



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106771078 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 30

(21) 申请号 201710009021.3

G01N 33/00 (2006.01)

(22) 申请日 2017.01.06

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101290324 A, 2008.10.22

申请公布号 CN 106771078 A

CN 201035023 Y, 2008.03.12

(43) 申请公布日 2017.05.31

CN 202033357 U, 2011.11.09

CN 202230067 U, 2012.05.23

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所

审查员 张鸿淋

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城

西路99号

(72) 发明人 丁虎 付玉聪

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所

52100

专利代理师 张行超

(51) Int. Cl.

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 33/18 (2006.01)

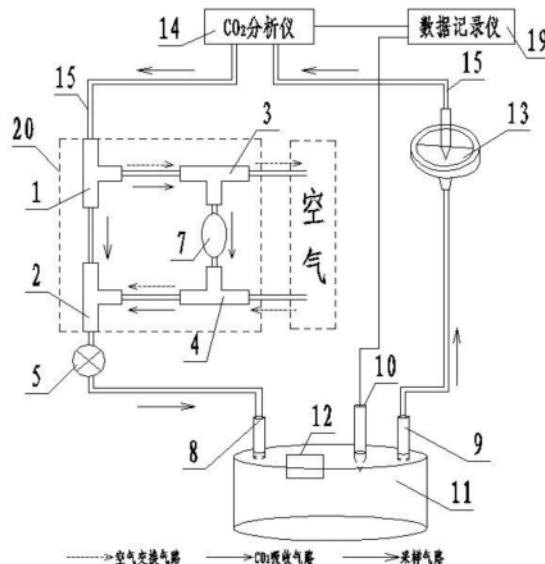
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置

## (57) 摘要

本发明公开了一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,包括CO<sub>2</sub>分析仪、数据记录仪、通量箱、抽气泵、用于对CO<sub>2</sub>分析仪进行防水保护的水滴传感模块和空气过滤头和用于控制气路进行内循环或进行空气交换的气路自动控制装置;抽气泵、气路自动控制装置、CO<sub>2</sub>分析仪、空气过滤头依次由气管进行串联,抽气泵的出气端通过气管连接至通量箱的进气接口,通量箱的出气接口通过气管连接至空气过滤头的进气端。本发明利用气路自动控制装置实现通量箱气体与空气交换、过多CO<sub>2</sub>吸收以及CO<sub>2</sub>通量测定,上述动作均在抽气泵作用和电磁阀控制下全自动进行,可获取高频次的界面CO<sub>2</sub>通量数据,且具有低成本、操作方便的特点。



1. 一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,其特征在于:

包括CO<sub>2</sub>分析仪(14)、数据记录仪(19)、通量箱(11)、抽气泵(5)、气体过滤头(13)、水滴感应模块(12)、以及用于控制气路进行内循环或进行空气交换的气路自动控制装置(20);

所述抽气泵(5)、气路自动控制装置(20)、CO<sub>2</sub>分析仪(14)、气体过滤头依次由气管(15)进行串联,抽气泵(5)的出气端通过气管(15)连接至通量箱(11)的进气接口(8),通量箱(11)的出气接口(9)通过气管(15)连接至气体过滤头(13)的进气端;

在通量箱(11)上设置有温度传感器(10)和水滴感应模块(12),其中温度传感器(10)和CO<sub>2</sub>分析仪(14)连接至数据记录仪(19),水滴感应模块(12)控制气路自动控制装置(20)打开或闭合;

其中,所述气路自动控制装置(20)包括第一电磁阀(1)、第二电磁阀(2)、第三电磁阀(3)和第四电磁阀(4)、CO<sub>2</sub>吸收管(7)、以及单路的第一继电器(17)、双通道的第二继电器(18);

所述第一电磁阀(1)和第三电磁阀(3)为一进两出型气体两位三通阀;

所述第二电磁阀(2)和第四电磁阀(4)为两进一出型气体两位三通阀;

第一电磁阀(1)的进气口与CO<sub>2</sub>分析仪(14)的出气端连接,第一电磁阀(1)的一个出气口与第三电磁阀(3)的进气口连接,第一电磁阀(1)的另一个出气口与第二电磁阀(2)的其中一个进气口连接,第二电磁阀(2)的另一个进气口与第四电磁阀(4)的出气口连接,第二电磁阀(2)的出气口与抽气泵(5)的连接,第三电磁阀(3)的其中一个出气口与空气连通,第三电磁阀(3)另一个出气口通过CO<sub>2</sub>吸收管(7)与第四电磁阀(4)的其中一个进气口连接,第四电磁阀(4)的另一进气口与空气连通;

