



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103674675 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310317884. 9

(22) 申请日 2013. 07. 26

(71) 申请人 山东省科学院海洋仪器仪表研究所

地址 266001 山东省青岛市市南区浙江路
28 号

(72) 发明人 张婷 褚东志 刘岩 施治国
侯广利 任国兴 石小梅 张述伟
程岩 王茜 杨小满 王昭玉
郭翠莲

(74) 专利代理机构 青岛联智专利商标事务所有
限公司 37101

代理人 邵新华

(51) Int. Cl.

G01N 1/40 (2006. 01)

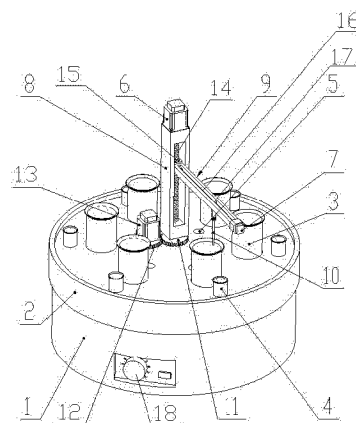
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种海水中有有机污染物富集装置及富集方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海水中有有机污染物富集装置及富集方法,包括涡旋单元,在涡旋单元的上方设置有承载平台,在承载平台上设置有介质仓、样品仓、电磁支架、回转臂和电磁单元;在所述电磁支架上设置有第一电机和第一传动机构,第一电机通过第一传动机构带动回转臂上下运动;在所述回转臂上设置有第二电机和第二传动机构,第二电机通过第二传动机构带动电磁单元水平移动。本发明的富集装置,可实现目标污染物的萃取分离和富集整个过程的全自动化,特别适合大体积水样中各类痕量有机污染物的萃取富集,显著提高了前处理的效率,排除了人工操作的误差,同时使得实验人员接触目标污染物和有机溶剂的机会大大减小,进而使得前处理过程的安全性更高。



1. 一种海水中有有机污染物富集装置,其特征在于:包括涡旋单元,在涡旋单元的上方设置有承载平台,在承载平台上设置有用盛放磁性萃取介质的介质仓、用于盛放海水样品的样品仓、电磁支架、回转臂和电磁单元;在所述电磁支架上设置有第一电机和第一传动机构,第一电机通过第一传动机构带动回转臂上下运动;在所述回转臂上设置有第二电机和第二传动机构,第二电机通过第二传动机构带动电磁单元水平移动。

2. 根据权利要求1所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:所述电磁支架垂直安装于承载平台的上表面,在电磁支架的上方安装所述的第一电机;在所述第一传动机构中设置有第一丝杠和第一丝母,第一丝杠垂直于承载平台的上表面安装于所述的电磁支架中,且与第一电机的转轴固定连接;所述第一丝母固定安装在回转臂的内侧端部,且与所述第一丝杠相啮合。

3. 根据权利要求2所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:所述回转臂平行于承载平台的上表面,在回转臂的外侧端部安装所述的第二电机;在所述第二传动机构中设置有第二丝杠和第二丝母,第二丝杠平行于承载平台的上表面安装于所述的回转臂中,且与第二电机的转轴固定连接;所述第二丝母与第二丝杠相啮合,在第二丝母上安装所述的电磁单元,所述电磁单元垂直于承载平台的上表面。

4. 根据权利要求1所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:所述电磁单元为电磁铁,在所述电磁铁的外表面涂覆有聚四氟乙烯涂层。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:在所述承载平台上还设置有用盛装洗脱溶剂的洗脱仓。

6. 根据权利要求5所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:所述介质仓采用在承载平台的上表面开槽的方式形成;所述样品仓和洗脱仓放置在承载平台上设置的限位底座中。

7. 根据权利要求5所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:在所述承载平台上设置有多组介质仓、样品仓和洗脱仓,各组介质仓、样品仓和洗脱仓以电磁支架为轴心均匀圆周分布;在所述电磁支架的底部安装有联动齿轮,所述联动齿轮与安装在承载平台上的主动齿轮相啮合,所述主动齿轮与第三电机的转轴固定连接,通过第三电机驱动主动齿轮带动联动齿轮转动,通过联动齿轮带动电磁支架转动。

8. 根据权利要求7所述的海水中有机污染物富集装置,其特征在于:在所述承载平台中形成有电气腔室,电气腔室中设置有控制单元,通过控制单元生成控制信号,对所述的第一电机、第二电机和第三电机进行驱动控制,并对所述的电磁单元进行通断电控制。

