



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108398294 A

(43)申请公布日 2018.08.14

(21)申请号 201810095038.X

(22)申请日 2018.01.31

(71)申请人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁开发区佛城西路8号

(72)发明人 瞿思敏 勾建峰 石朋 陈学秋  
李大辰

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 王夕雯

(51)Int.Cl.

G01N 1/14(2006.01)

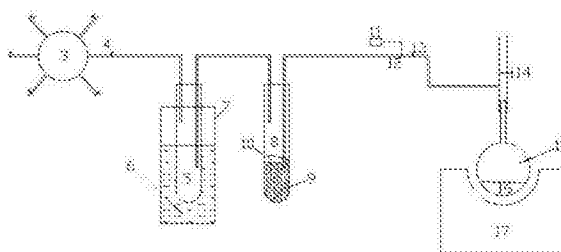
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种提取土壤水装置及其提取方法

(57)摘要

本发明涉及一种提取土壤水装置及其提取方法,该装置设有提取支路,提取支路包括第一容器、用于加热装有土壤的第一容器的加热装置、第二容器、第三容器和湿敏传感器,第二容器置于内装有冷媒的保温容器中,第三容器内装有过滤介质,还包括转换器,转换器控制着各个支路管道的真空运行条件,仪器开始运行时,应该关闭转换器上支路所有阀门,支路管路运行时,打开对应的支路阀门即可。本发明实现了同时提取多个土壤水样,加快了提取土壤水效率,同时湿敏传感器的应用,避免人为对土壤剩余含水量的错误估计,提高了同位素测量的精度。



1. 一种提取土壤水装置,其特征在于,该装置设有提取支路,提取支路包括第一容器(15)、用于加热装有土壤的第一容器(15)的加热装置(17)、第二容器(5)、第三容器(8)和湿敏传感器,第二容器(5)置于内装有冷媒(6)的保温容器中,第三容器(8)内装有过滤介质(9),第一管道一端与第一容器(15)开口部连接,另一端伸入第三容器(8)内的过滤介质(9)中,第二管道一端置于第三容器(8)内过滤介质(9)上方,另一端置于第二容器(5)内且低于冷媒(6)上表面,第三管道一端置于第二容器(5)内且位于冷媒(6)上表面上方,另一端与真空泵(1)相连,湿敏传感器设在第一管道上,各管道与第一容器、第二容器、第三容器、真空泵各处连接均为密封连接以保证装置的密封性。

2. 根据权利要求1所述的提取土壤水装置,其特征在于,第三管道上设有第一阀门(4)。

3. 根据权利要求2所述的提取土壤水装置,其特征在于,第一管道上设有第二阀门(13)。

4. 根据权利要求1所述的提取土壤水装置,其特征在于,第三容器(8)内过滤介质上放有棉花。

5. 根据权利要求3所述的提取土壤水装置,其特征在于,第一容器(15)开口部连接有第四管道,第一管道的一端与第四管道相连,第三阀门(14)设于第四管道上且位于第一管道和第四管道的连接点上方。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的提取土壤水装置,其特征在于,还包括转换器(3),真空泵(1)的抽吸口与转换器(3)的进口相连,转换器(3)设有多个支路出口,每个支路出口分别与对应的第三管道相连,形成多条提取支路,每条支路的第三管道上均设有第一阀门(4)用于控制对应支路的开闭。

7. 根据权利要求1所述的提取土壤水装置,其特征在于,真空泵(1)的出口管道上设有压力传感器(2)。

8. 采用如权利要求1所述的提取土壤水装置提取土壤水的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 打开真空泵将装置中多余的水汽抽离;

(2) 在第一容器中装入待测土壤,打开加热装置,对第一容器内的土壤进行加热,真空泵持续提取土壤中的水汽,第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后,进入第二容器进行冷凝形成冰;

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时,说明土壤中的水已经被提取完全,这时,关闭加热装置,将保温容器取下,使得第二容器内的冰在室温下融化;

(4) 冰完全融化后,对取样得到的水进行过滤,密封储存。

9. 采用如权利要求5所述的提取土壤水装置提取土壤水的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 关闭第一阀门和第二阀门,然后打开真空泵抽真空,随后打开第一阀门,对第二容器和第三容器进行抽真空,将第二阀门到真空泵的装置中水汽抽离;

(2) 之后在第一容器中装入待测土壤,关闭第三阀门,打开加热装置,再打开湿敏传感器开关,随后打开第二阀门,真空泵持续提取土壤中的水汽,第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后,进入第二容器进行冷凝形成冰;

