生产效率。

为了解决该问题，相关技术中，在取货之前，增加了对穿梭车位置调整的环节。
具体方法为：在生产过程中，穿梭车根据接收到的指令移动到取箱位置；取箱之前，
20 先判断该料箱是不是偏斜；如果料箱偏斜，则将穿梭车的位置调整到与偏斜的料箱相
对应。然后，穿梭车再将料箱取走。

发明人发现，现有技术中至少存在下述问题：仓库中的某些料箱取放频次低，长
期放置后偏移量太大，与其他货箱距离太近或直接接触，穿梭车即使调整自身姿态也
无法进行取放动作，这使得取箱作业无法完成。

25

发明内容

根据本公开的一些实施例，本公开提出一种立体库存储物巡检方法以及系统，用
以使得仓库内的存储物整齐摆放，并为取物操作提供便利。

本公开一些实施例提供了一种立体库存储物巡检方法，包括以下步骤：

30 在设定条件下，控制穿梭车移动至巡检位置；

计算所述巡检位置对应的所述存储物是否改变姿态；

如果所述存储物改变姿态，则采用所述穿梭车取出所述存储物，然后再将所述存储物放回原位。

5 在一些实施例中，采用下述步骤计算所述巡检位置对应的所述存储物是否改变姿态：

计算所述存储物的偏移量和/或倾斜角度；

判断所述偏移量和倾斜角度是否超过设定值；

如果偏移量和倾斜角度其中任何一个超过所述设定值，则所述存储物改变姿态。

在一些实施例中，采用下述步骤计算所述存储物的倾斜角度：

10 检测所述巡检位置对应的存储物的第一个角与所述穿梭车的第一距离、所述存储物的第二个角与所述穿梭车的第二距离、以及所述穿梭车从对应所述存储物的第一个角移动至对应所述存储物的第二个角的第三距离；

根据所述第一距离、第二距离和所述第三距离，计算所述存储物的倾斜角度。

在一些实施例中，采用下述步骤计算所述存储物的偏移量：

15 根据所述穿梭车在所述巡检存储物坐标系中的坐标、所述存储物尺寸、所述存储物的倾斜角度、所述第一距离、第二距离，计算所述存储物的偏移量。

在一些实施例中，所述第一个角是所述存储物朝向所述穿梭车所在的通道的角，且所述第一个角为所述穿梭车第一次经过的角。

20 在一些实施例中，所述第二个角是所述存储物朝向所述穿梭车所在的通道的角，且所述第二个角为所述穿梭车第二次经过的角。

在一些实施例中，采用同一个距离检测元件检测所述第一距离和所述第二距离。

在一些实施例中，所述距离检测元件包括激光测距模组。

在一些实施例中，所述穿梭车的每一侧都设置有距离检测元件，每个所述距离检测元件被用于检测所述通道其中一侧的巡检位置对应的存储物。

25 在一些实施例中，所述巡检位置是指通道内的位置，每个所述巡检位置的至少一侧放置有所述存储物。

在一些实施例中，位于所述巡检位置的每一侧的所述存储物的数量为两个或者两个以上，采用下述步骤判断位于所述巡检位置的其中一侧的多个所述存储物是否改变姿态：

30 如果位于所述通道侧的存储物未改变姿态，则判断位于所述存储物远离所述通道

一侧的各个所述存储物均未改变姿态。

在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

如果位于所述通道一侧的存储物改变姿态，则取走位于该排的所述存储物；

判断位于下一排的所述存储物是否改变姿态；

5 重复执行上述步骤，直到对所述通道一侧的全部存储物都判断完成。

在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

采用所述穿梭车取出被判断为姿态倾斜的最后一排的存储物，然后将其放回原位，
以实现对该存储物的姿态矫正；

10 逐一放回位于所述通道一侧的存储物，以完成对所述通道一侧的存储物都完成姿
态矫正。

在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

在所述巡检位置所对应的全部存储物的姿态都矫正完成之后，将所述穿梭车运行
至所述巡检位置的下一个巡检位置，以完成对所有巡检位置的存储物的姿态判断。

在一些实施例中，所述设定条件为：穿梭车未接收到作业指令时。

15 本公开一些实施例又提供一种立体库存储物巡检系统，包括：

穿梭车；

控制器，安装于所述穿梭车；

距离检测元件，安装于所述穿梭车，且与所述控制器通信连接，以检测所述穿梭
车距离待检测的存储物之间的距离；

20 定位元件，安装于所述穿梭车，且与所述控制器通信连接，以使得所述穿梭车停
至设定的巡检位置；以及

位移检测元件，安装于所述穿梭车，且与所述控制器通信连接，以检测所述穿梭
车移动的第三距离。

在一些实施例中，所述穿梭车的宽度方向的每一侧都安装有所述距离检测元件。

25 上述技术方案提供的立体库存储物巡检方法，上述技术方案，在设定条件下对仓
库内的存储物进行巡检操作，并在检测到存储物出现倾斜时，通过取下该存储物、再
重新将存储物放回原位的方式实现对倾斜存储物的姿态的矫正，使得该存储物整齐摆
放，为后续穿梭车执行取物操作提供便利。并且，使得穿梭车在执行取物操作时，完
全不需要停下来矫正存储物的姿态、也不需要调整穿梭车自身的姿态，大大提高了取
30 物效率。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解，构成本申请的一部分，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开，并不构成对本公开的不当限定。