9. 一种基于权利要求1至8中任一项权利要求所述的海水中有机污染物富集装置的有机污染物富集方法,包括以下步骤:

a1、在介质仓中放入足量的磁性萃取介质,将海水样品注入样品仓;

b1、控制回转臂动作,将电磁单元伸入介质仓;为电磁单元通电,使电磁单元周围产生磁场,进而将介质仓中的磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端;

c1、将电磁单元移入样品仓,尖端伸入海水样品溶液中;控制电磁单元断电,磁场消失,使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离;

d1、启动涡旋单元,使磁性萃取介质在海水样品溶液中涡旋加速分散,吸附目标有机污染物;

e1、为电磁单元通电,使电磁单元周围产生磁场,进而将富集了目标有机污染物的磁性萃取介质聚集到电磁单元的尖端;

f1、将电磁单元转移至检测仪器,采用热解吸的方式分离出目标有机污染物,利用检测仪器对目标有机污染物进行后续的检测分析过程。

10. 一种基于权利要求 5 至 8 中任一项权利要求所述的海水中有机污染物富集装置的有机污染物富集方法,包括以下步骤:

a2、在介质仓中放入足量的磁性萃取介质,将海水样品注入样品仓,将洗脱溶剂注入洗脱仓;

b2、控制回转臂动作,将电磁单元伸入介质仓;为电磁单元通电,使电磁单元周围产生磁场,进而将介质仓中的磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端;

c2、将电磁单元移入样品仓,尖端伸入海水样品溶液中;控制电磁单元断电,磁场消失,使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离;

d2、启动涡旋单元,使磁性萃取介质在海水样品溶液中涡旋加速分散,吸附目标有机污染物;

e2、为电磁单元通电,使电磁单元周围产生磁场,进而将富集了目标有机污染物的磁性萃取介质聚集到电磁单元的尖端;

f2、将电磁单元移入洗脱仓,尖端浸入洗脱溶剂中;控制电磁单元断电,磁场消失,使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离;再次涡旋分散,利用洗脱溶剂对目标有机污染物进行解吸,在洗脱仓中形成富集了目标有机污染物的制备溶剂;

g2、再次为电磁单元通电,将磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端;将电磁单元移入介质仓,控制电磁单元断电,使磁性萃取介质从电磁单元上脱离,回收至介质仓;

h2、取下洗脱仓,转移至检测仪器,利用检测仪器对目标有机污染物进行后续的检测分析过程。

一种海水中有有机污染物富集装置及富集方法

技术领域

[0001] 本发明属于海洋环境监测技术领域,具体地说,是涉及一种用于对海水中的有机污染物进行萃取富集的装置以及基于所述富集装置提出的有机污染物富集方法。

背景技术

[0002] 海水中的持久性有机污染物(Persistent Organic Pollutants, POPs),虽然绝对含量非常低($10^{-12} \sim 10^{-9}$ g/L),但不易降解,且具有“三致”毒性,而且其毒性还可以累积并通过食物链传递,因此会对海洋生态系统造成严重的威胁,已成为目前海洋环境污染问题研究的焦点之一。

[0003] 由于海水样品中的 POPs 含量很低,而且基体复杂,因此在测定之前通常需要进行样品的预处理,以降低或者消除干扰物,富集净化目标物,最终实现目标污染物的高灵敏度检测。然而,传统的样品预处理技术在对海水样品进行处理时,通常存在以下问题:

(1) 目标污染物含量低,样品预处理需要消耗大量的样本溶液,耗时耗力,处理通量低;

(2) 水体中杂质、海藻、浮游生物较多,一些常用的萃取方法(例如固相萃取 SPE,固相微萃取 SPME)难以直接实施;例如在使用传统的 SPE 萃取方法对复杂样品(含有悬浮物、浮游生物等)进行萃取的过程时,经常会遇到柱堵塞等问题,从而影响了萃取过程的正常进行;

(3) 海水样品随环境气压、风向、海流等影响变化较大,但是传统的采样-实验室分析方法具有时滞性,因此难以实时反映海水的实际情况。

[0004] 除此之外,传统的样品预处理技术受装置、电力等因素的局限,多采用现场采样→封装→转运→实验室测定的步骤。由于在样品处理前需经过封装、运输、存储等过程,因此工作量大,实时性差,不能提供连续的数据;而且在采样和储运过程中,还可能会造成样品的“沾污”和“转化”,导致检测结果的不准确。同时,由于样品的处理时间较长,多需带回实验室完成,因此不能快速地获得检测数据。

发明内容

[0005] 本发明为了解决现有的海水污染物萃取方法处理时间长、不能现场完成、水样运输过程中潜在污染和性质改变的问题,提出了一种快速、高效、易于应用的海水中有机污染物富集装置,有效降低了运输保存成本,提高了样品处理的通量和实效性。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案予以实现:

一种海水中有有机污染物富集装置,包括涡旋单元,在涡旋单元的上方设置有承载平台,在承载平台上设置有用以盛放磁性萃取介质的介质仓、用于盛放海水样品的样品仓、电磁支架、回转臂和电磁单元;在所述电磁支架上设置有第一电机和第一传动机构,第一电机通过第一传动机构带动回转臂上下运动;在所述回转臂上设置有第二电机和第二传动机构,第二电机通过第二传动机构带动电磁单元水平移动。

[0007] 进一步的,所述电磁支架垂直安装于承载平台的上表面,在电磁支架的上方安装

所述的第一电机；在所述第一传动机构中设置有第一丝杠和第一丝母，第一丝杠垂直于承载平台的上表面安装于所述的电磁支架中，且与第一电机的转轴固定连接；所述第一丝母固定安装在回转臂的内侧端部，且与所述的第一丝杠相啮合。

