

标定组件、标定模体及标定方法

技术领域

本公开的至少一种实施例涉及一种对 CT 成像系统进行标定的标定模体，具体地涉及一种在 CT 成像系统执行扫描操作之前进行标定的标定组件、标定模体及标定方法。

背景技术

CT（Computed Tomography）成像技术目前广泛应用于医疗和安检等多个领域，能够无损地获取被测物体或人员内部结构的三维图像信息。在 CT 成像过程中，CT 成像系统的几何误差会造成重建的三维图像发生结构扭曲，产生 CT 值不准或环状伪影等问题。CT 成像系统通常包括 X 光机、成像物体和探测器，通常通过调整 X 光机或探测器的几何参数，从而来获得重建图像。

在扫描成像之前，通常需要利用标定模体对 CT 成像系统进行标定，通过不断调整成像方法中的几何参数值，从而获得最接近真实扫描系统结构的最优几何参数值。现有的几何标定方法主要是针对螺旋扫描锥束 CT 设备，通过手动或电动调节 CT 设备上的某些构件，依靠人为主观判断或客观指标来确定构件调节的方法和效果。上述调节装置及调节方法通常费时费力，且受到主观因素影响较大。现有 CT 成像系统的几何参数繁多且较复杂，通过相关技术中的几何标定装置及标定方法无法获得最佳的图像重建效果。

发明内容

鉴于现有技术的上述或者其他方面的至少一种技术问题，本公开的实施例，提供一种标定组件、标定模体及标定方法，可以提高 CT 成像系统的标定精度。

根据本公开的第一个方面，提供了一种标定组件，包括：

基部；以及

多个标定丝，所述标定丝分散地连接于所述基部上，所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所述基部对 X 射线的吸收能力。

根据本公开的实施例，标定组件还包括两个安装部，所述安装部设置在所述基部的相对的两端。

根据本公开的实施例，所述标定丝的截面形状设置成大致圆形、椭圆形、矩形、正方形、多边形中的一种或多种。

根据本公开的实施例，所述标定丝的截面外切圆直径为 0.5~5mm。

根据本公开的实施例，所述基部形成平坦的板状，所述标定丝在所述基板上沿长度方向布置。

根据本公开的实施例，相邻所述标定丝之间的间距相等和/或不相等。

根据本公开的实施例，所述标定丝的至少一端从所述基部的一侧伸出。

根据本公开的实施例，所述基部包括两个平行布置的子基部，所述标定丝连接在两个所述子基部之间。

本公开的第二方面提供了一种标定模体，包括：

支撑框架；以及

至少一个如前文所述的标定组件连接于所述支撑框架内部；所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所述支撑框架对 X 射线的吸收能力。

根据本公开的实施例，每个所述标定组件通过设置在所述标定组件两端的安装部连接于所述支撑框架内部。

根据本公开的实施例，所述支撑框架设置成大致六面体形的箱体；

至少两个标定组件沿所述支撑框架的长度方向设置。

根据本公开的实施例，各个所述标定组件的标定丝分别在支撑框架的高度方向和/或长度方向上的投影互不重合。

根据本公开的实施例，沿所述支撑框架的长度方向设置的所述至少两个标定组件在长度方向上的投影互不重合。

根据本公开的实施例，沿所述支撑框架的长度方向设置的所述至少两个标定组件在高度方向上的投影互不重合。

根据本公开的实施例，至少两个标定组件在所述支撑框架的横向方向上的投影相互交叉且在长度方向上的投影互不重合。

本公开的第三方面提供了一种标定方法，包括：

在扫描系统的扫描通道中放置如前文所述的标定模体；

对所述标定模体进行 X 射线扫描，得到所述标定模体的成像结果；

根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价，得到第一评价结果；

所述第一评价结果满足预设条件，则完成所述扫描系统的标定；

所述第一评价结果不满足预设条件，则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值，并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤。

根据本公开的实施例，所述第一评价结果不满足预设条件，则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值，并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤后还包括如下步骤：

