(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112945095 A
(43)申请公布日 2021.06.11

(21)申请号 202110136548.9

(22)申请日 2021.02.01

(71)申请人 湖南大学
地址 410082 湖南省长沙市麓山南路麓山门

(72)发明人 刘坚 张杰 王有源 索鑫宇 孟宇 周飞滔 崔超齐

(74)专利代理机构 北京思睿峰知识产权代理有限公司 11396
代理人 谢建云 赵爱军

(51)Int.Cl.
G01B 11/00(2006.01)
G01C 11/02(2006.01)

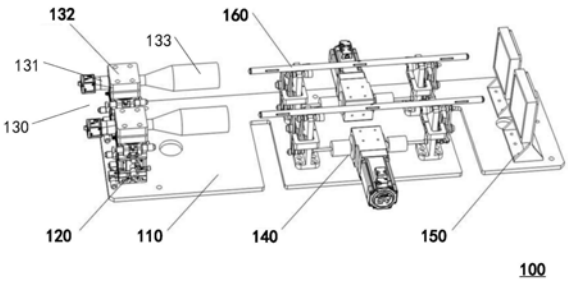
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种位姿检测系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种位姿检测系统，适于检测管状元件的位姿，管状元件的外壁包括一个或多个隔离块，所述系统包括：驱动组件，适于带动所述管状元件转动；图像采集组件，包括相机、与相机连接的镜头，所述相机和镜头适于沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像，以及在管状元件转动预定角度后沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像；以及计算设备，与所述相机相连，适于获取第一图像和第二图像，并根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置，根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。此外，本发明还公开了一种位姿检测方法。本发明的位姿检测系统，提高系统了的检测精度和检测效率。



CN 112945095 A

1.一种位姿检测系统,适于检测管状元件的位姿,管状元件的外壁包括一个或多个隔离块,所述系统包括:

驱动组件,适于带动所述管状元件转动;

图像采集组件,包括相机、与相机连接的镜头,所述相机和镜头适于沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像,以及在管状元件转动预定角度后沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像;以及

计算设备,与所述相机相连,适于获取第一图像和第二图像,并根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置,根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。

2.如权利要求1所述的系统,其中,所述预定角度为180°。

3.如权利要求1或2所述的系统,其中,所述计算设备进一步适于:

分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接,得到隔离块分布图像;

根据隔离块分布图像确定隔离块的分布位置。

4.如权利要求1-3任一项所述的系统,其中,还包括:

光源,布置在所述管状元件远离相机的一侧,适于对管状元件进行背光式打光。

5.如权利要求1-4任一项所述的系统,其中,所述驱动组件包括:

传动轮,连接有传送带;

包胶轮,与所述管状元件连接,并通过传送带与所述传动轮相连;

电机,与所述传动轮相连,适于驱动传动轮同步转动,以带动包胶轮转动,以使管状元件转动预定角度。

6.如权利要求5所述的系统,其中,所述驱动组件还包括:

张紧轮,所述传送带经过张紧轮后与所述包胶轮相连。

7.如权利要求1-6任一项所述的系统,其中,所述图像采集组件还包括镜头调节装置,镜头调节装置包括:

角度调节平台,布置在所述相机下方,适于调节所述镜头的横摆角度、以及俯仰角度;

竖直调节平台,布置在所述角度调节平台下方并与角度调节平台连接,适于在竖直方向调节所述镜头的位置;

水平调节平台,布置在所述竖直调节平台下方并与所述竖直调节平台连接,适于在水平方向调节所述镜头的位置。

8.一种位姿检测方法,在如权利要求1-7任一项所述的位姿检测系统中执行,适于检测管状元件的位姿,管状元件的外壁包括一个或多个隔离块,所述方法包括:

沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像;

将管状元件转动预定角度;

沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像;

根据所述第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置,根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。

9.如权利要求8所述的系统,其中,所述预定角度为180°,根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置的步骤包括:

分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接,得到隔离块分布图像;

根据隔离块分布图像确定隔离块的分布位置。

10.如权利要求8或9所述的方法,其中,在采集管状元件的第一图像之前,还包括步骤:对管状元件进行背光式打光。

一种位姿检测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及视觉检测技术领域，尤其涉及一种位姿检测系统及位姿检测方法。

背景技术

[0002] 机器视觉技术具有精度高、非接触、兼容性好、操作简便等优点，因此被广泛应用于自动化和检测领域。对于机器视觉而言，光学成像系统至关重要，基于良好的成像系统采集到高质量的图像，对于后期处理和检测精度而言十分重要。

[0003] 在实际的生产过程中，外部环境相较于实验室环境往往存在更大的干扰。而现有技术中，用于燃料棒的位姿检测技术并不成熟，基于机器视觉采集的图像质量较低，导致根据图像检测位姿的算法较为复杂，影响检测效率，检测精度低。

