

检查系统和方法

技术领域

本公开涉及安全检查技术领域，具体地，涉及一种用于安全检查的检查系统和检查方法，尤其是一种用于航空托盘货物的安全检查的检查系统和检查方法。

背景技术

航空托盘货物或航空集装箱的安全直接关系到航空飞行器例如飞机的安全。航空托盘货物在装载到飞机上之前需要经过安全检查。航空托盘货物的尺寸较大，通常具有长 1.2m*宽 1.2m*高 1.65m 或更大的尺寸。在航空托盘货物内部，不同种类的货物也可能堆叠在一起。

现有的航空托盘货物的各种检查方式存在各自的问题。因此，需要一种改进的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。

在本部分中公开的以上信息仅用于对本公开的发明构思的背景的理解，因此，以上信息可包含不构成现有技术的信息。

发明内容

本公开的一方面提供一种用于航空托盘货物的检查系统，包括：承载装置，用于在检查系统的检查区域中承载被检查的航空托盘货物；至少一个射线源，用于发射 X 射线，其中每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在壳体内的多个靶点；和探测器组件，用于接收从至少一个射线源发射并经过检查区域的 X 射线，其中，至少一个射线源能够围绕旋转轴线相对于承载装置在多个扫描位置之间转动，并且至少一个射线源和探测器组件能够相对于所述承载装置沿旋转轴线升降；其中，检查系统构造成：当至少一个射线源相对于承载装置位于多个扫描位置中的一个时，至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿旋转轴线升降并且至少一个射线源发射 X 射线；并且当至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离后，至少一个射线源围绕旋转轴线相对于承载装置转动到多个扫描位置中的另一个。

根据本公开的某些实施例，检查系统构造成：在至少一个射线源相对于承载装置

的升降过程中，至少一个射线源发射的 X 射线比承载装置的承载表面至少高出预定高度，其中预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间的转动，使得至少一个射线源的组合扫描角度大于 180 度。

根据本公开的某些实施例，检查系统构造成：当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间转动时，至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置不沿旋转轴线升降。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于射线源相对于旋转轴线的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于每个射线源的相邻靶点相对于旋转轴线的角度，其中，至少一个射线源还构造成能够相对于承载装置在至少两个靶点位置之间移动，每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

根据本公开的某些实施例，每个射线源相对于承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

根据本公开的某些实施例，旋转轴线平行于竖直方向。

根据本公开的某些实施例，每个射线源的射线发射方向与旋转轴线不垂直。

根据本公开的某些实施例，检查系统构造成当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间转动时，至少一个射线源不发射 X 射线。

根据本公开的某些实施例，探测器组件设置成相对于至少一个射线源沿径向更靠近旋转轴线。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源的所有靶点都位于第一平面内。

根据本公开的某些实施例，探测器组件的所有探测器晶体都位于第二平面内。

根据本公开的某些实施例，第一平面与第二平面平行，每个射线源的靶点都设置成沿旋转轴线朝着探测器组件偏转预定的倾斜角度，使得每个射线源发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被探测器组件遮挡。

根据本公开的某些实施例，探测器组件包括多个探测器臂，其中在每个探测器臂上布置多个探测器单元，并且每个探测器臂构造成能够接收至少两个射线源发射的 X 射线。

根据本公开的某些实施例，每个探测器单元包括探测器晶体，每个探测器晶体设置在相应探测器单元的沿旋转轴线靠近至少一个射线源的一端。

根据本公开的某些实施例，多个探测器臂构造成完整地围绕旋转轴线延伸以组成探测器环。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源包括多个射线源，多个射线源布置成围绕承载装置间隔分布。

根据本公开的某些实施例，承载装置还可以包括承载输送机，用于在承载装置上传送被检查的航空托盘货物进入和离开检查区域，其中，在承载输送机传送被检查的航空托盘货物进入或离开检查区域时，至少一个射线源和探测器组件沿旋转轴线相对于承载装置被升高或降低到不阻碍被检查的航空托盘货物进入或离开检查区域。

根据本公开的某些实施例，检查系统还包括输入输送机，其用于将被检查的航空托盘货物传送到承载输送机，并且构造成能够移动接近和远离承载输送机。

根据本公开的某些实施例，检查系统还包括输出输送机，其用于从承载输送机接收被检查的航空托盘货物，并且构造成能够移动接近和远离承载输送机。

根据本公开的某些实施例，检查系统还包括入口输送机，其构造成保持位置固定并且能够将检查的航空托盘货物传送到输入输送机，其中输入输送机构造成能够在入口输送机和承载输送机之间移动。

根据本公开的某些实施例，检查系统还包括出口输送机，其构造成保持位置固定并且能够从输出输送机接收被检查的航空托盘货物，并且输出输送机构造成能够在出口输送机和承载输送机之间移动。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源构造成能够围绕旋转轴线转动；和/或探测器组件构造成能够围绕旋转轴线转动。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源和探测器组件构造成能够围绕旋转轴线同步地转动。

根据本公开的某些实施例，承载装置构造成能够围绕旋转轴线转动。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源和探测器组件构造成能够沿旋转轴线升降；或者，承载装置构造成使得承载装置的承载表面能够沿旋转轴线升降。

根据本公开的某些实施例，检查系统还构造成基于探测器组件的检测数据来重建被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

本公开的另一方面提供一种用于航空托盘货物的检查方法，包括：(a) 使被检查的航空托盘货物承载于承载装置上并且位于检查区域中；(b) 使至少一个射线源位于围绕承载装置的多个扫描位置中的一个，其中每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在壳体内部的多个靶点；(c) 使至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿旋转轴线升降，并且同时使至少一个射线源发射 X 射线并使 X 射线经过被检查的航空托盘货物而被探测器组件接收，直到至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离，由此完成一次扫描过程；并且 (d) 使至少一个射线源围绕旋转轴线相对于承载装置转动到多个扫描位置中的另一个，重复步骤 (c)，以完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程。

根据本公开的某些实施例，在至少一个射线源相对于承载装置的升降过程中，至少一个射线源发射的 X 射线比承载装置的承载表面至少高出预定高度，其中预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。

根据本公开的某些实施例，重复步骤 (c) 和 (d) 以使至少一个射线源的组合扫描角度大于 180 度。

根据本公开的某些实施例，在每次至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离后，使至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置停止升降，并且在相邻两次重复步骤 (c) 时，至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿相反方向被升降。

根据本公开的某些实施例，射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于射线源相对于旋转轴线的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于每个射线源的相邻靶点相对于旋转轴线的角度，检查方法还包括在步骤 (c) 中完成位于一个扫描位置的一次扫描过程后，使至少一个射线源移动到相对于承载装置的多个靶点位置中的一个并重复步骤 (c)，其中，多个靶点位置包括当前扫描位置，其中，每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

根据本公开的某些实施例，每个射线源相对于承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

根据本公开的某些实施例，检查方法还包括基于探测器组件的检测数据来重建被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

根据本公开的某些实施例，旋转轴线平行于竖直方向。

根据本公开的某些实施例，每个射线源的射线发射方向与旋转轴线不垂直。

根据本公开的某些实施例，当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间转动时，至少一个射线源不发射 X 射线。

根据本公开的某些实施例，根据探测器组件的检测数据来自适应地确定预定距离。

附图说明

图 1 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图。

图 2 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图，示出检查系统的内部结构。

图 3 示出根据本公开的某些实施例的探测器组件的示意图。

图 4 示出根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的示意图。

图 5 示出根据本公开的某些实施例的探测器单元的示意图。

图 6 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图。

图 7A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

图 7B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

图 7C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

图 8A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

图 8B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

图 8C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第三扫描位置。

图 8D 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置在第一至第三扫描位置的叠加状态。

图 9 是根据本公开的某些实施例的一个射线源的示意图，示出一个射线源相对于承载装置在第一至第六扫描位置的叠加状态。

图 10A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

图 10B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

图 10C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

图 11A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一靶点位置。

图 11B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二靶点位置。

图 11C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源在第一和第二靶点位置的叠加状态。

图 12A 至图 12D 分别示出利用根据本公开的某些实施例的检查系统实施检查方法的示意图。

图 13 是根据本公开的某些实施例的检查系统沿平行于旋转轴线的平面截取的截面示意图。

图 14 示意性示出了根据本公开的某些实施例的检查系统的方框图。

图 15 示意性示出了根据本公开的某些实施例的控制装置的方框图。

需要注意的是，为了清晰起见，在用于描述本公开的实施例的附图中，层、结构或区域的尺寸可能被放大或缩小，即这些附图并非按照实际的比例绘制。

具体实施方式

下文中，参照附图描述本公开的实施例。下面的详细描述和附图用于示例性地说明本公开的原理，本公开不限于所描述的优选实施例，本公开的范围由权利要求书限

定。现参考示例性的实施方式详细描述本公开，一些实施例图示在附图中。以下描述参考附图进行，除非另有表示，否则在不同附图中的相同附图标记代表相同或类似的元件。以下示例性实施方式中描述的方案不代表本公开的所有方案。相反，这些方案仅是所附权利要求中涉及的本公开的各个方面的系统和方法的示例。

在相关技术中，航空托盘货物可以采用多种检查方式，例如包括：采用单视角或双视角 X 射线检查系统来生成透视图像；采用多视角 X 射线检查系统来拼凑出三维扫描图像；将航空托盘货物拆散后对逐个物体进行检查，然后再重新装载成航空托盘货物；和采用 CT 扫描系统来生成三维 CT 图像。

在上述第一种方式中，单视角或双视角 X 射线检查系统对通过其扫描区域的航空托盘货物进行扫描并生成单视角或双视角透视图像。但是，由于航空托盘货物尺寸较大，并且内部物体堆叠在一起。因此，利用现有的单视角或双视角 X 射线检查系统所生成的透视图像会存在比较严重的重叠，这导致难以从透视图像中准确发现例如爆炸物、易燃液体、刀枪等违禁物。

