

# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202855138 U

(45) 授权公告日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201220380371. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2012. 08. 02

(73) 专利权人 首都医科大学

地址 100069 北京市丰台区右安门外西头条  
10 号

(72) 发明人 刘志成 张智河 刘志翔 曲典  
张海霞 严华刚 李延玲 吴瑞

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理  
有限公司 11280

代理人 王勇 王博

(51) Int. Cl.

G09B 23/10 (2006. 01)

G01N 3/00 (2006. 01)

G01N 3/28 (2006. 01)

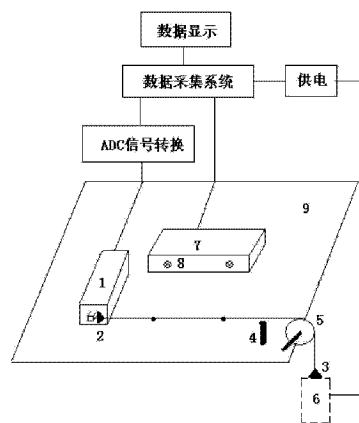
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

## (54) 实用新型名称

用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备

## (57) 摘要

本实用新型提供一种生物组织条状材料力学性能测试的教学实验设备,其特征在于,包括:加载装置、工作台和安装在工作台上的力传感器和 CCD 测量装置;试件的两端分别连接所述力传感器和所述加载装置;CCD 测量装置位置与试件位置匹配以测量试件的形变。本实用新型可以完成生物组织条状材料的应力-应变曲线,松弛曲线、蠕变曲线和断裂强度的测定,并且可明显地演示生物组织条状材料力学性能测试的原理和方法,能更好地满足医用物理学实验对此种材料力学性能测试的教学需求。



1. 一种生物组织条状材料力学性能测试的教学实验设备,其特征在于,包括:加载装置、工作台和安装在工作台上的力传感器和 CCD 测量装置;试件的两端分别连接所述力传感器和所述加载装置;CCD 测量装置位置与试件位置匹配以测量试件的形变。

2. 根据权利要求 1 所述的教学实验设备,其特征在于,所述试件的两端分别通过夹具与所述力传感器和所述加载装置连接。

3. 根据权利要求 2 所述的教学实验设备,其特征在于,所述加载装置为步进电机,所述夹具与步进电机的转盘固定相连。

4. 根据权利要求 1 所述的教学实验设备,其特征在于,所述加载装置包括砝码和砝码托盘,所述教学实验设备还包括设置于所述工作台边缘处的定滑轮,所述试件一端通过夹具以搭勾的方式与力传感器相连,另外一端绕过定滑轮通过夹具与所述砝码托盘相连。

5. 根据权利要求 1 所述的教学实验设备,其特征在于,所述教学实验设备还包括 ADC 信号转换器、数据采集装置和数据显示装置;所述力传感器的信号输出端与 ADC 信号转换器相连,ADC 信号转换器和 CCD 测量装置的输出端均连接数据采集装置,所述数据采集装置的输出端与数据显示装置连接。

6. 根据权利要求 1 所述的教学实验设备,其特征在于,所述工作台上还设置一个位置可调的用于固定试件一端的固定装置。

## 用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及力学特性测试技术领域,具体地说,本实用新型涉及一种用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备及生物条状材料力学性能测试方法。

### 背景技术

[0002] 生物组织材料,如:头发丝、蚕丝、蛛丝、肌肉、血管等生物组织材料的力学特性对于研究生物体的正常及病理状态有重要意义。而通过单轴拉伸测试可以获得生物材料全面的力学特性,如:应力-应变曲线、断裂强度、断裂能、松弛曲线和蠕变曲线等。

