



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112783076 A

(43)申请公布日 2021.05.11

(21)申请号 201911079819.0

(22)申请日 2019.11.07

(71)申请人 东北大学秦皇岛分校

地址 066004 河北省秦皇岛市经济技术开
发区泰山路143号

(72)发明人 侯邦旺 赵一丁 徐畅 白羽
刘飞翔

(74)专利代理机构 中国商标专利事务所有限公
司 11234

代理人 姜司晨

(51)Int.Cl.

G05B 19/05(2006.01)

B25J 9/12(2006.01)

B25J 9/16(2006.01)

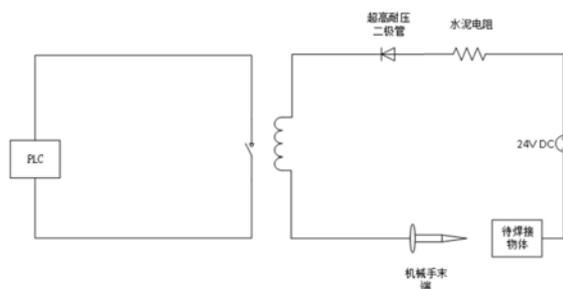
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

基于高精度位移传感器的引导机械手定位
的方法及系统

(57)摘要

本发明提供基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统,涉及非定点焊接定位技术领域。该基于高精度位移传感器的引导机械手定位的系统,所述系统包括六自由度机械手、高精度激光传感器、工业摄像机、环形光源、标定板、检测电阻电路系统、上位机、焊钉排队机构、PLC以及电焊机,所述上位机与PLC采用UDP的方式进行通讯,所述上位机与六自由度机械手采用TCP的方式通讯,所述工业相机安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外。通过将工业相机安装在机械手末端,机械手移动时工业相机可以实时的获取到机械手附近的图像,待焊接物体即使发生了位置上的移动,相机也能捕获到待焊接物体的完整图像。



1. 基于高精度位移传感器的引导机械手定位的系统,包括六自由度机械手、高精度激光传感器、工业摄像机、环形光源、标定板、检测电阻电路系统、上位机、焊钉排队机构、PLC以及电焊机,其特征在于:所述上位机与PLC采用UDP的方式进行通讯,所述上位机与六自由度机械手采用TCP的方式通讯,所述工业相机安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,所述工业相机与上位机之间的信号采用以太网传输,所述环形光源安装在工业相机的镜头外侧,所述环形光源的开关与PLC自带的数字量输出端相连,所述电焊机的焊枪安装在机械手法兰盘的中心,且方向与法兰盘垂直向外,所述高精度激光传感器安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,所述高精度激光传感器与PLC自带的数字量输入端相连。

2. 基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 设定高精度位移传感器的检测距离,距离以相机能够拍摄到待焊接物体的全貌且物体图像在整幅图的正中为最佳;

(2) 制作特定的标定板,并将其安装在待焊接物体被放置的大致位置处;

(3) 标定机械手的世界坐标系,该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平行,世界坐标系的Z方向为垂直指向标定板的方向;

(4) 机械手移动至距离标定板正好为传感器输出高电平的位置处进行拍照,并记录标定板坐标系原点在世界坐标系下的坐标值;

(5) 根据本发明提供的定距离定缩放方法求解特定的比例系数K;

(6) 当上位机收到焊接的命令后,上位机启动相机准备拍照,上位机发送准备焊接命令给PLC,PLC启动焊钉排队机构将焊钉送至指定的位置,开启焊机进入充能模式,开启环形光源为相机提供补光,同时,上位机启动相机准备拍照并发送启动命令给机械手控制器;

(7) 机械手控制器收到该命令后开始向待焊接物体处移动,当移动至距离传感器设定的距离值后,PLC读取到高电平,并将该状态上传至上位机,上位机控制相机进行拍照,同时上位机发送指令给机械手控制器,机械手收到指令后,开始向焊钉排队机构处移动取钉;

(8) 与此同时,上位机对拍摄的待焊接物体进行处理,获取焊接的像素坐标,并利用本发明提供的定距离定缩放方法进行求解世界坐标,求解完成后将该世界坐标发送给机械手控制器;

(9) 机械手取完焊钉后向上位机计算得到的世界坐标移动,移动到该点后,机械手转为向前探测模式,根据本发明提供的检测电阻的方法进行检测焊钉是否触碰到待焊接物体;

