

毫米波人体安检系统和方法

本申请要求于 2020 年 10 月 28 日提交的、申请号为 202011178188.0 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本公开的实施例一般地涉及安全检查领域，尤其涉及能够提高安检通过率的毫米波人体安检系统和方法。

背景技术

为了保障公共安全，在重要的公共场所进行安全检查是一项必要的手段。当前运用最广泛的成像式安检技术主要是 X 射线成像技术和毫米波成像技术。毫米波检测成像技术具有由于是非电离辐射而在使用中不会对人体造成伤害、能够穿透人体衣物和识别各类金属及非金属违禁品等诸多优点。近年来随着毫米波技术的发展和器件成本的降低，毫米波成像开始广泛用于人体安检领域。

虽然毫米波安检仪相较于金属探测门有一系列优点，但是仍然存在被检查人需要在停止状态下接受扫描、通行效率低的问题。在实际的安检中，常规的主动式毫米波成像系统要求被检查人在安检仪前以特定的姿势站立一定时间或以特定姿势转动，虽然能够保证较高的识别率，但是需要被检查人不断地调整站姿、在检查通道内停留较长时间，进而通过率也受到了限制。

发明内容

根据本公开的一个方面，提出了一种毫米波人体安检方法，包括：在被检查人进入由毫米波人体安检仪限定的检查通道之前，通过第一显示装置向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息；指引被检查人进入检查通道并以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在检查通道内的指定站立位置处；由毫米波人体安检仪对被检查人进行扫描检查，以获得被检查人的毫米波扫描数据；以及由工作站基于所述毫米波扫描数据进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

在一些实施例中，将所述第一显示装置设置在毫米波人体安检仪的顶部处，以便被检查人进入所述检查通道之前能够看到所述第一显示装置所展示的信息。

在一些实施例中，通过第一显示装置向被检查人展示指定姿势摆放视频、指定姿势提示文字和指定姿势图片中的至少一种。

在一些实施例中，该方法还包括在检查通道内通过第二显示装置向站在指定站立位置处的被检查人展示与所述指定姿势相关的信息。

在一些实施例中，由第二显示装置显示指定姿势人偶图像，该方法还包括：获取以所述站姿站在指定站立位置处的被检查人的可见光图像，并在第二显示装置上显示该可见光图像，以指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿。

在一些实施例中，该方法还包括：通过音频装置以语音提示引导被检查人观看第一显示装置展示的信息和/或引导被检查人以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在指定站立位置处。

在一些实施例中，基于重建的毫米波扫描图像确定被检查人的站姿是否满足所述指定姿势的要求。

在一些实施例中，该方法还包括：在确定被检查人的站姿满足所述指定姿势的要求后，指引被检查人离开检查通道；以及在被检查人离开检查通道时，分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品。

在一些实施例中，该方法还包括：在工作站处通过图形处理器进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

在一些实施例中，该方法还包括：

获取被检查人的正面的第一扫描数据集和背面的第二扫描数据集，其中第一扫描数据集和第二扫描数据集的列方向与被检查人的高度方向重合；

沿第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得由 Y1 表示的第一叠加数据的列，沿第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得由 Y2 表示的第二叠加数据的列；

按下述公式对第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算：

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度；以及

取 $R(\tau)$ 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差，

并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准，以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。

根据本公开的另一方面的实施例，提供了一种毫米波人体安检系统，包括：毫米波人体安检仪，该毫米波人体安检仪限定有检查通道，并被配置成对站在检查通道内的指定站立位置处的被检查人进行扫描检查，以获取被检查人的毫米波扫描数据；第一显示装置，该第一显示装置设置在被检查人在进入所述检查通道之前能够看见的位置处，并被配置成向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息；和工作站，该工作站被配置成基于所述毫米波扫描数据进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

