

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 4 月 4 日 (04.04.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/067484 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 11/00 (2006.01) **B61K 9/00** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/121104

(22) 国际申请日: 2023 年 9 月 25 日 (25.09.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211174471.5 2022年9月26日 (26.09.2022) CN

(71) 申请人: 中车长春轨道客车股份有限公司 (CRRC CHANGCHUN RAILWAY VEHICLES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国吉林省长春市长客路2001号, Jilin 130000 (CN)。

(72) 发明人: 李永生 (LI, Yongsheng); 中国吉林省长春市长客路2001号, Jilin 130000 (CN)。牛成亮 (NIU, Chengliang); 中国吉林省长春市长客路2001号, Jilin 130000 (CN)。金田甜 (JIN, Tiantian); 中国吉林省长春市长客路2001号, Jilin 130000 (CN)。褚衍涛 (CHU, Yantao); 中国吉林省长春市长客路2001号, Jilin 130000 (CN)。

(74) 代理人: 北京超凡宏宇知识产权代理有限公司 (CHOFN INTELLECTUAL PROPERTY); 中国北京市海淀区北四环西路68号左岸工社12层1215-1218室, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

(54) Title: DETECTION SYSTEM, METHOD AND APPARATUS FOR CROSS SECTION CONTOUR OF RAIL TRANSIT VEHICLE

(54) 发明名称: 轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测方法和装置

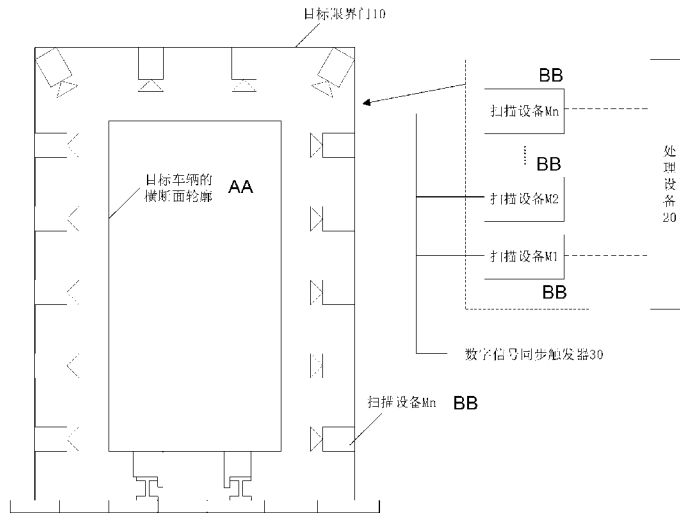


图 1

- 10 Target warning portal
20 Processing device
30 Digital signal synchronization trigger
AA Cross section contour of target vehicle
BB Scanning device

(57) Abstract: A detection system for a cross section contour of a rail transit vehicle. The system comprises: a target warning portal (10), which is arranged at a target detection position; a predetermined number of scanning devices (M1-Mn), which are arranged on the target warning portal (10) at predetermined intervals; a processing device (20); and a digital signal synchronization trigger (30), wherein the processing device (20) is used for acquiring, in real time and by means of each scanning device (M1-Mn), dynamic three-dimensional device coordinates of each detection point, corresponding to the scanning device (M1-Mn), on a cross section contour of a target vehicle



GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

in a three-dimensional device coordinate system of the scanning device (M1-Mn), and drawing, in a pre-defined three-dimensional reference coordinate system and on the basis of the dynamic three-dimensional device coordinates of each detection point, a cross section contour of the target vehicle at the moment when the target vehicle passes through the target warning portal (10). By means of the detection system, a determined cross section contour of a rail transit vehicle can be more accurate. Further provided are a detection method and apparatus for a cross section contour of a rail transit vehicle.

(57) 摘要: 一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统, 包括: 设置在目标检测位的目标限界门(10)、按照预定间隔设置在目标限界门(10)上的预定数量的扫描设备(M1-Mn)、处理设备(20)和数字信号同步触发器(30); 处理设备(20)用于通过扫描设备(M1-Mn)实时获取与扫描设备(M1-Mn)对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在扫描设备(M1-Mn)的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值, 并基于每个检测点的动态三维设备坐标值, 在预先定义的三维基准坐标系下绘制目标车辆通过目标限界门(10)时刻的横断面轮廓。通过所述检测系统, 能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。还提供一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法和装置。

轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测方法和装置

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2022 年 09 月 26 日提交中国国家知识产权局的申请号为
5 202211174471.5、名称为“轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测方法和装置”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

本申请涉及车辆检测技术领域，尤其是涉及一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系
10 统、检测方法和装置。

背景技术

轨道交通车辆的横断面轮廓是指轨道交通车辆运行时某一时刻车辆的某一横断面
的外部轮廓在二维平面上的投影。通过将轨道交通车辆的横断面轮廓与静态限界进行对
15 比，可以获知轨道交通车辆的横断面轮廓是否超过了静态限界，从而对轨道交通车辆进
行后续的处理。

