(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110595931 A
(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201910852623.4

(22)申请日 2019.09.10

(71)申请人 赵如月
地址 450000 河南省郑州市纬五路10号水利厅家属院3号楼22楼东户

(72)发明人 岳利军 赵彦增 王冬至 周振华 冯瑛 罗清元 陈磊 罗晓丹

(74)专利代理机构 郑州金成知识产权事务所（普通合伙）41121
代理人 郭增欣

(51)Int.Cl.
G01N 5/00(2006.01)
G01C 13/00(2006.01)

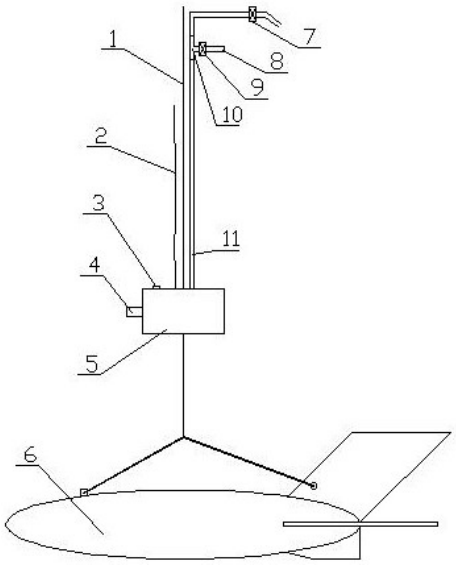
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

置换法自动监测悬移质泥沙的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种置换法自动监测悬移质泥沙的方法及装置，包括水上部分和水下部分，所述水下部分包括铅鱼和线缆，所述铅鱼上方的所述线缆上安装潜水泵，所述潜水泵的进水口与所述铅鱼的主线平行，所述潜水泵的上水管伸出水面且设置有电磁阀，所述水上部分包括水容器，所述水容器通过支架放置在称重传感器上，所述水容器的上端设置溢流水管，所述溢流水管的上端通入溢流排水管中，所述水容器的下端设置有排水管，所述排水管上设置有电磁阀；所述潜水泵同一高度处安装第一温度传感器，所述溢流排水管处安装第二温度传感器。本发明能够实现河流悬移质泥沙观测的自动化，大大减少人工干预和人工干预造成的误差，工作效率能够提高数十倍，能耗大大降低。



CN 110595931 A

1.一种置换法自动监测悬移质泥沙的方法,包括以下步骤:

a、在测流断面上通过测流设施设置铅鱼,在铅鱼上方的线缆上安装潜水泵,潜水泵的进水口与铅鱼的主线平行,潜水泵的上水管伸出水面且进入水容器的进水口,水容器通过支架放置在称重传感器上,水容器的上端设置溢流水管,并且,溢流水管的上端通入溢流排水管中,水容器的下端设置有排水管;

b、在微型潜水泵同一高度处安装第一温度传感器,在溢流排水管处安装第二温度传感器,两个温度传感器均与控制器连接;在潜水泵的上水管和排水管上分别安装电磁阀,两个电磁阀、潜水泵和称重传感器均与控制器连接;

c、在潜水泵上水管上设置分流管,分流管上设置分流电磁阀,开启潜水泵,进行预充水,预充水完毕,打开潜水泵上水管分流电磁阀、关闭潜水泵上水管电磁阀,打开水容器排水管上的电磁阀进行排水,排水完毕,关闭水容器排水管上的电磁阀,采用称重传感器对水容器称重,作为初始重量;

d、充水时,关闭分流电磁阀,打开潜水泵上水管的电磁阀,向水容器里面充水,当注水量大于水容器的额定容分流电磁阀,积时,溢流水管开始溢流,当注水时间大于额定注水时间后,此时已经消除了容器内壁温度对水温的影响,关闭潜水泵和潜水泵上水管的电磁阀,采用称重传感器对水容器称重,作为终了重量,然后打开排水管电磁阀排掉水容器中水,完成了一次完整的监测过程。

