



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204101419 U

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201420590622. X

(22) 申请日 2014. 10. 13

(73) 专利权人 山西省交通科学研究院

地址 030006 山西省太原市小店区学府街  
79 号

专利权人 山西交科公路勘察设计院

(72) 发明人 董立山 牛立强 辛润勤

(74) 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001

代理人 余晓雪 王敏锋

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

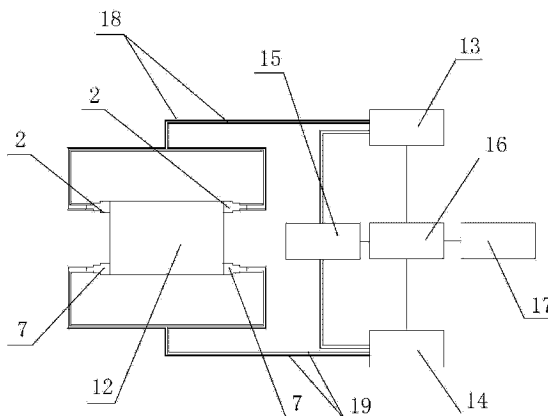
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

可精确测量土渗透系数的测量系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种可精确测量土渗透系数的测量系统,包括渗透容器、压力体积控制器 A 和压力体积控制器 B,渗透容器由围压腔体上盖、围压腔体下盖和容纳土试样的围压腔体构成,围压腔体上盖盖合于围压腔体顶部,围压腔体下盖盖合于围压腔体底部;围压腔体上盖上设有透水石 A,围压腔体下盖上设有透水石 B,围压腔体上盖外部设有至少一个与透水石 A 相连通的出气出水孔,围压腔体下盖外部设有至少一个与透水石 B 相连通的进水孔。所有的出气出水孔通过压力管 A 与压力体积控制器 A 密闭连通,所有的进水孔通过压力管 B 与压力体积控制器 B 密闭连通。本实用新型提高了试验中的渗透压力测量效率,有效减小因读数问题导致大误差试验结果,提高了精确度。



1. 一种可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:包括渗透容器(12)、压力体积控制器 A (13)和压力体积控制器 B (14),渗透容器(12)由围压腔体上盖(1)、围压腔体下盖(9)和容纳土试样(11)的围压腔体(5)构成,围压腔体上盖(1)盖合于围压腔体(5)顶部,围压腔体下盖(9)盖合于围压腔体(5)底部;所述围压腔体上盖(1)上设有透水石 A (3),所述围压腔体下盖(9)上设有透水石 B (8),围压腔体上盖(1)外部设有至少一个与透水石 A (3)相连通的出气出水孔(2),围压腔体下盖(9)外部设有至少一个与透水石 B (8)相连通的进水孔(7);所有的出气出水孔(2)通过压力管 A (18)与压力体积控制器 A (13)密闭连通,所有的进水孔(7)通过压力管 B (19)与压力体积控制器 B (14)密闭连通。

2. 按照权利要求 1 所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:还包括数据采集仪(16)和压差传感器(15),所述压力体积控制器 A (13)、压力体积控制器 B (14)分别通过数据传输接口与数据采集仪(16)电通信连接,所述压差传感器(15)通过数据传输接口与数据采集仪(16)电通信连接。

3. 按照权利要求 2 所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:还包括有 PC 计算机(17),所述数据采集仪(16)和压差传感器(15)分别通过数据传输线与 PC 计算机(17)电通信连接。

4. 按照权利要求 1 所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:所述透水石 A (3)的数量为两个,两个透水石 A (3)分别对称设置在围压腔体上盖(1)上;所述透水石 B (8)的数量为两个,两个透水石 B (8)分别对称设置在围压腔体下盖(9)上。

5. 按照权利要求 1~4 任一项所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:所述围压腔体上盖(1)、围压腔体(5)和围压腔体下盖(9)通过固定螺栓(10)依次固定。

6. 按照权利要求 5 所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:所述围压腔体上盖(1)与围压腔体(5)之间密闭安装有橡皮圈(4)。

7. 按照权利要求 5 所述的可精确测量土渗透系数的测量系统,其特征在于:所述围压腔体(5)与围压腔体下盖(9)相互焊接固定。

## 可精确测量土渗透系数的测量系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及土渗透系数测量技术领域,尤其涉及一种可精确测量土渗透系数的测量系统,主要用于岩土工程中测试土体的渗透特性。

