(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112208113 B
(45)授权公告日 2022.09.06

(21)申请号 202010810646.1

(22)申请日 2020.08.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112208113 A

(43)申请公布日 2021.01.12

(73)专利权人 苏州赛米维尔智能装备有限公司
地址 215000 江苏省苏州市吴江经济技术开发区联杨路南侧、龙桥路西侧(联杨路139号)

(72)发明人 赵军 秦琮峻 黎锋

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理有限公司 11369
专利代理师 孔凡玲

(51)Int.Cl.
B29C 65/78(2006.01)
B25J 9/16(2006.01)

(56)对比文件
CN 110842928 A,2020.02.28
CN 208484258 U,2019.02.12
CN 111145272 A,2020.05.12

审查员 吴恒

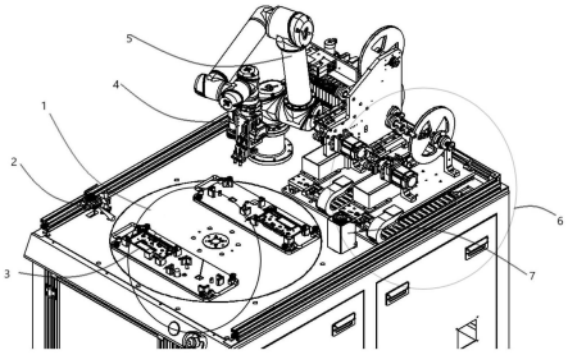
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置及其贴附方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置及其贴附方法，导热棉自动贴附装置包括机架与控制器，所述机架上形成有工件装载区域与导热棉供给区域，所述工件装载区域与导热棉供给区域处分别装载有待贴附的工件与导热棉供给机构，所述机架上设有位于所述导热棉供给机构旁侧的机械手，所述工件装载区域的旁侧设有与待贴附的工件相对的第一CCD，所述机械手上安装有第二CCD及负压吸盘，所述导热棉供给机构的旁侧设有第三CCD，所述第一CCD、第二CCD、第三CCD、机械手及导热棉供给机构均与所述控制器通讯连接。根据本发明，其提高了贴附质量及贴附效率。



CN 112208113 B

1.一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置,包括机架与控制器,其特征在于,所述机架上形成有工件装载区域(1)与导热棉供给区域,所述工件装载区域(1)与导热棉供给区域处分别装载有待贴附的工件(3)与导热棉供给机构(6),所述机架上设有位于所述导热棉供给机构(6)旁侧的机械手(5),所述工件装载区域(1)的旁侧设有与待贴附的工件(3)相对的第一CCD(2),所述机械手(5)上安装有第二CCD(4)及负压吸盘,所述导热棉供给机构(6)的旁侧设有第三CCD(7),所述第一CCD(2)、第二CCD(4)、第三CCD(7)、机械手(5)及导热棉供给机构(6)均与所述控制器通讯连接;其中,

所述导热棉供给机构(6)用以周期性地剥离出单次贴附所需的导热棉;

所述第一CCD(2)与所述第三CCD(7)位置固定;所述第二CCD(4)位于所述机械手(5)头部并与所述机械手(5)一同运动,以在运动过程中对导热棉供给区域进行多次拍摄后完成相机的标定;

所述工件装载区域(1)与导热棉供给区域以及第三CCD(7)处均设有光源,以便于图像的采集;其中,所述导热棉供给区域的四角处均装有所述光源,所述第二CCD(4)根据像素亮点的排列、明亮以及颜色信息以确定相机坐标系和大地坐标系之间的关系;

所述机械手(5)为六轴机械手,其末端形成有阵列式弹性负压吸盘,以便于将导热棉吸取送至粘贴区域。

2.一种利用权利要求1所述的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置贴附导热棉的导热棉贴附方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1,导热棉供给机构(6)周期性地剥离出单次贴附所需的导热棉;

步骤S2,传送带将待贴附的工件(3)周期性的传送至工件装载区域(1),随后将待贴附的工件(3)装载于工件装载区域(1)处以进行一次定位,第一CCD(2)对工件装载区域(1)上装载的工件(3)通过拍照进行二次定位,以判断工件(3)是否装载到位;

步骤S3,对机械手(5)上的第二CCD(4)进行大地坐标系和相机坐标系的标定,确定图像坐标系和世界坐标系的转换关系;

步骤S4,对机械手(5)进行手眼标定,确定机械手坐标系和图像坐标系的转换关系,即可计算出机械手坐标系和世界坐标系的转换矩阵;

步骤S5,机械手(5)带动第二CCD(4)运动至导热棉供给机构(6)上剥离出的导热棉的正上方,第二CCD(4)开始对导热棉进行拍照识别定位;

步骤S6,机械手(5)上的负压吸盘从导热棉的顶部吸取导热棉后将导热棉移动至第三CCD(7)的正上方,使得第三CCD(7)能从导热棉的底部对导热棉的粘贴面进行缺陷检测,若检测后判断为不合格,则机械手(5)将该导热棉丢弃至废料箱,若检测后判断为合格,机械手(5)将导热棉转移至工件装载区域(1)以将导热棉贴附至工件(3)的指定位置处。

3.如权利要求2所述的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置的导热棉贴附方法,其特征在于,导热棉供给机构(6)中设有LED标定灯,在步骤S3中,第二CCD(4)从LED标定灯的正上方多次拍摄该LED标定灯,根据像素亮点的排列、明亮以及颜色信息转换为数字信息,再将数字信息进行矩阵变换,即可确定相机坐标系和大地坐标系之间的关系。