[0004] 为此，需要提供一种位姿检测系统和方法，以解决上述技术方案中存在的问题。

发明内容

[0005] 为此，本发明提供了一种位姿检测系统，以解决或至少缓解上面存在的问题。

[0006] 根据本发明的一个方面，提供了一种位姿检测系统，适于检测管状元件的位姿，管状元件的外壁包括一个或多个隔离块，所述系统包括：驱动组件，适于带动所述管状元件转动；图像采集组件，包括相机、与相机连接的镜头，所述相机和镜头适于沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像，以及在管状元件转动预定角度后沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像；以及计算设备，与所述相机相连，适于获取第一图像和第二图像，并根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置，根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。

[0007] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述预定角度为180°。

[0008] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述计算设备进一步适于：分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接，得到隔离块分布图像；根据隔离块分布图像确定隔离块的分布位置。

[0009] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，还包括：光源，布置在所述管状元件远离相机的一侧，适于对管状元件进行背光式打光。

[0010] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述驱动组件包括：传动轮，连接有传送带；包胶轮，与所述管状元件连接，并通过传送带与所述传动轮相连；电机，与所述传动轮相连，适于驱动传动轮同步转动，以带动包胶轮转动，以使管状元件转动预定角度。

[0011] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述驱动组件还包括：张紧轮，所述传送带经过张紧轮后与所述包胶轮相连。

[0012] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述图像采集组件还包括镜头调节装置，镜头调节装置包括：横摆调节平台，布置在所述相机下方，适于调节所述镜头的横摆角度；俯仰调节平台，布置在所述横摆调节平台下方并与横摆调节平台连接，适于调节所述镜头的俯仰角度；竖直调节平台，布置在所述俯仰调节平台下方并与俯仰调节平台连接，适于在竖直方向调节所述镜头的位置；水平调节平台，布置在所述竖直调节平台下方并与所述

竖直调节平台连接，适于在水平方向调节所述镜头的位置。

[0013] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述相机与镜头通过夹具连接；所述横摆调节平台与所述夹具固定连接。

[0014] 可选地，在根据本发明的位姿检测系统中，所述管状元件为燃料棒。

[0015] 根据本发明的又一个方面，提供了一种位姿检测方法，在如上所述的位姿检测系统中执行，适于检测管状元件的位姿，管状元件的外壁包括一个或多个隔离块，所述方法包括：沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像；将管状元件转动预定角度；沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像；根据所述第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置，根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。

[0016] 可选地，在根据本发明的位姿检测方法中，所述预定角度为180°，根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置的步骤包括：分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接，得到隔离块分布图像；根据隔离块分布图像确定隔离块的分布位置。

[0017] 可选地，在根据本发明的位姿检测方法中，在采集管状元件的第一图像之前，还包括步骤：对管状元件进行背光式打光。

[0018] 可选地，在根据本发明的位姿检测方法中，在采集管状元件的第一图像之前，还包括步骤：调节镜头在水平方向的位置、竖直方向的位置、横摆角度和/或俯仰角度，以使镜头与所述管状元件同轴。

[0019] 根据本发明的技术方案，提供了一种位姿检测系统和方法，通过相机和镜头沿管状元件(燃料棒)的轴向采集第一图像，通过驱动组件带动管状元件转动180°后采集管状元件的第二图像，计算设备通过对第一图像和第二图像进行处理可以得到管状元件的清楚、完整的轴向正投影视图。并且，基于背光式打光，可以获得管状元件的轴向轮廓图。这样，基于轮廓图有利于简化算法，可以方便、高效、精确地确定隔离块的分布位置以及管状元件的位姿，提高系统了的检测精度和检测效率。

[0020] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本发明的具体实施方式。

附图说明

[0021] 为了实现上述以及相关目的，本文结合下面的描述和附图来描述某些说明性方面，这些方面指示了可以实践本文所公开的原理的各种方式，并且所有方面及其等效方面旨在落入所要求保护的主题的范围内。通过结合附图阅读下面的详细描述，本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。遍及本公开，相同的附图标记通常指代相同的部件或元素。

[0022] 图1示出了根据本发明一个实施例的位姿检测系统100的结构示意图；

[0023] 图2a和图2b分布示出了根据本发明一个实施例的管状元件160的结构示意图；

[0024] 图3a和图3b分别示出了根据本发明一个实施例的图像采集组件130的结构示意图；

[0025] 图4a和图4b分别示出了根据本发明一个实施例的驱动组件140的结构示意图；

[0026] 图5示出了根据本发明一个实施例的光源150的结构示意图。

[0027] 图6示出了根据本发明一个实施例的管状元件的第一图像或第二图像；

[0028] 图7示出了根据本发明一个实施例的管状元件的隔离块分布图像；以及

[0029] 图8示出了根据本发明一个实施例的位姿检测方法800的流程图。

具体实施方式

[0030] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0031] 如前文所述，现有技术中的位姿检测系统，或多或少存在一定的缺陷，因此本发明提出了一种性能更优化的位姿检测系统100。位姿检测系统100适于检测管状元件的位姿。管状元件的外侧壁设有一个或多个隔离块。应当指出，本发明对管状元件的具体种类和结构不做限制，管状元件可以是实心管，也可以是空心管。本发明也不限于隔离块的数量、形状以及在管状元件外侧壁的分布位置。