2.根据权利要求1所述的置换法自动监测悬移质泥沙的方法,其特征是:在步骤d中,当注水时间大于额定注水时间后,打开排水管电磁阀进行排水,使水容器内浑水排出,当排水时间大于额定值后,关闭排水管电磁阀,继续向水容器内注水,当注水时间大于额定注水时间后,溢流水管再次出现溢流时,依次打开分流电磁阀、关闭上水管电磁阀和潜水泵,减少水锤效应对上水管和电磁阀的压力。

3.根据权利要求1所述的置换法自动监测悬移质泥沙的方法,其特征是:设水容器的额定容积为V,单位为cm^3,起始重量为W_0,单位为g,终了重量为W_t,单位为g, 泥沙体积V_S,单位为cm^3、密度为ρ_S,单位为g/cm^3,ρ_S对于固定水文断面是一个稳定值,清水密度为ρ_w,单位为g/cm^3,溢流水管内水体温度为T,置换系数为K,泥沙质量为W_S,单位为g,,单样含沙量为C_S,单位为kg/m^3;

(1)计算方法一:

A,根据溢流水管内水体温度和ρ_S值,查置换系数表得到K值;

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙质量计算

$W_S=K(W_t-W_0-V\rho_W)$

D、单样含沙量计算

$C_S=1000\ W_S\ /V$

(2)计算方法二:

A,根据溢流水管内水体温度和ρ_S值,查置换系数表得到K值;

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙体积计算

$V_s=(W_t-W_0-\rho_w V)/(\rho_s-\rho_w)$

D、单样含沙量计算

$C_S=1000\rho_s V_s/V$。

4.根据权利要求1所述的置换法自动监测悬移质泥沙的方法，其特征是：水容器为球形结构或者容器中间为圆柱且两端为圆锥结构，溢流水管的上端为鸭嘴状，伸入溢流排水管且不与溢流排水管相接触，潜水泵上水管的上端伸入水容器的进水口且不与进水口接触。

5.根据权利要求1所述的置换法自动监测悬移质泥沙的方法，其特征是：设置一个保护筒，将水容器、溢流排水管、称重传感器罩住，保护筒的下端固定在基座上。

6.一种置换法自动监测悬移质泥沙的装置，包括水上部分和水下部分，其特征是：所述水下部分包括铅鱼和线缆，所述铅鱼上方的所述线缆上安装潜水泵，所述潜水泵的进水口与所述铅鱼的主线平行，所述潜水泵的上水管伸出水面且设置有电磁阀，所述水上部分包括水容器，所述水容器通过支架放置在称重传感器上，所述水容器的上端设置溢流水管，所述溢流水管的上端通入溢流排水管中，所述水容器的下端设置有排水管，所述排水管上设置有电磁阀；所述潜水泵同一高度处安装第一温度传感器，所述溢流排水管处安装第二温度传感器，两个电磁阀、两个温度传感器、潜水泵和称重传感器均与控制器连接。

7.根据权利要求6所述的置换法自动监测悬移质泥沙的装置，其特征是：所述潜水泵上水管上设置分流管，所述分流管上设置分流电磁阀，所述分流阀位于所述潜水泵上水管的电磁阀的前部。

8.根据权利要求6所述的置换法自动监测悬移质泥沙的方法，其特征是：所述水容器为球形结构或者容器中间为圆柱且两端为圆锥结构，所述溢流水管的上端为鸭嘴状，伸入所述溢流排水管且不与所述溢流排水管相接触，所述潜水泵上水管的上端伸入所述水容器的进水口且不与进水口接触。

9.根据权利要求6所述的置换法自动监测悬移质泥沙的装置，其特征是：设置一个保护筒，将所述水容器、溢流排水管、称重传感器罩住，保护筒的下端固定在基座上，所述潜水泵为微型潜水泵。

置换法自动监测悬移质泥沙的方法及装置

[0001] 技术领域：

本发明涉及一种水文泥沙监测技术，特别是涉及一种置换法自动监测悬移质泥沙的方法及装置。

[0002] 背景技术：

河流泥沙测验是水文监测的重要内容之一。《河流悬移质泥沙测验规范》(GB/T 50159-2015)(以下简称《规范》)规定了泥沙测验方法，包括烘干法、置换法以及过滤法。但是，不管哪种方法，为了达到需要的精度，都需要取较多的水样，在沙样室进行沉淀、过滤、烘干等水样处理，需要很长的时间才能完成一次测沙过程，或者需要耗费很多电能进行烘干，耗时长，时效差，人力投入多，信息难于共享。长期以来，国内外对自动测沙技术进行了许多探索，比如光电法、同位素法、振动管法、超声波法等，但由于新仪器一些自身因素约束，导致在水文站直接使用受到限制，目前没有一种成熟的自动监测悬移质泥沙的技术写入《规范》，也没有一种方法形成产品可推广使用，仍处于试验状态。由于这些技术限制，目前国内外测沙基本还处于人工工作状态，这成为水文监测领域的一个很难逾越的短板和亟待解决的问题。

