



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102519794 A

(43) 申请公布日 2012.06.27

(21) 申请号 201110453507.9

(22) 申请日 2011.12.30

(71) 申请人 中国科学院水生生物研究所
地址 430072 湖北省武汉市武昌区东湖南路
7号

(72) 发明人 祝国荣 张萌 曹特 倪乐意

(74) 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 黄瑞棠

(51) Int. Cl.
G01N 3/08(2006.01)
G01N 3/20(2006.01)

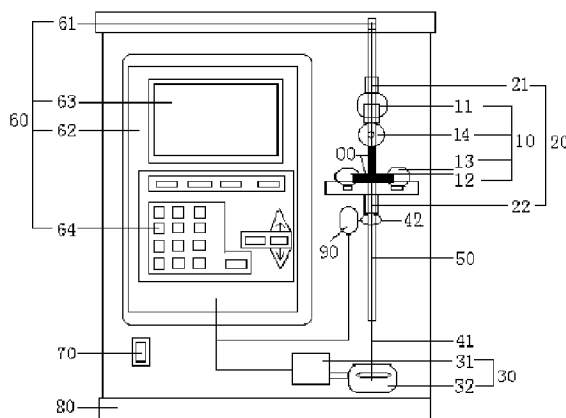
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置及其方法,涉及沉水植物机械性能监测技术。本测定装置由设置在机架上的轻柔夹具、夹持器、驱动部分、滚珠丝杆、滚珠螺母、轨道、微机控制部分、电源和光电编码器组成;夹具包括第一轻柔夹具、第二轻柔夹具、第三轻柔夹具和弯曲压头;夹持器包括上夹持器和下夹持器;驱动部分包括相互连接的步进电机和减速机;微机控制部分包括测力传感器、微控制器、显示器和键盘。本发明显示直观;操作方便;数据准确;大量存贮测试数据;经济且轻便易携带,方便野外样品的迅速处理;适用于沉水植物根、茎、叶柄的拉伸和弯曲性能的测定。



1. 一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置,其特征在于:

由设置在机架(80)上的轻柔夹具(10)、夹持器(20)、驱动部分(30)、滚珠丝杆(41)、滚珠螺母(42)、轨道(50)、微机控制部分(60)、电源(70)和光电编码器(90)组成;

夹具(10)包括第一轻柔夹具(11)、第二轻柔夹具(12)、第三轻柔夹具(13)和弯曲压头(14);

夹持器(20)包括上夹持器(21)和下夹持器(22);

驱动部分(30)包括相互连接的步进电机(31)和减速机(32);

微机控制部分(60)包括测力传感器(61)、微控制器(62)、显示器(63)和键盘(64);

其位置和连接关系是:

在机架(80)上,轨道(50)垂直设置,在轨道(50)的上部设置有相互连接的测力传感器(61)和上夹持器(21),在轨道(50)的下部设置有下列夹持器(22);

光电编码器(90)和下夹持器(22)与套在滚珠丝杆(41)上的滚珠螺母(42)连接;

滚珠丝杆(41)、减速机(32)、步进电机(31)依次连接;

上夹持器(21)与第一轻柔夹具(11)连接,或上夹持器(21)、第一轻柔夹具(11)和弯曲压头(14)依次连接;下夹持器(22)与第二轻柔夹具(12)或第三轻柔夹具(13)连接,下夹持器(22)分别与第二轻柔夹具(12)和第三轻柔夹具(13)连接;

第一轻柔夹具(11)、第二轻柔夹具(12)和第三轻柔夹具(13)夹持沉水植物材料(00),弯曲压头(14)垂直压迫沉水植物材料(00);

步进电机(31)、光电编码器(90)、测力传感器(61)、显示器(63)和操作键盘(64)分别与微控制器(62)连接。

2. 按权利要求1所述的一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置,其特征在于:

所述的下夹持器(22)由T字形的后夹板(221)、长方形的前夹板(222)和坚固件(224)组成,在前夹板(222)上方设置有标尺(223),在后夹板(221)的下方设置有安装孔(225)。

3. 按权利要求1所述的一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置的测定方法,其特征在于包括下列步骤:

①接通电源(70),开机,预热5min;

②通过操作键盘,选择测定程序:拉伸测定或弯曲测定;

③设置起始值、运动速度、测定组数、次数和时间等参数;

④将准备好的沉水植物材料(00)通过轻柔夹具(10)夹持:

拉伸测定时,第一夹具(11)和第二夹具(12)分别夹持呈垂直方向的沉水植物材料(00)的上下两端,夹距S为30mm;

弯曲测定时,上夹持器(21)加持固定弯曲压头(14),第二夹具(12)和第三夹具(13)分别夹持呈水平方向的沉水植物材料(00)的左右两端,夹距S为30mm;

⑤在操作键盘里选择“校正”键,清零;

⑥在操作键盘里选择“测定”键,测定沉水植物材料(00);

⑦测定过程:

拉伸测定时,平行作用于沉水植物材料的作用力F,在起始值基础上不断增加,下夹持器(22)以 80mm min^{-1} 的运动速度向下运动,拉伸沉水植物材料(00),直至沉水植物材料

(00) 断裂；

弯曲测定时,确保弯曲压头 (14) 垂直压迫于沉水植物材料 (00) 中间位置,产生作用力 F ；

F_1 在起始值基础上不断增加,下夹持器 (22) 以 80mm min^{-1} 的运动速度向上运动,使得弯曲压头 (14) 向下压迫沉水植物材料 (00),直至沉水植物材料 (00) 断裂；

F_2 为恒定作用力 1N ,下夹持器 (22) 以 80mm min^{-1} 的运动速度向上运动,使得弯曲压头接触并向下压迫沉水植物材料 (00),当作用力值达到 1N 即自动停止增加,并以 1N 力值持续压迫沉水植物材料 (00) 30s 后自动停止；

⑧当测定装置自动完成测定程序后,自动将测定过程中的最大力值、拉伸长度及应力-拉伸长度图在显示器上显示出来并保存；

⑨取下断裂后的沉水植物材料；

⑩清洁轻柔夹具和机架。

4. 按权利要求 2 所述的测定方法,其特征在于工作流程包括下列步骤：

开始 (0)

①选择测定程序 (1),微机控制部分自动读取上下夹具的位置及夹距 S ；

②判断是否复位 (2),是则进入步骤③,否则进入步骤⑤；

③通过下夹持器复位 (3)；

④判定上下夹具间距 S 是否为 30mm (4),是则进入步骤⑨,否则转跳到步骤③；

⑤通过驱动部分调速 (5)；

⑥下夹持器运动和数据采集卡同步采集 (6)；

⑦判定是否完成测定 (7),是则进入步骤⑧,否则转跳到步骤⑥；

⑧停机并将采集的数据进行储存和处理 (8)；

⑨判定是否退出 (9),是则进入步骤⑩,否则转跳到步骤②；

⑩退出程序 (10)。

微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及沉水植物机械性能监测技术,尤其涉及一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置及其方法,适用于沉水植物根、茎、叶柄的拉伸和弯曲性能的测定。

背景技术

[0002] 水生态系统中的沉水植物无时无刻地受到有很多机械胁迫,如:水流的拖曳、波浪、船舶、食草鸟类和鱼类摄食等 (Vogel,1981 ;Brewer & Parker,1990)。这些机械胁迫会对大型淡水植物造成机械损伤甚至连根拔起 (Dawson & Robinson,1984 ;Usherwood,1997 ; Ennos & Ball,1997)。大多沉水植物具有柔软的枝条可以随波摆动 (Koehl,1984),当有外力作用于沉水植物时,其茎很易弯曲 (Usherwood et al,1997) 以使外力和茎平行 ;但当外力超过植株的变形能力,植株就会断裂 (Schutten et al,2005)。最终影响植物的生长、生物量、分布、群落组成等 (e. g. Eriksson et al,2004 ;Keddy,1982),进而影响沉水植物在水生态系统中的重要作用,如:光合作用,食物,避难所等。许多研究表明,植物的机械性能对维持植物的生长、分布、繁殖等具有重要作用。

