



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114047049 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 29

(21) 申请号 202111304990.4

(22) 申请日 2021.11.05

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114047049 A

(43) 申请公布日 2022.02.15

(73) 专利权人 青岛海洋科技中心  
地址 266237 山东省青岛市即墨区问海中路168号  
专利权人 中国海洋大学

(72) 发明人 崔西亮 辛宇 李遵伟 孙承哲  
张孟 徐洪军 毕显斌 尚宏坤  
刘文锋 郑芳

(74) 专利代理机构 青岛联信知识产权代理事务所(普通合伙) 37227  
专利代理师 潘晋祥

(51) Int.Cl.

G01N 1/34 (2006.01)

G01N 1/40 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103411794 A, 2013.11.27

CN 106315924 A, 2017.01.11

CN 111534509 A, 2020.08.14

WO 2018072280 A1, 2018.04.26

赵卫红, 崔鑫, 王江涛. 切向超滤技术分离海洋胶体有机碳性能的研究. 自然科学进展. 2004, 第14卷(第12期), 全文.

审查员 陈贵阳

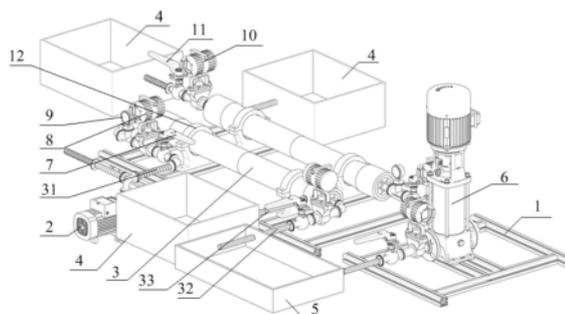
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54) 发明名称

海水溶解有机质分离富集方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种海水溶解有机质分离富集方法,属于海水分离富集技术领域,包括如下步骤:根据所需样品情况,在船上搭建海水分离富集系统,海水分离富集系统包括抽提泵、多级串联的切向超滤装置、设置于相邻两级切向超滤装置之间的增压泵和逐级设置的样品收集箱;将抽提泵的进水管伸入待分离海水中,打开抽提泵和增压泵以使待分离海水泵入各级切向超滤装置中,控制各级切向超滤装置的回流组份流速是透过组份流速的10~20倍,各级切向超滤装置内回流组分和通过最后一级切向超滤装置的透过组份通过样品收集箱收集。该海水溶解有机质分离富集方法能够在海上实现海水的高效、高通量的分级分离富集,提供高质量海水和微生物样本。



1. 海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,包括如下步骤:

根据所需样品情况,在船上搭建海水分离富集系统,所述海水分离富集系统包括:

逐级设置的切向超滤装置,所述切向超滤装置的级数为所需样品种类数减一,所述切向超滤装置的过滤孔径逐级递减,每级所述切向超滤装置的过滤孔径根据所需样品分子量范围确定,每级所述切向超滤装置均连接有进水管、出水管和出样管,每级所述切向超滤装置的所述进水管上均安装有进水控制阀、进口流量计和进口压力表,每级所述切向超滤装置的所述出水管上均安装有出水控制阀和出口流量计;

中转收集箱,所述中转收集箱设置于每相邻两级所述切向超滤装置之间,并与其相邻上一级所述切向超滤装置的出水管和其相邻下一级所述切向超滤装置的进水管分别连通;

逐级设置的样品收集箱,所述样品收集箱的级数比所述切向超滤装置的级数多一级,与所述切向超滤装置对应级数的所述样品收集箱分别与其对应级数的所述切向超滤装置的出样管相连通,最后一级所述样品收集箱与最后一级所述切向超滤装置的出水管相连通;

抽提泵,所述抽提泵安装于第一级所述切向超滤装置的进水管上;

增压泵,所述增压泵安装于每一所述中转收集箱与其相邻的下一级所述切向超滤装置之间的进水管上;

