



(21)申请号 201711418271.9

(22)申请日 2017.12.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108181054 A

(43)申请公布日 2018.06.19

(73)专利权人 安徽工程大学

地址 241000 安徽省芜湖市鸠江区北京中路8号

(72)发明人 阚宏林 肖亚平 双丰 阚羽  
崔康

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 马荣

(51)Int.Cl.

G01M 3/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 103698094 A,2014.04.02,说明书第[0015]-[0020]段.

CN 105928668 A,2016.09.07,说明书第[0016]段.

CN 203148639 U,2013.08.21,说明书第[0013]-[0014]段.

CN 205257384 U,2016.05.25,说明书第[0010]段.

CN 204294993 U,2015.04.29,全文.

CN 204556176 U,2015.08.12,全文.

CN 105466786 A,2016.04.06,全文.

CN 1312464 A,2001.09.12,全文.

JP 2017111077 A,2017.06.22,全文.

审查员 朱亚雄

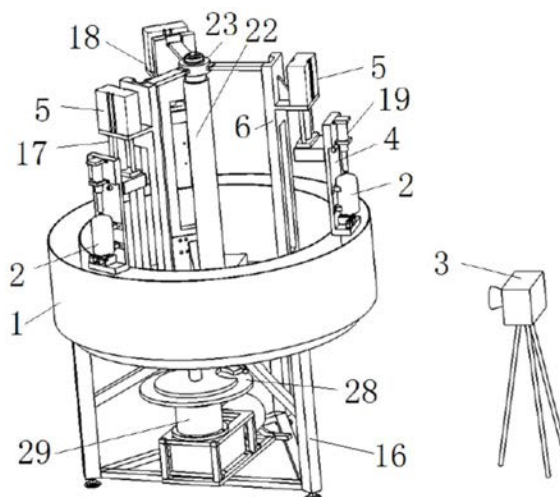
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

罐体密封性检测装置

(57)摘要

本发明公开了一种罐体密封性检测装置,包括检测机构、下料分拣机构,所述的检测机构包括水箱、旋转机构、可升降罐体固定机构,所述的罐体固定机构与旋转机构连接;在罐体固定机构降下状态,罐体置于所述的水箱内的液体中;在罐体固定机构升起状态,罐体离开水箱内的液面。本发明具有以下优点:1、对储气罐的气密性进行自动检测;2、不仅能及时检测储气罐是否漏气,还能够检测储气罐具体漏气的位置(储气罐直头端漏气、弯头端漏气或两端均漏气),并运向不同的存储箱进行分类。



1. 一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 包括检测机构、下料分拣机构, 所述的检测机构包括水箱、旋转机构、可升降罐体固定机构, 所述的罐体固定机构与旋转机构连接;

在罐体固定机构降下状态, 罐体置于所述的水箱内的液体中;

在罐体固定机构升起状态, 罐体离开水箱内的液面;

所述的罐体固定机构为多个, 每个罐体固定机构设置在对应的工位上, 所述的罐体密封性检测装置还包括图像采集机构, 所述的图像采集机构采集其中一个工位的图像信号;

所述的罐体固定机构包括定位基板、固定在定位基板上的罐体, 定位基板与升降气缸的活塞杆连接, 升降气缸与支撑板连接;

所述的下料分拣机构包括支架体、可伸缩的开合手抓、托盘, 所述的托盘通过连接臂与托盘旋转轴连接, 所述的托盘的托部为开闭机构, 所述的开合手抓在缩回状态下, 置于托盘的上方;

在所述的开合手抓伸出状态下, 开合手抓抓取下料工位上罐体固定机构的罐体;

所述的托盘侧壁上设有条形槽, 所述的开闭机构包括第一、第二档杆、设置在条形槽内的第一、第二双作用气缸, 第一双作用气缸设有第一左活塞杆、第一右活塞杆, 第二双作用气缸设有第二左活塞杆、第二右活塞杆, 所述的第一档杆的两端分别与第一左活塞杆、第二左活塞杆连接, 所述的第二档杆的两端分别与第一右活塞杆、第二右活塞杆连接;

所述的开合手抓与下料伸缩气缸连接;

所述的托盘旋转轴由下料电机控制转动;

所述的支架体底部设有滚轮。

2. 根据权利要求1所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的罐体为储气罐, 所述的储气罐一端为直头进气端, 储气罐另一端为弯头端。

3. 根据权利要求1所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的升降气缸上设有上限位传感器、下限位传感器, 所述的上限位传感器、下限位传感器分别与控制器连接, 所述的控制器与升降气缸连接。

4. 根据权利要求1所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的定位基板的上端设有与储气罐直头进气端连接的进气密封组件, 所述的定位基板的下端设有与储气罐弯头端连接的定位夹紧组件;

所述的进气密封组件包括密封推力气缸、与密封推力气缸连接的通气管, 所述的通气管的端部为锥形口, 锥形口上设有橡胶贴面, 所述的通气管伸入储气罐直头进气端。

5. 根据权利要求4所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的定位夹紧组件包括设置在储气罐弯头两侧的夹板、夹紧气缸、移动楔形块, 所述的移动楔形块穿过其中一个夹板设置, 移动楔形块一端与夹紧气缸活塞杆连接, 移动楔形块另一端设有与储气罐弯头形状相配合的夹头。

6. 根据权利要求1所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的水箱为透明水箱, 水箱中的液体为水;

所述的水箱设置在机架上;

所述的机架上设有环形支撑架, 所述的环形支撑架的内环边缘设有滑动轨道。

7. 根据权利要求3所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的工位包括上料工位、下料工位、图像检测工位, 所述的图像采集机构采集图像检测工位的图像信号, 所述

的图像采集机构与所述的控制器连接。

8. 根据权利要求1或7所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的图像采集机构包括工业摄像头。

9. 根据权利要求6所述的一种罐体密封性检测装置, 其特征在于: 所述的旋转机构包括由电机带动的旋转轴, 所述的旋转轴与所述的支撑板连接;

所述的旋转轴通过气动旋转接头与支撑板连接;

所述的旋转机构还包括套接在旋转轴上的旋转件, 所述的旋转件边缘伸出有支撑部, 所述的支撑部的外边缘滑动连接在所述的滑动轨道上;

所述的支撑部的外边缘下端设有滚动体;