[0003] 目前,国内还鲜见对沉水植物机械性能测定的报道 (Zhu et al. ,2012),国际对沉水植物茎机械性能的测定装置主要有两种方式:

[0004] 一、简易式的,如弹簧秤或简易装置 (Schutten et al,2005 ;Coop & Van der Velde)。优点:经济实惠,轻便易携带 ;缺点:非自动化操作且没有电脑输出显示,人为误差较大使得数据不精确,测定指标较少,不能测定拉伸率及绘制拉力-拉伸曲线 ;

[0005] 二、专业的电子仪器,如:德国 Zwick/Roell 集团的测力仪 (Z020) (Bociag et al, 2009)、美国英斯特朗的万能测力仪 (Model 1125, Model 4301) (Brewer & Parker,1990 ; Usherwood et al,1997) 和英国 Hounsfield Test Equipment Ltd 公司的测力仪 (Model H10K-T) (Miller et al,2011)。优点:自动化操作并有数显屏避免人为误差对测试结果的影响,测定指标齐全 ;缺点:价位高,笨重不易携带,从而不能实时测定野外样品,从而降低样品的时效性和准确性。

[0006] 为更实时准确地得到水生态系统中 (湖泊、河流以及水库等) 沉水植物机械性能特征,发明一种测量准确、经济且轻便易携带的沉水植物材料力学自动测定装置迫在眉睫。

发明内容

[0007] 本发明的目的就在于克服现有技术存在的缺点和不足,提供了一种微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置及其方法

[0008] 本发明的目的是这样实现的:

[0009] 一、微机控制的沉水植物材料力学自动测定装置 (简称测定装置)

[0010] 本测定装置由设置在机架上的轻柔夹具、夹持器、驱动部分、滚珠丝杆、滚珠螺母、轨道、微机控制部分、电源和光电编码器组成 ;

[0011] 夹具包括第一轻柔夹具、第二轻柔夹具、第三轻柔夹具和弯曲压头 ;

- [0012] 夹持器包括上夹持器和下夹持器；
- [0013] 驱动部分包括相互连接的步进电机和减速机；
- [0014] 微机控制部分包括测力传感器、微控制器、显示器和键盘；
- [0015] 其位置和连接关系是：
- [0016] 在机架上，轨道垂直设置，在轨道的上部设置有相互连接的测力传感器和上夹持器，在轨道的下部设置有下列夹持器；
- [0017] 光电编码器和下夹持器与套在滚珠丝杆上的滚珠螺母连接；
- [0018] 滚珠丝杆、减速机、步进电机依次连接；
- [0019] 上夹持器与第一轻柔夹具连接（供拉伸测定），或上夹持器、第一轻柔夹具和弯曲压头依次连接（供弯曲测定）；下夹持器与第二轻柔夹具或第三轻柔夹具连接（供拉伸测定），下夹持器分别与第二轻柔夹具和第三轻柔夹具连接（供弯曲测定）；
- [0020] 第一轻柔夹具、第二轻柔夹具和第三轻柔夹具夹持沉水植物材料，弯曲压头垂直压迫沉水植物材料；
- [0021] 步进电机、光电编码器、传感器、显示器和操作键盘分别与微控制器连接。
- [0022] 二、基于微机控制的沉水植物材料力学测定装置的测定方法（简称测定方法）
- [0023] 本测定方法包括下列步骤：
- [0024] ①接通电源，开机，预热 5min；
- [0025] ②通过操作键盘，选择测定程序：拉伸测定或弯曲测定；
- [0026] ③设置起始值、运动速度、测定组数、次数和时间等参数；
- [0027] ④将准备好的沉水植物材料通过轻柔夹具夹持：
- [0028] 拉伸测定时，第一夹具和第二夹具分别夹持呈垂直方向的沉水植物材料的上下两端，夹距 S 为 30mm；
- [0029] 弯曲测定时，上夹持器加持固定弯曲压头，第二夹具和第三夹具分别夹持呈水平方向的沉水植物材料的左右两端，夹距 S 为 30mm；
- [0030] ⑤在操作键盘里选择“校正”键，清零；
- [0031] ⑥在操作键盘里选择“测定”键，测定沉水植物材料；
- [0032] ⑦测定过程：
- [0033] 拉伸测定时，平行作用于沉水植物材料的作用力 F，在起始值基础上不断增加，下夹持器以 80mm min^{-1} 的运动速度向下运动，拉伸沉水植物材料，直至沉水植物材料断裂；
- [0034] 弯曲测定时，确保弯曲压头垂直压迫于沉水植物材料中间位置，产生作用力 F：
- [0035] F_1 在起始值基础上不断增加，下夹持器以 80mm min^{-1} 的运动速度向上运动，使得弯曲压头向下压迫沉水植物材料，直至沉水植物材料断裂；
- [0036] F_2 为恒定作用力 1N，下夹持器以 80mm min^{-1} 的运动速度向上运动，使得弯曲压头接触并向下压迫沉水植物材料，当作用力值达到 1N 即自动停止增加，并以 1N 力值持续压迫沉水植物材料 30s 后自动停止；
- [0037] ⑧当测定装置自动完成测定程序后，自动将测定过程中的最大力值、拉伸长度及应力-拉伸长度图在显示器上显示出来并保存；
- [0038] ⑨取下断裂后的沉水植物材料；
- [0039] ⑩清洁轻柔夹具和机架。

