

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102169075 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201110005713. 3

(22) 申请日 2011. 01. 07

(73) 专利权人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁 11 号  
中国矿业大学(北京)

(72) 发明人 吴淼 杨泽生 刘宓 郝雪弟  
程新 朱信平

(51) Int. Cl.

G01N 11/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101655438 A, 2010. 02. 24, 全文.

CN 201237569 Y, 2009. 05. 13, 说明书第 1-3  
页、说明书附图 1.

CN 2191428 Y, 1995. 03. 08, 说明书第 1-3  
页、说明书附图 1-2.

US 5503003 A, 1996. 04. 02, 全文.

审查员 杨敏

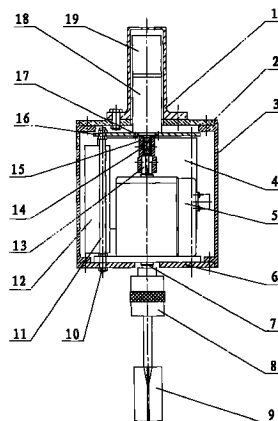
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置

(57) 摘要

本发明涉及一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,由直流无刷电机、减速器、直流无刷电机驱动电路、联轴节、扭矩传感器、单片机测量电路、液晶显示屏、键盘、连接卡套、转子、壳体组成。本发明转子转速可调,可实时监测物料屈服应力及转子转速变化,具有峰值保持功能,可记录、显示最大屈服应力值。本发明主要应用于黏稠物料屈服应力的测试,其结构紧凑、体积小、操作方便、测试稳定且精度高。



1. 一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,包括有驱动组件、测试组件、连接卡套、壳体 and 转子,其中驱动组件包括直流无刷电机(19)、直流无刷电机驱动电路(12)、减速器(18)和联轴节(15),测试组件包括单片机测量电路(4)、扭矩传感器(5)、键盘(33)和液晶显示屏(34),其中,减速器(18)直接与直流无刷电机(19)的输出轴连接,扭矩传感器输入轴(13)利用联轴节(15)与减速器(18)的输出轴相连接,扭矩传感器输出轴(7)通过连接卡套(8)与转子(9)相连接,壳体包括电机套筒(1)、壳体顶板(2)、壳体外壁(3)、壳体底板(6)和电机固定板(16),其中,驱动组件和测试组件安装在壳体内,驱动组件为测试装置的转子(9)提供旋转动力,测试组件具有电源检测复位和峰值保持功能,键盘(33)可设定单片机测量电路(4)的检测周期和上下极限值,实现峰值和实时检测值之间的切换,液晶显示屏(34)显示屈服应力和转速,转子(9)在测量前要埋入被测物料设定深度;

其中,所述的连接卡套(8),利用外套(26)重力和钢球(23)将转子(9)固定、卡紧,测试装置竖直放置时,向上推外套(26),转子(9)依靠自身重力下落,便于转子(9)的更换。

2. 根据权利要求1所述的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其特征在于其中所述的驱动组件,采用减速器(18)与直流无刷电机(19)连接后构成一个圆柱体,封装在便于手持的圆柱形电机套筒(1)内,直流无刷电机驱动电路包括交流变直流模块、直流电源换向按钮和电机调速模块。

3. 根据权利要求1所述的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其特征在于其中所述的测试组件,扭矩传感器(5)中安装旋转编码器测量转速,单片机测量电路包括信号隔离模块(30)、A/D模块(31)、单片机(32)、蜂鸣器(35)、看门狗芯片(36)、RS232接口(37)和交流变直流模块(39)。

4. 根据权利要求1所述的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其特征在于其中所述的转子(9),采用十字桨叶的结构形式,并在其端部设计刃角。

5. 根据权利要求1所述的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其特征在于其中所述的壳体,将驱动组件和测试组件都封装在其内部,其中通过调节螺母(10)改变电机固定板(16)的位置。