图 1 为本公开一些实施例提供的立体库存储物巡检系统结构示意图。

5 图 2 为执行本公开一些实施例提供的立体库存储物巡检方法时，穿梭车和存储物的相对位置示意图。

图 3 为执行本公开一些实施例提供的立体库存储物巡检方法时，判断存储物偏移量和倾斜角度的示意图。

图 4 为图 3 的 M 处放大示意图。

10 图 5 为本公开一些实施例提供的立体库存储物巡检方法流程示意图。

图 6 为判断存储物是否改变姿态的流程示意图。

图 7 为计算偏移量和倾斜角度的流程示意图。

图 8 为存储物偏移量的示意图。

15 附图标记：1、穿梭车；2、距离检测元件；3、定位元件；4、控制器；5、位移检测元件。

具体实施方式

下面结合图 1~图 8 对本公开提供的技术方案进行更为详细的阐述。

仓库内存储有大量的存储物 A，存储物 A 比如为料箱、托盘或者其他容器。为了
20 便于描述，后文以存储物 A 为托盘为例，可以理解的是，这些技术方案针对托盘或者其他容器也是适用的，只要这些存储物 A 具有确定的形状和摆放顺序。仓库内的这些存储物成排放置。在相邻两排存储物 A 之间设置有通道 S，以供穿梭车 1 运行。穿梭车 1 运行的目的是根据指令取走位于某个特定巡检位置的存储物 A，或者将接收的存储物 A 放置到仓库的某个巡检位置。本公开一些实施例的技术方案，改变了仓库内穿梭车 1 的控制逻辑，将穿梭车 1 的操作分为两类：第一类为穿梭车 1 的作业时间，在
25 作业时间内，穿梭车 1 执行正常的作业，即：穿梭车 1 根据接收到的订单信息，执行存物、取物操作。第二类为穿梭车 1 的非作业时间。在非作业时间，穿梭车 1 没有接收到任何涉及取物、存物的订单信息。在这段非作业时间内，穿梭车 1 处于闲置状态。该非作业时间，可能是夜间等非工作时间，也可能是两个订单之间的空白时间。本公
30 开一些实施例的技术方案，为处于非作业时间的穿梭车 1 增加了巡检操作。具体是指，

在穿梭车 1 没有接收到指令时，即穿梭车 1 处于待命状态或者闲置状态时，自动在仓库内移动，以对仓库内已有的存储物进行巡视操作。如果发现存储物改变姿态，则通过取下存储物、再放回存储物 A 的方式使得存储物 A 的姿态得到矫正。由于穿梭车 1 放置存储物的操作精准度非常高，所以，通过穿梭车 1 一取一放的操作，很精准地完成对姿态改变的存储物 A 的准确定位，降低甚至避免了存储物出现过于倾斜或者过于偏移的情况，并且不需要设置额外的存储物姿态矫正设备。

穿梭车 1 的巡视操作是在非作业时间段内进行的，即在穿梭车 1 不执行取物、存物操作时完成，所以不会影响整个仓库存、取存储物的作业效率。并且，由于仓库内的存储物姿态得到巡视和调整，这使得穿梭车 1 在执行作业（存、取存储物）时，不再需要停止下来调整自身姿态以适应倾斜或者偏移的存储物，也不再需要采用其他方式调整存储物的姿态。并且，穿梭车 1 取出存储物的操作非常连贯，取物效率非常高。下面详细介绍本公开一些实施例的技术方案。

参见图 1 至图 5，本公开一些实施例提供一种立体库存储物巡检方法，包括以下步骤：

步骤 S100、在设定条件下，控制穿梭车 1 移动至巡检位置。在一些实施例中，设定条件具体是指在穿梭车 1 未接收到作业指令时。在穿梭车执行作业的间隙内，即不执行取物放箱操作时执行该巡检方法，不会占用穿梭车 1 的工作时间。并且，利用的是仓库中已有的穿梭车 1 进行巡检，也不需要增加额外的巡检设备。

穿梭车 1 本身具有导向功能和定位功能，这些功能在巡检过程中同样发挥作用，穿梭车 1 利用自身的导向功能和定位功能来实现存取存储物 A。只要不出现存储物姿态太斜/距离别的存储物 A 太近的极端情况，穿梭车 1 都能将存储物 A 取到车身上，再按要求放置到位。通过一取一放的操作，存储物 A 的位置就是准确的。穿梭车 1 存取存储物 A 的具体动作过程是穿梭车 1 正常的操作功能，此处不再赘述。