目前，现有技术中的轨道交通车辆的横断面轮廓的检测方案一般是在水平面上设置
一个激光检测仪，通过该激光检测仪获取目标车辆的外部轮廓上的各个点在基准坐标系
下的基准坐标值，根据各个点的基准坐标值绘制目标车辆的横断面轮廓。然而，现有技
20 术中的这种方案，通过激光检测仪获取的目标车辆的横断面轮廓上的各个点的基准坐标
值不够准确，导致绘制的目标车辆的横断面轮廓也不够准确，影响了后续对车辆横断面
轮廓与静态限界的关系的判断。

发明内容

25 有鉴于此，本申请的目的在于提供一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测
方法和装置，能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

第一方面，本申请实施例提供了一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统，所述检
测系统包括：

30 设置在目标检测位的目标限界门、按照预定间隔设置在所述目标限界门上的预定数
量的扫描设备、处理设备和数字信号同步触发器；

所述预定数量的扫描设备分别与所述处理设备通信连接；所述数字信号同步触发器与
所述预定数量的扫描设备通信连接，用于同步所述预定数量的扫描设备；

所述预定数量的扫描设备中的每个扫描设备用于实时扫描目标车辆通过所述目标
限界门时所述目标车辆的横断面轮廓上对应的检测点，获得所述对应的检测点中的每个
5 检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

所述处理设备用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的所述目标车辆
的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标
值，并基于每个检测点的动态三维设备坐标值，在预先定义的三维基准坐标系下绘制所
述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

10 第二方面，本申请实施例提供了一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法，所述检
测方法包括：

通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个
检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，
15 确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基
准坐标值；

基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下绘制所述目标车
辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

可选地，所述预先定义好的基准坐标系以所述目标车辆的横断面与轨道中心线的交
20 点为坐标原点，以所述坐标原点竖直向上的方向为 Y 轴，以在上轨面内通过坐标原点沿
着的轨道中心线向前的方向为 Z 轴，以在上轨面内通过坐标原点垂直轨道中心线向右的
方向为 X 轴；

其中，所述轨道中心线为通过两轨中心点并平行于两轨的直线；所述上轨面为两轨
上部形成的平面。

25 可选地，确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵的步骤包括：

通过每个扫描设备获取所述目标车辆在静态下的至少一个横断面轮廓上与该扫描
设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值；

通过静态标定设备获取所述目标车辆在静态下的所述至少一个横断面轮廓上的每
个检测点在三维基准坐标系下的静态三维基准坐标值；

基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用最小二乘法确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵。

可选地，所述基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用以下公式确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵：

$$E(R, T) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^i \|Q_k - (R \times P_k + T)\|^2 ;$$

5 其中，R 为旋转矩阵；T 为平移矩阵； P_K 为第 K 个检测点的静态三维设备坐标值； Q_K 为第 K 个检测点的静态三维基准坐标值；i 为检测点的数量；E(R, T) 为关于旋转矩阵 R 和平移矩阵 T 的目标方程。

可选地，所述针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，利用以下公式确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维
10 基准坐标系下的动态三维基准坐标值：

$$P = RU + T ;$$

其中，U 为该检测点在三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；P 为该检测点在三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值。

可选地，在获得所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓之后，所述检测方法还包括：

15 将所述横断面轮廓与车辆限界的标准值进行对比，确定对比结果；

如果对比结果为所述横断面轮廓超出所述标准值，则发出超限警告。

第三方面，本申请实施例提供了一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测装置，所述检测装置包括：

20 获取模块，用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

坐标转换模块，用于针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值；

25 绘制模块，用于基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

第四方面，本申请实施例提供了一种处理设备，包括：处理器、存储器和总线，所

述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令，当电子设备运行时，所述处理器与
所述存储器之间通过所述总线进行通信，所述机器可读指令被所述处理器运行时执行如
上述轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的步骤。

第五方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介
5 质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器运行时执行如上述轨道交通车辆横断
面轮廓的检测方法的步骤。

本申请实施例提供一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测方法和装置，
按照预定间隔在目标限界门上设置了预定数量的扫描设备，通过从每个扫描设备实时获
取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设
10 备坐标系下的动态三维设备坐标值，并基于每个检测点的动态三维设备坐标值，在预先
定义的三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。与
现有技术中的方法相比，能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

为使本申请的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，
并配合所附附图，作详细说明如下。

15

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图
作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是
对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以
20 根据这些附图获得其他相关的附图。

图1示出了本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统的
结构示意图；

图2示出了本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的
流程图；

25 图3示出了本申请示例性实施例提供的预先定义好的基准坐标系的示意图；

图4示出了本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测装置的
结构示意图；

图5示出了本申请示例性实施例所提供的一种电子设备的结构示意图。

30 具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本

5 申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的每个其他实施例，都属于本申请保护的范围。

目前，现有技术中的轨道交通车辆的横断面轮廓的检测方案一般是在水平面上设置一个激光检测仪，通过该激光检测仪获取目标车辆的外部轮廓上的各个点在基准坐标系

10 下的基准坐标值，根据各个点的基准坐标值绘制目标车辆的横断面轮廓。然而，现有技术中的这种方案，通过激光检测仪获取的目标车辆的横断面轮廓上的各个点的基准坐标值不够准确，导致绘制的目标车辆的横断面轮廓也不够准确，影响了后续对车辆横断面轮廓与静态限界的关系的判断。