在上述第二种方式中，多视角 X 射线检查系统对通过其扫描区域的航空托盘货物进行扫描并生成多视角透视图像，或者将多视角透视图像拼凑成三维扫描图像。通过扫描生成多个视角的扫描图像来拼凑成三维扫描图像，能局部减轻图像重叠带来的影响以及提高自动识别能力。但是，这种方式导致被检查物体的通过率低且扫描角度仍然有限，并且拼凑出的三维图像质量较差，对爆炸物等违禁物品的自动识别能力有限。

在上述第三种方式中，通过人工拆卸将已码好的航空托盘货物拆散逐个安检，再重新装载成航空托盘货物。这种方法效率较低且人工成本高。

在上述第四种方式中，CT 扫描生成三维扫描图像并且具有高识别能力。计算机断层成像（CT）在物品检测和医疗诊断等领域应用广泛。CT 扫描可以生成三维扫描图像。根据在扫描过程中射线源相对于被检查物体的运动，现有的 CT 扫描系统可以包括动态螺旋 CT 扫描系统和静态 CT 扫描系统。

动态螺旋 CT 扫描系统在扫描过程中射线源围绕被检查物体连续旋转的同时，输送装置匀速水平地传送被检查物体通过扫描区域。动态螺旋 CT 扫描系统通常需要一个滑环和轴承，并且在扫描过程中，滑环需要高速旋转。如果被检查的物体尺寸较大，则动态螺旋 CT 扫描系统的滑环和轴承都需要较大的直径，这对动态螺旋 CT 扫描系统中部件的加工精度、支撑结构的刚性和稳定性等提出极高的要求。此外，在采用滑环

的动态螺旋 CT 扫描系统中，由于射线源和探测器都安装在具有较大直径的转盘上并且同步地旋转，因此用于动态螺旋 CT 扫描系统的输送装置需要设置在较高的高度，这提高了较大尺寸物品装载到输送装置和/或从输送装置卸载的难度。

静态 CT 扫描系统在整个扫描过程中射线源保持固定，采用围绕检测区域的一体式射线源来进行扫描。但是，当被检查物体尺寸较大时，设计大尺寸的一体式射线源的难度较大并且制造成本很高。同时，一体式射线源在出现故障（例如数个靶点损坏）时需要整体更换，因此可维护性较差。

根据本公开的实施例的检查系统和检查方法可以适用于对物体，特别是航空托盘货物或航空集装箱等进行透视成像检查。

图 1 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图。图 2 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图，示出检查系统的内部结构。

在示例性实施例中，如图 1 和图 2 所示，检查系统包括多个射线源 100、探测器组件 200 和承载装置 300。检查系统限定检查区域。射线源 100 用于发射 X 射线。探测器组件 200 用于接收从射线源 100 发射并经过检查区域 30 的 X 射线。承载装置 300 用于在检查区域中承载被检查的物体 10。在示例性实施例中，被检查的物体是航空托盘货物，或称为航空集装箱。

根据本公开的某些实施例，承载装置 300 还可以围绕旋转轴线 AX 转动，并且可以带动置于承载装置 300 上的被检查的物体围绕旋转轴线转动。根据本公开的某些实施例，在被检查的物体进入检查区域后或者在扫描过程中，承载装置 300 和被检查的物体保持相对静止。

根据本公开的某些实施例，多个射线源 100 和探测器组件 200 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线（即沿与旋转轴线平行的方向）升降。在示例性实施例中，旋转轴线沿竖直方向。

在本文中，“轴向”表示与旋转轴线 AX（或承载装置 300 的中心轴线，下文详述）平行的方向，“径向”表示在与旋转轴线（或承载装置 300 的中心轴线）垂直的平面内从旋转轴线（或从承载装置 300 的中心轴线）向外辐射的方向，并且“周向”表示在与旋转轴线（或承载装置 300 的中心轴线）垂直的平面内且与“径向”垂直的方向。

在本文中，承载装置 300 的中心轴线表示经过承载装置 300 的承载表面的大致中心并且与承载表面垂直的轴线。在示例性实施例中，承载装置 300 的中心轴线平行于

竖直方向。在示例性实施例中，在承载装置 300 可围绕旋转轴线转动的情况下，旋转轴线可以与承载装置 300 的中心轴线重合。

在本文中，“升降”表示沿旋转轴线（或承载装置 300 的中心轴线）上升或下降，即一次上升或一次下降。

上文描述检查系统包括多个射线源 100。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，检查系统可以包括一个或多个射线源 100。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 是分布式射线源。在示例性实施例中，每个射线源 100 具有单独的壳体 110 以限定单独的真空空间。每个射线源 100 包括封装在壳体 110 内的多个靶点（图 1 和图 2 中未示出）。在示例性实施例中，每个射线源 100 的多个靶点具有均匀的靶点间距。

如上所述，当检查系统包括多个射线源 100 时，每个射线源 100 限定单独的真空空间，因此不与其他射线源 100 共用真空空间。不同的射线源 100 的真空空间不连通。根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 可以与其他射线源 100 独立地被拆卸和/或安装在检查系统中。

在本文中，“检查区域”表示被检查的物体接受透视成像的区域。当被检查物体位于检查区域中时，从射线源 100 发射的 X 射线能够穿透被检查的物体并且被探测器组件 200 接收到。在示例性实施例中，检查区域包括上端和下端。根据本公开的某些实施例，在与旋转轴线垂直的平面中，检查区域可以具有横截面，例如圆形横截面。

上文描述被检查的物体是航空托盘货物。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，检查系统还可以用于对其他类型的物体进行检查，特别是具有较大尺寸的物体。

根据本公开的某些实施例，当检查系统包括多个射线源 100 时，沿旋转轴线观察，多个射线源 100 布置成围绕承载装置 300（或检查区域）间隔分布。在一些实施例中，沿旋转轴线观察，多个射线源 100 可以包括位于检查区域前方的射线源 100、位于检查区域左侧的射线源 100 和/或位于检查区域右侧的射线源 100。这里，“前方”表示检查区域的远离入口侧的一侧，“左侧”和“右侧”表示检查区域的与“前方”和“入口侧”分别相邻的两侧。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的探测器组件的结构。

根据本公开的某些实施例，探测器组件 200 包括多个探测器单元。在一些实施例

中，探测器组件 200 中探测器单元的布置可以根据射线源 100 的排布和/或被检查物体的尺寸等因素来设置。在一些实施例中，探测器组件 200 中探测器单元的布置还可以采用成本效益高的排布，即以尽量少的探测器单元来满足成像需求。

图 3 示出根据本公开的某些实施例的探测器组件的示意图。根据本公开的某些实施例，探测器组件 200 包括多个探测器臂 210，在每个探测器臂 210 上布置多个探测器单元 220。

在示例性实施例中，探测器组件 200 的多个探测器臂 210 完整地围绕检查区域延伸。由此，多个探测器臂 210 组成一个完整且连续的探测器环。在一些实施例中，探测器环可以是圆环、椭圆环、方形环、矩形环、多边形环等。在一些实施例中，在多个探测器臂 210 组成探测器环的情况下，旋转轴线可以与探测器环的中心重合。

上文描述多个探测器臂 210 组成一个完整的探测器环。但是，本公开的实施例不限于此。在某些实施例中，多个探测器臂 210 组成的探测器环可以是不完整的，即存在缺口部分；或者，多个探测器臂 210 可以围绕检查区域间隔地分布。

在一些实施例中，在检查系统包括多个射线源 100 时，探测器组件 200 的每个探测器臂 210 构造成能够接收至少两个射线源 100 发射的 X 射线。由此，每个探测器臂 210 可以被至少两个射线源 100 所共用。在示例性实施例中，当检查系统包括多个射线源 100 时，多个射线源 100 的所有靶点都位于同一平面内，即多个射线源 100 共面设置。在本文中，“靶点位于同一平面内”表示靶点的出束点都位于同一平面内。在一些实施例中，在检查系统包括共面设置的多个射线源 100 时，探测器组件 200 的每个探测器臂 210 构造成能够接收至少两个射线源 100 发射的 X 射线。

根据本公开的某些实施例，探测器组件 200 设置成相对于射线源 100 沿径向更靠近旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线，如图 13 所示，探测器组件 200 与旋转轴线 AX 之间的距离 w_2 小于射线源 100 与旋转轴线 AX 之间的距离 w_1 。在一些实施例中，在检查系统包括多个射线源 100 时，探测器组件 200 设置成相对于所有射线源 100 沿径向更靠近旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线。由此，探测器组件 200 设置成位于一个或多个射线源 100 的径向内侧。

根据本公开的某些实施例，检查系统设置成使得每个射线源 100 发射的 X 射线在经过检查区域之前不会被探测器组件 200 遮挡。在示例性实施例中，探测器组件 200 的每个探测器单元 220 设置成不遮挡同侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线，并

且能够接收其他侧的一个或多个射线源 100 发射的 X 射线。在这里，“同侧”表示沿径向观察至少部分地重叠。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的相对位置。图 4 示出根据本公开的某些实施例的射线源和探测器单元的示意图。在示例性实施例中，如图 4 所示，所有射线源 100（图 4 中仅示出两个射线源 100）沿旋转轴线或沿承载装置的中心轴线朝着探测器组件 200 偏转一个角度。在一些实施例中，每个射线源 100 围绕其靶点 120 的轴线偏转。在一些实施例中，射线源 100 的偏转角度小于或等于 1.5 度。在一些实施例中，射线源 100 的射线发射方向与旋转轴线或承载装置的中心轴线不垂直。

通过将射线源 100 相对于探测器组件 200 偏转，射线源 100 发射的 X 射线可以避开同侧的探测器组件 200 的探测器单元 220，并且还可以被其他侧的探测器组件 200 的探测器单元 220 接收到。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的探测器单元的具体结构。图 5 示出根据本公开的某些实施例的探测器单元的示意图。如图 5 所示，每个探测器单元 220 包括探测器晶体 221。在示例性实施例中，探测器晶体 221 设置在探测器单元 220 的沿旋转轴线或沿承载装置 300 的中心轴线靠近射线源 100 的一端，如图 13 所示。由此，每个探测器单元 220 可以既不遮挡同侧射线源 100 发射的 X 射线，又能接收到其他侧射线源 100 发射的 X 射线。