[0032] 图1示出了根据本发明一个实施例的位姿检测系统100的结构示意图。位姿检测系统100可以检测管状元件160的位姿。

[0033] 图2a和图2b分布示出了根据本发明一个实施例的管状元件160的结构示意图。如图2a和图2b所示，管状元件160的外侧壁设有一个或多个隔离块165。在一个实施例中，管状元件160可以是燃料棒，燃料棒例如是直径为13.1mm、长度为498mm的实心管。但，本发明不限于此。

[0034] 如图1所示，位姿检测系统100包括图像采集组件130、驱动组件140。图像采集组件130用于采集管状元件160的图像。驱动组件140与管状元件160相连，用于带动管状元件160绕其自身轴线转动。

[0035] 具体地，图像采集组件130包括相机131、与相机131连接的镜头133，相机131和镜头133沿管状元件的轴线方向布置在管状元件160的前方，以便通过相机和镜头沿管状元件160的轴向采集管状元件160的图像。

[0036] 根据本发明的实施例，通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第一图像。进而，通过驱动组件140带动管状元件160绕其自身轴线转动预定角度，在管状元件160转动预定角度后，再次通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第二图像。

[0037] 系统100还包括计算设备(未在图1中示出)，计算设备与相机131相连。计算设备通过获取相机采集的第一图像和第二图像，根据第一图像和第二图像可以确定隔离块的分布位置，根据隔离块的分布位置来确定管状元件的位姿，以便检测管状元件的位姿是否符合标准。应当指出，计算设备可以通过相应的图像处理算法来对第一图像和第二图像进行处理，确定隔离块的分布位置，并计算管状元件的位姿。这里，本发明对计算设备所采用的具体算法不做限制。

[0038] 需要说明的是，根据本发明的系统100，通过建立坐标系，可以检测管状元件在坐标系中的位置和姿态。换言之，根据本发明的系统100检测的管状元件的位姿可以是在预定坐标系中的位置和姿态(空间角度)。另外，管状元件的位姿也可以是相对于预定参考物的

位置和姿态。

[0039] 根据一个实施例，如图1所示，图像采集组件130还包括与相机131、镜头133连接的镜头调节装置120，镜头调节装置120布置在相机和镜头下方，用于调整相机和镜头的位姿。具体地，在采集管状元件的图像之前，通过镜头调节装置120可以调节相机131和镜头133在水平方向的位置、竖直方向的位置、横摆角度、俯仰角度，以使镜头133与待检测的管状元件160同轴。进而，可以通过相机和镜头沿管状元件160的轴向采集管状元件160的正投影图像。这里，本发明对镜头调节装置120的具体结构不做限制，只要能实现调整相机镜头位姿、使镜头与待检测的管状元件同轴即可。

[0040] 图3a和图3b分别示出了根据本发明一个实施例的图像采集组件130的结构示意图。如图3a所示，相机131与镜头133通过夹具132连接。横摆调节平台120与夹具132固定连接。

[0041] 如图3a和图3b所示，镜头调节装置120包括角度调节平台121、竖直调节平台123以及水平调节平台124。其中，角度调节平台121布置在相机131、夹具132的下方，且角度调节平台121与夹具132连接，可以驱动相机和镜头横摆运动，以便调节镜头的横摆角度，并且角度调节平台121还可以驱动相机和镜头俯仰运动，以便调节镜头的俯仰角度。竖直调节平台123布置在角度调节平台121下方并与角度调节平台121连接，可以驱动相机和镜头沿竖直方向(沿Z轴)移动，以便调节镜头在竖直方向的位置。水平调节平台124布置在竖直调节平台123下方并与竖直调节平台123连接，可以驱动相机和镜头沿水平方向(沿X轴或Y轴)移动，以便调节镜头在水平方向的位置。应当指出，本发明对镜头调节装置120中的角度调节平台121、竖直调节平台123以及水平调节平台124的具体结构均不做限制。

[0042] 通过上述三个调节平台的相互配合，能实现对相机镜头进行多方位、多角度的调节，精确调整相机镜头相对于待检测的管状元件的位置和角度，以便采集到管状元件的高质量的轴向正投影视图，基于高质量的图像有利于提高系统的检测精度和检测效率。

[0043] 在一种实施方式中，如图3a和图3b所示，角度调节平台121包括第一旋转螺栓126和第二旋转螺柱127，通过操作第一旋转螺栓126可以实现调节镜头的横摆角度，通过操作第二旋转螺柱127可以实现调节镜头的俯仰角度。竖直调节平台123包括第三旋转螺柱128，通过操作第三旋转螺柱128可以实现调节镜头在竖直方向的位置。水平调节平台124包括第四旋转螺柱129a和第五旋转螺柱129b，通过操作第四旋转螺柱129可以实现调节镜头在X轴方向的位置，通过操作第五旋转螺柱129b可以实现调节镜头在Y轴方向的位置。

[0044] 根据一个实施例，如图1所示，待检测的管状元件160布置在驱动组件140之上，由驱动组件140支撑管状元件160，并带动管状元件160转动。

[0045] 图4a和图4b分别示出了根据本发明一个实施例的驱动组件140的结构示意图。

[0046] 如图4a和图4b所示，驱动组件140包括驱动电机149、传动轮142、与传动轮142相连的传送带143、以及包胶轮145。电机149与传动轮142连接，包胶轮145通过传送带143与传动轮142相连。并且，包胶轮145与待检测的管状元件160连接。这样，通过电机149驱动传动轮142同步转动，可以带动包胶轮145转动，包胶轮145带动管状元件160绕其自身轴线转动，从而可以带动管状元件160转动预定角度。