基于此，本申请实施例提供了一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统、检测方法和装置，能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

15

需要说明的是，以上所述的轨道交通车辆是指可以运行在轨道上的车辆，例如，地铁，火车和轻轨等。

下面，将对本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统进行介绍。

请参阅图 1，图 1 为本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统的结构示意图。

20

如图 1 中所示，本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统可以包括：设置在目标检测位的目标限界门 10、按照预定间隔设置在所述目标限界门 10 上的预定数量的扫描设备 M1-Mn、处理设备 20 和数字信号同步触发器 30。这里，

25 预定间隔是根据实际需要设置的。这里，优选地，所述预定数量 n 为 14。

所述预定数量的扫描设备分别与所述处理设备通信连接；例如，扫描设备 M1 与处理设备连接，扫描设备 M2 与处理设备连接，扫描设备 Mn 与处理设备连接。所述数字信号同步触发器与所述预定数量的扫描设备通信连接，用于同步所述预定数量的扫描设备；例如，数字信号同步触发器与扫描设备 M1 通信连接，数字信号同步触发器与扫描

设备 M2 通信连接, 数字信号同步触发器与扫描设备 Mn 通信连接。作为示例, 所述扫描设备可以为

所述预定数量的扫描设备中的每个扫描设备用于实时扫描目标车辆通过所述目标限界门时所述目标车辆的横断面轮廓上对应的检测点, 获得所述对应的检测点中的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值。

作为示例, 扫描设备 M1 对应的检测点可以为扫描设备所能扫描到的横断面轮廓上对应的区域内的所有的点。

作为示例, 所述扫描设备可以为激光摄像式传感器。

这里, 扫描设备的三维设备坐标系为扫描设备本身的坐标系, 即相机坐标系, 作为示例, 三维设备坐标系可以以扫描设备的相机透镜的几何中心为坐标原点, 以相机透镜的光轴为 Z 轴, 以坐标原点水平向右为横坐标轴 X, 以坐标原点竖直向上为纵坐标轴 Y。

所述处理设备用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的所述目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值, 并基于每个检测点的动态三维设备坐标值, 在预先定义的三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

本申请示例性实施例提供的轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统, 按照预定间隔在目标限界门上设置了预定数量的扫描设备, 通过从每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值, 并基于每个检测点的动态三维设备坐标值, 在预先定义的三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。与现有技术中的方法相比, 能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

下面, 将结合图 2 对上述处理设备所能执行的轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法进行详细介绍。

请参阅图 2, 图 2 示出了本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的流程图。

如图 2 所示, 本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法包括:

S101、通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值。

S102、针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值。

请参阅图 3，图 3 示出了本申请示例性实施例提供的预先定义好的基准坐标系的示意图。

如图 3 所示，所述预先定义好的基准坐标系以所述目标车辆的横断面与轨道中心线的交点为坐标原点 O，以所述坐标原点 O 竖直向上的方向为 Y 轴，以在上轨面内通过坐标原点 O 沿着的轨道中心线向前的方向为 Z 轴，以在上轨面内通过坐标原点 O 垂直轨道中心线向右的方向为 X 轴。

这里，所述轨道中心线为通过两轨中心点 O 并平行于两轨的直线；所述上轨面为两轨上部形成的平面。

具体地，在步骤 S102 中，确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵的步骤包括步骤 S201~S203：

S201、通过每个扫描设备获取所述目标车辆在静态下的至少一个横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值。

在该步骤中，可以在目标车辆静止在目标限界门下时，通过每个扫描设备获取当前在目标限界门下的横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值，然后将目标车辆向前移动再静止，再次通过每个扫描设备获取当前在目标限界门下的横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值，以此类推以获取所述目标车辆在静态下的所述至少一个横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值。

S202、通过静态标定设备获取所述目标车辆在静态下的所述至少一个横断面轮廓上的每个检测点在三维基准坐标系下的静态三维基准坐标值。

作为示例，静态标定设备可以为全站仪。

这里，静态标定设备所要获取的至少一个横断面轮廓上的每个检测点与步骤 S201 中获取的至少一个横断面轮廓上的每个检测点是一一对应的。例如，若步骤 S201 中获取的是车身上预定位置的横断面轮廓上的检测点，则静态标定设备所要获取的至少一个横断面轮廓上的检测点也为车身上的预定位置的横断面轮廓上的检测点。

S203、基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用最小二乘法确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵。

例如，在步骤 S203 中，可以基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用以下公式确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵：

$$E(R, T) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^i \|Q_k - (R \times P_k + T)\|^2 ;$$