仓库内设置有很多条通道 S，根据的穿梭车 1 的闲置数量和每辆穿梭车 1 的闲置频率，可以设定每辆穿梭车 1 巡检的通道数量，比如某穿梭车 1 是备用穿梭车 1，闲置频率较高，那么可以设定该穿梭车 1 的巡检作业时间长。对于每一辆穿梭车 1，由于巡检操作是在穿梭车 1 的闲置时间完成的，所以穿梭车 1 每次巡检操作并不需要完成设定数量的存储物 A 的巡检操作，也不需要每次巡检都完成一条通道 S 全部存储物 A 的巡检。如果穿梭车 1 闲置时间长，穿梭车 1 的巡检时间相应也长；如果穿梭车 1 闲置时间短，穿梭车 1 的巡检时间相应也短。

在通道 S 的每一侧都设置有一排或者多排存储物 A。比如在图 2 所示的俯视图中，在通道 S 的一侧设置有一排存储物 A，在通道 S 的另一侧设置有两排存储物 A。为了方便说明，在图 2 中建立 XY 坐标系，X 表示通道 S 的长度方向，也是穿梭车 1 的移动方向。Y 方向为存储物 A 的摆放深度方向。每条通道 S 被分为多个巡检位置，每个
5 巡检位置对应 XY 坐标系上的一个 X 值。根据 XY 坐标系 Y 值的不同，该 X 值对应的位置被划分为多个货位，每个货位摆放一个存储物 A，比如图 2 中，穿梭车 1 所在的位置对应 A1、A2 和 A1 三个存储物。此处，为了便于区分巡检位置，穿梭车 1 所在的位置是指安装于穿梭车 1 的距离检测元件 2 所对着的 X 轴位置。巡检位置是指在通道 S 内巡视以对存储物姿态进行检测的位置。巡检位置和穿梭车 1 正常作业取物、
10 放箱时的操作位置是相同的。在一些实施例中，每个巡检位置的至少一侧放置有存储物 A。需要说明的是，图 2 给出的仓库的俯视示意图，只是为了说明本公开一些实施例的技术方案，而不是为了加以限定。实际情况中，通道 S 的每一侧都可以设置多排存储物 A。

穿梭车 1 移动的指令可以来自于穿梭车 1 自身的控制器 4。控制器 4 被配置为判
15 断当前一段时间内，比如 10 分钟或者 20 分钟内，穿梭车 1 是否有作业指令。如果没有作业指令，则穿梭车 1 执行巡检操作，穿梭车 1 随机或者按照设定的顺序移动至巡检位置。穿梭车 1 随机选择一条通道 S 开始巡检操作。或者，穿梭车 1 按照设定的顺序选择一条通道 S 进行巡检操作。设定的顺序比如为：选择距离当前穿梭车 1 所在位置最近的一条通道 S 开始巡检操作。这样进行巡检操作时，穿梭车 1 移动至巡检位置
20 所需要移动的距离短，时间最短。或者，按照通道 S 的排列顺序，从第一条通道 S 开始巡检操作，或者从最后一条通道 S 开始巡检操作。或者，根据每条通道 S 的使用频率来确定巡检顺序。具体比如为：从存取操作最频繁的通道 S 开始巡检操作，这样能使得该通道 S 的存储物 A 摆放更加整齐，使得该通道 S 的存储物 A 在后续存取作业时更加顺利。或者，从存取操作最少的通道 S 开始巡检操作，这样能使得在巡检操作
25 时，不易与其他执行作业的穿梭车 1 发生干涉或者其他相互影响。

对于存取操作频率不相同的通道 S，所执行巡检操作的频率不相同。对于存取操作频繁的通道 S，进行巡检的次数可以稍多一些。对于存取操作频率很低的通道 S，巡检操作的频率也可以低一些。

对于同一条通道 S 上不同货位的存储物 A，巡检操作的频率根据该货位的存储物
30 A 的存取频率进行设定。对于存取操作频繁的货位的存储物 A，如果该货位的存储物

A 发生倾斜,对穿梭车 1 的存取操作影响大。所以,增加对这些货位的存储物 A 的巡检操作,以增加穿梭车 1 正常取物操作的可靠性。对于存取操作不频繁的货位的存储物 A,设定巡检周期。比如,该位置存储物 A 为一周存取一次,那么将上一周的其中一个时间段设置为巡检时间。这种方式,减少了穿梭车 1 巡检的工作量,最大限度地提高穿梭车 1 的巡检效率。