- [0040] 本发明具有下列优点和积极效果：
- [0041] ①显示直观；
- [0042] ②操作方便；
- [0043] ③数据准确；
- [0044] ④大量存贮测试数据；
- [0045] ⑤经济且易携带（总重为 20kg），方便野外样品的迅速处理。
- [0046] 适用于沉水植物根、茎、叶柄的拉伸和弯曲性能的测定。

附图说明

- [0047] 图 1 是本测定装置的结构示意图；
- [0048] 图 2.1 是轻柔夹具的结构主视图；
- [0049] 图 2.2 是轻柔夹具的结构左视图；
- [0050] 图 3.1 是弯曲压头的结构主视图；
- [0051] 图 3.2 是弯曲压头的结构左视图；
- [0052] 图 4.1 是下夹持器的结构主视图；
- [0053] 图 4.2 是下夹持器的结构左视图；
- [0054] 图 5.1 是拉伸测定方法示意图；
- [0055] 图 5.2 是弯曲测定方法示意图；
- [0056] 图 6 是本测定方法的工作流程图。
- [0057] 图中：
- [0058] 00- 沉水植物材料；
- [0059] 10- 夹具，
- [0060] 11- 第一轻柔夹具，12- 第二轻柔夹具，13- 第三轻柔夹具，
- [0061] 14- 弯曲压头；
- [0062] 20- 夹持器，
- [0063] 21- 上夹持器，
- [0064] 22- 下夹持器，221- 后夹板，222- 前夹板，223- 标尺，
- [0065] 224- 紧固件，225- 安装孔；
- [0066] 30- 驱动部分，
- [0067] 31- 步进电机，32- 减速机；
- [0068] 41- 滚珠丝杆，42- 滚珠螺母；
- [0069] 50- 轨道；
- [0070] 60- 微机控制部分，
- [0071] 61- 测力传感器，62- 微控制器 (PLC)，
- [0072] 63- 显示器，64- 键盘；
- [0073] 70- 电源；
- [0074] 80- 机架；
- [0075] 90- 光电编码器；
- [0076] S- 夹距；F- 作用力。

具体实施方式

[0077] 下面结合附图和实施例详细说明：

[0078] 一、测定装置

[0079] 1、总体

[0080] 如图 1,本测定装置由设置在机架 80 上的轻柔夹具 10、夹持器 20、驱动部分 30、滚珠丝杆 41、滚珠螺母 42、轨道 50、微机控制部分 60、电源 70 和光电编码器 90 组成；

[0081] 轻柔夹具 10 包括第一轻柔夹具 11、第二轻柔夹具 12、第三轻柔夹具 13 和弯曲压头 14；

[0082] 夹持器 20 包括上夹持器 21 和下夹持器 22；

[0083] 驱动部分 30 包括相互连接的步进电机 31 和减速机 32；

[0084] 微机控制部分 60 包括测力传感器 61、微控制器 62、显示器 63 和键盘 64；

[0085] 其位置和连接关系是：

[0086] 在机架 80 上,轨道 50 垂直设置,在轨道 50 的上部设置有相互连接的测力传感器 61 和上夹持器 21,在轨道 50 的下部设置有下列夹持器 22；

