



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108444797 A

(43)申请公布日 2018.08.24

(21)申请号 201810577189.9

(22)申请日 2018.06.06

(71)申请人 西藏农牧学院

地址 西藏自治区林芝市巴宜区育才西路  
100号

(72)发明人 陆光华 姚晶晶 薛晨旺 向睿  
宗永臣 党天剑

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 李瑶

(51)Int.Cl.

G01N 1/34(2006.01)

G01N 1/40(2006.01)

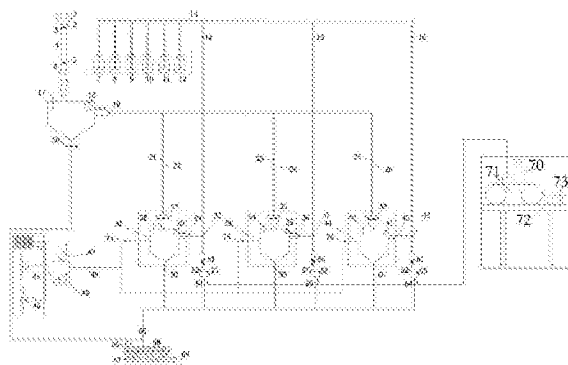
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种水样前处理系统

(57)摘要

本发明提供一种水样前处理系统,包括进样单元、一级储液单元、二级储液单元、富集单元和氮吹浓缩单元;进样单元包括相互连接的漏斗和输水管,输水管中设置有过滤器;输水管与一级储液单元相连;二级储液单元包括三个以上储液装置,富集单元包括三个以上富集柱,储液装置与富集柱一一对应地通过管道和阀门相连,储液装置入口设置有滤膜,储液装置入口与一级储液单元通过管道和阀门相连;富集柱与氮吹浓缩装置相连。本发明的系统使用简单、处理效率高,能够根据水样检测要求利用不同的富集单元完成前处理工作,在同一反应系统内同步实现对不同性质微污染物的前处理,显著提高前处理效果并降低能耗,优化反应器结构,缩小占地面积。



1. 一种水样前处理系统,其特征在于,该水样前处理系统包括进样单元、一级储液单元、二级储液单元、富集单元和氮吹浓缩单元;所述进样单元包括相互连接的漏斗和输水管,所述输水管中设置有过滤器;所述输水管与所述一级储液单元相连;所述二级储液单元包括三个以上储液装置,所述富集单元包括三个以上富集柱,所述储液装置与所述富集柱一一对应地通过管道和阀门相连,所述储液装置入口设置有滤膜,所述储液装置入口与所述一级储液单元通过管道和阀门相连;所述富集柱与所述氮吹浓缩装置相连。

2. 根据权利要求1所述的水样前处理系统,其特征在于,所述进样装置中,所述漏斗和输水管之间还设置有活门;所述输水管包括相互连接的聚四氟乙烯管和出水软管,所述输水管中沿水样流动方向依次设置有多介质过滤器和微孔滤膜。

3. 根据权利要求1所述的水样前处理系统,其特征在于,所述一级储液单元设置有入口和第一出口,所述一级储液单元的入口与所述输水管相连,所述一级储液单元的第一出口与所述二级储液单元通过管道和阀门相连。

4. 根据权利要求3所述的水样前处理系统,其特征在于,该水样前处理系统还包括尾液处理单元,所述一级储液单元还设置有第二出口,所述一级储液单元的第二出口与所述尾液处理单元通过管道和阀门相连。

5. 根据权利要求4所述的水样前处理系统,其特征在于,所述二级储液单元中,储液装置设置有入口、第一出口和第二出口,所述储液装置的入口与所述一级储液单元的第一出口通过管道和阀门相连,所述储液装置的第一出口与所述富集柱通过管道和阀门相连,所述储液装置的第二出口与所述尾液处理单元通过管道和阀门相连。

6. 根据权利要求1所述的水样前处理系统,其特征在于,该水样前处理系统还包括洗脱液存储单元,所述洗脱液存储单元包括多个洗脱液存储瓶,所述多个洗脱液存储瓶分别通过管道和阀门与所述富集柱相连。

7. 根据权利要求1所述的水样前处理系统,其特征在于,该水样前处理系统还包括动力单元,所述动力单元包括真空泵和蠕动泵,所述真空泵与所述富集柱相连,所述蠕动泵与所述输水管相连。

