

(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 5 月 16 日 (16.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/099007 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01B 11/02 (2006.01) **G01B 11/08** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/123479
- (22) 国际申请日: 2023 年 10 月 9 日 (09.10.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211397044.3 2022 年 11 月 9 日 (09.11.2022) CN
- (71) 申请人: 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。
- (72) 发明人: 舒江鹏 (SHU, Jiangpeng); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。张晓武 (ZHANG, Xiaowu); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。张从广 (ZHANG, Congguang); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。肖

文楷 (XIAO, Wenkai); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。段元锋 (DUAN, Yuanfeng); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限公司 (HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO., LTD); 中国浙江省杭州市西湖区古墩路 701 号紫金广场 C 座 1506 室, Zhejiang 310013 (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, 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,

(54) Title: AUTOMATIC MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS SUITABLE FOR LONG REINFORCEMENT CAGE

(54) 发明名称: 一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法及装置

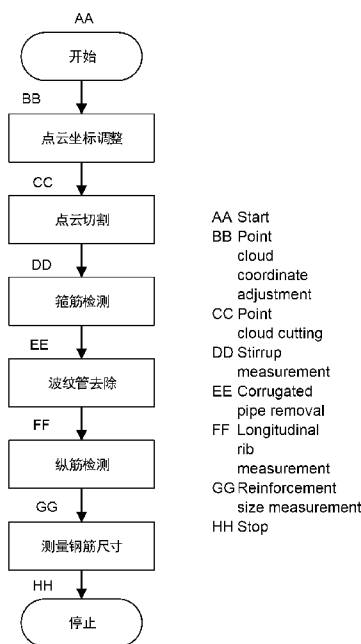


图 1

(57) Abstract: An automatic measurement method suitable for a long reinforcement cage comprises: step 1, preprocessing point cloud data, determining the position of a reinforcement cage by using a principal component analysis method, and performing rotation and adjustment, such that the main direction of the reinforcement cage is in the axial direction; step 2, projecting a point cloud to the long axis direction of the reinforcement cage, compiling statistics to obtain the relationship between a one-dimensional point density and coordinates, and cutting the point cloud according to the point density, so as to obtain stirrup slices of the point cloud; step 3, for the point cloud in each slice, fitting stirrups by using an improved RANSAC method; step 4, after point cloud data of the stirrups and point cloud data of a corrugated pipe part in the space of the long reinforcement cage are removed, acquiring point cloud data of a longitudinal rib; and step 5, according to the obtained point cloud data, performing calculation to obtain the length and diameter data of the long reinforcement cage. Further provided is an automatic measurement apparatus.

(57) 摘要: 一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法, 包括: 步骤 1、预处理点云数据, 使用主成分分析方法确定钢筋笼位置, 旋转调整使其主方向沿轴向; 步骤 2、将点云投影到钢筋笼长轴方向, 统计一维点密度与坐标的关系, 根据点密度对点云进行切割, 得到点云的箍筋切片; 步骤 3、对每个切片中的点云, 使用改进 RANSAC 方法拟合箍筋; 步骤 4、剔除箍筋的点云数据和长钢筋笼空间内波纹管部分的点云数据后, 获取纵筋的点云数据; 步骤 5、根据获得的点云数据, 计算获得长钢筋笼的长度与直径数据。还提供一种自动化检测装置。

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))。

一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法及装置

技术领域

本发明涉及钢筋笼的检测技术领域，尤其涉及一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法及装置。

背景技术

在当前的钢筋混凝土预制构件生产以及工地现场的钢筋绑扎过程中，都需要对钢筋笼进行检查。目前构件的钢筋骨架质量检查完全依赖人工，质量检查人员通过计数检查钢筋骨架中钢筋的数量，通过钢尺和卡尺测量钢筋的间距以及直径等参数，与图纸对比后确定钢筋的质量是否符合设计要求。这种依赖人工检测的方法存在效率低、容易出错等问题。

基于三维激光扫描点云的方法能够获得钢筋笼的三维点云数据，现有的关于钢筋笼点云的研究多适用于数据完整性好、数据量小的情况，尚未有针对长钢筋笼点云检测的研究。

专利文献 CN112902800A 公开了一种钢筋测径装置，包括箱体，所述箱体上表面安装有可拆卸的盒盖，所述盒盖上表面对称安装有用于限制钢筋位置的第一挡板和第二挡板，所述箱体一侧面从上至下依次安装有若干指示灯，所述箱体内表面固定有竖向布置的载板，所述载板一侧面依据钢筋直径从上至下安装若干与外接电源电性连接的行程开关，所述盒盖上表面中部位置开设通孔，所述通孔上侧设有筒套，所述筒套内粘贴有橡胶套，所述压杆下端安装有用于挤压行程开关的压块。该装置只能对单条未成型的钢筋进行检测，对于已捆扎成型的钢筋笼无法使用。

专利文献 CN110779421A 公开了一种用于钢筋尺寸的检测装置及检测方法，包括长方形的放置板，放置板上沿着放置板的长度方向均匀间隔设置有至少三个以上的测量件，测量件包括测量底座，测量底座上相对设置有固定板和测量板，固定板与测量板抵接设置，测量板沿垂直于放置板长度方向的方向滑动连接于测量底座上，放置板上位于测量板的一侧设置有驱动板，驱动板沿着放置板的长度方向设置，每个测量件的测量板与驱动板之间均设置有弹簧，弹簧的两端分别与测量板和驱动板固定连接，放置板上设置有助于带动驱动板沿垂直于放置板长度方向的方向移动的驱动装置。该装置仅能对小部分钢筋结构进行检测，对于长钢筋笼结构效果不佳。