(10) 当焊钉触碰到待焊接物体时,上位机向PLC发送指令,PLC启动焊机进行焊接,焊接结束后,机械手回到初始设定的位置,完成本次焊接。

3. 根据权利要求2所述的基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法,其特征在于:所述定距离定缩放方法包括以下步骤:

1) 提前准备一块标定板,在标定板上画出一个二维坐标系,标出X、Y方向和原点,并且在标定板上画出若干点,至少为二十个点,分别定义为P1-P20,;

2) 使用高精度测量工具测量出标定板定义的二十个点两两之间的物理距离并记录;

3) 将标定板固定在后期待焊接物体的摆放的大致位置即可,标定板保持与待焊接面平行,带有坐标系的一侧面向机械手;

4) 人工示教机械手的世界坐标系,使该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平

行,世界坐标系的Z方向垂直指向标定板;

5) 人工示教机械手向标定板移动,直到机械手移动至高精度位移传感器传出高电平为止,在此位置打开相机,对标定板进行拍照;

6) 将机械手末端移动至标定板坐标系的原点处,记录标定板原点在机械手世界坐标系下的坐标 (m,n) ,

7) 利用单目相机标定的方法计算出相机的畸变参数,包括内参与外参,利用求得的畸变参数矩阵对相机拍摄的标定板的图像进行矫正,获得一副矫正好的图像;

8) 分别记录矫正好的图像中20个点的像素坐标,并计算出20个点两两之间的像素距离,同时记录坐标系原点在图像中的像素坐标 (p,q) ;

9) 分别对上述步骤2与8中求得对应距离做除法运算得到缩放的比例系数群,采用统计学中的格拉布斯方法剔除数据群中的异常数据,然后计算比例系数群的平均数K;

10) 对待焊接物体的图像进行处理得到的待焊接位置的像素坐标 (k,l) 进行如下处理,得到实际待焊接的位置在世界坐标系下的世界坐标的 (x,y) , $x=K(p-k)+n$; $y=K(q-l)+n$;

将z设为一个安全位置的常量值,即得到了一个初步的世界坐标 (x,y,z) 。

4. 根据权利要求2所述的基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法,其特征在于:所述检测电阻的方法为:将一侧电路接在PLC自带的数字量输入的接口中,当该侧电路接通后,指定的PLC输入接口产生高电平,该侧电路未接通时,该接口为低电平;当焊钉移动至待焊接物体后,另一侧电路被接通,继电器吸合,使之前的一侧电路接通,产生高电平,PLC捕获高电平后将该信号上传至上位机,上位机做出停止机械手移动和焊接的指令输出。

基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及非定点焊接定位技术领域,具体为基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统。

背景技术

[0002] 在实际的工业生产线中,焊接工作是不可或缺的一个环节,但是由于焊接环境的复杂性,不能保证每次待焊接物体放置的位置都百分之百固定,待焊接物体的摆放位置只能大致固定,不能保证每次都完全相同,会有左右或者前后不定长的唯一,因此按照固定的轨迹去焊接的模式无法满足复杂的工业焊接需求,因此目前焊接工作主要还是由人工来完成,但是焊接现场往往充满危险性,对工人的人身安全是一个很严重的隐患,而且随着产量的加大,人工焊接的效率往往不能满足巨大的焊接需求。目前已经存在了使用机械手完成焊接工作的方案,一种是采用固定轨迹的定点焊接模式,但是该方法对环境要求过于严格,在实际生产中很难实现,另一种是使用手眼标定来完成最终的焊接定位,手眼标定的实质为通过复杂的矩阵计算各个坐标系之间的转换关系,计算过程比较冗长,实现起来有一定的难度,而且这种系统需要用到3D相机,会大大提高定位的成本。