进行巡检操作的穿梭车 1 为非作业时间段的穿梭车 1,这种方式,不需要在仓库内增加额外的巡检设备,最大程度地利用了仓库内的已有设备,使得仓库在不增加多余车辆的前提下就能够完成巡检操作,大大增加了仓库内存储物整齐摆放的几率,增加了穿梭车 1 在作业时间的作业的效率,使得仓库的存物取物效率得到很明显地提高。

步骤 S200、计算巡检位置对应的存储物 A 是否改变姿态。

如上文介绍的,一个巡检位置的两侧可能都有存储物 A。这些存储物 A 的巡检顺序比如为逐一巡检。比如,以图 2 所示的方向为例,先巡检位于图 2 中通道 S 下方所示的存储物 A 是否改变姿态;然后再巡检位于图 2 中通道 S 上方所示的存储物 A 是否改变姿态。

改变姿态是当穿梭车巡检 1 时,存储物的姿态与原始放置该存储物时的姿态不相同。改变姿态的情形包括:存储物 1 发生平移或者转动的情况,或者既发生平移又发生转动的情况。

判断存储物 A 是否改变姿态的方式有多种,一种方式为采用图片判断,比如采用摄像头等图像巡检元件,拍摄所要判断的存储物 A 的图片,通过对图片进行分析计算,以得到该存储物 A 是否改变姿态。另一种方式为采用距离检测方式进行判断。存储物 A 为规整形状的长方体或者正方体存储物,存储物 A 整齐放置的情况下,存储物 A 朝向通道 S 的侧面与通道 S 的长度方向平行。根据检测存储物 A 上该侧面几个点距离通道 S 的距离,就能够计算得到存储物 A 的姿态,进而实现对存储物 A 是否改变姿态的判断。

参见图 6,在一些实施例中,具体采用下述步骤实现步骤 S200。

步骤 S201、计算存储物的偏移量 (Δx , Δy) 和/或倾斜角度 θ 。

参见图 3 和图 4,偏移量是指存储物相对于原始状态在 x 方向和 y 方向偏移原坐标值的量。倾斜角度 θ 是指存储物相对于原始状态转动的角度。原始状态是至存储物最开始被放入货位的正确姿态所对应的参数。

在图 2 和图 3 所示意的平面图内,为了清晰描述位于 XY 平面的存储物 A (各个

附图中示意的存储物是料箱)，给存储物 A 定义一个局部坐标系，即 xy 坐标系。局部坐标系的原点 m 与存储物 A 的一个基准点（例如形心）重合。x 坐标轴与存储物 A 的短边平行且固定、y 坐标轴与存储物 A 的长边平行且固定。此处，存储物 A 的短边与存储物 A 的长边垂直。局部坐标系的原点 m 在全局坐标系 XY 下的坐标 (x, y) 表示存储物 A 的位置。局部坐标系的 x 轴（或 y 轴）与全局坐标系的 X 轴（或 Y 轴）的夹角 θ 表示存储物 A 的角度（姿态）。通过坐标 (x, y) 和夹角 θ 可完整的描述平面中存储物 A 的位置和姿态。当坐标 (x, y) 发生变化后，偏移量就是原点 m 前、后两次坐标的变化量，即 (Δx , Δy)。当夹角 θ 发生变化后，倾斜角度就是两次夹角的变化量，即 $\Delta \theta$ 。存储物的位置和/或姿态发生改变，可能只是位置 (x, y) 发生改变而夹角 θ 未变，即平动；也可能是夹角 θ 改变而位置 (x, y) 不变，即转动；也可能是两者均产生变化。

本文是通过测量 $\Delta y1$ 、 $\Delta y2$ 和 $\Delta x1$ ，同时结合穿梭车自身的位置信息和尺寸参数，来计算出偏移量 (Δx , Δy) 和倾斜角度 θ 。

参见图 7，在一些实施例，采用下述步骤计算存储物的倾斜角度和偏移量。

步骤 S2011、检测巡检位置对应的存储物 A 的第一个角 P1 与穿梭车 1 的第一距离 $\Delta y1$ 、存储物 A 的第二个角 P2 与穿梭车 1 的第二距离 $\Delta y2$ 、穿梭车 1 从对应存储物 A 的第一个角 P1 移动至对应存储物的第二个角 P2 的第三距离 $\Delta x1$ 。

在一些实施例中，第一个角 P1 是存储物朝向穿梭车 1 所在的通道 S 的角，且第一个角 P1 为穿梭车 1 第一次经过的角。

在一些实施例中，第二个角 P2 是存储物朝向穿梭车 1 所在的通道 S 的角，且第二个角 P2 为穿梭车 1 第二次经过的角。

具体采用穿梭车 1 上的位移检测元件 5 实现第三距离 $\Delta x1$ 的测量。

步骤 S2012、根据第一距离、第二距离和第三距离，计算存储物 A 的倾斜角度 θ 。

存储物 A 的倾斜角度 θ 可用下述公式 (1) 计算：

$$\theta = \arctan \frac{\Delta y1 - \Delta y2}{\Delta x1}$$

步骤 S2013、根据第一距离 $\Delta y1$ 、第二距离 $\Delta y2$ 、第三距离 $\Delta x1$ 、倾斜角度 θ ，存储物 A 长度尺寸 h 和宽度尺寸 b，计算存储物 A 的偏移量 (Δx , Δy)。偏移量 (Δx , Δy) 的计算公式 (2) 如下：