[0047] 在一种实施方式中，驱动组件140还包括张紧轮144，与传动轮142相连的传送带143经过张紧轮144后与包胶轮145相连。驱动电机149、传动轮142、传送带143、包胶轮145、

张紧轮144这些部件均属于驱动组件140中的转动机构的结构部件。驱动组件140还包括用于安装转动机构的固定支架141，这里，驱动电机149、传动轮142、传送带143、包胶轮145、张紧轮144均安装于固定支架141上。张紧轮144例如通过张紧轮支架146安装在固定支架141上，但本发明不限于此。

[0048] 电机149通过连接轴147与传动轮142连接。具体地，连接轴147的一端通过万向节148与电机149连接，连接轴147的另一端与传动轮142连接。从而，电机149可以将转矩传递到传动轮142，传动轮142再通过经张紧轮张紧后的传送带143将转矩传递到包胶轮145，使包胶轮145带动与其连接的管状元件160转动。

[0049] 需要说明的是，如图1和图4a所示，驱动组件140可以由一个电机149驱动前后两组转动机构。这里，电机149与前后两组转动机构中的传动轮142分别通过连接轴147、万向节148连接。应当理解，两组转动机构分别布置在待检测的管状元件160的前部和后部的下方，并在电机149的驱动下同步转动，这样，可以保证管状元件160的平衡，并驱动管状元件160稳定地转动。

[0050] 根据一个实施例，如图1所示，系统100还包括光源150，光源150布置在管状元件160远离相机和镜头的一侧，换言之，光源150沿管状元件的轴线方向布置在管状元件160的后方。光源150作为背光源，用于对待检测的管状元件160进行背光式打光。需要说明的是，通过对管状元件进行背光式打光，在通过相机和镜头沿管状元件轴向拍摄图像后，图像上可以突出待检测的管状元件与背景的对比度。

[0051] 图6示出了根据本发明一个实施例的管状元件的第一图像或第二图像。如图6所示，图像中的呈现的待检测的管状元件的特征为纯黑色，背景为白色，从而可以清楚显示待检测的管状元件的轴向轮廓(相当于截面轮廓)，这样，根据清楚的轮廓形状更容易确定一个或多个隔离块的分布位置。

[0052] 图5示出了根据本发明一个实施例的光源150的结构示意图。如图5所示，光源150包括光源固定支座151、固定安装在光源固定支座151上的平行光源152。平行光源152可以通过螺栓固定在光源固定支座151上。平行光源152例如是LED平板，但不限于此。

[0053] 需要说明的是，由于在待检测的管状元件160的下方布置有系统100中的零部件(例如驱动组件的零部件)，会对采集的图像造成干涉，参见图6中的下半部区域。这样，导致采集的图像难以处理，也难以确定隔离块的分布位置。

[0054] 根据一个实施例，预定角度为180°。也就是说，在通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第一图像后，通过驱动组件140带动管状元件160转动180°，随后再通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第二图像。相机131可以将采集的第一图像和第二图像发送给计算设备。

[0055] 图7示出了根据本发明一个实施例的管状元件的隔离块分布图像。这里，隔离块分布图像是计算设备根据第一图像和第二图像处理后得到的图像。

[0056] 具体而言，计算设备在获取相机采集的第一图像和第二图像后，在根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置时，分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接，得到隔离块分布图像。

[0057] 这里，拼接后得到的隔离块分布图像即是管状元件160完整的轴向正投影视图，可以清楚、完整的呈现隔离块的分布位置。也就是说，通过将第一图像和第二图像的上半部区

域进行拼接后，可以得到清楚、完整的隔离块分布图像。这样，计算设备可以根据隔离块分布图像确定隔离块的精确分布位置。

[0058] 还需要说明的是，根据本发明的实施例，位姿检测系统100可以设置双工位来同步检测两个管状元件160。具体地，如图1所示，系统100中的各个结构部件均设置于底板110上。在底板110上，可以左右对称地布置两个工位，每个工位分别设置一组图像采集组件130、驱动组件140、光源150。每个工位分别检测一个管状元件160，这样可以实现同步检测两个管状元件，进一步提高检测速度，有利于批量生产过程中的快速检测。

[0059] 根据本发明的技术方案，提供了一种位姿检测系统和方法，通过相机和镜头沿管状元件(燃料棒)的轴向采集第一图像，通过驱动组件带动管状元件转动180°后采集管状元件的第二图像，计算设备通过对第一图像和第二图像进行处理可以得到管状元件的清楚、完整的轴向正投影视图。并且，基于背光式打光，可以获得管状元件的轴向轮廓图。这样，基于轮廓图有利于简化算法，可以方便、高效、精确地确定隔离块的分布位置以及管状元件的位姿，提高系统了的检测精度和检测效率。