所述的旋转轴套接有设置在旋转件上的立柱加固件。

## 罐体密封性检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及家用制冷剂储存罐技术领域,特别涉及一种罐体密封性检测装置。

### 背景技术

[0002] 在制冷家电行业需要制冷剂,常用的制冷剂有:R600a(异丁烷)、R134a(氟利昂)等。其制冷基本原理就是通过在压力不同条件下,自身状态的变化完成吸热或排热。制冷剂必须要存储在一个完全密封的管道内完成由液态到气态的吸热过程。在此过程中需要用到储存罐,储存罐的制造工艺:首先由相应尺寸的圆钢管下料、车削内外表面、挤压端部成型、向罐内部压装过滤网、压装导管、焊接外部气管接头。如果在整个工艺过程中可能会产生虚焊、挤压不实、挤压过度等情况,当要高压气体存储在罐内就会产生漏气现象。所以对储存罐进行气密性检测非常重要。目前还没有专业自动化检测设备,都是通过人工的方法,将生产好的储存罐注入高压气体,然后放入水中,看储存罐接头处有没有气泡产生来判断储存罐气密性的好坏,这种方法虽然简单,但效率低、随意性大、不能具体给出漏气位置、对后期储存罐制造工艺完善没有指导意义。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是,针对现有技术的不足,提供一种罐体密封性检测装置,以达到对储气罐气密性自动检测的目的。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案是:一种罐体密封性检测装置,包括检测机构、下料分拣机构,所述的检测机构包括水箱、旋转机构、可升降罐体固定机构,所述的罐体固定机构与旋转机构连接;

[0005] 在罐体固定机构降下状态,罐体置于所述的水箱内的液体中;

[0006] 在罐体固定机构升起状态,罐体离开水箱内的液面。

[0007] 所述的罐体固定机构为多个,每个罐体固定机构设置在对应的工位上,所述的罐体密封性检测装置还包括图像采集机构,所述的图像采集机构采集其中一个工位的图像信号。

[0008] 所述的罐体固定机构包括定位基板、固定在定位基板上的罐体,定位基板与升降气缸的活塞杆连接,升降气缸与支撑板连接。

[0009] 所述的罐体为储气罐,所述的储气罐一端为直头进气端,储气罐另一端为弯头端。

[0010] 所述的升降气缸上设有上限位传感器、下限位传感器,所述的上限位传感器、下限位传感器分别与控制器连接,所述的控制器与升降气缸连接。

[0011] 所述的定位基板的上端设有与储气罐直头进气端连接的进气密封组件,所述的定位基板的下端设有与储气罐弯头端连接的定位夹紧组件。

[0012] 所述的进气密封组件包括密封推力气缸、与密封推力气缸连接的通气管,所述的通气管的端部为锥形口,锥形口上设有橡胶贴面,所述的通气管伸入储气罐直头进气端。

[0013] 所述的定位夹紧组件包括设置在储气罐弯头两侧的夹板、夹紧气缸、移动楔形块,

所述的移动楔形块穿过其中一个夹板设置,移动楔形块一端与夹紧气缸活塞杆连接,移动楔形块另一端设有与储气罐弯头形状相配合的夹头。

[0014] 所述的水箱为透明水箱,水箱中的液体为水。

[0015] 所述的水箱设置在机架上。

[0016] 所述的工位包括上料工位、下料工位、图像检测工位,所述的图像采集机构采集图像检测工位的图像信号,所述的图像采集机构与所述的控制器连接。

[0017] 所述的图像采集机构包括工业摄像头。

[0018] 所述的机架上设有环形支撑架,所述的环形支撑架的内环边缘设有滑动轨道。

[0019] 所述的旋转机构包括由电机带动的旋转轴,所述的旋转轴与所述的支撑板连接。

[0020] 所述的旋转轴通过气动旋转接头与支撑板连接。

[0021] 所述的旋转机构还包括套接在旋转轴上的旋转件,所述的旋转件边缘伸出有支撑部,所述的支撑部的外边缘滑动连接在所述的滑动轨道上。

[0022] 所述的支撑部的外边缘下端设有滚动体。

[0023] 所述的旋转轴套接有设置在旋转件上的立柱加固件。

[0024] 所述的旋转轴通过回转分度机构与电机减速机构连接。

[0025] 所述的回转分度机构为棘轮分度机构,为120°分度。

[0026] 所述的回转分度机构包括主动件、从动件。

[0027] 所述的回转分度机构上设有光电传感器的反光板,所述的环形支撑架下端设有光电传感器的接收端。

[0028] 所述的下料分拣机构包括支架体、可伸缩的开合手抓、托盘,所述的托盘通过连接臂与托盘旋转轴连接,所述的托盘的托部为开闭机构,所述的开合手抓在缩回状态下,置于托盘的上方。

[0029] 在所述的开合手抓伸出状态下,开合手抓抓取所述下料工位上罐体固定机构的罐体。

[0030] 所述的托盘侧壁上设有条形槽,所述的开闭机构包括第一、第二档杆、设置在条形槽内的第一、第二双作用气缸,第一双作用气缸设有第一左活塞杆、第一右活塞杆,第二双作用气缸设有第二左活塞杆、第二右活塞杆,所述的第一档杆的两端分别与第一左活塞杆、第二左活塞杆连接,所述的第二档杆的两端分别与第一右活塞杆、第二右活塞杆连接。

[0031] 所述的开合手抓与下料伸缩气缸连接。

[0032] 所述的托盘旋转轴由下料电机控制转动。

[0033] 所述的支架体底部设有滚轮。

[0034] 采用上述结构,本发明具有以下优点:1、对储气罐的气密性进行自动检测;2、检测效率高,每一个检测周期分两个工位完成,但每个工位都是同步进行的,为并行结构;3、自动化程度高,检出成功率高,克服人为因素干扰;4、不仅能及时检测储气罐是否漏气,还能够检测储气罐具体漏气的位置(储气罐直头端漏气、弯头端漏气或两端均漏气),并运向不同的存储箱进行分类;具有统计学意义,为不合格产品的修补提供依据;为储气罐工艺改进提供原始数据资料;5、机架本体提供整个设备固定支撑,通过轨道和滚动体既实现滚动摩擦,又为机架上旋转部件提供支撑,改善了设备稳定性。