[0003] 在传统物理实验教学中,用拉伸法测定金属丝的杨氏模量实验是测量金属丝弹性模量的经典实验。此实验利用砝码 5 (1Kg/个)给试件加载,利用光杠杆原理测定试件的微小形变量,通过数值计算得到金属丝的杨氏模量。图 1(a)是实验装置示意图,如图所示,金属丝 1 的上端固定于拉伸架 6 上,下端系有一个环,环上挂着砝码托钩(图中未画出),金属丝穿过有小孔的圆柱体。实验时应将圆柱体一端的螺旋卡头夹紧,使其能随金属丝的伸缩而上下移动。固定平台 3,中间开有一孔,圆柱体可在孔中上下自由移动。带有光学平面镜的光杠杆 2 下面的薄钢片放在平台的沟槽内,其插杆尖脚放在圆柱体的上端,靠近但不接触金属丝。望远镜 8 和标尺 7 是测伸长量  $\Delta L$  所用的主要测量装置。当砝码钩上增加(或减少)砝码后,金属丝将伸长(或缩短)  $\Delta L$ ,光杠杆 2 的插杆尖脚端也随圆柱体一同下降(或上升),使杆体在竖直面内转过一角度  $\alpha$ ,同时平面镜的法线也在竖直面内转过相同角度  $\alpha$ 。用望远镜 8 和标尺 7 测得标尺读数的变化,即可算出  $\Delta L$ 。

[0004] 图 1 (b) 是光杠杆原理示意图。光杠杆是一个带有平面镜 M 的支架,假设开始时平面镜 M 的法线  $0n_0$  在水平位置,则标尺 7 上的标度线  $n_0$  发出的光通过平面镜 M 的反射,进入望远镜,在望远镜中形成  $n_0$  的像而被观察到。当金属丝伸长后,光杠杆的插杆尖端随金属丝下落  $\Delta L$ ,带动 M 转一角度  $\alpha$  而至  $M'$ ,法线  $0n_0$  也转过同一角度  $\alpha$  至  $0n_1$ 。根据光的反射定律,从  $n_0$  发出的光将反射至  $n_2$ ,且  $\angle n_0 0n_1 = \angle n_1 0n_2 = \alpha$ ,由光路的可逆性,从  $n_2$  发出的光经平面镜反射后进入望远镜而被观察到。当  $\alpha$  很小时,从图 1 (b) 可以看到:

$$[0005] \quad \alpha \approx \tan \alpha = \frac{\Delta L}{b}$$

$$[0006] \quad 2\alpha \approx \tan 2\alpha = \frac{\Delta n}{D}$$

[0007] 消去  $\alpha$ ,得

$$[0008] \quad \Delta L = \frac{b}{2D} \Delta n$$

[0009]  $\Delta L$  原是难测的微小长度,但当 D 远大于 b 后,经光杠杆转换放大后标尺读数的变化量  $\Delta n$  却较大,可以从标尺上用望远镜直接读出。光杠杆装置的放大倍数为  $2D/b$ 。在实验中,通常 b 为 4 ~ 8cm, D 为 1 ~ 2m,放大倍数可达 25 ~ 100 倍。

[0010] 上述实验装置和测试方法能够很好地演示金属丝杨氏模量的测量原理和过程,非常适合于教学示范。然而,上述实验装置和测试方法仅适用于试件长度较长且形变量小的

弹性材料杨氏模量的测定。生物组织材料试件一般比较小,形变量大小不一,并且具有非线性和黏弹性等特性,这导致上述实验装置和测试方法并不适用。

[0011] 另一方面,在工业制造和科学研究中,一般采用万能试验机测定材料的力学特性。万能试验机是将试件固定在卡具上,通过移动试件的另一端给试件施加力,试件在力的作用下发生形变。万能试验机是利用位移传感器测量试件的拉伸形变位移量,用力传感器测量给试件加载的力,通过软件控制加载过程中的力和位移,对试验数据进行实时显示记录、打印。万能试验机可对各种材料进行拉伸、压缩、弯曲、剥离、剪切等多项性能测试,获得材料的全面力学性质。但是,万能试验机直接将移动端发生的位移作为试件发生的形变,利用测试给出的位移-载荷曲线就可得到试件的应力-应变曲线,在对生物软组织材料进行实际的力学测试时,发现用上述方式计算出的应力-应变曲线存在一定的误差。另外,万能试验机通过软件对力和位移进行控制,测试结果直接从软件中给出,不能直观地显示力学测试的原理和方法,学生难以从实验中建立感性认识,不适合教学示范。

[0012] 综上所述,当前迫切需要一种便于操作和演示测量过程和原理的用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备及具有较小误差的生物条状材料力学性能测试方法。

### 实用新型内容

[0013] 本实用新型的目的是提供一种便于操作及演示测量过程和原理的用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备及具有较小误差的生物条状材料力学性能测试方法。