发明内容

为了解决上述问题，本发明提供了一种自动化检测方法，该方法仅需采集长钢筋笼的点云数据进行分析处理，从而快速、准确获得长钢筋笼各部位的尺寸数据。

一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法，包括：

步骤 1、采集长钢筋笼的点云数据，基于所述点云数据确定长钢筋笼在空间中的位姿，并以长钢筋笼的最长边长度方向作为主轴方向，在空间中对长钢筋笼调整使得所述主轴方向与空间的任一坐标轴平行；

步骤 2、根据调整后的长钢筋笼，将点云数据投影在所述主轴方向上，获得对应的一维点密度与坐标关系，并根据所述一维点密度对点云数据进行切割，获得箍筋切片的点云数据；

步骤 3、根据步骤 2 获得的箍筋切片点云数据，采用改进的 RANSAC 方法进行箍筋拟合，获得对应箍筋的点云数据；

步骤 4、剔除箍筋的点云数据和长钢筋笼空间内波纹管部分的点云数据后，采用统计方法获取纵筋的点云数据；

步骤 5、根据步骤 3 和步骤 4 获得的点云数据，通过主成分分析法计算获得长钢筋笼部位的长度和直径数据。

本发明根据点云长度方向的密度对点云数据进行分割切片，对每个点云切片检测箍筋，后对剩下的整体点云检测纵筋，采用主成分分析的方法确定投影方向，采用限定参数的 RANSAC 的方法提高检测精度，采用统计的方法增强对缺失数据的鲁棒性。

具体的，所述采集长钢筋笼的点云数据时，需要对采集获得的点云数据进行中心化处理。

具体的，在步骤 2 中的具体过程如下：

步骤 2-1、删去每个长钢筋笼的点云数据中非主轴方向的坐标分量，得到一维数据点；

步骤 2-2、统计一维数据点的最大值与最小值，二者之间划分一定数量的等宽区间，统计每一区间中的坐标点数量；

步骤 2-3、对统计得到的坐标点数量的数据进行平滑处理，根据处理后的数据生成对应的图像曲线，并提取所述图像曲线中所述波动特征对应的极小值作为切割的参考点；

步骤 2-4、根据步骤 2-3 得到参考点，对长钢筋笼进行切割，获得每个点云数据的切片都包含一个箍筋截面。

优选的，在步骤 3 中，所述改进的 RANSAC 方法在传统的 RANSAC 方法基础上引入了外形特征约束规则，从而提高点云数据的切割效率。

具体的，所述外形特征约束规则包括限定两采样点连成的直线方向为接近坐标轴方向，内点包围盒的长细比较大，点云坐标沿长度方向标准差较小。

优选的，在步骤 3 中，还包括复查操作：根据拟合结果中点云数据所在的空间位置，划分获得对应箍筋所在的位置分布区域，在减小设定的内点数量阈值基础上，采用统计法在所述位置分布区域内重新查找为被提取的箍筋，避免遗漏箍筋的点云数据。

具体的，在步骤4中，所述采用统计方法获取纵筋的点云数据，具体过程如下：

根据剩余的点云数据，先沿主轴方向投影，统计得到二维点密度值，并将二维点密度值高于一定阈值的区域作为区域纵筋的备选区域，在所述备选区域内的钢筋进行筛选，获得纵筋与对应的点云数据。

具体的，在步骤5中，具体步骤如下：

步骤5-1、根据获得的点云数据采集半径滤波去除离群点，根据主轴方向上坐标最大值与最小值之差确定钢筋长度；

步骤5-2、将点云数据的坐标沿主轴方向投影得到二维点云，对二维点云进行圆拟合即可得到钢筋直径。

本发明还提供了一种自动化检测装置，包括存储器和一个或多个处理器，所述处理器中存储有可执行代码，所述一个或多个处理器执行所述可执行代码时，用于实现上述的自动化检测方法，具体步骤如下：扫描获得长钢筋笼的点云数据，通过自动化检测方法对点云数据进行分析，输出长钢筋笼各部位的长度与直径数据。

与现有技术相比，本发明的有益效果：

(1) 本发明采用基于PCA的方法得到点云主方向，将点云投影到一维后根据密度切割点云数据，使检测箍筋时RANSAC的采样对象从完整的点云调整到局部切片，大大加快数据处理速度。

(2) 本发明通过统计的方法确定箍筋的可能位置，防止由于点云数据较差而出现的漏检情况，有较好的鲁棒性。

(3) 本发明所采用的RANSAC算法在常见的限定内点数的基础上增加了限定采样直线的方向、内点的长细比、均匀程度，使得结果更符合实际钢筋，寻找钢筋的准确度更高。

附图说明

图1为本发明中基于点云的长钢筋笼自动化检测方法流程图；

图2为本发明中对实施例原始点云数据的投影统计图，展示了曲线平滑的效果；

图3为本发明中对实施例提取出的某两个箍筋截面；

图4为本发明中对实施例提取出的某两个箍筋截面的长箍筋识别示意图，图中黑色点为提取出的点，灰色点为剩余点；

图5为本发明中对实施例某一箍筋截面完整提取的过程示意图；

图6为本发明中对实施例部分段的波纹管进行提取的示意图，图中灰色点为波纹管点，黑色点为剩余点；

图7为提取完箍筋后的点云合并后，沿点云长轴方向投影并统计后得到的热力图；

图 8 为对提取到的钢筋点云进行测量尺寸的示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加明白清楚，结合附图和实施例，对本发明进一步的详细说明，应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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，均在本发明保护范围。