5 其中，R 为旋转矩阵；T 为平移矩阵； P_K 为第 K 个检测点的静态三维设备坐标值； Q_K 为第 K 个检测点的静态三维基准坐标值；i 为检测点的数量； $E(R, T)$ 为关于旋转矩阵 R 和平移矩阵 T 的目标方程。

这里，由最小二乘法的原理可知，上述公式可以认为是求当目标方程： $E(R, T)$ 取最小值时，对应的旋转矩阵 R 和平移矩阵 T 的值。

10 请继续参阅图 2，具体地，在步骤 S102 中，所述针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，利用以下公式确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值：

$$P = RU + T ;$$

其中，U 为该检测点在三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；P 为该检测点在三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值。

15 下面，将对上述针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值的原理进行介绍。

假设针对任意一个检测点，该检测点的动态三维设备坐标值为：

20 (U, V, X)，将该检测点在三维设备坐标系下转换到三维基准坐标系下需要在每个方向旋转的旋转角度分别为 α 、 β 和 θ ，需要在每个方向平移的位移分别为 x' 、 y' 和 z' ，则将该检测点从三维设备坐标系下转换到三维基准坐标系下的变换关系式为：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta \sin \theta & \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \theta \sin \beta & -\cos \alpha \sin \beta \\ -\sin \alpha \cos \theta & \cos \alpha \cos \theta & \sin \theta \\ \cos \alpha \sin \beta + \sin \alpha \sin \theta \cos \beta & \sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \sin \theta \cos \beta & \cos \theta \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix}$$

上述变换关系式中： $[U \ V \ W]^T$ 为该检测点在三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值， $[X \ Y \ Z]^T$ 为该检测点在三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值；

由上述变换关系式可得：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r_{14} \\ r_{24} \\ r_{34} \end{bmatrix} = RU + T;$$

5 即， $P = RU + T$ 。

S103、基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

作为示例，在步骤 S102 中确定了每个检测点的动态三维基准坐标值之后，在该步骤中，可以在所述三维基准坐标系下，沿着每个检测点的动态三维基准坐标值的连线绘制目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

此外，作为示例，在获得所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓之后，可以将所述横断面轮廓与车辆限界的标准值进行对比，确定对比结果；如果对比结果为所述横断面轮廓超出所述标准值，则发出超限警告。

本申请实施例提供的轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法，按照预定间隔在目标限界门上设置了预定数量的扫描设备，通过从每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值，并基于每个检测点的动态三维设备坐标值，在预先定义的三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。与现有技术中的方法相比，能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

20 请参阅图 4，图 4 示出了本申请示例性实施例提供的一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测装置的结构示意图。

如图 4 所示，所述检测装置 400 包括：

获取模块 401，用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

25 坐标转换模块 402，用于针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基

准坐标系下的动态三维基准坐标值；

绘制模块 403，用于基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

5 在一种可能的实施方式中，所述预先定义好的基准坐标系以所述目标车辆的横断面与轨道中心线的交点为坐标原点，以所述坐标原点竖直向上的方向为 Y 轴，以在上轨面内通过坐标原点沿着的轨道中心线向前的方向为 Z 轴，以在上轨面内通过坐标原点垂直轨道中心线向右的方向为 X 轴；

其中，所述轨道中心线为通过两轨中心点并平行于两轨的直线；所述上轨面为两轨上部形成的平面。

10 在一种可能的实施方式中，所述检测装置 400 还包括标定模块 404，所述标定模块 404 用于：

通过每个扫描设备获取所述目标车辆在静态下的至少一个横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值；

15 通过静态标定设备获取所述目标车辆在静态下的所述至少一个横断面轮廓上的每个检测点在三维基准坐标系下的静态三维基准坐标值；

基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用最小二乘法确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵。

在一种可能的实施方式中，所述标定模块 404 具体用于：

20 基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用以下公式确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵：

$$E(R, T) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^i \|Q_k - (R \times P_k + T)\|^2;$$

其中，R 为旋转矩阵；T 为平移矩阵； P_K 为第 K 个检测点的静态三维设备坐标值； Q_K 为第 K 个检测点的静态三维基准坐标值；i 为检测点的数量；E(R, T) 为关于旋转矩阵 R 和平移矩阵 T 的目标方程。

在一种可能的实施方式中，所述绘制模块 403 用于：

25 针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，利用以下公式确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值：

$$P = RU + T ;$$

其中，U 为该检测点在三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；P 为该检测点在三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值。

在一种可能的实施方式中，所述检测装置 400 还包括告警模块 405(未在图中示出)，所述告警模块 405 用于：

- 5 在获得所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓之后，
 将所述横断面轮廓与车辆限界的标准值进行对比，确定对比结果；
 如果对比结果为所述横断面轮廓超出所述标准值，则发出超限警告。

本申请实施例提供的轨道交通车辆横断面轮廓的检测装置，按照预定间隔在目标限界门上设置了预定数量的扫描设备，通过从每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的
10 目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值，并基于每个检测点的动态三维设备坐标值，在预先定义的三维基准坐标系下绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。与现有技术中的方法相比，能够使得确定的轨道交通车辆的横断面轮廓更加准确。