[0014] 为实现上述实用新型目的,本实用新型提供了一种生物组织条状材料力学性能测试的教学实验设备,包括:加载装置、工作台和安装在工作台上的力传感器和 CCD 测量装置;试件的两端分别连接所述力传感器和所述加载装置;CCD 测量装置位置与试件位置匹配以测量试件的形变。

[0015] 其中,所述试件的两端分别通过夹具与所述力传感器和所述加载装置连接。

[0016] 其中,所述加载装置为步进电机,所述夹具与步进电机的转盘固定相连。

[0017] 其中,所述加载装置包括砝码和砝码托盘,所述教学实验设备还包括设置于所述工作台边缘处的定滑轮,所述试件一端通过夹具以搭勾的方式与力传感器相连,另外一端绕过定滑轮通过夹具与所述砝码托盘相连。

[0018] 其中,所述教学实验设备还包括 ADC 信号转换器(即模数转换器)、数据采集装置和数据显示装置;所述力传感器的信号输出端与 ADC 信号转换器相连,ADC 信号转换器和 CCD 测量装置的输出端均连接数据采集装置,所述数据采集装置的输出端与数据显示装置连接。

[0019] 其中,所述工作台上还设置一个位置可调的用于固定试件一端的固定装置。

[0020] 本实用新型还提供了一种基于上述教学实验设备的生物组织条状材料力学性能测试方法,包括下列步骤:

[0021] 1) 对力传感器进行定标;

[0022] 2) 在试件上设置两个标记点,把标记好的试件两端分别固定在力传感器和加载装置上;

[0023] 3) 通过加载装置给试件施加不同载荷,用力传感器测定试件加载应力的大小,CCD 测量装置跟踪两个标记点的位置变化,得到试件两个标记点之间加载后的形变数值,进而

得出试件的应力 - 应变曲线。

[0024] 本实用新型还提供了另一种基于上述教学实验设备的生物组织条状材料力学性能测试方法,包括下列步骤:

[0025] 1) 对力传感器进行定标;

[0026] 2) 在试件上设置两个标记点,把标记好的试件两端分别固定在力传感器和加载装置上;

[0027] 3) 通过加载装置给试件施加一定载荷,用 CCD 测量装置跟踪两个标记点的位置变化,得到以一定时间间隔读取的试件两个标记点之间的一系列形变数值,进而得出试件的蠕变曲线。

[0028] 本实用新型还提供了另一种基于上述教学实验设备的生物组织条状材料力学性能测试方法,包括下列步骤:

[0029] 1) 对力传感器进行定标;

[0030] 2) 把试件两端分别固定在力传感器和加载装置上;

[0031] 3) 控制步进电机连续运转给试件加载直至试件被拉断,力传感器测出试件被拉断时所受的力,进而得到试件的断裂强度。

[0032] 本实用新型还提供了另一种基于上述教学实验设备的生物组织条状材料力学性能测试方法,包括下列步骤:

[0033] 1) 对力传感器进行定标;

[0034] 2) 在试件上设置两个标记点,把标记好的试件两端分别固定在力传感器和工作台的固定装置上;

[0035] 3) 以一定时间间隔读取力传感器所测得的试件的一系列受力值,进而得出试件的松弛曲线。

[0036] 与现有技术相比,本实用新型具有下列技术效果:

[0037] 本实用新型可以完成生物组织条状材料的应力 - 应变曲线,松弛曲线、蠕变曲线和断裂强度的测定,并且可明显地演示生物组织条状材料力学性能测试的原理和方法,能更好地满足医用物理学实验对此种材料力学性能测试的教学需求。

## 附图说明

[0038] 图 1 (a) 示出了现有技术中的拉伸法测量金属丝的杨氏模量的实验装置示意图;

[0039] 图 1 (b) 示出了现有技术中的拉伸法测量金属丝的杨氏模量的实验装置的光杠杆原理示意图;

[0040] 图 2 示出了本实用新型一个实施例中的用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备的原理示意图。

## 具体实施方式

[0041] 下面结合附图和实施例对本实用新型做进一步的描述。

[0042] 图 2 示出了根据本实用新型的一个实施例所提供的一种用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备,该教学实验设备包括:工作台 9 和安装在工作台 9 上的力传感器 1、定滑轮 5 和 CCD 测量装置 7,以及加载装置 6、ADC 信号转换器、数据采集装置和数据显示

