

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710031866.9

[51] Int. Cl.

B07C 5/34 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100566855C

[22] 申请日 2007.11.30

[21] 申请号 200710031866.9

[73] 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

[72] 发明人 全燕鸣 全思博 林子其 赵婧

[56] 参考文献

CN1462875A 2003.12.24

CN2587534Y 2003.11.26

CN201127937Y 2008.10.8

CN1603013A 2005.4.6

CN2923067Y 2007.7.18

JP2006-55762A 2006.3.2

CN2555110Y 2003.6.11

US4810614 1989.3.7

基于机器视觉的异性纤维检测系统研究。
任长志. 中国优秀博硕士学位论文全文数据库
(硕士) 信息科技辑, 第 12 期. 2006

审查员 盖蕾

[74] 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司
代理人 李卫东

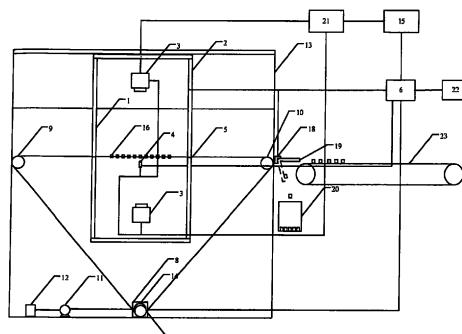
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

[54] 发明名称

基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系
统

[57] 摘要

本发明公开了一种基于机器视觉的物料实时检
测及异物剔除系统。该系统包括输送装置、动力子
系统、光学照明子系统、图像采集子系统、图像识别
与运动控制子系统以及异物剔除子系统。利用异
物与物料的图像信息差异，如颜色、光强、形态差
异，通过计算机智能分析识别，可以检测出多种不
同类型的异物，如头发、纤维、金属屑等；采用透
明带传输，以实现从上方和底面同时对物料进行图
像拍摄，有效地提高了检测效率；通过频闪控制光
源、光纤传感触发拍照、控制传输带的传输速度以
及灯箱的布置和调节，可有效地提高图像质量和物
料检测与异物识别准确率；通过与光纤传感器、摄
像装置、计算机连通的 PLC 的控制，可智能地在线
剔除异物。



1、一种基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，其特征在于该系统包括输送装置、动力子系统、光学照明子系统、图像采集子系统、图像识别与运动控制子系统以及异物剔除子系统；

输送装置包括传输带、滚轮、弹性联轴器和旋转编码器；传输带为透明传输带，两端分别环绕在从动滚轮之一和从动滚轮之二上；

动力子系统包括交流动力源、三相异步电动机和变频器，交流动力源通过变频器与三相异步电动机电连接，三相异步电动机与位于机架底部的主动滚轮直接相连；旋转编码器通过弹性联轴器与主动滚轮的轴相连，旋转编码器还联入到 PLC，PLC 还与计算机连接；主动滚轮通过传输带与从动滚轮之一和从动滚轮之二连接；

光学照明子系统包括 LED 光源和具有透光度的成型漫射板灯箱，LED 光源置于灯箱内；多组灯箱分别安置于传输带上方和下方；

图像采集子系统包括所述计算机、图像采集卡、多方位布置的面阵相机与光纤传感器；图像采集卡分别和多个面阵相机通过数据线缆相连，三组摄像装置中的一组安装在传输带上方，一组安装在传输带的下方，还有一组安装在传输带水平高度，为周向摄像装置；每组摄像装置包含两个或多个相同型号、布置方位不同的面阵相机；图像采集卡与计算机的图像处理单元相连，光纤传感器为对射式光纤传感器，对称布置于传输带的两侧的传感器支架上，光纤传感器的输出信号引入 PLC，PLC 还接入到所述 LED 光源和面阵相机；

异物剔除子系统包括所述 PLC 和多个剔除装置；多个剔除装置并列安装在传输带的末端，与物料运动方向垂直；剔除装置由电磁阀、执行机构和收集箱组成，收集箱安装在执行机构的下方，与执行机构相对应，以接收来自执行机构的物料；

图像识别与运动控制子系统包括所述计算机与所述 PLC；将装有物料异物检测软件的所述计算机通过串行通信口与所述 PLC 相连。

2、根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，其特征在于所述的执行机构包括汽缸、转轴和翻板，翻板套入到转轴中，每列的转轴与汽缸相互连接。

3、根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，其特征在于所述的实时检测及异物剔除系统还包括人机交互界面，人机交互界面与 PLC 信号连接。

4、根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，其特征在于所述安装在传输带水平高度的周向摄像装置的 3 个面阵相机彼此相隔 120° 布置。

5、根据权利要求 1 或者 4 所述的基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，其特征在于所述周向摄像装置采用专用夹具，该夹具包括旋钮、夹板、螺纹立柱、光杆立柱、面阵相机固定板、紧固板、底板支架、微调螺母组成，底板支架通过通孔与机架的导轨连

接，其位置通过底板支架的多个通孔调整，面阵相机固定板与光杆立柱通过轴承连接，与螺纹立柱通过螺纹紧密连接，并由旋钮旋动螺纹立柱进行上下位置的调整；光杆立柱和螺纹立柱通过上下两个夹板，夹板通过螺栓固定于紧固板上，螺纹立柱穿过底板支架与微调螺母连接，松开微调螺母可以实现夹具周向 360 度角任意角度的调节。

基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统

技术领域

本发明涉及片状、块状、颗粒状物料实时检测及异物剔除系统，具体涉及一种基于机器视觉的果品原料实时检测及异物剔除系统。

背景技术

我国是农产品生产大国，水果蔬菜不但品种丰富，而且产量也很大。20世纪末我国水果总产量已居世界第二位，蔬菜总产量居世界第一位。我国虽然是果蔬产量大国，但果蔬加工水平相对落后。我国水果90%以上是鲜销，从20世纪80年代开始逐渐发展果汁果肉加工，其加工机械也是先引进、仿制，然后部分自主开发。目前国内果品加工行业大部分还是依赖进口加工机械，国产果品加工机械品种少，配套性差，自动化、智能化程度不高，许多关键机械尚未开发。国内许多果品加工厂除清洗、包装等部分工序采用机械外，分拣和投料等工序，尤其检验工序还是大量采用人工操作。因此，提高中国农产品的产后处理水平，提高农产品深加工附加值和国际竞争能力是当务之急，而改善果品加工检测手段是提高果蔬产后处理水平的关键点之一。