根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价，得到第二评价结果；

所述第二评价结果满足预设条件，则完成所述扫描系统的标定；

所述第二评价结果不满足预设条件，则根据参考评价结果调节所述预设系统的几何参数值，并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤；其中，所述参考评价结果表征为第一评价结果和与所述第一评价结果相邻的所述第二评价结果之间的比较值。

根据本公开的实施例，对所述标定模体进行 X 射线扫描，得到所述标定模体的成像结果的步骤后还包括如下步骤：

根据预设系统几何参数值，将所述标定模体的成像结果进行仿真，得到仿真结果；

将所述仿真结果与成像结果对比，得到对比数据；

所述对比数据满足预设条件，则完成所述扫描系统的标定；

所述对比数据不满足预设条件，则根据所述对比数据调节所述预设系统几何参数值，并重复根据预设系统几何参数值，将所述标定模体的成像结果进行仿真的步骤。

根据本公开的实施例，所述标定模体的长度方向与扫描方向垂直。

根据本公开的实施例，对所述标定模体进行 X 射线扫描包括：

若所述标定模体与所述扫描系统的扫描通道的尺寸接近，则对所述标定模体扫描一次；

若所述标定模体的尺寸小于所述扫描系统的扫描通道的尺寸，则改变所述标定模体在所述扫描通道中的位置并对标定模体进行多次扫描。

根据本公开的实施例，所述参数包括：扫描系统中光源和探测器间的相对位置和姿态。

根据本公开的实施例，所述仿真结果包括投影域仿真结果、投影域参数化仿真结果、图像域仿真结果、图像域参数化仿真结果中的一种或多种。

根据本公开的实施例，所述成像结果包括扫描数据、DR 图像、切片图像、三维重建图像中的一种或多种。

根据本公开上述实施例的标定丝、标定模体及标定方法，通过将标定组件的标定丝分散地连接于基部上，利用标定丝对 X 射线的吸收能力大于基部对 X 射线的吸收能力的特点，将上述标定丝应用于标定模体中，并将该标定模体在扫描系统中进行扫描，通过不断调整成像方法中的几何参数值，从而获得最接近真实扫描系统结构的最优几何参数值，提高了扫描系统的成像效果。

附图说明

通过以下参照附图对本公开实施例的描述，本公开的上述内容以及其他目的、特征和优点将更为清楚，在附图中：

图 1a 示意性示出了根据本公开的一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；

图 1b 示意性示出图 1a 所示的标定组件的侧视图；

图 2 示意性示出了根据本公开的另一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；

图 3 示意性示出了根据本公开的又一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；

图 4a 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；

图 4b 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的侧视图；

图 4c 示意性示出图 4a 所示的标定组件的另一种标定丝布置方式；

图 5 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的侧视图；

图 6 示意性示出了根据本公开实施例的标定模体的立体示意图；

图 7 示出了本公开的一种示例性实施例的 CT 扫描设备的简易示意图；

图 8 示出了本公开的一种示例性实施例的 CT 成像系统的原理性示意图；以及

图 9 至图 11 示意性示出了根据本公开实施例的标定方法的流程图。

【附图中本公开实施例主要元件符号说明】

100-标定组件；

101-基部；

102-标定丝；

1021-标定丝组；
103-安装部；
200-支撑框架；
1-X 射线源；
2-探测器阵列；
3-滑环；
4-输送装置；
5-被检查目标；
6-扫描通道；
10-CT 成像系统。

具体实施方式

以下，将参照附图来描述本公开的实施例。但是应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本公开的范围。在下面的详细描述中，为便于解释，阐述了许多具体的细节以提供对本公开实施例的全面理解。然而，明显地，一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本公开的概念。

在此使用的术语仅仅是为了描述具体实施例，而并非意在限制本公开。在此使用的术语“包括”、“包含”等表明了所述特征、步骤、操作和/或部件的存在，但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作或部件。

在此使用的所有术语（包括技术和科学术语）具有本领域技术人员通常所理解的含义，除非另外定义。应注意，这里使用的术语应解释为具有与本说明书的上下文相一致的含义，而不应以理想化或过于刻板的方式来解释。