将所述抽提泵的进水管伸入待分离海水中,打开抽提泵和增压泵以使所述待分离海水泵入各级切向超滤装置中,通过控制各级所述切向超滤装置的进水控制阀和出水控制阀控制各级所述切向超滤装置的回流组份流速是透过组份流速的10~20倍,各级所述切向超滤装置内回流组分通过所述出样管流入对应的所述样品收集箱中,通过最后一级所述切向超滤装置的透过组份通过所述出水管流入最后一级所述样品收集箱中。

2. 根据权利要求1所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,在对所述待分离海水进行分离富集前,还包括如下步骤:采用高纯水对所述海水分离富集系统进行清洗,采用氢氧化钠溶液、盐酸溶液和高纯水冲洗所述海水分离富集系统至中性,采用所述待分离海水润洗所述海水分离富集系统。

3. 根据权利要求1所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述海水分离富集系统还包括架设于船舶甲板上的框架,所述切向超滤装置安装于所述框架上。

4. 根据权利要求3所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述切向超滤装置通过抱箍式支架可拆卸安装于所述框架上。

5. 根据权利要求1所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述进水管、出水管和出样管均为快装管路。

6. 根据权利要求1或5所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述进水管、出水管和出样管均为波纹管。

7. 根据权利要求1或5所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述进水控制阀、进口流量计和进口压力表通过快装连接件可拆卸连接于所述进水管,所述出水控制阀和出口流量计通过快装连接件可拆卸连接于所述出水管。

8. 根据权利要求1所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述切向超滤装置包括膜壳,安装于所述膜壳内的滤芯,以及分别安装于所述膜壳轴向两端的两个密封堵盖;所述膜壳侧部设有接口以连接所述出样管;所述密封堵盖通过密封连接件封堵于所述

膜壳的轴向端部,一个所述密封堵盖设有进水口以连接所述进水管,另一个所述密封堵盖设有出水口以连接所述出水管;两个所述密封堵盖朝向所述滤芯的一侧均设有安装座,所述滤芯的轴向两端分别通过滤芯固定接头安装于两个所述密封堵盖的安装座上。

9.根据权利要求1所述的海水溶解有机质分离富集方法,其特征在于,所述抽提泵为卧式泵,所述增压泵为立式泵。

## 海水溶解有机质分离富集方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于海水分离富集技术领域,尤其涉及一种海水溶解有机质分离富集方法。

### 背景技术

[0002] 海水是一个复杂的体系,其中存在溶解态无机营养盐、溶解态有机物、颗粒物、大量微生物、细菌和藻类等等,因此,现代海洋科学研究中,特别是海洋科考作业过程中,对海水进行分离富集是准确划分海水体系中不同组分的重要手段,通过不同孔径滤膜过滤,可以获取代表不同科学意义的水体样本、微生物样本等。

[0003] 目前,随着现代海洋科学的发展,特别是宏基因组/转录组技术/蛋白组/有机物分析的发展,单次过滤海水体积越来越大。然而,受到现有国内外商业化便携式过滤器皿尺寸限制,有效过滤面积和过滤器皿容积都已经达到上限(滤膜面积 $\leq 0.07\text{m}^2$ ,最多六个并联),在海上进行海水分离富集作业普遍存在分离富集时间长(1-48h)、单次过滤体积有限( $\leq 600\text{L}$ )的问题,严重影响海水分离富集作业效率和微生物样品的质量(微生物RNA样品在室温下保存时间 $\leq 1\text{h}$ ,超过则显著降解),现有商业化过滤装置已无法满足海洋科学日益增长的高质量海水样品和微生物样品需求。而传统的甲板采集水样转移到实验室过滤的方式费时费力,且样品在过滤处理过程中长时间暴露在空气和光照中,极大的增加了海水样本和微生物样本被污染或者变质的风险。