第一继电器(17)与抽气泵(5)、CO<sub>2</sub>分析仪(14)、第二继电器(18)供电连接,第二继电器(18)的第一通道与第一电磁阀(1)、第二电磁阀(2)以及抽气泵(5)连接,第二继电器(18)的第二通道与第三电磁阀(3)和第四电磁阀(4)连接,第二继电器(18)与数据记录仪(19)通信连接;

通量箱(11)顶部安装有水滴感应模块(12),其与第一继电器(17)控连接,用于控制第一继电器(17)开关的打开或闭合;所述CO<sub>2</sub>吸收管(7)内部的填充物为碱石灰或者能吸收CO<sub>2</sub>的分子筛。

2. 根据权利要求1所述的一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,其特征在于:所述气路自动控制装置(20)还包括12V的第一电源(16)和第二电源(6),第一电源(16)与第一继电器(17)、温度传感器(10)供电连接,第二继电器(18)的第一、第二通道与第二电源(6)供电连接,第一电源(16)和第二电源(6)串联后与数据记录仪(19)供电连接。

## 一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体测定装置,具体涉及一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,属于温室气体交换通量测试装置技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着CO<sub>2</sub>红外观测技术的不断发展,其技术越来越成熟,价格越来越低,成为目前环境领域温室气体研究的重要手段。相比于传统采样研究,本新型具有廉价、高效且系统误差较小的特点。目前已有大量的利用该技术测定界面(水面—大气或土壤—大气)CO<sub>2</sub>交换通量的研究,为全球气候变化及温室气体减排提供了大量科学数据。但现有技术存在如下技术问题:

[0003] (1) 现有技术多采用人工在现场托举和固定通量箱的方法,对测试对象扰动较大,不可能高频率的通量变化数据。而已有研究表明,界面CO<sub>2</sub>交换受温度、生物活动、降雨等多因素的控制,存较强的时间变化性。如降雨可以对土壤—大气CO<sub>2</sub>交换产生激发或抑制作用,从而在降雨期间表现出复杂的变化,其过程捕捉及控制机制等方面的研究需要高频次连续观测来完成,仅靠传统的人工野外观测方法显然无法达到这个要求;

[0004] (2) 近几年以来已经有了界面CO<sub>2</sub>交换的连续、自动观测方面的装置。但对应的通量箱往往需要借助外力(电机或气缸驱动)打开或闭合,能量消耗较大。同时,由于技术较为复杂,这种通量箱的体积是固定的,很难根据野外实际情况改装,另外这种专用通量箱造价昂贵且维护成本较高,因此不利于野外大规模使用;

[0005] (3) 也有现有技术测定大气、水体或土壤中CO<sub>2</sub>浓度的梯度,通过扩散模型计算水面或者土壤的CO<sub>2</sub>交换通量,这种方法的缺点在于被观测的系统要有一定的空间一致性和气象条件,且往往需要通量箱法得到的数据来来修正;

[0006] (4) CO<sub>2</sub>红外传感器的数据质量较容易受到水气的影响,在水面-大气界面CO<sub>2</sub>交换研究中水液极易进入红外传感器,从而损坏传感器。

[0007] 为了深刻理解土壤—大气和水面—大气界面CO<sub>2</sub>的交换规律,有必要研制一套高频次、全自动、对观测对象扰动小且造价和维护成本较低连续观测系统。

### 发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是:提供一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,可以对水面或土壤交换的CO<sub>2</sub>通量进行连续全自动观测,且具有低成本、操作方便的特点。

[0009] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0010] 一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置,包括CO<sub>2</sub>分析仪、数据记录仪、通量箱、抽气泵、用于防止液态水进入CO<sub>2</sub>分析仪的水滴传感模块和空气过滤器、以及用于控制气路进行内循环或进行空气交换的气路自动控制装置;所述抽气泵、气路自动控制装置、CO<sub>2</sub>分析仪、防护装置依次由气管进行串联,抽气泵的出气端通过气管连接至通量箱的进气

