

# (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  
2021年4月15日 (15.04.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/068746 A1**

- (51) 国际专利分类号: *E21F 17/18* (2006.01) *H04N 7/18* (2006.01) 国上海市黄浦区高雄路185号, Shanghai 200011 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/117088 (72) 发明人: 余天乐 (YU, Tianle); 中国上海市黄浦区高雄路185号, Shanghai 200011 (CN)。 匡俊 (KUANG, Jun); 中国上海市黄浦区高雄路185号, Shanghai 200011 (CN)。 姚继东 (YAO, Jidong); 中国上海市黄浦区高雄路185号, Shanghai 200011 (CN)。
- (22) 国际申请日: 2020年9月23日 (23.09.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201910949526.7 2019年10月8日 (08.10.2019) CN  
201910949507.4 2019年10月8日 (08.10.2019) CN  
201921669806.4 2019年10月8日 (08.10.2019) CN
- (74) 代理人: 上海汉声知识产权代理有限公司 (SHANGHAI HANGSOME INTELLECTUAL PROPERTY LTD); 中国上海市闵行区银都路3828弄56号307室, Shanghai 201108 (CN)。
- (71) 申请人: 上海市东方海事工程技术有限公司 (SHANGHAI ORIENTAL MARITIME ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: IMAGE ACQUISITION DEVICE FOR TUNNEL INSPECTION, TUNNEL INSPECTION SYSTEM, AND TUNNEL INSPECTION METHOD

(54) 发明名称: 隧道巡检图像采集装置、隧道巡检系统及隧道巡检方法

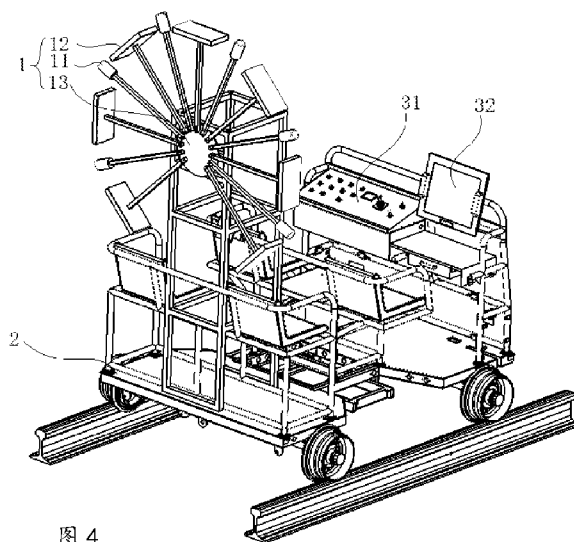


图 4

(57) Abstract: Provided is an image acquisition device (1) for tunnel inspection, comprising a plurality of CCD cameras (11), a plurality of auxiliary light sources (12), and a fixing support (13). The CCD cameras (11) and the auxiliary light sources (12) are fixed on the fixing support (13), and the fixing positions of the plurality of CCD cameras (11) are located on the same circular ring, such that, in a working state, the center of the circular ring is located at the position of the center of a circle of a tunnel, the plurality of CCD cameras (11) are at the same distance from a lining surface of the tunnel, and the overall photographing angle of the plurality of CCD cameras (11) covers the range of the lining surface of the tunnel. In addition, on a flaw detection mobile platform (2), by means of a computer (31), a display (32), a synchronous encoder (33) and a data acquirer (34), the functions of synchronous photographing, damage identification, real-time splicing, display, etc. can be realized for the tunnel. The acquisition device has the technical characteristics of



WO 2021/068746 A1

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

a simple structure, a large detection range, a high timeliness, a high detection speed, a high identification accuracy, accurate inspection positioning, clear photographed images, etc. A tunnel inspection system and a tunnel inspection method are further provided.

**(57) 摘要:** 一种隧道巡检图像采集装置(1), 通过多个CCD相机(11)、多个辅助光源(12)、固定支架(13), CCD相机(11)与辅助光源(12)固定于固定支架(13)上, 并且多个CCD相机(11)的固定位置位于同一圆环上, 使得工作状态下, 圆环的中心位于隧道的圆心位置, 多个CCD相机(11)与隧道内衬面的距离一致, 并且多个CCD相机(11)的整体拍摄角度覆盖隧道内衬面的范围, 同时, 配合探伤移动平台(2)上, 通过计算机(31)、显示器(32)、同步编码器(33)、数据采集器(34), 可以实现隧道的同步拍摄、病害识别、实时拼接与显示等功能, 该采集装置具有结构简单、检测范围大、时效性高、检测速度快、识别准确度高、巡检定位准、拍摄图像清晰等技术特点。还涉及一种隧道巡检系统及隧道巡检方法。

## 隧道巡检图像采集装置、隧道巡检系统及隧道巡检方法

### 技术领域

本发明属于隧道探伤技术领域，尤其涉及隧道巡检图像采集装置、隧道巡检系统及隧道巡检方法。

### 背景技术

随着中国铁路及城市轨道交通的高速发展，地铁隧道的安全越来越受到重视，隧道中的开裂、渗漏、变形等问题无可避免。而这些问题将会严重影响铁路及轨道交通的行驶安全，因此隧道巡检工作就显得尤其重要。

目前，国内隧道巡检工作主要依靠人工作业，这导致目前隧道巡检作业整体效率低下，准确率低，容易漏检，耗时长等问题。而目前自动智能巡检装置大多用于大型探伤车结构复杂、成本较高，检测范围较小，特别地，目前的隧道巡检探伤车时效性不高，首先需要进行隧道图像采集，待收集完隧道的所有图像，再在后台平台进行隧道图像处理及病害点检测，在发现病害之后再去通知检修等部门去处理，如此导致隧道的巡检及后期处理的周期十分长。

### 发明内容

本发明为解决上述问题，提供了隧道巡检图像采集装置、隧道巡检系统及隧道巡检方法，其具有结构简单、检测范围大、时效性高、检测速度快、识别准确度高、巡检定位准、拍摄图像清晰的技术特点。

本发明的技术方案为：

本发明提供了一种隧道巡检图像采集装置，应用于隧道内衬面的图像采集，包括：多个 CCD 相机、多个用于 CCD 相机拍摄曝光的辅助光源、固定支架，CCD 相机与辅助光源固定于固定支架上；其中，多个 CCD 相机的固定位置位于同一圆环上，工作状态下，圆环的中心位于隧道的圆心位置，以保证多个 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，并且多个 CCD 相机的整体拍

摄角度覆盖隧道内衬面的范围。

在其中一个实施例中，CCD 相机与辅助光源依次间隔固定于固定支架上。

在其中一个实施例中，相邻的 CCD 相机之间的拍摄角度部分重叠。

在其中一个实施例中，固定支架包括底架、固定块、多个支撑杆，底架与固定块固定连接，支撑杆的一端与固定块固定连接，支撑杆的另一端与 CCD 相机或者辅助光源固定连接。

在其中一个实施例中，辅助光源为 LED 面阵光源。

本发明还提供了一种隧道巡检系统，包括用于钢轨上行进的探伤移动平台，还包括设置于探伤移动平台上的计算机、显示器、同步编码器、数据采集器、以及如上提供的隧道巡检图像采集装置；其中，固定支架设于探伤移动平台上，工作状态下，多个 CCD 相机所在的圆环中心位于隧道的圆心位置，以保证多个 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致；同步编码器分别与 CCD 相机、辅助光源电连接，用以根据探伤移动平台的位移量，每隔固定距离发送同步脉冲信号触发多个 CCD 相机、多个辅助光源同步工作；数据采集器分别与多个 CCD 相机、同步编码器电连接，用以采集 CCD 相机拍摄的隧道内衬图像，并结合同步编码器对隧道内衬图像进行编号；计算机分别与数据采集器、显示器电连接，用以对隧道内衬图像进行图像识别及病害点标注，同时，对病害点标注之后的隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

在其中一个实施例中，还包括定位装置，定位装置与计算机电连接，计算机与辅助光源电连接，定位装置用以隧道内 RFID 标签的读取与写入，其中，读取 RFID 标签内的定位信息，并反馈给计算机进行探伤移动平台的里程校正；读取 RFID 标签内的隧道结构信息，并反馈给计算机进行辅助光源的亮度与曝光参数调整，以改变图像景深效果从而获取清晰图像；将计算机反馈的病害点信息写入 RFID 标签进行病害点位置打标。