[0060] 图8示出了根据本发明一个实施例的位姿检测方法800的流程图。

[0061] 方法800在位姿检测系统100中执行，适于检测管状元件160的位姿。如上文所述，管状元件165的外壁包括一个或多个隔离块165。如图8所示，方法始于步骤S810。

[0062] 在步骤S810中，沿管状元件的轴向采集管状元件160的第一图像。步骤S810由系统100中的图像采集组件130(相机131、镜头133)执行。如前文所述，相机131和镜头133沿管状元件的轴线方向布置在管状元件160的前方，通过相机和镜头沿管状元件160的轴向采集管状元件160的图像。

[0063] 随后，在步骤S820中，将管状元件160转动预定角度。步骤S820由系统100中的驱动组件140执行。即，通过驱动组件140带动管状元件160转动预定角度。

[0064] 随后，在步骤S830中，沿管状元件160的轴向采集管状元件的第二图像。步骤S830也是由系统100中的图像采集组件130(相机131、镜头133)执行，即，通过相机和镜头沿管状元件160的轴向采集管状元件160的第二图像。

[0065] 最后，在步骤S840中，根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置，根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿。步骤S840是由系统100中的计算设备执行。计算设备获取相机采集的第一图像和第二图像，随后根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置。这里，本发明对计算设备确定隔离块分布位置所采用的具体算法不做限制。

[0066] 需要说明的是，由于在待检测的管状元件160的下方布置有系统100中的零部件(例如驱动组件的零部件)，会对采集的图像造成干涉，参见图6中的下半部区域。这样，导致采集的图像难以处理，也难以确定隔离块的分布位置。

[0067] 根据一个实施例，预定角度为180°。也就是说，在通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第一图像后，通过驱动组件140带动管状元件160转动180°，随后再通过相机131和镜头133沿管状元件的轴向采集管状元件160的第二图像。相机131可以将采集的第一图像和第二图像发送给计算设备。

[0068] 计算设备根据第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置的方法包括：分别截取第一图像和第二图像的上半部区域并进行拼接，得到隔离块分布图像。进而，计算设备根据隔离块分布图像确定隔离块的分布位置。

[0069] 隔离块分布图像如图7所示。这里，拼接后得到的隔离分布图像即是管状元件160完整的轴向正投影视图，可以清楚、完整的呈现隔离块的分布位置。这样，计算设备可以根据隔离块分布图像确定隔离块的精确分布位置。

[0070] 在步骤S810之前，即在采集管状元件的第一图像之前，通过光源150对管状元件160进行背光式打光。这里，光源150布置在管状元件160远离相机和镜头的一侧，换言之，光源150沿管状元件的轴线方向布置在管状元件160的后方。需要说明的是，通过对管状元件进行背光式打光，在通过相机和镜头沿管状元件轴向拍摄图像后，图像上可以突出待检测的管状元件与背景的对比度。如图6所示，图像中的呈现的待检测的管状元件的特征为纯黑色，背景为白色，从而可以清楚显示待检测的管状元件的轴向轮廓，这样，根据清楚的轮廓形状更容易确定一个或多个隔离块的分布位置。

[0071] 另外，在采集管状元件的第一图像之前，还通过镜头调节装置120调节镜头在水平方向的位置、竖直方向的位置、横摆角度和/或俯仰角度，以使镜头33与待检测的管状元件160同轴。这样，可以通过相机和镜头采集到管状元件160的轴向正投影图像。

[0072] A8、如A7所述的系统，其中：所述相机与镜头通过夹具连接；所述角度调节平台与所述夹具固定连接。

[0073] A9、如A1-A8任一项所述的系统，其中，所述管状元件为燃料棒。

[0074] B13、如B10-B12任一项所述的方法，其中，在采集管状元件的第一图像之前，还包括步骤：调节镜头在水平方向的位置、竖直方向的位置、横摆角度和/或俯仰角度，以使镜头与所述管状元件同轴。

[0075] 本说明书的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“连接”、“固定”等均应做广义理解。此外，术语“前”“后”“上”、“下”、“内”、“外”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或单元必须具有特定的方向、以特定的方位构造和操作，因此，不能理解为对本发明的限制。

[0076] 在本说明书的描述中，术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0077] 在此处所提供的说明书中，说明了大量具体细节。然而，能够理解，本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实践。在一些实例中，并未详细示出公知的方法、结构和技术，以便不模糊对本说明书的理解。