装置。其中,力传感器 1 上设有夹具 2,定滑轮 5 设置在工作台的边缘处,试件一端通过夹具 2 以搭勾的方式与力传感器 1 相连,另外一端绕过定滑轮 5 通过夹具 3 与加载装置 6 相连。根据实验目的的不同,加载装置 6 可以采用不同的加载方式。一个实施例中,为了便于学生理解载荷施加的过程和机制,采用加载单位质量砝码来控制载荷大小,例如在夹具 3 的下部设置一小孔,砝码托盘上的挂钩直接钩住小孔。另一个实施例中,通过采用步进电机控制载荷大小实现实时、稳定、连续加载,例如将夹具 3 与步进电机的转盘固定相连。在该实施例中,试件也可以不绕过定滑轮 5,而是直接将其一端与夹具 3 连接,通过夹具 3 与步进电机的转盘连接,此时,所述教学实验设备可以不包含定滑轮。

[0043] CCD 测量装置 7 用于测量试件的形变量。在试件上标定两个标记点,CCD 测量装置 7 通过光学成像得到两个标记点加载后的位移信息,从而得到两个标记点之间的试件的形变。标记点位置选择依据三点:其一,要远离夹持部位,以避免应力集中引起的误差;其二,要考虑所用 CCD 系统的有效视野;其三,两个标记点之间的试件在所需加载范围内伸长量长短合适,便于测量。在一个实施例中,两个标记点之间的距离为 3~4cm,标记点利用专用标记枪(类似打玻璃胶的枪)将专用标记液涂在试件的合适部位即可,这种标记方式的标记点形状规则,与试件的附着好,且 CCD 易于识别。在一个实施例中,CCD 测量装置 7 含有位置调节机构,用以调节 CCD 测量装置 7 在工作台上的位置,以确保试件处于可测量范围内。

[0044] 所述力传感器 1 的信号输出端与 ADC 信号转换器相连。ADC 信号转换器和 CCD 测量装置 7 输出端均连接数据采集装置。数据采集装置将信号进行处理,其结果通过数据显示装置显示。数据显示装置可以是计算机的显示器。

[0045] 数据采集装置和加载装置 6 可由外置的电源供电。

[0046] 另外,在一个实施例中,所述工作台 9 上还设置有固定装置 4,固定装置 4 的位置与力传感器 1 的夹具 2 的位置相对应,位于工作台的另一侧。试件的两端可分别固定在所述固定装置 4 和力传感器 1 的夹具 2 上,以便测量其松弛曲线。

[0047] 根据本实用新型的另一实施例,基于上述用于生物条状材料力学性能测试的教学实验设备,提供了一种生物条状材料力学性能测试方法,包括下列步骤:

[0048] (1) 接通电源。

[0049] (2) 对力传感器定标。将试件固定在两个夹具上,一端与力传感器相连,一端与加载装置相连。当加载装置采用砝码时,给试件加载不同数量的单位质量的砝码并应用力传感器测定相应电压值,进而标定力传感器测定的电压与试件应力值之间的关系。

[0050] (3) 在试件上设置两个标记点,把标记好的试件两端分别固定在力传感器和加载装置的夹具上。

[0051] (4) 测定试件的应力—应变曲线。通过加载装置给试件施加不同载荷,力传感器测定试件加载应力的大小,CCD 测量装置跟踪两个标记点的位置变化,进而得到试件两个标记点之间加载后的形变数值。根据测量结果绘制应力—应变曲线。

[0052] (5) 观察蠕变现象,得到试件的蠕变曲线。若一个物体突然受到应力的作用,此后此应力保持常数,而该物体将继续发生形变,这一现象称为蠕变。蠕变曲线是指应力保持不变,应变随时间变化的曲线。本实施例中,施加一定的载荷,数据采集装置以一定时间间隔读取 CCD 测量装置所测得的试件两个标记点之间的形变值并在数据显示装置显示。这样,根据测量结果可绘制蠕变曲线。