在其中一个实施例中，计算机、显示器、同步编码器、数据采集器、隧道巡检图像采集装置、定位装置分别可拆卸式设置于探伤移动平台上。

本发明还提供了一种隧道巡检方法，包括以下步骤：

S1：探伤移动平台进入隧道区域，将探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置，以保证多个 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，然后启动隧道巡检；

S2: 根据探伤移动平台的位移量, 每隔固定距离发送同步脉冲周期信号触发多个 CCD 相机、多个用于 CCD 相机拍摄曝光的辅助光源同步工作, 进行隧道内衬图像的拍摄;

S3: 对隧道内衬图像进行实时采集, 并结合同步脉冲周期信号对隧道内衬图像进行编号;

S4: 对编号之后的隧道内衬图像进行图像识别、病害点标注和在线报警, 同时, 对病害点标注之后的隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

在其中一个实施例中, 在步骤 S1 至 S4 执行过程中, 还包括以下步骤: 读取隧道内的 RFID 标签, 根据 RFID 标签的隧道结构信息对辅助光源进行亮度与曝光参数调整, 以改变图像景深效果从而获取清晰图像。

在其中一个实施例中, 步骤 S4 还包括以下步骤: 若图像识别检测出病害点, 则将病害点信息写入隧道内的 RFID 标签。

在其中一个实施例中, 步骤 S2 具体包括以下步骤:

S21: 根据探伤移动平台的位移量产生具有方向与位移量的脉冲信号;

S22: 对脉冲信号进行整合及处理, 得到同步脉冲周期信号, 并判断当前探伤移动平台的行走方向以及脉冲数量获取探伤移动平台的里程, 同时, 对同步脉冲周期信号进行多分频输出, 触发 CCD 相机及辅助光源同步工作, 进行隧道内衬图像的拍摄。

在其中一个实施例中, 在步骤 S1 至 S4 执行过程中, 还包括以下步骤: 读取隧道内的 RFID 标签, 根据 RFID 标签内的定位信息对探伤移动平台进行里程校正。

在其中一个实施例中, 步骤 S4 中, 图像识别具体包括以下步骤:

A1: 接收隧道内衬图像并存储;

A2: 对隧道内衬图像的重复区进行识别与图像剪裁;

A3: 对剪裁后的隧道内衬图像进行图像过滤, 并对图像过滤得到隧道内衬图像中的杂质因素进行平滑处理;

A4: 对杂质因素的像素灰度值进行整体抑制, 并对整体抑制后的隧道内衬图像进行初步识别, 将疑似病害点的像素灰度值进行整体加强;

A5: 通过疑似病害点与理论模型进行相似度对比, 判断疑似病害点是否为病害点, 并反馈病害点信息。

本发明与现有技术相比具有以下的优点和积极效果：

1) 本发明的隧道巡检图像采集装置中, 设置多个 CCD 相机, 且多个 CCD 相机的固定位置位于同一圆环上, 工作状态下, 圆环的中心位于隧道的圆心位置, 如此布置可以保证 CCD 工业相机镜头与隧道内衬面的距离保持一致, 在拍摄过程中无需调整焦距等参数, 采集图像不易发生变形, 每个镜头拍摄的图像实际大小一致, 大大减小了图像处理的难度, 便于图像的实时处理, 提高图像处理时效性, 同时, 由于采用同一圆环的设置方式, 可大大提高检测范围, 最大可达到  $360^{\circ}$ , 便于覆盖隧道内衬面的范围, 可完成全线隧道断面(如圆形、矩形、马蹄形等)不同视距的清晰拍照, 达到了图像易处理、检测范围大的技术效果;

2) 本发明的隧道巡检图像采集装置中, CCD 相机与辅助光源依次间隔设于固定支架上, 每一辅助光源可供两个 CCD 相机的曝光, 提高了辅助光源的利用率, 降低了成本, 同时在相同的拍摄要求下减小了 CCD 相机拍摄之间的曝光差异性, 进一步提高了图像之间的一致性, 提高图像处理时效性;

3) 本发明的隧道巡检图像采集装置中, 相邻的 CCD 相机之间的拍摄角度部分重叠, 不仅减小了出现漏检区域的可能性, 而且利用图像重叠的部分, 可降低图像拼接的难度, 便于图像的实时处理, 提高图像处理时效性;

4) 本发明的隧道巡检图像采集装置中, 固定支架结构简单轻量化, 易于运输存储, 而且降低了成本, 同时采用 LED 面阵光源, 能够在隧道壁面形成亮度均匀的光带, 在相同的拍摄要求下减小了 CCD 相机拍摄之间的曝光差异性, 进一步提高了图像之间的一致性, 提高图像处理时效性;

5) 本发明的隧道巡检图像采集装置通过设置在探伤移动平台上, 并配合计算机、显示器、同步编码器、数据采集器, 进行隧道的同步拍摄、病害识别、实时拼接与显示, 其中, 基于隧道巡检图像采集装置采集的图像易处理性, 提高了隧道巡检系统的识别速度与拼接速度, 从而可实现现场的实时显示, 用户可通过实时显示的内容进行巡检的现场处理或者及时通知有关部门进行处理, 大大提高了隧道巡检时效性, 达到了效率高、检测时间短、精确度高、不容易发生漏检的技术效果;

6) 本发明的隧道巡检系统中, 采用可拆卸式的模块化设计, 便于可单独存储、运输, 提高了系统的便捷性;

7) 本发明的隧道巡检方法中, 将所述探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置, 以保证多个所述 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致, 如此, 在拍摄过程中无需调整焦距等参数, 采集图像不易发生变形, 每个镜头拍摄的图像实际大小一致, 大大减小了图像处理的难度, 便于图像的实时处理, 提高了隧道巡检系统的识别速度与拼接速度, 从而可实现现场的实时显示, 用户可通过实时显示的内容进行巡检的现场处理或者及时通知有关部门进行处理, 大大提高了隧道巡检时效性, 达到了效率高、检测时间短、精确度高、不容易发生漏检的技术效果;

8) 本发明的隧道巡检方法中, 读取与写入 RFID 标签的操作, 可进行病害点的标记、辅助光源调整、探伤移动平台的里程校正, 方便了后期的复检, 以及自动改变光源亮度、曝光参数, 从而改变图像景深效果拍摄出清晰图像, 同时里程校正也提高了病害点定位的准确性, 达到了病害点可追溯、巡检定位准、拍摄图像清晰的技术效果;

9) 本发明的隧道巡检方法中, 通过图像裁剪减少识别区域、图像过滤减少干扰识别的杂质因素、图像增强抑制杂质因素并识别及突出疑似病害点、通过相似度对比确认是否为病害点, 达到了识别速度快、识别准确度高的技术效果。

## 附图说明

通过阅读下文优选实施方式的详细描述, 各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的, 而并不认为是对本发明的限制。

图 1 为本发明的一种隧道巡检图像采集装置的立体结构图;

图 2 为本发明的一种隧道巡检图像采集装置的平面结构图;

图 3 为本发明的一种隧道巡检系统的整体结构示意图;

图 4 为本发明的一种隧道巡检系统的安装位置示意图;

图 5 为本发明的一种隧道巡检系统的架构框图;

图 6 为本发明的一种隧道巡检系统的同步触发流程图;

图 7 为本发明的一种隧道巡检系统的病害识别流程图;

图 8 为本发明的一种隧道检测方法的整体流程图。

附图标记说明：

1-隧道巡检图像采集装置；11-CCD 相机；12-辅助光源；13-固定支架；131-支撑杆；132-固定块；133-底架；2-探伤移动平台；31-计算机；32-显示器；33-同步编码器；34-数据采集器；35-定位装置。

## 具体实施方式

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其他的附图，并获得其他的实施方式。

为使图面简洁，各图中只示意性地表示出了与本发明相关的部分，它们并不代表其作为产品的实际结构。另外，以使图面简洁便于理解，在有些图中具有相同结构或功能的部件，仅示意性地绘示了其中的一个，或仅标出了其中的一个。在本文中，“一个”不仅表示“仅此一个”，也可以表示“多于一个”的情形。