[0003] 发明内容：

本发明所要解决的技术问题是：克服现有技术的不足，提供一种设计合理、能够实现自动监测且简单可靠的置换法自动监测悬移质泥沙的方法及装置。

[0004] 本发明的技术方案是：

一种置换法自动监测悬移质泥沙的方法，包括以下步骤：

a、在测流断面上通过测流设施设置铅鱼，在铅鱼上方的线缆上安装潜水泵，潜水泵的进水口与铅鱼的主线平行，潜水泵的上水管伸出水面且进入水容器的进水口，水容器通过支架放置在称重传感器上，水容器的上端设置溢流水管，并且，溢流水管的上端通入溢流排水管中，水容器的下端设置有排水管；

b、在微型潜水泵同一高度处安装第一温度传感器，在溢流排水管处安装第二温度传感器，两个温度传感器均与控制器连接；在潜水泵的上水管和排水管上分别安装电磁阀，两个电磁阀、潜水泵和称重传感器均与控制器连接；

c、在潜水泵上水管上设置分流管，分流管上设置分流电磁阀，开启潜水泵，进行预充水，预充水完毕，打开潜水泵上水管分流电磁阀、关闭潜水泵上水管电磁阀，打开水容器排水管上的电磁阀进行排水，排水完毕，关闭水容器排水管上的电磁阀，采用称重传感器对水容器称重，作为初始重量；

d、充水时，关闭分流电磁阀，打开潜水泵上水管的电磁阀，向水容器里面充水，当注水量大于水容器的额定容积时，溢流水管开始溢流，当注水时间大于额定注水时间后，此时已经消除了容器内壁温度对水温的影响，关闭潜水泵和潜水泵上水管的电磁阀，采用称重传感器对水容器称重，作为终了重量，然后打开排水管电磁阀排掉水容器中水，完成了一次完整的监测过程。

[0005] 在步骤d中，当注水时间大于额定注水时间后，打开排水管电磁阀进行排水，使水

容器内浑水排出，当排水时间大于额定值后，关闭排水管电磁阀，继续向水容器内注水，当注水时间大于额定注水时间后，溢流水管再次出现溢流时，依次打开分流电磁阀、关闭上水管电磁阀和潜水泵，减少水锤效应对上水管和电磁阀的压力。

[0006] 设水容器的额定容积为V，单位为cm^3，起始重量为W_0，单位为g，终了重量为W_t，单位为g，泥沙体积V_S，单位为cm^3、密度为ρ_S，单位为g/cm^3，ρ_S对于固定水文断面是一个稳定值，清水密度为ρ_w，单位为g/cm^3，溢流水管内水体温度为T，置换系数为K，泥沙质量为W_S，单位为g，，单样含沙量为C_S，单位为kg/m^3；

(1)计算方法一：

A，根据溢流水管内水体温度和ρ_S值，查置换系数表得到K值；

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙质量计算

$W_S = K(W_t - W_0 - V\rho_W)$

D、单样含沙量计算

$C_S = 1000\ W_S\ /V$

(2)计算方法二：

A，根据溢流水管内水体温度和ρ_S值，查置换系数表得到K值；

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙体积计算

$V_s = (W_t - W_0 - \rho_w V)/(\rho_s - \rho_w)$

D、单样含沙量计算

$C_S = 1000\rho_s\ V_s\ /V$。

[0007] 水容器为球形结构(或者容器中间为圆柱、两端为圆锥结构)，溢流水管的上端为鸭嘴状，伸入溢流排水管且不与溢流排水管相接触，潜水泵上水管的上端伸入水容器的进水口且不与进水口接触。