[0087] 光电编码器 90 和下夹持器 22 与套在滚珠丝杆 41 上的滚珠螺母 42 连接；

[0088] 滚珠丝杆 41、减速机 32、步进电机 31 依次连接；

[0089] 上夹持器 21 与第一轻柔夹具 11 连接（供拉伸测定），或上夹持器 21、第一轻柔夹具 11 和弯曲压头 14 依次连接（供弯曲测定）；下夹持器 22 与第二轻柔夹具 12 或第三轻柔夹具 13 连接（供拉伸测定），下夹持器 22 分别与第二轻柔夹具 12 和第三轻柔夹具 13 连接（供弯曲测定）；

[0090] 第一轻柔夹具 11、第二轻柔夹具 12 和第三轻柔夹具 13 夹持沉水植物材料 00,弯曲压头 14 垂直压迫沉水植物材料 00；

[0091] 步进电机 31、光电编码器 90、测力传感器 61、显示器 63 和操作键盘 64 分别与微控制器 62 连接。

[0092] 本测定装置的工作原理是：

[0093] 驱动部分 30 采用步进电机 31 作为动力源,滚珠丝杆 41 作为执行部件。

[0094] 由步进电机 31 驱动减速机 32,动力传动滚珠丝杆 41 带动滚珠螺母 42 上下移动,从而实现下夹持器 22 的上下运行；步进电机 31 的转速由微控制器 62 输入的脉冲频率决定,进而决定下夹持器 22 的运动速度；而输入的脉冲信号与下夹持器 22 的伸长计数信号是完全同步的,从而确保了测量的准确度。

[0095] 通过下夹持器 22 的上下运行实现对沉水植物材料 00 拉伸或弯曲压迫的加荷,该负荷经测力传感器 61 产生电信号被输入到微控制器 62；同时下夹持器 22 向上或向下运动所产生的位移,由与之相连的光电编码器 90 转化成位移脉冲信号,也被输入到微控制器 62；两者经微控制器 62 控制调整后,将载荷值、位移值以及测量过程中的载荷值 - 位移值的动态曲线在显示器 63 上显示出来。

[0096] 2、功能部件

[0097] 1) 轻柔夹具 10

[0098] 如图 1,轻柔夹具 10 包括第一轻柔夹具 11、第二轻柔夹具 12 和第三轻柔夹具 13

和弯曲压头 14；

[0099] 轻柔夹具 10 由金属夹具及其包裹在金属夹具外层的柔软塑胶组成,如图 2.1 和图 2.2;其功能是产生一种固定夹持沉水植物材料 00 的力,柔软塑胶保护沉水植物材料 00 不受损伤。

[0100] 弯曲压头 14 由金属柄和光滑的硬塑胶圆柱组成,如图 3.1 和图 3.2;其功能是在三点弯曲测定中施加作用力 F 于沉水植物材料 00 中间位置,即 $0.5S$ 。

[0101] 2) 夹持器 20

[0102] 如图 1,夹持器 20 包括上夹持器 21 和下夹持器 22;

[0103] 上夹持器 21 是一种常用部件,其功能是固定第一轻柔夹具 11,并将沉水植物材料 00 受力情况传给测力传感器 61;

[0104] 如图 4.1 和图 4.2,下夹持器 22 由 T 字形的后夹板 221、长方形的前夹板 222 和坚固件 224 组成,在前夹板 222 上方设置有标尺 223,在后夹板 221 的下方设置有安装孔 225。

[0105] 第二轻柔夹具 12 和第三轻柔夹具 13 置于后夹板 221 和前夹板 222 之间,通过坚固件 224 固定,第二轻柔夹具 12 和第三轻柔夹具 13 之间的夹距 S 通过标尺 223 读取。

[0106] 3) 驱动部分 30

[0107] 如图 1,驱动部分 30 由前后连接的步进电机 31 和减速机 32 组成;