在一些实施例中，所述第一显示装置设置在毫米波人体安检仪的顶部处以面向将进入检查通道的被检查人。

在一些实施例中，在毫米波人体安检仪的在被检查人的通行方向上的两个相反顶部处分别有设置有所述第一显示装置。

在一些实施例中，第一显示装置被配置成向被检查人展示指定姿势摆放视频、指定姿势提示文字和指定姿势图片中的至少一种。

在一些实施例中，毫米波人体安检系统还包括第二显示装置，该第二显示装置设置在检查通道内，以向站在指定站立位置处的被检查人展示与所述指定姿势相关的信息。

在一些实施例中，毫米波人体安检系统，还包括可见光成像装置，该可见光成像装置被配置获取以所述站姿站在指定站立位置处的被检查人的可见光图像，第二显示装置被配置成显示指定姿势人偶图像和所述可见光图像，以指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿。

在一些实施例中，毫米波人体安检系统还包括音频装置，该音频装置被配置成以语音提示引导被检查人观看第一显示装置展示的信息和/或引导被检查人以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在指定站立位置处。

在一些实施例中，所述工作站被配置成基于重建的毫米波扫描图像确定被检查人的站姿是否满足所述指定姿势的要求。

在一些实施例中，该毫米波人体安检系统被配置成在确定被检查人的站姿满足所述指定姿势的要求后，以语音提示和视觉提示中的至少一种指引被检查人离开检查通道；并且所述工作站被配置成在被检查人离开检查通道的同时，分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品。

在一些实施例中,所述工作站包括图形处理器,该图形处理器被配置成进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

在一些实施例中,毫米波人体安检仪包括:

沿与被检查人通过检查通道的方向垂直的水平方向位于检查通道的相反两侧的第一毫米波扫描单元和第二毫米波扫描单元,第一毫米波扫描单元和第二毫米波扫描单元被配置成分别对与与所述指定姿势相符的站姿站在所述指定站立位置处的被检查人的正面和背面进行毫米波扫描,以获得被检查人的正面的第一扫描数据集和背面的第二扫描数据集,第一扫描数据集和第二扫描数据集的列方向与被检查人的高度方向重合;并且

所述工作站进一步被配置成:

沿第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得由 Y1 表示的第一叠加数据的列,沿第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得由 Y2 表示的第二叠加数据的列;

按下述公式对第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算:

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度;

取 $R(\tau)$ 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差,并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准,以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。

通过下文中参照附图对本公开所作的详细描述,本公开的其它目的和优点将显而易见,并可帮助对本公开有全面的理解。

附图说明

通过参考附图能够更加清楚地理解本公开的特征和优点,附图是示意性的而不应理解为对本公开进行任何限制,在附图中:

图 1 为示出根据本公开的一个示例性实施例的毫米波人体安检仪的结构透视图;

图 2 为示出根据本公开的一个示例性实施例的毫米波人体安检系统的布置的框图;

图 3 为示出根据本公开的示例性实施例的人体安检时间分布的示意图;

图 4 为示出根据本公开实施例的毫米波人体安检方法的流程图；

图 5 为示出根据本公开的一个具体示例的毫米波人体安检方法的流程图；以及

图 6 为示出根据本公开的一个具体示例的扫描数据配准方法的流程图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

另外，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内容的实施例的全面理解。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。在其他情况下，公知的结构和装置以图示的方式体现以简化附图。

图 1 示意性地示出根据本公开的示例性实施例的用于安全检查的人体成像设备，图 2 示意性地示出根据本公开的示例性实施例的人体安检系统的布置，该案件系统包括图 1 中示出的人体成像设备。该人体成像设备例如是毫米波人体安检仪 100，其用于对被检查人的身体进行扫描检查，以获得毫米波人体图像或相应的毫米波扫描数据。如图 3 所示，扫描时间为 T_1 ，这取决于不同类型的毫米波人体安检仪的具体操作，例如可以约为 2 秒。例如，毫米波人体安检仪可以基于被动式或主动式毫米波成像技术，通过采集目标自身的毫米波辐射或通过采集目标反射或散射的毫米波实现成像。示例性地，毫米波人体安检仪可以包括毫米波收发装置，如用于发射和接收毫米波信号的毫米波天线阵列以及与毫米波天线阵列关联的毫米波收发机。