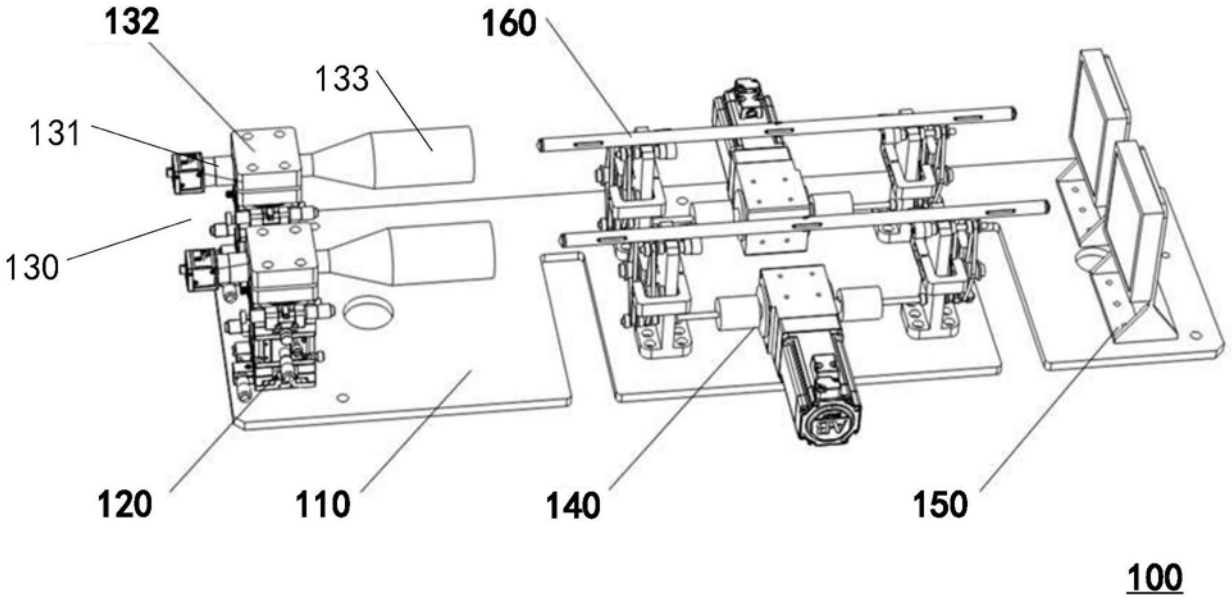


图1

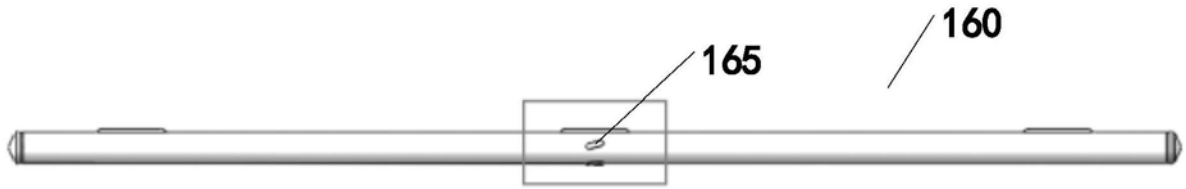


图2a

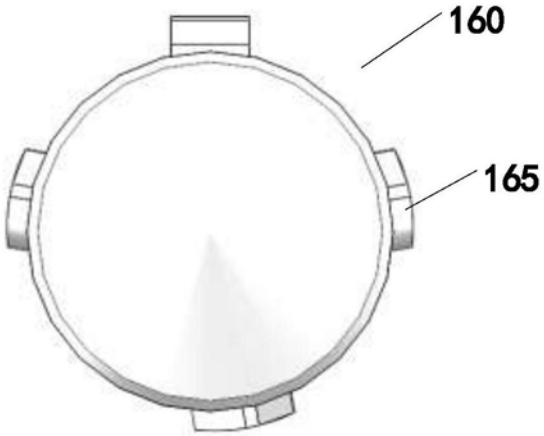


图2b

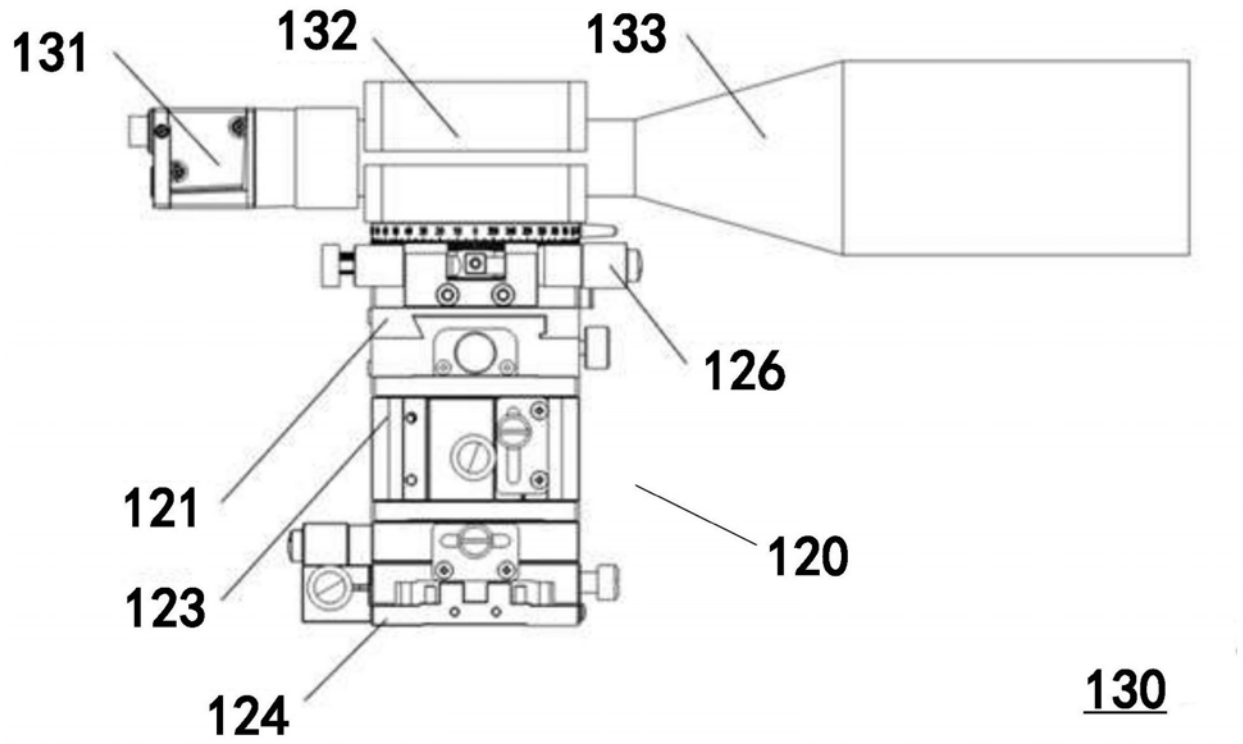


图3a