4.如权利要求3所述的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置的导热棉贴附方法,其特征在于,通过计算第二CCD(4)的内外矩阵参数,可以确定步骤S3中相机坐标系与大地坐标系对相应关系为:

$P_I = CP_g + T$,

其中,P_g是大地坐标系中的点,P_I是图像坐标系中的点,C是旋转矩阵,旋转矩阵C可通过下式表达:

$$C(a,b,c)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos a & -\sin a\\ 0 & \sin a & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos b & 0 & \sin b\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin b & 0 & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos c & -\cos c & 0\\ \sin c & \cos c & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix};$$

$T=(t_x,t_y,t_z)$是平移向量,t_x表示在X轴的平移距离,t_y表示在Y轴的平移距离,t_z表示在Z轴的平移距离;

a,b,c为三个角度,分别是绕相机坐标系X轴旋转的角度a,绕相机坐标系Y轴旋转的角度b,绕相机坐标系Z轴旋转的角度c;

R是旋转矩阵,T是平移向量,从大地坐标系变换到相机坐标系属于刚体变换,只有平移和旋转,故P点从大地坐标系到相机坐标系转换关系如下:

$$\begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\end{bmatrix}=C\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\end{bmatrix}+T \Longrightarrow \begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}R & T\\ 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\\ 1\end{bmatrix}。$$

5.如权利要求2所述的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置的导热棉贴附方法,其特征在于,采用投影法实现步骤S4中对机械手(5)的手眼标定,利用相机的内参数和深度值将相机坐标系内三维坐标转换为平面坐标,转换公式为:

$$h\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0 & 0\\ 0 & T_y & Y_0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\\ 1\end{bmatrix},$$

式中h代表目标点的深度值,x,y表示目标点在图像坐标系中的坐标,X_c,Y_c,Z_c代表目标点在相机坐标系中三维坐标,T_x,T_y表示焦距,用于描述像素单位和三维坐标单位之间的比例关系,X_0,Y_0用于计算图像原点和坐标系原点之间距离的投影位置。

6.如权利要求5所述的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置的导热棉贴附方法,其特征在于,步骤S4中图像坐标系与像素坐标系之间的转换关系为:

$$\begin{cases}u=\frac{x}{d_x}+u_0\\ v=\frac{y}{d_y}+v_0\end{cases},$$

其中,图像坐标系的单位是mm,而像素坐标系的单位为pixel,式中d_x,d_y分别表示每一行、每一列的尺寸,有$1pixel=1d_xmm$,上式通过矩阵表示为:

$$\begin{bmatrix}u\\ v\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{1}{d_x} & 0 & u_0\\ 0 & \frac{1}{d_y} & v_0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix},$$

通过上述的坐标系之间的变换得出大地坐标系到像素坐标系的变换关系为:

$$h\begin{bmatrix}x\\y\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{1}{d_x}&0&u_0\\0&\frac{1}{d_y}&v_0\\0&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}T_x&0&X_0&0\\0&T_y&Y_0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}R&T\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\Y_I\\Z_I\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}f_x&0&u_0&0\\0&f_y&v_0&0\\0&0&1&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}R&T\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\Y_I\\Z_I\\1\end{bmatrix}。$$

一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置及其贴附方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人视觉引导装配技术领域，特别涉及一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置及其贴附方法。

背景技术

[0002] 随着时代的迭代速度不算加快，全球化的影响在当今世界不可避免的，而电子产品也正是全球化冲击浪潮中的重要成员之一，当今半导体产业已经开始转移，汽车已逐渐趋向电子化。从2000年-2019年中国汽车行业已经从成长期到成熟期，我国汽车产量从207万辆增长到3338万辆，年均增长率可达18％。从2000年-2018年，我国汽车总产值已从1986亿元增长到28427亿元，年均增长率为19％。由此可见，我国人民生活水平提高，对汽车的刚需也在不断挺高。

[0003] 导热棉也可称为玻璃棉，玻璃棉属于玻璃纤维中的一个类别，是一种人造无机纤维。玻璃棉是将熔融玻璃纤维化，形成棉状的材料，化学成分属玻璃类，是一种无机质纤维，具有成型好、体积密度小、热导率低、保温绝热、吸音性能好、耐腐蚀、化学性能稳定。玻璃棉在汽车电子行业的应用主要是：散热、吸热、防共振等，玻璃棉由于其内部结构的纤维化可吸收大量热量以及噪声，在如今迅速发展的电子行业已经得到大量地使用。

[0004] 在非标自动化装配等领域中，采用不同结构形式的贴附装置来将导热棉贴附到目标工件上是众所周知的。在研究和实现导热棉贴附的过程中，发明人发现现有技术中的贴附装置至少存在如下问题：由于现有的贴附装置自动化程度低、定位精度差，导致最终低导致贴附质量差、贴附效率低下。

[0005] 有鉴于此，实有必要开发一种基于视觉引导的导热棉自动贴附装置及其贴附方法，用以解决上述问题。

发明内容

[0006] 为了克服上述导热棉贴附装置所存在的问题，本发明所要解决的技术问题是提供一种能够提高贴附质量及贴附效率的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置。

[0007] 就导热棉自动贴附装置而言，本发明为解决上述技术问题的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置包括机架与控制器，所述机架上形成有工件装载区域与导热棉供给区域，所述工件装载区域与导热棉供给区域处分别装载有待贴附的工件与导热棉供给机构，所述机架上设有位于所述导热棉供给机构旁侧的机械手，所述工件装载区域的旁侧设有与待贴附的工件相对的第一CCD，所述机械手上安装有第二CCD及负压吸盘，所述导热棉供给机构的旁侧设有第三CCD，所述第一CCD、第二CCD、第三CCD、机械手及导热棉供给机构均与所述控制器通讯连接。该导热棉自动贴附装置自动化程度高，定位精度高，最终提高了贴附质量及贴附效率。