在使用类似于“A、B 和 C 等中至少一个”这样的表述的情况下，一般来说应该按照本领域技术人员通常理解该表述的含义来予以解释（例如，“具有 A、B 和 C 中至少一个的系统”应包括但不限于单独具有 A、单独具有 B、单独具有 C、具有 A 和 B、具有 A 和 C、具有 B 和 C、和/或具有 A、B、C 的系统等）。

根据本公开的一种总体上的发明构思，提供一种标定组件，包括：基部和多个标定丝，所述标定丝分散地连接于所述基部上，所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所

述基部对 X 射线的吸收能力。

根据本公开另一种总体上的发明构思，提供一种标定模体，包括：支撑框架和至少一个上述的标定组件，所述标定组件连接于所述支撑框架内部，所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所述支撑框架对 X 射线的吸收能力。

根据本公开再一种发明构思，提供一种标定方法，包括如下步骤：

在扫描系统的扫描通道中放置如前文所述的标定模体；

对所述标定模体进行 X 射线扫描，得到标定模体的成像结果；

根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价，得到第一评价结果；

所述第一评价结果满足预设条件，则完成所述扫描系统的标定；

所述第一评价结果不满足预设条件，则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值，并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤。

图 7 示出了本公开的一种示例性实施例的 CT 扫描设备的简易示意图；图 8 示出了本公开的一种示例性实施例的 CT 成像系统的原理性示意图。

CT 成像系统 10 主要包括支撑框架、可转动地安装在支撑框架上的滑环（转动架，rotating gantry）3、安装在滑环 3 上的 X 线源 1 和探测器阵列 2。在对被检查目标 5 进行检查期间，控制器接收用户通过工作站处的计算机输入的操作指令，并根据操作指令控制驱动机构动作；滑环 3 在驱动机构的驱动下带动 X 射线源 1 和探测器阵列 2 转动，同时 X 射线源 1 在控制器的控制下可产生 X 射线束，所述 X 射线束穿过在检查通道 6 中移动的输送装置 4 上的被检查目标 5，并照射到探测器阵列 2 上；探测器阵列 2 将接收的 X 射线束转换成电信号并传输到数据获取模块（data acquisition module）；图像重构模块接收数据获取模块的数据，并将所接收数据进行重构并产生图像数据；所产生的图像数据传输到计算机，从而对被检查的目标进行识别和检查。一般地，在扫描成像之前，通常需要利用标定模体对 CT 成像系统进行标定，通过不断调整成像方法中的几何参数值，从而获得最接近真实扫描系统结构的最优几何参数值，提高 CT 成像系统的成像效果。

图 6 示意性示出了根据本公开实施例的标定模体的立体示意图；图 1a 示意性示出了根据本公开的一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；图 1b 示意性示出图 1a 所示的标定组件的侧视图。

参见图 6，根据本公开的一种示例性实施例，提供一种标定模体，包括标定组件

100 和支撑框架 200。

在一种实施例中，如图 1a 和图 1b 所示，该标定组件 100 包括：基部 101 和多个标定丝 102。标定丝 102 分散地连接于基部 101 上，标定丝 102 对 X 射线的吸收能力大于基部 101 对 X 射线的吸收能力。

在一种实施例中，标定组件 100 还包括两个安装部 103，安装部 103 设置在基部 101 的相对的两端。

可选择对 X 射线吸收强的材料制作标定丝 102，例如：铁、铜、铅或镅中的一种或其组合，例如标定丝由钢丝制成。可选择对 X 射线吸收弱的材料制作基部 101，例如：有机玻璃、亚克力、树脂等。将标定丝 102 及基部 101 选择上述材料，可使标定丝 102 在重建图像中非常集中，而不会出现发散现象，由此可将标定组件在扫描系统中的重建图像从背景区域中清晰地分辨出来，进而也易于判断标定丝 102 重建图像是否良好。

如图 1a 和图 1b 所示，本公开实施例中的标定丝 102 形状为长条形，但标定丝 102 的形状不限于此，可近似为圆柱体、棱柱体、三角体或其他不规则柱状体等，这里不再一一例举。标定丝的截面形状可近似为圆形、椭圆形、矩形、正方形、多边形或其他不规则形状。