在一些实施例中，同侧的射线源 100 和探测器组件 200 的探测器单元 220 沿轴向至少部分地重叠。探测器单元 220 的探测器晶体 221 布置成紧邻同侧的射线源 100 发射的 X 射线束流的边缘，从而可以不遮挡同侧的射线源 100 发射的 X 射线。

在示例性实施例中，探测器组件 200 的所有探测器晶体 221 都位于同一平面内。在本文中，“探测器晶体位于同一平面内”表示探测器晶体的中心面都位于同一平面内。例如，通过相同的定位基准使得探测器组件 200 的所有探测器晶体 221 的中心面位于同一平面内。在一些实施例中，探测器晶体 221 所在的平面与靶点所在的平面平行。

上文描述多个射线源 100 的所有靶点都位于同一平面内，即多个射线源 100 共面设置。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，多个射线源 100 的靶点也可以设置成不共面。例如，不同的射线源 100 可以沿轴向彼此交错设置。

上文描述探测器组件 200 的所有探测器晶体 221 都位于同一平面内，即探测器组

件 200 共面设置。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，探测器组件 200 的探测器晶体 221 也可以设置成不共面。例如，不同的探测器臂 210 上的探测器晶体 221 可以沿轴向彼此交错设置。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的检查系统的升降和回转结构。

根据本公开的某些实施例，检查系统还可以包括升降台 410（参见图 1 和图 2）和回转台 320（图 1 和图 2 中未示出，参见图 6）。升降台 410 能够沿旋转轴线升降。回转台 320 能够围绕旋转轴线转动。

在示例性实施例中，如图 1 和图 2 所示，多个射线源 100 和探测器组件 200 固定到升降台 410。升降台 410 能够带动多个射线源 100 和探测器组件 200 沿旋转轴线升降。由此，多个射线源 100 和探测器组件 200 的相对位置固定并且能够沿旋转轴线同步地升降。

在一些实施例中，升降台 410 可以通过升降驱动组件（例如直线引导杆、直线驱动电机等）等实现升降台 410 沿旋转轴线的升降。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的实施例，升降台 410 还可以其他方式实现沿旋转轴线的升降，在此不再赘述。

在示例性实施例中，射线源 100 和探测器组件 200 构造成沿旋转轴线同步地升降，即共同升降。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，射线源 100 和探测器组件 200 还可以非同步地升降。例如，射线源 100 和探测器组件 200 可以先后进行升降。

在示例性实施例中，承载装置 300 固定到回转台 320。由此，承载装置 300 围绕旋转轴线的转动可以通过回转台 320 来实现。

在一些实施例中，回转台 320 可以通过旋转驱动组件（例如旋转驱动电机、滚轮等）等实现回转台 320 围绕旋转轴线的转动。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的实施例，回转台 320 还可以其他方式实现围绕旋转轴线的转动，在此不再赘述。

上文描述射线源 100 和探测器组件 200 沿旋转轴线升降。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，射线源 100 和探测器组件 200 构造成能够相对于承载装置 300 沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线升降。这里，“相对升降”表示沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线，射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装

置 300 的相对运动。例如，“相对升降”可以至少包括如下情况：射线源 100 和探测器组件 200 升降而承载装置 300 不升降；射线源 100 和探测器组件 200 不升降而承载装置 300（例如承载装置 300 的承载表面）升降；射线源 100 和探测器组件 200 升降并且承载装置 300 也升降。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的承载装置的结构和操作。

根据本公开的某些实施例，承载装置 300 可以围绕旋转轴线转动，而射线源 100 没有围绕旋转轴线转动。由此，通过承载装置 300 围绕旋转轴线的转动，在承载装置 300 和射线源 100 之间可以产生围绕旋转轴线的相对转动。根据本公开的某些实施例，承载装置 300 围绕旋转轴线相对于射线源 100 可以进行一个或多次运动，由此检查系统的射线源 100 可以相对于承载装置 300 处于不同的扫描位置，即射线源 100 可以相对于承载装置 300 在两个或更多个扫描位置之间运动。每个射线源 100 相对于承载装置 300 可以具有多个扫描位置。沿旋转轴线观察，多个扫描位置围绕承载装置 300 分布。

在本文中，“扫描位置”表示一个射线源 100 沿周向相对于承载装置 300（和其上承载的被检查的物体）所处的能够发射 X 射线以进行扫描检查的位置。在一些实施例中，只有当该射线源 100 相对于承载装置 300 处于一个扫描位置（沿旋转轴线观察，射线源 100 相对于承载装置 300 位置固定）时，射线源 100 才被允许发射 X 射线。

由此，检查系统的射线源 100 可以相对于承载装置 300 具有多个扫描位置并且可以相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间运动，从而能够相对于承载装置 300 和被检查的物体提供不同的射线发射范围并且获得在不同角度的透视成像数据。例如，当射线源 100 相对于承载装置 300 处于一个扫描位置时，射线源 100 和探测器组件 200 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降（例如从检查区域的上端到下端，或与此相反），同时射线源 100 发射的 X 射线能够穿透被检查的物体并且被探测器组件 200 接收，由此检查系统可以获得在该扫描位置的透视成像数据，即进行一次扫描过程。

根据本公开的某些实施例，检查系统可以构造成：当一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 位于多个扫描位置中的一个时，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降并且一个或多个射线源 100 发射 X 射线；并且当一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 升降预定距离后，一个或多个射线源 100 围绕旋转轴线相对于承载装置 300 转动到多个扫描位置中的另

一个。由此，检查系统采用动静结合的扫描方式。当需要进行 X 射线扫描时，一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 处于一个扫描位置并且发射 X 射线并且同时一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降。当需要相对于承载装置 300 改变 X 射线发射范围时，一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 以及被检查的物体围绕旋转轴线转动，以使得一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 从当前扫描位置运动到另一扫描位置。在一些实施例中，根据探测器组件的检测数据来自适应地确定该预定距离。

在一些实施例中，当射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间运动时，射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 不沿旋转轴线升降。这种情况下，被检查的物体在完成一次扫描过程后等待射线源 100 相对于承载装置 300 运动到下一扫描位置，然后射线源 100 和探测器组件 200 再相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降以进行下一次扫描过程。在一些实施例中，在射线源 100 和探测器组件 200 每次相对于承载装置 300 升降预定距离（例如被检查的物体的高度）并且完成一次扫描过程后，射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 停止升降。这种情况下，在射线源 100 和探测器组件 200 相邻两次相对于承载装置 300 升降时，射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿相反方向被升降（例如一次相对上升一次相对下降）。由此，射线源 100 和探测器组件 200 在每次相对于承载装置 300 升降时都可以进行一次扫描过程，这可以提高检查效率和物体通过率。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，检查系统在每次进行扫描过程时，射线源 100 和探测器组件 200 可以相对于承载装置 300 都沿相同方向升降（例如仅相对上升或仅相对下降）。这种情况下，射线源 100 和探测器组件 200 需要在每次进行扫描过程前相对于承载装置 300 返回到初始位置。

根据本公开的某些实施例，检查系统可以构造成：当一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间转动时，一个或多个射线源 100 不发射 X 射线。在示例性实施例中，检查系统可以构造成：当一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间转动时，一个或多个射线源 100 不发射 X 射线，并且射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 不沿旋转轴线升降。

但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，当一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间转动时，一个或多个射线源 100 可以发射 X

射线，并且射线源 100 和探测器组件 200 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线升降。在这种情况下，在一些实施例中，射线源 100 相对于承载装置 300 围绕旋转轴线的转动速度小于该射线源 100 的等效曝光速度，其中等效曝光速度表示该射线源 100 的所有靶点相对于旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线的角度范围除以该射线源 100 中的所有靶点完成一轮曝光发射所需的时间。

上文描述射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 同步地转动。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，射线源 100 相对于承载装置 300 的转动和探测器组件 200 相对于承载装置 300 的转动可以是非同步的，即射线源 100 和探测器组件 200 可以分别相对于承载装置 300 转动。

上文描述射线源 100 或探测器组件 200 相对于承载装置 300 的转动是通过承载装置 300 的转动实现的。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，射线源 100 或探测器组件 200 相对于承载装置 300 的转动还可以通过射线源 100 或探测器组件 200 围绕旋转轴线的转动来实现。在一些实施例中，射线源 100 或探测器组件 200 相对于承载装置 300 的转动还可以通过射线源 100 或探测器组件 200 围绕旋转轴线的转动以及承载装置 300 围绕旋转轴线的转动来实现。

在一些实施例中，承载装置 300 和被检查的物体不旋转，射线源 100 围绕旋转轴线转动。例如，射线源 100 可以构造成能够围绕旋转轴线转动（例如通过回转装置）并且能够沿旋转轴线升降。在一些实施例中，承载装置 300 和被检查的物体不旋转，射线源 100 和探测器组件 200 围绕旋转轴线转动。例如，射线源 100 和探测器组件 200 可以构造成能够围绕旋转轴线转动（例如通过回转装置）并且能够沿旋转轴线升降。在一些实施例中，承载装置 300 和被检查的物体不旋转，射线源 100 围绕旋转轴线转动，探测器组件 200 不旋转。例如，射线源 100 可以构造成能够围绕旋转轴线转动（例如通过回转装置）并且能够沿旋转轴线升降，探测器组件 200 构造成能够沿旋转轴线升降。

根据本公开的某些实施例，承载装置 300 还可以包括承载输送机 310。承载输送机 310 可以在承载装置 300 上传送被检查的物体进入和离开检查区域。在一些实施例中，在承载输送机 310 传送被检查的物体进入或离开检查区域时，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿旋转轴线被升高或降低到不阻碍被检查的物体进入或离开检查区域。例如，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 可以被