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x1 \\ y1 - \Delta y1 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\frac{b}{2} \\ h \\ \frac{b}{2} \\ 0 \end{bmatrix}$$

参见图 8 所示，式中， $x1$ 和 $y1$ 分别为穿梭车 1 上激光测距模组在 xoy 坐标系中的坐标， xoy 坐标系与所巡检存储物 A 的形心重合， $(x1, y1 - \Delta y1)$ 是存储物 A 第一个角 P1 点在 xoy 坐标系中的坐标。

- 5 根据公式 (2) 计算得到存储物 A 的偏移量之后，如果 Δx 、 Δy 中的任何一个超过设定值，则判断为存储物 A 出现偏移，后续需要通过穿梭车 1 一取一放的操作来矫正。此处，沿着 x 、 y 方向的偏移量的设定值，可以分别设定，也可以采用相同的数值。

在一些实施例中，穿梭车 1 的每一侧都设置有距离检测元件 2，每个距离检测元件 2 被用于检测通道 S 其中一侧的巡检位置对应的存储物 A。距离检测元件 2 比如为
10 激光测距模组。实际应用中，具体检测过程如下。

穿梭车 1 在通道 S 内沿着通道 S 的长度方向，即 X 方向行走。激光测距模组向存储物 A1 所在方向发射激光信号。当激光照射到存储物 A1 后，会被存储物 A1 反射，激光测距模组会接收存储物 A1 反射回来的激光信号。根据该激光信号接收的时间、激光自身的传播速度，通过计算得到激光测距模组与存储物 A1 之间的距离。处理器
15 接收此距离值，并与系统预设值进行比较。将距离值与预设值的差值定义为误差值。如果误差值在预设误差值 E1 范围内，穿梭车 1 继续行走。激光测距模组测量得到存储物的两个角分别与激光测距模组距离后，测量结束；此时激光测距模组已经随着穿梭车 1 移动至接收不到存储物反射信号的位置。如果在激光测距模组测量存储物的两个角分别与激光测距模组的距离的过程中，测试计算得到的误差值超出预设误差值
20 值 E1，穿梭车 1 停止。采用上面介绍的计算方案，结合激光测距模组测量的数值，计算可得该存储物的偏移量和倾斜角度。

在激光测距模组从开始接收预设误差 E1 范围内的反射信号到停止接收信号的过程中，可得激光测距模组与存储物 A1 之间的距离 $\Delta y1$ 、 $\Delta y2$ 。通过设置于穿梭车 1 的位移检测元件 5，计算得到穿梭车 1 行驶的距离，也即存储物 A1 靠近穿梭车 1 的一面的最左侧和最右侧之间的距离 $\Delta x1$ ，如图 3 所示。此时存储物 A1 可能是位置和角
25 度正常，也可能是平行偏移，或旋转偏移，或平行偏移和旋转偏移都有。结合定位传感器的状态和位移检测元件 5 的数值，可判断出存储物 A1 的偏移量。

步骤 S202、判断偏移量和倾斜角度是否均未超过设定值。

步骤 S203、如果偏移量和倾斜角度其中任何一个超过设定值，则判断结果为：存储物改变姿态。

步骤 S300、如果存储物改变姿态，则采用穿梭车 1 取出存储物 A，然后再将存储物 A 放回原位，以实现存储物 A 姿态的矫正。

5 根据偏移量和倾斜角度的计算公式判断存储物 A 的姿态，如果判断结果是存储物 A 改变姿态，那么采用穿梭车 1 取出存储物 A，然后再将存储物 A 放回原位的方式实现对存储物 A 位置的纠正。由于穿梭车 1 放置存储物 A 时，会将存储物 A 以很高的精确度被放回至原位。这样就自动实现了对存储物 A 姿态的矫正，使得后续正常作业时，穿梭车 1 能够很顺利地取走存储物 A。

10 在一些实施例中，位于巡检位置的每一侧的存储物 A 的数量为两个或者两个以上，采用下述步骤判断位于巡检位置的其中一侧的多个存储物 A 是否改变姿态：如果位于通道 S 一侧的存储物 A 未改变姿态，则判断位于存储物 A 远离通道 S 一侧的各个存储物 A 均未改变姿态。

相对地，如果判断出某个存储物 A 改变姿态，那么采用下述方法判断其余的存储物 A 姿态。具体来说，在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