## 附图说明

[0035] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明；

[0036] 图1为本发明中检测机构的结构示意图；

[0037] 图2为本发明中罐体固定机构的结构示意图；

[0038] 图3为本发明中进气密封组件的机构示意图；

[0039] 图4为本发明中定位夹紧组件的结构示意图；

[0040] 图5为本发明中旋转件连接在机架上的结构示意图；

[0041] 图6为本发明中旋转轴与回转分度机构连接的结构示意图；

[0042] 图7为本发明中旋转件的结构示意图；

[0043] 图8为本发明中下料分拣机构的结构示意图；

[0044] 图9为本发明中托盘的结构示意图；

[0045] 图10为本发明中对梯度幅值进行非极大值抑制工作原理图；

[0046] 图11为本发明中图像采集机构识别图像的流程图；

[0047] 在图1～图9中，1、水箱；2、罐体；3、图像采集机构；4、定位基板；5、升降气缸；6、支撑板；7、上限位传感器；8、下限位传感器；9、进气密封组件；10、定位夹紧组件；11、密封推力气缸；12、通气管；13、夹板；14、夹紧气缸；15、移动楔形块；16、机架；17、上料工位；18、下料工位；19、图像检测工位；20、环形支撑架；21、滑动轨道；22、旋转轴；23、气动旋转接头；24、旋转件；25、支撑部；26、滚动体；27、立柱加固件；28、回转分度机构；29、电机减速机构；30、主动件；31、从动件；32、光电传感器；33、支架体；34、开合手抓；35、托盘；36、连接臂；37、托盘旋转轴；38、第一双作用气缸；39、第二双作用气缸；40、第一档杆；41、第二档杆；42、下料伸缩气缸。

## 具体实施方式

[0048] 如图1～图9所示一种罐体密封性检测装置，包括检测机构、下料分拣机构，检测机构包括水箱1、旋转机构、可升降罐体固定机构，罐体固定机构与旋转机构连接；在罐体固定机构降下状态，罐体2置于水箱1内的液体中；在罐体固定机构升起状态，罐体2离开水箱1内的液面。罐体固定机构为多个，每个罐体固定机构设置在对应的工位上，罐体密封性检测装置还包括图像采集机构3，图像采集机构3采集其中一个工位的图像信号。图像采集机构3包括工业摄像头，工业摄像头与工控机（IPC104）连接，图像识别处理在工控机内完成，做出合格与否判断信号并通过串口RS232发送给PLC控制器。

[0049] 罐体固定机构包括定位基板4、固定在定位基板4上的罐体2，定位基板4通过固定块与升降气缸5的活塞杆连接，升降气缸5与支撑板6连接。罐体2为储气罐，储气罐一端为直头进气端，储气罐另一端为弯头端。

[0050] 升降气缸5上设有上限位传感器7、下限位传感器8，上限位传感器7、下限位传感器8分别与控制器连接，控制器采用PLC控制器，型号可以为西门子PLC-S71200，控制器与升降气缸5连接。图像采集机构3与控制器连接。定位基板4的上端设有与储气罐直头进气端连接的进气密封组件9，定位基板4的下端设有与储气罐弯头端连接的定位夹紧组件10。

[0051] 进气密封组件9包括密封推力气缸11、与密封推力气缸11连接的通气管12，通气管12伸入储气罐直头进气端。密封推力气缸11由控制器控制。通气管12的端部为锥形口，便于

通气管12伸入储气罐直头进气端,锥形口上设有橡胶贴面,在通气管12伸入储气罐直头进气端时起密封作用。定位夹紧组件10包括设置在储气罐弯头两侧的夹板13、夹紧气缸14、移动楔形块15,移动楔形块15穿过其中一个夹板13设置,移动楔形块15一端与夹紧气缸14活塞杆连接,移动楔形块15另一端设有与储气罐弯头形状相配合的夹头。夹紧气缸14与控制器连接,由控制器控制。移动楔形块15在夹紧气缸14的推动下可以横向移动,导致对待检储气罐弯头端施加一个垂直于竖立直板力,从而起到夹紧的作用。由于夹头与储气罐弯头形状相配合,定位夹紧组件10对储气罐弯头端夹紧时,夹头起到定位作用。夹板13的内壁设有橡胶层,在夹板13与待测储气罐弯头端接触时起密封作用。

[0052] 水箱1为透明水箱,方便图像采集机构3采集水箱内储气罐的图像信号。水箱1中的液体为水。水箱1设置在机架16上。工位包括上料工位17、下料工位18、图像检测工位19,每相邻两个工位之间夹角为 $120^{\circ}$ 。图像采集机构3采集图像检测工位的图像信号,图像采集机构3与控制器连接。机架16上设有环形支撑架20,环形支撑架20的内环边缘设有滑动轨道21。

[0053] 旋转机构包括由电机带动的旋转轴22,旋转轴22与支撑板6连接。旋转轴22通过气动旋转接头23与支撑板6连接。气动旋转接头型号为:默孚龙一进三出G3/8。电机与控制器连接。在本设备中由两部分需要提供高压气体,一部分为气缸提供动力,另一部分向储气罐中注入气体。这两部都会随着旋转机构旋转而旋转,在旋转轴22顶部设置安装气动旋转接头23,可以实现进气端固定,出气端随机构旋转而旋转。

[0054] 旋转机构还包括套接在旋转轴22上的旋转件24,旋转件24边缘伸出有支撑部25,支撑部25的外边缘滑动连接在滑动轨道21上。支撑部25的外边缘下端设有滚动体26。机架本体提供整个设备固定支撑,通过轨道和滚动体既实现滚动摩擦,又为机架上旋转部件提供支撑,改善了设备稳定性。旋转轴22套接有设置在旋转件24上的立柱加固件27,为了增大接触面,提高其刚性。

[0055] 旋转轴22通过回转分度机构28与电机减速机构29连接。回转分度机构28为棘轮分度机构,回转分度机构28包括主动件30、从动件31。回转分度机构28上设有光电传感器32的反光板,所述的环形支撑架20下端设有光电传感器32的接收端。光电传感器32型号:沪工E3JK-R4M1。光电传感器与控制器相连接。回转分度机构为 $120^{\circ}$ 分度。也就是主动件旋转一圈,从动件旋转 $120^{\circ}$ ,实现一次工位交替。每实现一次工位交替,光电传感器发送一个信号,为外部上料机构、下料机构、工业摄像头开始同步工作提供同步信号。节拍控制:设计通过减速器输出的周期为T;由于分度机构为 $1/3$ 分度,所以旋转机构的每个周期的旋转时间为 $T/3$ ;而静止时间为 $2T/3$ ;在这 $2T/3$ 内需要完成机构的上下料和检测,由于每个工位可以独立上下移动,所以每个工位的工作时间皆为 $2T/3$ 。在设备调试过程中可以通过调整T值实现机构平顺运行。其中下料的 $2T/3$ 时间还需考虑下料机构取料、分料、返回的时间。

[0056] 下料分拣机构包括支架体33、可伸缩的开合手抓34、托盘35,托盘35通过连接臂36与托盘旋转轴37连接,托盘35的托部为开闭机构,开合手抓34在缩回状态下,置于托盘35的上方。在开合手抓34伸出状态下,开合手抓34抓取下料工位18上罐体固定机构的罐体2。开合手抓34由控制器控制开合。