请参阅图 5，图 5 为本申请实施例所提供的一种处理设备的结构示意图。如图 5 中
15 所示，所述处理设备 500 包括处理器 510、存储器 520 和总线 530。

所述存储器 520 存储有所述处理器 510 可执行的机器可读指令，当处理设备 500 运行时，所述处理器 510 与所述存储器 520 之间通过总线 530 通信，所述机器可读指令被所述处理器 510 执行时，可以执行如上述轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的步骤，具体实现方式可参见方法实施例，在此不再赘述。

20 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时可以执行如上述轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的步骤，具体实现方式可参见方法实施例，在此不再赘述。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

25 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，又例如，多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，

所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本申请的具体实施方式，用以说明本申请的技术方案，而非对其限制，本申请的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测系统，其特征在于，所述检测系统包括：
设置在目标检测位的目标限界门、按照预定间隔设置在所述目标限界门上的预定数量的
5 扫描设备、处理设备和数字信号同步触发器；

所述预定数量的扫描设备分别与所述处理设备通信连接；所述数字信号同步触发器
与所述预定数量的扫描设备通信连接，用于同步所述预定数量的扫描设备；

所述预定数量的扫描设备中的每个扫描设备用于实时扫描目标车辆通过所述目标
限界门时所述目标车辆的横断面轮廓上对应的检测点，获得所述对应的检测点中的每个
10 检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

所述处理设备用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的所述目标车辆
的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标
值，并基于每个检测点的动态三维设备坐标值，在预先定义的三维基准坐标系下绘制所
述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

15 2、一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法，其特征在于，应用于如权利要求 1
所述的检测设备，所述检测方法包括：

通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个
检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，
20 确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基
准坐标值；

基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下绘制所述目标车
辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

3、根据权利要求 2 所述的检测方法，其特征在于，所述预先定义好的基准坐标系
25 以所述目标车辆的横断面与轨道中心线的交点为坐标原点，以所述坐标原点竖直向上的
方向为 Y 轴，以在上轨面内通过坐标原点沿着的轨道中心线向前的方向为 Z 轴，以在
上轨面内通过坐标原点垂直轨道中心线向右的方向为 X 轴；

其中，所述轨道中心线为通过两轨中心点并平行于两轨的直线；所述上轨面为两轨
上部形成的平面。

30 4、根据权利要求 3 所述的检测方法，其特征在于，确定所述旋转矩阵和所述平移
矩阵的步骤包括：

通过每个扫描设备获取所述目标车辆在静态下的至少一个横断面轮廓上与该扫描设备对应的每个检测点在三维设备坐标系下的静态三维设备坐标值；

通过静态标定设备获取所述目标车辆在静态下的所述至少一个横断面轮廓上的每个检测点在三维基准坐标系下的静态三维基准坐标值；

5 基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用最小二乘法确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵。

5、根据权利要求4所述的检测方法，其特征在于，所述基于所述每个检测点的静态三维基准坐标值和静态三维设备坐标值，利用以下公式确定所述旋转矩阵和所述平移矩阵：

$$E(R, T) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^i \|Q_k - (R \times P_k + T)\|^2 ;$$

10 其中，R为旋转矩阵；T为平移矩阵； P_K 为第K个检测点的静态三维设备坐标值； Q_K 为第K个检测点的静态三维基准坐标值；i为检测点的数量； $E(R, T)$ 为关于旋转矩阵R和平移矩阵T的目标方程。

6、根据权利要求5所述的检测方法，其特征在于，所述针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，利用以下公式确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值：

$$P = RU + T ;$$

其中，U为该检测点在三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；P为该检测点在三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值。

7、根据权利要求2所述的检测方法，其特征在于，在获得所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓之后，所述检测方法还包括：

20 将所述横断面轮廓与车辆限界的标准值进行对比，确定对比结果；
如果对比结果为所述横断面轮廓超出所述标准值，则发出超限警告。

8、一种轨道交通车辆横断面轮廓的检测装置，其特征在于，所述检测装置包括：

获取模块，用于通过每个扫描设备实时获取与该扫描设备对应的目标车辆的横断面轮廓上的每个检测点在该扫描设备的三维设备坐标系下的动态三维设备坐标值；

25 坐标转换模块，用于针对每个检测点，基于所述动态三维设备坐标值、预先确定的旋转矩阵和平移矩阵，确定该检测点的动态三维设备坐标值在预先定义好的三维基准坐标系下的动态三维基准坐标值；

绘制模块，用于基于每个检测点的动态三维基准坐标值，在所述三维基准坐标系下

绘制所述目标车辆通过所述目标限界门时刻的横断面轮廓。

9、一种处理设备，其特征在于，包括：处理器、存储器和总线，所述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令，当电子设备运行时，所述处理器与所述存储器之间通过所述总线进行通信，所述机器可读指令被所述处理器运行时执行如权利要求 1 至 5 7 任一所述的轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的步骤。