以下结合附图和具体实施例对本发明提出的一种隧道巡检图像采集装置1及隧道巡检系统作进一步详细说明。

### 实施例1

参看图1，本申请提供了一种隧道巡检图像采集装置，应用于隧道内衬面的图像采集，包括：多个CCD相机11、多个用于CCD相机11拍摄曝光的辅助光源12、固定支架13，CCD相机11与辅助光源12固定于固定支架13上；其中，多个CCD相机11的固定位置位于同一圆环上，工作状态下，圆环的中心位于隧道的圆心位置，以保证多个CCD相机11与隧道内衬面的距离一致，并且多个CCD相机11的整体拍摄角度覆盖隧道内衬面的范围。

现具体对本实施例进行详细说明：

本实施例的隧道巡检图像采集装置可以安装于任何平台上，通过固定支架13进行连接安装，以进行隧道巡检的图像采集。

参看图1和图2，本实施例采用了6台CCD相机11和7个辅助光源12，辅助光源12为频闪面阵光源，通过固定支架13在同一圆环上分布，该布局的优势在于辅助光源12与CCD相机11在同一支架上紧密排列，整体结构

简单。其中，本实施例的每个辅助光源 12 与 CCD 相机 11 间隔  $22.5^\circ$ ，6 个 CCD 相机 11 通道，每个 CCD 相机 11 环向拍摄角度为  $48^\circ$ ，以可完全覆盖  $270^\circ$  隧道（有部分重叠区域），辅助光源 12 采用 LED 面阵光源，间隔  $45^\circ$  排布，能够在隧道壁面形成亮度均匀的光带。上述角度设置、数量设置、设备选择仅是本申请一具体的技术方案，同样地，可以根据隧道的结构、相机的环向拍摄角度等调整上述设计，最大可实现  $360^\circ$  的拍摄覆盖，在其中一个实施例中，考虑钢轨的存在及成本，本申请最佳选择  $270^\circ$  的整体拍摄角度，即可完成全线隧道断面（如圆形、矩形、马蹄形等）不同视距的清晰拍照。

本实施例设置多个 CCD 相机 11，且多个 CCD 相机 11 的固定位置位于同一圆环上，工作状态下，圆环的中心位于隧道的圆心位置，如此布置可以保证 CCD 工业相机镜头与隧道内衬面的距离保持一致，在拍摄过程中无需调整焦距等参数，采集图像不易发生变形，每个镜头拍摄的图像实际大小一致，大大减小了图像处理的难度，便于图像的实时处理，提高图像处理时效性，同时，由于采用同一圆环的设置方式，可大大提高检测范围，最大可达到  $360^\circ$ ，便于覆盖隧道内衬面的范围，可完成全线隧道断面不同视距的清晰拍照，达到了图像易处理、检测范围大的技术效果。

具体地，参看图 1，本实施例的固定支架 13 包括底架 133、固定块 132、多个支撑杆 131，底架 133 与固定块 132 固定连接，支撑杆 131 的一端与固定块 132 固定连接，支撑杆 131 的另一端与 CCD 相机 11 或者辅助光源 12 固定连接。同样地，固定支架 13 还可以为圆环型支撑板，而 CCD 相机 11 与辅助光源 12 安装于支撑板上，再辅助的支架进行整体的固定支撑。本实施例的固定支架 13 结构简单轻量化，易于运输存储，而且降低了成本，同时采用 LED 面阵光源，能够在隧道壁面形成亮度均匀的光带，在相同的拍摄要求下减小了 CCD 相机 11 拍摄之间的曝光差异性，进一步提高了图像之间的一致性，提高图像处理时效性。

较优地，参看图 2，CCD 相机 11 与辅助光源 12 依次间隔固定于固定支架 13 上。本实施例如此设置，每一辅助光源 12 可供两个 CCD 相机 11 的曝光，提高了辅助光源 12 的利用率，降低了成本，在相同的拍摄要求下，减小了 CCD 相机 11 拍摄之间的曝光差异性，提高了图像之间的一致性，从而提

高图像处理时效性,同时采用LED面阵光源能够在隧道壁面形成亮度均匀的光带,也是为了减小了CCD相机11拍摄之间的曝光差异性,进一步提高了图像之间的一致性,从而提高图像处理时效性。

较优地,本实施例的相邻的CCD相机11之间的拍摄角度部分重叠。本发明相邻的CCD相机11之间的拍摄角度部分重叠,不仅减小了出现漏检区域的可能性,而且利用图像重叠的部分,可降低图像拼接的难度,便于图像的实时处理,提高图像处理时效性。

## 实施例2

参看图3,本申请提供了一种基于实施例1的隧道巡检系统,包括用于钢轨上行进的探伤移动平台2,还包括设置于探伤移动平台2上的计算机31、显示器32、同步编码器33、数据采集器34、以及如实施例1的隧道巡检图像采集装置1;

其中,固定支架13设于探伤移动平台2上,工作状态下,多个CCD相机11所在的圆环中心位于隧道的圆心位置,以保证多个CCD相机11与隧道内衬面的距离一致;同步编码器33分别与CCD相机11、辅助光源12电连接,用以根据探伤移动平台2的位移量,每隔固定距离发送同步脉冲信号触发多个CCD相机11、多个辅助光源12同步工作;数据采集器34分别与多个CCD相机11、同步编码器33电连接,用以采集CCD相机11拍摄的隧道内衬图像,并结合同步编码器33对隧道内衬图像进行编号;计算机31分别与数据采集器34、显示器32电连接,用以对隧道内衬图像进行图像识别及病害点标注,同时,对病害点标注之后的隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

现具体对本实施例进行详细说明:

参看图4和图5,本实施例的探伤移动平台2为双轨探伤车,可在钢轨上移动,其中,隧道巡检图像采集装置1固定安装于车体尾部并突出车体,安装好的隧道巡检图像采集装置1,多个CCD相机11所在的圆环中心位于隧道的圆心位置,此种布置方式可以保证CCD工业相机镜头与隧道内衬面的距离保持一致。双轨探伤车的前部设有计算机31和显示器32,以用于操控整个双轨探伤车以及隧道巡检系统,用户可以在现场实时调整隧道巡检系统的相关参数,以及可以现场实时查看隧道巡检系统拍摄的照片,以现场确认隧道是否有病害点,若有则可及时通知相关部门进行检修等操作。

本实施例的同步编码器 33 可安装于探伤移动平台 2 的移动轴承上,根据轴承的旋转产生具有方向和位移量的脉冲信号,以进行 CCD 相机 11 与光源的同步触发,可采用行驶固定的距离同步触发一次拍摄的方式,具体地,参看图 6,根据车体的移动产生 A+、B+、A-、B-信号,并将产生的信号传输至信号处理器,信号处理器对同步编码器 33 产生的脉冲信号进行整合及处理,判断当前搭载智能隧道巡检系统的双轨探伤车的行走方向以及脉冲数量,判断相应编码值并上传至计算机 31 以用于图片存储,并通过合适的多分频传输,触发 CCD 面阵相机及光源控制器同步工作,CCD 面阵相机及光源控制器接收到相应脉冲信号,CCD 面阵相机触发工作用于采集隧道内衬图像数据,光源控制器接受脉冲信号后控制光源的开关频率同步 CCD 面阵相机拍摄频率,保证 CCD 面阵相机拍摄时隧道内足够明亮。

本实施例的数据采集器 34 可为交换机,交换机可以为多路转一路的交换机,可实现数据汇总、简化相机到计算机 31 通讯连接线路。计算机 31 接收到数据采集器 34 传送的隧道内衬图像后,通过计算机 31 进行病害点图像识别,其中,通过前期大量现场采集隧道内部图像,大量分析统计人行站台、电气线缆管道、隧道管片接缝、消防通道指示灯、电器盒、消防紧急电话、列车站台、消防管道、楼梯等正常图像与问题图像内容形成的区域灰度差异,为隧道巡检各类智能识别做基础技术准备。