8. 根据权利要求1所述的水样前处理系统,其特征在于,所述氮吹浓缩装置包括氮吹仪、自动传送带、承台和定量浓缩仪。

## 一种水样前处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于水环境检测领域,特别涉及一种水样前处理系统。

### 背景技术

[0002] 由于各类药物的滥用以及城市污水处理厂现有工艺处理不彻底,近年来,各类药物已在江河、湖泊、地下水、市政污水等水源中被频繁检出,虽然其浓度大多在ng/L至 $\mu\text{g/L}$ ,但这些物质长期赋存可能对生态系统产生潜在危害。现有分析仪器无法直接对水样进行定量检测,需要对水样进行前处理。因此,水环境样品的分析检测技术通常由样品前处理技术和仪器定量分析技术两部分组成。通过水样前处理技术,能够浓缩富集被测的痕量组分,降低检测限,并提高方法的灵敏度,而高效灵敏、适应性高的分析仪器保证了检测结果的精确性。因此,体积小、效率高、操作简便的一体化水环境前处理设备和技术一直是国内外水环境前处理工作中的一个难点和研究热点。

[0003] 常用的水环境样品前处理方包括液液萃取、分散液液微萃取、固相萃取和固相微萃取法等。然而,液液萃取操作繁琐,需要消耗大量溶剂,成本高,造成环境污染,绝对回收率偏低;分散液液微萃取受pH的影响较大,有机溶剂的选择要求较高;固相萃取需要使用固相萃取装置和萃取小柱,成本高;固相微萃取,灵敏度相对较低,需寻找合适的衍生化条件。因此,设计出一体化的前处理装置,建立一种可以在常温常压下进行,并且有高效性和广谱性的水环境前处理技术,提高样品处理的及时性,简化工艺并缩小体积,是有效解决高效前处理难题及推动该技术能够实际应用的关键。

### 发明内容

[0004] 发明目的:本发明的目的是提供一种效率高,安全,广谱,能够进行野外水体快速取样浓缩的水样前处理设备。

[0005] 技术方案:本发明提供一种水样前处理系统,该水样前处理系统包括进样单元、一级储液单元、二级储液单元、富集单元和氮吹浓缩单元;进样单元包括相互连接的漏斗和输水管,输水管中设置有过滤器;输水管与一级储液单元相连;二级储液单元包括三个以上储液装置,富集单元包括三个以上富集柱,储液装置与富集柱一一对应地通过管道和阀门相连,储液装置入口设置有滤膜,储液装置入口与一级储液单元通过管道和阀门相连;富集柱与氮吹浓缩单元相连。

[0006] 优选地,输水管中沿水样流动方向依次设置有多介质过滤器和微孔滤膜;漏斗和输水管之间还设置有可用于控制水速的活门,输水管包括相互连接的聚四氟乙烯管和出水软管,一级储液单元设置有入口和第一出口,一级储液单元的入口与输水管相连,一级储液单元的第一出口与二级储液单元通过管道和阀门相连。

[0007] 其中,一级储液单元以及二级储液单元中的储液装置主体分别为可存储水样的容器。上述过滤器和滤膜的作用是过滤掉水样中的不溶物和其它杂质,过滤器和滤膜可根据目标污染物的理化性质进行选择,优选地,输水管中使用孔径为 $0.22\mu\text{m}\sim 0.45\mu\text{m}$ 的微孔滤

膜,包括陶瓷微孔膜、玻璃微孔膜、各类金属微孔膜和纤维素酯类微孔膜;二级储液单元中的滤膜为微孔滤膜,可实现常规野外采样过滤需要。微孔滤膜的种类可根据水体所含污染物和测试要求的需要调节,包括陶瓷微孔膜、玻璃微孔膜、各类金属微孔膜、纤维素酯类;进一步优选地,二级储液单元中,储液装置的滤膜分别为0.45 $\mu\text{m}$ 的醋酸纤维素滤膜、0.7 $\mu\text{m}$ 的玻璃纤维滤膜和0.45 $\mu\text{m}$ 孔径的玻璃纤维滤膜。富集柱可使用本领域已知的富集柱。

[0008] 另外,上述水样前处理系统还包括尾液处理单元,用于处理系统中多余的水样。一级储液单元还设置有第二出口,一级储液单元的第二出口与尾液处理单元通过管道和阀门相连。