接口,通量箱的出气接口通过气管连接一个空气过滤器;在通量箱上设置有温度传感器和水滴感应模块,温度传感器和CO<sub>2</sub>分析仪连接至数据记录仪,并由记录仪记录温度和CO<sub>2</sub>浓度数,水滴感应模块连接至气路自动控制装置的继电器,形成一个防护装置,其遇水断电,起到保护CO<sub>2</sub>分析仪的作用。

[0011] 优选的,所述气路自动控制装置包括第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀和第四电磁阀、CO<sub>2</sub>吸收管、以及单路的第一继电器、双通道的第二继电器;所述第一电磁阀和第三电磁阀为一进两出型气体两位三通阀;所述第二电磁阀和第四电磁阀为两进一出型气体两位三通阀;第一电磁阀的进气口与CO<sub>2</sub>分析仪的出气端连接,第一电磁阀的一个出气口与第三电磁阀的进气口连接,第一电磁阀的另一个出气口与第二电磁阀的其中一个进气口连接,第二电磁阀的另一个进气口与第四电磁阀的出气口连接,第二电磁阀的出气口与抽气泵的连接,第三电磁阀的其中一个出气口与空气连通,第三电磁阀另一个出气口通过CO<sub>2</sub>吸收管与第四电磁阀的其中一个进气口连接,第四电磁阀的另一进气口与空气连通;第一继电器与抽气泵、CO<sub>2</sub>分析仪、第二继电器供电连接,第二继电器的第一通道与第一电磁阀、第二电磁阀以及抽气泵连接,第二继电器的第二通道与第三电磁阀和第四电磁阀连接,第二继电器与数据记录仪通信连接。

[0012] 进一步的,所述气路自动控制装置还包括12V的第一电源和第二电源,第一电源与第一继电器、温度传感器供电连接,第二继电器的第一、第二通道与第二电源供电连接,第一电源和第二电源串联后与数据记录仪供电连接。

[0013] 优选的,通量箱顶部安装有水滴感应模块,其与第一继电器控连接,用于控制第一继电器开关的打开或闭合

[0014] 优选的,所述CO<sub>2</sub>吸收管内部的填充物为碱石灰或者能吸收CO<sub>2</sub>的分子筛。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0016] 1、本发明利用气路自动控制装置实现通量箱气体与空气交换、过多CO<sub>2</sub>吸收以及CO<sub>2</sub>通量测定,上述动作均在抽气泵作用和电磁阀控制下全自动进行,可获取高频次的界面CO<sub>2</sub>通量数据,且具有低成本、操作方便的特点;另外,在通量箱内设置温度传感器,其信号通过数据记录仪记录,可以直接用于数据计算;在CO<sub>2</sub>分析仪之前连接一个气体过滤头链接,起简单防水、防尘和透气的功能,当通量箱顶部的水滴感应模块感应到液态水时,第一继电器控制器开关断开,抽气泵等停止工作,可以防止液态水进入CO<sub>2</sub>分析仪,起到保护作用。

[0017] 2、在本发明中,气路自动控制装置主要利用四个气体两位三通阀、两个继电器以及CO<sub>2</sub>吸收管构成,能够满足高频次测定界面CO<sub>2</sub>通量的需求,结构简单,制作方便。

[0018] 3、在本发明中,通过利用两个12V的分时给抽气泵供电,抽气泵电压的高低调节气流量快慢,在测试期间用12V电源供电,在与空气交换和除碳阶段用24V电压供电,前者可以保证测试结果的准确性,而后者可以大大提升空气流通度以及CO<sub>2</sub>吸收管吸收气体速率。

[0019] 4、在本发明中,防护装置包括感应器及继电器控制器,当水滴感应模块探测到水滴时,可以使得整个装置停止工作,避免大量水分影响数据质量及CO<sub>2</sub>分析仪寿命,结构简单,使用方便。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的结构示意图;

[0021] 图2为本发明的电路连接及控制原理图；

[0022] 附图标记说明：1、第一电磁阀；2、第二电磁阀；3、第三电磁阀；4、第四电磁阀；5、抽气泵；6、第二电源；7、CO<sub>2</sub>吸收管；8、进气接口；9、出气接口；10、温度传感器；11、通量箱；12、水滴控制器；13、气体过滤头；14、CO<sub>2</sub>分析仪；15、气管；16、第一电源；17、第一继电器；18、第二继电器；19、数据记录仪；20、气路自动控制装置。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图及具体的实施例对发明进行进一步介绍：