[0008] 又进一步的，所述回转臂平行于承载平台的上表面，在回转臂的外侧端部安装所述的第二电机；在所述第二传动机构中设置有第二丝杠和第二丝母，第二丝杠平行于承载平台的上表面安装于所述的回转臂中，且与第二电机的转轴固定连接；所述第二丝母与第二丝杠相啮合，在第二丝母上安装所述的电磁单元，所述电磁单元垂直于承载平台的上表面。

[0009] 优选的，所述电磁单元优选采用电磁铁吸附所述的磁性萃取介质；为了防止电磁铁腐蚀，沾污海水样品，造成检测结果的不准确，在所述电磁铁的外表面还涂覆有聚四氟乙烯涂层。

[0010] 对于沸点低且加热情况下化学性质不会发生改变的目标污染物来说，采用上述结构设计的富集装置即可满足目标污染物的富集提取要求。为了使本发明的富集装置对于沸点高或者化学性质在高温环境下易发生改变的有机污染物同样具有富集提取的能力，本发明在所述承载平台上还进一步设置了用于盛装洗脱溶剂的洗脱仓。

[0011] 优选的，由于介质仓中存放的磁性萃取介质都比较纯净，因此介质仓在通常情况下不需要清洗，因而可以采用在承载平台的上表面开槽的方式形成所述的介质仓；由于样品仓和洗脱仓需要经常更换样品溶液和洗脱溶剂，并且每次更换样品溶液或者洗脱溶剂时，都需要对样品仓和洗脱仓进行清洗，为了方便对所述样品仓和洗脱仓进行清洗，优选在承载平台上设置限位底座，将样品仓和洗脱仓放置在所述的限位底座中，以方便样品仓和洗脱仓在承载平台上的取放。

[0012] 为了提高萃取富集的效率，优选在所述承载平台上设置多组介质仓、样品仓和洗脱仓，各组介质仓、样品仓和洗脱仓以电磁支架为轴心均匀圆周分布；在所述电磁支架的底部安装有联动齿轮，所述联动齿轮与安装在承载平台上的主动齿轮相啮合，所述主动齿轮与第三电机的转轴固定连接，通过第三电机驱动主动齿轮带动联动齿轮转动，通过联动齿轮带动电磁支架转动，完成对多个样品的萃取富集。

[0013] 优选的，每一组中的介质仓、样品仓和洗脱仓分布在以电磁支架为圆心的一条径向线上。

[0014] 再进一步的，在所述承载平台中形成有电气腔室，电气腔室中设置有控制单元，通过控制单元生成控制信号，对所述的第一电机、第二电机和第三电机进行驱动控制，并对所述的电磁单元进行通断电控制，实现目标物的自动萃取富集。

[0015] 优选的，所述控制单元优选以有线或者无线传输的方式与外部的计算机链接通信，传输数据。实验人员通过操作计算机便可以对富集装置进行操控，传输指令，显示结果。

[0016] 基于上述海水中有有机污染物富集装置，本发明还提出了一种采用所述富集装置设计的有机污染物富集方法，包括以下步骤：

a1、在介质仓中放入足量的磁性萃取介质，将海水样品注入样品仓；

b1、控制回转臂动作，将电磁单元伸入介质仓；为电磁单元通电，使电磁单元周围产生磁场，进而将介质仓中的磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端；

c1、将电磁单元移入样品仓，尖端伸入海水样品溶液中；控制电磁单元断电，磁场消失，

使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离；

d1、启动涡旋单元，使磁性萃取介质在海水样品溶液中涡旋加速分散，吸附目标有机污染物；

e1、为电磁单元通电，使电磁单元周围产生磁场，进而将富集了目标有机污染物的磁性萃取介质聚集到电磁单元的尖端；

f1、将电磁单元转移至检测仪器，采用热解吸的方式分离出目标有机污染物，利用检测仪器对目标有机污染物进行后续的检测分析过程。

[0017] 上述富集方法适用于对沸点低且加热情况下化学性质不改变的目标物，对于不能采用热解吸方法分离的目标物，本发明提出以下有机污染物富集方法，实现对目标有机污染物的提取，包括以下步骤：

a2、在介质仓中放入足量的磁性萃取介质，将海水样品注入样品仓，将洗脱溶剂注入洗脱仓；

b2、控制回转臂动作，将电磁单元伸入介质仓；为电磁单元通电，使电磁单元周围产生磁场，进而将介质仓中的磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端；

c2、将电磁单元移入样品仓，尖端伸入海水样品溶液中；控制电磁单元断电，磁场消失，使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离；

d2、启动涡旋单元，使磁性萃取介质在海水样品溶液中涡旋加速分散，吸附目标有机污染物；

e2、为电磁单元通电，使电磁单元周围产生磁场，进而将富集了目标有机污染物的磁性萃取介质聚集到电磁单元的尖端；

f2、将电磁单元移入洗脱仓，尖端浸入洗脱溶剂中；控制电磁单元断电，磁场消失，使磁性萃取介质从电磁单元的表面脱离；再次涡旋分散，利用洗脱溶剂对目标有机污染物进行解吸，在洗脱仓中形成富集了目标有机污染物的制备溶剂；