长期以来，农产品的品质检测一直采取人工方式。这种方式虽然成本低廉，但违背了解放生产力的根本目标，此外，果蔬产品的形状、大小、色泽等个体差异很大，难以象工业品那样整齐划一，故果蔬产品检测受检测人员的主观情绪和视力、体力更客观因素的干扰很大。采用机械进行果蔬产品检测具有时间短、效率高的优点，而且应用自动化的检测机械能在没有人工参与的情况下严格地执行国际、国内相关标准。

近年来，利用机器视觉技术进行农产品检测受到国内外专家学者和企业的重视，特别是利用机器视觉进行类球形水果大小分级或水果表面有无损伤分类的技术得到广泛研究。专利号为02295073.7的实用新型专利公开了一种水果输送与分级装置。该装置包括输送装置和分级装置，输送装置和分级装置都由两个链轮和链条带动，动力由外部输入到分级装置，再由分级装置同步的传递到输送装置。编码器安装在输送装置上，通过导线和安装在电脑上的图像采集卡相连，光照箱安装在输送装置上，摄像机在光照箱内，通过电缆和采集卡相连。计算机通过并行口和移位寄存器组相连，移位寄存器组通过各自的分级机构控制器与安装在分级装置上的分级机构相连。出料口在分级机构下方。计算机内部软件对水果图像进行分级处理，并且实时控制机构的动作。该系统是对完整果实的外表进行擦伤、

压伤检测并分级，果实的形状大体上是确定的，如苹果、橘子、梨都是球体，果实表面损伤的图像表现也较简单，如擦伤、压伤等与正常果皮表面相比都偏黑色。迄今尚未有基于机器视觉，对形状不太规则的片状或块状、颗粒状干、鲜果品原料表面进行自动化检测并可识别和剔除毛发、纤维、金属屑等各种异物的专利技术。

发明内容

本发明的目的在于提出一种可实时动态检测切开或不切开的非规则片状、块状、颗粒状的鲜果、干果原料，能识别多种不同类型异物并在线剔除异物的机器视觉检测及剔除系统。

本发明的目的通过如下技术方案实现：

一种基于机器视觉的物料实时检测及异物剔除系统，包括输送装置、动力子系统、光学照明子系统、图像采集子系统、图像识别与运动控制子系统以及异物剔除子系统；

输送装置包括传输带、滚轮、弹性联轴器和旋转编码器；传输带为透明传输带，两端分别环绕在从动滚轮之一和从动滚轮之二上；

动力子系统包括交流动力源、三相异步电动机和变频器，交流动力源通过变频器与三相异步电动机电连接，三相异步电动机与位于机架底部的主动滚轮直接相连；旋转编码器通过弹性联轴器与主动滚轮的轴相连，旋转编码器还联入到 PLC，PLC 还与计算机连接；主动滚轮通过传输带与从动滚轮之一和从动滚轮之二连接；

光学照明子系统包括 LED 光源和具有透光度的成型漫射板灯箱，LED 光源置于灯箱内；多组灯箱分别安置于传输带上方和下方；

图像采集子系统包括所述计算机、图像采集卡、多方位布置的面阵相机与光纤传感器；图像采集卡分别和多个面阵相机通过数据线缆相连，三组摄像装置中的一组安装在传输带上方，一组安装在传输带的下方，还有一组安装在传输带水平高度，为周向摄像装置；每组摄像装置包含两个或多个相同型号、布置方位不同的面阵相机；图像采集卡与计算机的图像处理单元相连，光纤传感器为对射式光纤传感器，对称布置于传输带的两侧的传感器支架上，光纤传感器的输出信号引入 PLC，所述 PLC 还接入到 LED 光源和面阵相机；

异物剔除子系统包括所述 PLC 和多个剔除装置；多个剔除装置并列安装在传输带的末端，与物料运动方向垂直；剔除装置由电磁阀、执行机构和收集箱组成，收集箱安装在执行机构的下方，与执行机构相对应，以接收来自执行机构的物料；

图像识别与运动控制子系统包括所述计算机与所述 PLC；将装有物料异物检测软件的所述计算机通过串行通信口与所述 PLC 相连。

为进一步实现发明目的，所述的执行机构包括汽缸、转轴和翻板，翻板套入到转轴中，

每列的转轴与汽缸相互连接。

于所述的实时检测及异物系统还包括人机交互界面，人机交互界面与 PLC 信号连接。

所述安装在传输带水平高度的周向摄像装置的 3 个面阵相机彼此相隔 120° 布置。

所述周向摄像装置采用专用夹具，该夹具包括旋钮、夹板、螺纹立柱、光杆立柱、面阵相机固定板、紧固板、底板支架、微调螺母组成，底板支架通过通孔与机架的导轨连接，其位置通过底板支架的多个通孔调整，面阵相机固定板与光杆立柱通过轴承连接，与螺纹立柱通过螺纹紧密连接，并由旋钮旋动螺纹立柱进行上下位置的调整；光杆立柱和螺纹立柱通过上下两个夹板，夹板通过螺栓固定于紧固板上，螺纹立柱穿过底板支架与微调螺母连接，松开微调螺母可以实现夹具周向 360 度角任意角度的调节。

相对于现有技术，本发明具有如下优点：

(1) 在透明传输带的上下方以及水平位置的多个检测方位设置面阵相机，触发拍照，可以对传输中的多品种且形状各异的物料（譬如苹果片、布丁块、葡萄颗粒等）进行多面检测；