毫米波人体安检仪可以分为柱形扫描系统、平面扫描系统和面阵扫描系统。在图示的实施例中，毫米波人体安检仪 100 为安检门的形式，安检门限定检查通道 101，被检查人以合适的站姿站在检查通道 101 内的指定站立位置接收安全检查。例如，毫米波人体安检仪可以包括直线阵列平面上下扫描型安检门、直线阵列平面左右扫描型安检门、折线阵列上下扫描安检门、或直线阵列转台旋转安检门、弧形或柱面扫描形安检门，相应地，毫米波人体安检仪可以具有用于对被检查人的身体进行扫描的不同形式的扫描面，如图中图示的平面阵列扫描面 110。

在如图 1 所示的实施例中，安检门形式的毫米波人体安检仪包括相对布置的第一毫米波扫描单元和第二毫米波扫描单元，如毫米波收发装置或检测器阵列，其沿与被检查

人通过检查通道 101 的方向垂直的水平方向位于检查通道的相反两侧，用于分别对以与指定姿势相符的站姿站在检查通道 101 内的指定站立位置处的被检查人的正面和背面进行毫米波扫描，以获得被检查人的正面的第一扫描数据集和背面的第二扫描数据集，第一扫描数据集和第二扫描数据集例如可以分别是二维数据矩阵的形式，其列方向与被检查人的高度方向重合。

安检系统还包括工作站 200，如设置在中控室或操作台的操作终端，例如可以由计算机实现，该工作站可以基于所获得的毫米波扫描数据重建被检查人的毫米波扫描图像、确认被检查人的站姿、分析毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品或违禁物品等。工作站 200 本身具有处理器 210，如中央处理单元(CPU)，用于执行工作站的常规操作；可以在工作站 200 自身的显示器 230 上显示毫米波扫描图像、站姿确认结果和/或嫌疑物识别结果。如图 3 所示，图像重建时间为 T_2 ，图像分析时间为 T_3 ，这取决于工作站的数据处理性能。示例性地，可以利用包括 GPU(图像处理器)220 的显卡加速扫描图像重建和/或图像分析。

在一些示例中，图像分析包括站姿确认、嫌疑物识别等，即可以基于重建的毫米波扫描图像确认被检查人在接受扫描检查时的站姿是否符合指定姿势的要求。在其它示例中，作为替换或补充，也可以基于被检查人的可见光图像(例如通过单独设置的诸如相机之类的成像装置获得)判断被检查人接收检查时的站姿是否符合指定姿势的要求。可以以多种方式，如人工或自动模式，基于被检查人的图像判断其站姿是否正确或是否符合指定姿势的要求，例如可以判断与指定姿势对应的人偶图像与被检查人的图像(如毫米波扫描图像或可见光图像)之间的差异(如图形边界差异)是否在预定阈值范围内在人工模式中，可以由操作员基于被检查人在指定站立位置处的站姿本身，或者基于被检查人的站姿的图像，例如基于这些图像在显示器 230 上的显示，由操作员人工判断被检查人的站姿是否符合指定姿势的要求。作为替换或补充，也可以以自动模式，例如借助于处理器，判断被检查人的站姿是否符合指定姿势的要求。作为替换或补充，可以在由毫米波人体安检仪对处于一站姿的被检查人的身体进行扫描检查之前判断被检查人的该站姿是否符合指定姿势的要求。

在实际的安检中，毫米波成像系统通常都要求被检查人以特定的姿势接受安全检查，不同的被检查人对正确站姿的理解有差异，需要不同的时间才能摆出正确的站姿，导致在正式扫描之前需要被检查人花费相当长的时间 T_x (参见图 3) 来调整其站姿。而根据本公开实施例的安检系统还包括第一显示装置 120，其设置在被检查人在进入检查

通道 101 之前能够看见的位置处,并向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息。从而,被检查人在排队、等待检查或在其他被检查人正接受检查时,可以观看第一显示装置 120 上显示的信息,预先了解和学习正确的扫描站姿,在进入检查通道 101 并站在指定站立位置后可以立即采取与指定站姿基本上一致或相符合的姿势,降低被检查人的站姿出现错误的概率,极大地缩短站姿调整时间 T_x 。