g2、再次为电磁单元通电，将磁性萃取介质吸附到电磁单元的尖端；将电磁单元移入介质仓，控制电磁单元断电，使磁性萃取介质从电磁单元上脱离，回收至介质仓；

h2、取下洗脱仓，转移至检测仪器，利用检测仪器对目标有机污染物进行后续的检测分析过程。

[0018] 与现有技术相比，本发明的优点和积极效果是：本发明专门针对海水中痕量持久性有机污染物设计富集装置，可实现目标污染物的萃取分离和富集整个过程的全自动化，特别适合大体积水样中各类痕量有机污染物的萃取富集。相比于传统的手工样品预处理方法，该装置可达到更好的准确性和重现性，显著提高了前处理的效率，排除了人工操作的误差，同时使得实验人员接触目标污染物和有机溶剂的机会大大减小，进而使得前处理过程的安全性更高。此外，该装置可与多种检测仪器实现无障碍连接，具有广谱性。并且，随着便携式气相色谱、便携式气质联用色谱仪等检测仪器的普及，也使得该富集装置在提高样品前处理效率的同时，实现了现场处理、现场检测，避免了水样运输过程的潜在污染和变化，有效降低了运输保存成本，并提高了分析结果的准确性。本发明的富集装置具有高效率、高自动化程度、高稳定性、易携带、易操作等特点，既节约了时间，又降低了成本，可以为环境保护和突发灾害预警提供可靠的监测防控手段。

[0019] 结合附图阅读本发明实施方式的详细描述后，本发明的其他特点和优点将变得更

加清楚。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明所提出的海水中有有机污染物富集装置的一种实施例的结构示意图；图 2 是本发明所提出的有机污染物富集方法的一种实施例的工作流程图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行详细地描述。

[0022] 本实施例为了加快海水中持久性有机污染物的萃取富集速度，提高样品的处理通量，避免水样在运输过程中潜在的污染和性质改变等问题，提出了一种采用电磁萃取方法富集海水中持久性有机污染物的方法，通过采用电磁萃取介质吸附海水样品中的有机污染物，以实现目标有机污染物的快速富集。

[0023] 为实现上述设计目的，本实施例首先设计了一种用于富集海水中有有机污染物的装置，以实现目标污染物萃取富集过程的自动化。

[0024] 参见图 1 所示，本实施例的海水中有机污染物富集装置（以下简称富集装置）主要由涡旋单元 1、承载平台 2、介质仓 5、样品仓 3、电磁支架 8、回转臂 9 和电磁单元 10 等部分组成。其中，涡旋单元 1 优选采用目前市面上的成熟产品——涡旋仪进行富集装置的具体设计，以降低设计成本。在涡旋单元 1 的上方设置承载平台 2，通过承载平台 2 承载介质仓 5、样品仓 3、电磁支架 8 等部件。在本实施例中，所述介质仓 5 用于盛放磁性萃取介质；样品仓 3 用于盛放待检测的海水样品；电磁支架 8 用于支撑回转臂 9，并驱动回转臂 9 带动电磁单元 10 在介质仓 5 与样品仓 3 之间移动。将所述介质仓 5、样品仓 3 和电磁支架 8 均设置在承载平台 2 的上表面，在电磁支架 8 上设置第一电机 6 和第一传动机构，第一电机 6 通过第一传动机构带动回转臂 9 上下运动；在回转臂 9 上设置第二电机 7 和第二传动机构，第二电机 7 通过第二传动机构带动电磁单元 10 水平移动，实现电磁单元 10 在介质仓 5 与样品仓 3 之间自由移动。

[0025] 作为本实施例的一种优选设计方案，所述电磁支架 8 和回转臂 9 优选设计成长条形，将电磁支架 8 垂直安装于承载平台 2 的上表面，电磁支架 8 的顶端安装所述的第一电机 6，电磁支架 8 内部安装所述的第一传动机构，通过第一传动机构连接回转臂 9，使回转臂 9 平行于承载平台 2 的上表面。在回转臂 9 的外侧端部安装所述的第二电机 7，回转臂 9 的内部安装所述的第二传动机构，通过第二传动机构连接电磁单元 10，使电磁单元 10 垂直于承载平台 2 的上表面，并悬置于承载平台 2 的上方。

[0026] 作为传动机构的一种优选设计方案，本实施例采用丝杠配合丝母的方式形成所述的第一传动机构和第二传动机构。参见图 1 所示，在第一传动机构中设置有第一丝杠 14 和第一丝母 15，其中，第一丝杠 14 垂直于承载平台 2 的上表面安装于电磁支架 8 中，且顶端连接第一电机 6 的转轴，通过第一电机 6 带动其转动。第一丝母 15 套装在第一丝杠 14 上，且与第一丝杠 14 相啮合，随第一丝杠 14 的转动上下移动。在第一丝母 15 上安装所述的回转臂 9，具体与回转臂 9 的内侧端部固定连接，进而在第一电机 6 的驱动作用下，通过第一传动机构控制回转臂 9 携带电磁单元 10 上下运动。同理，在第二传动机构中设置有第二丝杠 16 和第二丝母 17，其中，第二丝杠 16 水平于承载平台 2 的上表面安装于回转臂 9 中，且外