[0004] 因而,如何提高海水分离富集效率,提供高质量的海水和微生物样本,以满足日益增长的海洋科学研究需求,是本领域急需解决的一项技术问题。

### 发明内容

[0005] 针对上述技术问题,本发明提供了一种海水溶解有机质分离富集方法,该方法能够实现海水的高效、高通量的分级分离富集,提供高质量的海水和微生物样本,满足日益增长的海洋科学研究需求。

[0006] 本发明提供一种海水溶解有机质分离富集方法,包括如下步骤:

[0007] 根据所需样品情况,在船上搭建海水分离富集系统,所述海水分离富集系统包括:

[0008] 逐级设置的切向超滤装置,所述切向超滤装置的级数为所需样品种类数减一,所述切向超滤装置的过滤孔径逐级递减,每级所述切向超滤装置的过滤孔径根据所需样品分子量范围确定,每级所述切向超滤装置均连接有进水管、出水管和出样管,每级所述切向超滤装置的所述进水管上均安装有进水控制阀、进口流量计和进口压力表,每级所述切向超滤装置的所述出水管上均安装有出水控制阀和出口流量计;

[0009] 中转收集箱,所述中转收集箱设置于每相邻两级所述切向超滤装置之间,并与其相邻上一级所述切向超滤装置的出水管和其相邻下一级所述切向超滤装置的进水管分别连通;

[0010] 逐级设置的样品收集箱,所述样品收集箱的级数比所述切向超滤装置的级数多一

级,与所述切向超滤装置对应级数的所述样品收集箱分别与其对应级数的所述切向超滤装置的出样管相连通,最后一级所述样品收集箱与最后一级所述切向超滤装置的出水管相连通;

[0011] 抽提泵,所述抽提泵安装于第一级所述切向超滤装置的进水管上;

[0012] 增压泵,所述增压泵安装于每一所述中转收集箱与其相邻的下一级所述切向超滤装置之间的进水管上;

[0013] 将所述抽提泵的进水管伸入待分离海水中,打开抽提泵和增压泵以使所述待分离海水泵入各级切向超滤装置中,通过控制各级所述切向超滤装置的进水控制阀和出水控制阀控制各级所述切向超滤装置的回流组份流速是透过组份流速的10~20倍,各级所述切向超滤装置内回流组分通过所述出样管流入对应的所述样品收集箱中,通过最后一级所述切向超滤装置的透过组份通过所述出水管流入最后一级所述样品收集箱中。

[0014] 在其中一些实施例中,在对所述待分离海水进行分离富集前,还包括如下步骤:采用高纯水对所述海水分离富集系统进行清洗,采用氢氧化钠溶液、盐酸溶液和高纯水冲洗所述海水分离富集系统至中性,采用所述待分离海水润洗所述海水分离富集系统。

[0015] 在其中一些实施例中,所述海水分离富集系统还包括架设于船舶甲板上的框架,所述切向超滤装置安装于所述框架上。

[0016] 在其中一些实施例中,所述切向超滤装置通过抱箍式支架可拆卸安装于所述框架上。

[0017] 在其中一些实施例中,所述进水管、出水管和出样管均为快装管路。

[0018] 在其中一些实施例中,所述进水管、出水管和出样管均为波纹管。

[0019] 在其中一些实施例中,所述进水控制阀、进口流量计和进口压力表通过快装连接件可拆卸连接于所述进水管,所述出水控制阀和出口流量计通过快装连接件可拆卸连接于所述出水管。

[0020] 在其中一些实施例中,所述切向超滤装置包括膜壳,安装于所述膜壳内的滤芯,以及分别安装于所述膜壳轴向两端的两个密封堵盖;所述膜壳侧部设有接口以连接所述出样管;所述密封堵盖通过密封连接件封堵于所述膜壳的轴向端部,一个所述密封堵盖设有进水口以连接所述进水管,另一个所述密封堵盖设有出水口以连接所述出水管;两个所述密封堵盖朝向所述滤芯的一侧均设有安装座,所述滤芯的轴向两端分别通过滤芯固定接头安装于两个所述密封堵盖的安装座上。