第一显示装置可以设置在被检查人在进入检查通道 101 之前能够看见的任何合适的位置处。在图示的实施例中,第一显示装置 120 设置在毫米波人体安检仪 100 的顶部处,位于检查通道 101 的入口上方,以面向将进入检查通道的被检查人。或者,第一显示装置也可以设置在安检门的侧框上。在一些示例中,在被检查人的通行方向上,在毫米波人体安检仪的两个相反顶部处分别有设置有第一显示装置,被检查人可以从安检仪的任一侧进入安检通道之前都能看到第一显示装置上显示的与指定姿势相关的信息,从而同一毫米波人体安检仪可以实现正向、反向检查和通行,提高安检仪布置和操作的灵活性,提高案件效率。

第一显示装置可以以多种方式向被检查人展示与指定姿势相关的信息,如播放指定姿势摆放视频或动画、显示指定姿势提示文字或指定姿势图片等,例如可以在第一显示装置的不同区域 121、122、123 处分别显示这些信息。第一显示装置可以包括显示屏,如 LCD 或 LED 显示器,也可以包括各种图形、图像指示器/指示符等。

如图 1 所示,安检系统还可以包括第二显示装置 130,其可以设置在检查通道内,如位于扫描面 110 上,以向站在指定站立位置处的被检查人展示与指定姿势相关的信息,如指定姿势的人偶图像,使得被检查人可以进一步明确指定姿势的要求。在一些示例中,还可以设置可见光成像装置(未示出),如相机,其用于获取以一站姿站在检查通道 101 内的指定站立位置处的被检查人的可见光图像,该可见光图像可以被显示或投影在第二显示装置 130 上,以便指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿,从而可以迅速地摆好符合指定姿势的要求的站姿,进一步缩短站姿调整时间。此外,所获得的可见光图像也可以被传送至工作站或操作员终端,以便操作员基于该可见光图像或基于该可见光图像与所重建的毫米波扫描图像二者确认被检查人的站姿是否满足扫描检查的要求。

在一些实施例中,毫米波人体安检系统还可以包括音频装置 300,如喇叭,其用于以语音提示的方式引导被检查人观看第一显示装置 120 展示的信息,和/或引导被检查

人以与指定姿势基本上相符的站姿站在检查通道内的指定站立位置处，从而可以进一步缩短站姿调整时间。此外，音频装置 300 与工作站或操作员终端通信，可以根据需要借助于音频装置 300 向被检查人播放提示信息，如引导被检查人观看第一显示装置 120 展示的信息，提醒被检查人尽快进入检查通道，指引被检查人在检查通道内摆好合适的站姿和扫描注意事项等，提醒扫描完成、指引被检查人尽快离开检查通道，在必要时指引被检查人到手检站 400 接受后续进一步的检查，等等，以尽可能缩短被检查人在接受安全检查时所花费的时间。

在一些实施例中，如图 1 所示，毫米波人体安检系统还可以触发装置 140，其例如设置在安检门的入口或检查通道 101 的入口处，在被检查人进入检查通道时触发装置被触发或激活，这可以促使音频装置 300 播放语音提示和/或促使第二显示装置 130 展示与指定姿势相关的信息，对被检查人的站姿进行指导，如引导被检查人观看第二显示装置 130 展示的信息，使得被检查人以与指定姿势基本上相符的站姿站在检查通道内的指定站立位置处，从而可以进一步缩短站姿调整时间。作为示例，触发装置可以采用红外对射开关或类似形式。

如果被检查人的站姿错误或不符合指定姿势的要求，则安检系统指引(如借助于上述显示装置和/或音频装置)被检查人调整站姿，重新进行毫米波扫描、图像重建和站姿确认。根据本公开的实施例，安检系统在确定被检查人的站姿满足指定姿势的要求后，例如以语音提示和视觉提示中的至少一种，指引被检查人离开检查通道，而工作站在被检查人离开检查通道的同时，分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品，即被检查人走出检查通道和工作站进行图像分析以识别嫌疑物品的操作同时进行，从而被检查人无需在检查通道内等待嫌疑物识别时间，更进一步减少被检查人在检查通道内的停留时间，而下一个被检查人可以进入检查通道摆好站姿，提高整个安检系统的通行效率。