[0009] 二级储液单元中的储液装置分别设置有入口、第一出口和第二出口,储液装置的入口与一级储液单元的第一出口通过管道和阀门相连,储液装置的第一出口与富集柱通过管道和阀门相连,储液装置的第二出口与尾液处理单元通过管道和阀门相连。

[0010] 上述水样前处理系统还包括洗脱液存储单元,洗脱液存储单元包括多个洗脱液存储瓶,多个洗脱液存储瓶分别通过管道和阀门与各富集柱相连,用于为富集柱输送洗脱液。

[0011] 富集柱填料以及滤膜类型和孔径的选择可根据目标富集物质的理化性质如辛醇水分配系数、是否被滤膜吸附截留等因素进行设置。具体地,富集单元包括全氟辛酸类及全氟辛基磺酸富集柱、有机滤光剂富集柱和抗生素富集柱,各富集柱之间相互并联,各自独立工作。全氟辛酸类及全氟辛基磺酸富集柱优选为OasisWAX富集柱,有机滤光剂富集柱优选为Oasis HLB富集柱,抗生素富集柱优选为Oasis HLB富集柱。二级储液单元中,与全氟辛酸类及全氟辛基磺酸富集柱相连的储液装置入口处的滤膜优选为孔径为0.45 $\mu\text{m}$ 的醋酸纤维素滤膜,与有机滤光剂富集柱相连的储液装置入口处的滤膜优选为孔径为0.7 $\mu\text{m}$ 的玻璃纤维滤膜,与抗生素富集柱相连的储液装置入口处的滤膜优选为0.45 $\mu\text{m}$ 孔径的玻璃纤维滤膜滤膜。

[0012] 另外,上述水样前处理系统还包括动力单元,动力单元包括真空泵和蠕动泵,真空泵与富集柱相连,用于除去富集柱中的残留水分;蠕动泵与系统中各管道相连,用于泵送各管道中水样、洗脱溶剂等,优选为多通道蠕动泵。

[0013] 本系统的动力源可使用电能;优选地,系统中还设置有太阳能板、水力发电装置和/或风力发电装置,用于为系统中的用电装置提供电力。

[0014] 以上提到的阀门优选为电磁阀,且为多向控制阀,通过控制阀门的开闭可控制系统中水样、洗脱液以及气体的流向。

[0015] 上述氮吹浓缩单元主体为现有的氮吹浓缩装置,具体包括氮吹仪、自动传送带、承台和定量浓缩仪。富集柱的洗脱液出口均独立地与氮吹浓缩单元连接。优选地,氮吹浓缩单元还包括自动或者半自动色谱瓶封口机,用于将前处理完成的水样进行封口保存,用于后续化学检测分析。

[0016] 一级储液单元的第一出口高度可根据水样在二级储液单元的不同储液装置中的水力停留时间和取样体积的需要进行调节。

[0017] 二级储液单元中还可设置液体流量计、止回阀和压力传感器。另外,本水样前处理系统中还包括设置参数、信号采集、分析、模拟计算、自动调控、错误报警、数据记录等功能的元件,这些元件均使用本领域已知的元件。

[0018] 本发明的工作原理是:采集野外水样后,使待处理水样通过漏斗进入输水管,在输

水管中,过滤器除去水样中大部分杂质;接着,水样进入一级储液单元,然后由一级储液单元进入二级储液单元的不同储液装置,水样在进入储液装置前经滤膜再次过滤,去除水样中不需要的化合物;接着,水样由二级储液单元的不同储液装置分别进入不同的富集柱,经富集和洗脱步骤后,再用氮吹浓缩装置进行定量浓缩和收集,完成水样不同种类痕量微污染物的前处理工作;各部分剩余液体可通过尾液处理装置集中处理后排出。

[0019] 有益效果:本发明的水样前处理系统使用简单、处理效率高,能够有效、经济、环保、一体化地通过初级过滤、多级分流进行样品前水处理,根据水样检测要求利用不同的富集单元完成前处理工作,在同一反应系统内同步实现对不同性质微污染物的前处理,显著提高前处理效果并降低能耗,优化反应器结构,缩小占地面积。具体而言,本发明与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0020] 1、利用天然实际水体中不同种类痕量污染物理化性质的不同,通过进样单元的物理过滤以及不同富集单元的针对性富集洗脱浓缩,可在野外就地进行水样前处理,实现单一工艺或一般工艺难以达到的水样测试要求,亦可降低前处理成本,同时完成对剩余水样净化彻底,避免产生二次污染,环保可靠,具有广阔的市场前景;