升高到检查区域的上端。

根据本公开的某些实施例，检查系统还可以包括进出输送机 420。如图 1 所示，进出输送机 420 可以设置在检查系统的入口处。进出输送机 420 可以将被检查的物体输送到承载装置 300（例如承载输送机 310）上，并且还可以从承载装置 300 接收完成扫描的被检查的物体。

图 6 是根据本公开的某些实施例的检查系统的示意图。在图 6 所示的实施例中，检查系统的射线源 100、探测器组件 200 和承载装置 300 的结构和原理参照上文所述，在此不再赘述。除此之外，检查系统还包括输送装置。

根据本公开的某些实施例，输送装置可以包括输入输送机 510 和输出输送机 520。在示例性实施例中，输送装置还可以包括入口输送机 530 和出口输送机 540。输入输送机 510、输出输送机 520、入口输送机 530 和出口输送机 540 中的每一者都可以承载并且传送被检查的物体，例如航空托盘货物。在一些实施例中，输入输送机 510、输出输送机 520、入口输送机 530 或出口输送机 540 可以沿直线传送被检查的物体，例如沿直线匀速传送被检查的物体。

在本文中，输送器的传送表示物体在输送器的承载表面上的移动，例如通过皮带、辊轮等。

根据本公开的某些实施例，输入输送机 510 可以将被检查的物体传送到承载装置 300，例如承载装置 300 的承载输送机 310。在一些实施例中，输入输送机 510 还设置成能够移动接近和远离承载装置 300。由此，输入输送机 510 设置成可自行移动的。例如，当输入输送机 510 在其上传送被检查的物体时，输入输送机 510 可以同时向承载装置 300 移动。例如，当输入输送机 510 将被检查的物体传送到承载装置 300 后，输入输送机 510 可以移动远离承载装置 300。在一些实施例中，输入输送机 510 可以沿直线移动，例如沿直线匀速移动。

在本文中，输送器的移动表示输送机自身的移动（例如在地面上的移动），例如通过轨道、滚轮等。

根据本公开的某些实施例，输出输送机 520 可以从承载装置 300，例如承载装置 300 的承载输送机 310，接收被检查的物体（例如完成扫描的被检查的物体）。在一些实施例中，输出输送机 520 还设置成能够移动接近和远离承载装置 300。由此，输出输送机 520 设置成可自行移动的。例如，输出输送机 520 可以向承载装置 300 移动以

接收被检查的物体。例如，在输出输送机 520 接收到被检查的物体后，当输出输送机 520 在其上传送被检查的物体时，输出输送机 520 可以同时移动远离承载装置 300。在一些实施例中，输出输送机 520 可以沿直线移动，例如沿直线匀速移动。

根据本公开的某些实施例，入口输送机 530 用于将被检查的物体传送到输入输送机 510。在一些实施例中，入口输送机 530 设置成保持位置固定。在一些实施例中，输入输送机 510 可以在入口输送机 530 和承载装置 300（例如承载装置 300 的承载输送机 310）之间移动。由此，输入输送机 510 可以从入口输送机 530 接收被检查的物体，并且通过传送和自身移动的结合将被检查的物体输送到承载装置 300。

根据本公开的某些实施例，出口输送机 540 用于从输出输送机 520 接收被检查的物体。在一些实施例中，出口输送机 540 设置成保持位置固定。在一些实施例中，输出输送机 520 可以在承载装置 300（例如承载装置 300 的承载输送机 310）和出口输送机 540 之间移动。由此，输出输送机 520 可以从承载装置 300 接收被检查的物体，并且通过传送和自身移动的结合将被检查的物体输送到出口输送机 540。

在一些实施例中，在输入输送机 510 传送被检查的物体到承载装置 300 时或者在输出输送机 520 从承载装置 300 接收被检查的物体时，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 沿旋转轴线相对于承载装置 300 被升高或降低到不阻碍被检查的物体到达或离开承载装置 300。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的输送装置的操作方法。

在输送过程中，被检查的物体首先被放置在入口输送机 530 上。输入输送机 510 与入口输送机 530 对接。入口输送机 530 承载并传送被检查的物体。由此，被检查的物体被输送至输入输送机 510 上。

然后，输入输送机 510 承载并传送被检查的物体，同时输入输送机 510 自身向承载装置 300 移动。当输入输送机 510 与承载装置 300 对接时，输入输送机 510 将被检查的物体输送到承载装置 300。之后，输入输送机 510 可以向入口输送机 530 移动以接收下一个被检查的物体。

当被检查的物体完成扫描后，输出输送机 520 与承载装置 300 对接并从承载装置 300 接收被检查的物体。输出输送机 520 承载并传送被检查的物体，同时输出输送机 520 自身向出口输送机 540 移动。当输出输送机 520 与出口输送机 540 对接时，输出输送机 520 将被检查的物体输送到出口输送机 540。之后，输出输送机 520 可以向承

载装置 300 移动以接收下一个被检查的物体。

上文描述输送装置通过输入输送器 510 将被检查的物体输入到承载装置 300 并且通过输出输送器 520 从承载装置 300 输出被检查的物体。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，输送装置可以仅包括输入输送器，其既用于输入被检查的物体到承载装置 300 又用于从承载装置 300 输出被检查的物体。

上文描述输送装置从入口输送器 530 初始接收被检查的物体并且将被检查的物体最终输送到出口输送器 540。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，输送装置可以从其他装置或直接从外部接收被检查的物体，或者输送装置可以将被检查的物体最终输送到其他装置或外部。

上文描述射线源 100 与承载装置 300 相对转动以改变扫描位置。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，射线源 100 与承载装置 300 还可以相对平移以改变扫描位置，参见下文详述。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的射线源和承载装置之间的相对运动。

根据本公开的某些实施例，沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线观察，射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的运动可以包括转动和平移。这将在下文详细描述。

根据本公开的某些实施例，射线源 100 相对于承载装置 300 在不同扫描位置之间的运动可以包括如下情况：沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线观察，承载装置 300 运动而射线源 100 保持固定，或者射线源 100 运动而承载装置 300 保持固定，或者射线源 100 和承载装置 300 都运动。类似地，根据本公开的某些实施例，探测器组件 200 相对于承载装置 300 的运动可以包括如下情况：沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线观察，承载装置 300 运动而探测器组件 200 保持固定，或者探测器组件 200 运动而承载装置 300 保持固定，或者探测器组件 200 和承载装置 300 都运动。

在示例性实施例中，检查系统的一个或多个射线源 100 可以设置成能够围绕旋转轴线相对于承载装置 300 在至少两个扫描位置之间转动。在一些实施例中，旋转轴线与竖直方向平行。根据本公开的某些实施例，当检查系统包括多个射线源 100 时，多个射线源 100 相对于承载装置 300 同步地在不同的扫描位置之间转动。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 具有一个扫描角度。在本文中，每个

射线源 100 的“扫描角度”表示沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线观察，该射线源 100 的所有靶点相对于旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线的角度范围。在一个射线源 100 相对于承载装置 300 从一个扫描位置转动到另一扫描位置时，该射线源 100 相对于承载装置 300 的扫描角度也会随之转动。根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动可以提供相对于承载装置 300 的一个组合扫描角度。在一些实施例中，在检查系统包括多个射线源 100 时，多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动也可以提供相对于承载装置 300 的一个组合扫描角度。在本文中，“组合扫描角度”表示将一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在多个扫描位置的扫描角度组合在一起所产生的扫描角度。在一些实施例中，一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度可以是连续的或不连续的。

根据本公开的某些实施例，通过一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动，检查系统可以拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围。由此，射线源 100 相对于承载装置 300 的转动可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，检查系统还可以构造成基于探测器组件 200 的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。在示例性实施例中，检查系统的一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动能够产生相对于承载装置 300 大于 180 度的组合扫描角度。当检查系统具有超过 180 度的组合扫描角度时，检查系统能够产生更完整的扫描数据，并且产生更好的 CT 扫描效果和更好的三维扫描图像。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于该射线源 100 的相邻靶点相对于旋转轴线的角度。由此，射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动能够产生组合扫描角度，以实现更大范围的扫描。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的能够转动的一个或多个射线源的结构。

根据本公开的某些实施例，如图 7A 至图 9 所示，每个射线源 100 包括间隔分布的多个靶点 120。请注意，图 7A 至图 9 中未示出射线源 100 的其他结构。在示例性实

施例中，每个射线源 100 的多个靶点 120 具有均匀的靶点间距。在一些实施例中，每个射线源 100 的多个靶点 120 沿直线分布。

在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源 100 为例来进行说明。根据本公开的某些实施例，检查系统可以包括三个射线源 100。在示例性实施例中，三个射线源 100 彼此间隔开设置。三个射线源 100 可以围绕承载装置 300 间隔分布。在某些实施例中，每个射线源 100 可以具有两个扫描位置。

图 7A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。图 7B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。图 7C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

如图 7A 所示，相对于承载装置 300 处于第一扫描位置的三个射线源 100 可以覆盖一个扫描角度。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第一扫描位置时，三个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时三个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降（例如从检查区域的上端到下端），并且使发射的 X 射线穿过被检查的物体（如阴影部分所示）而被探测器组件（图 7A 中未示出）接收到。由此，检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

在完成位于第一扫描位置的扫描过程后，三个射线源 100 可以围绕旋转轴线相对于承载装置 300（例如沿顺时针方向）转动到第二扫描位置。如图 7B 所示，相对于承载装置 300 处于第二扫描位置的三个射线源 100 可以覆盖另一个扫描角度。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第二扫描位置时，三个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时三个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降（例如从检查区域的下端到上端），并且使发射的 X 射线穿过被检查的物体（如阴影部分所示）而被探测器组件（图 7B 中未示出）接收到。由此，检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程，如图 7C 所示，检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度与第二扫描位置的扫描角度组合在一起，以产生组合扫描角度。由此，检查系统通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在两个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度，相当于