(2) 利用异物与果品原料的图像信息差异，如颜色、光强、形态差异，通过计算机智能分析识别，可以检测出多种不同类型的异物，如头发、纤维、金属屑等；

(3) 采用透明带传输，以实现从上方和底面同时对物料进行图像拍摄，有效地提高了检测效率；

(4) 通过频闪控制光源、光纤传感触发拍照、控制传输带的传输速度以及灯箱的布置和调节，可有效地提高图像质量和物料检测与异物识别准确率；

(5) 通过与光纤传感器、摄像装置、计算机连通的 PLC 的控制，可智能地在线剔除异物。

附图说明

图 1 是本发明基于机器视觉的物料动态检测及异物在线剔除系统示意框图；

图 2 是本发明实施例 1 检测与剔除系统平面布置图；

图 3 是本发明实施例 1 物料动态检测和异物在线剔除系统的工作流程框图；

图 4 是本发明实施例 1 中拨叉机构的示意图；

图 5 是本发明实施例 1 中基于机器视觉的果料转向系统俯视图；

图 6 是本发明实施例 2 检测与剔除系统平面布置图；

图 7 是本发明实施例 2 中相机专用夹具的示意图。

具体实施方式

下面结合附图和实施方式对本发明作进一步的说明，但本发明要求保护的范围并不局

限于实施方式表达的范围。

实施例 1：基于机器视觉的果品原料实时检测和异物剔除系统

如图 1 所示，一种基于机器视觉的果品原料实时检测和异物剔除系统包括输送装置、动力子系统、光学照明子系统、图像采集子系统、图像识别与运动控制子系统、异物剔除子系统以及辅助部件。

输送装置包括传输带 5、滚轮、动力系统、弹性联轴器 7 和旋转编码器 8。传输带 5 为透明传输带，两端分别环绕在从动滚轮之一 9 和从动滚轮之二 10 上，所使用的透明传输带不但合乎食品卫生的要求，而且可以透光以获得被检测果品原料底部的图像，能大大提高检测效率和准确率。

动力子系统包括交流动力源、三相异步电动机 11 和变频器 12，交流动力源通过变频器 12 与三相异步电动机 11 电连接，三相异步电动机 11 与位于机架 13 底部的主动滚轮 14 直接相连。主动滚轮 14 通过传输带 5 与从动滚轮之一 9 和从动滚轮之二 10 连接；旋转编码器 8 通过弹性联轴器 7 与主动滚轮 14 的轴相连，用以获得主动滚轮的实时转速，由此可得出透明传输带的实时线速度。为了获得稳定的透明传输带 5 的线速度，旋转编码器 8 联到可编程控制器 PLC 6，PLC 6 还与计算机 15 连接，将从旋转编码器中 8 获得的主动滚轮实时转速与系统所要求的透明传输带 5 线速度所对应的主动滚轮转速进行比较，用以对透明传输带 5 进行线速度的反馈控制。其反馈控制信号输出至变频器 12，通过改变供电频率以实现对透明传输带 5 线速度的实时调整。

光学照明子系统包括 LED 光源 1 和有一定透光度的成型漫射板灯箱 2，LED 光源 1 置于灯箱 2 内。两组灯箱 2 分别安置于传输带 5 上方和下方。光线通过漫反射照射到果品原料表面，以最大程度上减轻果品原料表面的反光现象。光学照明子系统能够使图像采集系统尽可能采集到高质量的图像，且光学照明子系统所采用的光源类型和光源的布置方式可根据果品原料的表面情况和相机的位置来确定。

图像采集子系统包括计算机 15、图像采集卡 21、多方位布置的相机 3 与光纤传感器 4。图像采集卡 21 分别和多个面阵相机 3 通过数据线缆相连。本系统用到两组摄像装置，一组安装在传输带 5 上方，另外一组安装在传输带 5 下方，每组摄像装置包含两个型号相同的面阵相机 3。面阵相机 3 镜头与传输带 5 的距离由面阵相机 3 的焦距所决定。图像采集卡 21 与计算机的图像处理单元相连，光纤传感器 4 为对射式光纤传感器，对称布置于传输带 5 的两侧的传感器支架上。光纤传感器 4 的输出信号输入可编程控制器 PLC6 中，PLC 6 根据获得的信号进行运算后控制 LED 光源 1 频闪和触发相机 3 摄像。在线检测时传输带上的果品原料定向排列连续送进，以输送带上面一定行数的果品原料为一个阵列进行拍照处理，

当每个阵列前沿经过光纤传感器 4 时，光纤传感器 4 产生一个电平信号输出给 PLC 6，PLC 6 触发面阵相机 3 摄得一个果品原料阵列的图像，同时触发 LED 光源 1 频闪，频闪时间由 PLC6 延时控制。为避免外界光线的影响，传输带摄像段以及相机 3、光纤传感器 4 和灯箱 2 都处在用布帘遮断外界光线的环境内。

图像识别与运动控制子系统包括计算机 15 与 PLC 6，计算机 15 装有果品原料及异物分析识别软件，通过串行通信口与 PLC 6 相连。用户可以根据所检测果品原料和需剔除异物的种类、尺寸进行软件运算参数设置。PLC 6 接收到来自计算机的异物位置信息后，将剔除信号发送至异物对应列的电磁阀 18。

异物剔除子系统包括 PLC 6 和多个剔除装置。多个剔除装置并列安装于传输带的末端，与果品原料 16 输送方向垂直，装置的数量与输送带上被检果品原料排列的列数一致。每个剔除装置均由电磁阀 18、执行机构 19 和收集箱 20 组成，收集箱 20 安装在执行机构 19 的下方，与执行机构 19 相对应，以接收执行机构 19 剔除的有异物果料。执行机构 19 主要由汽缸 24、转轴 25 和翻板 26 组成，如图 2 所示。翻板 26 套入到转轴 25 中，每列的转轴 25 与汽缸 24 相互连接。计算机 15 通过串行通信口与 PLC6 相连，计算机 15 经果品原料阵列图像分析和异物识别后，发出异物在果品原料阵列中的定位信息，PLC 6 控制电磁阀 18 动作以驱动汽缸 24 转动，带动翻板 26 动作，将含有异物的果料剔除到收集箱 20 中。