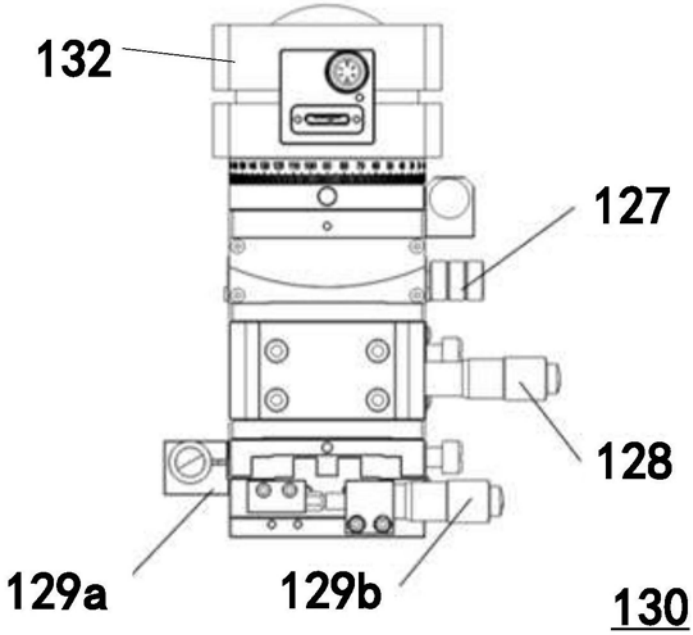


图3b

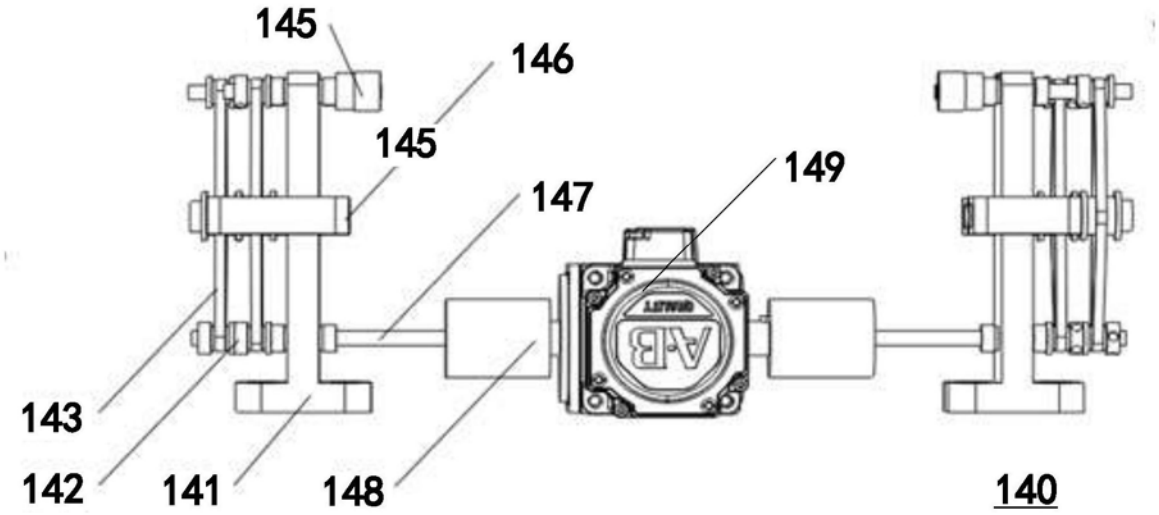


图4a

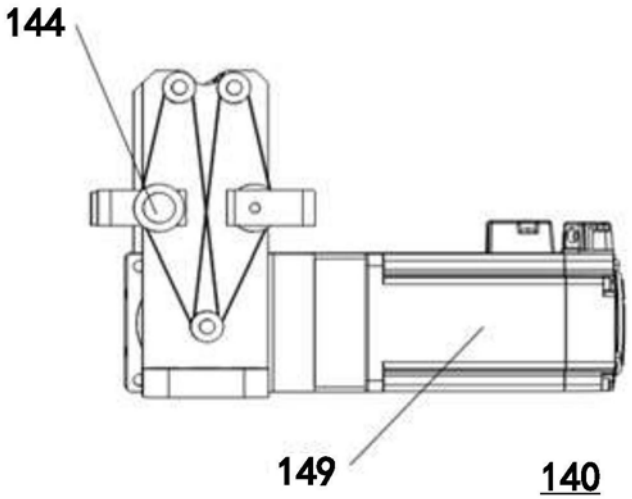


图4b

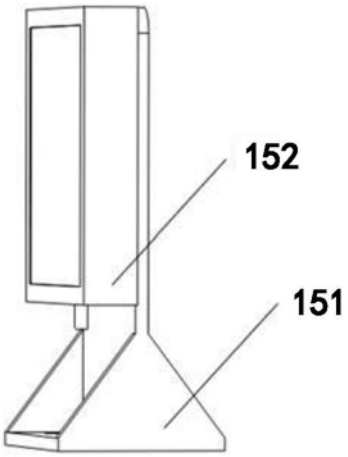