如图 1 所示，本发明提供一种基于点云的长钢筋笼自动化检测方法，包括以下步骤：

步骤 1：预处理点云数据，使用主成分分析方法确定钢筋笼位置，旋转调整使其主方向沿轴向。

具体实现上，先将每个点云的坐标减去点云坐标均值，使调整后的点云中心点在坐标原点，以调整后的点云数据作为原始数据进行处理。对该调整后的 n 行 3 列的三维点云坐标数据进行奇异值分解，得到左奇异值 U ，奇异值 S ，右奇异值 V ，则右奇异值 V 的第一个分量即钢筋笼长度方向。取沿该长度方向的单位方向向量，其在 x 、 y 、 z 三坐标轴方向的分量分别为 x_0 、 y_0 、 z_0 ，将钢筋笼旋转至长度方向沿某一坐标轴，以便于后续投影操作。假定旋转后长度方向沿 y 轴，则旋转矩阵如下：

$$R1 = \begin{bmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\beta) & 0 & \cos(\beta) \end{bmatrix}$$

$$R2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

其中 $\beta = \arccos\left(\frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + z_0^2}}\right)$ ， $\theta = \arccos\left(\frac{y_0}{1}\right)$ ，依次通过这两个旋转矩阵旋转即可使点云

主方向沿 y 轴。

将点云投影到钢筋笼长轴方向，统计一维点密度与坐标的关系，根据点密度对点云进行切割，得到点云的箍筋切片。

具体实现上，对已经调整到主轴方向的点云，以步骤一已获得的沿 y 轴方向的点云为例，去掉三维坐标中 x 、 z 方向的坐标分量，得到一维的数据点，并等间隔地划分一定数量区间，每个坐标区间内统计点的数量。在本实施例中，将数据切分成 5000 个区间段。由于数据点可能存在的沿长度方向的不均匀，先对原数据采用较大移动窗口的最小二乘拟合得到一组较为平滑的数据，再用原数据除以这个平滑后的数据，使得数值大小散布均匀。本实施例中，

采用窗口长度为 201 个数据，阶数为 1 的移动最小二乘拟合参数得到平滑数据，除原数据后得到均匀的比值数据。之后对该比值数据再进行拟合使曲线平滑，本实施例中，连续进行了窗口为 5、阶数为 1，窗口为 3，阶数为 1 的两次移动窗口最小二乘拟合，结果如图 2 所示。

由于箍筋所在截面的点云是相对密集的，因此统计曲线的极大值点附近就是箍筋截面所在位置，相邻两极小值点所包围的点就是一个箍筋截面。对拟合后的数据，遍历找出极小值点，在原三维点云数据中，将投影轴的坐标分量上的各极小值坐标作为切分点，将三维点云切割成若干点云截面切片，切割得到的点云切片如图 3 所示，其中（a）是数据较好的截面，（b）是数据较差的截面。

步骤 3：根据步骤 2 获得的箍筋切片点云数据，使用改进 RANSAC 方法拟合箍筋；

具体实现上，常见的针对直线段的 RANSAC 做法为：先随机取点云切片中的两个采样点，若直线周围一定半径范围内的点云（下称“内点”）数量超过给定阈值，则认为找到一条直线，否则重新采样。本发明在此基础根据钢筋的实际情况增加了如下限定：限定两采样点连成的直线方向为接近坐标轴方向，内点的包围盒的长细比较大，点云坐标沿长度方向标准差较小，若不满足这三个限定要求，则重新采样。实施例中给出的参数为：最大方向分量沿坐标轴比例超过 0.9995，最小长细比超过 30，坐标最大标准差 1.5，使用这样的方法能找出大部分长箍筋，如图 4 所示，其中（a）是数据较好的截面，（b）是数据较差的截面。

本发明还提出了解决由于部分区域数据点稀疏而造成的箍筋漏检情况：在数据点稀疏的情况下，将采用上述 RANSAC 方法提取出的内点按主轴方向降维，再进行聚类，可以得到几个聚类中心，将聚类中心的坐标投射到每一个点云切片中，限定方向后得到对应的直线，只限定较小的内点数量阈值，就能找出容易被漏检的长箍筋。

实际情况中短箍筋由于数据扫描角度原因较稀疏，难以直接被找到，因此先找出长箍筋，再根据最外侧两长箍筋的两端点的坐标相连确定短箍筋的位置，将一定范围内的点作为内点，若内点数超过一定阈值，则认为是短箍筋。经过以上操作后即可找出完整箍筋，实施例某一截面的完整检测结果如图 5 所示，其中图（a）为原始截面，图（b）为提取长箍筋的效果，图（c）为提取所有箍筋的效果。

步骤 4：合并提取箍筋后的点云，根据坐标范围删去波纹管部分，使用统计的方法查找并确定纵筋；

具体实现上，考虑到波纹管位于箍筋中间，因此先计算出箍筋中间区域范围。用箍筋各角点的坐标确定出内部区域坐标范围，再按一定比例缩小范围，避免误删纵筋部分点云。在实施例中将箍筋角点坐标以 97.5%的比例缩小来确定中间区域范围，范围内的点作为波纹管除去，实施例的效果如图 6 所示，图中灰色点为波纹管点，黑色点为剩余外点。