[0008] 与此相应，本发明另一个要解决的技术问题是提供一种能够提高贴附质量及贴附效率的导热棉贴附方法。

[0009] 就尘气分离方法而言，本发明为解决上述技术问题的基于视觉引导的导热棉贴附方法包括如下步骤：

[0010] 步骤S1，导热棉供给机构周期性地剥离出单次贴附所需的导热棉；

[0011] 步骤S2，传送带将待贴附的工件周期性的传送至工件装载区域，随后将待贴附的工件装载于工件装载区域处以进行一次定位，第一CCD对工件装载区域上装载的工件通过拍照进行二次定位，以判断工件是否装载到位；

[0012] 步骤S3，对机械手上的第二CCD进行大地坐标系和相机坐标系的标定，确定图像坐标系和世界坐标系的转换关系；

[0013] 步骤S4，对机械手进行手眼标定，确定机械手坐标系和图像坐标系的转换关系，即可计算出机械手坐标系和世界坐标系的转换矩阵；

[0014] 步骤S5，机械手带动第二CCD运动至导热棉供给机构上剥离出的导热棉的正上方，第二CCD开始对导热棉进行拍照识别定位；

[0015] 步骤S6，机械手上的负压吸盘从导热棉的顶部吸取导热棉后将导热棉移动至第三CCD的正上方，使得第三CCD能从导热棉的底部对导热棉的粘贴面进行缺陷检测，若检测后判断为不合格，则机械手将该导热棉丢弃至废料箱，若检测后判断为合格，机械手将导热棉转移至工件装载区域以将导热棉贴附至工件的指定位置处。

[0016] 可选的，导热棉供给机构中设有LED标定灯，在步骤S3中，第二CCD从LED标定灯的正上方多次拍摄该LED标定灯，根据像素亮点的排列、明亮以及颜色信息转换为数字信息，再将数字信息进行矩阵变换，即可确定相机坐标系和大地坐标系之间的关系。

[0017] 可选的，通过计算第二CCD的内外矩阵参数，可以确定步骤S3中相机坐标系与大地坐标系对相应关系为：

[0018] $P_I = CP_g + T$，

[0019] 其中，P_g是大地坐标系中的点，P_I是图像坐标系中的点，C是旋转矩阵，旋转矩阵C可通过下式表达：

[0020] $$C(a,b,c)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos a & -\sin a\\ 0 & \sin a & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos b & 0 & \sin b\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin b & 0 & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos c & -\cos c & 0\\ \sin c & \cos c & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix};$$

[0021] $T=(t_x,t_y,t_z)$是平移向量，t_x表示在X轴的平移距离，t_y表示在Y轴的平移距离，t_z表示在Z轴的平移距离；

[0022] a，b，c为三个角度，分别是绕相机坐标系X轴旋转的角度a，绕相机坐标系Y轴旋转的角度b，绕相机坐标系Z轴旋转的角度c；

[0023] R是旋转矩阵，T是平移向量，从大地坐标系变换到相机坐标系属于刚体变换，只有平移和旋转，故P点从大地坐标系到相机坐标系转换关系如下：

[0024] $$\begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\end{bmatrix}=C\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\end{bmatrix}+T \Longrightarrow \begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}R & T\\ 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\\ 1\end{bmatrix}。$$

[0025] 可选的，采用投影法实现步骤S4中对机械手的手眼标定，利用相机的内参数和深度值将相机坐标系内三维坐标转换为平面坐标，转换公式为：

[0026] $$h\begin{bmatrix}x\\y\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0 & 0\\0 & T_y & Y_0 & 0\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\Y_I\\Z_I\\1\end{bmatrix},$$

[0027] 式中h代表目标点的深度值，x,y表示目标点在图像坐标系中的坐标，X_c，Y_c，Z_c代表目标点在相机坐标系中三维坐标，T_x，T_y表示焦距，用于描述像素单位和三维坐标单位之间的比例关系，X_0，Y_0用于计算图像原点和坐标系原点之间距离的投影位置。

[0028] 可选的，步骤S4中图像坐标系与像素坐标系之间的转换关系为：

[0029] $$\begin{cases}u=\frac{x}{d_x}+u_0\\v=\frac{y}{d_y}+v_0\end{cases},$$

[0030] 其中，图像坐标系的单位是mm，而像素坐标系的单位为pixel，式中d_x，d_y分别表示每一行、每一列的尺寸，有1pixel＝1$d_x$mm，上式通过矩阵表示为：

[0031] $$\begin{bmatrix}u\\v\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{1}{d_x} & 0 & u_0\\0 & \frac{1}{d_y} & v_0\\0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x\\y\\1\end{bmatrix},$$

[0032] 通过上述的集中坐标系之间的变换得出大地坐标系到像素坐标系的变换关系为：

[0033] $$h\begin{bmatrix}x\\y\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{1}{d_x} & 0 & u_0\\0 & \frac{1}{d_y} & v_0\\0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0 & 0\\0 & T_y & Y_0 & 0\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}R & T\\0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\Y_I\\Z_I\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}f_x & 0 & u_0 & 0\\0 & f_y & v_0 & 0\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}R & T\\0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\Y_I\\Z_I\\1\end{bmatrix}。$$