[0021] 在其中一些实施例中,所述抽提泵为卧式泵,所述增压泵为立式泵。

[0022] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

[0023] 1、本发明提供的海水溶解有机质分离富集方法,可在海水直接对海水进行分离富集,通过多级串联的切向超滤装置,能够在海上实现海水的高效、高通量的分级分离富集,可完成每小时500L-1000L海水的高通量过滤,获取高质量的海水样本和微生物样本,能够满足日益增长的海洋科学研究需求;

[0024] 2、本发明提供的海水溶解有机质分离富集方法,其采用的海水分离富集系统的自动化程度高,操作简单,节省了大量的时间与人力成本,具有显著的经济效益;

[0025] 3、本发明提供的海水溶解有机质分离富集方法,其采用的海水分离富集系统可根据所需样品进行灵活调整,适用范围广。

## 附图说明

[0026] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0027] 图1为本发明实施例提供的海水溶解有机质分离富集方法采用的海水分离富集系统的立体图;

[0028] 图2为本发明实施例提供的海水溶解有机质分离富集方法采用的海水分离富集系统的俯视图;

[0029] 图3为本发明实施例采用的海水分离富集系统中快装连接示意图;

[0030] 图4为本发明实施例采用的海水分离富集系统中进水控制阀、进口流量计和进口压力表的装配示意图;

[0031] 图5为本发明实施例采用的海水分离富集系统中切向超滤装置的爆炸图。

[0032] 图中:

[0033] 1、框架;2、抽提泵;3、切向超滤装置;31、进水管;32、出水管;33、出样管;34、膜壳;341、接口;35、滤芯;36、密封堵盖;361、安装座;37、密封连接件;38、滤芯固定接头;4、样品收集箱;5、中转收集箱;6、增压泵;7、进水控制阀;8、进口流量计;9、进口压力表;10、出口流量计;11、出水控制阀;12、抱箍式支架;13、快装管件;14、密封垫圈;15、卡箍;16、快装连接件;161、快装三通;162、快装直通;163、快装弯头。

## 具体实施方式

[0034] 下面将结合本发明实施例中的附图,对实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而非全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图1所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0036] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0037] 本发明实施例提供了一种海水溶解有机质分离富集方法,包括如下步骤:

[0038] (1) 根据所需样品情况,在船上搭建海水分离富集系统,如附图1-图2所示,海水分离富集系统包括逐级设置的切向超滤装置3、中转收集箱5、逐级设置的样品收集箱4、抽提泵2和增压泵6;切向超滤装置3的级数为所需样品种类数减一(例如,所需样品为海水中的微生物基因组学、蛋白组学、代谢组学和小分子有机化合物,则切向超滤装置3的级数设置为三级),切向超滤装置3的过滤孔径逐级递减,每级切向超滤装置3的过滤孔径根据所需样品分子量范围确定(例如,微生物基因组学分子量>100Kda,蛋白组学分子量为30-100Kda,代谢组学分子量为1-30Kda组份,小分子有机化合物分子量<1Kda,则第一级切向超滤装置3