步骤 S400、如果位于通道 S 一侧的存储物 A 改变姿态，则取走位于该排的存储物。取走的存储物 A 暂存于穿梭车 1，或者放置到该通道 S 或者附近通道 S 的空货位上。

步骤 S500、判断位于下一排的存储物 A 是否改变姿态。由于取出了挡住该存储物 A 的前一排存储物，所以待判断的存储物 A 是直接对着穿梭车 1 的，穿梭车 1 上的距离检测元件 2 可以直接进行测量。所以，对于每个存储物 A 的判断方法都和上文介绍的相同。

步骤 S600、重复执行上述步骤，直到对通道 S 一侧的全部存储物 A 都判断完成。

参见图 2 和图 3，对于通道 S 下方有多个存储物 A 的情形，先巡检距离通道 S 较近的存储物 A，然后再巡检距离通道 S 较远的存储物 A。当然，如果巡检得到的距离通道 S 较近的存储物 A 没有倾斜，那么由于距离通道 S 较远的存储物 A 被外界干扰的几率更小，所以，此时不需巡检，可以直接判断：距离通道 S 较远的存储物 A 也没有倾斜。这种方式，可以减少穿梭车 1 巡检的工作量，提高巡检效率。

如果巡检结果为：距离通道 S 较近的存储物 A 改变了姿态，比如 A1 是倾斜的，那么需要进一步巡检位于该存储物 A1 远离通道 S 一侧的存储物 A2 是否改变姿态。

巡检方法为：先将存储物 A1 移动到仓库内的某个空置的货位，以露出待巡检的存储物 A2。然后采用和巡检存储物 A1 相同的方式巡检存储物 A2 是否改变姿态。如果巡检得到的结果为存储物 A2 也倾斜，那么就先将存储物 A2 移动到仓库内的某个空置的货位，以露出待检测的存储物 A3。然后采用和检测存储物 A1、A2 相同的方式检测存储物 A3 是否改变姿态。如果检测结果为存储物 A3 是不倾斜的，那么不需要继续检测位于存储物 A3 远离通道 S 一侧的存储物 A4 是否改变姿态，而是直接判断存储物 A4 以及位于存储物 A4 远离通道 S 一侧的其余所有存储物都不倾斜。如果检测结果为存储物 A3 是倾斜的，那么需要继续检测位于存储物 A3 远离通道 S 一侧的存储物 A4 是否改变姿态。按照上述方式，完成对通道 S 一侧的全部存储物的检测，或者直至检测到某一个存储物不倾斜。需要说明的是，如上文介绍的，仓库内有很多条通道 S，上述检测过程中所提到的通道 S，是指用于检测该通道 S 对应的存储物的穿梭车 1 所在的通道 S，而不是指其他与该穿梭车 1 巡检操作无关的其他通道。

下面再结合图 2 和图 3 中示意的两列存储物作出说明。

图 2 和图 3 中，在深度方向，即 Y 方向具有两个存储物 A，即存储物 A1 和存储物 A2。那么先可根据激光测距模组测得的距离值、存储物 A1 靠近穿梭车 1 最左侧和最右侧的距离、定位传感器的状态判断出存储物 A1 的偏移量、偏移角度。

根据实测的工程数据，存储物 A1 的偏移量和偏移角度大于 A2 的相应值。因此，如果存储物 A1 的偏移量和偏移角度在误差允许范围内，则存储物 A1 和存储物 A2 均不需要重新定位。

如果 A1 的偏移量和偏移角度超出误差允许范围，则先调整穿梭车 1 将存储物 A1 取出，放置于车上暂存，再由穿梭车 1 对存储物 A2 的偏移量和偏移角度进行检测。

如果存储物 A2 的偏移量和偏移角度在误差允许范围内，则不需要重新定位，直接将存储物 A1 放置在其货位上实现重新定位。

如果 A2 的偏移量和偏移角度超出误差允许范围，则穿梭车 1 先将存储物 A1 放置于其他的空货位暂存，再对存储物 A2 进行重新定位，最后将存储物 A1 放回其所属的货位以实现重新定位。

此过程中，巷道对面的存储物 A 利用穿梭车 1 另一侧的激光测距模组进行巡检，过程和原理相同，至此，此列存储物巡检工作完成，可进行下一列巡检。

在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

步骤 S700、采用穿梭车 1 取出被判断为姿态倾斜的最后一排的存储物，然后将其

放回原位，以实现对该存储物 A 的姿态矫正。

矫正存储物 A 姿态的过程与判断存储物 A 姿态的顺序相反，即对存储物 A 进行姿态判断时，先判断距离通道 S 近的存储物 A，再判断距离通道 S 远的存储物 A。而在矫正存储物 A 姿态时，由于采用的是重新放置存储物 A 的方式进行矫正，所以先放回距离通道 S 远的存储物 A，再放回距离通道 S 近的存储物 A。