侧顶端连接第二电机 7 的转轴,通过第二电机 7 带动其转动。将第二丝母 17 套装在第二丝杠 16 上,且与第二丝杠 16 相啮合,随第二丝杠 16 的转动水平移动。在第二丝母 17 上安装所述的电磁单元 10,进而在第二电机 7 的驱动作用下,通过第二传动机构控制电磁单元 10 沿水平方向前后移动。

[0027] 为了对电磁单元 10 的上下移动位置实现精确控制,所述第一电机 6 优选采用步进电机,通过控制步进电机的角位移量,实现对电磁单元 10 上下移动位置的精确定位。对于第二电机 7 来说,由于电磁单元 10 的水平移动距离取决于样品仓 3 与介质仓 5 之间的距离,对位置精度的要求并不是很高,因此可以选用直流电机来驱动第二传动机构携带电磁单元 10 在样品仓 3 与介质仓 5 之间移动。当然,采用步进电机作为所述的第二电机 7,同样可以满足装置的设计要求,本实施例对此不进行具体限制。

[0028] 考虑到对于某些有机污染物必须采用洗脱的方式进行提取,本实施例在所述的承载平台 2 上还进一步设置了洗脱仓 4,参见图 1 所示,用于盛放洗脱溶剂。由于在实际检测过程中,样品仓 3 中的海水样品和洗脱仓 4 中的洗脱溶剂需要经常更换,而且每次更换海水样品和洗脱溶剂时,都需要对样品仓 3 和洗脱仓 4 进行清洗,以清除仓体中的液体残留。为了方便海水样品和洗脱溶剂的更换操作以及样品仓 3 和洗脱仓 4 的清洗作业,本实施例优选采用在承载平台 2 的上表面设置限位底座(例如在承载平台 2 的上表面开设限位槽)的方式,通过将所述的样品仓 3 和洗脱仓 4 放置在限位底座中,从而在对样品仓 3 和洗脱仓 4 在承载平台 2 的摆放位置起到限制作用的同时,方便实验人员的取放。

[0029] 对于介质仓 5 来说,由于其内部盛放的磁性萃取介质一般无需经常更换,因此,可以采用在承载平台 2 的上表面开槽的方式(例如开设圆形盲孔的方式)形成所述的介质仓 5,参见图 1 所示。

[0030] 为了提高样品的处理效率,实现样品的批量处理,本实施例优选在承载平台 2 的上表面设置多组所述的样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5,参见图 1 所示。将各组样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 以电磁支架 8 为轴心,沿圆周均匀分布。以 6 组为例进行说明,即相邻两组之间的圆心角为 60° ,且每一组中的样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 均分布在以电磁支架 8 为圆心的一条径向线上,优选将介质仓 5 设置在最内侧,样品仓 3 设置在中间位置,洗脱仓 4 设置在最外侧,以方便对第一电机 6 和第二电机 7 的启停控制。

[0031] 为了控制回转臂 9 携带电磁单元 10 在各组样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 之间顺位移动,依次对多个海水样品中的目标有机污染物进行萃取富集操作,本实施例在所述电磁支架 8 的底部与承载平台 2 的上表面之间还进一步安装有一联动齿轮 11,参见图 1 所示。为了驱动联动齿轮 11 带动电磁支架 8 转动,本实施例在承载平台 2 的上表面还设置有与所述联动齿轮 11 相啮合的主动齿轮 12,将所述主动齿轮 12 与安装在其上方的第三电机 13 的转轴固定连接,通过第三电机 13 驱动主动齿轮 12 旋转,进而带动联动齿轮 11 随之转动,通过联动齿轮 11 的转动带动电磁支架 8 旋转,进而带动回转臂 9 携带电磁单元 10 在六组样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 之间顺位移动,依次完成对六个海水样品的萃取富集。

[0032] 在本实施例中,所述第三电机 13 优选采用步进电机,以实现电磁支架 8 旋转角度的精确定位。通过第三电机 13 带动电磁支架 8 转动,可实现电磁单元 10 在水平方向上的 60° 卡位旋转,精度在 $\pm 2^{\circ}$;电磁单元 10 在垂直方向上的移动距离范围可以在 5~15cm 之间。

[0033] 出于美观性考虑,所述承载平台 2 优选设计成圆形,其上表面的中间位置安装所述的电磁支架 8,各组样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 在承载平台 2 上均匀圆周分布。对于控制第一电机 6、第二电机 7 和第三电机 13 转动并对电磁单元 10 进行通断电控制的电控部分来说,可以设置在承载平台 2 中间部分形成的电气腔室中。在所述电控部分设置有电源单元和控制单元,电源单元负责将外部的供电电源转换成富集装置上各用电负载所需的工作电源,为各用电负载供电;控制单元优选采用单片机等集成控制芯片配合简单的外围电路设计而成,生成控制信号通过导线分别传输至第一电机 6、第二电机 7、第三电机 13 和电磁单元 10,对电机 6、7、13 和电磁单元 10 的工作时序进行有序控制。