[0057] 托盘35侧壁上设有条形槽,开闭机构包括第一、第二档杆、设置在条形槽内的第一、第二双作用气缸,第一双作用气缸38设有第一左活塞杆、第一右活塞杆,第二双作用气

缸39设有第二左活塞杆、第二右活塞杆,第一档杆40的两端分别与第一左活塞杆、第二左活塞杆连接,第二档杆41的两端分别与第一右活塞杆、第二右活塞杆连接。开合手抓34与下料伸缩气缸42连接。托盘旋转轴37由下料电机控制转动。下料伸缩气缸42、下料电机分别与控制器连接。支架体33底部设有滚轮。第一双作用气缸38、第二双作用气缸39分别与控制器连接,由控制器控制。

[0058] 本发明的工作过程为:首先在透明水箱中注入清水,在外部机构或人力的作用下,将待检储气罐放入上料工位17;上料机构工作过程:首先升降气缸5带动定位基板4向上运动,将定位基板4下端从水箱1中提出,由上限位传感器7限制其最高位置,即触碰到上限位传感器7时,上限位传感器7将信号传递到控制器,控制器控制升降气缸5停止动作。此时定位基板4准备接受待测储气罐安装,通气管12由密封推力气缸11带动,伸入储气罐直头进气端,密封夹紧组件10锁紧储气罐弯头端。待测储气罐安装到位后,由定位夹紧组件10和进气密封组件9进行定位夹紧并向储气罐内注入高压气体。由外部信号(气体压力信号)给出储气罐已夹紧完成信号之后,电机控制旋转轴22转动,通过回转分度机构使得上料工位17上安装好的待检储气罐旋转 $120^{\circ}$ 至图像检测工位19,升降气缸5向下运动,将待测定位基板4和其上固定的储气罐全部带入水箱1中并没入水中,由下限位传感器8限制其最低位置,即触碰到下限位传感器8时,下限位传感器8将信号传递到控制器,给出到达最低位置信号,控制器控制升降气缸5停止动作。静止一段时间,等待水箱中水平静,开始由工业摄像头拍照,并将信号发送至控制器,进行图像提取和识别,判断是否漏气以及储气罐的漏气端。升降气缸5上移,上移至上限位传感器7限制其最高位置后,电机控制旋转轴22转动,通过回转分度机构使得上料工位17上安装好的待检储气罐旋转 $120^{\circ}$ 至下料工位18。在下料工位18,由检测结果决定储气罐的放置位置。下料分拣机构的下料伸缩气缸42带动开合手抓34前伸,开合手抓34抓取定位基板4上的储气罐,定位夹紧组件10松开储气罐弯头端,进气密封组件9的密封推力气缸11带动通气管脱离储气罐直头端。下料伸缩气缸42带动开合手抓后缩,开合手抓34抓住储气罐后移至储气罐置于托盘35上方,开合手抓34放开储气罐,储气罐落至托盘35内。

[0059] 系统判断储气罐不漏气时,第一双作用气缸38的第一左活塞杆、第一右活塞杆均伸出,第二双作用气缸39的第二左活塞杆、第二右活塞杆均伸出,第一档杆40、第二档杆41分别向外撑开,即开闭机构的两个档杆打开,储气罐由托盘35落下至传动带上被运向合格件存储箱。系统判断储气罐直头端(上端)漏气时,系统控制托盘旋转轴37转动,带动托盘顺时针旋转 $90^{\circ}$ 后,开闭机构的第一档杆40、第二档杆41打开,储气罐由托盘35落下至另一个传动带上被运向上端漏气件存储箱。系统判断储气罐弯头端(下端)漏气时,系统控制托盘旋转轴37转动,带动托盘逆时针旋转 $90^{\circ}$ 后,开闭机构的第一档杆40、第二档杆41打开,储气罐由托盘35落下至另一个传动带上被运向下端漏气件存储箱。系统判断储气罐直头端、弯头端(两端)均漏气时,系统控制托盘旋转轴37转动,带动托盘顺时针旋转 $180^{\circ}$ 后,开闭机构的第一档杆40、第二档杆41打开,储气罐由托盘35落下至另一个传动带上被运向两端漏气件存储箱。本发明不仅能及时检测储气罐是否漏气,还能够检测储气罐具体漏气的位置(储气罐直头端漏气、弯头端漏气或两端均漏气),并运向不同的存储箱进行分类。同时,在大部分的情况下,产品都是合格的,当检测产品不合格率达到一定值时,可以强制停止设备,并给出原因。在机构设计上将合格产品输送带设置在机械手正下方,最大程度降低回转机构



的回转

[0060] 次数和角度,提高效率。

[0061] 以上工作过程为一次检测结束。再由电机通过减速机构、回转分度机构产生间歇运动,并将运动传递到旋转轴22,使上、下料工位和图像检测工位19发生交替变换;将工作从上料工位17旋转至图像检测工位19,在图像检测工位接受工业摄像头的拍照。将图像检测工位19上工件旋转至下料工位18,由下料分拣机构进行下料;最后空置的下料工位18旋转至上料工位17准备下一次上料。一个工作循环结束。

[0062] 当储气罐置于水箱1内的水中检测时,工业摄像头采集水箱1内储气罐图像信号并识别的过程为:1、Canny边缘检测;2、提取轮廓;3、识别轮廓形状形状。在OPEN CV环境下开发,具体流程如图11所示。

[0063] 1、Canny边缘检测步骤

[0064] 1.1.用高斯滤波器平滑图像

[0065] 所谓“模糊”,可以理解成每一个像素都取周边像素的平均值。根据2维高斯函数,取 $\sigma$ 为1.5,模糊半径为1。然后进行归一化,得到高斯模板,最后对图像进行加权求和。

[0066] 1.2.用Sobel等梯度算子计算梯度幅值和方向

[0067] 经典Sobel的卷积因子为:

[0068]

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

**G<sub>x</sub>**

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

**G<sub>y</sub>**

[0069] 对于待检测边缘的图像I,分别在水平(X)方向和垂直方向(Y)方向求导,方法是分别图像I与卷积核G<sub>x</sub>和G<sub>y</sub>进行卷积,公式表述如下:

[0070]

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * I \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * I$$

[0071] 之后对求得的水平和垂直方向的梯度图像上的每一点执行:

[0072]

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

[0073] 1.3.对梯度幅值进行非极大值抑制

[0074] 图像梯度幅值矩阵中的元素值越大,说明图像中该点的梯度值越大,但这不能说明该点就是边缘(这仅仅是属于图像增强的过程)。在Canny算法中,非极大值抑制是进行边缘检测的重要步骤,通俗意义上是指寻找像素点局部最大值,将非极大值点所对应的灰度值置为0,这样可以剔除掉一大部分非边缘的点。