10、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器运行时执行如权利要求 1 至 7 任一所述的轨道交通车辆横断面轮廓的检测方法的步骤。

10

15

20

25

30

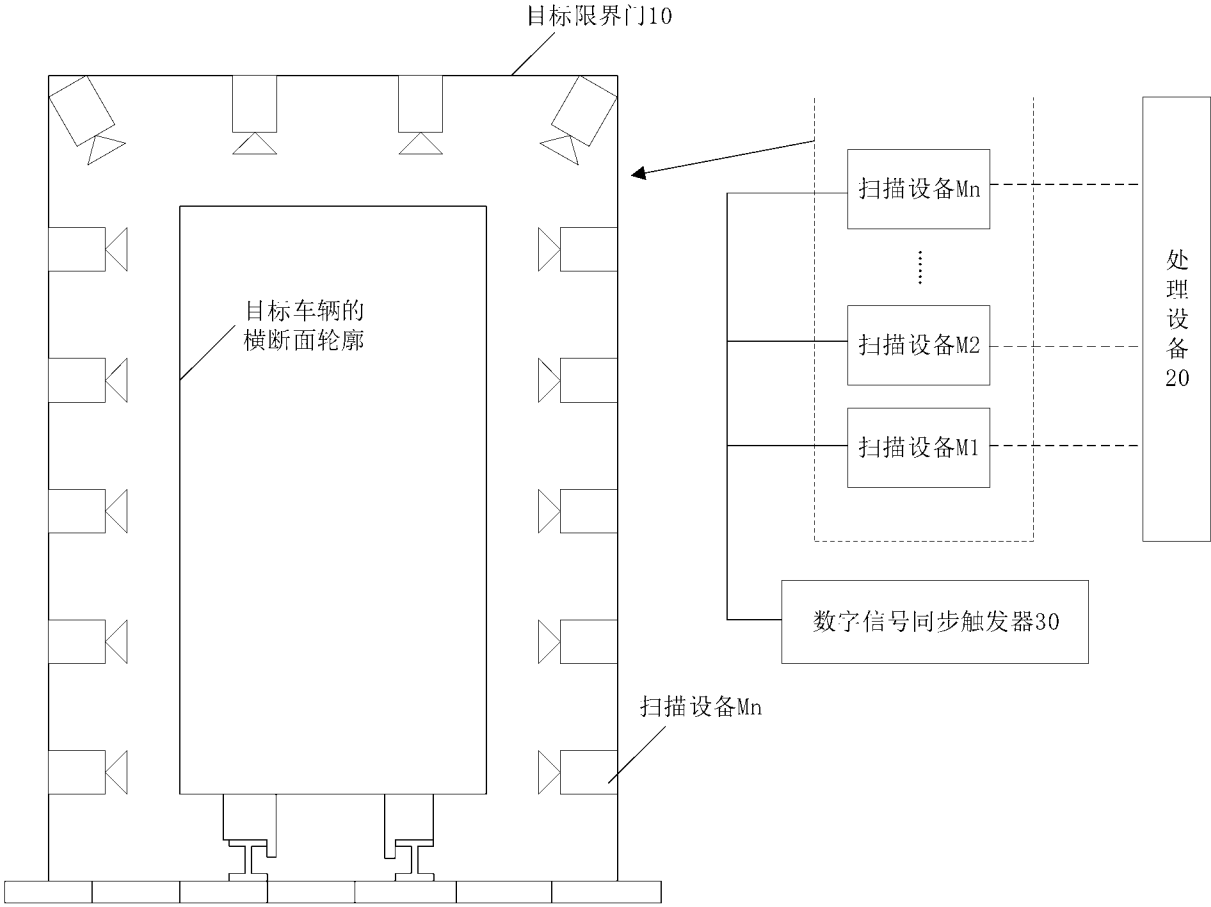


图 1

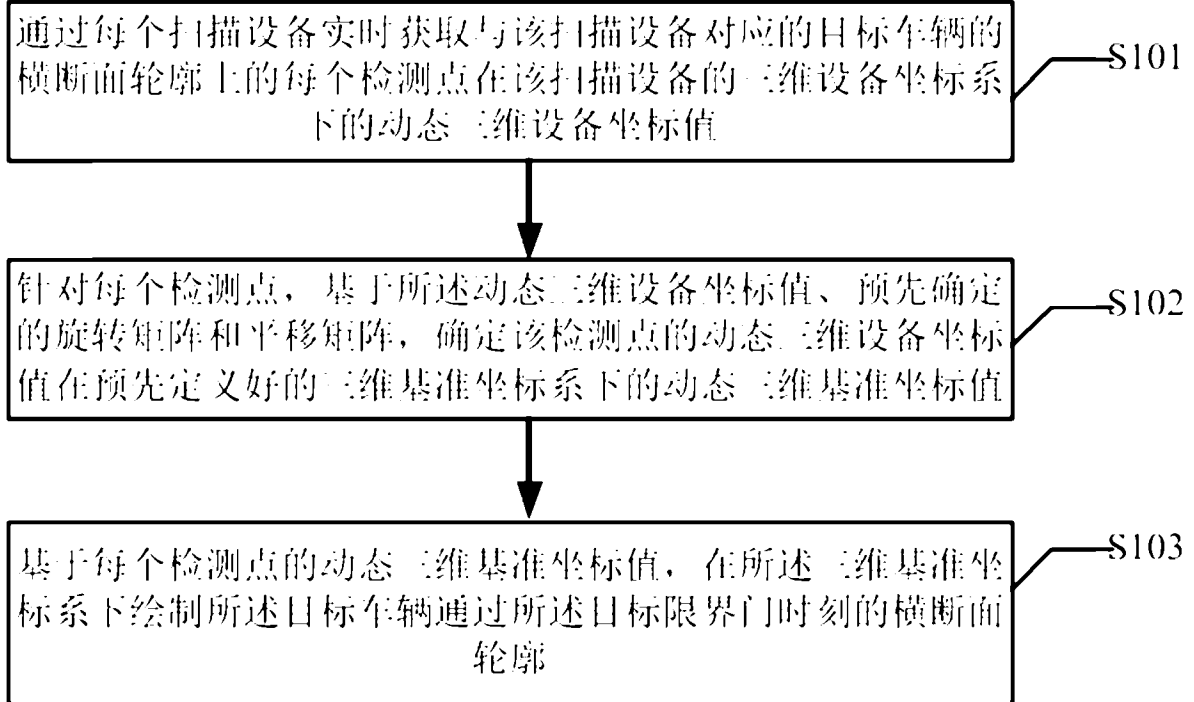


图 2

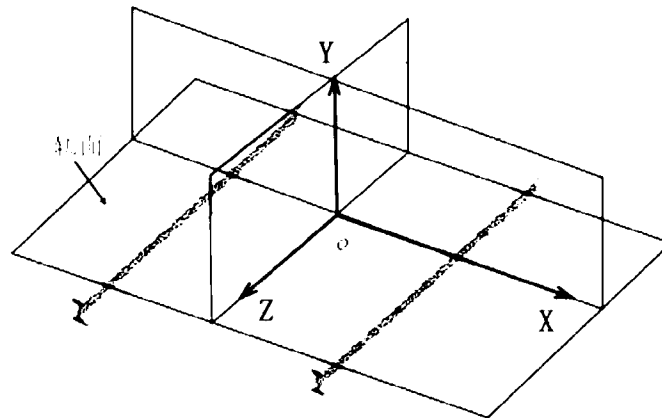


图 3