参看图 7,病害点图像识别具体过程为:第一步:系统通过频闪面阵 LED 光源和面阵 CCD 工业相机的配合,连续采集整个隧道 270° 隧道内衬图像,并保存下来,对图像重复区域进行图像剪裁;第二步:通过图像过滤将隧道管片、站台等的一些随机分布的杂质进行过滤,使得隧道管片、站台等表面更加平滑,有助于提高隧道智能算法的效率;第三步:图像增强是对拍摄到的普通隧道管片、站台等表面图像像素灰度值进行整体抑制,对类似裂纹、渗漏水等特殊点整体加强,有利于隧道病害识别算法快速筛选出疑似病害点;第四步:通过疑似伤损点与理论模型对比相似度,相似度符合理论模型的则进行异常报警,生成问题点报告。

参看图 3,较优地,还包括定位装置 35,定位装置 35 与计算机 31 电连接,计算机 31 与辅助光源 12 电连接,定位装置 35 用以隧道内 RFID 标签的读取与写入,其中,读取 RFID 标签内的定位信息,并反馈给计算机 31 进行

探伤移动平台 2 的里程校正；读取 RFID 标签内的隧道结构信息，并反馈给计算机 31 进行辅助光源 12 的亮度与曝光参数调整，以改变图像景深效果从而获取清晰图像；将计算机 31 反馈的病害点信息写入 RFID 标签进行病害点位置打标。

具体地，定位装置 35 设有车载读写器，通过定位系统及时读取标签信息，用以太网、蓝牙、Zigbee、WLAN 或者 RS232、RS485 等通讯方式将标签信息传入计算机 31 并在后台生成台账，优选地，如果该标签处是整公里里程标签、系统会自动触发里程校正，以减少里程校正频繁性，若该处经过智能识别有病害则计算机 31 会自动打标，即控制车载读写器在 RFID 标签中写入病害信息，以便于后期复查。若行驶经过隧道结构尺寸变化地段，可以通过标签提前通知巡检系统，巡检系统到达该位置自动改变光源亮度、曝光参数，从而改变图像景深效果，拍摄清晰图像。优选地，车载读写器基于 RFID 技术。本实施例的隧道巡检系统通过定位装置 35 读取或写入 RFID 标签，可进行病害点的标记、探伤移动平台 2 的里程校正，方便了后期的复检，同时里程校正也提高了病害点定位的准确性，达到了巡检定位准的技术效果。

较优地，计算机 31、显示器 32、同步编码器 33、数据采集器 34、隧道巡检图像采集装置 1、定位装置 35 分别可拆卸式设置于探伤移动平台 2 上。本实施例的隧道巡检系统采用可拆卸式的模块化设计，便于可单独存储、运输，提高了系统的便捷性。

现对本实施例的工作过程进行说明：

隧道巡检系统整体工作流程如下：

S1：车辆行驶进入隧道区域，开始检测；

S2：同步编码器 33 随着双轨探伤车前进自触发同步脉冲周期信号，并将信号发送给 CCD 工业相机以及光源控制器，使其同步工作，并在行驶固定的距离后完成一次图像采集；

S3：双轨探伤车行驶过程中，通过 RFID 定位系统进行整公里打标，在隧道尺寸变化处通过 RFID 标签提前通知计算机 31，隧道巡检系统到达该位置自动改变光源亮度、曝光参数，从而改变图像景深效果，拍摄清晰图像

S4：数据采集器 34 对图像实时进行采集，并结合同步编码器 33 对相应的图像进行编号处理后通过各种通讯方式：以太网、蓝牙、Zigbee、WLAN

或者 RS232、RS485 等通讯方式上传给计算机 31；

S5：在计算机 31 内智能识别系统通过局部图像灰度差异性特征实现渗漏水识别，通过线性灰度差异性特征实现管线脱落等自动识别功能。对于识别得到的病害点，通过 RFID 定位装置 35 在 RFID 标签处写入相应信息，便于后期复查；

S6：计算机 31 将经过识别并标注病害点的隧道图像调用，并通过算法将同一时刻 6 个 CCD 相机 11 获取的图像进行拼接以更加直观的展示完整的隧道内衬图像。

本实施例的隧道巡检图像采集装置 1 通过设置在探伤移动平台 2 上，并配合计算机 31、显示器 32、同步编码器 33、数据采集器 34，进行隧道的同步拍摄、病害识别、实时拼接与显示，其中，基于实施例 1 的隧道巡检图像采集装置 1 采集的图像易处理性，提高了隧道巡检系统的识别速度与拼接速度，从而可实现现场的实时显示，用户可通过实时显示的内容进行巡检的现场处理或者及时通知有关部门进行处理，大大提高了隧道巡检时效性，达到了效率高、检测时间短、精确度高、不容易发生漏检的技术效果。

### 实施例 3

参看图 8，本申请提供了一种隧道巡检方法，包括以下步骤：

S1：探伤移动平台进入隧道区域，将探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置，以保证多个 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，然后启动隧道巡检；

S2：根据探伤移动平台的位移量，每隔固定距离发送同步脉冲周期信号触发多个 CCD 相机、多个用于 CCD 相机拍摄曝光的辅助光源同步工作，进行隧道内衬图像的拍摄；

S3：对隧道内衬图像进行实时采集，并结合同步脉冲周期信号对隧道内衬图像进行编号；

S4：对编号之后的隧道内衬图像进行图像识别、病害点标注和在线报警，同时，对病害点标注之后的隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

现对本实施例进行详细说明：

参看图 1、图 3 和图 4，本实施例的探伤移动平台 2 可以为双轨探伤车，可在钢轨上移动，双轨探伤车上安装有隧道巡检系统，用以执行本实施例的

隧道巡检方法，隧道巡检系统包括：计算机 31、显示器 32、同步编码器 33、数据采集器 34、定位装置 35、隧道巡检图像采集装置 1，隧道巡检图像采集装置 1 包括 CCD 相机 11、辅助光源 12、固定支架 13，固定支架又包括支撑杆 131、固定块 132、底架 133。本实施例的隧道巡检方法的可执行体包括但不限于上述的双轨探伤车。

参看图 5，本实施例的步骤 S1 为：探伤移动平台进入隧道区域，将探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置，以保证多个 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，然后启动隧道巡检。

本实施例将所述探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置，以保证多个所述 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，如此，在拍摄过程中无需调整焦距等参数，采集图像不易发生变形，每个镜头拍摄的图像实际大小一致，大大减小了图像处理的难度，便于图像的实时处理，提高了隧道巡检系统的识别速度与拼接速度，从而可实现现场的实时显示，用户可通过实时显示的内容进行巡检的现场处理或者及时通知有关部门进行处理，大大提高了隧道巡检时效性，达到了效率高、检测时间短、精确度高、不容易发生漏检的技术效果。

参看图 6，本实施例的步骤 S2 为：同步编码器随着双轨探伤车前进自触发同步脉冲周期信号，并同时将该信号发送给 CCD 相机以及辅助光源，使其同步工作，并每行驶固定的距离后完成一次图像采集；

步骤 S2 具体包括以下步骤：S21：在双轨探伤车移动时，编码器根据车体的位移量产生具有方向与位移量的 A+、B+、A-、B-信号，并将产生的信号传输至信号处理器；S22：信号处理器对同步编码器产生的脉冲信号进行整合及处理，判断当前搭载隧道巡检系统的双轨探伤车的行走方向以及脉冲数量，判断相应编码值并上传至计算机，并通过合适的多分频传输，触发 CCD 面阵相机及光源控制器工作；S23：CCD 相机及辅助光源的控制器接收到相应脉冲信号，CCD 相机触发工作于采集隧道内衬图像数据，光源控制器接收脉冲信号后控制光源的开关频率同步 CCD 面阵相机拍摄频率，保证 CCD 面阵相机拍摄时隧道内足够明亮。