[0075] 根据图10可知,要进行非极大值抑制,就首先要确定像素点C的灰度值在其8值邻域内是否为最大。图10中斜线条方向为C点的梯度方向,这样就可以确定其局部的最大值肯

定分布在这条线上,也即出了C点外,梯度方向的交点dTmp1和dTmp2这两个点的值也可能是局部最大值。因此,判断C点灰度与这两个点灰度大小即可判断C点是否为其邻域内的局部最大灰度点。如果经过判断,C点灰度值小于这两个点中的任一个,那就说明C点不是局部极大值,那么则可以排除C点为边缘。

[0076] 1.4.用双阈值算法检测和连接边缘

[0077] Canny算法中减少假边缘数量的方法是采用双阈值法。根据高阈值得到一个边缘图像,这样一个图像含有很少的假边缘,但是由于阈值较高,产生的图像边缘可能不闭合,为解决这样一个问题采用了另外一个低阈值。在高阈值图像中把边缘链接成轮廓,当到达轮廓的端点时,该算法会在断点的8邻域点中寻找满足低阈值的点,再根据此点收集新的边缘,直到整个图像边缘闭合。

[0078] 2、提取轮廓

[0079] `cv::findContours`提取图像轮廓特征,由于实验室电梯按钮形状为圆形,所以我们使用`cv::HoughCircles`识别圆形轮廓。其基本原理如下:

[0080] 第一阶段:检测气泡圆心

[0081] (1) 对输入图像边缘检测;

[0082] (2) 计算图形的梯度,并确定圆周线,其中圆周的梯度就是它的法线;

[0083] (3) 在二维霍夫空间内,绘出所有图形的梯度直线,某坐标点上累加和的值越大,说明在该点上直线相交的次数越多,也就是越有可能是圆心;

[0084] (4) 在霍夫空间的4邻域内进行非最大值抑制;

[0085] (5) 设定一个阈值,霍夫空间内累加和大于该阈值的点就对应于圆心。

[0086] 第二阶段:检测圆半径

[0087] (1) 计算某一个圆心到所有圆周线的距离,这些距离中就有该圆心所对应的圆的半径的值,这些半径值当然是相等的,并且这些圆半径的数量要远远大于其他距离值相等的数量;

[0088] (2) 设定两个阈值,定义为最大半径和最小半径,保留距离在这两个半径之间的值,这意味着我们检测的圆不能太大,也不能太小;

[0089] (3) 对保留下来的距离进行排序;

[0090] (4) 找到距离相同的那些值,并计算相同值的数量;

[0091] (5) 设定一个阈值,只有相同值的数量大于该阈值,才认为该值是该圆心对应的圆半径;

[0092] (6) 对每一个圆心,完成上面的1~5步骤,得到所有的圆半径。

[0093] 当所有圆形轮廓识别出来以后,从而识别有没有气泡产生,并标明每个气泡位置,通过气泡的位置判断储存罐的漏气位置。

[0094] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的技术方案进行的各种改进,或未经改进直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