的过滤分子量孔径为100Kda、第二级切向超滤装置3的过滤分子量孔径为30Kda、第三级切向超滤装置3的过滤分子量孔径为1Kda), 每级切向超滤装置3均连接有进水管31、出水管32和出样管33, 每级切向超滤装置3的进水管31上均安装有进水控制阀7、进口流量计8和进口压力表9, 每级切向超滤装置3的出水管32上均安装有出水控制阀11和出口流量计10; 中转收集箱5设置于每相邻两级切向超滤装置3之间, 并与其相邻上一级切向超滤装置3的出水管32和其相邻下一级切向超滤装置3的进水管31分别连通; 样品收集箱4的级数比切向超滤装置3的级数多一级, 与切向超滤装置3对应级数的样品收集箱4分别与其对应级数的切向超滤装置3的出样管33相连通, 最后一级样品收集箱4与最后一级切向超滤装置3的出水管32相连通; 抽提泵2用于抽提海水, 抽提泵2安装于第一级切向超滤装置3的进水管31上; 增压泵6用于相邻两级切向超滤装置3之间的海水输送, 增压泵6安装于每一中转收集箱5与其相邻的下一级切向超滤装置3之间的进水管31上。需要说明的是, 如图1和图2所示, 本实施例的切向超滤装置3为两级, 样品收集箱4为三级, 本领域技术人员可以根据实际分离需要设置切向超滤装置3和样品收集箱4的级数。

[0039] (2) 将抽提泵2的进水管伸入待分离海水中, 打开抽提泵2和增压泵6以使待分离海水泵入各级切向超滤装置3中, 通过控制各级切向超滤装置3的进水控制阀7和出水控制阀11控制各级切向超滤装置3的回流组份流速是透过组份流速的10~20倍, 以使各海水样品组份的富集倍数在20-30倍, 各级切向超滤装置3内回流组分通过出样管33流入对应的样品收集箱4中, 通过最后一级切向超滤装置3的透过组份通过出水管32流入最后一级样品收集箱4中。

[0040] 上述海水溶解有机质分离富集方法, 可在海水直接对海水进行分离富集, 通过多级串联的切向超滤装置3, 能够在海上实现海水的高效、高通量的分级分离富集, 可完成每小时500L-1000L海水的高通量过滤, 获取高质量的海水样本和微生物样本, 能够满足日益增长的海洋科学研究需求。同时, 上述海水溶解有机质分离富集方法, 其采用的海水分离富集系统的自动化程度高, 操作简单, 节省了大量的时间与人力成本, 具有显著的经济效益。此外, 上述海水溶解有机质分离富集方法, 其采用的海水分离富集系统可根据所需样品进行灵活调整, 适用范围广。

[0041] 为了保证采集样品质量, 作为优选, 在对待分离海水进行分离富集前, 还包括如下步骤: 采用高纯水对海水分离富集系统进行清洗, 采用氢氧化钠溶液、盐酸溶液和高纯水冲洗海水分离富集系统至中性, 采用待分离海水润洗海水分离富集系统。经过清洗和润洗操作, 可以保证待处理水样污染最低, 切向超滤装置不被堵塞。需要说明的是, 氢氧化钠溶液的浓度优选为0.01mol/L, 盐酸溶液的浓度优选为0.01mol/L。

[0042] 为了便于在船上搭建海水分离富集系统, 作为优选, 如图1-2所示, 海水分离富集系统还包括架设于船舶甲板上的框架1, 切向超滤装置3安装于框架上。

[0043] 为了便于在船上进行搭建, 同时便于根据实验科研需要灵活调整, 如图1所示, 切向超滤装置3优选为通过抱箍式支架12可拆卸安装于框架1上。

[0044] 为了便于在船上进行搭建, 同时便于根据实验科研需要灵活调整分离级数, 进水管31、出水管32和出样管33均优选为快装管路。需要说明的是, 本实施例的快装管路采用的快装连接方式如图3所示, 在待连接的两个快装管件13的对接端之间设置密封垫圈14, 采用卡箍15将两个快装管件13的对接端与密封垫圈14紧固连接。可以理解的是, 本领域技术人

员也可以采用其他的快装连接方式。

[0045] 为了适应海上的颠簸作业环境,如图1所示,进水管31、出水管32和出样管33均优选为具有柔性的波纹管。

[0046] 为了便于在船上进行搭建,同时便于根据实验科研需要灵活调整,作为优选,如图4所示,进水控制阀7、进口流量计8和进口压力表9通过快装连接件16可拆卸连接于进水管31,出水控制阀11和出口流量计10通过快装连接件16可拆卸连接于出水管32。需要说明的是,如图4所示,快装连接件16包括快装直通162、快装三通161和快装弯头163等,可根据具体安装需要进行选择。