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时,说明土壤中的水已经被提取完全,这时,关

闭加热装置,关闭第一阀门和第二阀门,将保温容器取下,使得第二容器内的冰在室温下融化;

(4)冰完全融化后,对取样得到的水进行过滤,密封储存。

10.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,当提取支路中压强高于大气压强时,需要对第二容器的保温容器补充冷媒。

## 一种提取土壤水装置及其提取方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于同位素水文学技术领域,并具体涉及一种提取土壤水装置及其提取方法。

### 背景技术

[0002] 土壤水稳定同位素(氘,氧-18)在研究土壤水的蒸发,大气降水在包气带运移和地下水补给机制中至关重要,而这些水文过程很难通过其他检测方法进行量化研究。土壤水是水资源的重要组成部分,是植物生长,发育吸收水分的来源,也是土壤中污染物以及土壤环境变化的重要指示剂。为了充分的对土壤下渗和蒸发进行研究,很多科研机构对不同地区的土壤水进行样本采集,探究其同位素随着时间尺度和深度的变化规律,为当地水资源管理提供充分的依据。因此,对于土壤水的提取显得尤为重要,而土壤水的提取采用专门定制的仪器设备进行实验,提取土壤水设备的好坏直接影响着测量的精度和测量的效率,对于实验结果有很大的影响。

[0003] 目前常用的土壤水采集方法主要包括以下几种类型:1. 负压法。在实验土壤中插入陶土头,利用抽负压的方式提取土壤水。2. 直接取土法。将土壤从实验流域采样带回实验室,通过共沸蒸馏,离心分离,锌的微量法将土壤水从土壤中分离出来。负压法虽然不会破坏土壤理化性质,但是其抽样的速率由土壤含水量控制,当原状土壤含水量低的时候,其提取速率很慢,无法满足土壤水同位素研究中的等时段研究条件。直接取土法,虽然破坏原状土的理化性质,但是可以满足等历时采样研究的条件,短时间间隔的取样可以增加样本的代表性,能够更好的揭示土壤水运移的规律。

[0004] 随着科学技术的发展,越来越多的先进设备开始应用于同位素水文学研究中。但是,目前的一些提取设备依旧存在一些缺陷。共沸蒸馏法中常用苯、甲苯、二甲苯,利用其与水不相溶,且共沸温度不同来分离土壤水。当土壤含水量低的时候,其精度明显下降,并且由于提取剂有毒,需要在通风的场地进行实验。不同的提取剂也会对实验结果造成一定的影响。离心分离法利用离心力将不溶于水的有机物从土壤水中分离出来,但是当土壤含水量低的时候,该方法的精度无法满足实验要求。锌的微量法利用锌的还原性,将水蒸气还原为氢气,进入质谱仪,仅能测量氘同位素组成。因此,为了提高土壤水提取的效率和精度,需要设计一种新型的土壤水提取设备。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有的实验设备存在的效率和精度问题,提供一种提取土壤水装置及其提取方法。本发明利用抽真空和湿敏传感器结合实现对土壤水快速提取,并且可以有效控制抽样时间,这样可以避免对土壤湿度的人为判断从而误估提取土壤水的程度。

[0006] 为实现以上的技术目的,本发明采用以下技术方案:一种提取土壤水装置,该装置设有提取支路,提取支路包括第一容器、用于加热装有土壤的第一容器的加热装置、第二容器、第三容器和湿敏传感器,第二容器置于内装有冷媒的保温容器中用于对进入第二容器

的水汽进行冷凝,第三容器内装有过滤介质用于对蒸发出的水汽进行过滤,第一管道一端与第一容器开口部连接,另一端伸入第三容器内的过滤介质中,第二管道一端置于第三容器内过滤介质上方,另一端置于第二容器内且低于冷媒上表面,第三管道一端置于第二容器内且位于冷媒上表面上方,另一端与真空泵1相连,湿敏传感器设在第一管道上,各管道与第一容器、第二容器、第三容器、真空泵各处连接均为密封连接以保证装置的密封性。

[0007] 进一步地,第三管道上设有第一阀门。

[0008] 进一步地,第一管道上设有第二阀门。

[0009] 进一步地,第三容器内过滤介质上放有棉花,用于防止过滤介质颗粒由于真空吸力而进入装置中的其他位置。

[0010] 进一步地,第一容器开口部连接有第四管道,第一管道的一端与第四管道相连形成节点,第一管道的一端与第四管道相连,第三阀门设于第四管道上且位于第一管道和第四管道的连接点上方。