[0024] 一种界面二氧化碳交换通量连续自动测定装置，包括CO<sub>2</sub>分析仪14、数据记录仪19、通量箱11、抽气泵5、用于对CO<sub>2</sub>分析仪14进行防水保护的防护装置、以及用于控制气路进行内循环或进行空气交换的气路自动控制装置20；所述抽气泵5、气路自动控制装置20、CO<sub>2</sub>分析仪14、气体过滤头13依次由气管15进行串联，抽气泵5的出气端通过气管15连接至通量箱11的进气接口8，通量箱11的出气接口10通过气管15连接至气体过滤头13的进气端；在通量箱11上设置有温度传感器10，该温度传感器10和CO<sub>2</sub>分析仪14连接至数据记录仪19，同时在通量箱11顶部安装有水滴感应模块12。

[0025] 在本实施例中，所述气路自动控制装置20包括第一电磁阀1、第二电磁阀2、第三电磁阀3和第四电磁阀4、CO<sub>2</sub>吸收管7、以及单路的第一继电器17、双通道的第二继电器18；所述第一电磁阀1和第三电磁阀3为一进两出型气体两位三通阀；所述第二电磁阀2和第四电磁阀4为两进一出型气体两位三通阀；第一电磁阀1的进气口与CO<sub>2</sub>分析仪14的出气端连接，第一电磁阀1的一个出气口与第三电磁阀3的进气口连接，第一电磁阀1的另一个出气口与第二电磁阀2的其中一个进气口，第二电磁阀2的另一个进气口与第四电磁阀4的出气口连接，第二电磁阀2的出气口与抽气泵5的连接，第三电磁阀3的其中一个出气口与空气连通，第三电磁阀3另一个出气口通过CO<sub>2</sub>吸收管7与第四电磁阀4的其中一个进气口连接，第四电磁阀4的另一进气口与空气连通；第一继电器17与抽气泵5、CO<sub>2</sub>分析仪14、第二继电器18供电连接，第二继电器18的第一通道与第一电磁阀1、第二电磁阀2以及抽气泵5连接，第二继电器18的第二通道与第三电磁阀3和第四电磁阀4连接。

[0026] 进一步的，所述气路自动控制装置20还包括12V的第一电源16和第二电源6，第一电源16与第一继电器17、温度传感器10供电连接，第二继电器18的第一、第二通道与第二电源6供电连接，第一电源16和第二电源6串联后与数据记录仪19供电连接，第二继电器18与数据记录仪通信连接。

[0027] 在本实施例中，设置在通量箱11上的水滴感应模块12与第一继电器17连接，控制整个装置的供电或断电。

[0028] 所述CO<sub>2</sub>吸收管7内部的填充物为碱石灰或者能吸收CO<sub>2</sub>的分子筛。

[0029] 本发明的工作原理为：

[0030] 将通量箱11置于大气中，当整个测定装置的管路中CO<sub>2</sub>的浓度达到大气中CO<sub>2</sub>的浓度水平时，数据记录仪19报警，同时给第二继电器18发出信号使第二继电器18的第一通道、第二通道均断开，使得第一电磁阀1、第二电磁阀2、第三电磁阀3、以及第四电磁阀4均断电，此时第一电磁阀1与第三电磁阀3之间的气路断开，第二电磁阀2与第四电磁阀4之间的气路断开，第三电磁阀3与第四电磁阀4之间的气路断开，而第一电磁阀1与第二电磁阀2之间的