本实施例的步骤 S3 为：数据采集器对图像实时进行采集，并结合同步编码器对相应的图像进行编号处理后通过各种通讯方式：以太网、蓝牙、

Zigbee、WLAN 或者 RS232、RS485 等通讯方式上传给计算机；

本实施例的步骤 S4 为：计算机对编号之后的隧道内衬图像进行图像识别、病害点标注和在线报警，同时，对病害点标注之后的隧道内衬图像进行拼接并实时显示。具体地，计算机通过局部图像灰度差异性特征实现渗漏水识别，通过线性灰度差异性特征实现管线脱落等自动识别功能，根据识别的结果进行病害点标记以及在线报警，在线报警可通过显示器进行提示报警，也可通过指示灯和/或声音等进行报警。计算机将经过识别并标注病害点的隧道内衬图像调用，并通过算法将同一时刻 CCD 相机获取的图像进行拼接以更加直观的展示完整的隧道内衬图像。

其中，通过前期大量现场采集隧道内部图像，大量分析统计人行站台、电气线缆管道、隧道管片接缝、消防通道指示灯、电器盒、消防紧急电话、列车站台、消防管道、楼梯等正常图像与问题图像内容形成的区域灰度差异，为隧道巡检的图像识别做基础技术准备。具体地，参看图 7，图像识别具体包括以下步骤：A1：通过频闪面阵 LED 光源的辅助光源和 CCD 面阵相机的配合，连续采集整个隧道内衬图像，并保存下来；A2：对隧道内衬图像的重复区进行识别与图像剪裁；A3：通过图像过滤将隧道管片、站台等的一些随机分布的杂质进行过滤，使的隧道管片、站台等表面更加平滑，有助于提高隧道智能算法的效率；A4：图像增强：对拍摄到的普通隧道管片、站台等表面图像像素灰度值进行整体抑制，对类似裂纹、渗漏水等特殊点整体加强，有利于隧道病害识别算法快速筛选出疑似病害点；A5：通过疑似病害点与理论模型进行相似度对比，相似度符合理论模型的判断疑似病害点为病害点，并反馈病害点信息。

本实施例通过图像裁剪减少识别区域、图像过滤减少干扰识别的杂质因素、图像增强抑制杂质因素并识别及突出疑似病害点、通过相似度对比确认是否为病害点，达到了识别速度快、识别准确度高的技术效果。

较优地，步骤 S4 还包括以下步骤：对于识别得到的病害点，通过定位装置在 RFID 标签处写入相应信息，便于后期复查，定位装置可基于 RFID 技术。

较优地，在步骤 S1 至 S4 执行过程中，即双轨探伤车行驶过程中，通过定位装置进行整公里打标，在隧道尺寸变化处通过 RFID 标签提前通知隧道

巡检系统，隧道巡检系统到达该位置自动改变光源亮度、曝光参数，从而改变图像景深效果，拍摄清晰图像。具体地，定位装置通过车载阅读器进行读取标签信息，用以太网、蓝牙、Zigbee、WLAN 或者 RS232、RS485 等通讯方式将标签信息传入计算机并在后台生成台账，如果该标签处是整公里里程标签、系统会自动触发里程校正，若该处经过智能识别有病害则巡检系统会自动打标。若行驶经过隧道结构尺寸变化地段，可以通过 RFID 标签提前通知巡检系统，巡检系统到达该位置自动改变光源亮度、曝光参数，从而改变图像景深效果，拍摄清晰图像。

本实施例的读取与写入 RFID 标签的操作，可进行病害点的标记、辅助光源调整、探伤移动平台的里程校正，方便了后期的复检，以及自动改变光源亮度、曝光参数，从而改变图像景深效果拍摄出清晰图像，同时里程校正也提高了病害点定位的准确性，达到了病害点可追溯、巡检定位准、图像清晰的技术效果。

上面结合附图对本发明的实施方式作了详细说明，但是本发明并不限于上述实施方式。即使对本发明作出各种变化，倘若这些变化属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则仍落入在本发明的保护范围之内。

## 权利要求书

1、一种隧道巡检图像采集装置，应用于隧道内衬面的图像采集，其特征在于，包括：多个 CCD 相机、多个用于所述 CCD 相机拍摄曝光的辅助光源、固定支架，所述 CCD 相机与所述辅助光源固定于所述固定支架上；其中，

多个所述 CCD 相机的固定位置位于同一圆环上，工作状态下，所述圆环的中心位于隧道的圆心位置，以保证多个所述 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，并且多个所述 CCD 相机的整体拍摄角度覆盖隧道内衬面的范围。

2、根据权利要求 1 所述的隧道巡检图像采集装置，其特征在于，所述 CCD 相机与所述辅助光源依次间隔固定于所述固定支架上。

3、根据权利要求 1 所述的隧道巡检图像采集装置，其特征在于，相邻的所述 CCD 相机之间的拍摄角度部分重叠。

4、根据权利要求 1 至 3 任意一项所述的隧道巡检图像采集装置，其特征在于，所述固定支架包括底架、固定块、多个支撑杆，所述底架与所述固定块固定连接，所述支撑杆的一端与所述固定块固定连接，所述支撑杆的另一端与所述 CCD 相机或者所述辅助光源固定连接。

5、根据权利要求 1 至 3 任意一项所述的隧道巡检图像采集装置，其特征在于，所述辅助光源为 LED 面阵光源。

6、一种隧道巡检系统，包括用于钢轨上行进的探伤移动平台，其特征在于，还包括设置于所述探伤移动平台上的计算机、显示器、同步编码器、数据采集器、以及如权利要求 1 至 5 任意一项所述的隧道巡检图像采集装置；其中，

所述固定支架设于所述探伤移动平台上，工作状态下，多个所述 CCD 相机所在的圆环中心位于所述隧道的圆心位置，以保证多个所述 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致；

所述同步编码器分别与所述 CCD 相机、所述辅助光源电连接，用以根据所述探伤移动平台的位移量，每隔固定距离发送同步脉冲信号触发多个所述 CCD 相机、多个所述辅助光源同步工作；

所述数据采集器分别与多个所述 CCD 相机、所述同步编码器电连接，

用以采集所述 CCD 相机拍摄的隧道内衬图像，并结合所述同步编码器对所述隧道内衬图像进行编号；

所述计算机分别与所述数据采集器、所述显示器电连接，用以对所述隧道内衬图像进行图像识别及病害点标注，同时，对所述病害点标注之后的所述隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

7、根据权利要求 6 所述的隧道巡检系统，其特征在于，还包括定位装置，所述定位装置与所述计算机电连接，所述计算机与所述辅助光源电连接，所述定位装置用以隧道内 RFID 标签的读取与写入，其中，

读取所述 RFID 标签内的定位信息，并反馈给所述计算机进行所述探伤移动平台的里程校正；

读取所述 RFID 标签内的隧道结构信息，并反馈给所述计算机进行所述辅助光源的亮度与曝光参数调整，以改变图像景深效果从而获取清晰图像；

将所述计算机反馈的病害点信息写入所述 RFID 标签进行病害点位置打标。

8、根据权利要求 7 所述的隧道巡检系统，其特征在于，所述计算机、所述显示器、所述同步编码器、所述数据采集器、所述隧道巡检图像采集装置、所述定位装置分别可拆卸式设置于所述探伤移动平台上。

9、一种隧道巡检方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1：探伤移动平台进入隧道区域，将所述探伤移动平台上的多个 CCD 相机所在的圆环中心调整为隧道的圆心位置，以保证多个所述 CCD 相机与隧道内衬面的距离一致，然后启动隧道巡检；

S2：根据所述探伤移动平台的位移量，每隔固定距离发送同步脉冲周期信号触发多个所述 CCD 相机、多个用于所述 CCD 相机拍摄曝光的辅助光源同步工作，进行隧道内衬图像的拍摄；

S3：对所述隧道内衬图像进行实时采集，并结合所述同步脉冲周期信号对所述隧道内衬图像进行编号；

S4：对所述编号之后的所述隧道内衬图像进行图像识别、病害点标注和在线报警，进行图像识别及病害点标注和在线报警同时，对所述病害点标注之后的所述隧道内衬图像进行拼接并实时显示。

10、根据权利要求 9 所述的隧道巡检方法，其特征在于，在所述步骤 S1

至 S4 执行过程中，还包括以下步骤：读取隧道内的 RFID 标签，根据所述 RFID 标签的隧道结构信息对所述辅助光源进行亮度与曝光参数调整，以改变图像景深效果从而获取清晰图像。