“图像重建”是将获取的二进制扫描数据重建为可视化图像。在一些情况中，在由安检仪两侧的扫描单元分别获取被检查人正面和背面的扫描数据时，正面和背面的扫描数据对应的被检查人的高度可能不一致。可以对正面和背面的扫描数据进行配准，以进行下一步分析。在本公开的一些实施例中，处理利用包括 GPU(图像处理器)的显卡加速扫描图像重建和/或图像分析之外，还提供了下述数据配准方法，以进一步加快图像重建。

示例性地，在工作站处，对上述扫描数据进行配准处理。例如，如图 6 所示，可以

由工作站或其 GPU 进行下述操作：

首先，沿被检查人的正面的第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得第一叠加数据 Y1 的列，沿被检查人的背面的第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得第二叠加数据 Y2 的列；例如，这种叠加可以是对每个扫描数据集中同一行的数据进行叠加，所形成的叠加数据的列是一维数据列；

然后，按下述公式对所获得的第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算，如进行卷积运算：

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt ,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度， τ 可以表示第一扫描数据集中的扫描数据与第二扫描数据集中的对应扫描数据之间的高度差；

取 $R(\tau)$ 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差，并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准，以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。

采用这种简单可行的配准方法，可以实现被检查人的正面和背面的扫描数据的快速配准，进一步缩短图像重建时间。

本公开的实施例还提供了人体安检方法，其可以基于毫米波人体扫描，例如可以由上述人体安检系统来实现，能够减少被检查人在检查通道的停留时间，提供通行效率。图 4 和 5 分别图示了根据本公开的示例性实施例的毫米波人体安检方法的流程。该方法主要包括以下步骤：

S10：在被检查人进入由毫米波人体安检仪限定的检查通道之前，例如通过第一显示装置，向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息；

S11：指引被检查人进入检查通道并以与指定姿势基本上相符的站姿站在检查通道内的指定站立位置处。

S12：由毫米波人体安检仪对被检查人进行扫描检查，以获得被检查人的毫米波扫描数据；

S13：由工作站基于所述毫米波扫描数据进行多种操作，如重建被检查人的毫米波扫描图像、确认被检查人在接受扫描时的站姿是否符合指定姿势的要求，以及识别被检

查人是否携带嫌疑物品；这些操作例如可以通过例如工作站处的图形处理器(GPU)来加速实现。

为了进一步缩短图像重建时间，如图 6 所示，可以由工作站或其 GPU 进行下述数据配准操作：

沿被检查人的正面的第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得第一叠加数据 Y1 的列，沿被检查人的背面的第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得第二叠加数据 Y2 的列；

按下述公式对所获得的第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算，如进行卷积运算：

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度， τ 可以表示第一扫描数据集中的扫描数据与第二扫描数据集中的对应扫描数据之间的高度差；

取 $R(\tau)$ 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差，并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准，以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。

在确定被检查人涉嫌携带违禁物品时，可以向操作员显示结果，必要时可以发出警报，以指引涉嫌携带违禁物品的被检查人接受进一步的检查，如在手检站处接受手检；在确定被检查人未携带违禁物品时，可以准许被检查人通行，然后可以继续进行下一个被检查人的安全检查。

可以将第一显示装置设置在毫米波人体安检仪上，设置在其顶部处，位于检查通道入口的上方，以便被检查人在进入检查通道之前能够看到第一显示装置所展示的信息。第一显示装置可以向被检查人展示指定姿势摆放视频、指定姿势提示文字、指定姿势图片等。从而，被检查人在排队、等待检查或在其他被检查人正接受检查时，可以观看第一显示装置上显示的信息，预先了解和学习正确的扫描站姿，在进入检查通道并站在指定站立位置后可以立即采取与指定站姿基本上一致或相符合的姿势，降低被检查人的站姿出现错误的概率，极大地缩短站姿调整时间。