[0021] 2、利用并联设置的多个储液装置和富集柱,可在同一时间同步实现不同性质污染物的取样,缩短水样前处理时间,提高处理效果的同时显著缩小反应器体积;利用不同的富集柱增加前处理的多元性,在系统内通过多向转向阀可使实际水体在前处理系统内得到充分优化和利用。

[0022] 3、太阳能电池板、风力发电装置和水力发电装置的设置可在无能源时,通过清洁能源快速完成水样前处理;

[0023] 4、利用液体流量计、压力传感器、电磁阀、自控单元和自动封口机,可实现处理过程的全自动、智能化控制。

## 附图说明

[0024] 图1是水样前处理系统的结构示意图。

[0025] 1-圆锥形漏斗;2-漏斗咀部可控活门;3-多介质过滤器;4-聚四氟乙烯硬管;5-微孔滤膜;6-出水软管;7-洗脱液存储瓶;8-洗脱液存储瓶;9-洗脱液存储瓶;10-洗脱液存储瓶;11-洗脱液存储瓶;12-洗脱液存储瓶;13-电磁阀;14-电磁阀;15-电磁阀;16-电磁阀;17-自动化水位监测仪;18-压力表;19-电磁阀;20-出水阀;21-电磁阀;22-液体流量计;23-电磁阀;24-液体流量计;25-电磁阀;26-液体流量计;27-醋酸纤维素滤膜;28-压力传感器;29-水位监测仪;30-电磁阀;31-第一储液装置;32-电磁阀;33-玻璃纤维滤膜;34-压力传感器;35-水位监测仪;36-电磁阀;37-电磁阀;38-第二储液装置;39-玻璃纤维滤膜;40-压力传感器;41-水位监测仪;42-电磁阀;43-电磁阀;44-第三储液装置;45-风力发电装置;46-水力发电装置;47-真空泵;48-蠕动泵;49-电磁阀;50-电磁阀;51-第一富集柱;52-压力传感器;53-水位监测仪;54-三通阀门;55-电磁阀;56-第二富集柱;57-压力传感器;58-水位监测仪;59-三通阀门;60-电磁阀;61-第三富集柱;62-压力传感器;63-水位监测仪;64-三通阀门;65-总阀门;66-水位计;67-降解层;68-压力表;69-排水阀门;70-氮吹仪;71-自动传送带;72-承台;73-定量浓缩仪;74-电磁阀;75-电磁阀;76-电磁阀;77-太阳能板。

### 具体实施方式

[0026] 如图1所示,水样前处理系统包括进样单元、一级储液单元、二级储液单元、富集单元、洗脱液存储单元、氮吹浓缩单元、尾气处理单元和动力单元。

[0027] 进样单元包括圆锥形漏斗1、漏斗咀部可控活门2、多介质过滤器3、聚四氟乙烯硬管4、微孔滤膜5和出水软管6。其中,圆锥形漏斗1、聚四氟乙烯硬管4和出水软管6依次相连,聚四氟乙烯硬管4中依次设置有多介质过滤器3和微孔滤膜5。多介质过滤器3包括过滤筒和过滤金属筛,用于去除水中可见杂质;微孔滤膜5为孔径为0.22 $\mu\text{m}$ ~0.45 $\mu\text{m}$ 的微孔滤膜,可以为陶瓷微孔膜、玻璃微孔膜、各类金属微孔膜或纤维素酯类微孔膜,用于进一步精细去除可见杂质。

[0028] 一级储液单元的主体部分为用于容纳水样的容器,另外,一级储液单元还包括设置在容器上的自动化水位监测仪17和压力表18。一级储液单元设置有入口、第一出口和第二出口,一级储液单元的入口连接出水软管6,一级储液单元的第一出口处设置有电磁阀19,一级储液单元的第一出口连接二级储液单元;一级储液单元的第二出口处设置有出水阀20,第二出口连接尾气处理单元。

[0029] 二级储液单元包括第一储液装置31、第二储液装置38和第三储液装置44。一级储液单元的第一出口通过管道分别与第一储液装置31、第二储液装置38和第三储液装置44相连。其中,连接一级储液单元与第一储液装置31的管道中设置有电磁阀21和液体流量计22,连接一级储液单元与第二储液装置38的管道中设置有电磁阀23和液体流量计24,连接一级储液单元与第三储液装置44的管道中设置有电磁阀25和液体流量计26。