采用统计的方法确定纵筋位置。对去除了波纹管与箍筋的点云，将其沿点云长轴方向投影，得到二维点，栅格化后统计网格内点数，由于不同区域数据密度相差较大，取对数后统计结果对比更明显，实施例得到统计结果如图 7 所示（颜色越深的地方点越密集），将热力图中数据密度超过一定阈值的区域中心点作为备选点，若以备选点为起点沿钢筋笼长度方向的直线一定半径范围内的点数量超过阈值，则认为找到了一根纵筋。

步骤 5：对于检测出的每个钢筋点云，通过主成分分析确定长度方向以确定长度，通过圆拟合确定直径。

具体实现上，对于每根提取出的钢筋点云，先进行半径滤波去除离群点，再通过主成分分析确定钢筋长度方向，将钢筋点云旋转至使长度方向沿某一坐标轴向，以便于投影。通过沿长度轴向的坐标最大值与最小值之差确定钢筋长度；将点云的坐标沿长度方向投影，得到二维点云，对二维点云进行圆拟合即可得到钢筋直径。测量方法如图 8 所示。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明保护的范围之内。

权利要求书

1、一种适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，包括：

步骤 1、采集长钢筋笼的点云数据，基于所述点云数据确定长钢筋笼在空间中的位姿，并以长钢筋笼的最长边长度方向作为主轴方向，在空间中对长钢筋笼调整使得所述主轴方向与空间的任一坐标轴平行；

步骤 2、根据调整后的长钢筋笼，将点云数据投影在所述主轴方向上，获得对应的一维点密度与坐标关系，并根据所述一维点密度对点云数据进行切割，获得箍筋切片的点云数据；

步骤 3、根据步骤 2 获得的箍筋切片点云数据，采用改进的 RANSAC 方法进行箍筋拟合，获得对应箍筋的点云数据；

步骤 4、剔除箍筋的点云数据和长钢筋笼空间内波纹管部分的点云数据后，采用统计方法获取纵筋的点云数据；

步骤 5、根据步骤 3 和步骤 4 获得的点云数据，通过主成分分析法计算获得长钢筋笼各部位的长度与直径数据。

2、根据权利要求 1 所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤 1 中，所述采集长钢筋笼的点云数据时，需要对采集获得的点云数据进行中心化处理。

3、根据权利要求 1 所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤 2 的具体过程如下：

步骤 2-1、删去每个长钢筋笼的点云数据中非主轴方向的坐标分量，得到一维数据点；

步骤 2-2、统计一维数据点的最大值与最小值，二者之间划分一定数量的等宽区间，统计每一区间中的坐标点数量；

步骤 2-3、对统计得到的坐标点数量的数据进行平滑处理，根据处理后的数据生成对应的图像曲线，并提取所述图像曲线中所述波动特征对应的极小值作为切割的参考点；

步骤 2-4、根据步骤 2-3 得到参考点，对长钢筋笼进行切割，获得每个点云数据的切片都包含一个箍筋截面。

4、根据权利要求 1 所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤 3 中，所述改进的 RANSAC 方法在传统的 RANSAC 方法基础上引入了外形特征约束规则。

5、根据权利要求 4 所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，所述外形特征约束规则包括限定两采样点连成的直线方向为接近坐标轴方向，内点包围盒的长细比较大，点云坐标沿长度方向标准差较小。

6、根据权利要求 1 所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤 3 中，

还包括复查操作：根据拟合结果中点云数据所在的空间位置，划分获得对应箍筋所在的位置分布区域，在减小设定的内点数量阈值基础上，采用统计法在所述位置分布区域内重新查找未被提取的箍筋。

7、根据权利要求1所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤4中，所述采用统计方法获取纵筋的点云数据，具体过程如下：

根据剩余的点云数据，先沿主轴方向投影，统计得到二维点密度值，并将二维点密度值高于一定阈值的区域作为纵筋的备选区域，在所述备选区域内的钢筋进行筛选，获得纵筋与对应的点云数据。

8、根据权利要求1所述的适用于长钢筋笼的自动化检测方法，其特征在于，在步骤5中，具体步骤如下：

步骤5-1、根据获得的点云数据采用半径滤波去除离群点，根据主轴方向上坐标最大值与最小值之差确定钢筋长度；

步骤5-2、将点云数据的坐标沿主轴方向投影得到二维点云，对二维点云进行圆拟合即可得到钢筋直径。

9、一种自动化检测装置，其特征在于，包括存储器和一个或多个处理器，所述存储器中存储有可执行代码，所述一个或多个处理器执行所述可执行代码时，用于实现权利要求1~8任一所述的自动化检测方法，其具体步骤如下：扫描获得长钢筋笼的点云数据，通过自动化检测方法对点云数据进行分析，输出长钢筋笼各部位的长度与直径数据。