气路连通,此时抽气泵5仅由12V的第一电源16供电,气路气流流量小。在气路自动控制装置20中,气流由CO<sub>2</sub>分析仪14的出气端,经第一电磁阀1、第二电磁阀2流至抽气泵5。延时t<sub>1</sub>时间(t<sub>1</sub>为测试时间)后,第二继电器18的第一通道开关吸合,第一电磁阀1和第二电磁阀2通电,此时第一电磁阀1与第二电磁阀2之间的气路断开,第一电磁阀1与第三电磁阀3之间的气路连通,第二电磁阀2与第四电磁阀4之间的气路连通,第三电磁阀3与第四电磁阀4之间保持上一动作(即之间气路断开),此时进行空气交换,第一电源16和第二电源6同时给抽气泵5供电,抽气泵5在24V条件下工作,气路中气流流量变大,在气路自动控制装置20中,气流由CO<sub>2</sub>分析仪14的出气端,经第一电磁阀1之后,由第三电磁阀3的出气口排至空气中,而新鲜空气又由第四电磁阀4的进口气进入,经过第二电磁阀2流至抽气泵5然后流向通量箱11。延时t<sub>1</sub>+t<sub>2</sub>时间(t<sub>2</sub>为空气交换的时长)后,第二继电器18的第二通道开关也吸合,此时第三电磁阀3和第四电磁阀4也通电,第三电磁阀3和第四电磁阀4与空气断开,第三电磁阀3与第四电磁阀4之间的气路连通,第一电磁阀1与第二电磁阀2保持上一状态,抽气泵5仍然由第一电源16和第二电源6同时供电,此时在抽气泵5的带动下,气流的流向为:通量箱11——气体过滤头13——CO<sub>2</sub>分析仪14——气路自动控制装置20——抽气泵5——通量箱11,在气路自动控制装置20中,气流由CO<sub>2</sub>分析仪14的出气端,经第一电磁阀1、第三电磁阀3的之后流至CO<sub>2</sub>吸收管7,之后由第四电磁阀4、第二电磁阀2流至抽气泵5,通过CO<sub>2</sub>分析仪进行测定,并将测定数据上传至数据记录仪19中,当CO<sub>2</sub>浓度达到大气中CO<sub>2</sub>的浓度水平时数据记录仪19进行报警,并向第一继电器18发送信号,重复以上步骤,自动开始下一轮测试。

[0031] 另外,当水滴感应模块12的探测到水滴存在时,控制第一继电器17的开关断开,进而第二继电器18的所有通道的开关也相应断开,抽气泵5、CO<sub>2</sub>分析仪14等停止工作,避免大量水分影响数据质量及损坏CO<sub>2</sub>分析仪14。

[0032] CO<sub>2</sub>通量测定的时长t<sub>1</sub>根据研究需要设置,通常可以设为4-10min。实际应用中要首先估计CO<sub>2</sub>交换量的范围,以尽可能得到较大的终点CO<sub>2</sub>浓度,且CO<sub>2</sub>浓度随时间的变化为直线为原则。

[0033] 空气交换的时长t<sub>2</sub>根据通量箱11和气管15的体积以及抽气泵5的流量决定,通常要使空气流量大于系统气路体积(包括通量箱的有效体积+气管15的管内体积)的5倍以上,以保证空气与界面交换气体充分交换,使CO<sub>2</sub>浓度尽可能接近大气CO<sub>2</sub>浓度水平,从而减少CO<sub>2</sub>吸收管的碳吸收量。

[0034] 数据记录仪19中CO<sub>2</sub>警报值的设定要达到或者接近大气平均水平,可以略高于空气中浓度,为了防止记录仪报警异常,设定一定值的报警回差(如10ppm),防止误报。

[0035] 通量箱11大小可根据野外情况灵活制作,推荐圆柱型,但在实际工作中柱体高度可以为25cm,其中3-5cm插入界面(水或土壤中),以保证系统密闭性,圆柱直径20cm。