[0034] 为了方便实验人员操控所述的富集装置,本实施例设计所述的富集装置与外部的计算机连接通信,具体可以通过所述的控制单元以有线或者无线通信的方式与计算机链接通信,传输数据。在计算机中通过运行相应的应用程序,实现对富集装置整机运行的操控、指令处理及相关计算,并对检测结果进行显示输出。

[0035] 下面结合图 1 所示的富集装置,对海水中有有机污染物的富集方法进行详细的阐述,结合图 2 所示,包括以下步骤:

(1) 根据磁性萃取介质吸附容量和样品中目标有机污染物的含量,称取足够量的磁性萃取介质装填在富集装置上的六个介质仓 5 中,再分别将六个海水样品和对应的洗脱溶剂对应地注入到六个样品仓 3 和六个洗脱仓 4 中;

在本实施例中,所述磁性萃取介质是以四氧化三铁为主材料的纳米粒子,也就是说,只要是以四氧化三铁为主材料的纳米粒子(根据目标物的物理化学性质不同表面可做任意改性处理)均可以作为所述的磁性萃取介质,用于目标有机污染物的富集。

[0036] (2) 通过控制单元控制第三电机 13 驱动电磁支架 8 带动电磁单元 10 移动到 1 号样品仓 3、洗脱仓 4 和介质仓 5 的上方;然后控制第二电机 7 驱动第二传动机构带动电磁单元 10 移动到介质仓 5 的上方;控制第一电机 6 运行,驱动回转臂 9 下移,使电磁单元 10 伸入到介质仓 5 中;

在本实施例中,优选采用细柱状的电磁铁作为所述的电磁单元 10,吸附所述的磁性萃取介质。由于电磁铁 10 需要伸入到海水样品和洗脱溶剂等液体环境中,为了避免电磁铁 10 腐蚀,以及对海水样品溶液和洗脱溶剂的沾污,本实施例在电磁铁 10 的外表面涂覆聚四氟乙烯涂层,以防止因电磁铁 10 腐蚀和对目标物的沾污,对检测结果造成影响。

[0037] (3) 为电磁单元 10 通电,在电磁单元 10 周围产生强磁场,使磁性萃取介质吸附到电磁单元 10 的尖端。

[0038] (4) 通过控制单元启动第一电机 6 动作,控制回转臂 9 携带电磁单元 10 上移,将吸附有磁性萃取介质的电磁单元 10 从介质仓 5 中移出,并在到达设定高度(保证电磁单元 10 的底部高于样品仓 3)后,控制第一电机 6 停机,启动第二电机 7 带动电磁单元 10 平移,并在电磁单元 10 移动到样品仓 3 的正上方时,控制第二电机 7 停机,启动第一电机 6 带动回转臂 9 下移,将电磁单元 10 的尖端伸入到海水样品溶液中。

[0039] (5) 控制电磁单元 10 断电,磁场消失,磁性萃取介质从电磁单元 10 的表面脱离,进入到海水样品溶液中。

[0040] (6) 启动涡旋单元 1 运行,通过涡旋单元 1 控制样品仓 3 中的海水样品溶液涡旋转动,加速磁性萃取介质在海水样品溶液中分散,使磁性萃取介质充分吸附海水样品溶液中

的目标有机污染物,直到达到吸附平衡;

在本实施例中,何时到达吸附平衡可以通过实验获得,即可以事先通过实验在一定环境下检测样品中目标物的剩余量,并以目标物浓度和时间坐标轴绘制吸附平衡曲线。在采用富集装置进行目标有机污染物萃取富集的过程中,只需根据吸附平衡曲线,即可确定出涡旋分散的时间。

[0041] 所述涡旋单元 1 的工作方式为圆周震荡,震荡转速为 500~2500rpm,通过调节涡旋单元 1 上的转速旋钮 18,即可改变涡旋单元的震荡转速,结合图 1 所示。

[0042] (7)为电磁单元 10 通电,使电磁单元 10 周围产生强磁场,利用电磁单元 10 的磁力作用,将富集了目标有机污染物分子的磁性萃取介质聚集吸附到电磁单元 10 的尖端。

[0043] (8)通过控制单元依次控制第一电机 6 和第二电机 7 转动,将电磁单元 10 移出样品仓 3;

在此步骤之后,若所需萃取富集的目标有机污染物沸点低,且在加热情况下不会改变其自身的化学性质,则可以采用热解吸的处理方法,将移出样品仓 3 的电磁单元 10 转移到气相色谱(GC)或者气相色谱-质谱联用仪等检测仪器的进样口,在检测仪器中加热气化,将气体吸入分析单元进行检测分析。