图5



图6



图7

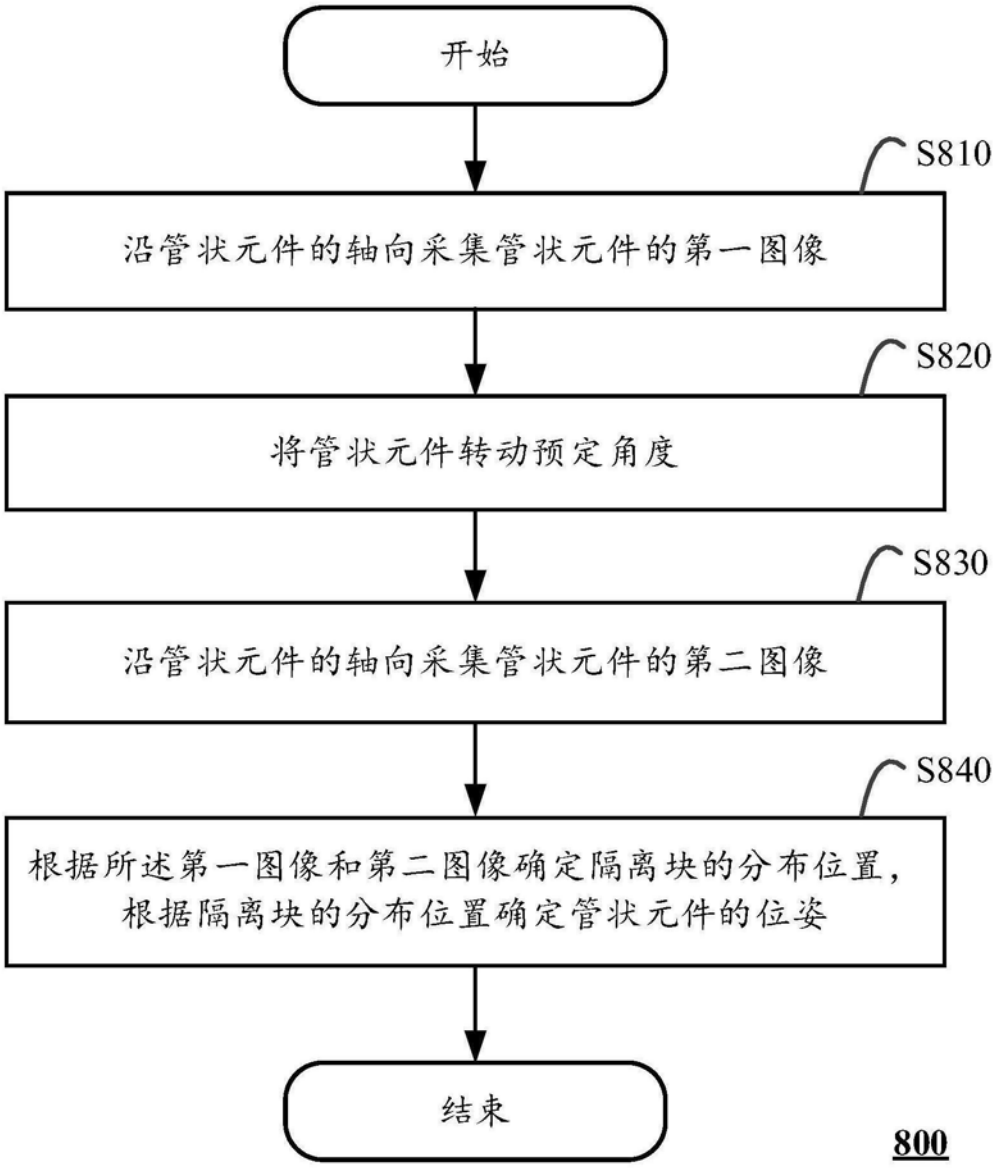

开始
S810
沿管状元件的轴向采集管状元件的第一图像
S820
将管状元件转动预定角度
S830
沿管状元件的轴向采集管状元件的第二图像
S840
根据所述第一图像和第二图像确定隔离块的分布位置，
根据隔离块的分布位置确定管状元件的位姿
结束
800

图8