



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113848128 A

(43) 申请公布日 2021.12.28

(21) 申请号 202111127579.4

(22) 申请日 2021.09.26

(71) 申请人 浙江理工大学

地址 310000 浙江省杭州市江干区杭州经济开发区白杨街道

(72) 发明人 李忠遇 程琳

(74) 专利代理机构 杭州敦和专利代理事务所
(普通合伙) 33296

代理人 姜术丹

(51) Int. Cl.

G01N 3/14 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

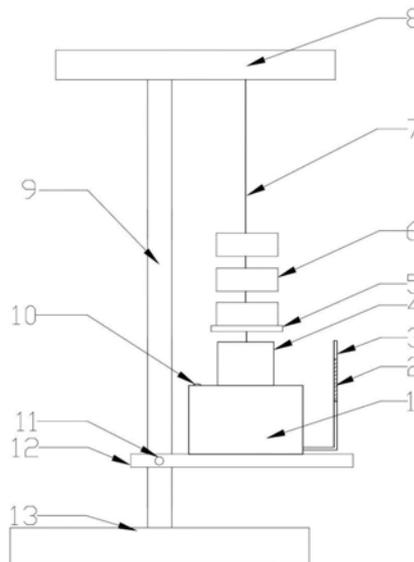
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,包括底座,所述底座的上表面上固定连接有支架,所述支架的上端固定连接有支架顶板,所述支架顶板的下表面上固定设置有金属丝,所述金属丝的下端固定连接有托盘,所述托盘上放置有若干个槽码,读数精确稳定,即使金属丝和槽码有轻微晃动,对读数也不会较大影响;通过观察玻璃管的刻度能够直观准确的得出玻璃管内的水位变化,同时由于橡胶薄膜的存在,圆柱块不会与清水直接接触,避免了在水与圆柱块接触时水的表面张力对读数的影响,使得读数能够更加的准确,而且整体的结构原理简单,通俗易通易操作,值得推广。



1. 一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:包括底座(13),所述底座(13)的上表面上固定连接有支架(9),所述支架(9)的上端固定连接有支架顶板(8),所述支架顶板(8)的下表面上固定设置有金属丝(7),所述金属丝(7)的下端固定连接有托盘(5),所述托盘(5)上放置有若干个槽码(6),所述托盘(5)的下端连接有圆柱块(4),所述圆柱块(4)的下侧设置有平台(12),所述平台(12)通过螺钉(11)固定连接于所述支架(9),所述平台(12)上放置有密封圆柱筒(1),所述密封圆柱筒(1)的侧面底部连通有玻璃管(3),所述密封圆柱筒(1)的顶部设有一圆形开口所述圆形开口被不透气的橡胶薄膜(14)严密包裹,所述密封圆柱筒(1)顶部设置有通气孔以及配套的堵孔塞(10)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:所述玻璃管(3)的上部设置有刻度。

3. 根据权利要求1所述的一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:所述密封圆柱筒(1)的内部装有清水(2)且不会漏出。

4. 根据权利要求1所述的一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:所述圆形开口与所述橡胶薄膜(14)的直径为100mm;所述圆形开口与所述橡胶薄膜(14)的直径大于所述圆柱块(4)的外径。

5. 根据权利要求1所述的一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:所述圆柱块(4)的上端悬挂在所述托盘(5)的底部。

6. 根据权利要求1所述的一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,其特征在于:所述平台(12)在所述螺钉(11)的配合作用下能够上下移动并调整位置。

一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及实验装置技术领域,具体涉及到一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置。

背景技术

[0002] 设粗细均匀的金属丝的原长为 L ,横截面积为 S ,沿长度方向施力 F 后,其长度改变 ΔL ,则金属丝单位面积上受到的垂直作用力 $\frac{F}{S}$ 称为正应力,金属丝的相对伸长量 $\frac{\Delta L}{L}$ 称为线应变。实验结果指出,在弹性范围内,由胡克定律可知物体的正应力与线应变成正比,即

$$[0003] \quad \frac{F}{S} = Y \cdot \frac{\Delta L}{L} \quad (1)$$

[0004] 比例系数 Y 为杨氏弹性模量,简称杨氏模量。在它表征材料本身的性质, Y 越大的材料,要使它发生一定的相对形变所需要的单位横截面积上的作用力也越大。 Y 的国际单位制单位为帕斯卡,记为Pa ($1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$)。