[0036] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

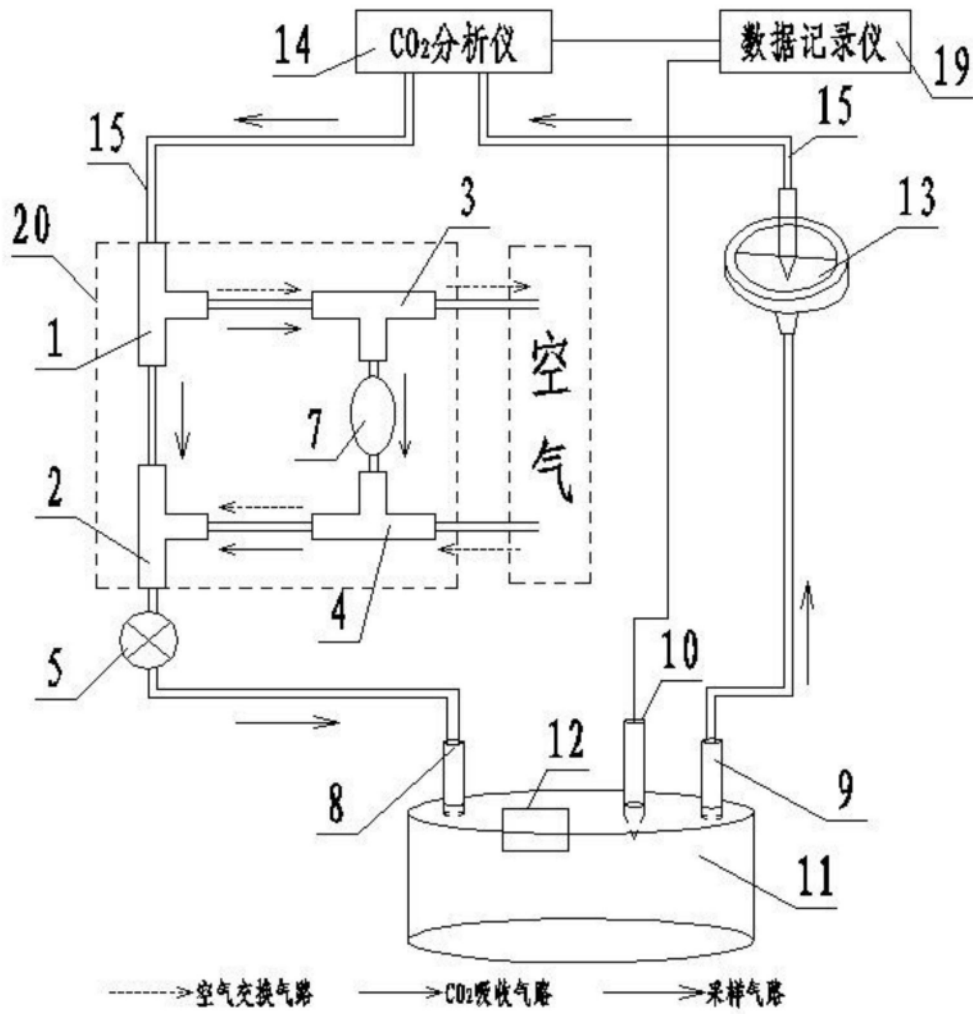


图1

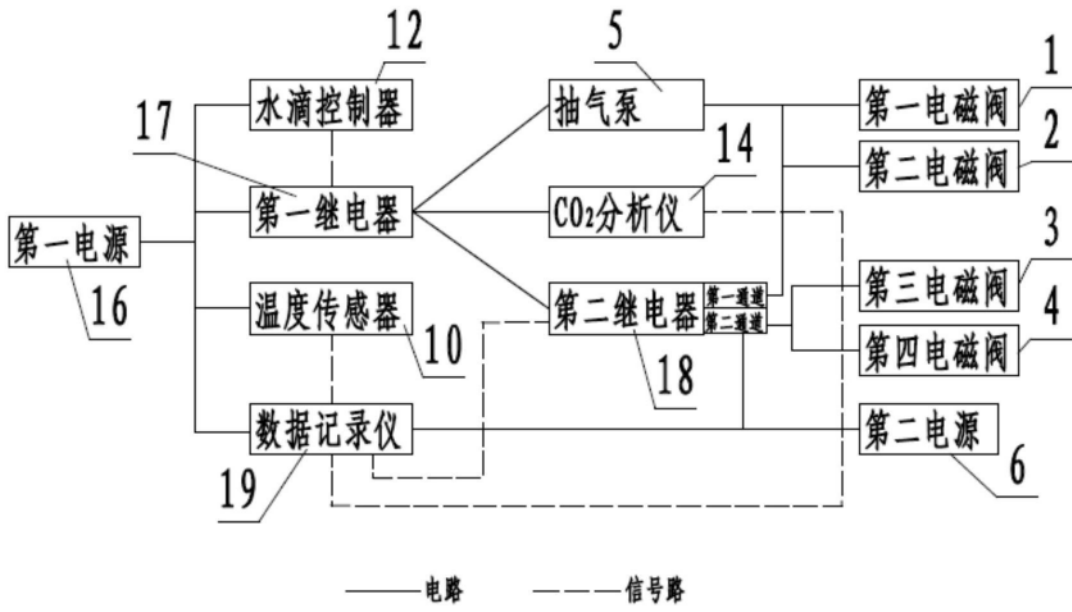


图2