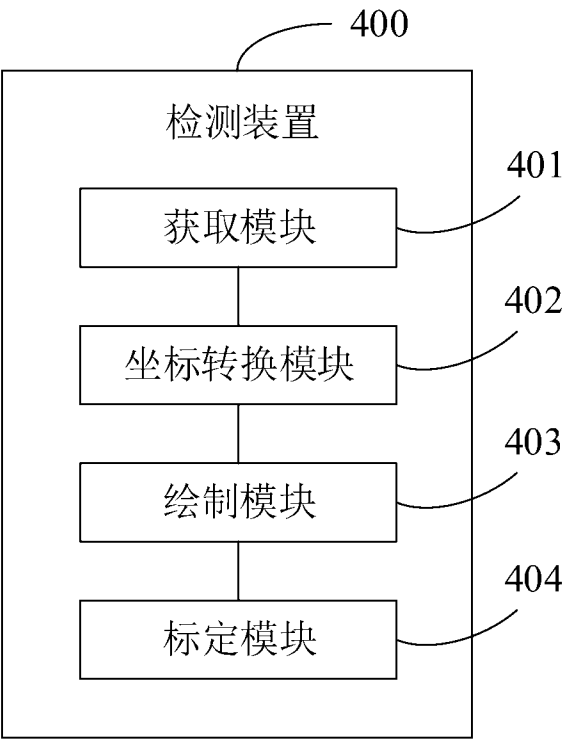


图 4

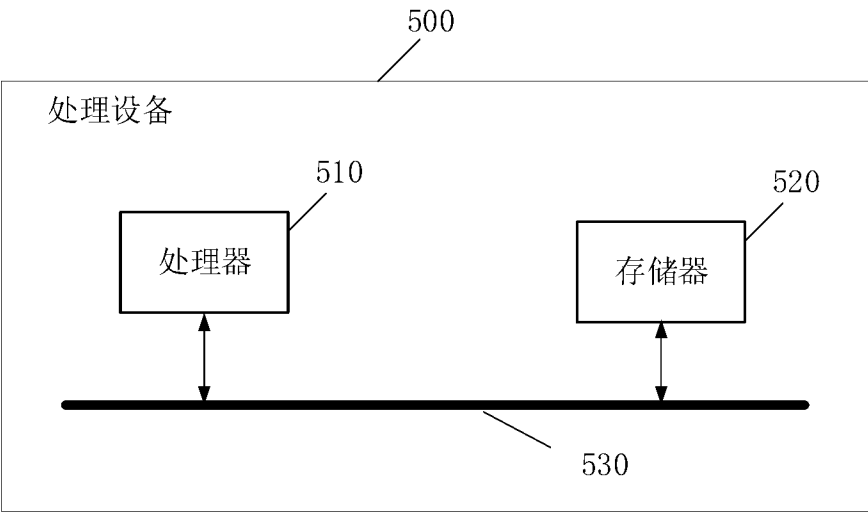


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/121104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00(2006.01)i; B61K9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:G01B 11 , B61K 9