进一步，在被检查人位于检查通道内时，也可以通过第二显示装置向站在指定站立位置处的被检查人展示与指定姿势相关的信息。例如，可以由第二显示装置显示指定姿

势人偶图像，还可以获取以站在指定站立位置处的被检查人的可见光图像，并在第二显示装置上显示该可见光图像，以指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿。在一些示例中，作为辅助，还可以以语音提示的方式引导被检查人观看第一显示装置展示的信息，和/或引导被检查人以与指定姿势基本上相符的站姿站在指定站立位置处。

如上所述，可以基于重建的毫米波扫描图像、基于单独获取的被检查人的站姿的可见光图像或二者确定被检查人的站姿是否满足指定姿势的要求。在本公开的一些实施例中，在确定被检查人的站姿满足指定姿势的要求后，指引被检查人离开检查通道；而在被检查人离开检查通道的同时，分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品，因此被检查人无需在检查通道内等待嫌疑物识别时间，减少被检查人在检查通道内的停留时间，提高整个安检系统的通行效率。

尽管已经示出和描述了本公开的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本公开的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化，本公开的范围由所附权利要求及其等同物限定。

权 利 要 求

1. 一种毫米波人体安检方法，包括：

在被检查人进入由毫米波人体安检仪限定的检查通道之前，通过第一显示装置向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息；

指引被检查人进入检查通道并以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在检查通道内的指定站立位置处；

由毫米波人体安检仪对被检查人进行扫描检查，以获得被检查人的毫米波扫描数据；以及

由工作站基于所述毫米波扫描数据进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

2. 根据权利要求1所述的毫米波人体安检方法，其中将所述第一显示装置设置在毫米波人体安检仪的顶部处，以便被检查人进入所述检查通道之前能够看到所述第一显示装置所展示的信息。

3. 根据权利要求1所述的毫米波人体安检方法，其中通过第一显示装置向被检查人展示指定姿势摆放视频、指定姿势提示文字和指定姿势图片中的至少一种。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的毫米波人体安检方法，还包括：

在检查通道内通过第二显示装置向站在指定站立位置处的被检查人展示与所述指定姿势相关的信息。

5. 根据权利要求4所述的毫米波人体安检方法，其中由第二显示装置显示指定姿势人偶图像，该方法还包括：

获取以所述站姿站在指定站立位置处的被检查人的可见光图像，并在第二显示装置上显示该可见光图像，以指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的毫米波人体安检方法，还包括：

通过音频装置以语音提示引导被检查人观看第一显示装置展示的信息和/或引导被检查人以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在指定站立位置处。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的毫米波人体安检方法，其中基于重建的毫米波扫描图像确定被检查人的站姿是否满足所述指定姿势的要求。

8. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的毫米波人体安检方法，还包括：

在确定被检查人的站姿满足所述指定姿势的要求后，指引被检查人离开检查通道；
以及

在被检查人离开检查通道的同时，分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品。

9. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的毫米波人体安检方法，还包括：

在工作站处通过图形处理器(GPU)进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

10. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的毫米波人体安检方法，还包括：

获取被检查人的正面的第一扫描数据集和背面的第二扫描数据集，其中第一扫描数据集和第二扫描数据集的列方向与被检查人的高度方向重合；

沿第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得由 Y1 表示的第一叠加数据的列，沿第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得由 Y2 表示的第二叠加数据的列；

按下述公式对第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算：

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度；以及

取 R(τ) 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差，并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准，以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。

11. 一种毫米波人体安检系统，包括：

毫米波人体安检仪（100），该毫米波人体安检仪限定有检查通道（101），并被配置成对站在检查通道内的指定站立位置处的被检查人进行扫描检查，以获取被检查人的毫米波扫描数据；

第一显示装置（120），该第一显示装置设置在被检查人在进入所述检查通道之前能够看见的位置处，并被配置成向被检查人展示与在接受毫米波人体安检仪的扫描检查时期望采取的指定姿势相关的信息；和