## 一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种物料测试装置,特别是涉及一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置。

### 背景技术

[0002] “高浓度黏稠物料”指工业生产过程中产生的含固量较高、黏度较大,在常温、常压下不具有流动性的废弃物。包括煤炭行业的原生煤泥,给排水行业的脱水污泥,制造行业的工业污泥,石化行业的油渣、油泥,有色金属行业的赤泥等工业固体废弃物,还包括制糖业的糖渣和酿酒业的酒糟等非工业固体废弃物,涉及 20 余个行业。现有固液分离工艺的含固量最大值,如煤泥为 75%、造纸废渣为 40%、城市脱水污泥为 20%等。

[0003] 高浓度黏稠工业废弃物堆积形态极不稳定,遇水即流失,风干即飞扬,对环境危害极大。目前对黏稠物料最好的运输办法是采用管道输送,管道输送具有基建投资低、对地形适应性强、不占或少占土地、不污染环境以及自动化程度高、可连续作业、受外界干扰小、运费低廉等优点,尤其是可形成以高浓度黏稠工业废弃物的管道输送为核心,将废弃物预处理、输送、处置等环节集成一体的集成化输送与处理系统。

[0004] 黏稠物料的屈服应力是影响物料搅拌特性、泵送系统的吸入特性和物料在管路中流动特性的关键因素。传统的测试仪器需用黏度计绘制切变速率曲线,再外推到剪切速率为零的坐标上,间接得到屈服应力,测试周期时间长。

[0005] 公告号为 CN22868Y,授权公告日为 1998 年 7 月 29 日的实用新型专利“粘度计”,该专利案的设计提出了一种用于医用明胶、树脂、油漆等工业生产线的粘度计,其通过采用扭矩传感器测试转子的扭矩,得到被测物料的黏度。该专利虽可通过绘制切变速率曲线,再外推到剪切速率为零的坐标上,间接得到被测物屈服应力,而由于黏稠物料的特殊理化特性,该仪器不能满足黏稠物料的测试要求。

[0006] 鉴于以上发明的缺陷,为了实现黏稠物料屈服应力的测试,缩短测试周期,并保证测试准确性,本发明人经过不断的研究、设计,并经反复试作样品及改进后,终于研制出具有实用价值的本发明。

### 发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于,针对现有的问题,提出一种黏稠物料屈服应力值测试装置,完成黏稠物料屈服应力的测量,摒弃传统需由黏度计绘制切变速率曲线,再外推到剪切速率为零的坐标轴上,间接得到屈服应力的测试方法,测试周期时间长。

[0008] 本发明的主要目的还在于,提供一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,该装置操作方便、测试稳定、精度高、体积小、便于手持且转子更换方便,可直接应用于工程现场,指导实际生产,为黏稠物料管道输送系统的设计和改进了提供了依据。

[0009] 本发明的目的及解决其技术问题是采用以下技术方案来实现的。依据本发明提出的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,包括驱动组件、测试组件、连接卡套、转子、

壳体。其中,驱动组件、测试组件都安装在壳体内,电机安装在电机固定板上,扭矩传感器固定在壳体底板上,电机通过刚性联轴节与扭矩传感器的输入轴连接,连接卡套固定在扭矩传感器的输出轴上,用于连接转子。驱动组件为测试装置的转子提供旋转动力,测试组件完成对扭矩传感器电压信号的检测、处理和物料的屈服应力值、转子转速在液晶显示屏上的显示,键盘用于设定单片机测量电路的检测周期值、上下极限值、实现峰值和实时检测值之间的切换。