[0053] (6) 观察松弛现象,得到试件的松弛曲线。一个物体突然发生应变,此后此应变保持常数,该物体内相应的应力随时间而减小,这一现象称为应力松弛或简称松弛。松弛曲线是指应变保持不变,应力随时间变化的曲线。本实施例中,将标记好的试件一端与力传感器相连,一端与工作台上的固定装置相连。所述固定装置位置可调,调节固定装置可选择不同应变程度(指试件被拉伸的松紧程度),数据采集装置自动以一定时间间隔读取力传感器所测得的试件受力值并在数据显示装置显示。根据测量结果可绘制松弛曲线。

[0054] (7) 观察断裂现象,得到试件的断裂强度。材料发生断裂的应力称断裂强度。断裂强度测量方法如下:将试件一端通过夹具与力传感器相连,另一端通过夹具与步进电机相连,步进电机连续运转给试件加载,直至试件被拉断,根据力传感器测出的试件被拉断时所受的力,即可得到材料的断裂强度。

[0055] 容易理解,本实用新型中,也可以单独测量试件的应力—应变曲线、蠕变曲线或者松弛曲线。例如执行步骤(1)至(4)即可测出试件的应力—应变曲线,执行步骤(1)至(3)以及(5)即可测出试件的蠕变曲线,执行步骤(1)、(2)以及(6)即可测出试件的松弛曲线。执行步骤(1)、(2)以及(7)即可测出试件的断裂强度。

[0056] 最后,上述的实施例仅用来说明本实用新型,它不应该理解为是对本实用新型的保护范围进行任何限制。而且,本领域的技术人员可以明白,在不脱离上述实施例精神和原理下,对上述实施例所进行的各种等效变化、变型以及在文中没有描述的各种改进均在本专利的保护范围之内。

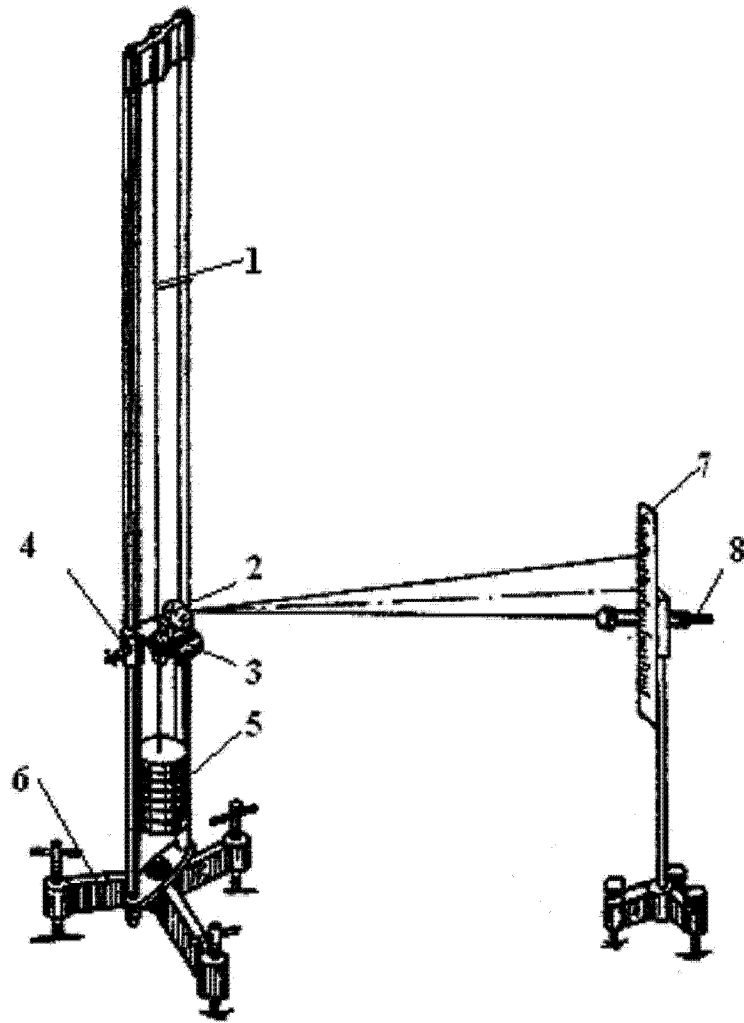


图 1(a)