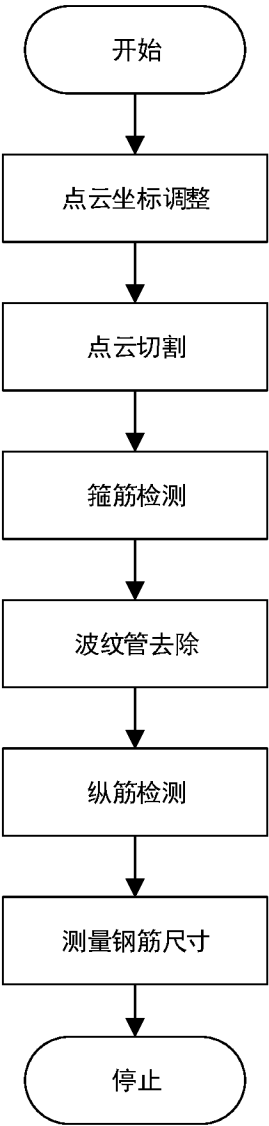


图 1

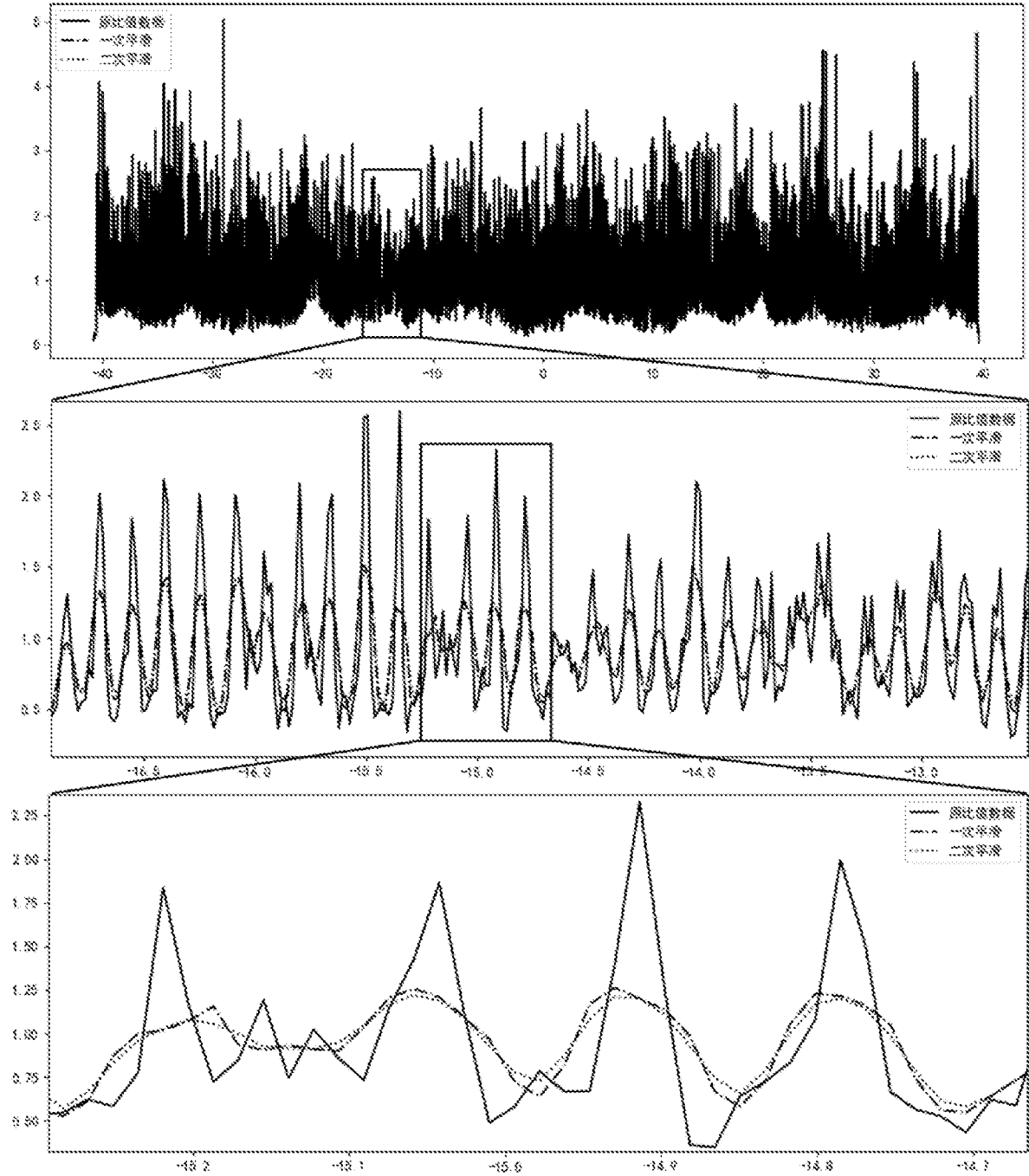


图 2

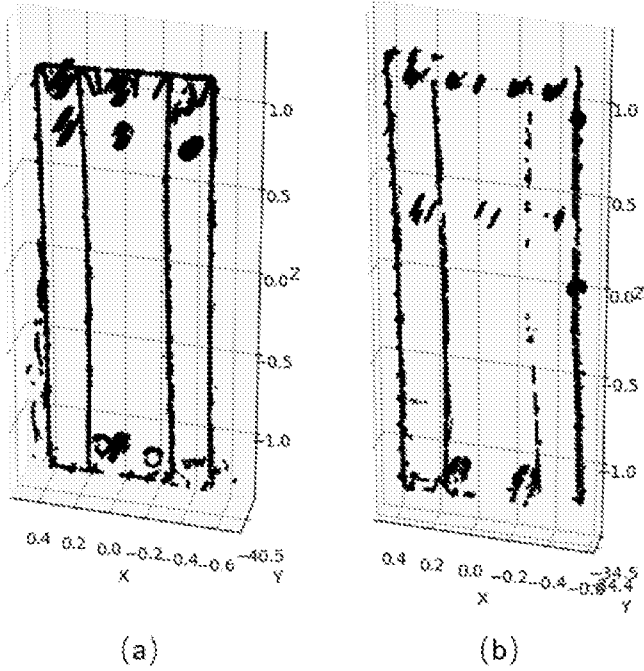


图 3

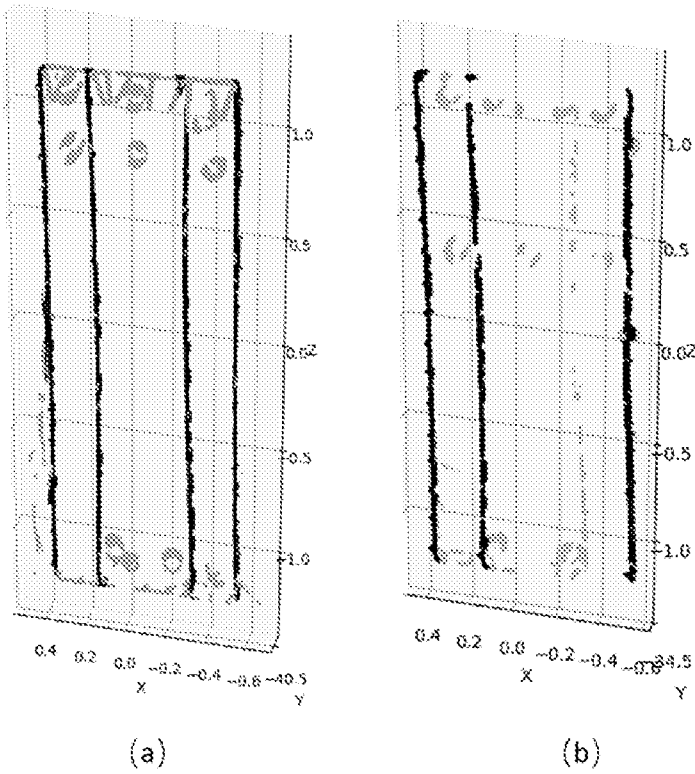


图 4

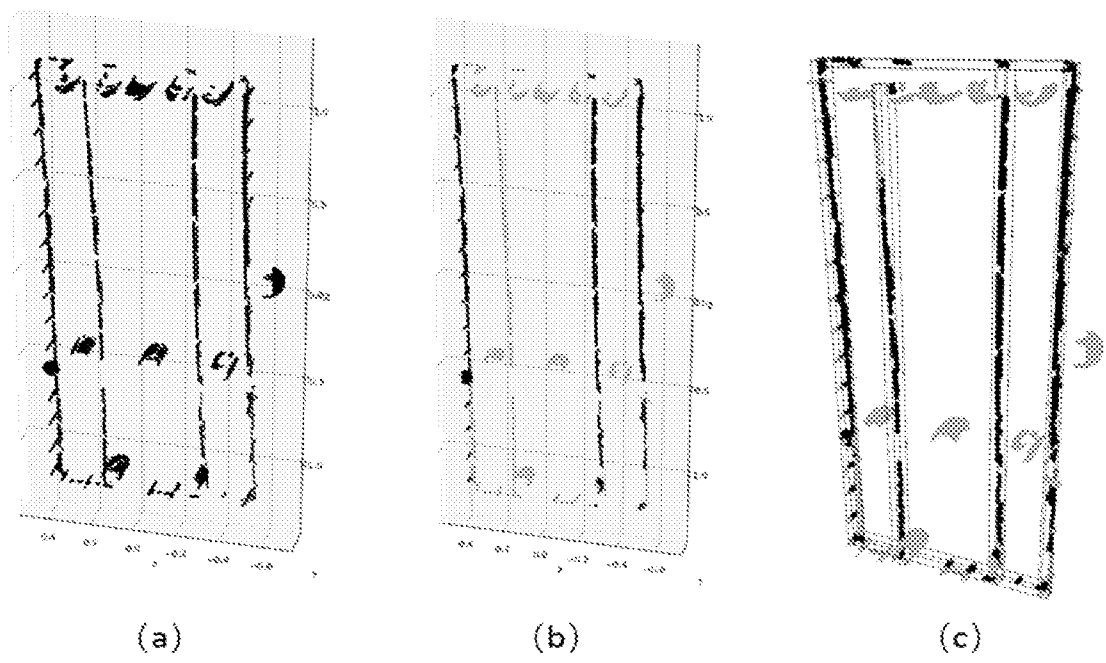


图 5

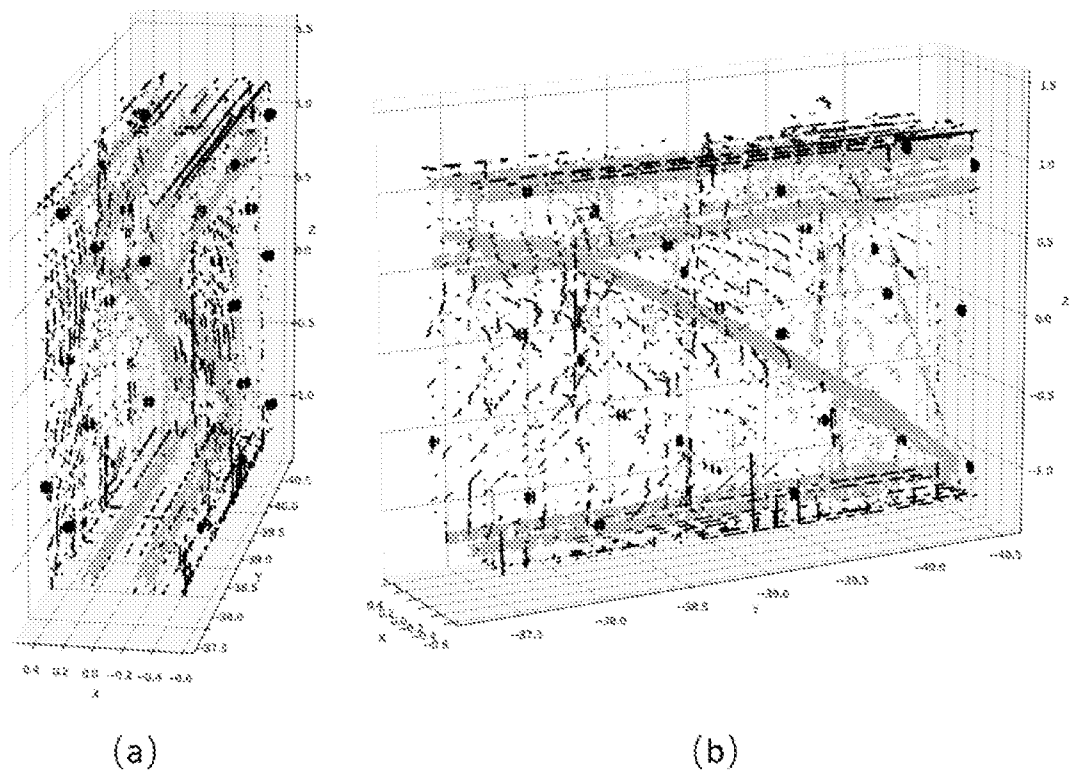


图 6