[0008] 设置一个保护筒，将水容器、溢流排水管、称重传感器罩住，保护筒的下端固定在基座上。

[0009] 一种置换法自动监测悬移质泥沙的装置，包括水上部分和水下部分，所述水下部分包括铅鱼和线缆，所述铅鱼上方的所述线缆上安装潜水泵，所述潜水泵的进水口与所述铅鱼的主线平行，所述潜水泵的上水管伸出水面且设置有电磁阀，所述水上部分包括水容器，所述水容器通过支架放置在称重传感器上，所述水容器的上端设置溢流水管，所述溢流水管的上端通入溢流排水管中，所述水容器的下端设置有排水管，所述排水管上设置有电磁阀；所述潜水泵同一高度处安装第一温度传感器，所述溢流排水管处安装第二温度传感器，两个电磁阀、两个温度传感器、潜水泵和称重传感器均与控制器连接。

[0010] 所述潜水泵上水管上设置分流管，所述分流管上设置分流电磁阀，所述分流阀位于所述潜水泵上水管的电磁阀的前部。

[0011] 所述水容器为球形结构或者容器中间为圆柱且两端为圆锥结构，所述溢流水管的上端为鸭嘴状，伸入所述溢流排水管且不与所述溢流排水管相接触，所述潜水泵上水管的

上端伸入所述水容器的进水口且不与进水口接触。

[0012] 设置一个保护筒，将所述水容器、溢流排水管、称重传感器罩住，保护筒的下端固定在基座上，所述潜水泵为微型潜水泵。

[0013] 本发明的有益效果是：

1、本发明能够满足《河流悬移质泥沙测验规范》(GB/T 50159-2015)的要求，依据《规范》中的置换法，通过某一温度、一定体积的水样自动称重，直接计算悬移质泥沙含沙量，实现了方法创新和依据该方法的自动监测装置的重大突破，对于全面实现悬移质泥沙自动化监测具有重大实用价值。

[0014] 2、本发明能够有效避免了原有悬移质泥沙测验过程中水样沉淀、过滤、烘干等繁琐、耗时、耗能的水样处理过程，能够实现河流悬移质泥沙的自动采集、计算、传输，为泥沙资料自动处理、整编和共享提供便利。

[0015] 3、本发明能够实现河流悬移质泥沙观测的自动化，大大减少人工干预和人工干预造成的误差，工作效率能够提高数十倍，能耗减少数十倍。

[0016] 4、本发明避免了对清水进行体积和密度计量，避免了获得清水的复杂过程，简化了装置构成，增强了实用性。

[0017] 5、本发明结构简单，易于实施。其中的计量传感器技术成熟，便于实现和推广。本发明器件简单，对环境要求低，便于运行维护，实用性强，具有较高的经济效益和社会效益。

[0018] 附图说明：

图1为置换法自动监测悬移质泥沙的装置的水下部分的结构示意图；

图2为置换法自动监测悬移质泥沙的装置的水上部分的结构示意图。

[0019] 具体实施方式：

实施例：参见图1和图2，图中，1-缆索，2-信号线，3-温度传感器，4-潜水泵进水口，5-潜水泵，6-铅鱼，7-上水管电磁阀，8-排水管，9-排水管电磁阀，10-三通，11-潜水泵上水管，13-容器进水口，14-水容器，15-排水管电磁阀，16-保护筒，17-基座，18-固定螺栓，19-溢流水管，20-鸭嘴管，21-温度传感器，22-溢流排水管，23-溢流排水管支腿，24-圆形支架，25-排水管，26-支腿，27-称重传感器。

[0020] 置换法自动监测悬移质泥沙的装置包括水下部分和水上部分。

[0021] 1、水下部分：

在水文测流缆道或者测流绞车或者其他固定水文测流设施的铅鱼6上方安装微型潜水泵5，微型潜水泵进水口4与铅鱼6主线平行，在微型潜水泵同一高度处安装温度传感器3，传感器信号线2、微型潜水泵上水管11依附在缆索1上，能够随缆索(原有水文测流缆道、水文绞车已经具备上下移动功能) 上下移动。微型潜水泵上水管口深入水上部分中水容器的长嘴进水口13内，但两者不接触，当微型潜水泵开启时能够向水容器汲水，上水管管口处安装一电磁阀7。在电磁阀外侧上水管上设置三通10，三通上设置排水管8，排水管上安装电磁阀9，可用于排掉上水管中的滞留水和不具有代表性的汲水。上水管管壁具有隔热功能，在汲水时能够保证管中水温不变。微型潜水泵、电磁阀与控制器相连，实现通讯和控制。