[0047] 还需要说明的是,如图5所示,本实施例中,切向超滤装置3包括膜壳34,安装于膜壳34内的滤芯35,以及分别安装于膜壳34轴向两端的两个密封堵盖36;膜壳34侧部设有接口341以连接出样管33;密封堵盖36通过密封连接件37封堵于膜壳34的轴向端部,一个密封堵盖36设有进水口以连接进水管31,另一个密封堵盖36设有出水口以连接出水管32;两个密封堵盖36朝向滤芯35的一侧均设有安装座361,滤芯35的轴向两端分别通过滤芯固定接头38安装于两个密封堵盖36的安装座361上。本实施例采用的这种切向超滤装置3,其结构简单,便于更换滤芯35。需要说明的是,本实施例中,为了保证切向超滤装置3的密封性,密封堵盖36和滤芯固定接头38的外周均设置有密封圈。此外,切向超滤装置3的膜壳34优选采用玻璃钢材质,密封堵盖36优选采用PVC材质,密封连接件37优选采用铝合金材质。

[0048] 此外,由于第一级切向超滤装置3所承受的压力小于其后各级切向超滤装置3所承受的压力,因而,抽提泵2优选为卧式泵,增压泵6优选为高扬程的立式泵。可以理解的是,本领域技术人员可根据各级切向超滤装置3所承受的压力确定所需抽提泵2和增压泵6的扬程,从而具体选择合适型号的抽提泵2和增压泵6。

[0049] 最后应当说明的是:本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0050] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以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。