[0010] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0011] 前述的一种浆叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其中所述的驱动组件是由直流无刷电机、直流无刷电机驱动电路、减速器和联轴节组成。减速器为行星齿轮减速器,直接与直流无刷电机的输出轴相连,构成圆柱形整体,利用螺钉竖直安装在电机固定板上,封装在圆柱形电机外套筒内,处于测试装置的最顶端,减速器引出驱动轴通过联轴节与扭矩传感器的输入轴相连,直流无刷电机驱动电路封装在金属盒中,用螺钉固定在壳体壁板的内侧,降低外界环境对电机驱动电路的影响。直流无刷电机驱动电路由交流变直流模块、直流电源换向模块、电机调速模块组成,交流变直流模块将交流电转换为可供电机工作的直流电,直流电源换向模块,实现电机的正反转,利用电机调速模块采用恒功率调速的方式,调节电机的转速。

[0012] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0013] 前述的一种浆叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其中所述的测试组件是由扭矩传感器、单片机测量电路组成。扭矩传感器为非接触式动态扭矩传感器,竖直放置,通过螺柱和螺母固定在底板上,其输入轴通过刚性联轴节与减速器的输出轴相连接,输出轴通过连接卡套与转子相连接,单片机测量电路安置在壳体内,用螺钉固定在壳体的内壁板上。扭矩传感器中安装旋转编码器同时测量转速变化。单片机测量电路包括 A/D 模块、信号隔离模块、交流变直流模块、RS232 接口、单片机、看门狗芯片、蜂鸣器、液晶显示屏和键盘,在壳体壁板上开槽,将液晶显示屏和键盘固定在在壳体壁板的外侧;通过 A/D 模块,将扭矩传感器的电压信号转换为数字信号,单片机计算后,在液晶屏上显示结果;交流变直流模块将交流电转换为可供单片机测量电路工作电压,同时为扭矩传感器供电;信号隔离模块使输入信号具有一定的抗干扰能力;采用定时脉冲计数的方式等间隔定时检测,同步测量扭矩和转速的变化情况;看门狗芯片实现了电源检测复位,有效避免电源干扰、波动引起的死机现象;具有峰值保持功能,记录下所测得的最大屈服应力值;采用标准的 RS-232 接口与上位机通讯;通过键盘可设定被测量的上下极限值,测量值超过极限值后蜂鸣器会鸣笛报警、电机断电,按下键盘的复位键,电机获得供电,重新测量,使敏感元件得到有效保护。

[0014] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0015] 前述的一种浆叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其中所述的连接卡套由轴套、螺钉、钢球、挡圈、外套组成,通过轴套、螺钉和挡圈将其固定在扭矩传感器的输出轴上,用于连接扭矩传感器的输出轴和转子轴,通过外套重力和钢球将转子固定、卡紧,测试装置竖直放置时,向上推外套,转子可依靠自身重力下落,方便了转子的更换。

[0016] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0017] 前述的一种浆叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其中所述的转子是测试装置

的执行元件,转子采用十字桨叶的结构形式,在特定工况下对转子的受力情况进行分析计算,选取两片具有一定强度和表面粗糙度的金属板材料,利用连接卡套与扭矩传感器输出轴相连。

[0018] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0019] 前述的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其中所述的壳体由电机套筒、壳体顶板、壳体壁板、壳体底板和电机固定板组成,电机外套筒利用螺栓、螺母固定在电机顶板上,壳体顶板、壳体底板与壳体壁板之间利用螺钉连接,构成一个封闭的壳体,其将驱动组件、测试组件封装在其内部。在装配过程中首先利用螺柱和螺母将扭矩传感器固定在底板上,然后利用螺钉将电机和减速器组成的整体固定在电机固定板上,通过调节螺母,可以小幅调整电机的位置,降低因电机轴和扭矩传感器轴之间不同轴对测试装置测试结果产生的影响。

[0020] 本发明一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置与现有技术相比,具有下列优点与有益效果:

[0021] (1) 本发明结构紧凑、体积小,可以手持电机外套筒,应用于工程现场对物料进行测量,指导实际生产;

[0022] (2) 本发明可直接显示黏稠物料的屈服应力值,摒弃了传统需绘制切变速率曲线,再外推到剪切速率为零的坐标上,间接得到屈服应力的测试方法,缩短了测量周期;