[0011] 进一步地,还包括转换器,真空泵的抽吸口与转换器的进口相连,转换器设有多个支路出口,每个支路出口分别与对应的第三管道相连,形成多条提取支路。

[0012] 进一步地,真空泵的出口管道上设有压力传感器。

[0013] 采用上述提取土壤水装置提取土壤水的方法,包括如下步骤:

(1) 打开真空泵将装置中多余的水汽抽离;

(2) 在第一容器中装入待测土壤,打开加热装置,对第一容器内的土壤进行加热,真空泵持续提取土壤中的水汽,第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后,进入第二容器进行冷凝形成冰;

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时,说明土壤中的水已经被提取完全,这时,关闭加热装置,将保温容器取下,使得第二容器内的冰在室温下融化;

(4) 冰完全融化后,对取样得到的水进行过滤,密封储存。

[0014] 采用上述提取土壤水装置提取土壤水的方法,包括如下步骤:

(1) 关闭第一阀门和第二阀门,然后打开真空泵抽真空,随后打开第一阀门,对第二容器和第三容器进行抽真空,将第二阀门到真空泵的装置中水汽抽离;

(2) 之后在第一容器中装入待测土壤,关闭第三阀门,打开加热装置,再打开湿敏传感器开关,随后打开第二阀门,真空泵持续提取土壤中的水汽,第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后,进入第二容器进行冷凝形成冰;其中,设定加热装置的稳定温度优选为105℃;

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时,说明土壤中的水已经被提取完全,这时,关闭加热装置,关闭第一阀门和第二阀门,将保温容器取下,使得第二容器内的冰在室温下融化;

(4) 冰完全融化后,对取样得到的水进行过滤,密封储存。

[0015] 进一步地,当提取支路中的气压大于大气压强时,需要对第二容器的保温容器补充冷媒。

[0016] 本发明具有以下有益效果:本发明实现了同时提取多个土壤水样,加快了提取土壤水效率;同时湿敏传感器的应用,避免人为对土壤剩余含水量的错误估计,提高了同位素测量的精度。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明真空泵的结构示意图。

[0018] 图2是本发明提取土壤水装置的其中一条管路的结构示意图。

[0019] 图中:1-真空泵,2-压力传感器,3-转换器,4-第一阀门,5-第二容器,6-冷媒,7-保温容器,8-第三容器,9-过滤介质,10-棉花,11-湿敏传感器显示器,12-湿敏传感器指针,13-第二阀门,14-第三阀门,15-第一容器,16-土样,17-加热装置。

## 具体实施方式

[0020] 附图非限制性的公开了本发明所涉及的结构示意图,以下结合附图详细说明本发明的技术方案。

[0021] 如图1-2所示,本发明一种提取土壤水装置,该装置设有提取支路,提取支路包括第一容器15、用于加热装有土壤的第一容器15的加热装置17、第二容器5、第三容器8和湿敏传感器,第二容器5置于内装有冷媒6的保温容器中用于对进入第二容器5的水汽进行冷凝,第三容器8内装有过滤介质用于对蒸发出的水汽进行过滤,第一管道一端与第一容器15开口部连接,另一端伸入第三容器8内的过滤介质中,第二管道一端置于第三容器8内过滤介质上方,另一端置于第二容器5内且低于冷媒6上表面,第三管道一端置于第二容器5内且位于冷媒6上表面上方,另一端与真空泵1相连,湿敏传感器设在第一管道上,各管道与第二容器、第三容器、第一容器、真空泵各处连接均为密封连接以保证装置的密封性。

[0022] 真空泵1的出口管道上设有压力传感器2。

[0023] 其中,冷媒优选为液氮。湿敏传感器包括湿敏传感器显示器11和湿敏传感器指针12。加热装置17优选为恒温加热装置,更优选为恒温加热炉。第一容器、第二容器和第三容器优选为玻璃材质的容器,第一容器15更优选为烧瓶,第二容器和第三容器更优选为试管。过滤介质优选为活性炭。