[0030] 第一储液装置31、第二储液装置38和第三储液装置44分别设置有入口、第一出口和第二出口。第一储液装置31入口处设置有0.45 $\mu\text{m}$ 孔径的醋酸纤维素滤膜27,第一储液装置31通过设置有电磁阀74的管道与动力单元相连,第一储液装置31的第一出口处设置有电磁阀30,第一储液装置31的第二出口处设置有电磁阀50,第一储液装置31的第二出口通过管道与尾气处理单元相连。第二储液装置38入口处设置有0.7 $\mu\text{m}$ 孔径的玻璃纤维滤膜33,第二储液装置38通过设置有电磁阀75的管道与动力单元相连,第二储液装置38的第一出口处设置有电磁阀36,第二储液装置38的第二出口处设置有电磁阀55,第二储液装置38的第二出口通过管道与尾气处理单元相连。第三储液装置44入口处设置有0.45 $\mu\text{m}$ 孔径的玻璃纤维滤膜39,第三储液装置44通过设置有电磁阀76的管道与动力单元相连,第三储液装置44的第一出口处设置有电磁阀42,第三储液装置44的第二出口处设置有电磁阀60,第三储液装置44的第二出口通过管道与尾气处理单元相连。第一储液装置31中还设置有压力传感器28和水位监测仪29,第二储液装置38中还设置有压力传感器34和水位监测仪35,第三储液装置44中还设置有压力传感器40和水位监测仪41。

[0031] 富集单元包括第一富集柱51(全氟辛酸类及全氟辛基磺酸富集柱)、第二富集柱56(有机滤光剂富集柱)、第三富集柱61(抗生素富集柱)、第四储液装置、第五储液装置和第六储液装置。其中,第四储液装置设置在第一富集柱51下方,为全氟辛酸类及全氟辛基磺酸洗脱液转接层,用于临时储存第一富集柱51的洗脱溶液;第五储液装置设置在第二富集柱56下方,为有机滤光剂洗脱液转接层,用于临时储存第二富集柱56的洗脱溶液;第六储液装置设置在第三富集柱61下方,为抗生素洗脱液转接层,用于临时储存第三富集柱61的洗脱溶

液。洗脱液存储单元包括洗脱液存储瓶7、洗脱液存储瓶8、洗脱液存储瓶9、洗脱液存储瓶10、洗脱液存储瓶11和洗脱液存储瓶12。洗脱液存储单元通过总管道和三个分管道分别与第一富集柱51、第二富集柱56和第三富集柱61相连,其中,总管道中设置有电磁阀13,三个分管道分别设置有电磁阀14、15、16。第一富集柱51入口分别与第一储液装置31的第一出口以及洗脱液存储单元相连,第一富集柱51出口下端设置有第四储液装置,第四储液装置中设置有压力传感器52和水位监测仪53,第四储液装置下端出口处设置有电磁阀54;第二富集柱56入口分别与第二储液装置38的第一出口以及洗脱液存储单元相连,第二富集柱56出口下端设置有第五储液装置,第五储液装置中设置有压力传感器57和水位监测仪58,第五储液装置下端出口处设置有电磁阀59;第三富集柱61入口分别与第三储液装置44的第一出口以及洗脱液存储单元相连,第三富集柱61出口下端设置有第六储液装置,第六储液装置中设置有压力传感器62和水位监测仪63,第六储液装置下端出口处设置有电磁阀64。第四储液装置、第五储液装置和第六储液装置下端出口分别通过管道与氮吹浓缩单元以及尾液处理单元相连。各富集柱通过电磁阀21、23和25的控制实现独立工作。

[0032] 连接尾液处理单元上端入口的管道中设置有总阀门65,总阀门65分别与一级储液单元的第二出口以及第一储液装置31、第二储液装置38、第三储液装置44、第四储液装置、第五储液装置和第六储液装置下端出口相连。尾液处理单元设置有水位计66、降解层67、压力表68和排水阀门69,降解层67包括微生物、活性炭、砂砾、卵石等材料,未处理水样及洗脱液经尾液装置处理后排出。