步骤 S900、逐一放回位于通道 S 一侧的存储物 A，以完成对通道 S 一侧的存储物 A 都完成姿态矫正。

在一些实施例中，立体库存储物巡检方法还包括以下步骤：

步骤 S1000、在巡检位置所对应的全部存储物 A 的姿态都矫正完成之后，将穿梭车 1 运行至巡检位置的下一个巡检位置，以完成对所有巡检位置的存储物 A 的姿态判断。

如果立体库吞吐量特别大的情况，是每个巷道的每层都有一台穿梭车 1，每个穿梭车 1 巡检自己所在的巷道，巡检操作耗时不长。而且吞吐量大的话，长时间不被取放的存储物 A 比较少，超出设定值的存储物 A 数量少，巡检更快。本公开的上述技术方案，不影响穿梭车 1 正常的作业，而是利用穿梭车 1 正常作业的间歇进行。正常工作时，穿梭车 1 不停地往返运行，取放存储物 A。正常工作完成后，有一段时间是没有作业任务的，穿梭车 1 处于闲置状态。上述技术方案，利用这段空闲时间完成巡检，而且是自动完成的，所以不会干扰穿梭车 1 正常的作业，也不用额外的时间单独执行巡检操作。

上述技术方案，穿梭车 1 巡检工作可在出入库作业波次间歇或作业完成后进行，根据系统繁忙程度制定巡检计划，在系统的调度下，自动完成巡检工作，使每个存储物 A 的位置状态都能及时得到更新，尽量避免某些存储物 A 在长时间未取放的状态下由于货架振动而发生过大偏移，使得在正常的出入库作业中每个存储物 A 都能被顺利的取放，也即缩小每个存储物 A 的取放周期，使每个存储物 A 的偏移不至于因长时间未取放而累积到超出允许的范围。也正因如此，前述的巡检工作才由于没有偏移量过大的存储物 A 而能正常完成，所以整个巡检操作实现了防患于未然，增强了系统的稳定性。

本公开一些实施例还提供一种立体库存储物巡检系统，其用于执行本公开任一实施例所提供的立体库存储物巡检方法。立体库存储物巡检系统包括穿梭车 1、控制器 4、距离检测元件 2、定位元件 3 以及位移检测元件 5。控制器 4 安装于穿梭车 1。距

离检测元件 2 安装于穿梭车 1，且与控制器 4 通信连接，以检测穿梭车 1 距离待检测的存储物 A 之间的距离。定位元件 3 安装于穿梭车 1，且与控制器 4 通信连接，以使穿梭车 1 停至设定的货位。位移检测元件 5 安装于穿梭车 1，且与控制器 4 通信连接，以检测穿梭车 1 的第三距离。

- 5 在一些实施例中，穿梭车 1 的宽度方向的每一侧都安装有距离检测元件 2。穿梭车 1 的宽度方向是指穿梭车 1 自身的宽度方向，以图 2 建立的 XY 坐标系来说，是指穿梭车 1 的宽度方向平行于 Y 方向。参见图 2 可知，穿梭车 1 安装了两个距离检测元件 2，其中一个距离检测元件 2 对应检测穿梭车 1 一侧的八个存储物 A，其中一个距离检测元件 2 对应检测穿梭车 1 另一侧的四个存储物。当然，此处的存储物数量只是
10 用于示意，实际情况中，存储物的数量可能远远多于图示的数量。距离检测元件 2 具体比如为激光测距模组。激光测距模组测量速度快、精准度高。

关于各个部件的功能、巡检操作的执行过程以及技术效果，请参见上文介绍的内容，此处不再赘述。

- 在本公开的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“前”、
15 “后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开保护范围的限制。

- 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本公开的技术方案而非对其限制；尽管
20 参照较佳实施例对本公开进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本公开的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换；而不脱离本公开技术方案的精神，其均应涵盖在本公开请求保护的技术方案范围当中。

权 利 要 求

1、一种立体库存储物巡检方法，包括以下步骤：

在设定条件下，控制穿梭车（1）移动至巡检位置；

计算所述巡检位置对应的存储物（A）是否改变姿态；

如果所述存储物（A）改变姿态，则采用所述穿梭车（1）取出所述存储物（A），然后再将所述存储物（A）放回原位。

2、根据权利要求1所述的立体库存储物巡检方法，其中采用下述步骤计算所述巡检位置对应的所述存储物（A）是否改变姿态：

计算所述存储物（A）的偏移量和/或倾斜角度（ θ ）；

判断所述偏移量和所述倾斜角度（ θ ）是否均未超过设定值；

如果所述偏移量和所述倾斜角度（ θ ）其中任何一个超过所述设定值，则所述存储物（A）改变姿态。

3、根据权利要求1或者2所述的立体库存储物巡检方法，其中采用下述步骤计算所述存储物（A）的倾斜角度（ θ ）：

检测所述巡检位置对应的存储物（A）的第一个角与所述穿梭车（1）的第一距离、所述存储物（A）的第二个角与所述穿梭车（1）的第二距离、以及所述穿梭车（1）从对应所述存储物（A）的第一个角移动至对应所述存储物（A）的第二个角的第三距离；