[0005] 而 ΔL 是一个微小长度变化(在此实验中,当 $L \approx 1\text{m}$ 时, F 每变化 1kg 相应的 ΔL 约为 0.3mm)。因此,实验利用光杠杆的光学放大作用实现对钢丝微小伸长量 ΔL 的间接测量。

[0006] 但是在实际测量的过程中,由于金属丝和金属丝下面的槽码很难保持平稳,会导致投影的光标上下左右飘忽不定,难以做到精确读数,产生实验误差。因此需要一种能更精确,更有效,更稳定的测量金属丝伸长量的方法。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供了一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,通过观察玻璃管的刻度能够直观准确的得出玻璃管内的水位变化,同时由于橡胶薄膜的存在,圆柱块不会与清水直接接触,避免了在水与圆柱块接触时水的表面张力对读数的影响,使得读数能够更加的准确。

[0008] 技术方案

[0009] 一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,包括底座,所述底座的上表面上固定连接有支架,所述支架的上端固定连接有支架顶板,所述支架顶板的下表面上固定设置有金属丝,所述金属丝的下端固定连接有托盘,所述托盘上放置有若干个槽码,所述托盘的下端连接有圆柱块,所述圆柱块的下侧设置有平台,所述平台通过螺钉固定连接于所述支架,所述平台上放置有密封圆柱筒,所述密封圆柱筒的侧面底部连通有玻璃管,所述密封圆柱筒的顶部设有一圆形开口所述圆形开口被不透气的橡胶薄膜严密包裹,所述密封圆柱筒顶部设置有通气孔以及配套的堵孔塞。

[0010] 可优选的,所述玻璃管的上部设置有刻度。

[0011] 可优选的,所述密封圆柱筒的内部装有清水且不会漏出。

[0012] 可优选的,所述圆形开口与所述橡胶薄膜直径为 mm ;所述圆形开口与所述橡胶薄

膜的直径大于所述圆柱块的外径。

[0013] 可优选的,所述圆柱块的上端悬挂在所述托盘的底部。

[0014] 可优选的,所述平台在所述螺钉的配合作用下能够上下移动并调整位置。

[0015] 与现有技术相比较,本发明具有的有益效果如下:读数精确稳定,即使金属丝和槽码有轻微晃动,对读数也不会较大影响;通过观察玻璃管的刻度能够直观准确的得出玻璃管内的水位变化,同时由于橡胶薄膜的存在,圆柱块不会与清水直接接触,避免了在水与圆柱块接触时水的表面张力对读数的影响,使得读数能够更加的准确,而且整体的结构原理简单,通俗易通易操作,值得推广。

附图说明

[0016] 图1为本发明一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置的结构示意图;

[0017] 图2为本发明一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置的密封圆柱筒的结构示意图;

[0018] 图3为本发明的工作原理图。

[0019] 附图标记:1、密封圆柱筒,2、清水,3、玻璃管,4、圆柱块,5、托盘,6、槽码,7、金属丝,8、支架顶板,9、支架,10、堵孔塞,11、螺钉,12、平台,13、底座,14、橡胶薄膜, D_1 、圆柱块外径, D_2 、橡胶薄膜直径, d 、玻璃管内壁直径, x_0 、圆柱块底部的起始位置, l_0 、玻璃管内起始水面位置, l_1 、玻璃管内水位第一次上升后的位置。

具体实施方式

[0020] 为更好地说明阐述本发明内容,下面结合附图和实施实例进行展开说明:

[0021] 如图1-3所示,一种基于排水法测量金属丝杨氏模量的装置,包括底座13,所述底座13的上表面上固定连接于支架9,所述支架9的上端固定连接于支架顶板8,所述支架顶板8的下表面上固定设置有金属丝7,所述金属丝7的下端固定连接于托盘5,所述托盘5上放置有若干个槽码6,所述托盘5的下端连接于圆柱块4,所述圆柱块4的下侧设置有平台12,所述平台12通过螺钉11固定连接于所述支架9,所述平台12上放置有密封圆柱筒1,所述密封圆柱筒1的侧面底部连通有玻璃管3,所述密封圆柱筒1的顶部设有一圆形开口(未示出)所述圆形开口被不透气的橡胶薄膜14严密包裹,所述密封圆柱筒1顶部设置有通气孔(未示出)以及配套的堵孔塞10。