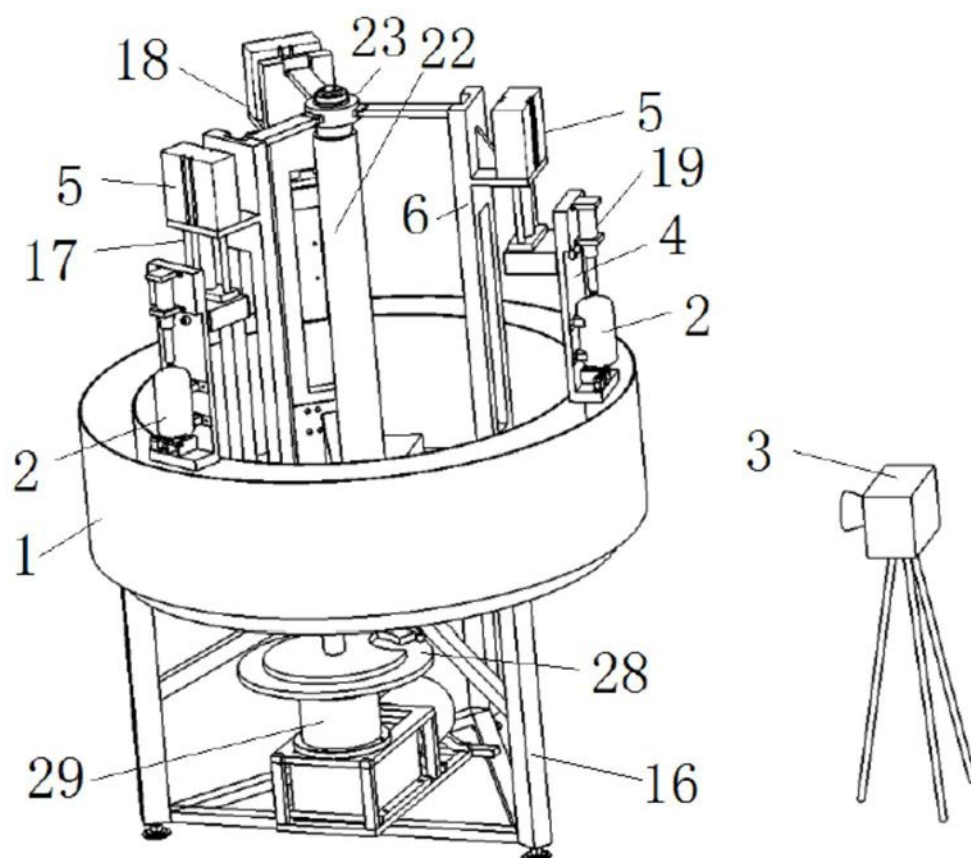


图1

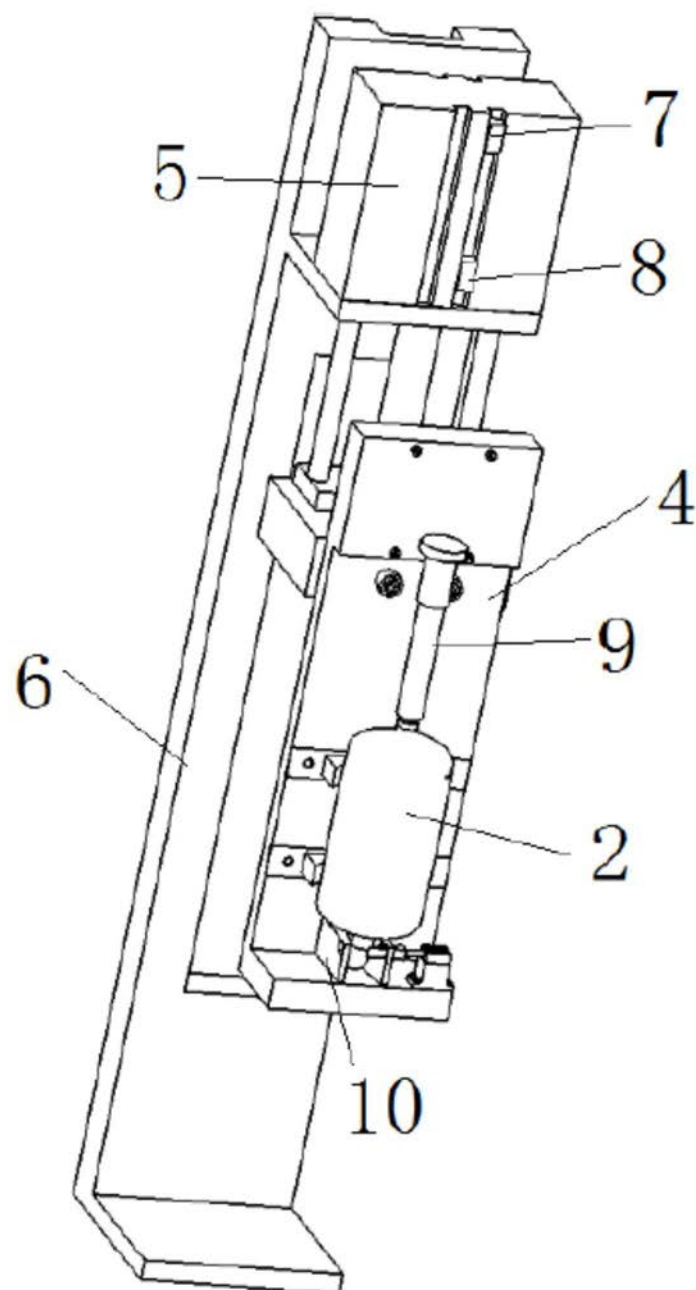


图2

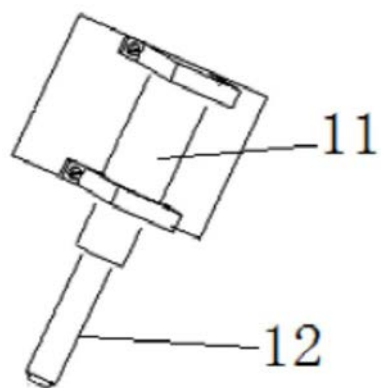


图3

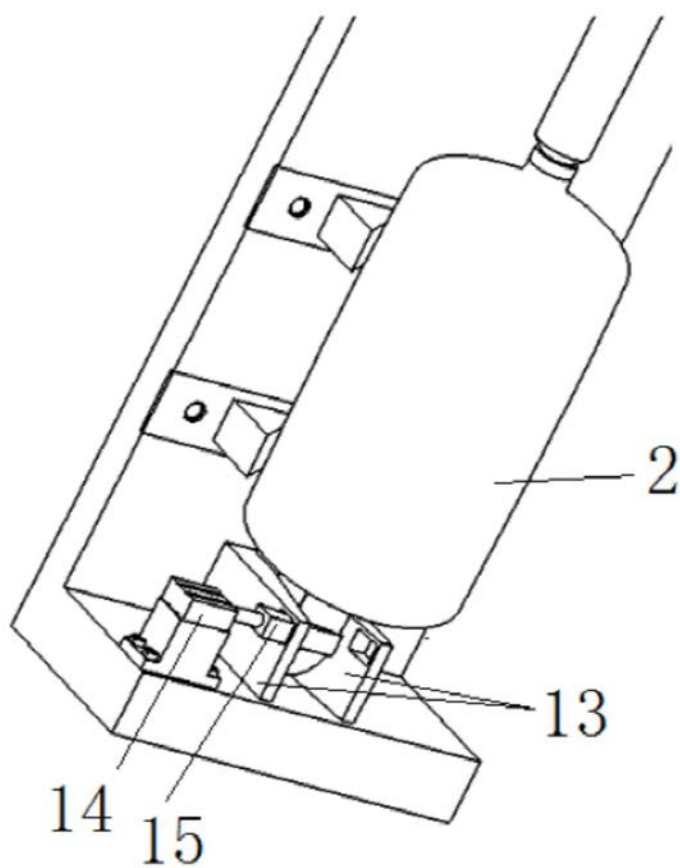


