



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116609175 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 18

(21) 申请号 202310426193.6

(22) 申请日 2023.04.20

(71) 申请人 苏州城市学院

地址 215000 江苏省苏州市吴中区吴中大道1188号

(72) 发明人 曹芳 沈桓羽 戴佳洪 彭芳

(74) 专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代理
事务所(普通合伙) 32257

专利代理师 张荣

(51) Int. Cl.

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

G01N 3/04 (2006.01)

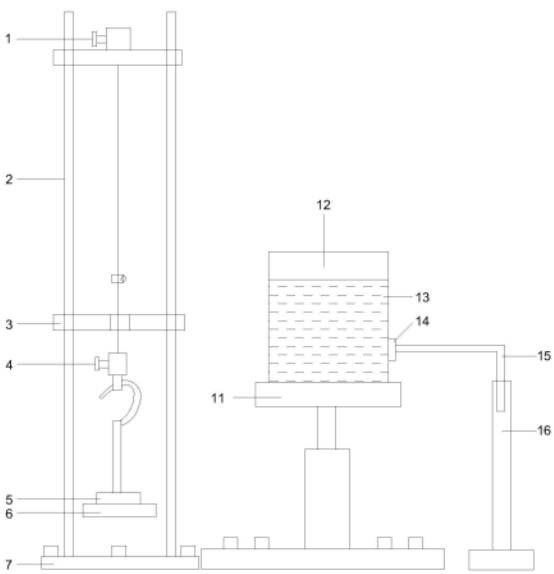
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种杨氏模量测量装置及其测量方法

(57) 摘要

本发明涉及一种杨氏模量测量装置及其测量方法,其中测量装置包括第一测量机构,包括第一基座、上夹头、下夹头和重量可调组件;上夹头固定于第一基座上,上夹头和下夹头分别夹持金属丝的端部,金属丝在上夹头和下夹头伸直;下夹头连接重量可调组件;金属丝设有感应单元,以监测金属丝的长度变化;第二测量机构,包括第二基座、容器、导管和量筒;第二基座支撑容器,容器内装有液体并且容器开设出液口;导管连接出液口和量筒且安装有自动控制阀门;控制单元,分别与感应单元和自动控制阀门电连接;控制单元收集感应单元采集的金属丝的长度变化,控制自动控制阀门的打开或关闭。本发明结构简单,使用方便,有利于提高测量的准确性。



1. 一种杨氏模量测量装置,其特征在于:包括:

第一测量机构,包括第一基座、上夹头(1)、下夹头(4)和重量可调组件;所述上夹头(1)固定于所述第一基座上,所述上夹头(1)和所述下夹头(4)分别夹持金属丝(9)的端部,所述金属丝(9)在所述上夹头(1)和所述下夹头(4)伸直;所述下夹头(4)连接所述重量可调组件;所述金属丝(9)设有感应单元(10),以监测所述金属丝(9)的长度变化;

第二测量机构,包括第二基座(11)、容器(12)、导管(15)和量筒(16);所述第二基座(11)支撑所述容器(12),所述容器(12)内装有液体(13)并且所述容器(12)开设出液口;所述导管(15)的一端连接所述出液口且安装有自动控制阀门(14),所述导管(15)的另一端连接所述量筒(16);

控制单元,分别与所述感应单元(10)和所述自动控制阀门(14)电连接;所述控制单元收集所述感应单元(10)采集的所述金属丝(9)的长度变化,控制所述自动控制阀门(14)的打开或关闭。

2. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述重量可调组件包括砝码盘(6)和至少一个砝码(5),所述砝码盘(6)包括挂钩、连接杆和支承座,所述连接杆分别连接所述挂钩和所述支撑座,所述砝码(5)可放置于所述支撑座上;所述下夹头(4)具有连接部,所述连接部开设用于悬挂所述挂钩的通孔。

3. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述第一基座包括上横梁(8)、下横梁(3)、底座(7)和一组立柱(2),一组所述立柱(2)垂直固定于所述底座(7),所述上横梁(8)和所述下横梁(3)套设于所述立柱(2),且所述上横梁(8)和所述下横梁(3)相互平行;所述上横梁(8)支承所述上夹头(1);所述下横梁(3)开设贯穿孔,所述金属丝(9)的端部从所述贯穿孔穿过。

4. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述容器(12)在不同高度的截面形状是相同的。

5. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述容器(12)的截面可以是圆形、椭圆形和多边形中的一种。

6. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述液体(13)为水。

7. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述控制单元为STM32系列的单片机;所述感应单元(10)为长度传感器。

8. 根据权利要求1所述的杨氏模量测量装置,其特征在于:所述第一基座和所述第二基座(11)分别设有至少一个配重块,所述配重块以防止所述第一基座和所述第二基座(11)侧翻。

9. 一种测量方法,利用如权利要求1-8任一项所述的杨氏模量测量装置进行测量,其特征在于包括以下步骤:

分别测出金属丝(9)的初始直径、容器(12)的直径和上横梁(8)与感应单元(10)之间的金属丝(9)的初始长度;

通过重量可调组件使金属丝(9)发生形变,当感应单元(10)感应到金属丝(9)的长度变化时,控制单元控制自动控制阀门(14)打开,容器(12)内的液体(13)通过导管(15)流进量筒(16)直到感应单元(10)感应不到金属丝(9)的变化为止,控制单元控制自动控制阀门(14)关闭,读出并记录量筒(16)内体积。

10. 根据权利要求9所述的测量方法,其特征在于:计算杨氏模量的公式如下:

$$Y = \frac{mgL_0D^2}{\Delta Vd^2}$$

式中,Y为杨氏模量,mg为重量可调组件的重量, L_0 为上横梁(8)与感应单元(10)之间的金属丝(9)的初始长度,D为容器(12)的直径, ΔV 为容器(12)内液体(13)的变化体积,d为金属丝(9)的初始直径。

一种杨氏模量测量装置及其测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及实验装置技术领域,尤其是指一种杨氏模量测量装置及其测量方法。

背景技术

[0002] 在现有的物理实验中,通常采用光杠杆法来测量金属丝的杨氏模量。现有的光杠杆法需要用到尺度望远镜,杨氏模量测定仪与尺度望远镜两者放置距离一般要求在1.5m左右,为了方便调试观察,要将两个实验仪器分别放到两个桌子上,这样不仅导致占用场地大,而且在实验过程中实验操作人员来回往返这两台仪器进行调整、观察及测量不经意间就会碰到桌子,严重的话会导致实验失败;

[0003] 另外,光杠杆法在测量之前,需要实验者耗费大量的时间和精力调出望远镜-光杠杆小镜-标尺三者成物-镜-像入射与反射关系。

[0004] 在实验过程中,光杠杆小镜因实验者粗心大意掉落造成损坏的现象比比皆是,维护成本较高。

[0005] 因此,亟需设计一种有操作简单,节约空间和时间的杨氏模量测量装置。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明公开了一种杨氏模量测量装置及其测量方法。

[0007] 本发明所采用的技术方案如下:

[0008] 一种杨氏模量测量装置,包括:

[0009] 第一测量机构,包括第一基座、上夹头、下夹头和重量可调组件;所述上夹头固定于所述第一基座上,所述上夹头和所述下夹头分别夹持金属丝的端部,所述金属丝在所述上夹头和所述下夹头伸直;所述下夹头连接所述重量可调组件;所述金属丝设有感应单元,以监测所述金属丝的长度变化;

[0010] 第二测量机构,包括第二基座、容器、导管和量筒;所述第二基座支撑所述容器,所述容器内装有液体并且所述容器开设出液口;所述导管的一端连接所述出液口且安装有自动控制阀门,所述导管的另一端连接所述量筒;

[0011] 控制单元,分别与所述感应单元和所述自动控制阀门电连接;所述控制单元收集所述感应单元采集的所述金属丝的长度变化,控制所述自动控制阀门的打开或关闭。

[0012] 在一些实施例中,所述重量可调组件包括砝码盘和至少一个砝码,所述砝码盘包括挂钩、连接杆和支承座,所述连接杆分别连接所述挂钩和所述支撑座,所述砝码可放置于所述支撑座上;所述下夹头具有连接部,所述连接部开设用于悬挂所述挂钩的通孔。

[0013] 在一些实施例中,所述第一基座包括上横梁、下横梁、底座和一组立柱,一组所述立柱垂直固定于所述底座,所述上横梁和所述下横梁套设于所述立柱,且所述上横梁和所述下横梁相互平行;所述上横梁支承所述上夹头;所述下横梁开设贯穿孔,所述金属丝的端部从所述贯穿孔穿过。