[0022] 可优选的,所述玻璃管3的上部设置有刻度。

[0023] 可优选的,所述密封圆柱筒1的内部装有清水2且不会漏出。

[0024] 可优选的,所述圆形开口与所述橡胶薄膜14直径为100mm;所述圆形开口与所述橡胶薄膜14的直径大于所述圆柱块4的外径。

[0025] 可优选的,所述圆柱块4的上端悬挂在所述托盘5的底部。

[0026] 可优选的,所述平台12在所述螺钉11的配合作用下能够上下移动并调整位置。

[0027] 具体地,当需要进行测量时,打开通气孔,通过漏斗向玻璃管3内注水,直到通气孔有水溢出,停止注水并用堵孔塞10堵住通气孔,设此时的玻璃管内水面位置为 $l_0=0\text{mm}$,调整橡胶薄膜14上方悬挂着的圆柱块4的位置,使直径为 D_1 的圆柱块4的轴线与密封圆柱筒1顶部的直径为 D_2 的橡胶薄膜14的中心在同一直线上,向托盘5上添加槽码6并使圆柱块4向

下轻微移动,使圆柱块4接触橡胶薄膜14,观察到玻璃管3内水柱有上升,停止移动圆柱块4,保持此时圆柱块4的位置,设此时圆柱块4底部的位置为 x_1 ,玻璃管3内水面位置为 l_1 。

[0028] 继续添加槽码6并使圆柱块4向下轻移 Δx 至 x_2 ,圆柱块4会挤压橡胶薄膜14,使橡胶薄膜14内陷成圆台的形状,由于密封圆柱筒1的气密性良好,玻璃管3内水位会上升 Δl 至 l_2 ,然后计算圆柱块4下降前后排开水的体积。

$$[0029] \quad \Delta V_{\text{排}} = \frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) |x_2 - x_1| = \frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) \Delta x \quad (2)$$

[0030] 设玻璃管3内壁直径为 d ,玻璃管3内排进水的体积为

$$[0031] \quad \Delta V_{\text{进}} = \frac{\pi}{4} d^2 |l_2 - l_1| = \frac{\pi}{4} d^2 \Delta l \quad (3)$$

[0032] 由于装置气密性良好,有 $V_{\text{排}} = V_{\text{进}}$,即 $\frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) \Delta x = \frac{\pi}{4} d^2 \Delta l$,整理得

$$[0033] \quad k = \frac{\Delta l}{\Delta x} = \frac{D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2}{3d^2} \quad (4)$$

[0034] 其中 k 为放大倍数。一般来说 $D_1 \approx D_2$,公式(4)变成

$$[0035] \quad k = \frac{D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2}{3d^2} \approx \left(\frac{D_1}{d} \right)^2 \quad (5)$$

[0036] 如果装置尺寸设计在圆柱块4直径 $D_1 = 10\text{cm}$,玻璃管3内壁直径 $d = 1\text{cm}$,放大倍数可以达到100倍。

[0037] 如果要将此种放大方法运用到金属丝7杨氏模量的测量,则还应考虑橡胶薄膜14的弹力和玻璃管3内水柱的压力,因金属丝7拉伸的长度极小,故圆柱块4下降挤压橡胶薄膜14的距离也极小,橡胶薄膜14对圆柱块4的弹力可以忽略不计。当圆柱块4下降 Δx ,玻璃管3内水面从 l_0 上升 Δl 时,水产生的压强对圆柱块4向上压力

$$[0038] \quad F_{\text{压}} = \rho_{\text{水}} g (\Delta l + \Delta x) \cdot \frac{\pi}{4} D_2^2 = \frac{\pi}{4} \rho_{\text{水}} g \Delta l D_2^2 \quad (\Delta l \gg \Delta x) \quad (6)$$

[0039] 将公式(4)和公式(6)带入杨氏模量公式(1)得

$$[0040] \quad Y = \frac{mg - \frac{\pi}{4} \rho_{\text{水}} g \Delta l D_2^2}{S} \cdot \frac{(D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) L}{3d^2 \Delta l} \quad (7)$$

[0041] 最后应该说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前叙述实施对本发明进行了详细的说明,本领域的技术人员应当理解,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行同等替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神与范围,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