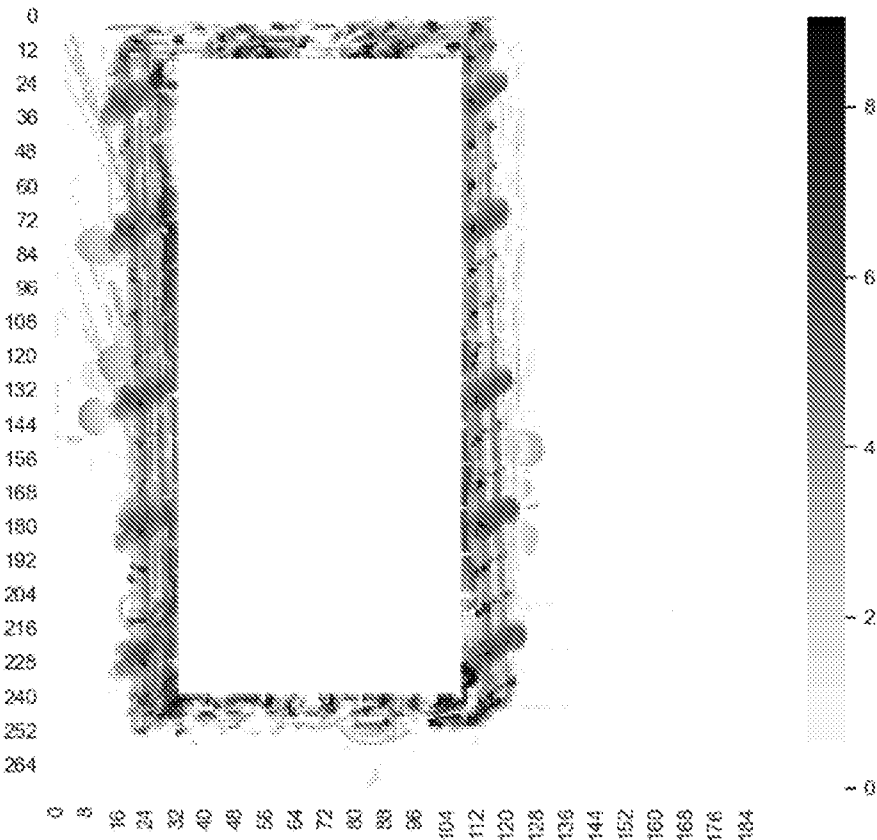
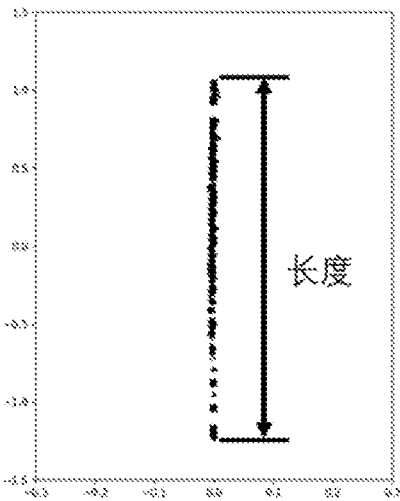
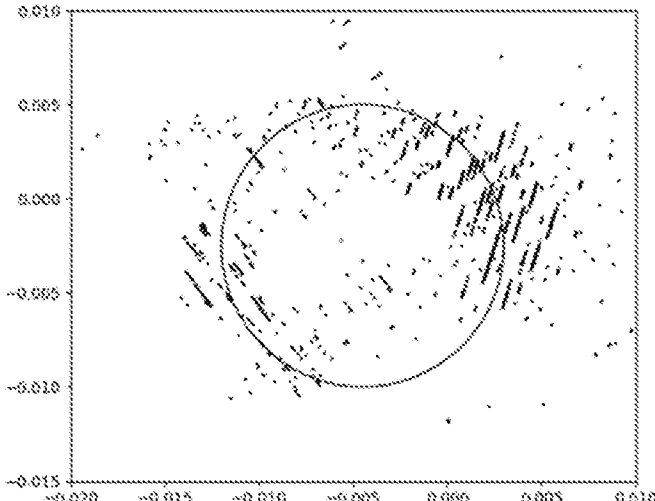


图 7



(a) 测量长度



(b) 测量直径

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/123479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/02(2006.01)i; G01B 11/08(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

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, ENTXTC, ENTXT, VEN, CNKI, Elsevier Science, Web of Science: 钢筋, 箍筋, 纵筋, 直筋, 肋, 主筋, 点云, 切割, 切片, 密度, 投影, reinforce+, RC, reinforced concrete, rebar?, rib?, lug?, point cloud, segment+, density, thick+, project???