[0044] 若所需萃取富集的目标有机污染物沸点高,或者在加热情况下会导致其化学性质的改变,则应选择洗脱方式进行目标有机污染物的解吸,即执行后续步骤。

[0045] (9)将电磁单元 10 移入洗脱仓 4,使电磁单元 10 的尖端浸入到洗脱溶剂中;控制电磁单元 10 断电,磁场消失,使富集了目标有机污染物分子的磁性萃取介质从电磁单元 10 的表面脱离,进入洗脱仓 4 中。

[0046] (10)再次启动涡旋单元 10 涡旋加速分散,利用洗脱溶剂对目标有机污染物分子进行解吸,直到达到解吸平衡;

在本实施例中,何时到达解吸平衡可采用实验方法通过控制涡旋时间实现,具体参照步骤(6)中关于吸附平衡的相关描述。

[0047] (11)再次为电磁单元 10 通电,使磁性萃取介质吸附到电磁单元 10 的尖端;将电磁单元 10 转移到介质仓 5 中,控制电磁单元 10 断电,使磁性萃取介质从电磁单元 10 上脱离下来,落入介质仓 5 中,完成对磁性萃取介质的回收。

[0048] (12)将洗脱仓 4 从富集装置上取下,转入检测仪器,通过检测仪器对洗脱仓 4 中富集了目标有机污染物分子的洗脱溶液(即制备溶液)进行分析,以生成检测结果。

[0049] (13)通过控制单元启动第三电机 13 运行,驱动电磁支架 8 带动电磁单元 10 移动到下一组样品仓、洗脱仓和介质仓的上方,例如 2 号样品仓、洗脱仓和介质仓的上方,对第二种海水样品中有机污染物进行萃取富集。

[0050] 重复上述步骤(2)-(13),依次完成 6 个海水样品的萃取富集作业,然后集中批量更换介质仓 5、样品仓 3 和洗脱仓 4 中的磁性萃取介质、海水样品溶液和洗脱溶剂,进入下一批样品的萃取富集工作。

[0051] 本实施例的富集装置可实现海水样品批量前处理,通过联动齿轮 11 带动电磁支架 8 旋转,通过步进电机 6 控制回转臂 9 的纵向移动和电磁单元 10 在各仓之间的移动,顺序完成样品中有机污染物的萃取富集工作。