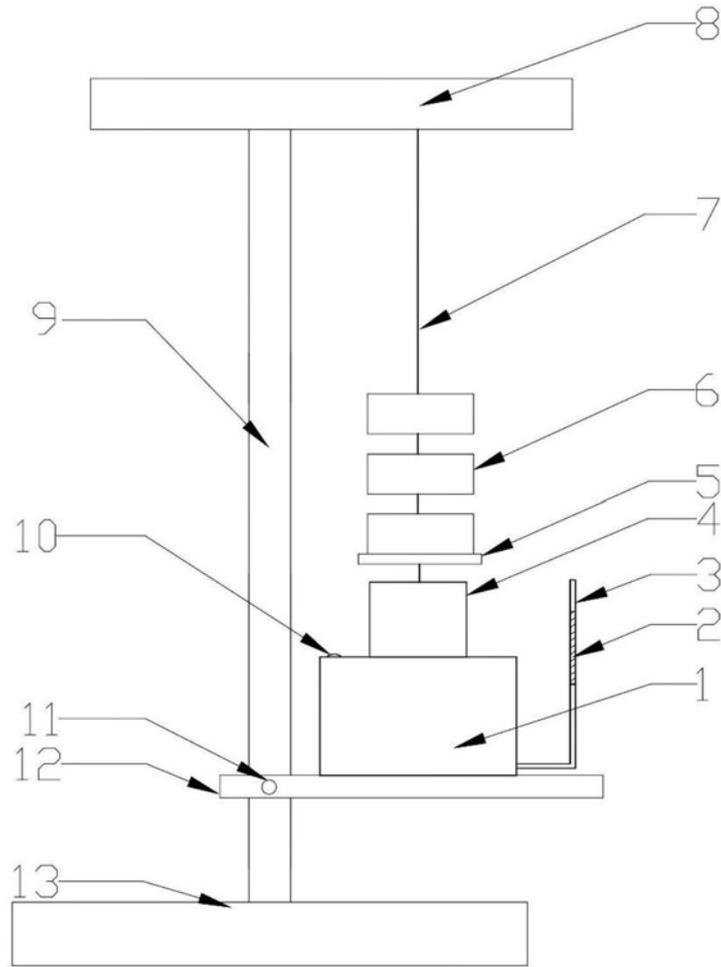


图1

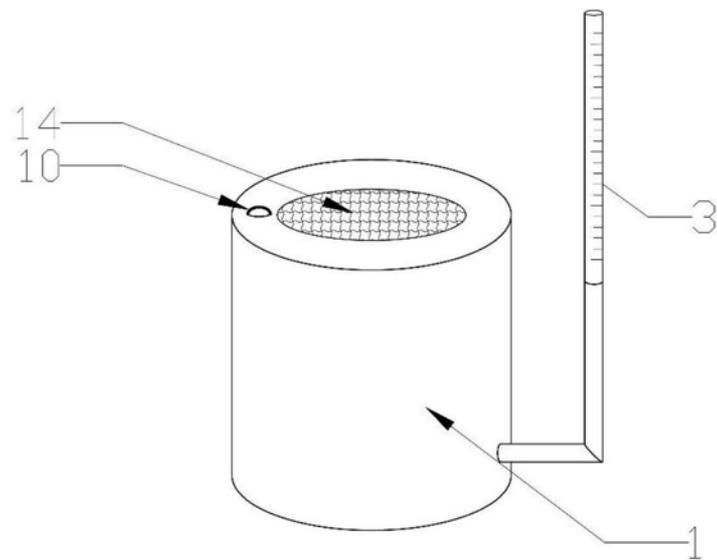


图2

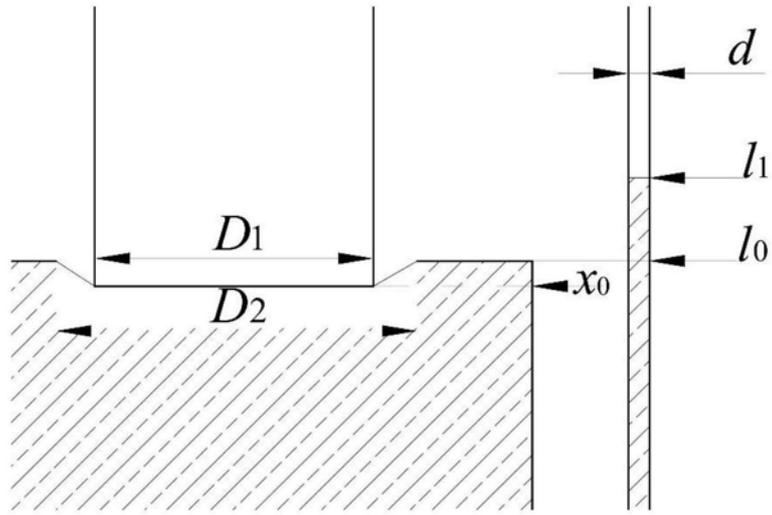


图3