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 115014198 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 06 September 2022 (2022-09-06) description, paragraphs [0023]-[0071], and figures 1-5	1-9
Y	CN 104392476 A (SHANGHAI GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 04 March 2015 (2015-03-04) description, paragraphs [0014]-[0017], and figures 1-3	1-9
PX	CN 115854883 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 28 March 2023 (2023-03-28) claims 1-9	1-9
A	CN 113487722 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 08 October 2021 (2021-10-08) entire document	1-9
A	CN 113776452 A (STANDARD MEASUREMENT INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCE CORPORATION LIMITED) 10 December 2021 (2021-12-10) entire document	1-9
A	CN 114234819 A (CCCC SECOND HARBOUR ENGINEERING CO., LTD.) 25 March 2022 (2022-03-25) entire document	1-9



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

11 January 2024

Date of mailing of the international search report

11 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/CN2023/123479

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021060199 A (OHBAYASHI CORP.) 15 April 2021 (2021-04-15) entire document	1-9
A	JP 2022094386 A (SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO., LTD. et al.) 27 June 2022 (2022-06-27) entire document	1-9
A	US 2022343629 A1 (NEC CORP.) 27 October 2022 (2022-10-27) entire document	1-9
A	Gabrielle Hodge et al. "Geometric and Semantic Point Cloud Data for Quality Control of Bridge Girder Reinforcement Cages" <i>Automation in Construction</i> , 20 May 2022 (2022-05-20), entire document	1-9
A	刘世龙 等 (LIU, Shilong et al.). "基于点云的钢筋数量和间距自动检查算法 (Automatic Inspection Algorithm of Quantity and Spacing of Reinforcement Based on Point Cloud)" <i>建筑科学与工程学报 (Journal of Architecture and Civil Engineering)</i> , Vol. 39, No. 4, 31 July 2022 (2022-07-31), pages 90-99	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/123479

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115014198	A	06 September 2022	None			
CN	104392476	A	04 March 2015	None			
CN	115854883	A	28 March 2023	None			
CN	113487722	A	08 October 2021	None			
CN	113776452	A	10 December 2021	None			
CN	114234819	A	25 March 2022	None			
JP	2021060199	A	15 April 2021	JP	7347090	B2	20 September 2023
JP	2022094386	A	27 June 2022	None			
US	2022343629	A1	27 October 2022	WO	2021053811	A1	25 March 2021
				JPWO	2021053811	A1	25 March 2021
				JP	7201095	B2	10 January 2023

A. 主题的分类

G01B 11/02(2006.01)i; G01B 11/08(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

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,ENTXTC,ENTXT,VEN,CNKI,Elsevier Science, Web of Science,钢筋,箍筋,纵筋,直筋,肋,主筋,点云,切割,切片,密度,投影,reinforc+,RC,reinforced concrete,rebar?,rib?,lug?,point cloud,segment+,density,thick+,project??

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
Y	CN 115014198 A (西南石油大学) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第[0023]-[0071]段, 图1-5	1-9
Y	CN 104392476 A (上海岩土工程勘察设计研究院有限公司) 2015年3月4日 (2015 - 03 - 04) 说明书第[0014]-[0017]段, 图1-3	1-9
PX	CN 115854883 A (浙江大学) 2023年3月28日 (2023 - 03 - 28) 权利要求1-9	1-9
A	CN 113487722 A (浙江大学) 2021年10月8日 (2021 - 10 - 08) 全文	1-9
A	CN 113776452 A (中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所) 2021年12月10日 (2021 - 12 - 10) 全文	1-9
A	CN 114234819 A (中交第二航务工程局有限公司) 2022年3月25日 (2022 - 03 - 25) 全文	1-9
A	JP 2021060199 A (OHBAYASHI CORP) 2021年4月15日 (2021 - 04 - 15) 全文	1-9

☒ 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11日

国际检索报告邮寄日期

2024年1月11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

李蓓

电话号码 (+86) 010-62085745

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	JP 2022094386 A (SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO LTD 等) 2022年6月27日 (2022 - 06 - 27) 全文	1-9
A	US 2022343629 A1 (NEC CORP) 2022年10月27日 (2022 - 10 - 27) 全文	1-9
A	Gabrielle Hodge 等. "Geometric and semantic point cloud data for quality control of bridge girder reinforcement cages" Automation in Construction, 2022年5月20日 (2022 - 05 - 20), 全文	1-9
A	刘世龙 等. "基于点云的钢筋数量和间距自动检查算法" 建筑科学与工程学报, 第39卷, 第4期, 2022年7月31日 (2022 - 07 - 31), 第90-99页	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/123479

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	115014198	A	2022年9月6日	无			
CN	104392476	A	2015年3月4日	无			
CN	115854883	A	2023年3月28日	无			
CN	113487722	A	2021年10月8日	无			
CN	113776452	A	2021年12月10日	无			
CN	114234819	A	2022年3月25日	无			
JP	2021060199	A	2021年4月15日	JP	7347090	B2	2023年9月20日
JP	2022094386	A	2022年6月27日	无			
US	2022343629	A1	2022年10月27日	WO	2021053811	A1	2021年3月25日
				JPWO	2021053811	A1	2021年3月25日
				JP	7201095	B2	2023年1月10日