工作站（200），该工作站被配置成基于所述毫米波扫描数据进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

12. 根据权利要求 11 所述的毫米波人体安检系统，其中所述第一显示装置设置在毫米波人体安检仪的顶部处以面向将进入检查通道的被检查人。

13. 根据权利要求 12 所述的毫米波人体安检系统，其中在毫米波人体安检仪的在被检查人的通行方向上的两个相反顶部处分别有设置有所述第一显示装置。

14. 根据权利要求 11 所述的毫米波人体安检系统，其中第一显示装置被配置成向被检查人展示指定姿势摆放视频、指定姿势提示文字和指定姿势图片中的至少一种。

15. 根据权利要求 11-14 中任一项所述的毫米波人体安检系统，还包括：

第二显示装置（130），该第二显示装置设置在检查通道内，以向站在指定站立位置处的被检查人展示与所述指定姿势相关的信息。

16. 根据权利要求 15 所述的毫米波人体安检系统，还包括：

可见光成像装置，该可见光成像装置被配置获取以所述站姿站在指定站立位置处的被检查人的可见光图像，

其中，第二显示装置被配置成显示指定姿势人偶图像和所述可见光图像，以指引被检查人根据该可见光图像与指定姿势人偶图像的比较调整其站姿。

17. 根据权利要求 11-16 中任一项所述的毫米波人体安检系统，还包括：

音频装置 (300), 该音频装置被配置成以语音提示引导被检查人观看第一显示装置展示的信息和/或引导被检查人以与所述指定姿势基本上相符的站姿站在指定站立位置处。

18. 根据权利要求 11-16 中任一项所述的毫米波人体安检系统, 其中所述工作站被配置成基于重建的毫米波扫描图像确定被检查人的站姿是否满足所述指定姿势的要求。

19. 根据权利要求 11-16 中任一项所述的毫米波人体安检系统, 其中,
该毫米波人体安检系统被配置成在确定被检查人的站姿满足所述指定姿势的要求后, 以语音提示和视觉提示中的至少一种指引被检查人离开检查通道; 并且
所述工作站被配置成在被检查人离开检查通道的同时, 分析重建的毫米波扫描图像以识别被检查人是否携带嫌疑物品。

20. 根据权利要求 11-16 中任一项所述的毫米波人体安检系统, 其中, 所述工作站包括图形处理器(GPU), 该图形处理器被配置成进行被检查人的毫米波扫描图像重建、站姿确认和嫌疑物品识别。

21. 根据权利要求 11-16 中任一项所述的毫米波人体安检系统, 其中毫米波人体安检仪包括:

沿与被检查人通过检查通道的方向垂直的水平方向位于检查通道的相反两侧的第一毫米波扫描单元和第二毫米波扫描单元, 第一毫米波扫描单元和第二毫米波扫描单元被配置成分别对以与所述指定姿势相符的站姿站在所述指定站立位置处的被检查人的正面和背面进行毫米波扫描, 以获得被检查人的正面的第一扫描数据集和背面的第二扫描数据集, 第一扫描数据集和第二扫描数据集的列方向与被检查人的高度方向重合; 并且

所述工作站进一步被配置成:

沿第一扫描数据集的行方向叠加第一扫描数据集以获得由 Y1 表示的第一叠加数据的列, 沿第二扫描数据集的行方向叠加第二扫描数据集以获得由 Y2 表示的第二叠加数据的列;

按下述公式对第一叠加数据 Y1 和第二叠加数据 Y2 进行互相关运算：

$$R(\tau) = \int Y_1(t)Y_2(t + \tau)dt ,$$

其中 t 是与第一叠加数据 Y1 或第二叠加数据 Y2 对应的高度；

取 $R(\tau)$ 最大时对应的 τ 的值作为第一扫描数据集和第二扫描数据集之间的高度差，并基于该高度差对第一扫描数据集和第二扫描数据集进行配准，以进行被检查人的毫米波扫描图像重建。