[0014] 在一些实施例中,所述容器在不同高度的截面形状是相同的。

- [0015] 在一些实施例中,所述容器的截面可以是圆形、椭圆形和多边形中的一种。
- [0016] 在一些实施例中,所述液体为水。
- [0017] 在一些实施例中,所述控制单元为STM32系列的单片机;所述感应单元为长度传感器。
- [0018] 在一些实施例中,所述第一基座和所述第二基座分别设有至少一个配重块,所述配重块以防止所述第一基座和所述第二基座侧翻。
- [0019] 一种测量方法,利用如上述所述的杨氏模量测量装置进行测量,包括以下步骤:
- [0020] 分别测出金属丝的初始直径、容器的直径和上横梁与感应单元之间的金属丝的初始长度;
- [0021] 通过重量可调组件使金属丝发生形变,当感应单元感应到金属丝的长度变化时,控制单元控制自动控制阀门打开,容器内的液体通过导管流进量筒直到感应单元感应不到金属丝的变化为止,控制单元控制自动控制阀门关闭,读出并记录量筒内体积。
- [0022] 在一些实施例中,计算杨氏模量的公式如下:

$$[0023] \quad Y = \frac{mgL_0 D^2}{\Delta V d^2}$$

- [0024] 式中,Y为杨氏模量,mg为重量可调组件的重量, L_0 为上横梁与感应单元之间的金属丝的初始长度,D为容器的直径, ΔV 为容器内液体的变化体积,d为金属丝的初始直径。
- [0025] 本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点:
- [0026] 本发明所述的杨氏模量测量装置在现有的杨氏模量测量仪基础上,增加感应单元、平台、容器、导管、自动控制阀门和量筒,减少光杆杆、望远镜及标尺装置。
- [0027] 本发明所述的杨氏模量测量装置可只放到一个实验桌子上,占地小;不需要实验者在两个桌子间来回走动,有效避免实验者不经意间触碰桌子;也不需要调试复杂的光路系统,节约实验时间;没有用到光杠杆,大大降低维护成本。
- [0028] 本发明所述的杨氏模量测量装置结构简单,使用方便,有利于提高测量的准确性。

附图说明

- [0029] 为了使本发明的内容更容易被清楚的理解,下面根据本发明的具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明。
- [0030] 图1是本发明中杨氏模量测量装置的示意图。
- [0031] 图2是本发明中感应单元、控制单元和自动控制阀门的原理框图。
- [0032] 说明书附图标记说明:1、上夹头;2、立柱;3、下横梁;4、下夹头;5、砝码;6、砝码盘;7、底座;8、上横梁;9、金属丝;10、感应单元;11、第二基座;12、容器;13、液体;14、自动控制阀门;15、导管;16、量筒。

具体实施方式

- [0033] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。
- [0034] 关本发明的前述及其他技术内容、特点与功效,在以下配合参考附图对实施例的详细说明中,将可清楚的呈现。以下实施例中所提到的方向用语,例如:上、下、左、右、前或

后等,仅是参考附图的方向。因此,使用的方向用语是用来说明并非用来限制本发明,此外,在全部实施例中,相同的附图标号表示相同的元件。

[0035] 经实验研究发现,采用现有的光杠杆法来测量金属丝的杨氏模量,实验占用场地大,实验操作繁琐、复杂,且实验过程易损坏实验器具,造成实验失败。

[0036] 因此,本发明提出一种杨氏模量测量装置及其测量方法。

[0037] 参照图1所示,一种杨氏模量测量装置,包括第一测量机构、第二测量机构和控制单元。

[0038] 其中,第一测量机构包括第一基座、上夹头1、下夹头4和重量可调组件;上夹头1固定于第一基座上,上夹头1和下夹头4分别夹持金属丝9的端部,金属丝9在上夹头1和下夹头4伸直;下夹头4连接重量可调组件;金属丝9设有感应单元10,以监测金属丝9的长度变化。优选地,金属丝9为钢丝,钢丝具有延性和展性。

[0039] 具体地,第一基座包括上横梁8、下横梁3、底座7和一组立柱2,一组立柱2垂直固定于底座7,上横梁8和下横梁3套设于立柱2,且上横梁8和下横梁3相互平行;上横梁8支承上夹头1;下横梁3开设贯穿孔,金属丝9的端部从贯穿孔穿过。