计算机发出的是含异物果料的阵列位置信息，PLC 6 需要将此行列位置信息转换为触发对应剔除机构动作的准确时间。当接收到计算机发来的异物位置信息时，PLC 6 开始触发延时，所需的延时 t 由式（1）计算：

$$t = \frac{s + (N-1)*s'}{v} - t' \quad (秒) \quad (1)$$

式中， t' 为果品原料检测软件从开始进行图像处理到给出异物位置信息所花费的时间（秒）， s 为从光纤传感器安装位置到传输带末端的距离（米）， N 为异物在果料阵列里的行序数， s' 为果料行距（米）， v 为传输带的实时线速度（米/秒）。 t' 可由果品原料检测软件生成， v 可由式（2）计算求得：

$$v = \frac{\pi \times n \times D}{1000} \quad (\text{米}/\text{分钟}) \quad (2)$$

式中， n 为旋转编码器所获得的主动滚轮转速（转/分钟）， D 为主动滚轮的直径（毫米）。

辅助部件为人机交互界面 22，与 PLC 6 连通。人机交互界面 22 显示 PLC 对已通过的果品原料的行信息，当输送果品原料的列信息一定时，行列的乘积即为已经检测过的果品原料个数，即反映检测生产率；人机交互界面 22 同时也可以通过人工设定每帧图像检测的

果料行数。

基于机器视觉的果品原料实时检测和异物剔除系统的工作流程如图 3 所示。系统开始工作，各部分启动。旋转编码器测量传输带驱动滚轮的实时转速，PLC 将其与设定值比较，如果不相符，PLC 发出调整信号，变频器调整电机转速以调节传输带线速度；当布置在输送带旁边的光纤传感器探测到果料阵列进入拍摄段时，产生一个电平信号触发光源频闪和相机拍摄果料阵列的图像。采用透明输送带，可从其上、下方同时摄像。如果果料单列通过，则在传输带两侧加装两个相机即可实现果料的四面摄像；如果再设置拨叉机构可以使果料行转列，从而实现六面摄像。图 4a、图 4b 分别为拨叉机构动作前后的果料位置示意图。如图 4a、图 4b 所示，拨叉机构由拨叉 27、汽缸 28、固定导向套 29 和步进电机 30 组成，固定导向套 29 设置在输送带上方，电机 30 安装在其中，拨叉 27 与电机主轴用联轴器联结，汽缸 28 的活塞与拨叉 27 用轮槽相接。当拨叉机构工作时，汽缸 28 驱动拨叉 27 沿固定导向套 29 竖直下降至传输带表面，当随传输带前进的单列果料接触到拨叉 27 时，电机 30 驱动拨叉 27 并带动果料转动 90°，然后汽缸 28 带着拨叉上升到原始高度，电机 30 驱动拨叉 27 反转复位。导向套 29 表面开有竖直细长槽，汽缸 28 的活塞穿过此槽联结拨叉 27 并可上下运动，拨叉 27 的杆部与汽缸 28 的活塞相接的高度开有 90° 周向槽，活塞端部的小轮嵌入此槽，拨叉 27 旋转时汽缸活塞不会跟转。如图 5 所示，另一种使果料转位 90° 的方法是设置第二个输送机构（其输送带与前个输送装置的输送带垂直且承接来自前个输送带的果料），使果料行转列，并在第二输送带两侧布置相机，则可以实现果料的六面摄像。

相机摄取的图像经过图像采集卡传入计算机，由计算机的图像处理软件进行一系列的图像处理，判别是否有异物；然后计算机将检测结果（有无异物及异物位置）通过串行通信口输入到 PLC 里。在计算机处理图像时，传输带继续前行，在其末端将果料转移到剔除装置上。如果所通过的果料不含异物，剔除机构不动作，果料通过剔除装置掉到下一级的传输装置上；如果果料含有异物，PLC 经过计算触发延时，当果料达到剔除装置时触发剔除执行机构动作，将含有异物的果料翻倒入异物收集箱内。

实施例 2：基于机器视觉的半球物体实时检测与缺陷剔除系统

一种基于机器视觉的半球体实时检测与缺陷剔除系统与实施例 1 所述的系统不同之处在于：

- 1、光学照明系统是由顶面照射的穹顶光源、背光或正面照射的 LED 灯箱组成；
- 2、该系统采用上、下方位和周向布置的相机获取半球体全面积图像。如图 6 所示，周向 3 个面阵相机 3 彼此相隔 120°，安装在输送带同水平高度位置上，对射式光纤传感器 4 对称布置于传输带 5 上的两侧的传感器支架上；半球体 17 单列输送，故只需一套剔除装置。

剔除装置均由电磁阀 18、执行机构 19 和收集箱 20 组成，汽缸 24、转轴 25 和翻板 26 组成执行机构 19。周向相机采用专用夹具安装。如图 7 所示，专用夹具包括旋钮 31、夹板 32、螺纹立柱 33、光杆立柱 34、相机固定板 35、紧固板 36、底板支架 37、微调螺母 38 等零件，底板支架 37 通过通孔与输送机架 13 的导轨连接，其位置可以通过底板支架 37 的多个通孔调整，相机固定板 35 与光杆立柱 34 通过轴承连接，与螺纹立柱 33 通过螺纹紧密连接，并可以由旋钮 31 旋转螺纹立柱 33 进行上下位置的调整；光杆立柱 34 和螺纹立柱 33 通过上下两个夹板 32，夹板 32 通过螺栓固定于紧固板 36 上。螺纹立柱 33 穿过底板支架 37 与微调螺母 38 连接，松开微调螺母 38 可以实现夹具周向 360 度角任意角度的调节，这可以为安装相机提供方便，也可以用作其他角度的拍摄，满足其他检测目的。