[0034] 上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点或有益效果：由于在工件装载区域设有第一CCD，通过视觉检测系统可以精准定位待贴附的工件；在机械手上设有第二CCD，在导热棉供给机构上设置有LED灯，第二CCD通过多次拍摄对图像处理可以将大地坐标系转换到图像坐标系；通过视觉引导负压吸盘能准确定位到导热棉上方，为将导热棉成功吸取做准备；考虑了在机械手吸取和运送导热棉运动过程中的位置变化，对此运用视觉引导进行实施监测，提高了贴装精度。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，而非对本发明的限制，其中：

[0036] 图1为根据本发明一个实施方式提出的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置的立体图；

[0037] 图2为根据本发明一个实施方式提出的基于视觉引导的导热棉贴附方法的流程示意图；

[0038] 图3为根据本发明一个实施方式提出的基于视觉引导的导热棉自动贴附装置中坐

标变换投影模型的示意图。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施方式中的附图，对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式，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，都属于本发明保护的范围。

[0040] 在附图中，为清晰起见，可对形状和尺寸进行放大，并将在所有图中使用相同的附图标记来指示相同或相似的部件。

[0041] 除非另作定义，此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“一个”、“一”或者“该”等类似词语也不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的元件或者物件及其等同，并不排除其他元件或者物件。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0042] 在下列描述中，诸如中心、厚度、高度、长度、前部、背部、后部、左边、右边、顶部、底部、上部、下部等用词是相对于各附图中所示的构造进行定义的，特别地，“高度”相当于从顶部到底部的尺寸，“宽度”相当于从左边到右边的尺寸，“深度”相当于从前到后的尺寸，它们是相对的概念，因此有可能会根据其所处不同位置、不同使用状态而进行相应地变化，所以，也不应当将这些或者其他的方位用于解释为限制性用语。

[0043] 涉及附接、联接等的术语(例如，“连接”和“附接”)是指这些结构通过中间结构彼此直接或间接固定或附接的关系、以及可动或刚性附接或关系，除非以其他方式明确地说明。

[0044] 参照图1，基于视觉引导的导热棉自动贴附装置包机架与控制器，所述机架上形成有工件装载区域1与导热棉供给区域，所述工件装载区域1与导热棉供给区域处分别装载有待贴附的工件3与导热棉供给机构6，所述机架上设有位于所述导热棉供给机构6旁侧的机械手5，所述工件装载区域1的旁侧设有与待贴附的工件3相对的第一CCD2，所述机械手5上安装有第二CCD4及负压吸盘，所述导热棉供给机构6的旁侧设有第三CCD7，所述第一CCD2、第二CCD4、第三CCD7、机械手5及导热棉供给机构6均与所述控制器通讯连接。

[0045] 进一步地，本案还提供一种利用上述基于视觉引导的导热棉自动贴附装置贴附导热棉的导热棉贴附方法，包括以下步骤：

[0046] 步骤S1，导热棉供给机构6周期性地剥离出单次贴附所需的导热棉；

[0047] 步骤S2，传送带将待贴附的工件3周期性的传送至工件装载区域1，随后将待贴附的工件3装载于工件装载区域1处以进行一次定位，第一CCD2对工件装载区域1上装载的工件3通过拍照进行二次定位，以判断工件3是否装载到位；

[0048] 步骤S3，对机械手5上的第二CCD4进行大地坐标系和相机坐标系的标定，确定图像坐标系和世界坐标系的转换关系；

[0049] 步骤S4，对机械手5进行手眼标定，确定机械手坐标系和图像坐标系的转换关系，即可计算出机械手坐标系和世界坐标系的转换矩阵；

[0050] 步骤S5，机械手5带动第二CCD4运动至导热棉供给机构6上剥离出的导热棉的正上方，第二CCD4开始对导热棉进行拍照识别定位；

[0051] 步骤S6，机械手5上的负压吸盘从导热棉的顶部吸取导热棉后将导热棉移动至第三CCD7的正上方，使得第三CCD7能从导热棉的底部对导热棉的粘贴面进行缺陷检测，若检测后判断为不合格，则机械手5将该导热棉丢弃至废料箱，若检测后判断为合格，机械手5将导热棉转移至工件装载区域1以将导热棉贴附至工件3的指定位置处。

[0052] 进一步地，导热棉供给机构6中设有LED标定灯，在步骤S3中，第二CCD4从LED标定灯的正上方多次拍摄该LED标定灯，根据像素亮点的排列、明亮以及颜色信息转换为数字信息，再将数字信息进行矩阵变换，即可确定相机坐标系和大地坐标系之间的关系。

[0053] 进一步地，通过计算第二CCD4的内外矩阵参数，可以确定步骤S3中相机坐标系与大地坐标系对相应关系为：

[0054] $P_I = CP_g + T$，

[0055] 其中，P_g是大地坐标系中的点，P_I是图像坐标系中的点，C是旋转矩阵，旋转矩阵C可通过下式表达：

[0056] $$C(a,b,c)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos a & -\sin a\\ 0 & \sin a & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos b & 0 & \sin b\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin b & 0 & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos c & -\cos c & 0\\ \sin c & \cos c & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix};$$

[0057] $T = t_x, t_y, t_z$是平移向量，t_x表示在X轴的平移距离，t_y表示在Y轴的平移距离，t_z表示在Z轴的平移距离；

[0058] a，b，c为三个角度，分别是绕相机坐标系X轴旋转的角度a，绕相机坐标系Y轴旋转的角度b，绕相机坐标系Z轴旋转的角度c；

[0059] R是旋转矩阵，T是平移向量，从大地坐标系变换到相机坐标系属于刚体变换，只有平移和旋转，故P点从大地坐标系到相机坐标系转换关系如下：

[0060] $$\begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\end{bmatrix}=C\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\end{bmatrix}+T \Longrightarrow \begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}R & T\\ 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\\ 1\end{bmatrix}。$$