11、根据权利要求 9 所述的隧道巡检方法，其特征在于，所述步骤 S4 还包括以下步骤：若所述图像识别检测出病害点，则将病害点信息写入隧道内的 RFID 标签。

12、根据权利要求 9 至 11 任意一项所述的隧道巡检方法，其特征在于，所述步骤 S2 具体包括以下步骤：

S21：根据所述探伤移动平台的位移量产生具有方向与位移量的脉冲信号；

S22：对所述脉冲信号进行整合及处理，得到所述同步脉冲周期信号，并判断当前所述探伤移动平台的行走方向以及脉冲数量获取所述探伤移动平台的里程，同时，对所述同步脉冲周期信号进行多分频输出，触发所述 CCD 相机及辅助光源同步工作，进行隧道内衬图像的拍摄。

13、根据权利要求 12 所述的隧道巡检方法，其特征在于，在所述步骤 S1 至 S4 执行过程中，还包括以下步骤：读取隧道内的 RFID 标签，根据所述 RFID 标签内的定位信息对所述探伤移动平台进行里程校正。

14、根据权利要求 9 至 11 任意一项所述的隧道巡检方法，其特征在于，所述步骤 S4 中，所述图像识别具体包括以下步骤：

A1：接收所述隧道内衬图像并存储；

A2：对所述隧道内衬图像的重复区进行识别与图像剪裁；

A3：对剪裁后的所述隧道内衬图像进行图像过滤，并对图像过滤得到所述隧道内衬图像中的杂质因素进行平滑处理；

A4：对所述杂质因素的像素灰度值进行整体抑制，并对所述整体抑制后的所述隧道内衬图像进行初步识别，将疑似病害点的像素灰度值进行整体加强；

A5：通过所述疑似病害点与理论模型进行相似度对比，判断所述疑似病害点是否为病害点，并反馈病害点信息。

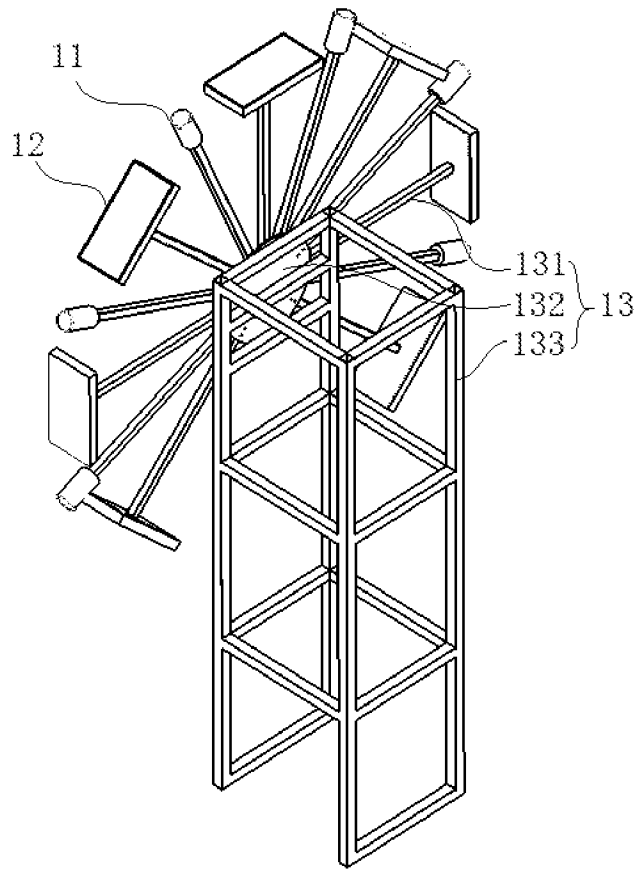


图 1

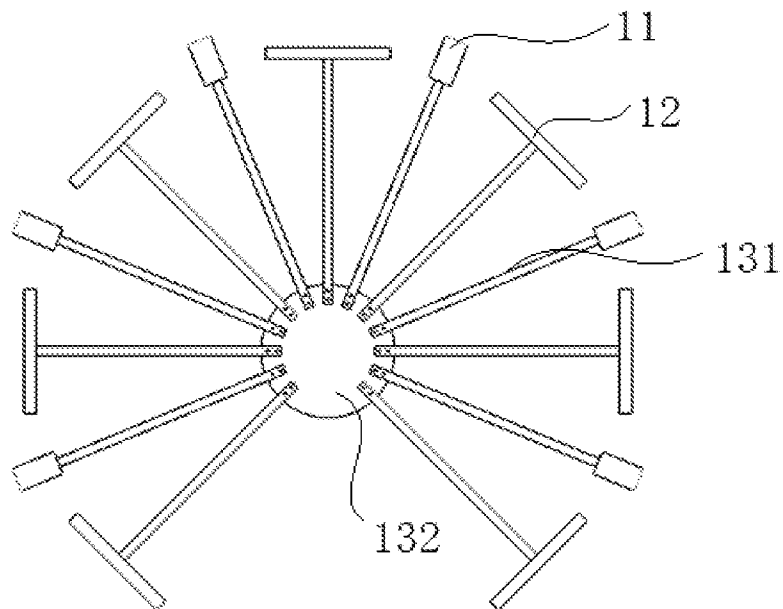


图 2

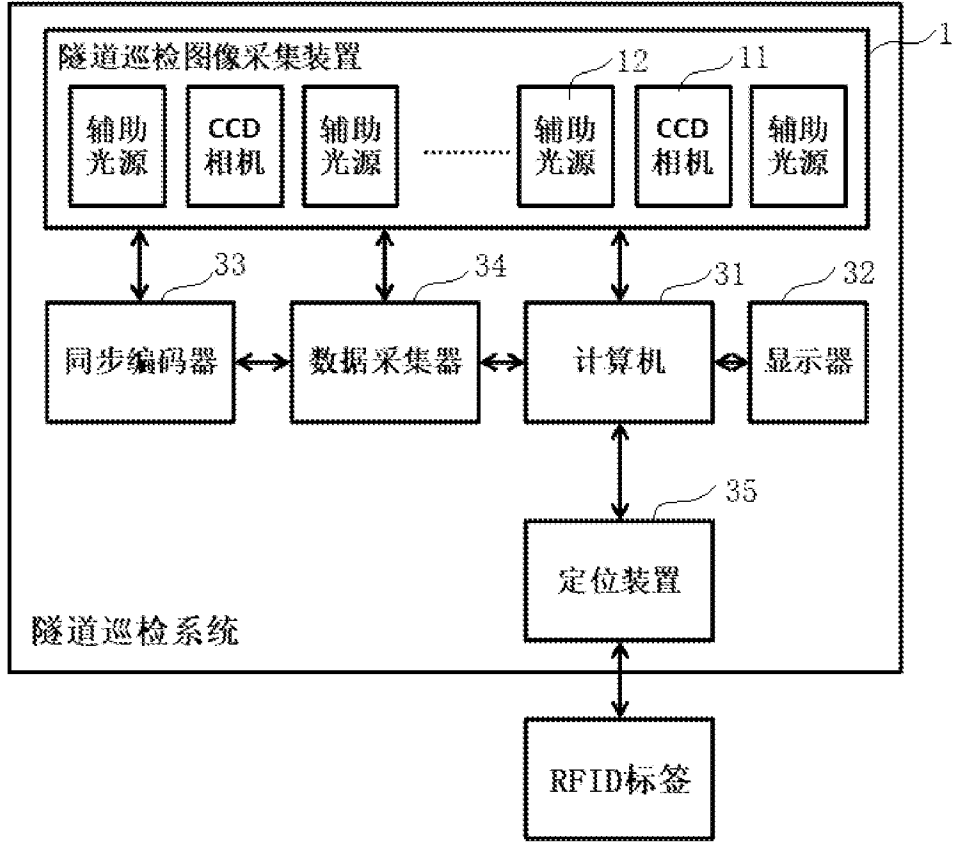


图 3

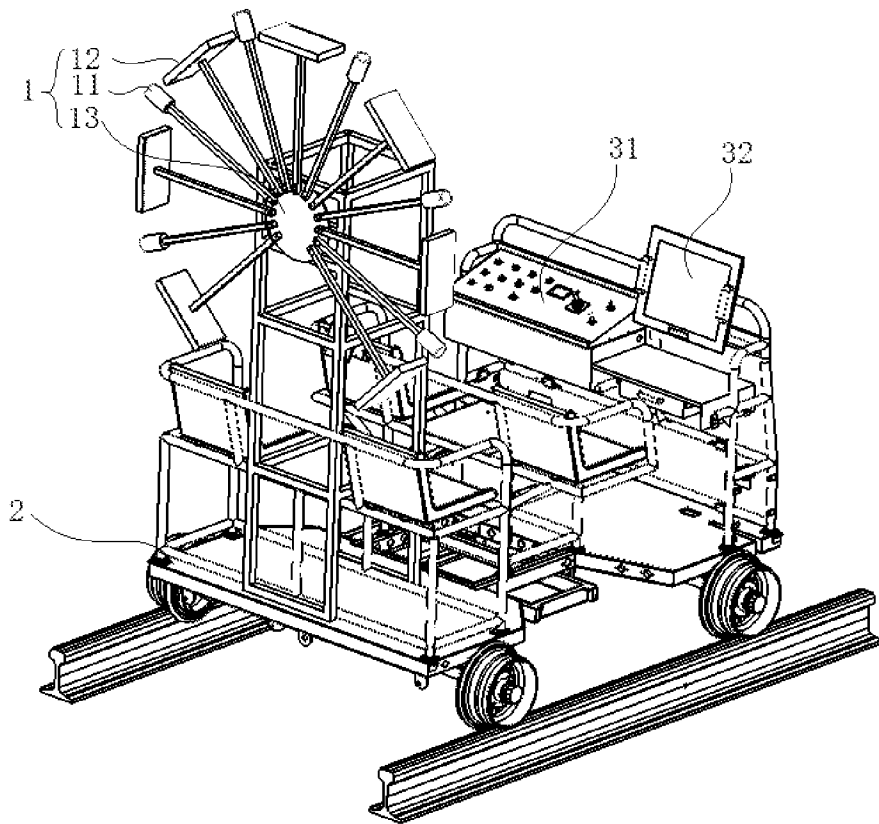


图 4

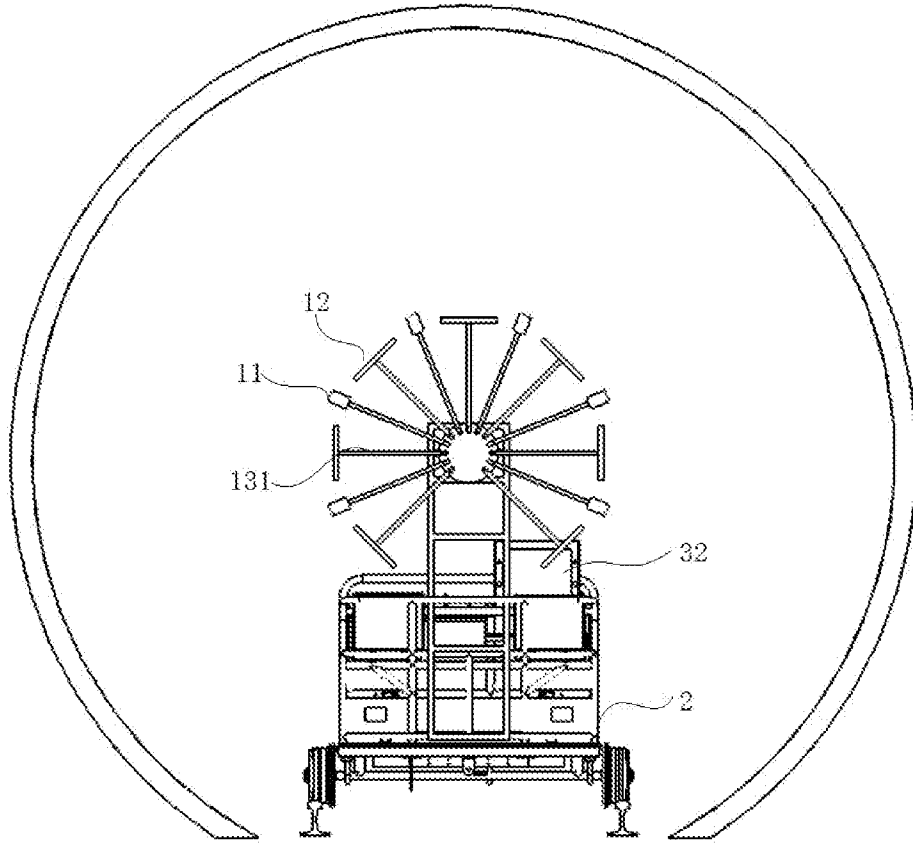


图 5

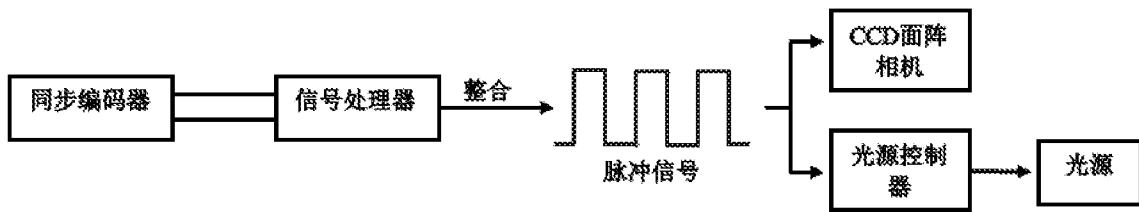


图 6

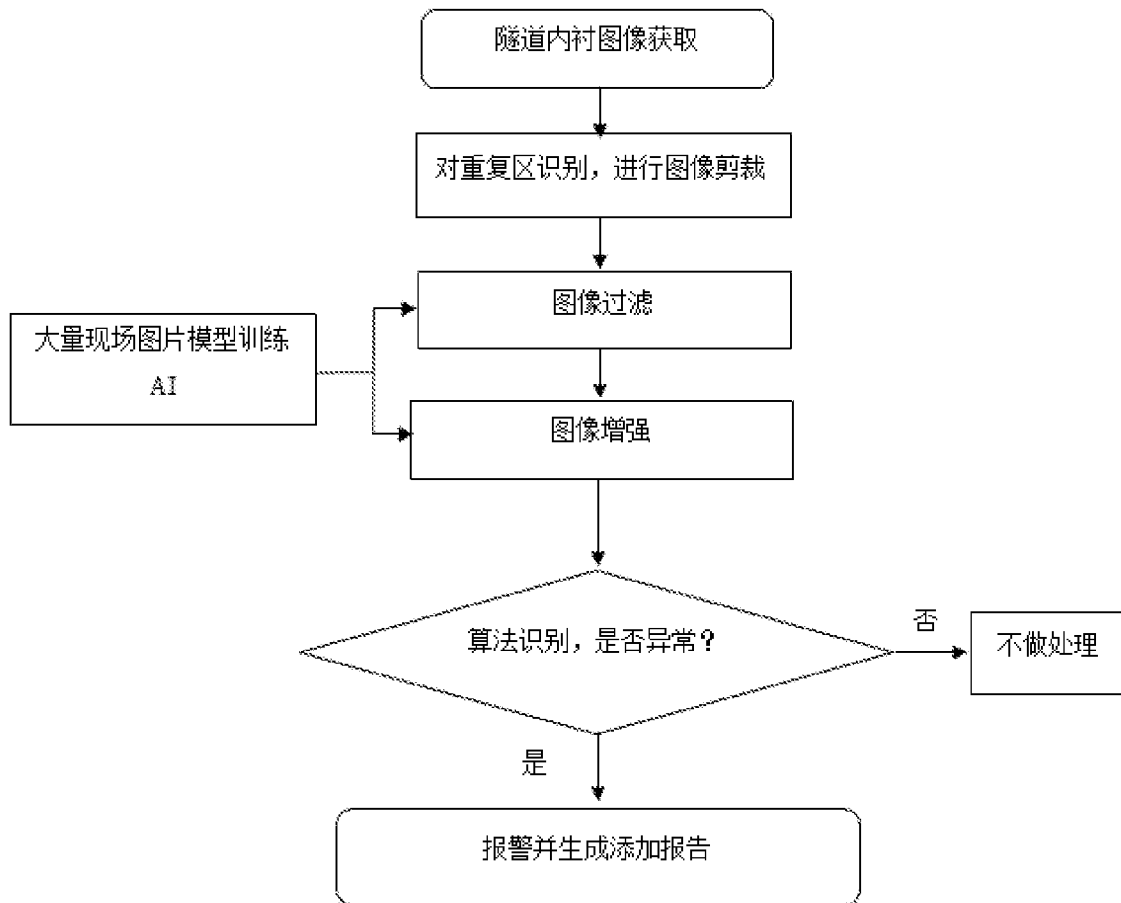


图 7

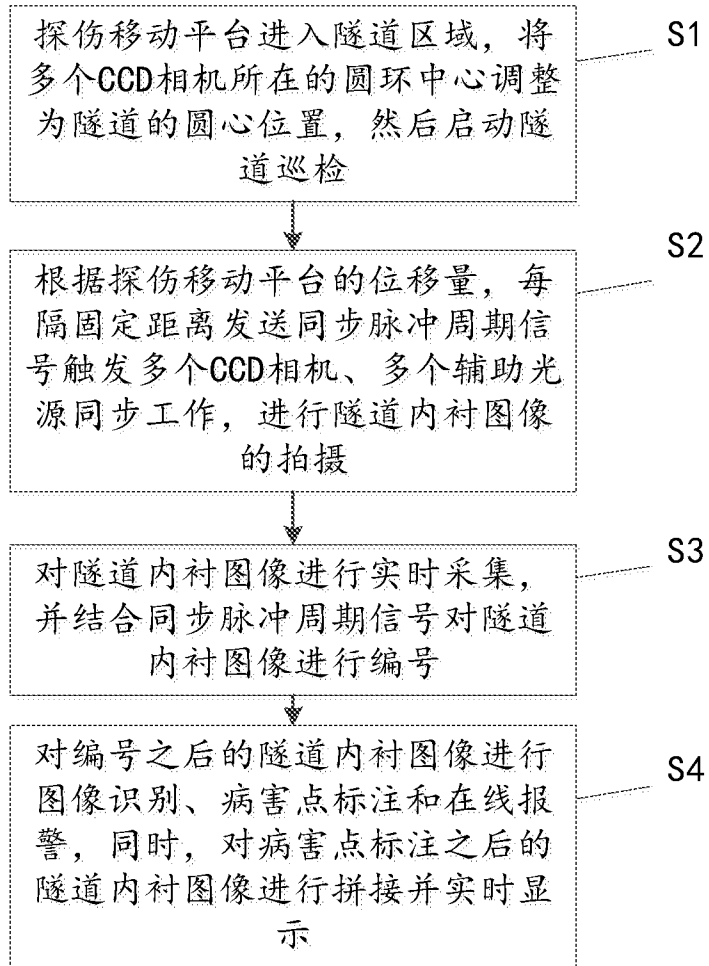


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/117088

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
E21F 17/18(2006.01)i; H04N 7/18(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E21F; H04N		
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) VEN; CNABS; CNTXT; CNKI: 隧道, 相机, CCD, 隧洞, 标签, 隧, 巡检, 裂缝, 定位, 损伤, 裂隙, 病害, wound+, split+, slot, detect+, harm+, cranny+, DAMAG+, crack+, tunnel		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105510351 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 20 April 2016 (2016-04-20) description, specific embodiments, figures 1A-5C	1-14
A	CN 109246364 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 18 January 2019 (2019-01-18) entire document	1-14
A	CN 104567708 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 29 April 2015 (2015-04-29) entire document	1-14
A	CN 109115434 A (HANGZHOU HYPERTRUM TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 01 January 2019 (2019-01-01) entire document	1-14
A	KR 20120086963 A (CHO DONG HYUK) 06 August 2012 (2012-08-06) entire document	1-14