六个射线源 100 同时所产生的扫描角度。

在下面的示例性实施例中以检查系统包括两个射线源 100 为例来进行说明。根据本公开的某些实施例，在某些实施例中，检查系统可以包括两个射线源 100。在示例性实施例中，两个射线源 100 彼此间隔开设置。两个射线源 100 可以围绕承载装置 300 间隔分布。在某些实施例中，每个射线源 100 可以具有三个扫描位置。

图 8A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。图 8B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。图 8C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置位于第三扫描位置。图 8D 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出两个射线源相对于承载装置在第一至第三扫描位置的叠加状态。

如图 8A 所示，相对于承载装置 300 处于第一扫描位置的两个射线源 100 可以覆盖第一扫描角度。当两个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第一扫描位置时，两个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时两个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降并且发射 X 射线以穿过被检查的物体（如阴影部分所示）。由此，检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

在完成位于第一扫描位置的扫描过程后，两个射线源 100 可以围绕旋转轴线相对于承载装置 300（例如沿顺时针方向）转动到第二扫描位置。如图 8B 所示，相对于承载装置 300 处于第二扫描位置的两个射线源 100 可以覆盖第二扫描角度。当两个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第二扫描位置时，两个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时两个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降并且发射 X 射线以穿过被检查的物体（如阴影部分所示）。由此，检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

在完成位于第二扫描位置的扫描过程后，两个射线源 100 可以围绕旋转轴线相对于承载装置 300（例如沿顺时针方向）转动到第三扫描位置。如图 8C 所示，相对于承载装置 300 处于第三扫描位置的两个射线源 100 可以覆盖第三扫描角度。当两个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第三扫描位置时，两个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时两个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降并且发射 X 射线以穿过被检查的物体（如阴影部分所示）。由此，检查系

统可以完成在第三扫描位置的一次扫描过程。

通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在第一至第三扫描位置的三次扫描过程，如图 8D 所示，检查系统可以将在第一扫描位置的扫描角度、在第二扫描位置的扫描角度和在第三扫描位置的扫描角度组合在一起，以产生组合扫描角度。由此，检查系统通过两个射线源 100 相对于承载装置 300 在三个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度，相当于六个射线源 100 同时所产生的扫描角度。

上文描述检查系统包括多个射线源 100。但是，本公开的实施例不限于此。在某些实施例中，检查系统可以包括一个射线源 100。在一些实施例中，射线源 100 可以相对于承载装置 300 具有六个扫描位置。图 9 是根据本公开的某些实施例的一个射线源的示意图，示出一个射线源相对于承载装置在第一至第六扫描位置的叠加状态。一个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动和多次扫描过程参照上文所述的每个射线源 100，在此不再赘述。通过一个射线源 100 相对于承载装置 300 在第一至第六扫描位置的六次扫描过程，如图 9 所示，检查系统可以将在第一扫描位置的扫描角度、在第二扫描位置的扫描角度、……和在第六扫描位置的扫描角度组合在一起，以产生组合扫描角度。由此，检查系统通过一个射线源 100 相对于承载装置 300 在六个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度，相当于六个射线源 100 同时所产生的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，检查系统可以通过一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动来拼接出具有组合扫描角度的一个虚拟射线源。在示例性实施例中，检查系统的一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动可以实现靶点连续的组合扫描角度，即虚拟射线源是靶点连续的。这相当于连续布置的多个独立射线源 100（共同构成多段折线）同时所产生的扫描角度，或者相当于靶点连续的一个多段折线式射线源（这里折线的段数取决于射线源 100 的数量和扫描位置的数量）所产生的扫描角度。在本文中，“靶点连续”表示拼接出的虚拟射线源的靶点之间的间距小于或等于满足检查系统的图像空间分辨率要求的最小靶点间距。

根据本公开的某些实施例，射线源 100 在其周向一端或两端处没有布置靶点。例如，由于射线源 100 可能在其周向一端或两端处包括框架结构等部件，因此射线源 100 在周向端部处可能无法布置靶点。在这种情况下，如果将多个射线源 100 首尾相接，

则在相邻两个射线源 100 的端部区域会存在靶点缺失。同样地，如果一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动拼接出的虚拟射线源具有多个射线源首尾相邻的轮廓，则该虚拟射线源也会存在靶点缺失。

在示例性实施例中，一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动角度经选择，以使得拼接出的虚拟射线源不会出现靶点缺失。根据本公开的某些实施例，如图 7C 所示，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动角度 θ 小于该射线源 100 相对于旋转轴线的扫描角度 α 。在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动距离小于射线源 100 沿转动方向的长度。由此，在多次扫描过程中一个或多个射线源 100 通过相对于承载装置 300 转动拼接出的虚拟射线源的轮廓中，相对转动前的射线源和相对转动后的射线源的轮廓存在部分重叠。这可以避免虚拟射线源的靶点缺失。

根据本公开的某些实施例，如图 13 所示，检查系统构造成在一个或多个射线源 100 在相对于承载装置 300 的升降过程中，使一个或多个射线源 100 发射的 X 射线比承载装置 300 的承载表面 CS 至少高出预定高度。在一些实施例中，该预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度 d 确定。在一些实施例中，预定高度等于航空托盘货物的托盘厚度 d 。例如，航空托盘货物被放置在承载装置 300 的承载表面上。通过结合托盘厚度来控制射线源 100 的升降高度，射线源 100 发射的 X 射线可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘，由此可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。例如，托盘可以包括高密度金属或塑料等，不利于 X 射线的透视检查。

应当理解，上文所述的转动方向（顺时针或逆时针）、扫描位置的数量和经过扫描位置的顺序等仅是示例性的，而不应该认为是对本公开的限制。

上文描述一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 的转动能够拼接出靶点连续的虚拟射线源。但是，本公开的实施例不限于此。在某些实施例中，在一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 的转动所拼接出的虚拟射线源中，可以存在缺失部分靶点的区域，即拼接出的虚拟射线源的靶点可以是不连续的。对于存在靶点缺失的情况，根据本公开的某些实施例，检查系统可以进行数据补偿，例如数据补偿算法等。

上文分别以三个射线源 100 和两个扫描位置、两个射线源 100 和三个扫描位置、以及一个射线源 100 和六个扫描位置为例描述通过一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 的转动拼接出虚拟射线源。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的

实施例,检查系统可以包括更多或更少的射线源 100 和/或包括更多或更少的扫描位置。

根据本公开的某些实施例,沿承载装置 300 的中心轴线观察,检查系统的一个或多个射线源 100 可以设置成能够相对于承载装置 300 在至少两个扫描位置之间平移。

根据本公开的某些实施例,每个射线源 100 具有一个扫描角度。这里,每个射线源 100 的“扫描角度”表示该射线源 100 的所有靶点相对于承载装置 300 的中心轴线的角度范围。沿承载装置 300 的中心轴线观察,在一个射线源 100 相对于承载装置 300 从一个扫描位置平移到另一扫描位置时,该射线源 100 相对于承载装置 300 的中心轴线的扫描角度也会随之转动。根据本公开的某些实施例,每个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移可以提供相对于中心轴线的组合扫描角度。在一些实施例中,在检查系统包括多个射线源 100 时,多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移也可以提供相对于承载装置 300 的中心轴线的组合扫描角度。在一些实施例中,一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移所产生的组合扫描角度可以是连续的或不连续的。

根据本公开的某些实施例,通过一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移,检查系统可以拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围。由此,射线源 100 相对于承载装置 300 的平移可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

根据本公开的某些实施例,检查系统还可以构造成基于探测器组件 200 的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移能够产生相对于中心轴线大于 180 度的组合扫描角度。当检查系统具有超过 180 度的组合扫描角度时,检查系统能够产生更完整的扫描数据,并且产生更好的 CT 扫描效果和更好的三维扫描图像。

根据本公开的某些实施例,每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于该射线源 100 的相邻靶点之间的间距。由此,射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移用于产生组合扫描角度,以实现更大范围的扫描。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的能够平移的一个或多个射线源的结构。

根据本公开的某些实施例，如图 10A 至图 10C 所示，每个射线源 100 包括间隔分布的多个靶点 120。请注意，图 10A 至图 10C 中未示出射线源 100 的其他结构。在示例性实施例中，每个射线源 100 的多个靶点 120 具有均匀的靶点间距。在一些实施例中，每个射线源 100 的多个靶点 120 沿直线分布。

在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源 100 为例来进行说明。在示例性实施例中，三个射线源 100 彼此间隔开设置。三个射线源 100 可以围绕承载装置 300 间隔分布。在某些实施例中，每个射线源 100 可以具有两个扫描位置，并且设置成能够相对于承载装置 300 在两个扫描位置之间平移。根据本公开的某些实施例，当检查系统包括多个射线源 100 时，多个射线源 100 相对于承载装置 300 同步地在不同的扫描位置之间平移。根据本公开的某些实施例，沿承载装置 300 的中心轴线观察，射线源 100 相对于承载装置 300 的平移可以通过射线源 100 平移而承载装置 300 保持静止来实现，或者可以通过承载装置 300 平移而射线源 100 保持静止来实现，或者可以通过射线源 100 和承载装置 300 分别平移来实现。

图 10A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。图 10B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。图 10C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

在一些实施例中，沿承载装置 300 的中心轴线观察，三个射线源 100 分别布置在检查区域的左侧、前侧和右侧，如图 10A 和 10B 所示。但是，本公开的实施例不限于此。应当理解，本文所述的能够相对平移的射线源的数量和布置位置、以及扫描位置的数量和扫描位置移动顺序仅是示例性的，而不应该认为是对本公开的限制。

如图 10A 所示，相对于承载装置 300 处于第一扫描位置的三个射线源 100 可以覆盖一个扫描角度。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第一扫描位置时，三个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时三个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降（例如从检查区域的上端到下端），并且使发射的 X 射线穿过被检查的物体（如阴影部分所示）而被探测器组件（图 10A 中未示出）接收到。由此，检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