[0040] 重量可调组件包括砝码盘6和至少一个砝码5,砝码盘6包括挂钩、连接杆和支承座,连接杆分别连接挂钩和支撑座,砝码5可放置于支撑座上;下夹头4具有连接部,连接部开设用于悬挂挂钩的通孔。具体地,连接部可以是和下夹头4固定连接的一安装块,沿安装块的长度方向开设贯穿安装块的通孔,挂钩挂于该通孔。其中,固定连接的方式可以是一体成型、焊接、螺栓连接、铆接和粘接中的一种。

[0041] 第二测量机构包括第二基座11、容器12、导管15和量筒16;第二基座11支撑容器12,容器12内装有液体13并且容器12开设出液口;导管15的一端连接出液口且安装有自动控制阀门14,导管15的另一端连接量筒16。其中,第二基座11可升降、可调水平,例如,第二基座11包括平台板、升降驱动源如单作用气缸和底板,升降驱动源的作用部连接平台板,升降驱动源的固定部安装于底板,平台板支撑容器12,当第二基座11需要调节高度时,启动升降驱动源,升降驱动源的作用部作用于平台板,平台板进行升降,从而实现高度调节;另外,升降驱动源的安装部可通过螺栓固定于底板,当第二基座11需要调节水平方向的位置时,松动螺栓,重新选择升降驱动源在底板上的安装位置,并通过螺栓固定。

[0042] 具体地,容器12在不同高度的截面形状是相同的,容器12的截面可以是圆形、椭圆形和多边形中的一种。在本实施例中,容器12的截面是圆形,便于测量计算容器12的截面积。液体13为水或其他溶液。

[0043] 控制单元,分别与感应单元10和自动控制阀门14电连接;如图2所示,控制单元收集感应单元10采集的金属丝9的长度变化,控制自动控制阀门14的打开或关闭。

[0044] 具体地,控制单元为STM32系列的单片机,进一步地,本实施例中采用STM32F103C8T6,感应单元10为长度传感器,优选地,长度传感器可采用管式结构的电感式传感器。

[0045] 优选地,第一基座和第二基座11分别设有至少一个配重块,配重块以防止第一基座和第二基座11侧翻。

[0046] 本发明的安装原理如下:

[0047] 将待测的金属丝9通过上夹头1和下夹头4进行固定伸直,砝码盘6连接下夹头4,感

应单元10固定在待测的金属丝9并对准容器12,容器12放在第二基座11上,确保第二基座11水平,往容器12内倒入液体直至与感应单元10所在水平面等高或稍高处,自动控制阀门14安装于靠近容器12出液口的导管15的一端,导管15的另一端伸入量筒16。

[0048] 本发明的工作原理如下:

[0049] 分别测出金属丝9的初始直径、容器12的直径和上横梁8与感应单元10之间的金属丝9的初始长度;

[0050] 通过重量可调组件使金属丝9发生形变,当感应单元10感应到金属丝9的长度变化时,控制单元控制自动控制阀门14打开,容器12内的液体13通过导管15流进量筒16直到感应单元10感应不到金属丝9的变化为止,控制单元控制自动控制阀门14关闭,读出并记录量筒16内体积,并通过以下公式计算出杨氏模量:

$$[0051] \quad Y = \frac{mgL_0 D^2}{\Delta V d^2}$$

[0052] 式中,Y为杨氏模量,mg为重量可调组件的重量, L_0 为上横梁8与感应单元10之间的金属丝9的初始长度,D为容器12的直径, ΔV 为容器12内液体13的变化体积,d为金属丝9的初始直径。

[0053] 以下通过本发明提供的杨氏模量测量方法和现有的光杠杆法进行对比,证明本发明提供的测量方法的可靠性和便捷性。

[0054] 实施例1:

[0055] S1、测量长度:首先将一个质量为0.36kg的砝码5放在砝码盘6上,将金属丝9拉直、紧绷,用米尺单次测量上横梁8与感应单元10之间的金属丝9的长度 L_0 ,螺旋测微器测量金属丝9的六个不同位置的直径d,游标卡尺测量容器12的六个不同位置的内直径D,记录在数据表格中(见表1);

[0056] S2、调整容器12内液体13的液面:将容器12放到第二基座11上,往容器12内加水,加到与感应单元10的高度略高处,打开电源,感应单元10感应到金属丝9的长度变化,控制单元控制自动控制阀门14打开,容器12内的液体13通过导管15进入量筒16,直至感应单元10感应不到金属丝9的长度变化,控制单元控制自动控制阀门14关闭。

[0057] S3、测量读数:先直接读取量筒16里的液体13的体积,然后将每个质量为0.36kg的砝码5逐个放到砝码盘6上,依次读取量筒16内液体13的体积,共加五个砝码5,得到六个不同体积读数V,记录在表格中。