[0024] 第三管道上设有第一阀门4,第一管道上设有第二阀门13。

[0025] 第三容器8内过滤介质上放有棉花,用于防止过滤介质颗粒由于真空吸力而进入装置中的其他位置。

[0026] 第一容器15开口部连接有第四管道,第一管道的一端与第四管道相连,第三阀门14设于第四管道上且位于第一管道和第四管道的连接点上方。

[0027] 该装置还包括转换器3,真空泵1的抽吸口与转换器3的进口相连,转换器3设有多个支路出口,每个支路出口分别与对应的第三管道相连,形成多条提取支路。

[0028] 其中,装置的所有玻璃部分均采用高硼硅玻璃材质,第一阀门、第二阀门和第三阀门处,第二容器、第三容器与各管道的接口,以及第一容器与仪器的接口处均打磨成磨砂面,采用真空封脂涂于各磨砂接口处,保持装置密封性,提高真空度,同时便于更换样品,提高操作性。

[0029] 湿敏传感器设于第一管道上第二阀门13处,用于监测由第一容器产生的水汽通过第二阀门13处的湿度。

[0030] 恒温加热装置能够恒定维持在105℃。

[0031] 采用上述提取土壤水装置提取土壤水的方法,包括如下步骤:

(1) 打开真空泵将装置中多余的水汽抽离；

(2) 在第一容器中装入待测土壤，打开加热装置，对第一容器内的土壤进行加热，真空泵持续提取土壤中的水汽，第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后，进入第二容器进行冷凝形成冰；

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时，说明土壤中的水已经被提取完全，这时，关闭加热装置，将保温容器取下，使得第二容器内的冰在室温下融化；

(4) 冰完全融化后，对取样得到的水进行过滤，密封储存。

[0032] 优选地，采用上述提取土壤水装置提取土壤水的方法，包括如下步骤：

(1) 关闭第一阀门和第二阀门，然后打开真空泵抽真空，随后打开第一阀门，对第二容器和第三容器进行抽真空，将第二阀门到真空泵的装置中水汽抽离；

(2) 之后在第一容器中装入待测土壤，关闭第三阀门，打开加热装置，设定加热装置的稳定温度为105℃，再打开湿敏传感器开关，随后打开第二阀门，真空泵持续提取土壤中的水汽，第一容器内土壤的水汽经过第三容器内的过滤介质过滤后，进入第二容器进行冷凝形成冰；

(3) 当湿敏传感器的读数长时间接近于0时，说明土壤中的水已经被提取完全，这时，关闭加热装置，关闭第一阀门和第二阀门，将保温容器取下，使得第二容器内的冰在室温下融化；

(4) 冰完全融化后，对取样得到的水进行过滤，密封储存。

[0033] 其中，实验过程中注意真空泵的压力传感器读数变化，当提取支路中的压强高于大气压强时，需要对第二容器的保温容器补充冷媒。

[0034] 本发明通过湿敏传感器的读数，控制提取土壤水结束的时间，可以有效控制抽样时间。这样可以避免人为判断土壤剩余含水量而不能完全抽净土壤水，而且转换器上的阀门可以连接多个管路，实现了同时提取多个土壤水的目的，本发明设备简单，使用方便，避免了误差。

[0035] 实施例1

一种提取土壤水的方法，包括如下步骤：

(a) 关闭第一阀门和第二阀门，然后打开真空泵开始进行抽真空，当真空泵压力指示器小于1时，说明第一阀门到真空泵的设备处于真空条件下，随后打开第二阀门，对第二容器和第三容器进行抽真空，将第二阀门到真空泵装置中水汽抽离。

[0036] (b) 之后在第一容器中装入待测土壤，关闭第三阀门，打开恒温电炉，调节电炉稳定温度为105℃，再打开湿敏传感器开关，随着电炉持续升温，第一容器中有水蒸气出现，当电炉温度达到90℃左右时，打开第二阀门。当真空泵出口管道上的压力传感器读数显示小于1时，说明仪器正常工作，第一容器与管路接口处、第三阀门密封性良好。

[0037] (c) 实验过程中注意真空泵出口管道上的压力传感器读数变化，当读数大于1时，开始对第二容器外侧的保温杯补充液氮。当湿敏传感器读数长时间接近于0时，说明土壤中的水已经被提取完全，这时候，关闭恒温电炉，关闭第一阀门，关闭第二阀门，将第二容器处的保温杯取下，使得第二容器内的液体在室温下融化，防止温度过高同位素分馏严重。一段时间后，打开第三阀门，第一容器中放气，取出第一容器中的土壤，用石油醚对接口处的真空封脂进行清洗。