一般地，标定丝 102 形状近似为圆柱体，为了确保标定组件在扫描系统中的重建图像对应少量的探测器像素，可将标定丝 102 的直径制作的尽可能小，例如：标定丝 102 的直径范围可确定为 1~2mm，优选地为 0.5~5mm。

如图 1a 所示，基部 101 形成为平坦的板状，标定丝 102 在基部 101 上沿长度方向布置。

具体的，沿该长度方向，相邻两个标定丝 102 的间距一般不做具体限制。例如，为了加工和标定方便，标定丝 102 在基部 101 上沿长度方向可以选择等间距布置。

作为本公开的具体实施例，上述标定丝 102 的至少一端从基部 101 的一侧伸出，并且伸出的长度大致相同。

如图 1a 和图 1b 所示，标定丝 102 从基部 101 的同一侧伸出。

可选择的，可将单一标定丝 102 一端固连于基部 101 上。

可选择的，可将标定丝 102 的左端固连于基部 101 上，且多个标定丝 102 在基部 101 的长度方向布置。这里需要说明的是，为了加工和标定方便，相邻标定丝 102 之

间的间距可以选择等间距布置，也可以根据实际标定需要选择不相等间距布置，这里不再进行具体限定。

可选择的，如图 2 所示，多个标定丝 102 在基部 101 的长度方向等间距布置作为一个标定丝组 1021，多个标定丝组 1021 沿基部 101 的宽度方向布置。这里需要说明的是，关于多个标定丝 102 之间或者多个标定丝组 1021 之间的间隔是等间距布置或者是不等间距布置根据实际标定需要进行设置，这里不再进行具体限定。

可选择的，如图 3 所示，多个标定丝 102 在基部 101 沿圆周方向布置作为一个标定丝组 1021，多个标定丝组 1021 沿径向布置成多个环形。这里需要说明的是，关于多个标定丝 102 之间或者多个标定丝组 1021 之间的间隔是等间距布置或者是不等间距布置根据实际标定需要进行设置，这里不再进行具体限定。

图 4a 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的立体示意图；图 4b 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的侧视图。如图 4a、图 4b 所示，标定丝 102 从基部 101 的两侧伸出。

可选择的，可将标定丝 102 的中部固连于基部 101 上，且多个标定丝 102 在基部 101 的长度方向布置。相邻标定丝 102 之间的间距可以相等，也可以不相等，根据实际标定需要进行设置即可，这里不再进行具体限定。

图 4c 示意性示出图 4a 所示的标定组件的另一种标定丝布置方式。

如图 4c 所示，固连于基部 101 两侧的标定丝 102 的轴线不同轴设置。具体的，可将标定丝 102 的一端分别固连于基部 101 的上沿面和下沿面上，且多个标定丝 102 在基部 101 的长度方向布置。

这里需要说明的是，固连于基部 101 上沿面的标定丝 102 的轴线与固连于基部 101 下沿面的标定丝 102 的轴线可以同轴设置，如图 4a、图 4b 所示。也可以不同轴设置，如图 4c 所示。根据实际标定需要进行设置即可，这里不再进行具体限定。

这里还需要说明的是，相邻标定丝 102 之间的间距可以相等，也可以不相等，根据实际标定需要进行设置即可，这里不再进行具体限定。

图 5 示意性示出了根据本公开的再一种示例性实施例的标定组件的侧视图。如图 5 所示，可将标定丝 102 的两端分别固定于基部 101 的两块子基部上。可选择的，多个标定丝 102 在基部 101 的长度方向等间距布置。

标定丝 102 在基部 101 上的连接方式包括但不限于图 1a 至图 5 中所示的连接方式。

例如，成行布置的标定丝可以以相同的倾斜方式设置在基部上。

如图 6 所示，本公开的另一实施例还公开了一种标定模体，包括：支撑框架 200 和至少一个如前文所述的标定组件 100。该标定组件 100 通过安装部 103 连接于支撑框架 200 内部。例如：可通过螺钉将安装部 103 与支撑框架 200 连接起来。