[0003] 为此,本发明提供了一种实现起来简单同时又能保证焊接精准度的方法与系统,大大提高了焊接的成功率。

发明内容

[0004] (一)解决的技术问题

[0005] 针对现有技术的不足,本发明提供了基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统,解决了现有技术中存在的问题。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:基于高精度位移传感器的引导机械手定位的系统,所述系统包括六自由度机械手、高精度激光传感器、工业摄像机、环形光源、标定板、检测电阻电路系统、上位机、焊钉排队机构、PLC以及电焊机,所述上位机与PLC采用UDP的方式进行通讯,所述上位机与六自由度机械手采用TCP的方式通讯,所述工业相机安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,所述工业相机与上位机之间的信号采用以太网传输,所述环形光源安装在工业相机的镜头外侧,所述环形光源的开关与PLC自带的数字量输出端相连,所述电焊机的焊枪安装在机械手法兰盘的中心,且方向与法兰盘垂直向外,所述高精度激光传感器安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,所述高精度激光传感器与PLC自带的数字量输入端相连。

[0008] 基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 设定高精度位移传感器的检测距离,距离以相机能够拍摄到待焊接物体的全貌且物体图像在整幅图的正中为最佳;

- [0010] (2) 制作特定的标定板,并将其安装在待焊接物体被放置的大致位置处;
- [0011] (3) 标定机械手的世界坐标系,该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平行,世界坐标系的Z方向为垂直指向标定板的方向;
- [0012] (4) 机械手移动至距离标定板正好为传感器输出高电平的位置处进行拍照,并记录标定板坐标系原点在世界坐标系下的坐标值;
- [0013] (5) 根据本发明提供的定距离定缩放方法求解特定的比例系数K;
- [0014] (6) 当上位机收到焊接的命令后,上位机启动相机准备拍照,上位机发送准备焊接命令给PLC,PLC启动焊钉排队机构将焊钉送至指定的位置,开启焊机进入充能模式,开启环形光源为相机提供补光,同时,上位机启动相机准备拍照并发送启动命令给机械手控制器;
- [0015] (7) 机械手控制器收到该命令后开始向待焊接物体处移动,当移动至距离传感器设定的距离值后,PLC读取到高电平,并将该状态上传至上位机,上位机控制相机进行拍照,同时上位机发送指令给机械手控制器,机械手收到指令后,开始向焊钉排队机构处移动取钉;
- [0016] (8) 与此同时,上位机对拍摄的待焊接物体进行处理,获取焊接的像素坐标,并利用本发明提供的定距离定缩放方法进行求解世界坐标,求解完成后将该世界坐标发送给机械手控制器;
- [0017] (9) 机械手取完焊钉后向上位机计算得到的世界坐标移动,移动到该点后,机械手转为向前探测模式,根据本发明提供的检测电阻的方法进行检测焊钉是否触碰到待焊接物体;
- [0018] (10) 当焊钉触碰到待焊接物体时,上位机向PLC发送指令,PLC启动焊机进行焊接,焊接结束后,机械手回到初始设定的位置,完成本次焊接。
- [0019] 优选的,所述定距离定缩放方法包括以下步骤:
- [0020] 1) 提前准备一块标定板,在标定板上画出一个二维坐标系,标出X、Y方向和原点,并且在标定板上画出若干点,至少为二十个点(提高定位的准确性),分别定义为P1-P20,;
- [0021] 2) 使用高精度测量工具测量出标定板定义的二十个点两两之间的物理距离并记录;
- [0022] 3) 将标定板固定在后期待焊接物体的摆放的大致位置即可,标定板保持与待焊接面平行,带有坐标系的一侧面向机械手;
- [0023] 4) 人工示教机械手的世界坐标系,使该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平行,世界坐标系的Z方向垂直指向标定板;
- [0024] 5) 人工示教机械手向标定板移动,直到机械手移动至高精度位移传感器传出高电平为止,在此位置打开相机,对标定板进行拍照;
- [0025] 6) 将机械手末端移动至标定板坐标系的原点处,记录标定板原点在机械手世界坐标系下的坐标(m,n),
- [0026] 7) 利用单目相机标定的方法计算出相机的畸变参数,包括内参与外参,利用求得的畸变参数矩阵对相机拍摄的标定板的图像进行矫正,获得一副矫正好的图像;
- [0027] 8) 分别记录矫正好的图像中20个点的像素坐标,并计算出20个点两两之间的像素距离,同时记录坐标系原点在图像中的像素坐标(p,q);
- [0028] 9) 分别对上述步骤2与8中求得对应距离做除法运算得到缩放的比例系数群,采用

统计学中的格拉布斯方法剔除数据群中的异常数据,然后计算比例系数群的平均数K;