[0022] 2、水上部分：

首先设置保护筒16，保护筒安装在基座17上，用于保温和避免外部环境的影响；在保护筒内设置一水容器14，容器正上部安装一溢流水管19，溢流水管上端设计为鸭嘴状20，鸭嘴

套入溢流排水管22,并与溢流排水管不接触,溢流水管内安装温度传感器21,监测水体温度,溢流排水管设有支腿23,支腿固定在基座上;水容器中部安装一倾斜向上长嘴形进水口13,进水口要高于溢流水管口19,潜水泵上水管11嵌入进水口13之内,但互不接触,上水管设置电磁阀7;容器正下部安装排水管25,排水管上安装电磁阀15;水容器下部设置圆形支架24,支架装有支腿26,支腿安装在下部的称重传感器27上,称重传感器27安装在基座上。电磁阀、称重传感器与控制器相连。

[0023] 3、监测方法:

当需要监测时,所有电磁阀处于关闭状态,采用称重传感器27对水容器称重,作为初始重量。首先打开电磁阀9,开启微型潜水泵5,进行预汲水,汲水从排水管8排出,目的使上水管内壁温度与水温达到一致,汲水均匀稳定。然后打开电磁阀7、关闭电磁阀9,向水容器注水,当注水量大于水容器的额定容积时,容器溢流排水管鸭嘴开始溢流,当注水时间大于额定注水时间后,此时已经消除了容器内壁温度对水温的影响;然后打开电磁阀15排水,使容器内浑水排出,当排水时间大于额定值后,关闭电磁阀15;继续向容器注水,当注水时间大于额定注水时间后,容器溢流排水管鸭嘴再次出现溢流时,依次打开电磁阀9、关闭电磁阀7、关闭微型潜水泵,尽量减少水锤效应对上水管和电磁阀的压力。监测溢流排水管中水体水温,待溢流排水完毕后,采用称重传感器27对水容器称重,作为终了重量,然后打开电磁阀15排掉水容器中水,完成了一次完整的监测过程。可定期采用其他计量方法对水容器的容积进行率定。

[0024] 4、单沙计算方法:

设,水容器的额定容积为V(cm^3),起始重量为W_0(g),终了重量为W_t(g), 泥沙体积V_S(cm^3)、密度为ρ_S (g/cm^3),ρ_S对于固定水文断面是一个稳定值,清水密度为ρ_w (g/cm^3),溢流水管内水体温度为T,置换系数为K,泥沙质量为W_S(g),单样含沙量为C_S(kg/m^3)。

[0025] (1)计算方法一

A,根据溢流水管内水体温度和ρ_S值,查置换系数表得到K值;

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙质量计算

$W_S=K(W_t-W_0-V\rho_W)$

D、单样含沙量计算

$C_S=1000\ W_S\ /V$

(2)计算方法二

A,根据溢流水管内水体温度和ρ_S值,查置换系数表得到K值;

B、根据ρ_S和K值计算清水密度ρ_w

$\rho_W = (1/K-1)\rho_S$

C、泥沙体积计算

$V_s = (W_t-W_0-\rho_W V)/(\rho_s-\rho_w)$

D、单样含沙量计算

$C_S=1000\rho_s\ V_s\ /V$

置换系数K值表

泥沙密度（g/cm³）	水温（℃）						
	0～11.9	12.0～18.4	18.5～23.1	23.2～27.0	27.1～30.4	30.5～36.5	36.6～39.2
2.60	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
2.61	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.61
2.62	1.62	1.62	1.62	1.61	1.61	1.61	1.61
2.63	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
2.64	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.60	1.60
2.65	1.61	1.61	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
2.66	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
2.67	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.59	1.59
2.68	1.60	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
2.69	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
2.70	1.59	1.59	1.59	1.59	1.58	1.58	1.58
2.71	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
2.72	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.57
2.73	1.58	1.58	1.58	1.58	1.57	1.57	1.57
2.74	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
2.75	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
2.76	1.57	1.57	1.57	1.57	1.56	1.56	1.56
2.77	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
2.78	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56