PX	CN 210720194 U (SHANGHAI ORIENTAL MARITIME ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 June 2020 (2020-06-09) claims 1-8	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "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 <b>13 November 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>30 November 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China</b>		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/117088**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110487816 A (SHANGHAI ORIENTAL MARITIME ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 November 2019 (2019-11-22) claims 1-8	1-8
PX	CN 110593957 A (SHANGHAI ORIENTAL MARITIME ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 December 2019 (2019-12-20) Claims 1-6	9-14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/117088**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105510351	A	20 April 2016	CN	105510351	B	30 March 2018
CN	109246364	A	18 January 2019	WO	2020082745	A1	30 April 2020
CN	104567708	A	29 April 2015	CN	104567708	B	16 March 2018
CN	109115434	A	01 January 2019	None			
KR	20120086963	A	06 August 2012	None			
CN	210720194	U	09 June 2020	None			
CN	110487816	A	22 November 2019	None			
CN	110593957	A	20 December 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/117088

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>E21F 17/18(2006.01)i; H04N 7/18(2006.01)i</p> <p>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</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>E21F; H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>VEN;CNABS;CNTXT;CNKI:隧道, 相机, CCD, 隧洞, 标签, 隧, 巡检, 裂缝, 定位, 损伤, 裂隙, 病害, wound+, split+, slot, detect+, harm+, cranny+, DAMAG+, crack+, tunnel</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 105510351 A (北京工业大学等) 2016年 4月 20日 (2016 - 04 - 20) 说明书具体实施方式、附图1A-5C</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109246364 A (华为技术有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104567708 A (浙江工业大学) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109115434 A (杭州国翌科技有限公司等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20120086963 A (CHO DONG HYUK) 2012年 8月 6日 (2012 - 08 - 06) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 210720194 U (上海市东方海事工程技术有限公司) 2020年 6月 9日 (2020 - 06 - 09) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110487816 A (上海市东方海事工程技术有限公司) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 105510351 A (北京工业大学等) 2016年 4月 20日 (2016 - 04 - 20) 说明书具体实施方式、附图1A-5C	1-14	A	CN 