[0029] 10)对待焊接物体的图像进行处理得到的待焊接位置的像素坐标(k, l)进行如下处理,得到实际待焊接的位置在世界坐标系下的世界坐标的(x, y), $x=K(p-k)+n$; $y=K(q-l)+n$;

[0030] 将z设为一个安全位置的常量值(安全位置是指待测物体绝不对会放置的位置),即得到了一个初步的世界坐标(x, y, z)。

[0031] 优选的,所述检测电阻的方法为:将一侧电路接在PLC自带的数字量输入的接口中,当该侧电路接通后,指定的PLC输入接口产生高电平,该侧电路未接通时,该接口为低电平;当焊钉移动至待焊接物体后,另一侧电路被接通,继电器吸合,使之前的一侧电路接通,产生高电平,PLC捕获高电平后将该信号上传至上位机,上位机做出停止机械手移动和焊接的指令输出。

[0032] (三)有益效果

[0033] 本发明提供了基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统。

[0034] 具备以下有益效果:

[0035] 1、该基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统,通过将工业相机安装在机械手末端,机械手移动时工业相机可以实时的获取到机械手附近的图像,待焊接物体即使发生了位置上的移动,相机也能捕获到完整的待焊接物体的完整图像。

[0036] 2、该基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统,通过提供的定距离定缩放方法,只需要求出固定的缩放比例、标定板原点的世界坐标以及像素坐标就能够计算出待焊接位置点的世界坐标横纵坐标值,使用成本较低。

[0037] 3、该基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法及系统,通过利用继电器的通断来控制PLC对于焊钉是否到位进行检测,电路中设计的水泥电阻能够很好的分压并解决电阻发热的问题,电路中通过采用超高耐压的二极管,防止在焊接过程中电流过大,对整个控制系统造成破坏。

附图说明

[0038] 图1为本发明检测电阻电路设计原理图;

[0039] 图2为本发明定距离定缩放标定板示意图。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0041] 实施例:

[0042] 如图1-2所示,本发明实施例提供基于高精度位移传感器的引导机械手定位的系统,该系统包括六自由度机械手、高精度激光传感器、工业摄像机、环形光源、标定板、检测电阻电路系统、上位机、焊钉排队机构、PLC以及电焊机,上位机与PLC采用UDP的方式进行通讯,上位机与六自由度机械手采用TCP的方式通讯,工业相机安装在六自由度机械手的末

端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,工业相机与上位机之间的信号采用以太网传输,环形光源安装在工业相机的镜头外侧,环形光源的开关与PLC自带的数字量输出端相连,电焊机的焊枪安装在机械手法兰盘的中心,且方向与法兰盘垂直向外,高精度激光传感器安装在六自由度机械手的末端,且方向与机械手法兰盘保持垂直向外,高精度激光传感器与PLC自带的数字量输入端相连。

[0043] 通过将工业相机安装在机械手末端,机械手移动时工业相机可以实时的获取到机械手附近的图像,待焊接物体即使发生了位置上的移动,相机也能捕获到完整的待焊接物体的完整图像。

[0044] 基于高精度位移传感器的引导机械手定位的方法,包括以下步骤:

[0045] (1) 设定高精度位移传感器的检测距离,距离以相机能够拍摄到待焊接物体的全貌且物体图像在整幅图的正中为最佳;

[0046] (2) 制作特定的标定板,并将其安装在待焊接物体被放置的大致位置处;

[0047] (3) 标定机械手的世界坐标系,该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平行,世界坐标系的Z方向为垂直指向标定板的方向;

[0048] (4) 机械手移动至距离标定板正好为传感器输出高电平的位置处进行拍照,并记录标定板坐标系原点在世界坐标系下的坐标值;

[0049] (5) 根据本发明提供的定距离定缩放方法求解特定的比例系数K;

[0050] (6) 当上位机收到焊接的命令后,上位机启动相机准备拍照,上位机发送准备焊接命令给PLC,PLC启动焊钉排队机构将焊钉送至指定的位置,开启焊机进入充能模式,开启环形光源为相机提供补光,同时,上位机启动相机准备拍照并发送启动命令给机械手控制器;