本表摘自《河流悬移质泥沙测验规范》(GB/T 50159-2015)。

[0026] 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，凡是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内。

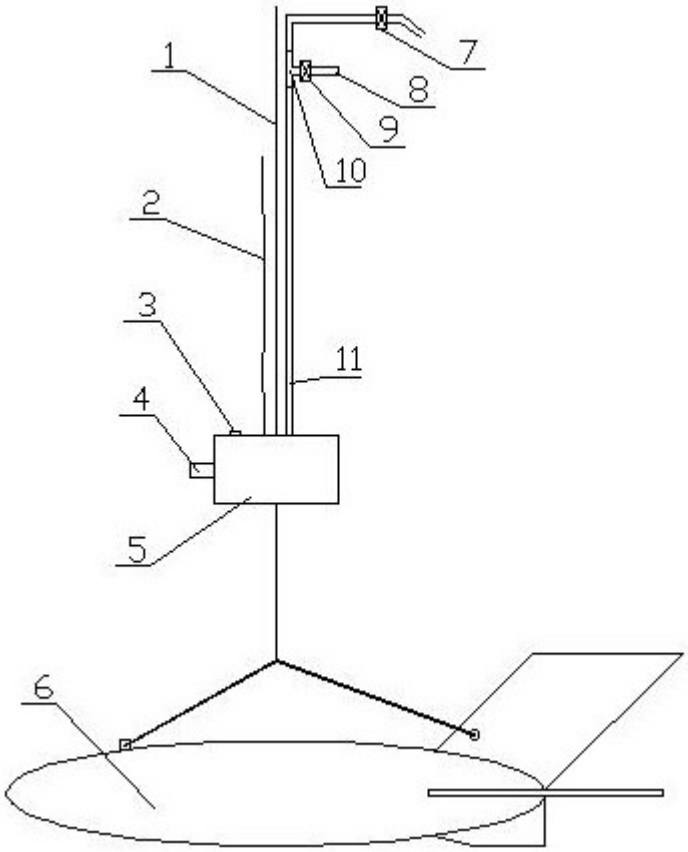


图1

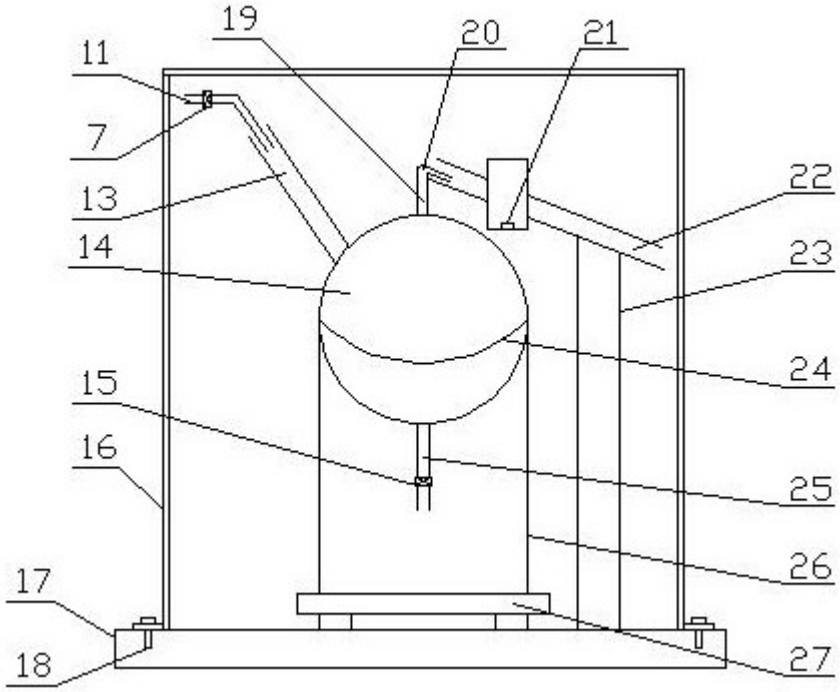


图2