[0058] S4、计算:计算前后增加砝码5所对应体积的变化 ΔV ,求出杨氏模量Y,计算不确定度并写出结果。

[0059] 表1实施例原始数据及计算表格

[0060]

钢丝原长 L_0 /cm		65.5						
钢丝直径 测量	次数	1	2	3	4	5	6	平均值
	d /cm	0.0202	0.0200	0.0199	0.0201	0.0198	0.0200	0.0200
容器直径 测量	次数	1	2	3	4	5	6	平均值
	D/cm	9.006	9.004	8.996	8.994	8.992	9.008	9.000
钢丝受外	次数	1	2	3	4	5	6	

[0061]

力后液体 体积	砝码质量/kg	0.36	0.72	1.08	1.44	1.80	2.16	
	V_i/cm^3	2.38	4.54	6.80	9.05	11.3	13.54	
$\overline{\Delta V} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^3 (V_{i+3} - V_i) / \text{cm}^3$		2.24	$\bar{Y} = \frac{\text{mg}L_0D^2}{\Delta Vd^2} /$ (N/m ²)		2.09×10 ¹¹			

[0062] 对比例1:

[0063] S1、测量长度:首先将一个质量为0.36kg的砝码放在砝码盘上,将金属丝拉直、紧绷,用米尺单次测量上横梁与下横梁之间的金属丝的长度 L_0 ,用游标卡尺单次测量光杠杆常数Z,用米尺测量光杠杆与望远镜的距离D,螺旋测微器测量金属丝六个不同位置的直径d,记录数据表格中(见表2);

[0064] S2、调整光路系统;

[0065] S2.1、光杠杆的两前足放在工件平台的沟槽内,后足放在下夹头的平面上,调整平面镜的平面,使其与桌面垂直。

[0066] S2.2、调整望远镜镜筒与平面镜等高,使望远镜镜筒垂直于平面镜。

[0067] S2.3、初步寻找标尺的像。用眼睛直接从望远镜镜筒外观察平面镜反射,看镜中有无标尺的像。若未见到,则左右移动望远镜标尺架,同时观察平面镜直到在平面镜中看到标尺的像。

[0068] S2.4、调望远镜找标尺的像。先调望远镜目镜,看到清晰的十字叉丝;再调调焦手轮,使标尺成像在十字叉丝平面上,并且清晰。

[0069] S2.5、调整平面镜的镜面,使其垂直于望远镜光轴,并使望远镜十字叉丝水平线正好压住标尺零刻度线或靠近零刻度附近。

[0070] S3、用尺度望远镜测量叉丝读数:读取叉丝在标尺上的位置读数,然后将每个质量为0.36kg的砝码逐个放到砝码盘上,依次读取叉丝在标尺上的位置读数,共加5个砝码,得到六个位置读数A,记录在表格中。

[0071] S4、计算:计算 ΔA ,求出杨氏模量Y,计算不确定度并写出结果。

[0072] 表2对比例的实验原始数据及计算表格

[0073]	钢丝原长 L_0/cm		65.6	光杠杆常数 Z/cm		6.822	光杠杆与望远镜 的距离 D/cm		110.0
	钢丝直径 测量	次数	1	2	3	4	5	6	平均值
		d/cm	0.0201	0.0199	0.0199	0.0202	0.0199	0.0200	0.0200
	钢丝受外 力后伸长 量的测量	次数	1	2	3	4	5	6	
		砝码质量/kg	0.36	0.72	1.08	1.44	1.80	2.16	
		A_i/mm	0.0	11.3	22.5	34.0	45.7	57	
$\overline{\Delta L} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^3 (L_{i+3} - L_i) / \text{mm}$		11.4	$\bar{Y} = \frac{8mgL_0D}{\pi d^2 Z \Delta A} /$ (N/m^2)			2.09×10^{11}			

[0074] 表3实施例与对比例结果对比

[0075]		实验时长 (min)	$\bar{Y}$ /(N/m ²)	相对误差, 查资料钢 丝杨氏模量为 2.01~2.16/(10 ¹¹ N·m ²)
	实施例	10	2.09×10^{11}	4%
	对比例	40	2.09×10^{11}	4%