[0061] 进一步地，采用投影法实现步骤S4中对机械手5的手眼标定，利用相机的内参数和深度值将相机坐标系内三维坐标转换为平面坐标，转换公式为：

[0062] $$h\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0 & 0\\ 0 & T_y & Y_0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_I\\ Y_I\\ Z_I\\ 1\end{bmatrix},$$

[0063] 式中h代表目标点的深度值，x，y表示目标点在图像坐标系中的坐标，X_c，Y_c，Z_c代表目标点在相机坐标系中三维坐标，T_x，T_y表示焦距，用于描述像素单位和三维坐标单位之间的比例关系，X_0，Y_0用于计算图像原点和坐标系原点之间距离的投影位置。

[0064] 进一步地，步骤S4中图像坐标系与像素坐标系之间的转换关系为：

[0065] $$\begin{cases} u = \frac{x}{d_x} + u_0 \\ v = \frac{y}{d_y} + v_0 \end{cases},$$

[0066] 其中，图像坐标系的单位是mm，而像素坐标系的单位为pixel，式中d_x，d_y分别表示每一行、每一列的尺寸，有1pixel＝1$d_x$mm，上式通过矩阵表示为：

[0067] $$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{d_x} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{1}{d_y} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix},$$

[0068] 通过上述的集中坐标系之间的变换得出大地坐标系到像素坐标系的变换关系为：

[0069] $$\mathrm{h}\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{d_x} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{1}{d_y} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_x & 0 & X_0 & 0 \\ 0 & T_y & Y_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_I \\ Y_I \\ Z_I \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & u_0 & 0 \\ 0 & f_y & v_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_I \\ Y_I \\ Z_I \\ 1 \end{bmatrix}。$$

[0070] 下面通过一实施例来对本发明进行进一步的解释说明。

[0071] 实施例一

[0072] 如图，本发明提供了一种基于机器视觉的导热棉自动黏附方法，包括以下步骤：

[0073] 如图1所示，1代表音响控制板放置区域，2是CCD相机1，3是音响控制板，4是CCD相机2，5是机械手，6是供料带区域，7是CCD相机3。在音响控制板放置区域设有CCD相机1，在整个系统运作之前，CCD相机1通过多次拍摄将音响控制板的位置确定，而后音响控制板等待机械手将导热棉吸取粘贴。音响控制板的准确定位是后续导热棉能完成粘贴的重要一步，故采取二级定位方式，包括四周卡爪先与定位，再用视觉检测系统进行二级定位。

[0074] 在CCD相机1和音响控制板安装好之后，在机械手头部设有CCD相机2，CCD相机2随着机械手一起运动，在运动过程中，对供料带区域多次拍摄，将采集到的图像处理后完成相机的标定。机械手吸取导热棉后送至CCD相机3上方进行检测。

[0075] 相机1与相机3是位置固定不动的，故相机的视野一定得开阔才能拍摄出清晰的图片。相机2是随着机械手运动的，完成标定后可将大地坐标系中的点转换成图像坐标系中的点从而找到导热棉位置。

[0076] 本示例中机械手是六轴，灵活性高，机械手末端执行器是阵列式弹性负压吸盘，可有效地将导热棉吸取送至粘贴区域。

[0077] 为更好的采集到图像，在音响控制板放置区域、供料带区域以及CCD相机3处都设有光源。

[0078] 相机的标定

[0079] 在机械手上端设有CCD相机2来进行大地坐标系和图像坐标系的标定。在供料带的四角处均装有红色的LED灯，相机2从上方多次拍摄供料带区域，然后根据像素亮点的排列、明亮以及颜色等信息转换为数字信息再对数字信息进行矩阵转变，即可确定图像坐标系和大地坐标系之间的关系；图像坐标系中是以光心为原点(P_0,P_0)，机械人坐标系是以机械手底座为坐标原点。

[0080] 在图像坐标系中和机械手坐标系中分别找到几个固定点的坐标，图像坐标系中点

的坐标为P_{camera}，机械手坐标中的点的坐标问P_{robot}，那么通过坐标系变换公式，可以得到：

[0081] $P_{robot}T_{camera}^{robot}=T_{camera}^{robot}P_{camera}$，其中$T_{camera}^{robot}$代表求出来的相机到机械手的转换矩阵，此转换矩阵可以同时包含平移和转动，而P_{robot}，P_{camera}是补1后的“齐次坐标”：

[0082] $[a,b,c,1]^T$

[0083] $$T_{camera}^{robot}=\begin{bmatrix}R_X & t_x\\ 0^T & 1\end{bmatrix}。$$

[0084] 从上述公式所得的T_{camera}^{robot}就是图像坐标系转换到机器人坐标系转换关系，而R_x，t_x代表图像坐标系转换到机器人坐标系的旋转矩阵，平移向量。

[0085] 通过计算第二相机的内外矩阵参数，可以确定图像坐标系与大地坐标系对相应关系为：

[0086] $P_I=CP_g+T$，

[0087] 其中P_g是大地坐标系中的点，P_I是图像坐标系中的点，其中C是旋转矩阵，T是平移向量。

[0088] $$C(a,b,c)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos a & -\sin a\\ 0 & \sin a & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos b & 0 & \sin b\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin b & 0 & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos c & -\cos c & 0\\ \sin c & \cos c & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix},$$