109246364 A (华为技术有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-14	A	CN 104567708 A (浙江工业大学) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文	1-14	A	CN 109115434 A (杭州国翌科技有限公司等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 全文	1-14	A	KR 20120086963 A (CHO DONG HYUK) 2012年 8月 6日 (2012 - 08 - 06) 全文	1-14	PX	CN 210720194 U (上海市东方海事工程技术有限公司) 2020年 6月 9日 (2020 - 06 - 09) 权利要求1-8	1-8	PX	CN 110487816 A (上海市东方海事工程技术有限公司) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-8	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 105510351 A (北京工业大学等) 2016年 4月 20日 (2016 - 04 - 20) 说明书具体实施方式、附图1A-5C	1-14																								
A	CN 109246364 A (华为技术有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-14																								
A	CN 104567708 A (浙江工业大学) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文	1-14																								
A	CN 109115434 A (杭州国翌科技有限公司等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 全文	1-14																								
A	KR 20120086963 A (CHO DONG HYUK) 2012年 8月 6日 (2012 - 08 - 06) 全文	1-14																								
PX	CN 210720194 U (上海市东方海事工程技术有限公司) 2020年 6月 9日 (2020 - 06 - 09) 权利要求1-8	1-8																								
PX	CN 110487816 A (上海市东方海事工程技术有限公司) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 权利要求1-8	1-8																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> </td> <td> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																						
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																									
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 11月 13日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 11月 30日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>王月蕾</p> <p>电话号码 010-62089495</p>																								

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 110593957 A (上海市东方海事工程技术有限公司) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 权利要求1-6	9-14

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/117088

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	105510351	A	2016年 4月 20日	CN 105510351 B	2018年 3月 30日
CN	109246364	A	2019年 1月 18日	WO 2020082745 A1	2020年 4月 30日
CN	104567708	A	2015年 4月 29日	CN 104567708 B	2018年 3月 16日
CN	109115434	A	2019年 1月 1日	无	
KR	20120086963	A	2012年 8月 6日	无	
CN	210720194	U	2020年 6月 9日	无	
CN	110487816	A	2019年 11月 22日	无	
CN	110593957	A	2019年 12月 20日	无	