3、由光纤传感器直接触发相机拍摄，无需旋转编码器。

如上所述，即可较好实施本发明。

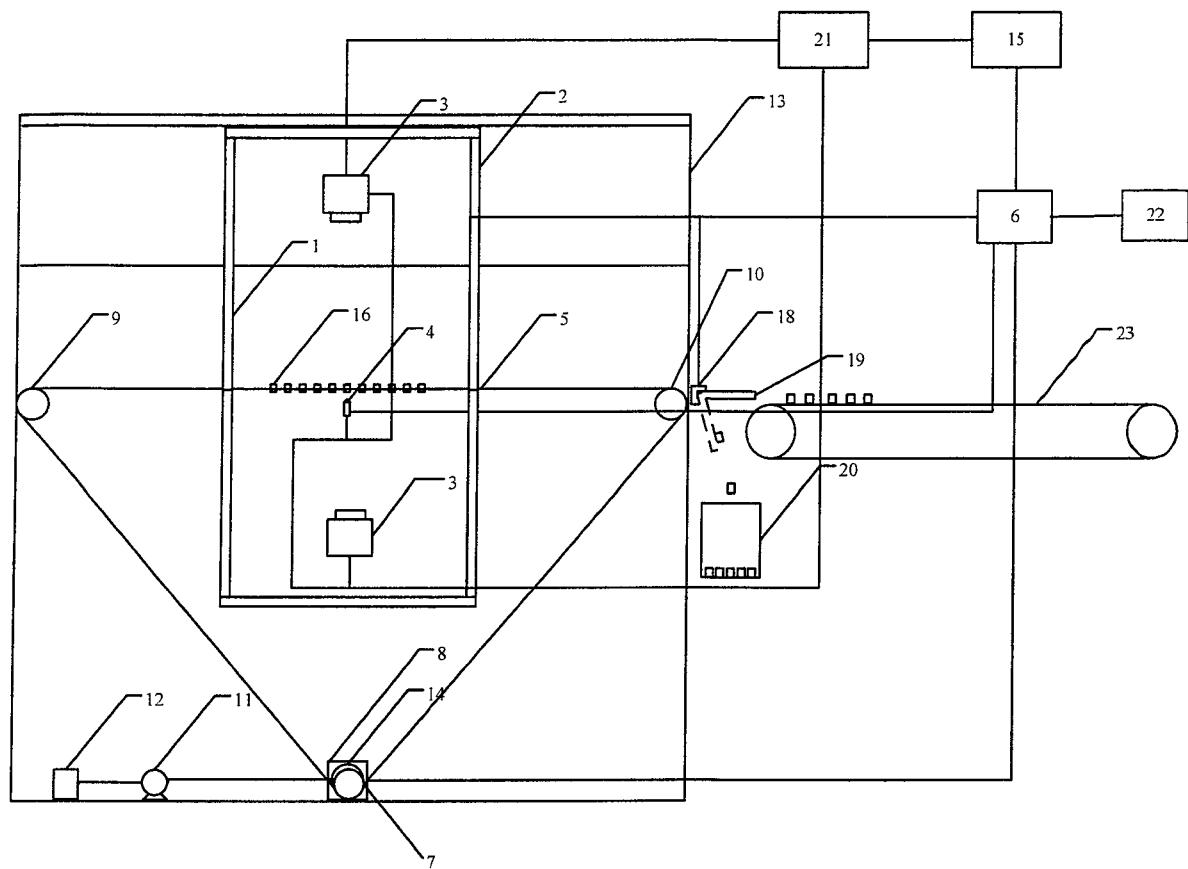


图 1