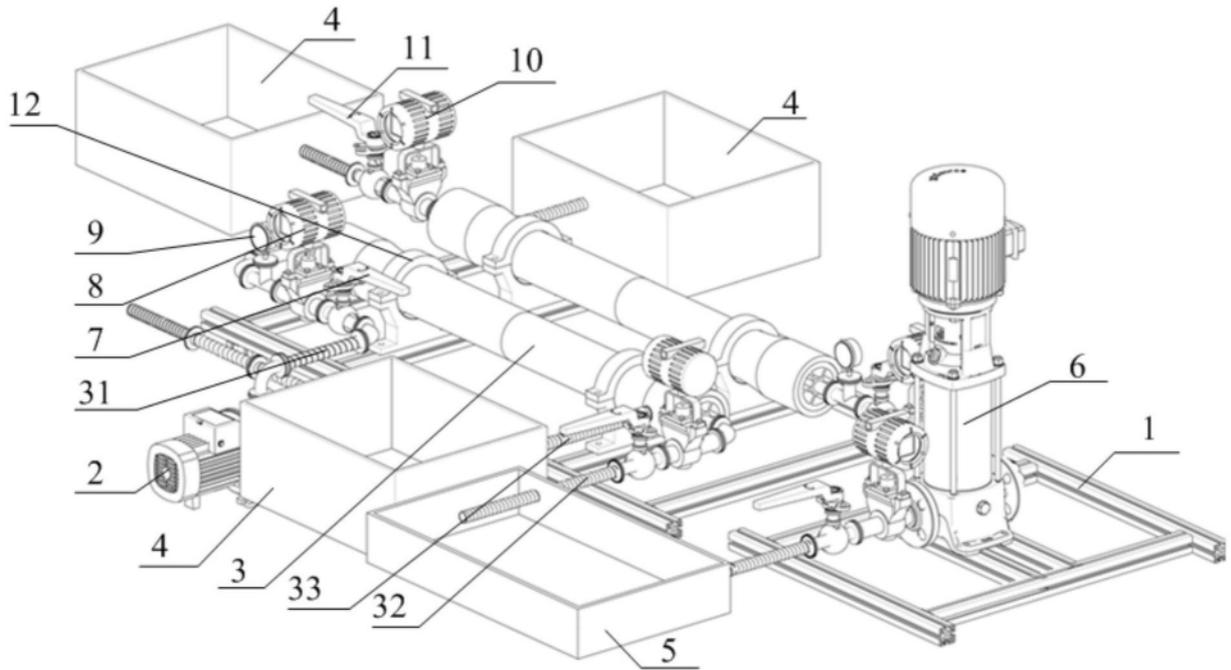


图1

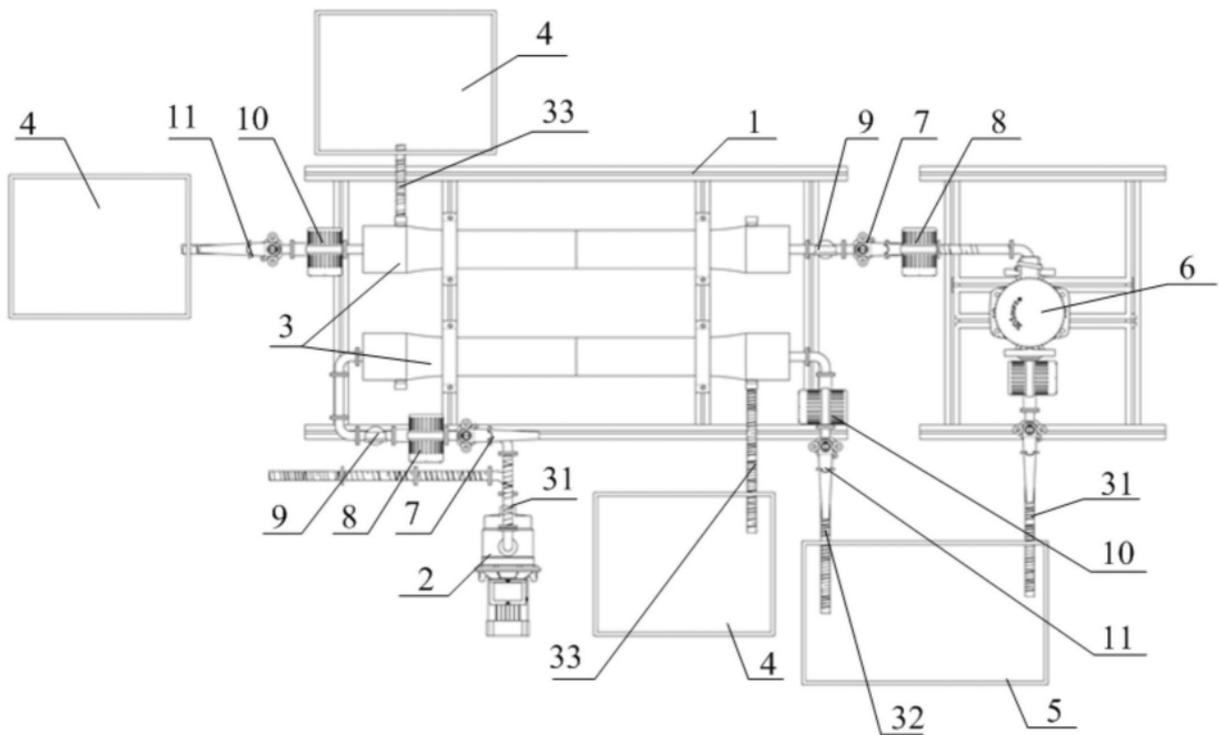


图2