[0089] $T=(t_x,t_y,t_z)$是一个平移向量，t_x代表在X轴的平移距离，t_y代表在Y轴的平移距离，t_z代表在Z轴的平移距离。a,b,c三个角度分别是绕图片坐标系X轴旋转角度a，绕Y轴旋转角度b，绕Z轴旋转角度c。

[0090] 机械手的标定

[0091] 进一步地，供料带区域内的手眼标定：

[0092] 要想将相机坐标系转换为图像坐标系，需要用到投影方法，即从3D到2D。相机中的图像是三维的，要想将相机坐标系内三维坐标转换为平面坐标，是要用到相机的内参数和深度值，转换公式如下：

[0093] $$h\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0\\ 0 & T_y & Y_0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u\\ v\\ w\end{bmatrix},$$

[0094] 公式中h代表目标点的深度值；下x,y表示目标点在图像中的坐标。u、v、w代表目标点在相机坐标系中三维坐标，T_x，T_y表示焦距，用来描述像素单位和三维坐标单位之间的比例关系，X_0，Y_0是用来计算图像原点和坐标系原点之间距离的投影位置。

[0095] 在图像坐标系中和机械手坐标系中分别找到几个固定点的坐标，图像坐标系中点的坐标为P_{camera}，机械手坐标中的点的坐标问P_{robot}，那么通过坐标系变换公式，可以得到：

[0096] $P_{robot}T_{camera}^{robot}=T_{camera}^{robot}P_{camera}$，其中$T_{camera}^{robot}$代表求出来的相机到机械手的转换矩阵，此转换矩阵可以同时包含平移和转动，而P_{robot}，P_{camera}是补1后的“齐次坐标”：

[0097] $[a,b,c,1]^T$

[0098] $$T_{camera}^{robot}=\begin{bmatrix}R_X & t_x\\ 0^T & 1\end{bmatrix}。$$

[0099] 从上述公式所得的T_{camera}^{robot}就是图像坐标系转换到机器人坐标系转换关系，而R_x，t_x代表图像坐标系转换到机器人坐标系的旋转矩阵，平移向量。

[0100] 进一步地，在机械手上端设有CCD相机2来进行大地坐标系和相机坐标系的标定。在供料带的四角处均装有红色的LED灯，相机2从上方多次拍摄供料带区域，然后根据像素亮点的排列、明亮以及颜色等信息转换为数字信息再对数字信息进行矩阵转变，即可确定相机坐标系和大地坐标系之间的关系；通过计算第二相机的内外矩阵参数，可以确定相机坐标系与大地坐标系对相应关系为：

[0101] $P_c=CP_g+T$，

[0102] 其中，P_g是大地坐标系中的点，P_c是图像坐标系中的点，其中C是旋转矩阵，T是平移向量。

[0103] $$C(a,b,c)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \cos a & -\sin a\\ 0 & \sin a & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos b & 0 & \sin b\\ 0 & 1 & 0\\ -\sin b & 0 & \cos a\end{pmatrix}*\begin{pmatrix}\cos c & -\cos c & 0\\ \sin c & \cos c & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$$

[0104] $T=(t_x,t_y,t_z)$是一个平移向量，t_x代表在X轴的平移距离，t_y代表在Y轴的平移距离，t_z代表在Z轴的平移距离。C代表旋转矩阵，a,b,c三个角度分别是绕图片坐标系X轴旋转角度a，绕Y轴旋转角度b，绕Z轴旋转角度c。R是旋转矩阵，T是平移向量从大地坐标系变换到相机坐标系属于刚体变换，只有平移和旋转。

[0105] 故P点从大地坐标系到相机坐标系转换关系如下：

[0106] $$\begin{bmatrix}X_c\\ Y_c\\ Z_c\end{bmatrix}\Rightarrow\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\end{bmatrix}+T \qquad \begin{bmatrix}X_c\\ Y_c\\ Z_c\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}R & T\\ 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_g\\ Y_g\\ Z_g\\ 1\end{bmatrix}。$$

[0107] 进一步地，供料带区域内的手眼标定：

[0108] 从相机坐标系到图像坐标系，属于投影关系，即从3D到2D。这种投影模型和针孔成像类似，其特征在于，整个区域内的光都通过一个投影中心，如图3，其中XY是固定在摄影平面的坐标系，原点处于投影中心，而X_C轴与X轴平行，Y_C轴与Y轴平行，X_CY_C平面与图像平面的距离oo_c之间的距离为焦距T_x。在实际摄影中，图像平面位于投影中心后距离为焦距的位置，故摄像机与平面坐标系之间的关系为：

[0109] $x=T_x\frac{x_C}{z_C},y=T_y\frac{x_C}{z_C}$，在平面坐标系下的点p(x,y)到相机坐标系下的点p(x_c，y_c，z_c)的转换关系如下：

[0110] 相机中的图像是平面的，要想将平面坐标转换为相机坐标系内三维坐标，是要用到相机的内参数和深度值，转换公式如下：

[0111] $$\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}T_x & 0 & X_0 & 0\\ 0 & T_y & Y_0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_c\\ Y_c\\ Z_c\\ 1\end{bmatrix}$$，公式中h代表目标点的深度值；x,y表示目标点在图像中的坐标。X_c，Y_c，Z_c代表目标点在相机坐标系中三维坐标，T_x，T_y表示焦距，用来描述像素单位和三维坐标单位之间的比例关系，X_0，Y_0是用来计算图像原点和坐标系原点之间距