[0052] 当然,以上所述仅是本发明的一种优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普

通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

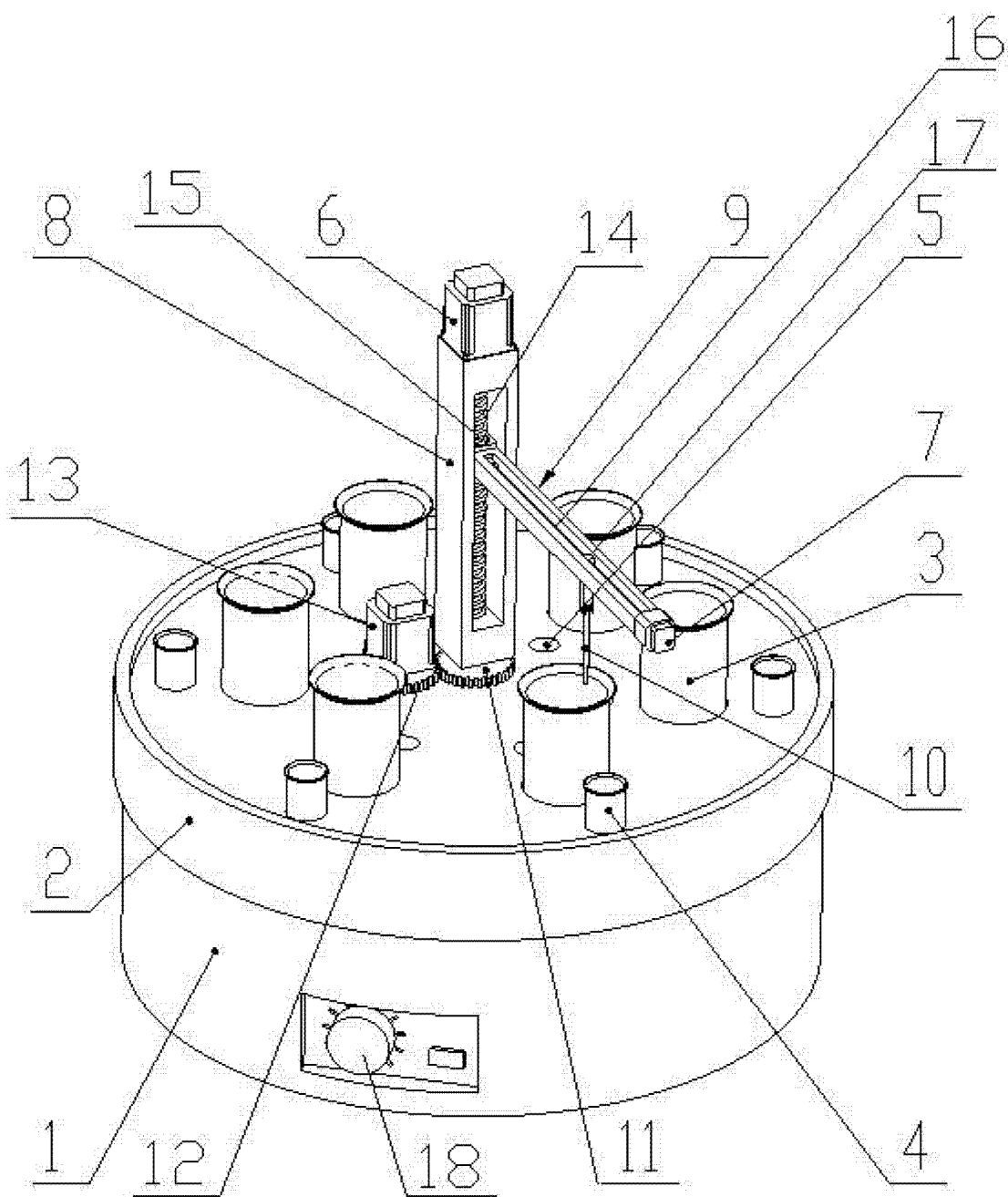


图 1

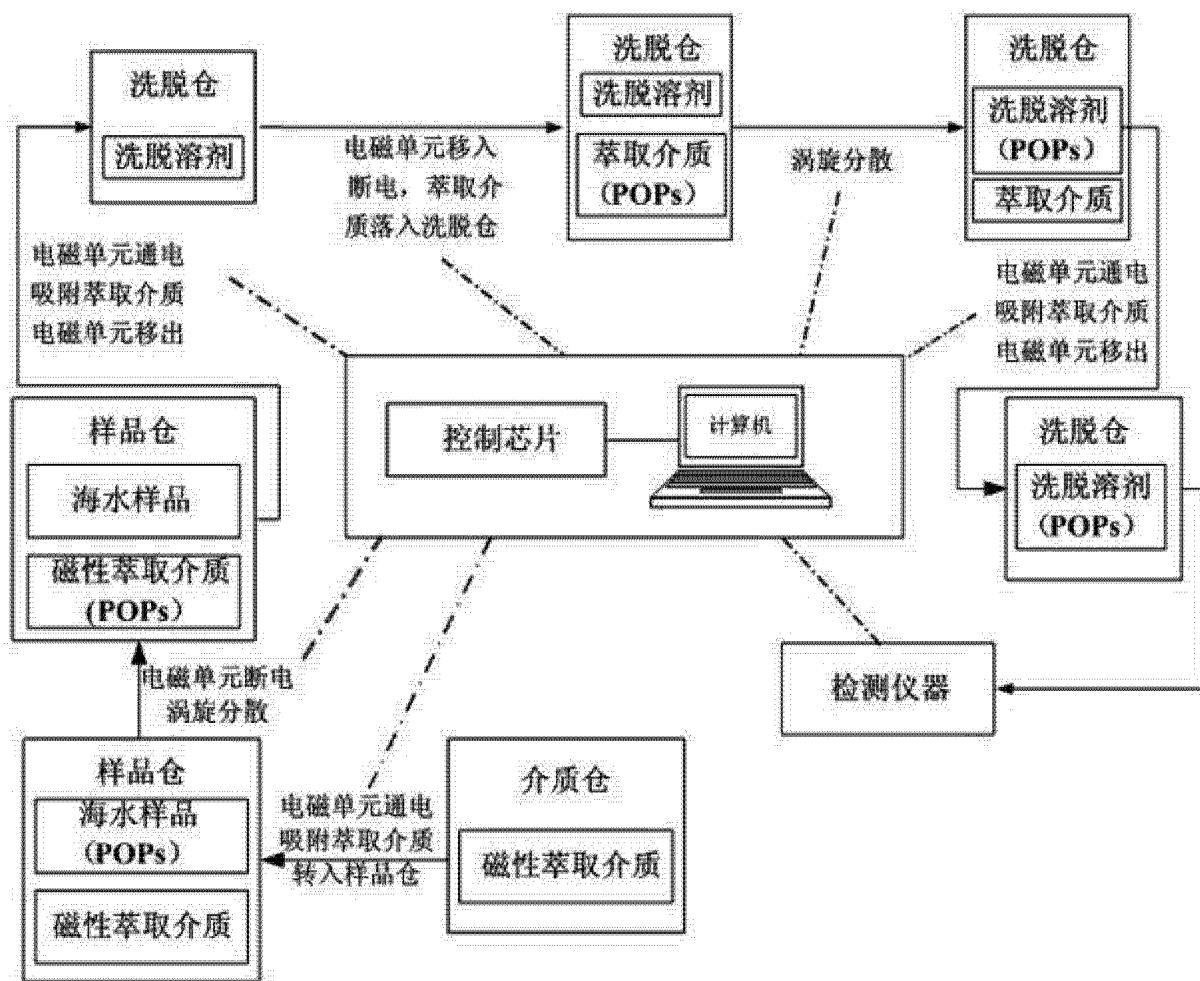


图 2