图4

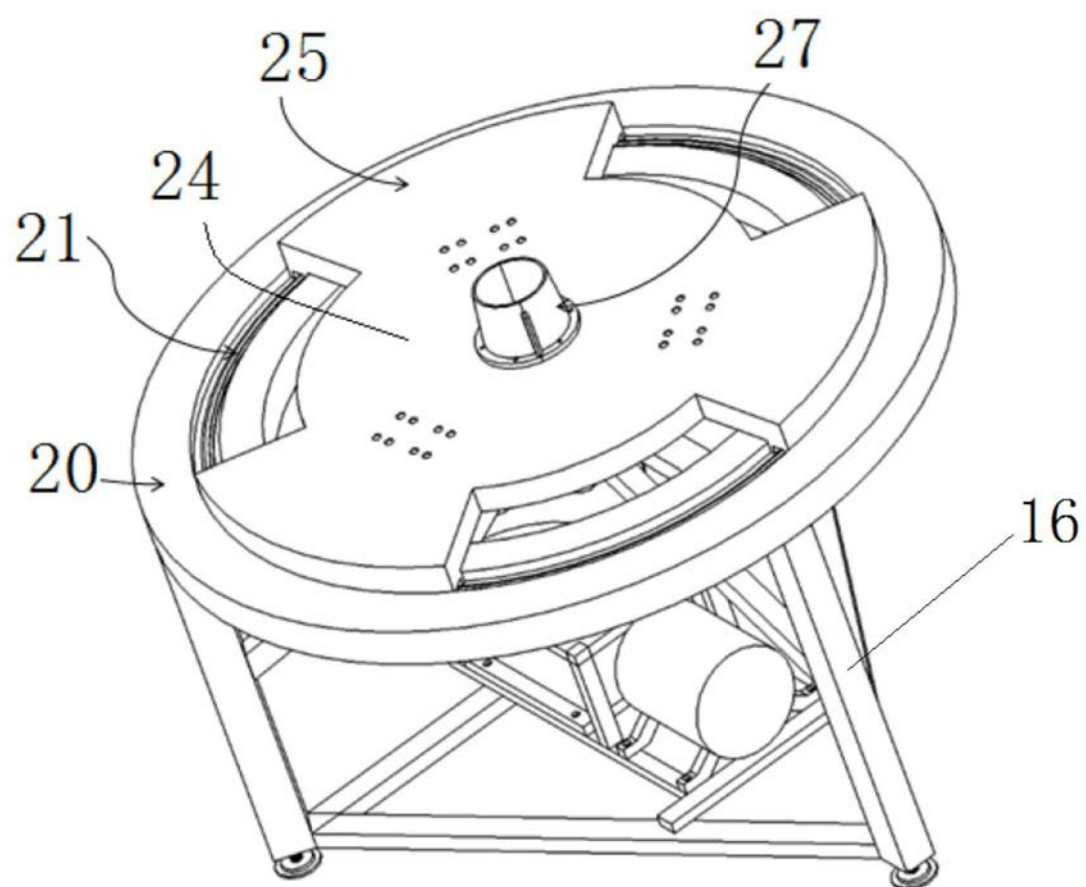


图5

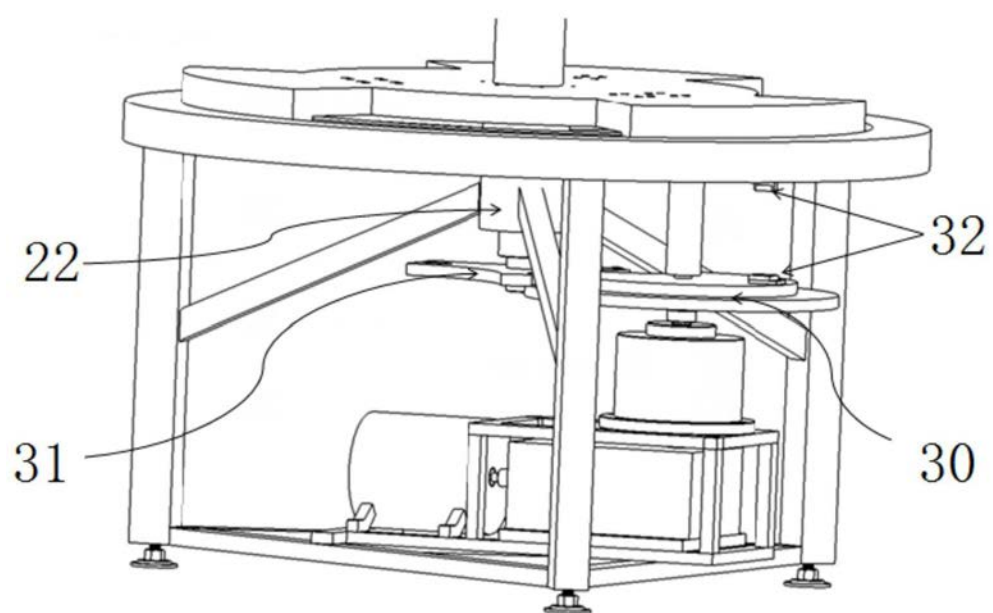


图6

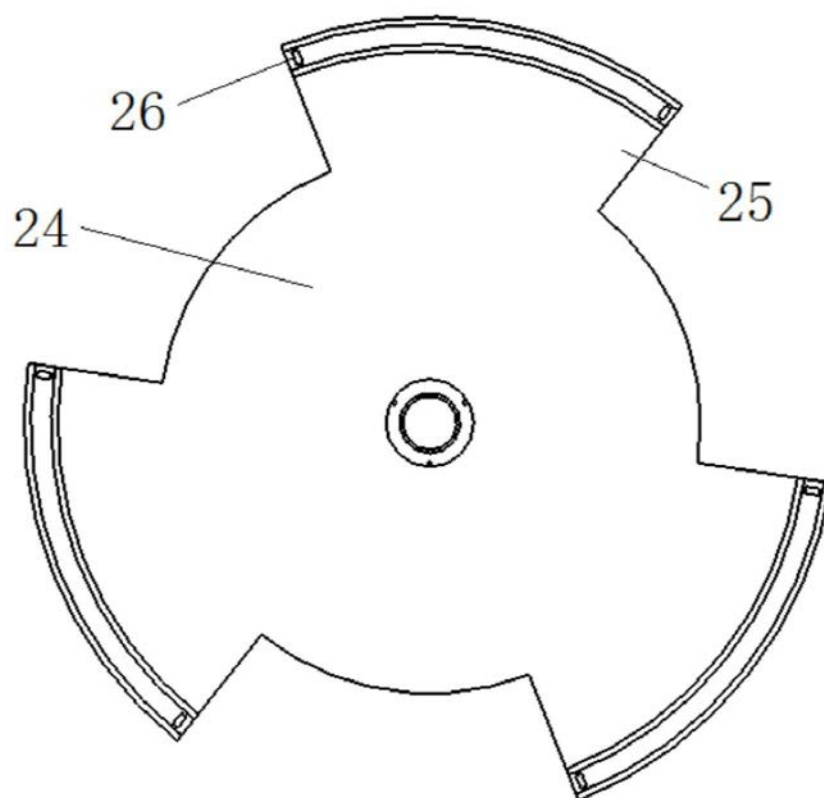


图7