[0023] (3) 本发明测试精度高,重复性好,且操作简便。

[0024] 综上所述,本发明黏稠物料屈服应力测试装置,目的在于提出一种新的黏稠物料屈服应力测试方法,解决传统测量周期长的弊病,为黏稠物料管道输送系统的设计和改进了提供了依据,而且该装置体积小,可手持测量,便于生产现场使用。

## 附图说明

[0025] 图 1 是本发明结构图

[0026] 图 2 是本发明的连接卡套示意图

[0027] 图 3 是本发明的转子示意图

[0028] 图 4 是本发明的单片机测量电路原理图

[0029] 图中:

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| [0030] 1:电机外套筒     | 2:壳体顶板        |
| [0031] 3:壳体外壁      | 4:单片机测量电路     |
| [0032] 5:扭矩传感器     | 6:壳体底板        |
| [0033] 7:扭矩传感器输出轴  | 8:连接卡套        |
| [0034] 9:转子        | 10:螺母         |
| [0035] 11:螺柱       | 12:直流无刷电机驱动电路 |
| [0036] 13:扭矩传感器输入轴 | 14:减速器输出轴     |
| [0037] 15:联轴节      | 16:电机固定板      |
| [0038] 17:螺钉       | 18:减速器        |
| [0039] 19:直流无刷电机   | 20:扭矩传感器输出轴   |
| [0040] 21:轴套       | 22:转子轴        |

[0041]	23 :钢球	24 :螺钉
[0042]	25 :挡圈	26 :外套
[0043]	27 :翼板	28 :刃角
[0044]	29 :扭矩传感器输出电压信号	30 :信号隔离模块
[0045]	31 :A/D 模块	32 :单片机
[0046]	33 :键盘	34 :液晶显示屏
[0047]	35 :蜂鸣器	36 :看门狗芯片
[0048]	37 :RS232 接口	38 :上位机
[0049]	39 :交流变直流模块	40 :交流电源

### 具体实施方式

[0050] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效，

[0051] 以下结合附图及较佳实施例，对依据本发明提出的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的具体实施方式、结构、特征及其功效，详细说明如后。

[0052] 有关本发明的前述及其他技术内容、特点及功效，在以下配合参考图式的较佳实施例的详细说明中将可清楚呈现。通过具体实施方式的说明，当可对本发明为达成预定目的所采取的技术手段及功效得以更加深入且具体的了解，然而所附图仅是提供参考与说明之用，并非用来对本发明加以限制。

[0053] 如图 1 所示的本发明一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的结构图，由驱动组件、测试组件、连接卡套、转子、壳体组成。行星齿轮减速器 18 直接与直流无刷电机 19 的输出轴相连，构成圆柱形整体，利用螺钉 17 竖直安装在电机固定板 16 上，封装在圆柱形电机外套筒 1 内，处于测试装置的最顶端，电机外套筒 1 利用螺栓、螺母固定在壳体顶板 2 上，壳体顶板 2、壳体底板 6 与壳体壁板 3 之间用螺钉连接固定，扭矩传感器 5 竖直放置，通过螺柱 11 和螺母 10 固定在壳体的底板 6 上，其输入轴 13 利用刚性联轴节 15 与减速器的输出轴 14 相连接，其输出轴 7 通过连接卡套 8 与转子 9 相连接，调节固定电机固定板 16 的螺母 10，保证直流电机、减速器所构成的整体和扭矩传感器 5 的同轴度小于  $\phi 0.05\text{mm}$ 。直流无刷电机驱动电路 12 封装在金属盒内与单片机测量电路 4 一并利用螺钉固定在壳体壁板 3 的内侧，在壳体壁板 3 上开槽，将液晶显示屏、键盘、电机电源开关、正反转开关和电机调速旋钮都镶嵌在壳体壁板 3 的外侧。除壳体底板 6 和电机固定板 16 外均采用合金加工制造，在保证强度要求的情况下，降低了整个装置的质量。