### 背景技术

[0002] 伴随着大规模土木工程建设,岩土工程的迅速发展对勘察、设计及施工提出更高的要求。岩土工程参数测试方法中渗透系数是综合反映土体渗透能力的最重要指标,其值的正确性对渗透量的计算及力学性质有重要影响,对土工工程有重要的指导意义。在土与结构物连接处,土体在水及其它各种荷载的作用下产生复杂的变形与渗透的相互作用,危及土工结构物的安全。例如,黄土高边坡与挡土墙相接处,存在下渗雨水与结构物的交界面,是边坡挡土结构的主要失稳区域,复杂的应力变形状态及渗透条件是导致事故发生的重要原因。

[0003] 目前国内外关于土体渗透特性的研究日益增多,但是,从试验手段看,国内最常见的是现行各类规范规程中(如《土工试验规程》等)渗透试验,包括常水头渗透试验和变水头渗透试验。试验装置简单,但读数误差大,不能实现对渗透过程中全程渗透系数监测,只能研究一段时间内的平均参数值,由于在试验过程中体积与压力变化测误差比较大,而且需凭借肉眼观察瞬间读数,因此人为因素比较多,计算结果不准确;仪器采用高位水箱提供压力水头,压力受限,难以进行大压差的渗透试验,且手动调节阀来调节压力,渗透仪器内的压力差不稳定,试验的可信度大大降低;试样在受轴向压力时会发生变形,试样孔隙度发生改变,试样的渗透性能发生变化,而现有的多数仪器在做渗透系数计算时没有考虑试验过程中试样孔隙度的变化,导致测量的结果精度不高。目前试验测试手段难以对土工试样的渗透性能进行精准、快速的测量。

### 实用新型内容

[0004] 针对现有技术存在的不足之处,本实用新型的目的在于提供一种可精确测量土渗透系数的测量系统,提高了试验中的渗透压力测量效率,有效减小因读数问题而导致大误差试验结果,提高了测量精确度。

[0005] 本实用新型的目的通过下述技术方案实现:

[0006] 一种可精确测量土渗透系数的测量系统,包括渗透容器、压力体积控制器 A 和压力体积控制器 B,渗透容器由围压腔体上盖、围压腔体下盖和容纳土试样的围压腔体构成,围压腔体上盖盖合于围压腔体顶部,围压腔体下盖盖合于围压腔体底部;所述围压腔体上盖上设有透水石 A,所述围压腔体下盖上设有透水石 B,围压腔体上盖外部设有至少一个与透水石 A 相连通的出气出水孔,围压腔体下盖外部设有至少一个与透水石 B 相连通的进水孔。所有的出气出水孔通过压力管 A 与压力体积控制器 A 密闭连通,所有的进水孔通过压力管 B 与压力体积控制器 B 密闭连通。

[0007] 为了更好地实现本实用新型,本测量系统还包括数据采集仪和压差传感器,所述

压力体积控制器 A、压力体积控制器 B 分别通过数据传输接口与数据采集仪电通信连接,所述压差传感器通过数据传输接口与数据采集仪电通信连接。

[0008] 为了使得压差等数据能够能直观、高效地查看,本测量系统还包括有 PC 计算机,所述数据采集仪和压差传感器分别通过数据传输线与 PC 计算机电通信连接。

[0009] 本实用新型提供一种优选的透水石 A 和透水石 B 的结构技术方案是:所述透水石 A 的数量为两个,两个透水石 A 分别对称设置在围压腔体上盖上;所述透水石 B 的数量为两个,两个透水石 B 分别对称设置在围压腔体下盖上。

[0010] 为了使得渗透容器的结构性能更好,所述围压腔体上盖、围压腔体和围压腔体下盖通过固定螺栓依次固定。

[0011] 为了增强围压腔体上盖与围压腔体之间的密封性能,所述围压腔体上盖与围压腔体之间密闭安装有橡皮圈。

[0012] 优选地,所述围压腔体与围压腔体下盖相互焊接固定。

[0013] 本实用新型较现有技术相比,具有以下优点及有益效果:

[0014] 1. 本实用新型通过压力体积控制器 B 使得渗透容器中土试样达到饱和状态,然后土试样就会持续渗透,通过压力体积控制器 A 和压力体积控制器 B 的压强参数,以及通过压力体积控制器 A 和压力体积控制器 B 检测到的初始体积值和瞬时体积值,这样就可以通过公式准确计算出土试样的渗透系统。

[0015] 2. 本实用新型的渗透容器由围压腔体上盖、围压腔体下盖和围压腔体构成,可以非常方便放置土试样,橡皮圈可以增强围压腔体上盖与围压腔体之间的密封性能。

[0016] 3. 本实用新型设置两个出水出气孔和两个进水孔,有效地实现了进出水过程中的流速与压力稳定;使用两个压力体积控制器作为压力源,并能检测出瞬时体积,实现大水头压力差。本实用新型的压力体积控制器与数据采集仪和 PC 计算机连接,实现了精确读数与数据处理。

[0017] 4. 本实用新型提高了试验中的渗透压力,有效减小因读数问题而导致大误差试验结果,提高了试验精确度。

## 附图说明

[0018] 图 1 为本实用新型的渗透容器的结构示意图;

[0019] 图 2 为本实用新型的原理示意图。

[0020] 附图标记说明如下:1—围压腔体上盖,2—出气出水孔,3—透水石 A,4—橡皮圈,5—围压腔体,6—环刀,7—进水孔,8—透水石 B,9—围压腔体下盖,10—固定螺栓,11—土试样,12—渗透容器,13—压力体积控制器 A,14—压力体积控制器 B,15—压差传感器,16—数据采集仪,17—PC 计算机,18—压力管 A,19—压力管 B。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型进行详细说明。

[0022] 实施例一

[0023] 如图 1~图 2 所示,一种可精确测量土渗透系数的测量系统,包括渗透容器 12、压力体积控制器 A13 和压力体积控制器 B14,渗透容器 12 由围压腔体上盖 1、围压腔体下盖 9

和容纳土试样 11 的围压腔体 5 构成,围压腔体上盖 1 盖合于围压腔体 5 顶部,围压腔体下盖 9 盖合于围压腔体 5 底部。围压腔体上盖 1 上设有透水石 A3,围压腔体下盖 9 上设有透水石 B8,围压腔体上盖 1 外部设有至少一个与透水石 A3 相连通的出气出水孔 2,围压腔体下盖 9 外部设有至少一个与透水石 B8 相连通的进水孔 7。所有的出气出水孔 2 通过压力管 A18 与压力体积控制器 A13 密闭连通,所有的进水孔 7 通过压力管 B19 与压力体积控制器 B14 密闭连通。

[0024] 本测量系统还包括数据采集仪 16 和压差传感器 15,压力体积控制器 A13、压力体积控制器 B14 分别通过数据传输接口与数据采集仪 16 电通信连接,压差传感器 15 通过数据传输接口与数据采集仪 16 电通信连接。数据采集仪 16 能够采集到压力体积控制器 A13 和压力体积控制器 B14 上的体积值。

[0025] 本测量系统还包括有 PC 计算机 17,数据采集仪 16 和压差传感器 15 分别通过数据传输线与 PC 计算机 17 电通信连接。PC 计算机 17 可以显示出压力体积控制器 A13 和压力体积控制器 B14 两个控制器上各自对应的体积值以及压力值。

[0026] 如图 1 所示,本实施例的透水石 A3 的数量为两个,两个透水石 A3 分别对称设置在围压腔体上盖 1 上。本实施例的透水石 B8 的数量为两个,两个透水石 B8 分别对称设置在围压腔体下盖 9 上。

[0027] 如图 1 所示,围压腔体上盖 1、围压腔体 5 和围压腔体下盖 9 通过固定螺栓 10 依次固定,固定螺栓 10 可以让围压腔体上盖 1、围压腔体 5 和围压腔体下盖 9 三者的固定更为牢固。作为优选,本实施例的围压腔体 5 与围压腔体下盖 9 相互焊接固定。

[0028] 如图 1 所示,围压腔体上盖 1 与围压腔体 5 之间密闭安装有橡皮圈 4,该橡皮圈 4 可以增强围压腔体上盖 1 与围压腔体 5 之间的密封性能。

[0029] 使用本测量系统通过常水头渗透试验方式来测量土渗透系统的方法如下:

[0030] 第一步:使用环刀切取圆柱形的土试样 11,保证土试样 11 与环刀壁之间没有空隙,并将土试样 11 配合安装于围压腔体 5 内。将整个测量系统按照图 1、图 2 相连接。

[0031] 第二步:让土试样 11 饱和,打开出气出水孔 2,使其与大气相连,压力体积控制器 B14 通过压缩腔体内水缓慢施加压强,一般为 2~5kPa,其压强与土试样 11 的渗透性相关,例如:沙土可设置低压强,黏性土可设置高压强,但不宜大于 10kPa。待出气出水孔 2 不再排出气体,排出的水成股流出,试样就处于饱和阶段。

[0032] 第三步:试验阶段,将出气出水孔 2 与压力体积控制器 A13 连接,记录本步骤的试验开始时两压力体积控制器(压力体积控制器 A13 和压力体积控制器 B14)的体积初始  $V_1$ (压力体积控制器 A13 对应的体积值)、 $V_2$ (压力体积控制器 B14 对应的体积值)。设置两个压力体积控制器的压强,压力体积控制器 B14 的压强  $P_2$  大于压力体积控制器 A13 的压强  $P_1$ ,二者之间的压强差  $(P_2-P_1)$  一般不宜大于 50kPa。一般设置压力体积控制器 B14 压强  $P_2$  为 30-50kPa,压力体积控制器 1 的压强  $P_1$  为 10-20kPa,施加压力同时数据采集仪得到任意瞬时两压力体积控制器的体积为  $V_{1t}$ (压力体积控制器 A13 对应的体积值)、 $V_{2t}$ (压力体积控制器 B14 对应的体积值)。

[0033] 第四步:数据处理,即得到相应数据之后的计算过程如下:

[0034] 根据国家通用规范土工试验规程对常水头渗透系数的计算

$$[0035] \quad k_t = \frac{QL}{A\Delta h}$$

[0036] 其中  $k_t$ ——土体的渗透系数

[0037]  $Q$ —— $t$  时间内的渗水量

[0038]  $L$ ——两测压孔中心之间的试验高度

[0039]  $H$ ——平均水位差

[0040]  $A$ ——环刀截面面积

[0041]  $t$ ——试验时间

[0042] 对于本实验,则有

$$[0043] \quad Q = (V_{2t} - V_2) - (V_{1t} - V_1) \quad \text{和} \quad H = P_2 - P_1$$

[0044] 代入计算得渗透系数

$$[0045] \quad k_t = \frac{[(V_{2t} - V_2) - (V_{1t} - V_1)]L}{A(P_2 - P_1)t}$$

[0046] 对于初始渗透系数不稳定的土体,可以记录渗流稳定的任意时刻作为试验开始点。

[0047] 实施例二

[0048] 本实施例与实施一的测量系统均相同,不同之处在于本实施例是通过通过变水头渗透试验方式来计算并得到测量结果。

[0049] 变水头渗透试验

[0050] 第一步:使用环刀切取圆柱形的土试样 11,保证土试样 11 与环刀壁之间没有空隙,并将土试样 11 配合安装于围压腔体 5 内。将整个测量系统按照图 1、图 2 相连接。

[0051] 第二步:打开出气出水孔 2,使其与大气相连,压力体积控制器 B14 缓慢施加压强,一般为 2 ~ 5kPa,其压强与土样渗透性相关,例如:沙土可设置低压强,黏性土可设置高压强,但不宜大于 10kPa。待出气出水孔 2 不再排出气体,排出的水成股流出,试样就处于饱和阶段。

[0052] 第三步:试验阶段。将出气出水孔 2 与压力体积控制器 A13 连接,记录本步骤的试验开始时两压力体积控制器(压力体积控制器 A13 和压力体积控制器 B14)的体积初始  $V_1$ (压力体积控制器 A13 对应的体积值)、 $V_2$ (压力体积控制器 B14 对应的体积值)。设置压力体积控制器 B14 的压强,一般设置压力体积控制器 2 的压强  $P_2$  为 50-200kPa,施加压强的同时,数据采集仪 16 得到任意瞬时两压力体积控制器的体积  $V_{1t}$ (压力体积控制器 A13 对应的体积值)、 $V_{2td}$ (压力体积控制器 B14 对应的体积值)以及压差传感器读数  $\Delta P$ 。

[0053] 第四步:数据处理,即得到相应数据之后的计算过程如下:

[0054] 根据国家通用规范土工试验规程渗透系数的计算

$$[0055] \quad k_t = \frac{QL}{A\Delta h}$$

[0056] 其中  $k_t$ ——土体的渗透系数

[0057]  $Q$ —— $t$  时间内的渗水量

[0058]  $L$ ——两测压孔中心之间的试验高度

[0059]  $H$ ——平均水位差

[0060] A——环刀截面面积

[0061] t——试验时间

[0062] 对于本实验,则有

[0063]  $Q = (V_{2t} - V_2) - (V_{1t} - V_1)$  和  $H = P$

[0064] 代入计算得渗透系数

[0065]

$$k_t = \frac{[(V_{2t} - V_2) - (V_{1t} - V_1)]L}{At \square P}$$

[0066] 对于初始渗透系数不稳定的土体,可以记录渗流稳定的任意时刻作为试验开始点。

[0067] 上述实施方式只是本实用新型的一个优选实施例,并不是用来限制本实用新型的实施与权利范围的,凡依据本实用新型申请专利保护范围所述的内容做出的等效变化和近似替换,均应落在本实用新型的保护范围内。

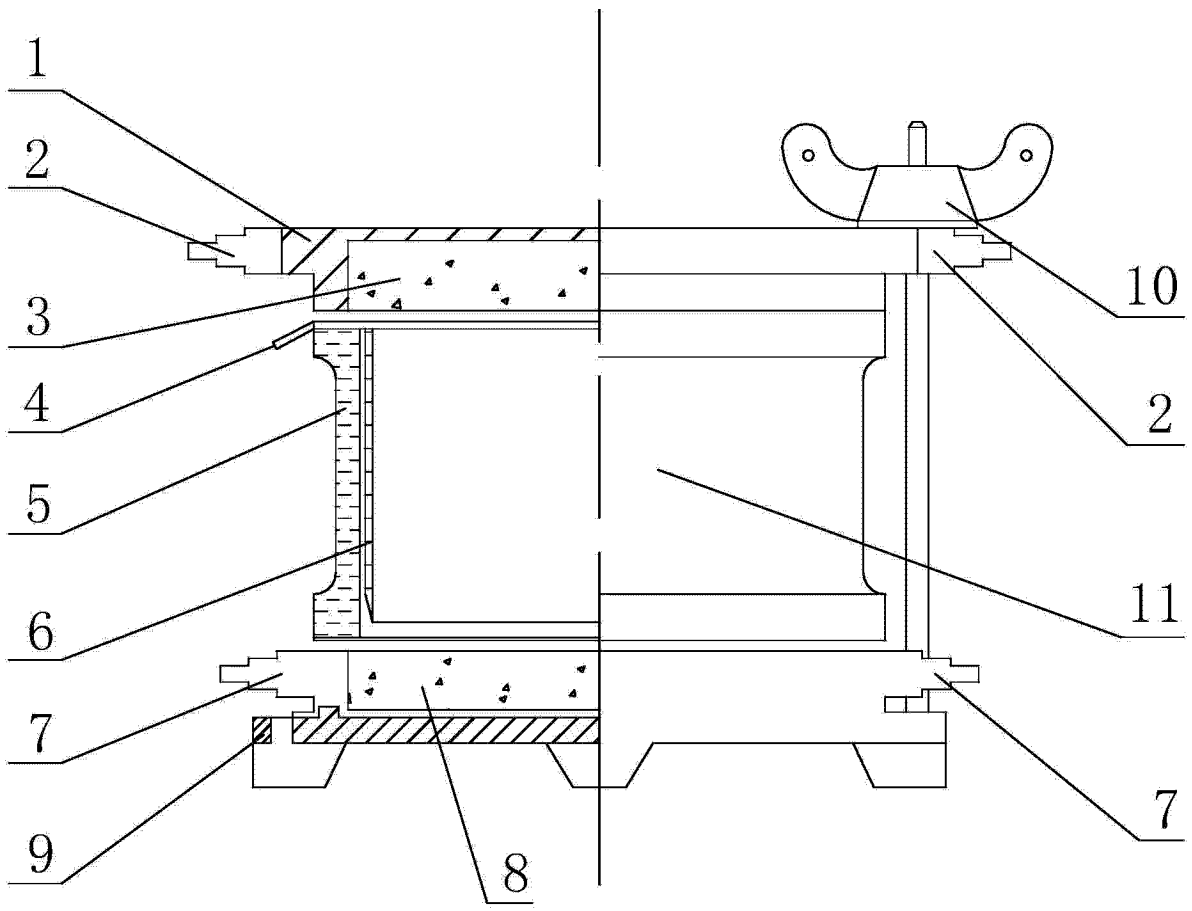


图 1



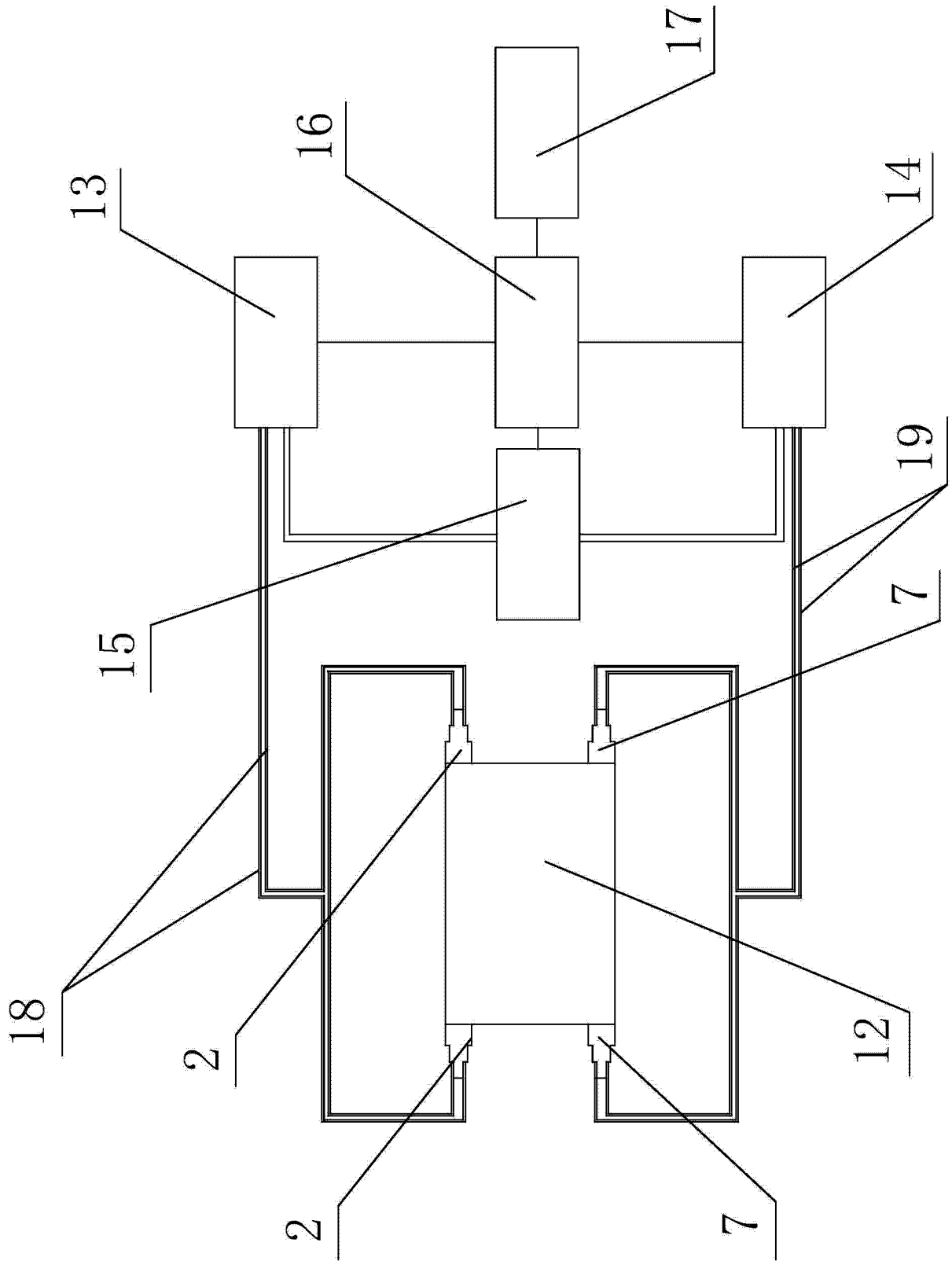


图 2