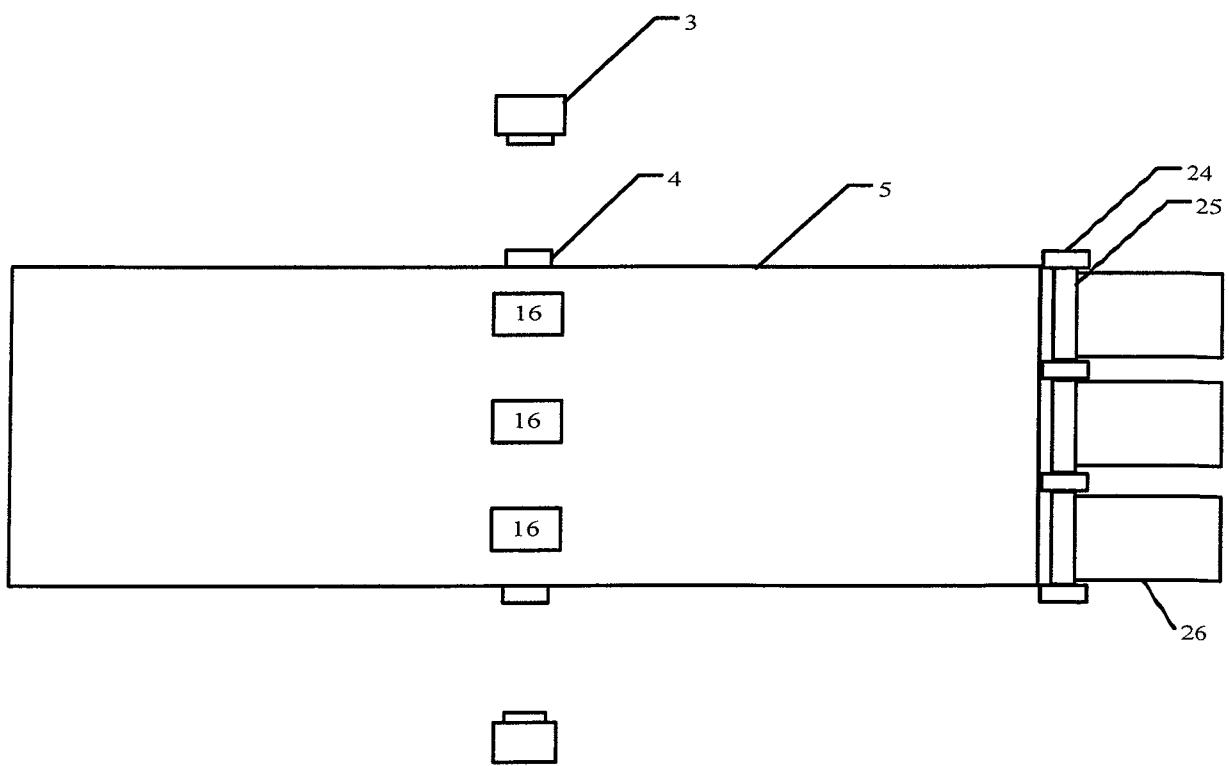


图 2

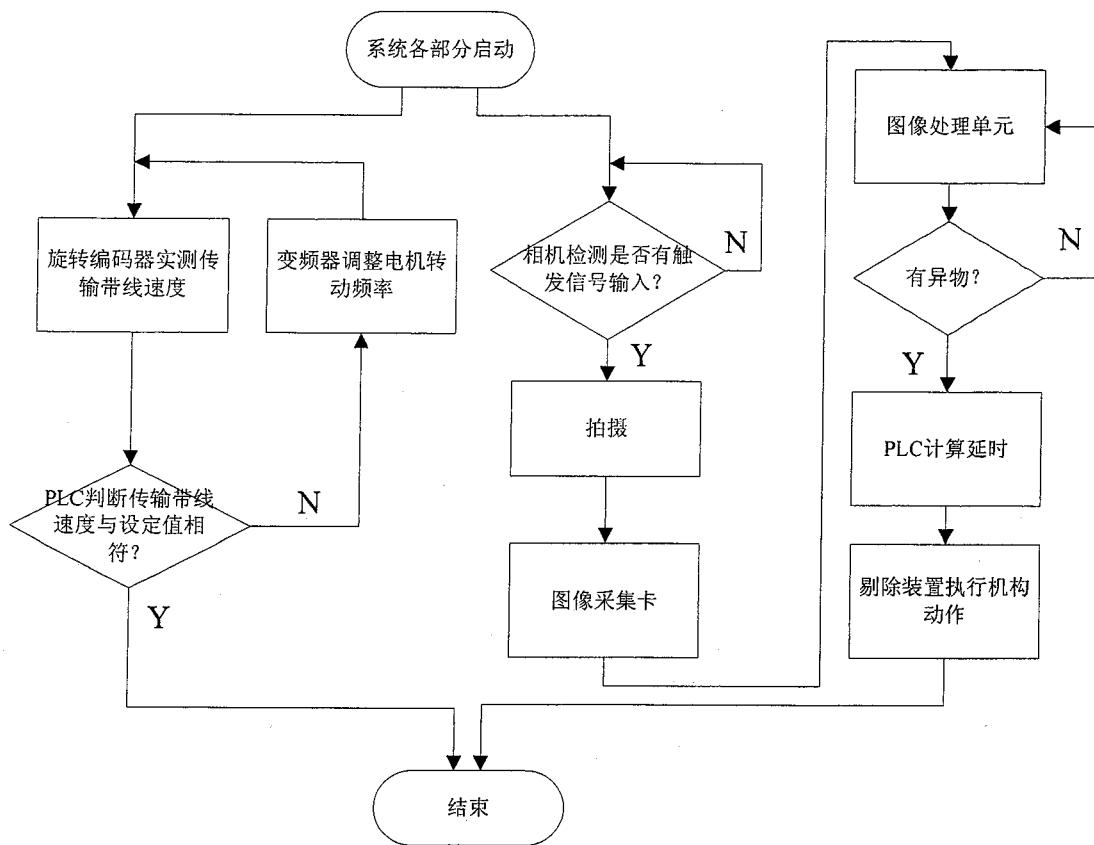


图 3

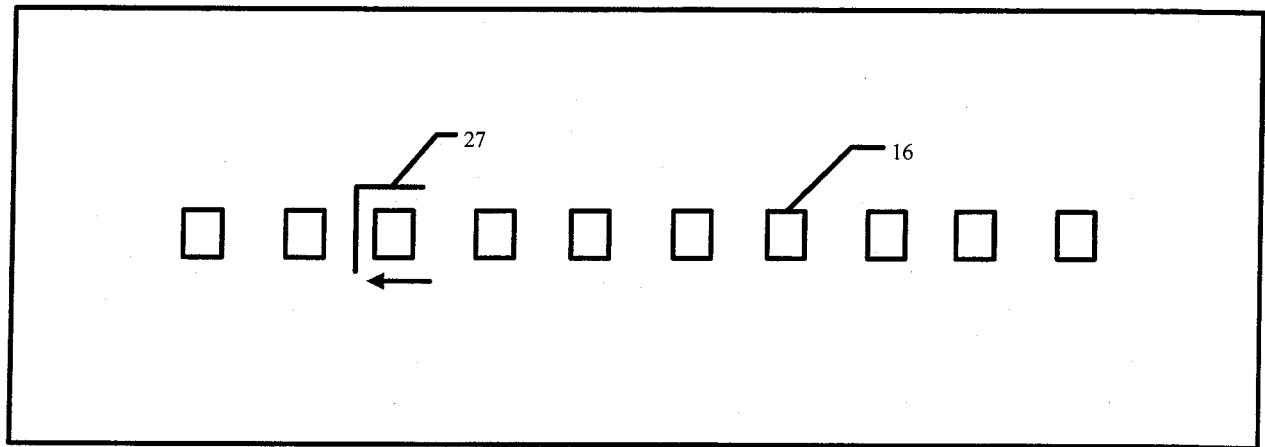