[0051] (7) 机械手控制器收到该命令后开始向待焊接物体处移动,当移动至距离传感器设定的距离值后,PLC读取到高电平,并将该状态上传至上位机,上位机控制相机进行拍照,同时上位机发送指令给机械手控制器,机械手收到指令后,开始向焊钉排队机构处移动取钉;

[0052] (8) 与此同时,上位机对拍摄的待焊接物体进行处理,获取焊接的像素坐标,并利用本发明提供的定距离定缩放方法进行求解世界坐标,求解完成后将该世界坐标发送给机械手控制器;

[0053] (9) 机械手取完焊钉后向上位机计算得到的世界坐标移动,移动到该点后,机械手转为向前探测模式,根据本发明提供的检测电阻的方法进行检测焊钉是否触碰到待焊接物体;

[0054] (10) 当焊钉触碰到待焊接物体时,上位机向PLC发送指令,PLC启动焊机进行焊接,焊接结束后,机械手回到初始设定的位置,完成本次焊接。

[0055] 定距离定缩放方法包括以下步骤:

[0056] 1) 提前准备一块标定板,在标定板上画出一个二维坐标系,标出X、Y方向和原点,并且在标定板上画出若干点,至少为二十个点(提高定位的准确性),分别定义为P1-P20,;

[0057] 2) 使用高精度测量工具测量出标定板定义的二十个点两两之间的物理距离并记录;

[0058] 3) 将标定板固定在后期待焊接物体的摆放的大致位置即可,标定板保持与待焊接面平行,带有坐标系的一侧面向机械手;

[0059] 4) 人工示教机械手的世界坐标系,使该世界坐标系的X、Y方向与标定板画的X、Y方向平行,世界坐标系的Z方向垂直指向标定板;

[0060] 5) 人工示教机械手向标定板移动,直到机械手移动至高精度位移传感器传出高电平为止,在此位置打开相机,对标定板进行拍照;

[0061] 6) 将机械手末端移动至标定板坐标系的原点处,记录标定板原点在机械手世界坐标系下的坐标(m,n),

[0062] 7) 利用单目相机标定的方法计算出相机的畸变参数,包括内参与外参,利用求得的畸变参数矩阵对相机拍摄的标定板的图像进行矫正,获得一副矫正好的图像;

[0063] 8) 分别记录矫正好的图像中20个点的像素坐标,并计算出20个点两两之间的像素距离,同时记录坐标系原点在图像中的像素坐标(p,q);

[0064] 9) 分别对上述步骤2与8中求得对应距离做除法运算得到缩放的比例系数群,采用统计学中的格拉布斯方法剔除数据群中的异常数据,然后计算比例系数群的平均数K;

[0065] 10) 对待焊接物体的图像进行处理得到的待焊接位置的像素坐标(k,l)进行如下处理,得到实际待焊接的位置在世界坐标系下的世界坐标的(x,y), $x=K(p-k)+n$; $y=K(q-l)+n$;

[0066] 将z设为一个安全位置的常量值(安全位置是指待测物体绝不对会放置的位置),即得到了一个初步的世界坐标(x,y,z)。

[0067] 通过本发明提供的定距离定缩放方法,只要求出固定的缩放比例、标定板原点的坐标以及像素坐标就能够计算出待焊接位置点的坐标横纵坐标值,使用成本较低。

[0068] 检测电阻的方法为:将一侧电路接在PLC自带的数字量输入的接口中,当该侧电路接通后,指定的PLC输入接口产生高电平,该侧电路未接通时,该接口为低电平;当焊钉移动至待焊接物体后,另一侧电路被接通,继电器吸合,使之前的一侧电路接通,产生高电平,PLC捕获高电平后将该信号上传至上位机,上位机做出停止机械手移动和焊接的指令输出,同时该电路中设有超高耐压的二极管。

[0069] 通过利用继电器的通断来控制PLC对于焊钉是否到位进行检测,电路中设计的水泥电阻能够很好的分压并解决电阻发热的问题,电路中通过采用超高耐压的二极管,防止在焊接过程中电流过大,对整个控制系统造成破坏。