离的投影位置。

[0112] 图像坐标系与像素坐标系之间的转换：

[0113] 图像坐标系与像素坐标系虽然都是基于成像平面的，两个坐标系之间的差别在单位和原点所在处图像坐标系的原点是光电中心在成像平面上的点，图像坐标系的单位是mm，而像素坐标系的单位为pixel，故两者之间的转换关系为：

[0114] $$\begin{cases} m = \frac{x}{d_x} + m_0 \\ n = \frac{y}{d_y} + n_0 \end{cases},$$

[0115] 其中d_x，d_y代表每一行，每一列代表多少mm，即1pixel＝$d_x$mm，

[0116] $$\begin{bmatrix} m \\ n \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{d_x} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{1}{d_y} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0117] 通过上述的集中坐标系之间的变换，可以得出，大地坐标系到像素坐标系的变换关系：

[0118] $$\mathrm{h}\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{d_x} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{1}{d_y} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_x & 0 & X_0 & 0 \\ 0 & T_y & Y_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_I \\ Y_I \\ Z_I \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & u_0 & 0 \\ 0 & f_y & v_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_I \\ Y_I \\ Z_I \\ 1 \end{bmatrix},$$

[0119] 大地坐标系，相机坐标系，图像坐标系，像素坐标系这四个坐标系可通过上述公式进行转换。

[0120] 进一步的，通过电磁阀控制Z型气管向外喷射气流来使得导热棉平稳均匀地从供料带上剥离。具体地，通过导线将电磁阀体内线圈输入脉冲信号，脉冲阀受脉冲喷吹控制仪输出信号的控制，依靠阀的前后两个气室的压力变化，使橡胶膜片曲挠变形实现脉冲阀的开启和关闭。脉冲信号的频率为50Hz，当有脉冲信号输入时阀门打开，在短时间内有高频率且平稳的气流，气流涌入气嘴将导热棉平稳均匀地从供料带上剥离。

[0121] 进一步地，机械手用阵列式弹性负压吸盘吸取预粘贴的导热棉，同时Z型气嘴对胶带和导热棉接触位置进行喷气，方便机械手吸取导热棉离开供料胶带。

[0122] 进一步地，机械手吸取导热棉运动到CCD相机3位置上方，相机3对导热棉进行缺陷检测。由三号相机检测不合格的导热棉丢进废料箱中，合格的由机械手吸取送到音响检测板上进行粘贴。

[0123] 进一步地，本实施例公开的基于机器视觉的导热棉自动贴附装置中的机械手包括用于控制工作台运作的操作系统、用于检测的视觉检测系统；所述导热棉贴装工作台上设有音响控制板放置区域和供料系统区域，在音响控制板区域设有CCD相机1，供料系统区域设有CCD相机3，所述工业相机均与视觉检测系统相连；所述操作系统，根据上述贴附方法及视觉系统图像处理结果来控制机械手执行动作；所属的视觉检测系统包含CCD相机2，图像处理模块，图像存储模块，其中CCD相机2装在机械手上。

[0124] 这里说明的设备数量和处理规模是用来简化本发明的说明的。对本发明的应用、

修改和变化对本领域的技术人员来说是显而易见的。

[0125] 本文中所描述的不同实施方案的零部件可经组合以形成上文未具体陈述的其它实施例。零部件可不考虑在本文中所描述的结构内而不会不利地影响其操作。此外，各种单独零部件可被组合成一或多个个别零部件以执行本文中所描述的功能。

[0126] 此外，尽管本发明的实施方案已公开如上，但其并不仅限于说明书和实施方式中所列运用，它完全可以被适用于各种适合本发明的领域，对于熟悉本领域的人员而言，可容易地实现另外的修改，因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下，本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