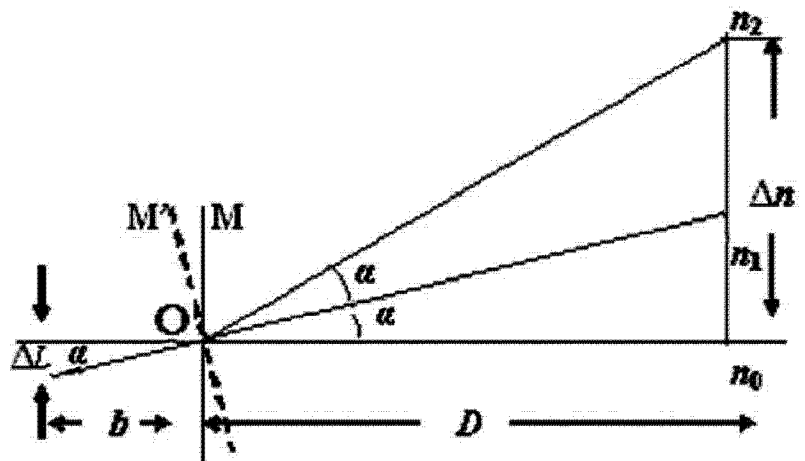
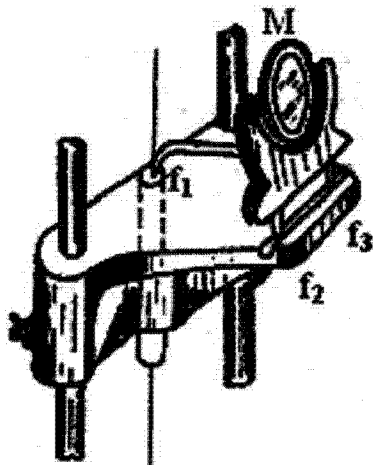


图 1(b)



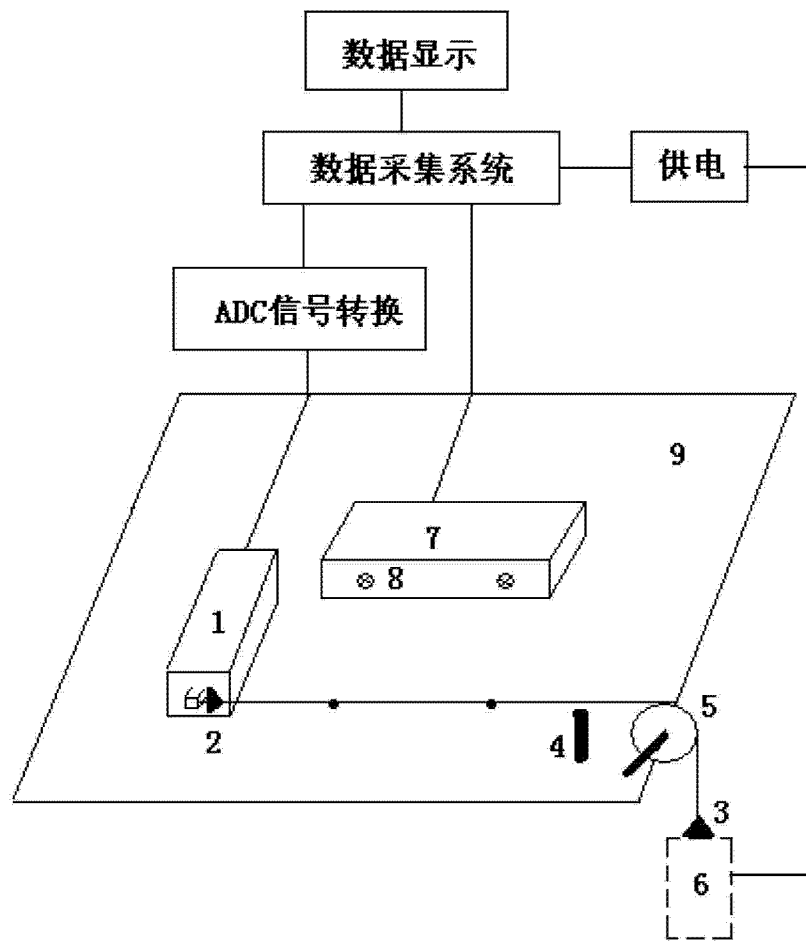


图 2