图 4a

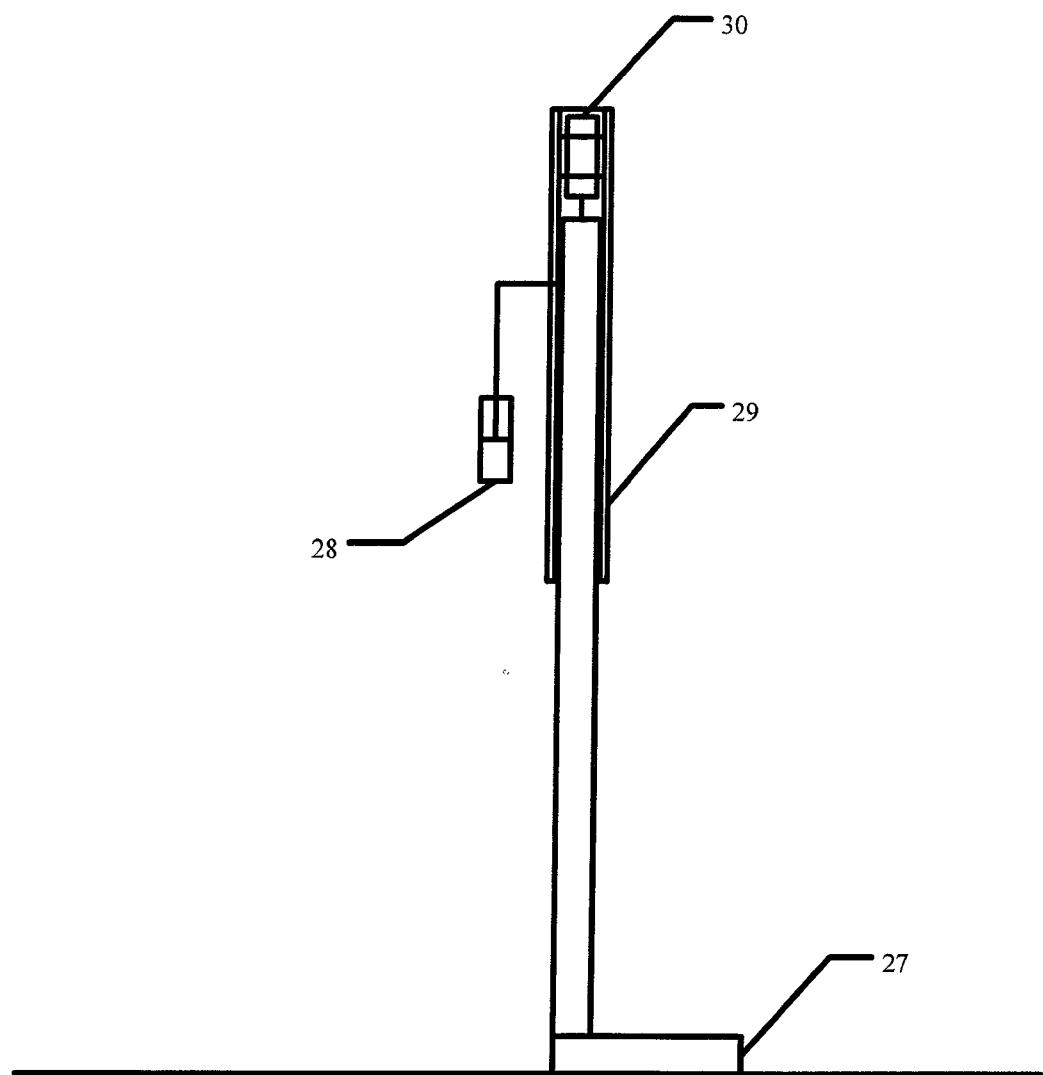


图 4b

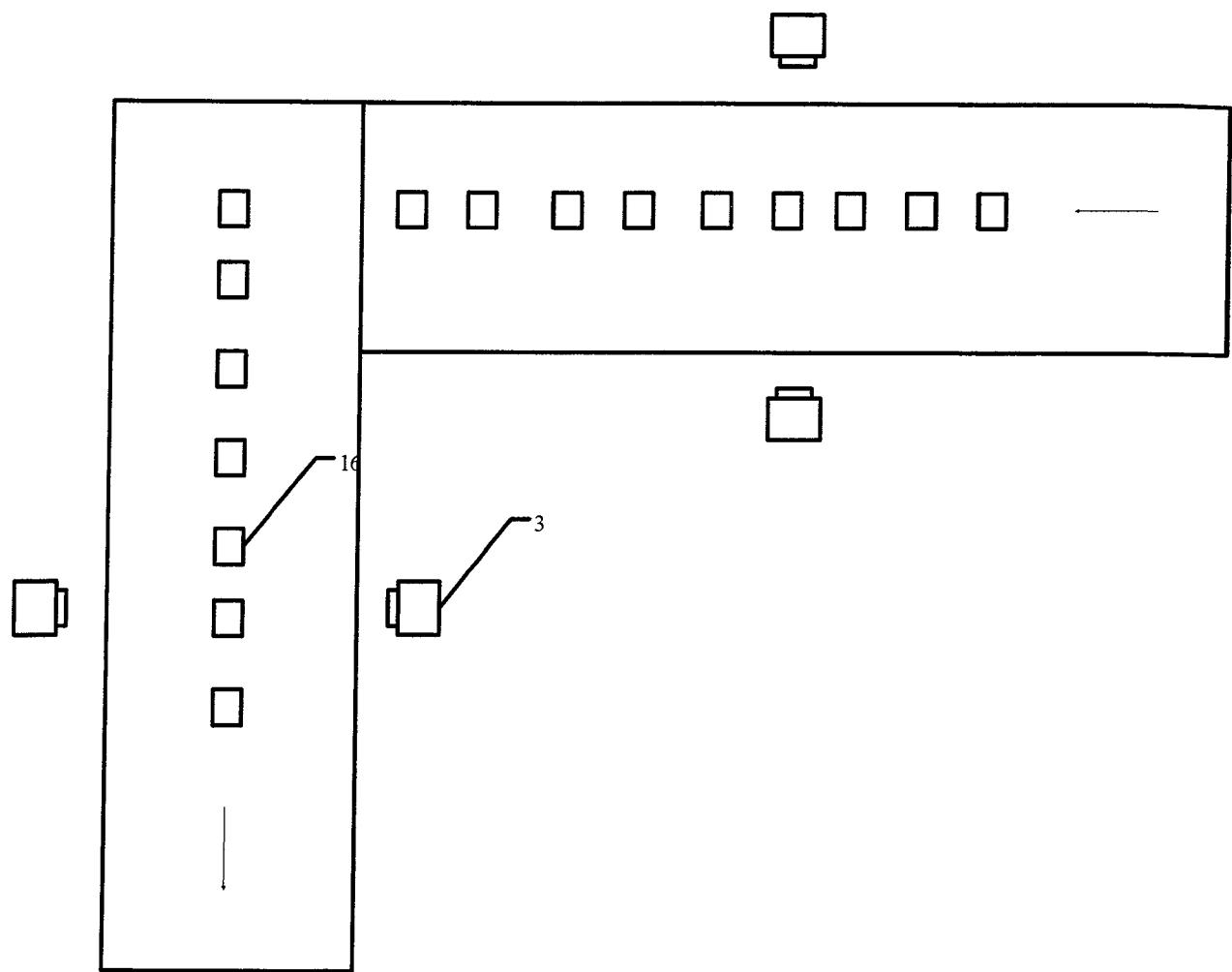