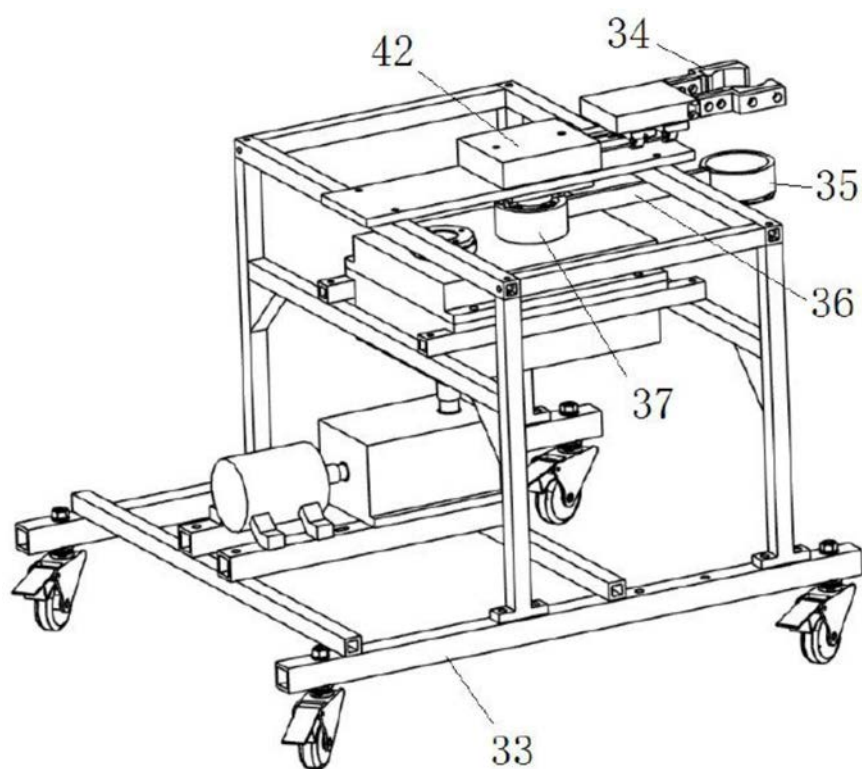


图8

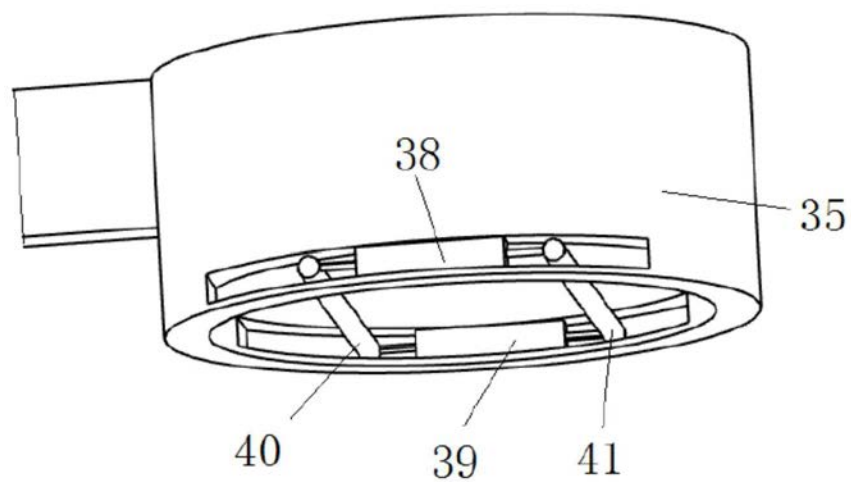


图9

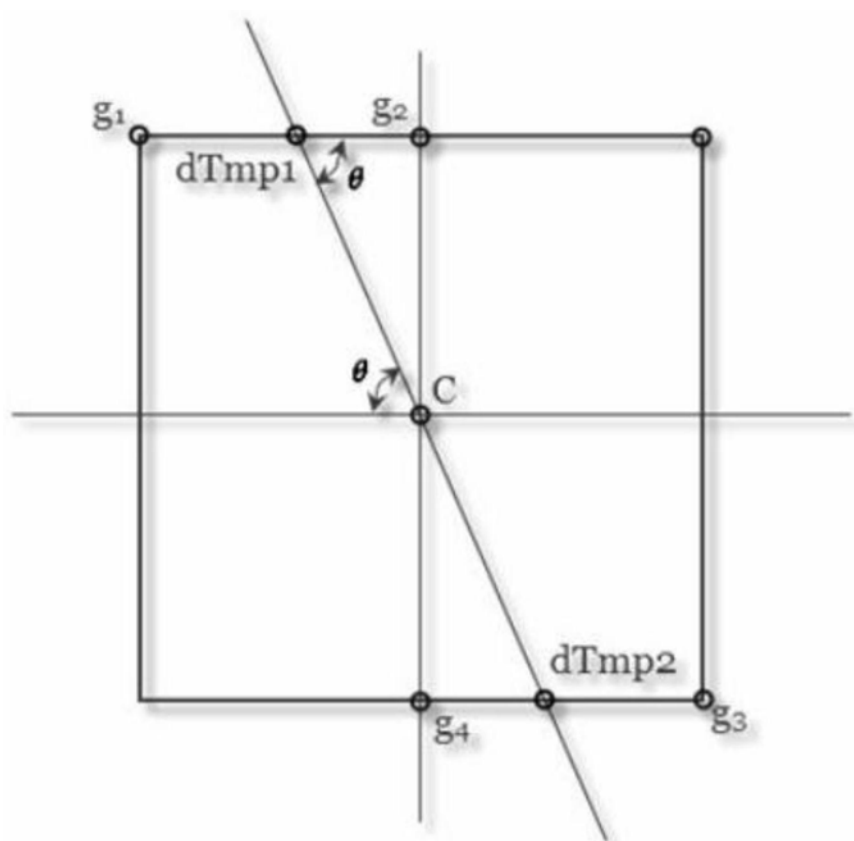


图10



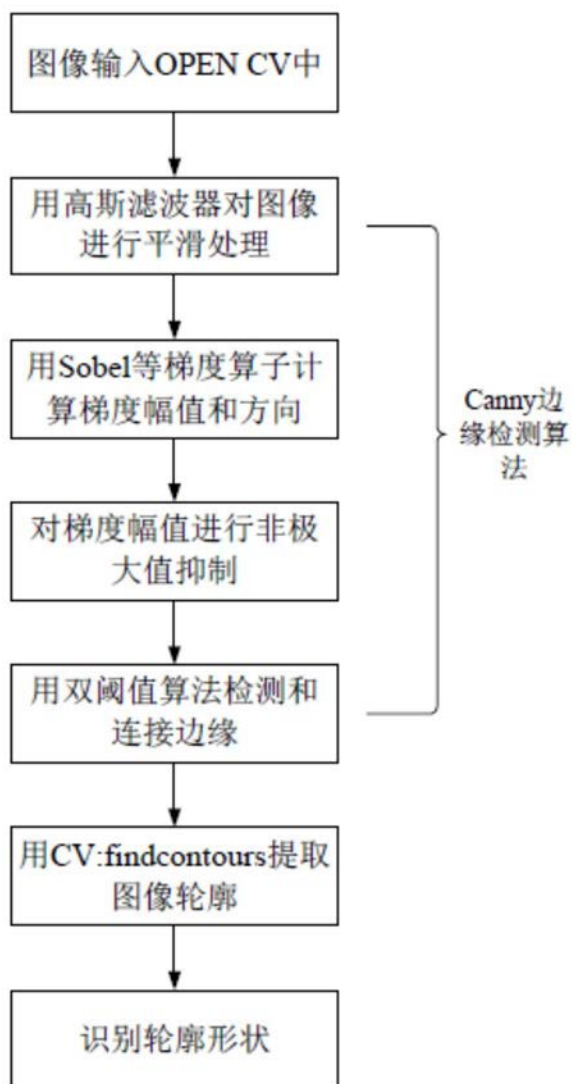


图11