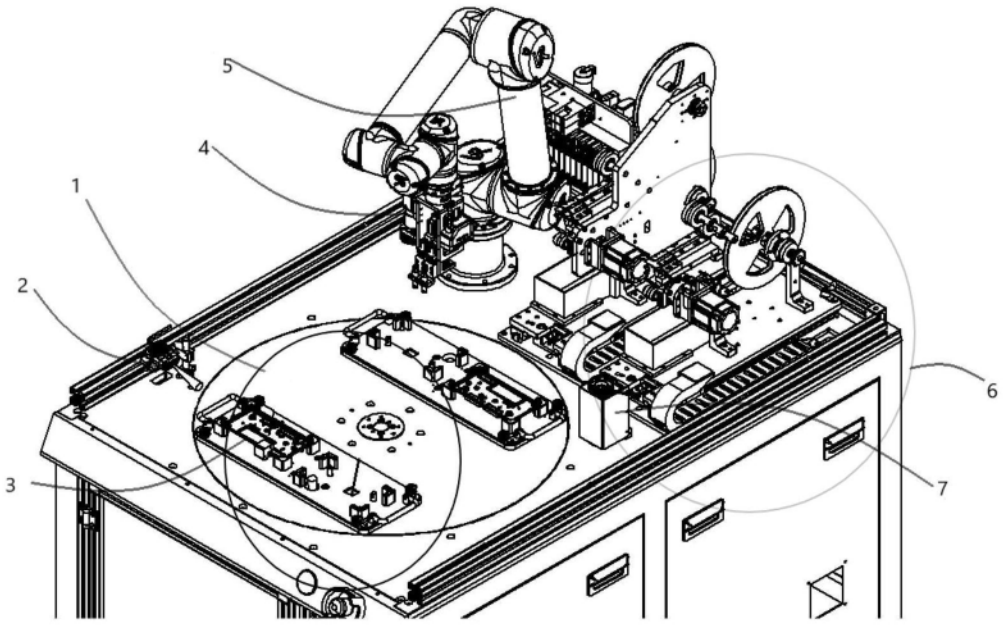


图1

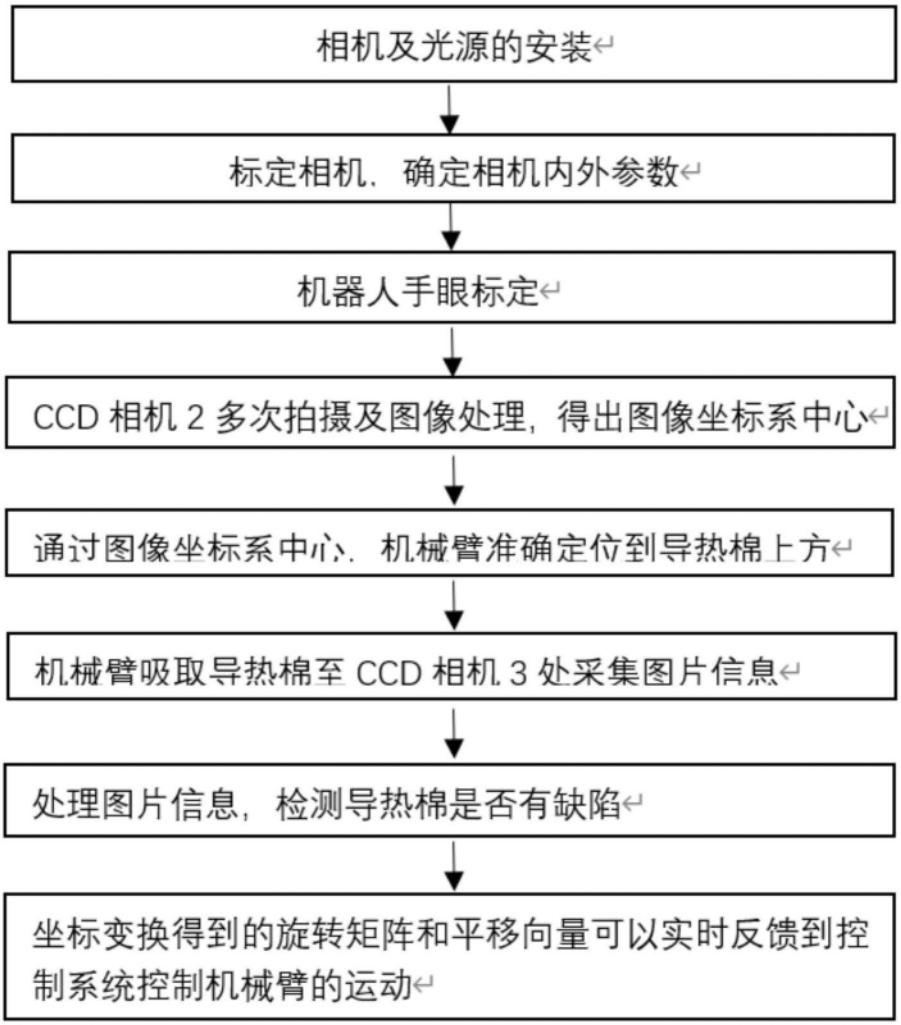

相机及光源的安装
标定相机，确定相机内外参数
机器人手眼标定
CCD 相机 2 多次拍摄及图像处理，得出图像坐标系中心
通过图像坐标系中心，机械臂准确定位到导热棉上方
机械臂吸取导热棉至 CCD 相机 3 处采集图片信息
处理图片信息，检测导热棉是否有缺陷
坐标变换得到的旋转矩阵和平移向量可以实时反馈到控制系统控制机械臂的运动

图2

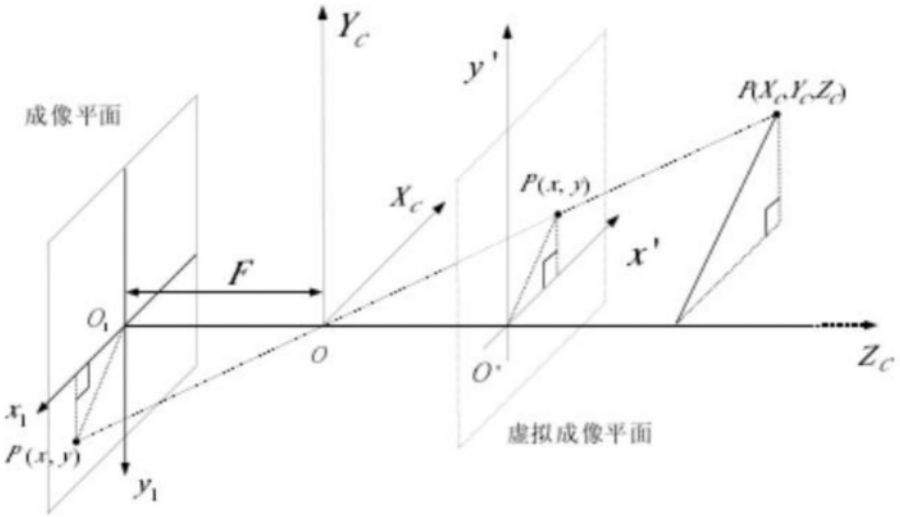

Y_C
y'
$P(X_C,Y_C,Z_C)$
成像平面
X_C
$P(x,y)$
x'
F
O_1
O
O'
Z_C
x_1
$P(x,y)$
y_1
虚拟成像平面

图3