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, DWPL, VEN, ENTXTC, CNKI: 车辆, 横断面轮廓, 限界, 静态限界, 外形, 检测, 扫描, 激光, 摄像, 坐标, 三维, 转换, 矩阵, vehicle, cross section profile, size, scan+, laser, three-dimensional, coordinate system, reference, transformat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115468510 A (CRRC CHANGCHUN RAILWAY VEHICLES CO., LTD.) 13 December 2022 (2022-12-13) claims 1-10	1-10
Y	CN 108528474 A (TRAFFIC CONTROL TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14) description, paragraphs [0005]-[0053], and figures 1-4	1-10
Y	CN 112161567 A (BEIJING TIANDI-MARCO ELECTRO-HYDRAULIC CONTROL SYSTEM CO., LTD. et al.) 01 January 2021 (2021-01-01) description, paragraphs [0004]-[0033], and figures 1-4	1-10
Y	JP 2008008651 A (HIGASHI NIPPON RYOKAKU TETSUDO et al.) 17 January 2008 (2008-01-17) description, paragraphs [0004]-[0012], and figures 1-4	1-10
A	CN 101008575 A (LIU HAIYING) 01 August 2007 (2007-08-01) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 January 2024

Date of mailing of the international search report

08 January 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/121104**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106643560 A (CHENGDU PENGCHENG INDUSTRIAL DEVELOPMENT CO., LTD.) 10 May 2017 (2017-05-10) entire document	1-10
A	CN 110095061 A (TANGSHAN BAICHUAN INTELLIGENT MACHINE CO., LTD.) 06 August 2019 (2019-08-06) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/121104

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115468510	A	13 December 2022	None			
CN	108528474	A	14 September 2018	US	2019301856	A1	03 October 2019
				US	10563976	B2	18 February 2020
CN	112161567	A	01 January 2021	CN	112161567	B	03 May 2022
JP	2008008651	A	17 January 2008	JP	5228145	B2	03 July 2013
CN	101008575	A	01 August 2007	CN	100585343	C	27 January 2010
CN	106643560	A	10 May 2017	None			
CN	110095061	A	06 August 2019	CN	110095061	B	14 July 2020

A. 主题的分类

G01B11/00(2006.01)i; B61K9/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G01B 11 , B61K 9

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT, DWPI, VEN, ENTXTC, CNKI:车辆, 横断面轮廓, 限界, 静态限界, 外形, 检测, 扫描, 激光, 摄像, 坐标, 三维, 转换, 矩阵, vehicle, cross section profile, size, scan+, laser, three-dimensional, coordinate system, reference, transformat+

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 115468510 A (中车长春轨道客车股份有限公司) 2022年12月13日 (2022 - 12 - 13) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 108528474 A (交控科技股份有限公司) 2018年9月14日 (2018 - 09 - 14) 说明书第[0005]-[0053]段, 图1-4	1-10
Y	CN 112161567 A (北京天地玛珂电液控制系统有限公司等) 2021年1月1日 (2021 - 01 - 01) 说明书第[0004]-[0033]段, 图1-4	1-10
Y	JP 2008008651 A (HIGASHI NIPPON RYOKAKU TETSUDO等) 2008年1月17日 (2008 - 01 - 17) 说明书第[0004]-[0012]段, 图1-4	1-10
A	CN 101008575 A (刘海英) 2007年8月1日 (2007 - 08 - 01) 全文	1-10
A	CN 106643560 A (成都蓬诚实业发展有限公司) 2017年5月10日 (2017 - 05 - 10) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

★ 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年1月8日

国际检索报告邮寄日期

2024年1月8日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

陈小康

电话号码 (+86) 010-62085729

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 110095061 A (唐山百川智能机器股份有限公司) 2019年8月6日 (2019 - 08 - 06) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/121104

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115468510	A	2022年12月13日	无			
CN	108528474	A	2018年9月14日	US	2019301856	A1	2019年10月3日
				US	10563976	B2	2020年2月18日
CN	112161567	A	2021年1月1日	CN	112161567	B	2022年5月3日
JP	2008008651	A	2008年1月17日	JP	5228145	B2	2013年7月3日
CN	101008575	A	2007年8月1日	CN	100585343	C	2010年1月27日
CN	106643560	A	2017年5月10日	无			
CN	110095061	A	2019年8月6日	CN	110095061	B	2020年7月14日