标定丝 102 对 X 射线的吸收能力大于支撑框架 200 对 X 射线的吸收能力。

关于标定组件的个数可以不做具体限定，根据标定需要而设置，例如可以为 1 个、2 个、3 个、4 个、5 个、6 个、7 个、8 个等。

支撑框架 200 可以设置成大致六面体形的箱体。

在一些设置至少两个标定组件的实施例中，标定组件可以沿支撑框架 200 的长度方向设置。在一些仅设置一个标定组件的实施例中，标定组件设置的位置够完成标定任务即可，不再进行具体限定。

如图 6 所示，各个标定组件 100 在支撑框架 200 的内部空间交错布置，各个标定组件 100 的标定丝 102 分别在支撑框架 200 的高度方向和/或长度方向上的投影互不重合。如图 6 所示，本实施例中在支撑框架 200 内部连接了八组标定组件 100，各个标定组件 100 在支撑框架 200 上的连接位置和姿态均不相同。由此可使各个标定组件 100 在扫描系统中清晰成像，且各个标定组件 100 中的标定丝 102 互不重叠，便于标定组件清晰成像，可更准确、更便捷获得标定模体成像的真值。

在一种示例性实施例中，如图 6 所示，沿支撑框架 200 的长度方向设置的至少两个标定组件在长度方向上的投影互不重合。在另一种示例性实施例中，沿支撑框架 200 的长度方向设置的至少两个标定组件在高度方向上的投影互不重合。

根据公开的实施例，至少两个标定组件在支撑框架 200 的横向方向上的投影相互交叉且在长度方向上的投影互不重合。

上述实施例中涉及标定组件在不同方向上的投影间“互不重合”的设置，主要考虑是为了标定方便。不过在一些实施例中标定组件间是可能发生相互重合的情况。例如，标定丝按照二维排布，部分标定丝之间在某些角度下可能会发生重合，但是也可以重建。还例如，可能不同角度上的投影都会有标定丝投影重合，也可适用于标定。

可以理解，标定丝可以设置成相对于基部 101 水平、竖直、左倾斜、右倾斜。标定模体中可以有一组或多组标定丝，每组标定丝可以相对于标定模体的长度方向水平、竖直、左倾斜或右倾斜放置，每组标定丝的高度位置也可以多式多样。

为了获得更好的标定效果,CT 扫描系统中的标定模体应当为简单、易分辨的物体,从而便于在 CT 扫描系统重建图像中评价重建效果。由此,可从标定模体的投影数据中获得有效的投影信息作为标定过程中的目标“真值”,从而使得标定后的结果尽可能地接近该“真值”。此外,应尽量使标定模体能够尽可能覆盖 CT 扫描系统的整个扫描区域或者指定的标定区域范围,这样标定后在该区域范围内重建图像的效果能够达到整体最优,避免某些区域的重建图像出现明显的图像质量下降。

参见图 7 和 8,标定模体可实行多视角扫描成像方式,即:将制作好的标定模体被检测目标 5 放置于在 CT 扫描系统的扫描通道 6 中移动的输送装置(例如传送带)4 上,使得标定模体随输送装置 4 在扫描通道 6 内移动,X 射线源 1 在控制器的控制下可产生 X 射线束,实现多个成像视角下的扫描投影成像。如果标定模体的整体尺寸较小,那么可以将标定模体在扫描通道 6 中放置于不同位置,不同姿态,使标定丝 102 分布范围覆盖主要成像区域或整个扫描通道。从参数最优化的角度来看,标定丝 102 的扫描投影数据越多、在扫描通道 6 中分布范围越大,分布间隔的越均匀,标定方法对数据的误差容忍度越大,相应投影数据标定后得到的几何参数也更加接近真实的参数值,其重建出来的三维图像的效果较佳。

为了更详细描述扫描系统的扫描流程,以下结合图 9-11 对扫描过程进行介绍。

图 9 示意性示出了根据本公开实施例的标定方法的流程图。

如图 9 所示,本公开的另一实施例还公开了一种标定方法,该标定方法包括如下步骤 S110 至步骤 S150:

步骤 S110: 在扫描系统的扫描通道中放置如前文所述的标定模体。

步骤 S120: 对所述标定模体进行 X 射线扫描,得到标定模体的成像结果。其中,成像结果可以选择扫描数据、DR 图像、切片图像或三维重建图像。

步骤 S130: 根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价,得到第一评价结果。

步骤 S140: 所述第一评价结果满足预设条件,则完成所述扫描系统的标定。

步骤 S150: 所述第一评价结果不满足预设条件,则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值,并返回步骤 S130。

图 10 示意性示出了根据本公开实施例的标定方法的流程图。

如图 10 所示,本公开的另一实施例还公开了一种标定方法,该标定方法包括如下步骤 S210 至步骤 S280:

步骤 S210: 在扫描系统的扫描通道中放置如前文所述的标定模体。

步骤 S220: 对所述标定模体进行 X 射线扫描, 得到标定模体的成像结果。其中, 成像结果可以选择扫描数据、DR 图像、切片图像或三维重建图像。

步骤 S230: 根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价, 得到第一评价结果。

步骤 S240: 所述第一评价结果满足预设条件, 则完成所述扫描系统的标定。

步骤 S250: 所述第一评价结果不满足预设条件, 则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值, 并返回步骤 S230。

步骤 S260: 重复执行步骤 S230, 得到第二评价结果。

步骤 S270: 所述第二评价结果满足预设条件, 则完成所述扫描系统的标定。

步骤 S280: 所述第二评价结果不满足预设条件, 则根据参考评价结果调节所述预设系统的几何参数值, 并返回步骤 S230。

其中, 所述参考评价结果表征为第一评价结果和与所述第一评价结果相邻的所述第二评价结果之间的比较值。由此, 参考评价结果一般为相邻两个循环得到的评价结果之间的比较值, 例如, 第二评价结果与第三评价结果之间的比较值、第三评价结果与第四评价结果之间的比较值等。

图 11 示意性示出了根据本公开实施例的标定方法的流程图。

如图 11 所示, 本公开的又一实施例还公开了一种标定方法, 该标定方法包括如下步骤 S310 至步骤 S360:

步骤 S310: 在扫描系统的扫描通道中放置如前文所述的标定模体。

步骤 S320: 对标定模体进行 X 射线扫描, 得到标定模体的成像结果。其中, 成像结果可以选择扫描数据、DR 图像、切片图像或三维重建图像。

步骤 S330: 根据预设系统几何参数值, 将标定模体的成像结果进行仿真, 得到仿真结果。其中, 仿真结果可以选择投影域仿真结果、投影域参数化仿真结果、图像域仿真结果或图像域参数化仿真结果。

具体的, 预设系统几何参数值可以为现有的系统几何参数值或调节后的系统几何参数值。

其中, 仿真方法可以选择纯参数拟合法、DR 建模投影仿真、CT 重建投影仿真中的一种或多种。

步骤 S340: 将仿真结果与实际结果对比, 得到对比数据。这里需要说明的是, 实

际结果可以为 DR 图像、切片图像或三维图像等。

步骤 S350: 所述对比数据满足预设条件, 则完成所述扫描系统的标定。

步骤 S360: 所述对比数据不满足预设条件, 则根据所述对比数据调节所述预设系统几何参数值, 并返回步骤 S330。

作为本公开的另一具体实施例, 可将标定模体的长度方向与 X 射线源 1 的扫描方向垂直, 以此角度来对标定模体进行扫描。

在步骤 S320 中, 对标定模体进行 X 射线扫描包括:

若标定模体与扫描系统的扫描通道的尺寸接近, 则对标定模体扫描一次。

若标定模体的尺寸小于扫描系统的扫描通道的尺寸, 则改变标定模体在扫描通道中的位置并对标定模体进行多次扫描。这样, 标定模体能够尽可能覆盖 CT 成像系统的整个扫描区域或者指定的标定区域范围, 这样标定后在该区域范围内重建图像的效果能够达到整体最优, 可以避免某些区域的重建图像出现明显的图像质量下降。