[0108] 其功能是通过滚珠丝杆 41 带动滚珠螺母 42,使与滚珠螺母 42 相互连接的下夹持器 22 和光电编码器 90 向上或向下运动。

[0109] 步进电机 31 是常用的将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制元件,可选用型号 PCB-BYXX011D498A。

[0110] 减速机 32 是一种常用的驱动高效减速机。

[0111] 4) 滚珠丝杆 41、滚珠螺母 42

[0112] 如图 1,滚珠丝杆 41 是一种常用的螺旋部件,和滚珠螺母 42 配套使用;

[0113] 滚珠丝杆 41、减速机 32、步进电机 31 依次连接,滚珠螺母 42 套在滚珠丝杆 41 上;

[0114] 其功能是:步进电机 31 驱动减速机 32,动力传动滚珠丝杆 41,带动滚珠螺母 42 及和滚珠螺母 42 连接的下夹持器 22 和光电编码器 90 向上或向下运动。

[0115] 5) 轨道 50

[0116] 如图 1,轨道 50 是一种垂直的轨道;

[0117] 其功能是给下夹持器 22 提供上下运动的轨道。

[0118] 6) 微机控制部分 60

[0119] 如图 1,微机控制部分 60 由与上夹持器 21 连接的测力传感器 61 及微控制器 62、显示器 63 和操作键盘 64 组成;

[0120] 测力传感器 61、显示器 63 和操作键盘 64 分别与微处理器 62 连接。

[0121] ①测力传感器 61 是一种常用的高精度电阻应变式负荷传感器,选用量程 5kg,型号 J212642,很适合沉水植物材料 00 的机械力学范围 (0-30N),精确到 0.01N;

[0122] 其功能是将沉水植物材料 00 所受负荷值转换成电信号传输到微控制器 62。

[0123] ②微控制器 62 是一种常用的部件,此部件以 32 位微处理器为核心,由运算放大器、A/D 转换器、接口电路、编程器和主存储器等组成。

[0124] 其功能是编辑并控制调节仪器的测定和输出流程;接收并处理测力传感器 61 输

入的负荷电信号和光电编码器 90 输入的位移脉冲信号,最后将最大负荷力值、位移值以及测量的载荷值 - 位移值的动态曲线经显示器 63 显示出来。

[0125] ③显示器 63 是一种液晶显示器,常用部件;

[0126] 其功能是显示作用力、测试时间、伸长长度、拉伸率、时间、试验次数、试验方法和各种参数的设定,并能动态地显示曲线并动态跟踪试验机的工作状态。

[0127] ④键盘 64 是一种常用的键盘,包括上排的 F1 ~ F4 功能键 4 个,下排左边的数字键 11 个,“Shift”键 1 个和“clr”键 1 个,以及下排右边的上下运行键 2 个,“测试”键 1 个和“停止”键 1 个。

[0128] 其功能是设定各种参数,进而通过微控制器 62 来操作控制测定流程。

[0129] 7) 电源 70

[0130] 电源 70 是由交流电 220V 变换为直流供电。

[0131] 8) 机架 80

[0132] 机架 80 为金属架,安装固定其它功能部件,外形尺寸为 300×370×550mm(长×宽×高),方便携带。

[0133] 9) 光电编码器 90

[0134] 光电编码器 90 选用 PCB-BYXX0115253A,精确到 0.01mm。

[0135] 其功能是将夹持器 22 的运动距离转化成位移脉冲信号并将其输入微控制器 62。

[0136] 二、测定方法

[0137] 工作流程包括下列步骤:

[0138] 如图 6:

[0139] 开始 0

[0140] ①选择测定程序 1,微机自动读取上下夹具的位置及夹距 S;

[0141] ②判断是否复位 2,是则进入步骤③,否则进入步骤⑤;

[0142] ③通过下夹持器复位 3;

[0143] ④判定上下夹具间距 S 是否为 30mm,是则进入步骤⑨,否则转跳到步骤③;

[0144] ⑤通过驱动部分调速 5;

[0145] ⑥下夹持器运动和数据采集卡同步采集 6;