[0033] 氮吹浓缩装置包括氮吹仪70、自动传送带71、承台72和定量浓缩仪73。

[0034] 真空泵47和蠕动泵48的电力可以由常规电力系统提供,也可由太阳能板77、风力发电装置45、水力发电装置46通过USB接口提供,优选地,可将太阳能板77安装于本系统的侧面和上部,风力发电装置45安装在本系统的装置四周,水力发电装置46安装在本系统的底部,USB接口安装在侧部。

[0035] 实际工作时,采集野外水样完成后,将待处理水样加入到漏斗1中,水样在真空泵47的抽滤作用下经多介质过滤器和微孔滤膜进行初步过滤处理,通过咀部可控活门2控制水样进入聚四氟乙烯硬管4的速度,再经过软管6进入一级储液单元,打开电磁阀19,通过流量计监控水速,保证水样速度保存在100ml/min左右或适宜速度,从一级储液单元中流出,分别进入到第一储液装置31、第二储液装置38和第三储液装置44中,然后再进入第一富集柱51(全氟辛酸类及全氟辛基磺酸富集柱)、第二富集柱56(有机滤光剂富集柱)、第三富集柱61(抗生素富集柱)中,经过滤、富集和洗脱步骤后,再用氮吹浓缩装置进行定量浓缩和收集,完成水样不同种类痕量微污染物的前处理工作。经各装置的剩余液体可通过尾液处理装置集中处理。

[0036] 具体地,当使用富集柱51对全氟化合物进行富集时,打开电磁阀19和21,水样经0.45 $\mu$ m孔径的醋酸纤维素滤膜27过滤后进入第一储液装置31;打开电磁阀13、14和32,待Oasis WAX富集柱51依次用洗脱液存储瓶7中的4mL0.1% (V/V) 氨-甲醇溶液、洗脱液存储瓶8中的4mL甲醇溶液和洗脱液存储瓶9中的4mL超纯水活化后,关闭电磁阀13和14,然后打开电磁阀30,使第一储液装置31中的水样流入Oasis WAX富集柱51,控制水样速度在5mL/min,同时向富集柱51加入100 $\mu$ L的50ng/mL内标溶液13C8-PFOA,富集水样中的全氟化合物;打开三通阀门54,用真空泵47抽30min,将Oasis WAX富集柱51的残留水分完全去除,然后打开阀

门13和14,分别用洗脱液存储瓶7中的4mL0.1% (V/V) 氨-甲醇溶液和洗脱液存储瓶8中的4mL甲醇溶液进行洗脱,洗脱速度保持1mL/min,洗脱液分别进入相应的洗脱液转接层,便于下一步的氮吹定容。

[0037] 当使用第二富集柱56对有机滤光剂进行富集时,打开阀门19和23,水样经0.7 $\mu$ m孔径的玻璃纤维滤膜33过滤后进入第二储液装置38;打开电磁阀13、15和37,待Oasis HLB富集柱56依次用洗脱液存储瓶10中的6mL的二氯甲烷溶液、洗脱液存储瓶8中的6mL的甲醇溶液和洗脱液存储瓶9中的6mL的超纯水活化后,关闭电磁阀13和15;然后打开电磁阀36,使第二储液装置38中的水样流入Oasis HLB富集柱56,控制水样速度在10mL/min;同时向富集柱56加入100 $\mu$ L的100ng/mL有机滤光剂混合内标物,富集水样中的有机滤光剂;打开三通阀门59,用真空泵47抽30min,将Oasis HLB富集柱56的残留水分完全去除,然后用10mL 1:1 (V/V) 二氯甲烷-甲醇溶液进行洗脱,洗脱速度保持2mL/min。

[0038] 当使用第三富集柱61对水样中的抗生素进行富集时,打开阀门19和25,水样经0.45 $\mu$ m孔径的玻璃纤维滤膜39过滤后进入第三储液装置44;打开电磁阀13、16和43,待Oasis HLB富集柱61依次用洗脱液存储瓶8中的5mL的甲醇溶液和洗脱液存储瓶9中的5mL的超纯水活化后,关闭电磁阀13和16,打开电磁阀42,使水样从第三储液装置44流入第三富集柱61,控制水样速度在5mL/min,同时加入100 $\mu$ L 50ng/mL的抗生素混合内标物,富集水样中的抗生素;打开三通阀门64,用真空泵47抽30min,将Oasis HLB富集柱61的残留水分完全去除,然后用6mL甲醇和6mL甲醇/丙酮(11) (v:v=1:1) 进行洗脱,洗脱速度保持2mL/min。