[0070] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

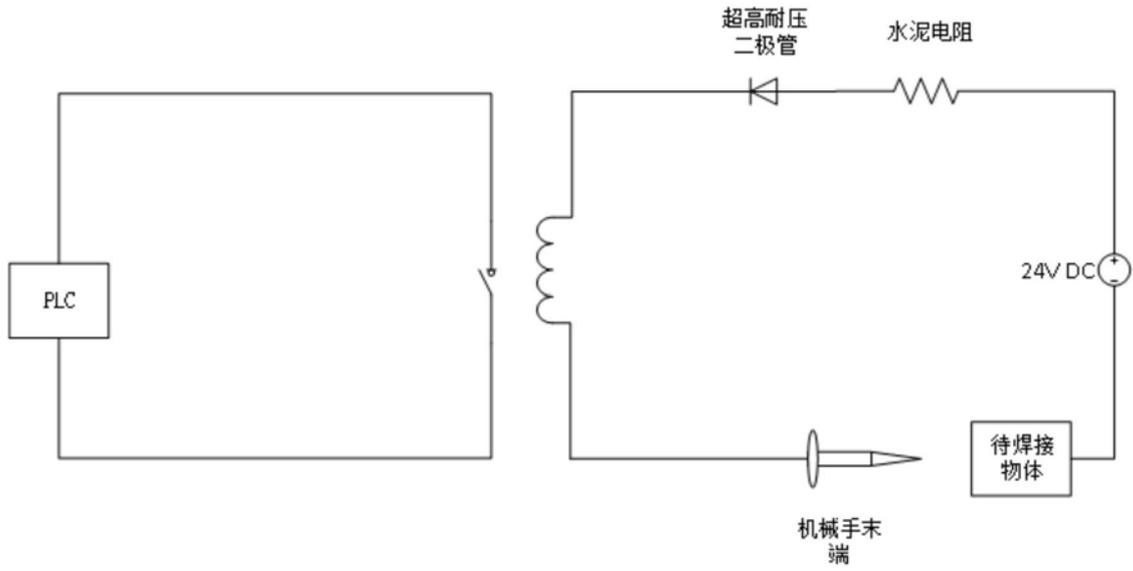


图1

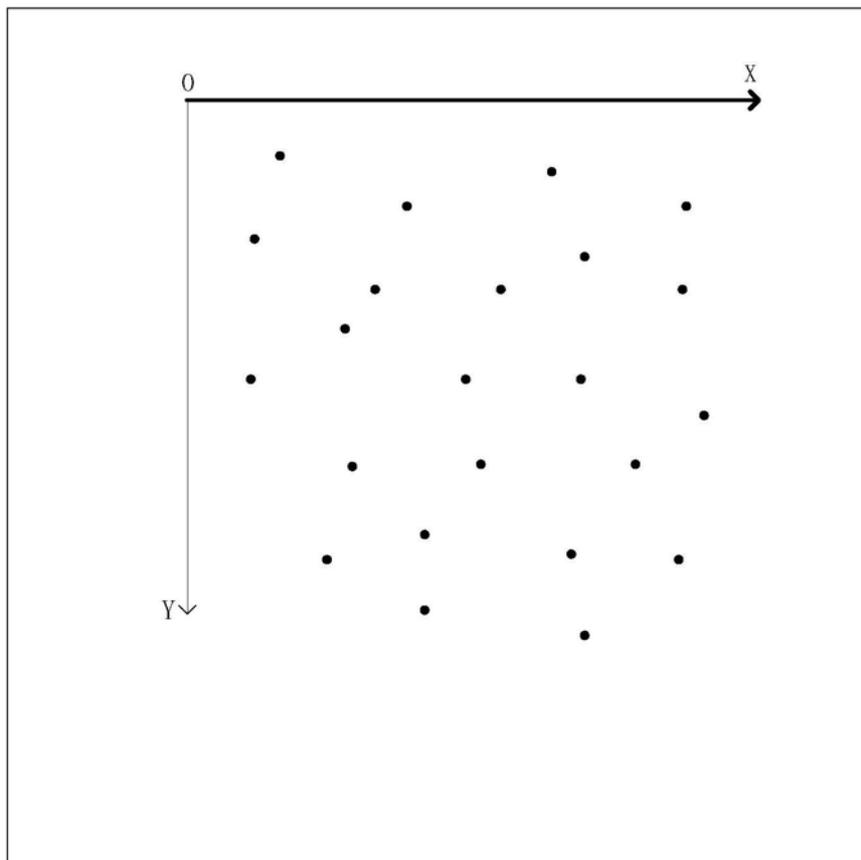


图2