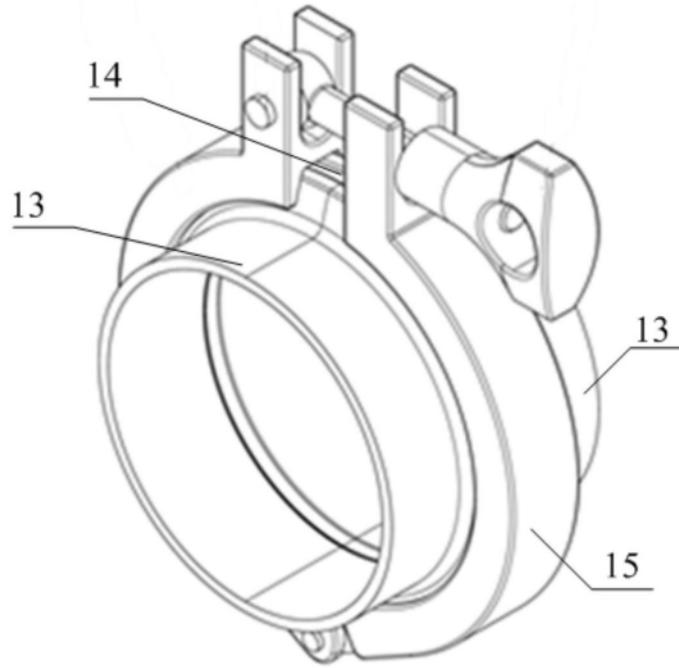


图3

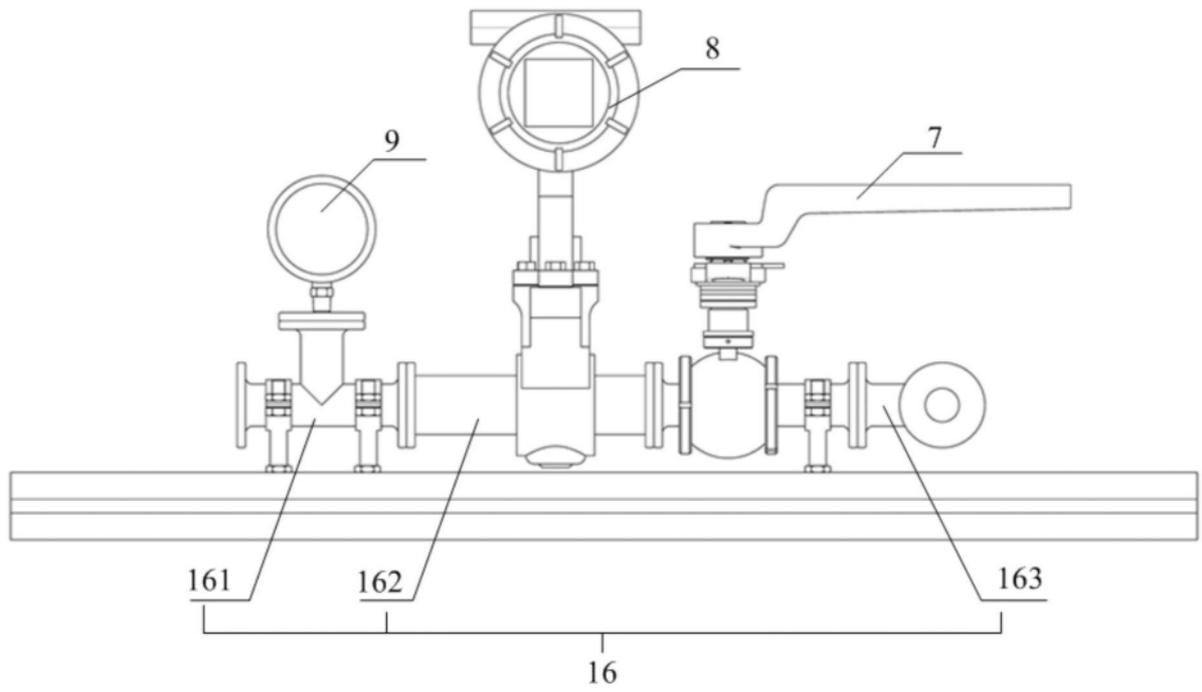


图4



图5