图 5

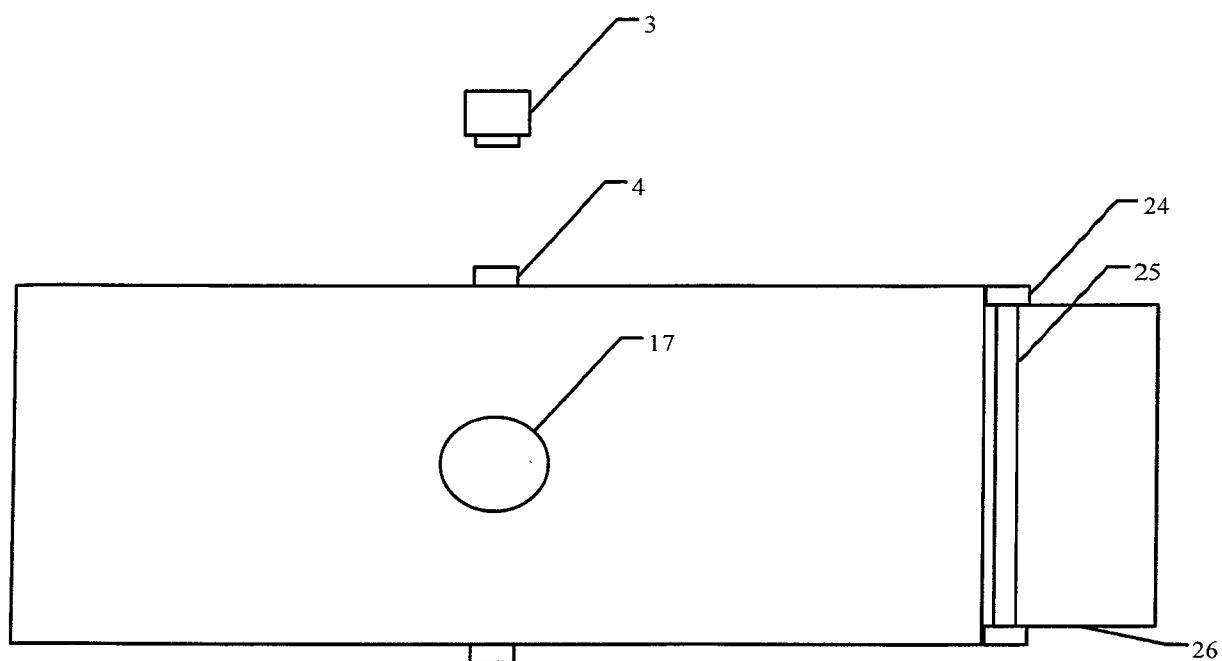


图 6

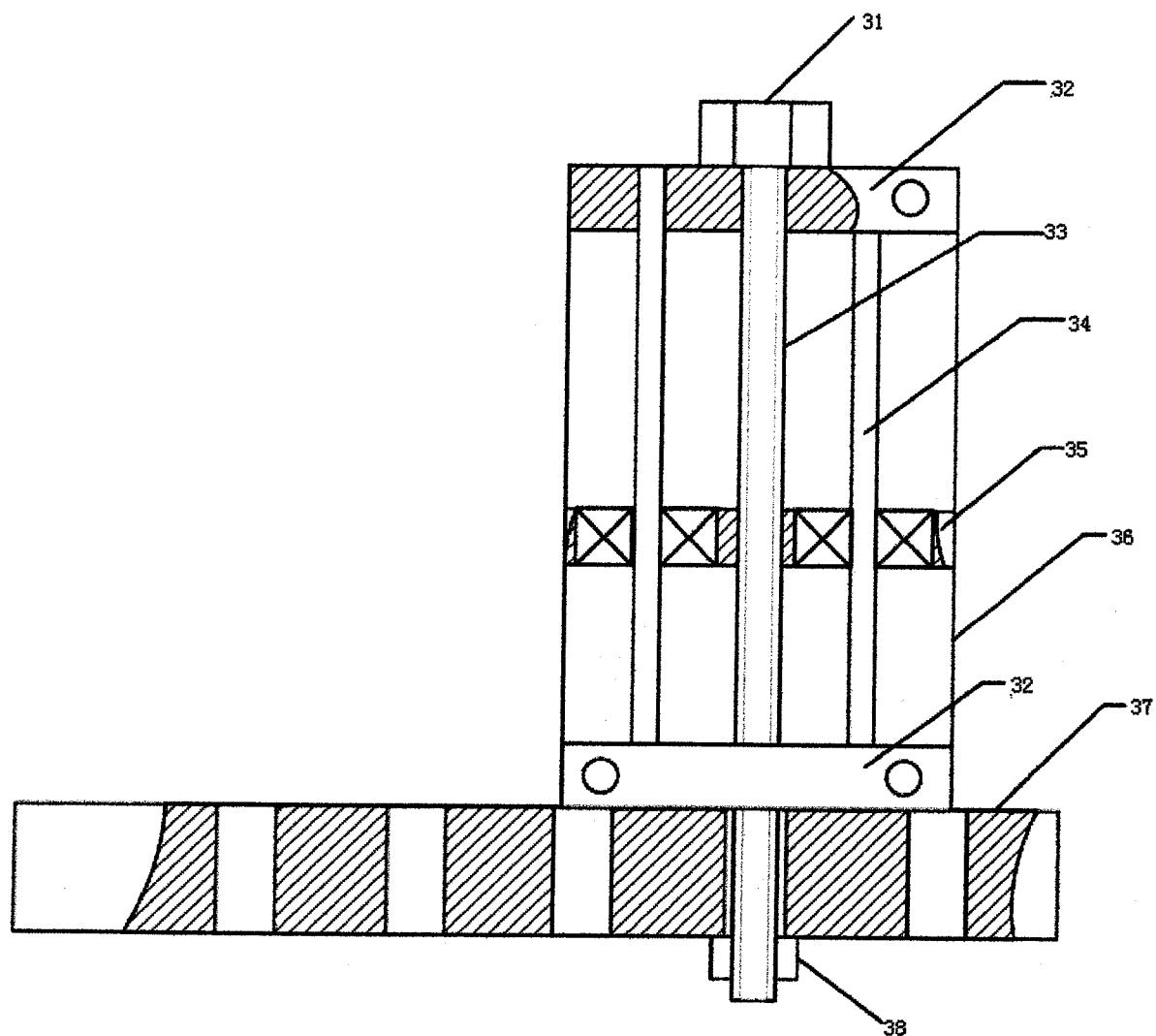


图 7