在步骤 S330 中所述的参数包括: 扫描系统中光源和探测器间的相对位置和姿态。这样, 通过将制作好的标定模体放置于 CT 成像系统的扫描通道中, 实现多个成像视角下的扫描成像。

在这种 CT 成像系统, X 射线源 1 和探测器阵列 2 相对静止并围绕被测目标 5 进行旋转扫描。为了获得标定模体的重建图像, 可以设定 X 射线源和探测器阵列的旋转不同角度来对标定模体进行成像 (例如间隔 0.5° 扫描一周共 720 次)。为了获得更好的重建效果, 可以降低扫描角度间隔, 也可以增加扫描角度数量。

上面以具有滑环的 CT 成像系统对本公开实施例的标定方法进行了描述。本领域技术人员能够理解, 本公开实施例的标定模体和标定方法也可以应用于静态 CT 成像系统示意图。在静态 CT 成像系统中, X 射线源和探测器阵列相对于支撑框架固定不动, 无需旋转, 通过多个扫描级来等效获得不同视角下的扫描成像。考虑到不同扫描级的参考坐标系存在差异, 通常的做法是每个扫描级先单独进行几何参数标定, 然后再将不同扫描级的坐标系统一后得到最终标定后的系统几何参数。为了降低数据处理量, 标定过程中可以降低输送装置的皮带速度, 使得每个标定组件中的标定丝可以同时出现在同一重建切片中。

使用本公开的标定组件、标定模体和标定方法, 通过将标定组件的标定丝分散地连接于基部上, 利用标定丝对 X 射线的吸收能力大于基部对 X 射线的吸收能力的特点,

将上述标定丝应用于标定模体中，并将该标定模体在扫描系统中进行扫描，通过不断调整成像方法中的几何参数值，从而获得最接近真实扫描系统结构的最优几何参数值，提高了扫描系统的成像效果。进一步地，通过多次扫描标定模体成像，判断扫描的对比数据是否满足预设标准，能够快速、有效、准确地获得最优的系统几何参数，从而获得图像效果更好的三维重建图像，配合其他系统模块更准确地开展物体识别等工作，获得更好的现场应用效果，提高客户的满意度。

本领域技术人员可以理解，本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合和/或结合，即使这样的组合和/或结合没有明确记载于本公开中。特别地，在不脱离本公开精神和教导的情况下，本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合和/或结合。所有这些组合和/或结合均落入本公开的范围。

以上对本公开的实施例进行了描述。但是，这些实施例仅仅是为了说明的目的，而并非为了限制本公开的范围。尽管在以上分别描述了各实施例，但是这并不意味着各个实施例中的措施不能有利地结合使用。本公开的范围由所附权利要求及其等同物限定。不脱离本公开的范围，本领域技术人员可以做出多种替代和修改，这些替代和修改都应落在本公开的范围之内。

权 利 要 求

1. 一种标定组件，包括：
基部；以及
多个标定丝，所述标定丝分散地连接于所述基部上，所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所述基部对 X 射线的吸收能力。
2. 根据权利要求 1 所述的标定组件，还包括两个安装部，所述安装部设置在所述基部的相对的两端。
3. 根据权利要求 1 所述的标定组件，其中，所述标定丝的截面形状设置成大致圆形、椭圆形、矩形、正方形、多边形中的一种或多种。
4. 根据权利要求 3 所述的标定组件，其中，所述标定丝的截面外切圆直径为 0.5~5mm。
5. 根据权利要求 1 所述的标定组件，其中，所述基部形成为平坦的板状，所述标定丝在所述基部上沿长度方向布置。
6. 根据权利要求 5 所述的标定组件，其中，相邻所述标定丝之间的间距相等和/或不相等。
7. 根据权利要求 1-6 中的任一项所述的标定组件，其中，所述标定丝的至少一端从所述基部的一侧伸出。
8. 根据权利要求 1-6 中的任一项所述的标定组件，其中，所述基部包括两个平行布置的子基部，所述标定丝连接在两个所述子基部之间。
9. 一种标定模体，包括：
支撑框架；以及