在完成位于第一扫描位置的扫描过程后，三个射线源 100 可以相对于承载装置 300

平移至第二扫描位置。如图 10B 所示，相对于承载装置 300 处于第二扫描位置的三个射线源 100 可以覆盖另一个扫描角度。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第二扫描位置时，三个射线源 100 的各个靶点 120 可以预定顺序依次发射 X 射线，并且同时三个射线源 100 可以相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降并且发射 X 射线以穿过被检查的物体（如阴影部分所示）。由此，检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程，如图 10C 所示，检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度与第二扫描位置的扫描角度组合在一起，以产生组合扫描角度。由此，检查系统通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在两个扫描位置之间的平移所产生的组合扫描角度，相当于六个射线源 100 同时所产生的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，检查系统通过一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移来拼接出具有组合扫描角度的一个虚拟射线源。在示例性实施例中，检查系统的一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移可以实现靶点连续的扫描角度，即虚拟射线源是靶点连续的。这相当于连续布置的多个独立射线源（共同构成多段折线）同时所产生的扫描角度，或者相当于靶点连续的一个多段折线式射线源（这里折线的段数取决于射线源 100 的数量和扫描位置的数量）所产生的扫描角度。

根据本公开的某些实施例，射线源 100 在其周向一端或两端处没有布置靶点。例如，由于射线源 100 可能在其周向一端或两端处包括框架结构等部件，因此射线源 100 在周向端部处可能无法布置靶点。在这种情况下，如果将多个射线源 100 首尾相接，则在相邻两个射线源 100 的端部区域会存在靶点缺失。同样地，如果一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移拼接出的虚拟射线源具有多个射线源首尾相邻的轮廓，则该虚拟射线源也会存在靶点缺失。

在示例性实施例中，为实现靶点连续，一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的平移距离经选择，以使得拼接出的虚拟射线源不会出现靶点缺失。根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于该射线源沿平移方向的长度。由此，在多次扫描过程中一个或多个射线源 100 通过相对于承载装置 300 平移拼接出的虚拟射线源的轮廓中，相

对平移前的射线源和相对平移后的射线源的轮廓存在部分重叠。这可以避免虚拟射线源的靶点缺失。

上文描述射线源 100 相对于承载装置 300 平移一次，即具有两个扫描位置。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，检查系统的一个或多个射线源 100 还可以相对于承载装置 300 平移多次，即相对于承载装置 300 在至少三个扫描位置之间平移。

上文描述一个或多个射线源能够相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间转动或平移。但是，本公开的实施例不限于此。在某些实施例中，沿旋转轴线或承载装置的中心轴线观察，检查系统的射线源可以不转动且不平移。例如，检查系统可以包括连续设置的多个射线源 100，并且多个射线源 100 围绕检查区域具有大于 180 的扫描角度。这种情况下，在检查系统对一个被检查的物体进行检查的过程中，多个射线源 100 不需要相对于承载装置 300 转动或平移，而仅需相对于承载装置 300 沿旋转轴线或中心轴线升降一次，而不需要往复相对升降。

上文描述多个射线源 100 相对于承载装置 300 同步地在不同的扫描位置之间转动或平移。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，当检查系统包括多个射线源 100 时，多个射线源 100 可以非同步地相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间转动或平移。

上文描述每个射线源 100 中的多个靶点沿直线排布。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，射线源 100 中的多个靶点还可以沿弧线、折线等排布。

上文描述射线源 100 中的多个靶点具有均匀的靶点间距。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，射线源 100 中的多个靶点还可以非均匀排布，即具有非均匀的靶点间距。

上文描述不同的射线源 100 间隔设置。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，不同的射线源 100 也可以连续设置。例如，在检查系统包括三个射线源 100 的情况下，三个射线源 100 可以依次连续设置；或者三个射线源 100 中的两个射线源 100 可以连续设置，而另一射线源 100 可以与其他两个射线源 100 间隔设置。

在例如航空托盘货物等大件物体中，内部物品往往堆积重叠。为在透视扫描中获取更多的内部细节，往往需要增加靶点的数量以使靶点间距小于预定值，从而通过加密采样的扫描方式提高图像的空间分辨率。下面参照附图描述根据本公开的某些实施

例的靶点加密的原理。

根据本公开的某些实施例，一个或多个射线源 100 可以通过相对于承载装置 300 的局部移动来实现加密采样。在一些实施例中，沿旋转轴线或承载装置 300 的中心轴线观察，每个射线源 100 构造成能够相对于承载装置 300 在多个靶点位置之间局部移动。在本文中，“靶点位置”表示用于增加靶点密度并且能够完成扫描过程的位置。在示例性实施例中，当检查系统完成在一个扫描位置的扫描过程后，射线源 100 可以相对于承载装置 300 从当前扫描位置（作为一个靶点位置）移动到下一个靶点位置。在这种情况下，多个靶点位置包括当前扫描位置。

根据本公开的某些实施例，检查系统的一个或多个射线源 100 可以通过相对于承载装置 300 的一次或多次局部移动来实现靶点加密，具有两个或更多个靶点位置。检查系统在每个靶点位置进行一次扫描过程。根据本公开的某些实施例，射线源 100 相对于承载装置 300 的局部移动可以包括转动或平移。

下面参照附图详细描述根据本公开的某些实施例的相对于承载装置能够局部移动的一个或多个射线源的结构。在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源 100 并且射线源 100 相对于承载装置 300 在不同靶点位置平移为例来进行说明。

图 11A 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第一靶点位置。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第一靶点位置时，三个射线源 100 可以完成在第一靶点位置的一次扫描过程。

图 11B 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源相对于承载装置位于第二靶点位置。在完成位于第一靶点位置的扫描过程后，三个射线源 100 可以相对于承载装置 300 移动到第二靶点位置。当三个射线源 100 相对于承载装置 300 位于第二靶点位置时，三个射线源 100 可以完成在第二靶点位置的另一扫描过程。

图 11C 是根据本公开的某些实施例的多个射线源的排布的示意图，示出三个射线源在第一和第二靶点位置的叠加状态。通过三个射线源 100 在第一靶点位置和第二靶点位置的两次扫描过程，如图 11C 所示，检查系统可以将第一靶点位置的靶点分布与在第二靶点位置的靶点分布组合在一起，以产生组合靶点分布。由此，检查系统通过三个射线源 100 相对于承载装置 300 在两个靶点位置之间的平移所产生的组合靶点分布可以实现靶点加密，从而可以通过加密采样的扫描方式提高透视图像的空间分辨

率。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的移动距离。在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动角度。因此，射线源相对于承载装置在不同靶点位置之间的局部移动不同于射线源相对于承载装置在不同的扫描位置的相对大幅度移动。射线源相对于承载装置在不同靶点位置的局部移动用于产生组合靶点分布以实现局部靶点加密，而射线源相对于承载装置在不同的扫描位置的移动用于产生组合扫描角度以实现更大范围的扫描。

在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源 100 的相邻两个靶点相对于旋转轴线或相对于承载装置 300 的中心轴线的角度 β （如图 7C 所示）。在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的移动距离 h_1 小于该射线源 100 的相邻两个靶点之间的靶点间距 h_2 ，如图 11C 所示。在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的移动距离可以是靶点间距的二分之一或三分之一等。例如，当每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的移动距离是靶点间距的二分之一时，射线源 100 可以具有双倍的靶点密度；而当每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个靶点位置之间的移动距离是靶点间距的三分之一时，射线源 100 可以具有三倍的靶点密度。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源 100 的相邻两个靶点之间的靶点间距。在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源 100 的相邻两个靶点相对于旋转轴线或相对于承载装置 300 的中心轴线的角度。由此，射线源 100 相对于承载装置 300 在不同靶点位置之间的移动是在靶点间距内的局部移动。因此，射线源 100 相对于承载装置 300 的这种局部移动可以更有效地提高靶点密度。

根据本公开的某些实施例，检查系统可以构造成：当一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的靶点位置之间运动时，一个或多个射线源 100 不发射 X 射线。由此，当需要进行靶点加密时，一个或多个射线源 100 停止发射 X 射线，然后相对于

承载装置 300 从当前靶点位置运动到另一靶点位置。

上文描述射线源 100 相对于承载装置 300 在不同靶点位置之间平移以实现靶点加密。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，射线源 100 还可以通过相对于承载装置 300 在不同靶点位置之间转动来实现靶点加密。射线源 100 相对于承载装置 300 在不同靶点位置之间的转动参照上文所述射线源 100 相对于承载装置 300 在不同的扫描位置之间的转动，在此不再赘述。

下面详细描述根据本公开的某些实施例的检查方法。根据本公开的某些实施例，可以使用上述任意检查系统来实施该检查方法。

在步骤 S10 中，使被检查的物体承载于检查系统的承载装置 300 上并且位于检查区域中。

在步骤 S20 中，使检查系统的一个或多个射线源 100 位于围绕承载装置 300 的多个扫描位置中的一个。

在步骤 S30 中，使一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿旋转轴线升降（相对上升或相对下降），同时使一个或多个射线源 100 发射 X 射线并且使 X 射线经过位于检查区域中的被检查的物体而被探测器组件 200 接收。当一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 升降预定距离时，完成一次扫描过程。

根据本公开的某些实施例，预定距离对应于被检查的物体的感兴趣区域的高度。在示例性实施例中，预定距离等于被检查的物体的高度。在一些实施例中，当被检查的物体是航空托盘货物时，预定距离可以等于航空托盘货物除去托盘厚度以外的高度。在一些实施例中，根据探测器组件的检测数据来自适应地确定该预定距离。

在示例性实施例中，被检查的物体是航空托盘货物，或称为航空集装箱。但是，本公开的实施例不限于此。根据本公开的某些实施例，检查方法还可以用于对其他类型的物体进行检查，特别是具有较大尺寸的物体。