[0038] (d) 最后,当第二容器中的冰完全融化后,打开第二阀门,取下第二容器,对取样得到的水进行过滤,装入30ml聚乙烯瓶中,密封,标号储存,试管用石油醚清洗后,然后使用烘箱烘干。

[0039] (e) 重复步骤a-d,对采集到的所有土样进行独立提取土壤水实验,以便对其稳定同位素进行分析。

[0040] 其中,转换器控制着各个支路管道的真空运行条件,仪器开始运行时,应该关闭转换器上连接的每条支路上的第一阀门4,支路管路运行时,打开对应支路的第一阀门4即可。

[0041] 其中,真空泵的压力指示表读数小于1表示各个支路管路均处于真空条件,当压力指示表读数大于1,表示其中有支路管路出现故障,需要逐个排查。

[0042] 其中,第二容器外侧用保温杯装冷媒需要经常添加,以保证仪器装置的冷凝效果。过滤介质和棉花需要经常更换,以保证能够更好过滤水汽中的杂质。

[0043] 其中,第二容器、第三容器与管道连接时,需要在瓶口磨砂处均匀涂抹一些真空封脂以保证仪器的密封性。一组实验结束后,瓶口的真空封脂使用石油醚进行清洗,然后将试管清洗烘干,重复使用。

[0044] 其中,湿敏传感器指针12从第二阀门放入管道中,悬空,不与管壁接触,当湿敏传感器长时间读数为0,证明土壤水已经完全抽完。

[0045] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,所属领域的普通技术人员应当理解:对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

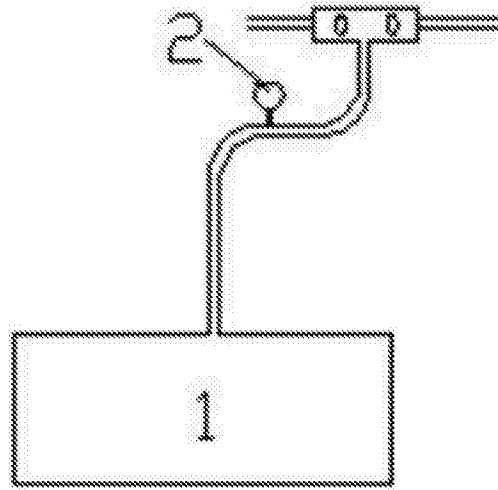


图1

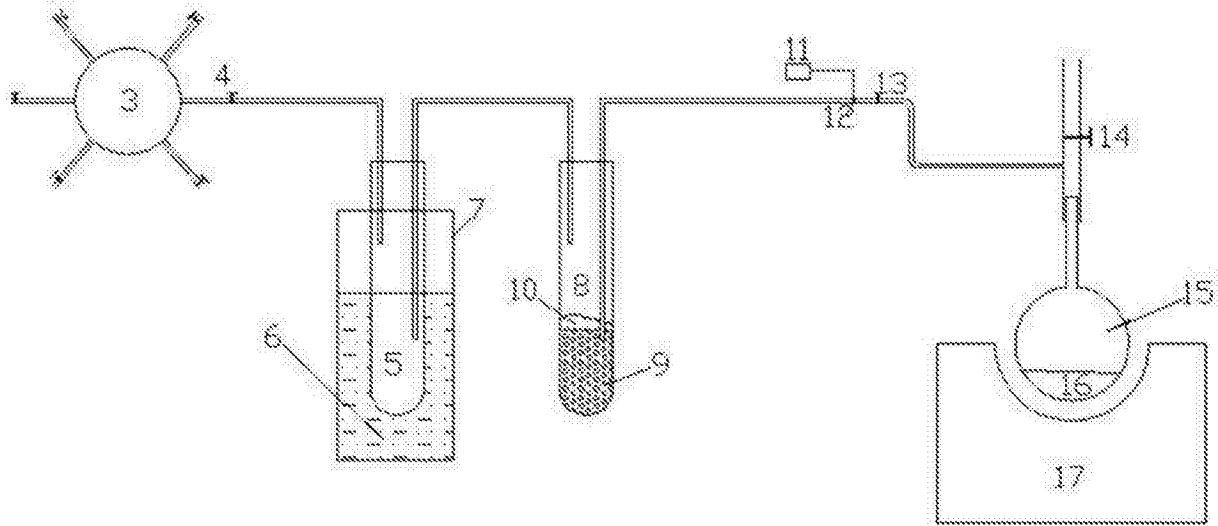


图2