至少一个如权利要求 1 至 8 中任一项所述的标定组件，连接于所述支撑框架内部，所述标定丝对 X 射线的吸收能力大于所述支撑框架对 X 射线的吸收能力。

10. 根据权利要求 9 所述的标定模体，其中，每个所述标定组件通过设置在所述标定组件两端的安装部连接于所述支撑框架内部。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的标定模体，其中，所述支撑框架设置成大致六面体形的箱体；

至少一个所述标定组件沿所述支撑框架的长度方向设置。

12. 根据权利要求 11 所述的标定模体，其中，各个所述标定组件的标定丝分别在支撑框架的高度方向和/或长度方向上的投影互不重合。

13. 根据权利要求 12 所述的标定模体，其中，沿所述支撑框架的长度方向设置的所述至少两个标定组件在长度方向上的投影互不重合。

14. 根据权利要求 13 所述的标定模体，其中，沿所述支撑框架的长度方向设置的所述至少两个标定组件在高度方向上的投影互不重合。

15. 根据权利要求 12 所述的标定模体，其中，至少两个标定组件在所述支撑框架的横向方向上的投影相互交叉且在长度方向上的投影互不重合。

16. 一种标定方法，包括如下步骤：

在扫描系统的扫描通道中放置如权利要求 9 至 15 中任一项所述的标定模体；

对所述标定模体进行 X 射线扫描，得到所述标定模体的成像结果；

根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价，得到第一评价结果；

所述第一评价结果满足预设条件，则完成所述扫描系统的标定；

所述第一评价结果不满足预设条件，则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值，并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤。

17. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 所述第一评价结果不满足预设条件, 则根据所述第一评价结果调节预设系统的几何参数值, 并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤后还包括如下步骤:

根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价, 得到第二评价结果;

所述第二评价结果满足预设条件, 则完成所述扫描系统的标定;

所述第二评价结果不满足预设条件, 则根据参考评价结果调节所述预设系统的几何参数值, 并重复根据预设的评价方法对所述成像结果进行评价的步骤; 其中, 所述参考评价结果表征为第一评价结果和与所述第一评价结果相邻的所述第二评价结果之间的比较值。

18. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 对所述标定模体进行 X 射线扫描, 得到所述标定模体的成像结果后还包括如下步骤:

根据预设系统几何参数值, 将所述标定模体的成像结果进行仿真, 得到仿真结果;

将所述仿真结果与成像结果对比, 得到对比数据;

所述对比数据满足预设条件, 则完成所述扫描系统的标定;

所述对比数据不满足预设条件, 则根据所述对比数据调节所述预设系统几何参数值, 并重复根据预设系统几何参数值, 将所述标定模体的成像结果进行仿真的步骤。

19. 根据权利要求 16-18 中任一项所述的方法, 其中, 所述标定模体的长度方向与扫描方向垂直。

20. 根据权利要求 16-18 中任一项所述的方法, 其中, 对所述标定模体进行 X 射线扫描包括:

若所述标定模体与所述扫描系统的扫描通道的尺寸接近, 则对所述标定模体扫描一次;

若所述标定模体的尺寸小于所述扫描系统的扫描通道的尺寸, 则改变所述标定模体在所述扫描通道中的位置并对标定模体进行多次扫描。

21. 根据权利要求 16-18 中任一项所述的方法, 其中, 所述参数包括: 扫描系统中光源和探测器间的相对位置和姿态。

22. 根据权利要求 18 中任一项所述的方法，其中，所述步骤根据预设系统几何参数值，将所述标定模体的成像结果进行仿真中的所述仿真方法包括纯参数拟合法、DR 建模投影仿真、CT 重建投影仿真中的一种或多种。

23. 根据权利要求 18 中任一项所述的方法，其中，所述仿真结果包括投影域仿真结果、投影域参数化仿真结果、图像域仿真结果、图像域参数化仿真结果中的一种或多种。

24. 根据权利要求 16-18 中任一项所述的方法，其中，所述成像结果包括扫描数据、DR 图像、切片图像、三维重建图像中的一种或多种。