[0054] 如图 2 所示的本发明一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的连接卡套示意图，由轴套 21、钢球 23、螺钉 24、挡圈 25、外套 26 组成，通过螺钉 24、挡圈 25 固定在扭矩传感器的输出轴 20 上，通过外套 26 重力、钢球 23、轴套 21 和转子轴 22 顶部的配合关系将转子 9 固定、卡紧，测试装置竖直放置时，向上推外套，转子 9 可依靠自身重力下落，其特有的设计形式，便于转子 9 的更换。

[0055] 如图 3 所示的本发明一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的转子示意图，采用十字桨叶的结构形式，翼板 27 数目为 4，由两片高强度金属材料制成，硬度应大于 HRC40，表面粗糙度小于  $Ra6.3\mu\text{m}$ ，转子的高宽比为 2，在端部设计刃角 28，减小了在插入物料的过程中对其的破坏程度，为扩大测试装置屈服应力的测试范围，设计了 4 种不同尺寸

的转子,不同转子的屈服应力测试范围有 10% 的重复覆盖区间。

[0056] 如图 4 所示的本发明一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的单片机测量电路原理图,由信号隔离模块 30、A/D 模块 31、单片机 32、键盘 33、液晶显示屏 34、蜂鸣器 35、看门狗芯片 36、RS232 接口 37、交流变直流模块 39 组成。通过 A/D 模块 31,将扭矩传感器输出的电压信号 29 转换为数字信号;信号隔离模块 30 使输入信号具有一定的抗干扰能力;交流变直流模块 39 将外部的交流电源 40 转换为可供单片机测量电路 4 工作的直流电;采用定时脉冲计数的方式等间隔定时检测,同步测量扭矩和转速的变化情况,在单片机 32 内部进行处理后,记录下所测得的最大屈服应力值,在液晶显示屏 34 上显示读数;看门狗芯片 36 实现了电源检测复位,有效避免电源干扰、波动引起的死机现象;采用标准的 RS-232 接口 37 与上位机 38 进行通讯;通过键盘 33 设定被测量的上下极限值,测量值超过极限值后蜂鸣器 35 会鸣笛报警、电机断电,按下键盘的复位键,电机获得供电,继而重新测量。

[0057] 本发明的一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置,其理论依据及数学表达式如下所述:

$$[0058] \quad M = \frac{\pi}{2} D^2 H \tau + \frac{\pi}{6} D^3 \tau - \frac{\pi}{12} D_1^3 \tau$$

[0059] 其中:M——转子所受扭矩(NM); $\tau$ ——柱面的抗剪强度(pa);D——十字板直径(m); $D_1$ ——十字板轴杆直径(m);H——十字板的高度(m)。

[0060] 一种桨叶式黏稠物料屈服应力旋转测试装置的操作步骤为:

[0061] (1) 设置转子旋转方向,接通测试装置的电源;

[0062] (2) 打开电机供电开关,调节电机调速旋钮设定电机转速,关闭电机供电开关;

[0063] (3) 将转子插入被测物料设定深度,打开电机供电开关,液晶显示屏显示转子转速值和扭矩传感器测得的屈服应力值;

[0064] (4) 读取测试结果后,断开测试装置电源,整理测试仪器。

[0065] 如上所述是本发明的基本构思。但是,在本发明的技术领域内,只要具备最基本的知识,可以对本发明的其他可操作的实施例进行改进。在本发明中对实质性技术方案提出了专利保护请求,其保护范围应包括具有上述技术特点的一切变化方式。