在步骤 S40 中，使一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个，重复步骤 S30，以完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程。

在下面的示例性实施例中参照附图以使用三个射线源 100 并且每个射线源 100 具有两个扫描位置为例来进行说明。图 12A 至图 12D 分别示出利用根据本公开的某些实

施例的检查系统实施检查方法的示意图。

如图 12A 所示，使检查系统的三个射线源 100 位于围绕承载装置 300 的两个扫描位置中的第一扫描位置。三个射线源 100 和探测器组件 200 处于检查区域的上端。

然后，使三个射线源 100 和探测器组件 200 沿旋转轴线下降，同时使三个射线源 100 以预定顺序发射 X 射线。发射出的 X 射线经过位于检查区域中的被检查的物体，并且被探测器组件 200 接收到。如图 12B 所示，当三个射线源 100 和探测器组件 200 下降到检查区域的下端时，三个射线源 100 停止发射 X 射线，并且三个射线源 100 和探测器组件 200 停止下降。由此，完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

在完成在第一扫描位置的一次扫描过程后，如图 12C 所示，承载装置 300 带动被检查的物体围绕旋转轴线转动，并且两个射线源 100 和探测器组件 200 保持静止。由此，两个射线源 100 可以相对于承载装置 300 转动到第二扫描位置。然后，使三个射线源 100 和探测器组件 200 沿旋转轴线上升，同时使三个射线源 100 以预定顺序发射 X 射线。发射出的 X 射线经过位于检查区域中的被检查的物体，并且被探测器组件 200 接收到。

如图 12D 所示，当三个射线源 100 和探测器组件 200 上升到检查区域的上端时，三个射线源 100 停止发射 X 射线，并且三个射线源 100 和探测器组件 200 停止上升。由此，完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

上文以使用三个射线源 100 并且每个射线源 100 具有两个扫描位置为例描述了检查方法的实施过程。在利用更多或更少的射线源 100、和/或每个射线源 100 具有更多或更少扫描位置时，检查方法可以类似地执行，只要能完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程即可，具体步骤在此不再赘述。

在一些实施例中，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于该射线源 100 的相邻靶点相对于旋转轴线的角度。

在示例性实施例中，在步骤 S40 之后，检查方法还可以包括基于探测器组件 200 的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像（CT 图像）。

上文描述检查方法使用一个或多个射线源 100。在使用多个射线源 100 时，不同射线源 100 的真空空间不连通。

在一些实施例中，如图 11A 至图 11D 所示的实施例，在每次一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 升降预定距离后，一个或多个射线源 100 和探

测器组件 200 相对于承载装置 300 停止升降。在相邻两次重复步骤 S30 时，即相邻两次相对升降过程中，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 沿相反方向被升降。由此，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 在每次相对于承载装置 300 升降时都可以进行一次扫描过程，这可以提高检查效率和物体通过率。但是，本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，检查方法还可以在每次进行扫描过程时都沿相同方向相对于承载装置 300 升降一个或多个射线源 100 和探测器组件 200。

根据本公开的某些实施例，每个射线源 100 相对于承载装置 300 在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于该射线源 100 相对于旋转轴线的扫描角度。由此，参照上文所述，检查方法的多次扫描过程可以实现靶点连续的组合扫描角度。

在一些实施例中，一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 可以相对于承载装置 300 匀速直线运动来升降。在一些实施例，每次一个或多个射线源 100 和探测器组件 200 相对于承载装置 300 升降预定距离后，使射线源 100 停止发射 X 射线。

在一些实施例中，检查方法重复步骤 S30 和 S40，使得一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 具有大于 180 度的组合扫描角度。当检查方法提供超过 180 度的组合扫描角度时，能够产生更完整的扫描数据，并且产生更好的 CT 扫描效果。

在一些实施例中，在一个或多个射线源 100 在相对于承载装置 300 的升降过程中，使一个或多个射线源 100 发射的 X 射线比承载装置 300 的承载表面至少高出预定高度。在一些实施例中，该预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。在一些实施例中，预定高度等于航空托盘货物的托盘厚度。例如，航空托盘货物被放置在承载装置 300 的承载表面上。通过结合托盘厚度来控制射线源 100 的相对升降高度，射线源 100 发射的 X 射线可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘，由此可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。例如，托盘可以包括高密度金属或塑料等，不利于 X 射线的透视检查。

在一些实施例中，检查方法还包括在步骤 S30 中完成位于一个扫描位置的一次扫描过程后，使一个或多个射线源 100 相对于承载装置 300 移动到多个靶点位置中的一个并重复步骤 S30。多个靶点位置包括当前扫描位置。这种情况下，检查方法可以通过射线源 100 相对于承载装置 300 的局部移动来实现加密采样。有关加密采样或靶点加密的其他实施方式参见上文所述，在此不再赘述。

在根据本公开的某些实施例的检查方法中，所使用的检查系统的其他实施方式参

见上文所述并且相应地结合到检查方法的实施例中，在此不再赘述。

应该理解，根据本公开的某些实施例的检查系统可以包括控制装置 900。图 14 示意性示出了根据本公开的某些实施例的检查系统的方框图。图 15 示意性示出了根据本公开的某些实施例的控制装置的方框图。结合参照图 14 和图 15，所述控制装置 900 可以与检查系统中的射线源 100、探测器组件 200、承载装置 300、升降台 410、回转台 420 以及包括承载输送器 310 在内的各种输送器通信连接，所述控制装置 900 可以输出各种控制信号，以使得所述检查系统中的射线源 100、探测器组件 200、承载装置 300、升降台 410、回转台 420 以及包括承载输送器 310 在内的各种输送器执行上述检查方法中的各个步骤或动作。

如图 15 所示，根据本公开实施例的电子设备 900 包括处理器 901，其可以根据存储在只读存储器（ROM）902 中的程序或者从存储部分 908 加载到随机访问存储器（RAM）903 中的程序而执行各种适当的动作和处理。处理器 901 例如可以包括通用微处理器（例如 CPU）、指令集处理器和/或相关芯片组和/或专用微处理器（例如，专用集成电路（ASIC））等等。处理器 901 还可以包括用于缓存用途的板载存储器。处理器 901 可以包括用于执行根据本公开实施例的检查方法的不同动作的单一处理单元或者是多个处理单元。

在 RAM 903 中，存储有电子设备 900 操作所需的各种程序和数据。处理器 901、ROM 902 以及 RAM 903 通过总线 904 彼此相连。处理器 901 通过执行 ROM 902 和/或 RAM 903 中的程序来执行根据本公开实施例的检查方法的各种操作或动作。需要注意，所述程序也可以存储在除 ROM 902 和 RAM 903 以外的一个或多个存储器中。处理器 901 也可以通过执行存储在所述一个或多个存储器中的程序来执行根据本公开实施例的检查方法的各种操作。

根据本公开的实施例，电子设备 900 还可以包括输入/输出（I/O）接口 905，输入/输出（I/O）接口 905 也连接至总线 904。电子设备 900 还可以包括连接至 I/O 接口 905 的以下部件中的一项或多项：包括键盘、鼠标等的输入部分 906；包括诸如阴极射线管（CRT）、液晶显示器（LCD）等以及扬声器等的输出部分 907；包括硬盘等的存储部分 908；以及包括诸如 LAN 卡、调制解调器等网络接口卡的通信部分 909。通信部分 909 经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器 910 也根据需要连接至 I/O 接口 905。可拆卸介质 911，诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等，根据需要安

装在驱动器 910 上，以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装入存储部分 908。

本公开的实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以是上述实施例中描述的设备/装置/系统中所包含的；也可以是单独存在，而未装配入该设备/装置/系统中。上述计算机可读存储介质承载有一个或者多个程序，当上述一个或者多个程序被执行时，实现根据本公开实施例的检查方法。

根据本公开的实施例，计算机可读存储介质可以是非易失性的计算机可读存储介质，例如可以包括但不限于：便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦式可编程只读存储器（EPROM 或闪存）、便携式紧凑磁盘只读存储器（CD-ROM）、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本公开的实施例中，计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。例如，根据本公开的实施例，计算机可读存储介质可以包括上文描述的 ROM 902 和/或 RAM 903 和/或 ROM 902 和 RAM 903 以外的一个或多个存储器。

本公开的实施例还包括一种计算机程序产品，其包括计算机程序，该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码。当计算机程序产品在计算机系统（例如上述检查系统）中运行时，该程序代码用于使计算机系统实现本公开实施例所提供的检查方法。

在该计算机程序被处理器 901 执行时执行本公开实施例的系统/装置中限定的上述功能。根据本公开的实施例，上文描述的系统、装置、模块、单元等可以通过计算机程序模块来实现。

在一种实施例中，该计算机程序可以依托于光存储器件、磁存储器件等有形存储介质。在另一种实施例中，该计算机程序也可以在网络介质上以信号的形式进行传输、分发，并通过通信部分 909 被下载和安装，和/或从可拆卸介质 911 被安装。该计算机程序包含的程序代码可以用任何适当的网络介质传输，包括但不限于：无线、有线等等，或者上述的任意合适的组合。

在这样的实施例中，该计算机程序可以通过通信部分 909 从网络上被下载和安装，和/或从可拆卸介质 911 被安装。在该计算机程序被处理器 901 执行时，执行本公开实施例的系统中限定的上述功能。根据本公开的实施例，上文描述的系统、设备、装置、模块、单元等可以通过计算机程序模块来实现。

根据本公开的实施例，可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本公开实施例提供的计算机程序的程序代码，具体地，可以利用高级过程和/或面向对象的编程语言、和/或汇编/机器语言来实施这些计算程序。程序设计语言包括但不限于诸如 Java, C++, python, “C” 语言或类似的程序设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。在涉及远程计算设备的情形中，远程计算设备可以通过任意种类的网络，包括局域网（LAN）或广域网（WAN），连接到用户计算设备，或者，可以连接到外部计算设备（例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接）。