[0146] ⑦判定是否完成测定 7,是则进入步骤⑧,否则转跳到步骤⑥;

[0147] ⑧停机并将采集的数据进行储存和处理 8;

[0148] ⑨判定是否退出 9,是则进入步骤⑩,否则转跳到步骤②;

[0149] ⑩退出程序 10。

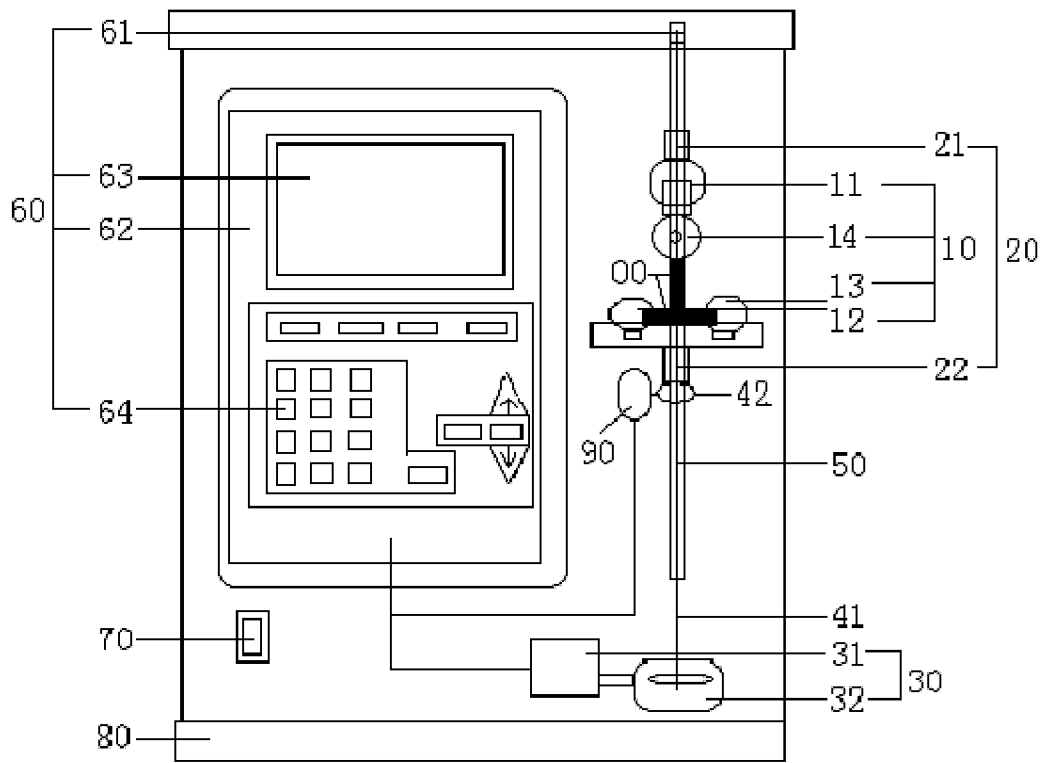


图 1

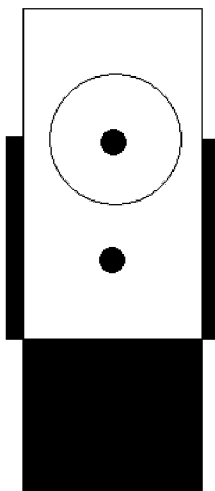


图 2.1



图 2.2



图 3.1

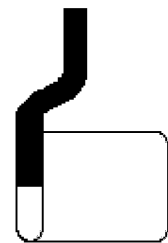