根据所述第一距离（ $\Delta y1$ ）、所述第二距离（ $\Delta y2$ ）和所述第三距离（ $\Delta x1$ ），计算所述存储物（A）的倾斜角度（ θ ）。

4、根据权利要求3所述的立体库存储物巡检方法，其中采用下述步骤计算所述存储物（A）的偏移量：

根据所述穿梭车（1）在所巡检的存储物的坐标系中的坐标、所述存储物（A）尺寸、所述存储物（A）的倾斜角度（ θ ）、所述第一距离（ $\Delta y1$ ）、所述第二距离（ $\Delta y2$ ），计算所述存储物（A）的偏移量。

5、根据权利要求3或者4所述的立体库存储物巡检方法，其中所述第一个角（P1）

是所述存储物(A)朝向所述穿梭车(1)所在的通道(S)的角,且所述第一个角(P1)为所述穿梭车(1)第一次经过的角。

6、根据权利要求3~5任一所述的立体库存储物巡检方法,其中所述第二个角(P2)是所述存储物(A)朝向所述穿梭车(1)所在的通道(S)的角,且所述第二个角(P2)为所述穿梭车(1)第二次经过的角。

7、根据权利要求3~6任一所述的立体库存储物巡检方法,其中采用同一个距离检测元件(2)检测所述第一距离(Δy_1)和所述第二距离(Δy_2)。

8、根据权利要求7所述的立体库存储物巡检方法,其中所述距离检测元件(2)包括激光测距模组。

9、根据权利要求3~8任一所述的立体库存储物巡检方法,其中所述穿梭车(1)的每一侧都设置有距离检测元件(2),每个所述距离检测元件(2)被用于检测所述通道(S)其中一侧的巡检位置对应的存储物(A)。

10、根据权利要求1~9任一所述的立体库存储物巡检方法,其中所述巡检位置是指通道(S)内的位置,每个所述巡检位置的至少一侧放置有所述存储物(A)。

11、根据权利要求10所述的立体库存储物巡检方法,其中位于所述巡检位置的每一侧的所述存储物(A)的数量为两个或者两个以上,采用下述步骤判断位于所述巡检位置的其中一侧的多个所述存储物(A)是否改变姿态:

如果位于所述通道(S)一侧的存储物(A)未改变姿态,则判断位于所述存储物(A)远离所述通道(S)一侧的各个所述存储物(A)均未改变姿态。

12、根据权利要求11所述的立体库存储物巡检方法,还包括以下步骤:

如果位于所述通道(S)一侧的存储物(A)改变姿态,则取走位于该排的所述存储物(A);

判断位于下一排的所述存储物(A)是否改变姿态;

重复执行上述步骤，直到对所述通道（S）一侧的全部存储物（A）都判断完成。

13、根据权利要求 11 或者 12 所述的立体库存储物巡检方法，还包括以下步骤：

采用所述穿梭车（1）取出被判断为姿态倾斜的最后一排的存储物（A），然后将其放回原位，以实现对该存储物（A）的姿态矫正；

逐一放回位于所述通道（S）一侧的存储物（A），以完成对所述通道（S）一侧的存储物（A）都完成姿态矫正。

14、根据权利要求 1~13 任一所述的立体库存储物巡检方法，还包括以下步骤：

在所述巡检位置所对应的全部存储物（A）的姿态都矫正完成之后，将所述穿梭车（1）运行至所述巡检位置的下一个巡检位置，以完成对所有巡检位置的存储物（A）的姿态判断。

15、根据权利要求 1~14 任一所述的立体库存储物巡检方法，其中所述设定条件为：所述穿梭车（1）未接收到作业指令时。

16、一种立体库存储物巡检系统，包括：

穿梭车（1）；

控制器（4），安装于所述穿梭车（1）；

距离检测元件（2），安装于所述穿梭车（1），且与所述控制器（4）通信连接，以检测所述穿梭车（1）距离待巡检的存储物之间的距离；

定位元件（3），安装于所述穿梭车（1），且与所述控制器（4）通信连接，以使所述穿梭车（1）停至设定的巡检位置；以及

位移检测元件（5），安装于所述穿梭车（1），且与所述控制器（4）通信连接，以检测所述穿梭车（1）移动的第三距离。

17、根据权利要求 16 所述的立体库存储物巡检，其中所述穿梭车（1）的宽度方向的每一侧都安装有所述距离检测元件（2）。