需要说明的是，在本文中，除非另有说明，表述“检查系统构造成……”表示：处理器 901 可以根据存储在只读存储器（ROM）902 中的程序或者从存储部分 908 加载到随机访问存储器（RAM）903 中的程序而生成控制信号，以控制所述检查系统中的射线源 100、探测器组件 200、承载装置 300、升降台 410、回转台 420 以及包括承载输送器 310 在内的各种输送器执行上述检查方法中的各个步骤或动作。

在本公开的实施例中，提供了一种采用动静结合扫描方式的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。还提供了一种满足 CT 重建需要的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。还提供了一种提高空间分辨率和识别准确性的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。还提供了一种提高可维护性且降低成本的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。还提供了一种降低物体装卸难度的检查系统和检查方法，特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。

根据本公开的实施例，检查系统和检查方法采用动静结合的扫描方式。一个或多个射线源通过相对于承载装置转动或平移等拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围，以产生更完整的扫描数据和更好的扫描效果。当组合扫描角度满足 CT 重建需求时，可以产生更好的 CT 扫描效果和更好的三维扫描图像。一个或多个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间运动（运动次数一般小于 10 次），可以提高物体通过率并且提高成像质量。根据本公开的实施例的检查系统和检查方法特别适合于对例如航空托盘货物等大尺寸物体的扫描。与例如使用滑环的现有设计相比，本公开实施例可以降低检查系统的尺寸和制造成本，并且提高检查系统的稳定性。根据本公开的实

施例的检查系统和检查方法还可以通过一个或多个射线源的局部移动实现靶点加密，从而提高透视图像的空间分辨率和识别准确性。与立式 CT 扫描相比，根据本公开的实施例的检查系统和检查方法可以提供横截面积较小的扫描截面，从而可以提高成像质量，并且可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘，由此可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。

尽管已经参考示例性实施例描述了本公开，但是应理解，本公开并不限于上述实施例的构造和方法。相反，本公开意在覆盖各种修改例和等同配置。另外，尽管在各种示例性结合体和构造中示出了所公开发明的各种元件和方法步骤，但是包括更多、更少的元件或方法的其它组合也落在本公开的范围之内。

权 利 要 求

1. 一种用于航空托盘货物的检查系统，包括：

承载装置，用于在所述检查系统的检查区域中承载被检查的航空托盘货物；

至少一个射线源，用于发射 X 射线，其中每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在所述壳体内的多个靶点；和

探测器组件，用于接收从所述至少一个射线源发射并经过所述检查区域的 X 射线，

其中，所述至少一个射线源能够围绕旋转轴线相对于所述承载装置在多个扫描位置之间转动，并且所述至少一个射线源和所述探测器组件能够相对于所述承载装置沿所述旋转轴线升降；

其中，所述检查系统构造成：当所述至少一个射线源相对于所述承载装置位于所述多个扫描位置中的一个时，所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿所述旋转轴线升降并且所述至少一个射线源发射 X 射线；并且当所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降预定距离后，所述至少一个射线源围绕所述旋转轴线相对于所述承载装置转动到所述多个扫描位置中的另一个。

2. 根据权利要求 1 所述的检查系统，其中，所述检查系统构造成：在所述至少一个射线源相对于所述承载装置的升降过程中，所述至少一个射线源发射的 X 射线比所述承载装置的承载表面至少高出预定高度，其中所述预定高度根据所述被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间的转动，使得所述至少一个射线源的组合扫描角度大于 180 度。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述检查系统构造成：当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间转动时，所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置不沿所述旋转轴线升降。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于所述射线源相对于所述旋转轴线的扫描角度。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源相对于所述

承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于每个射线源的相邻靶点相对于所述旋转轴线的角度，

其中，所述至少一个射线源还构造成能够相对于所述承载装置在至少两个靶点位置之间移动，每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

7. 根据权利要求 6 所述的检查系统，其中，每个射线源相对于所述承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述旋转轴线平行于竖直方向。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，每个射线源的射线发射方向与所述旋转轴线不垂直。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述检查系统构造成：当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间转动时，所述至少一个射线源不发射 X 射线。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述探测器组件设置成相对于所述至少一个射线源沿径向更靠近所述旋转轴线。

12. 根据权利要求 11 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源的所有靶点都位于第一平面内。

13. 根据权利要求 12 所述的检查系统，其中，所述探测器组件的所有探测器晶体都位于第二平面内。

14. 根据权利要求 13 所述的检查系统，其中，所述第一平面与所述第二平面平行，每个射线源的靶点都设置成沿所述旋转轴线朝着所述探测器组件偏转预定的倾斜角度，使得每个射线源发射的 X 射线在经过所述检查区域之前不会被所述探测器组件遮挡。

15. 根据权利要求 14 所述的检查系统，其中，所述探测器组件包括多个探测器臂，其中在每个探测器臂上布置多个探测器单元，并且每个探测器臂构造成能够接收至少

两个射线源发射的 X 射线。

16. 根据权利要求 15 所述的检查系统，其中，每个探测器单元包括探测器晶体，每个探测器晶体设置在相应探测器单元的沿所述旋转轴线靠近所述至少一个射线源的一端。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的检查系统，其中，所述多个探测器臂构造成完整地围绕所述旋转轴线延伸以组成探测器环。

18. 根据权利要求 10 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源包括多个射线源，所述多个射线源布置成围绕所述承载装置间隔分布。

19. 根据权利要求 1 或 10 所述的检查系统，其中，所述承载装置还可以包括承载输送机，用于在所述承载装置上传送所述被检查的航空托盘货物进入和离开所述检查区域，

其中，在所述承载输送机传送所述被检查的航空托盘货物进入或离开所述检查区域时，所述至少一个射线源和所述探测器组件沿所述旋转轴线相对于所述承载装置被升高或降低到不阻碍所述被检查的航空托盘货物进入或离开所述检查区域。

20. 根据权利要求 19 所述的检查系统，还包括输入输送机，其用于将所述被检查的航空托盘货物传送到所述承载输送机，并且构造成能够移动接近和远离所述承载输送机。

21. 根据权利要求 19 或 20 所述的检查系统，还包括输出输送机，其用于从所述承载输送机接收所述被检查的航空托盘货物，并且构造成能够移动接近和远离所述承载输送机。

22. 根据权利要求 20 所述的检查系统，还包括入口输送机，其构造成保持位置固定并且能够将所述被检查的航空托盘货物传送到所述输入输送机，其中所述输入输送机构造成能够在所述入口输送机和所述承载输送机之间移动。

23. 根据权利要求 21 所述的检查系统，还包括出口输送机，其构造成保持位置固定并且能够从所述输出输送机接收所述被检查的航空托盘货物，并且所述输出输送机构造成能够在所述出口输送机和所述承载输送机之间移动。

24. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，
所述至少一个射线源构造成能够围绕所述旋转轴线转动；和/或
所述探测器组件构造成能够围绕所述旋转轴线转动。

25. 根据权利要求 24 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源和所述探测器组件构造成能够围绕所述旋转轴线同步地转动。

26. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述承载装置构造成能够围绕所述旋转轴线转动。

27. 根据权利要求 1 或 2 所述的检查系统，其中，所述至少一个射线源和所述探测器组件构造成能够沿所述旋转轴线升降；或者，所述承载装置构造成使得所述承载装置的承载表面能够沿所述旋转轴线升降。

28. 根据权利要求 2 所述的检查系统，其中，所述检查系统还构造成基于所述探测器组件的检测数据来重建所述被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

29. 一种用于航空托盘货物的检查方法，包括：

(a) 使被检查的航空托盘货物承载于承载装置上并且位于检查区域中；

(b) 使至少一个射线源位于围绕所述承载装置的多个扫描位置中的一个，其中每个射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在所述壳体内的多个靶点；

(c) 使所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿旋转轴线升降，并且同时使所述至少一个射线源发射 X 射线并使 X 射线经过所述被检查的航空托盘货物而被所述探测器组件接收，直到所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降预定距离，由此完成一次扫描过程；并且

(d) 使所述至少一个射线源围绕所述旋转轴线相对于所述承载装置转动到所述多个扫描位置中的另一个，重复步骤 (c)，以完成在所述多个扫描位置中每一个的扫描过程。

30. 根据权利要求 29 所述的检查方法，其中，在所述至少一个射线源相对于所述承载装置的升降过程中，所述至少一个射线源发射的 X 射线比所述承载装置的承载表面至少高出预定高度，其中所述预定高度根据所述被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。

31. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，重复步骤 (c) 和 (d) 以使所述至少一个射线源的组合扫描角度大于 180 度。

32. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，在每次所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降所述预定距离后，使所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置停止升降，并且在相邻两次重复步骤 (c) 时，

所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿相反方向被升降。

33. 根据权利要求 32 所述的检查方法，其中，所述射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于所述射线源相对于所述旋转轴线的扫描角度。

34. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，所述至少一个射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于每个射线源的相邻靶点相对于所述旋转轴线的角度，

所述检查方法还包括在步骤 (c) 中完成位于一个扫描位置的一次扫描过程后，使所述至少一个射线源移动到相对于所述承载装置的多个靶点位置中的一个并重复步骤 (c)，其中，所述多个靶点位置包括当前扫描位置，

其中，每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

35. 根据权利要求 34 所述的检查方法，其中，每个射线源相对于所述承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述旋转轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

36. 根据权利要求 29 所述的检查方法，其中，所述检查方法还包括基于所述探测器组件的检测数据来重建所述被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

37. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，所述旋转轴线平行于竖直方向。

38. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，每个射线源的射线发射方向与所述旋转轴线不垂直。

39. 根据权利要求 29 或 30 所述的检查方法，其中，当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间转动时，所述至少一个射线源不发射 X 射线。

40. 根据权利要求 29 所述的检查方法，其中，根据所述探测器组件的检测数据来自适应地确定所述预定距离。