[0066] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

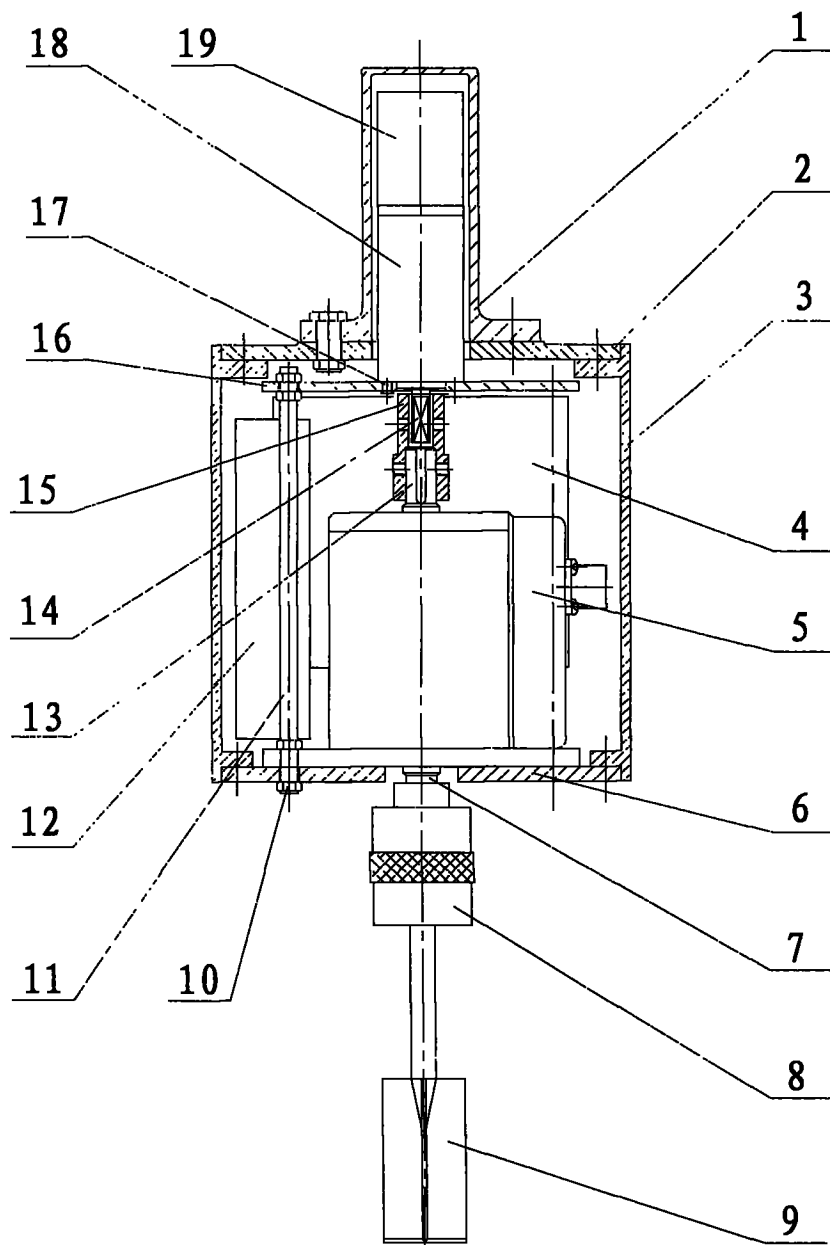


图 1