图 3.2

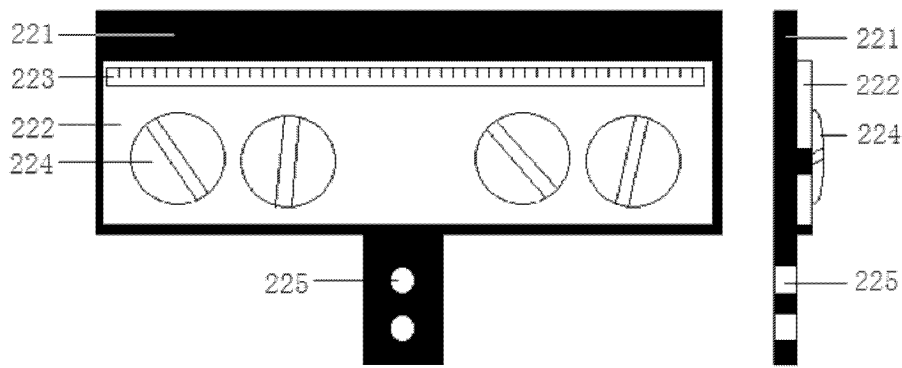


图 4.1

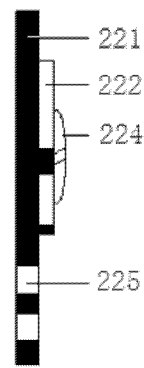


图 4.2

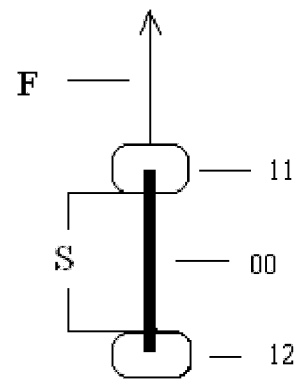


图 5.1

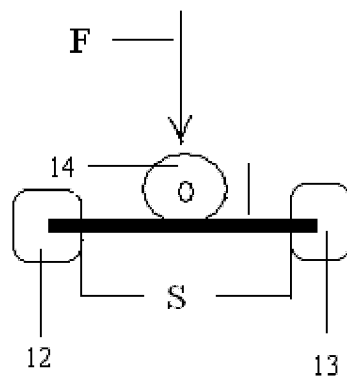


图 5.2

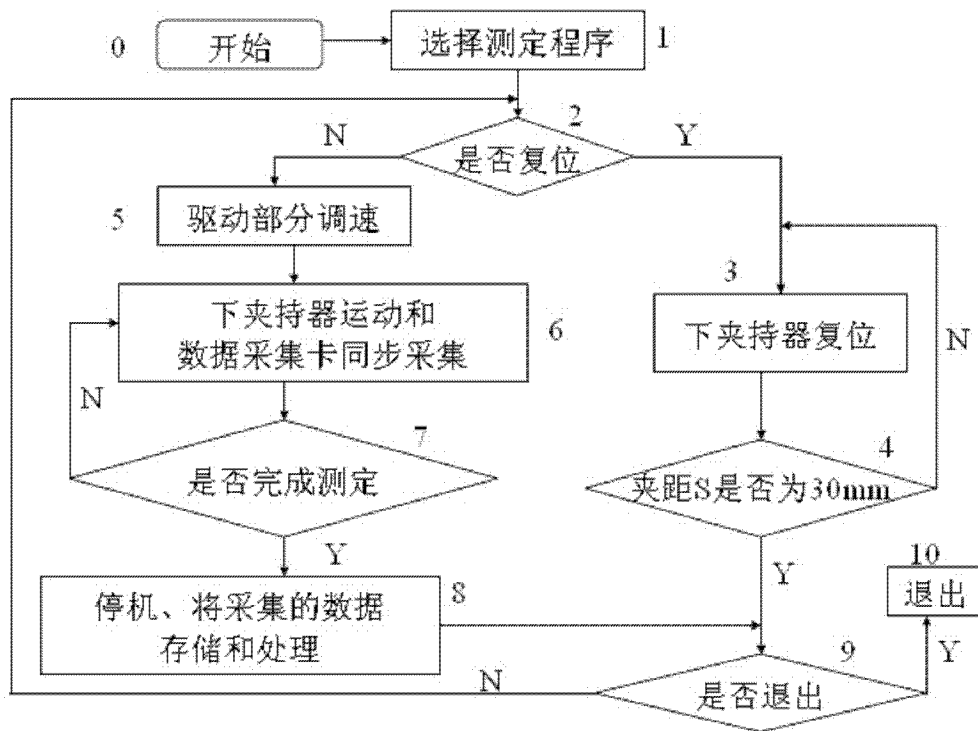


图 6