[0076] 由表3可知,本发明所提供的杨氏模量测量方法不需要实验者在两个桌子间来回走动,有效避免实验者不经意间触碰桌子;也不需要调试复杂的光路系统,节约实验时间;没有用到光杠杆,大大降低维护成本。因此,本发明提供的杨氏模量测量装置,结构简单,使用方便,有利于提高测量的准确性。

[0077] 在本发明实施例的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,若出现术语“设置”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0078] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

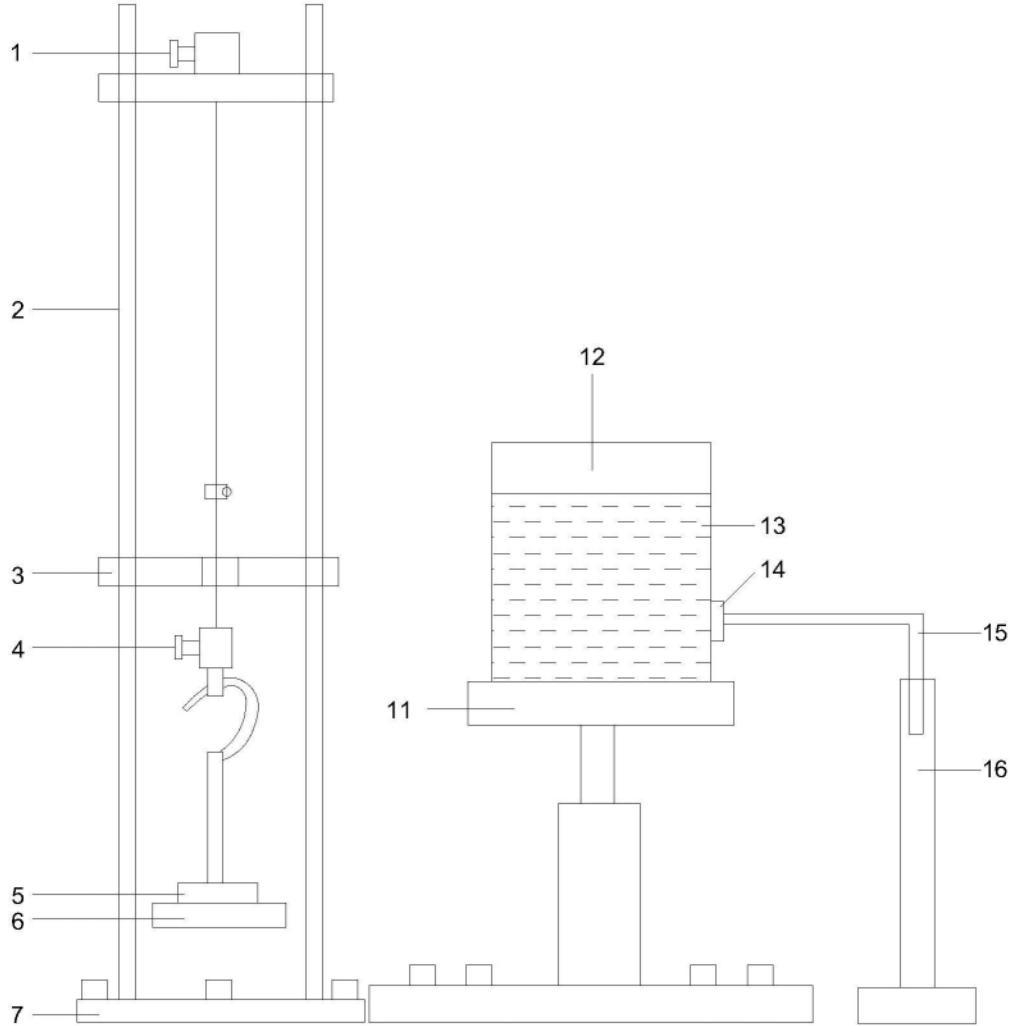


图1

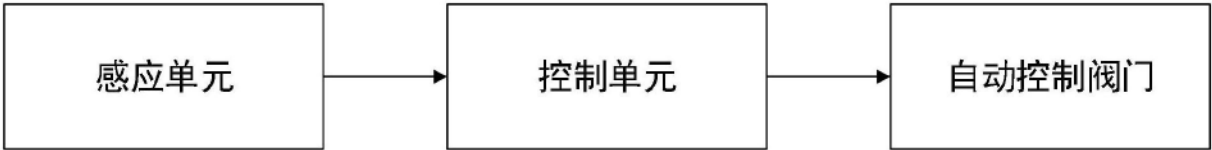


图2