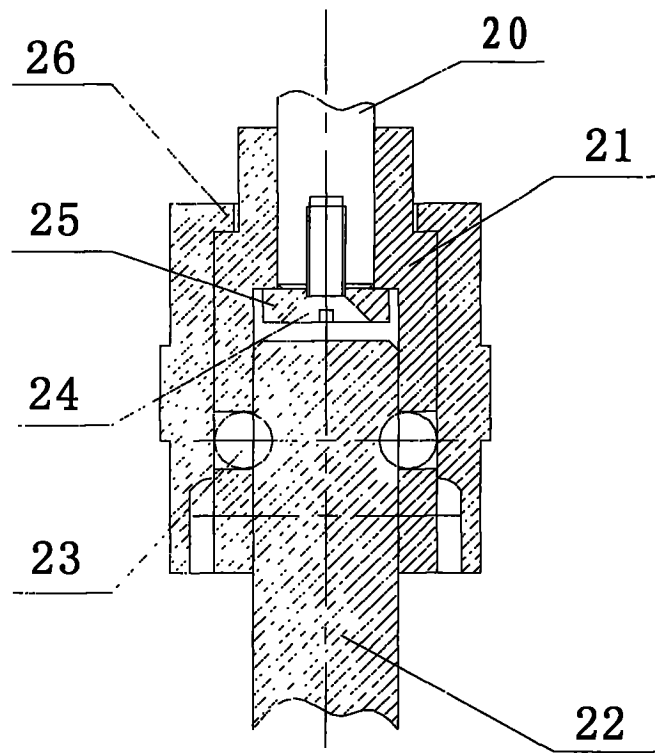


图 2

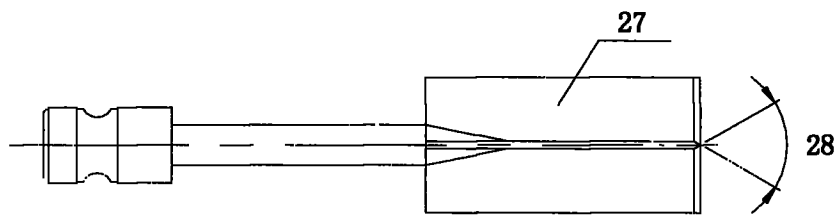


图 3

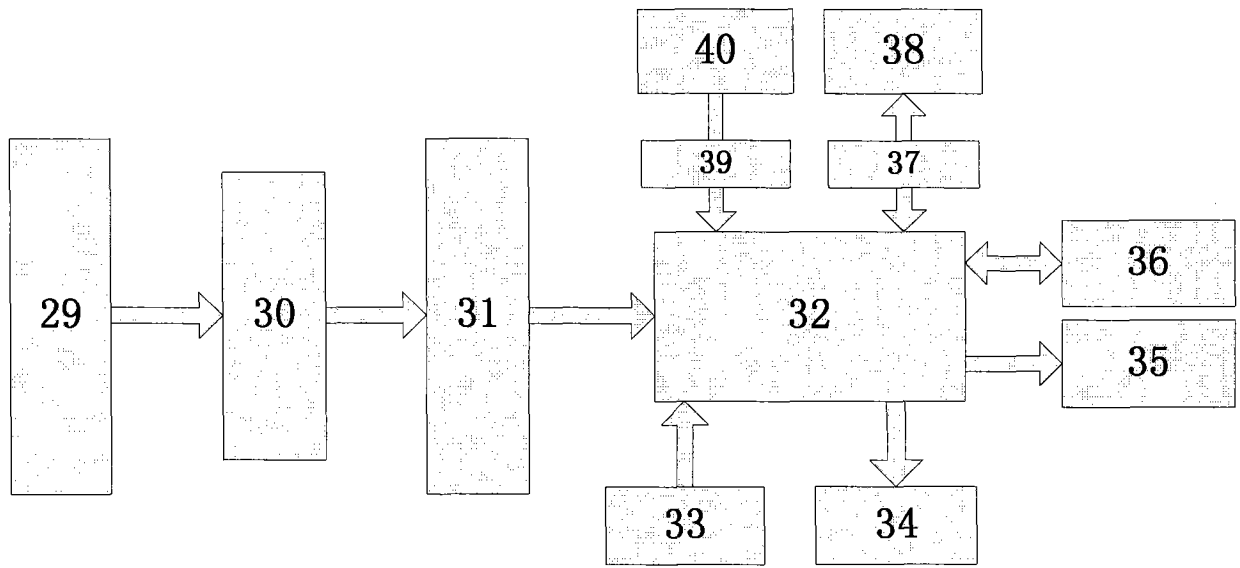


图 4