[0039] 打开三通阀门54、59和64,可分别将第一富集柱51、第二富集柱56、第三富集柱61的洗脱液用温和氮气缓慢吹至净干,残留物用甲醇溶解并定容至1mL,收集在1.5mL棕色色谱瓶中,以备目标污染物化学检测分析。

[0040] 根据上述实施例,可以更好地理解本发明。然而,本领域的技术人员可以理解,本实施例所描述的具体工艺条件及其结果仅用于说明本发明,而不应当也不会限制权利要求的保护范围。



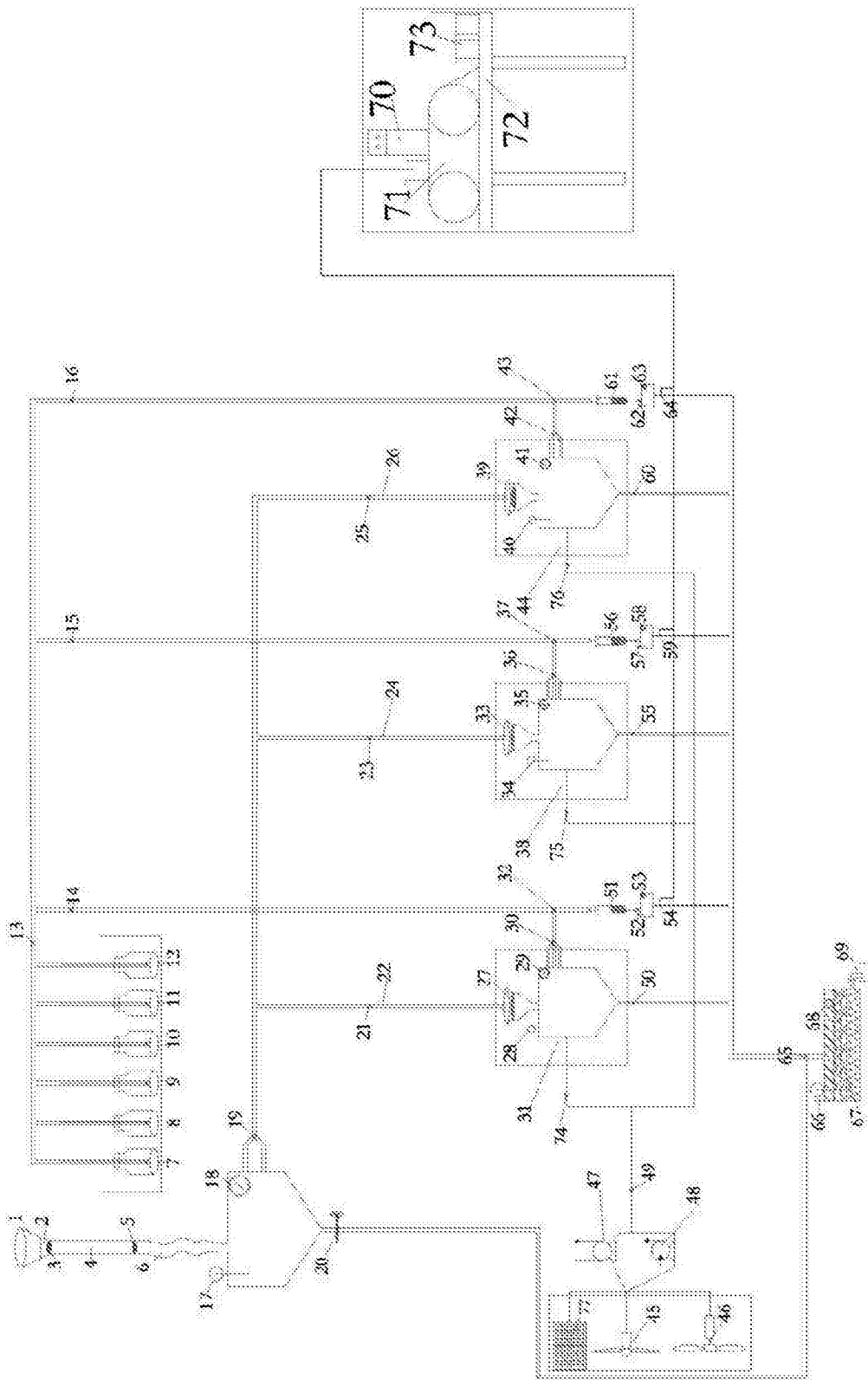


图1