(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103197038 B
(45)授权公告日 2014.12.17

(21)申请号 201310059046.6
(22)申请日 2013.02.26
(73)专利权人 北京师范大学
地址 100875 北京市新街口外大街19号北京师范大学
(72)发明人 陈彬 陈绍晴 肖原 赵春富 苏美蓉 冯乐
(51)Int.Cl.
G01N 33/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 201936158 U,2011.08.17,
CN 101982622 A,2011.03.02,
JP 2001000960 A,2001.01.09,

审查员 谢林

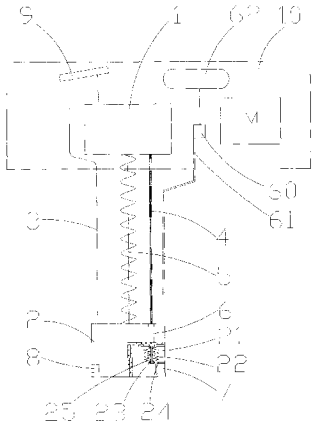
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其包括一本体、一水质检测单元、一水样储存单元、一水样采集单元和一位置控制单元；所述水样储存单元相对于所述本体上下移动；所述水样储存单元的一进水阀和一出水阀分别安装在一进水口和一出水口上；一缓冲腔设置在所述进水阀处；所述水样储存单元的一叶轮单元设置在所述缓冲腔内，所述叶轮单元包括一变距螺旋叶轮组、一定位轴承和一转轴，所述变距螺旋叶轮组的第n个($1 \leqslant n \leqslant N$)所述变距螺旋叶轮的叶片形状，从所述变距螺旋叶轮靠近所述进水阀的一端至另一端的轨迹方程为：$X_i = r \times \cos(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，$Y_i = r \times \sin(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，$Z_i = (n-1) \times (L+a)/N + (\theta_i/2\pi)^m \times [L-(N-1)a]/N$，所述水样采集单元输送所述缓冲腔的水样；所述位置控制单元使所述水样储存单元上下移动。



CN 103197038 B

1. 一种基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其包括一本体，其特征在于，其还包括一水质检测单元、一深水采集单元、送样通道和一位置控制单元；

所述水质检测单元固定在所述本体上，用于检测水质；

所述位置控制单元为一外部具有保护弹簧的钢丝绳或一滚轴丝杠，其一端固定在所述本体上，其另一端连接所述深水采集单元，用于使所述深水采集单元在水域中上下移动；

所述深水采集单元置于所述本体外部，相对于所述本体上下移动，用于潜入水域的不同深度；

所述深水采集单元具有一进水口和一出水口，所述进水口和所述出水口为一通孔，所述的进水口处设置有一进水阀，所述的出水口处设置有一出水阀，分别控制所述深水采集单元中水样的进和出，所述进水阀和所述出水阀均为单向阀，所述进水口和所述出水口处设置一粗滤网，用于过滤水样中的大尺寸杂质；

所述深水采集单元还包括一缓冲腔，设置在所述进水阀处，用以控制水样从所述进水阀流入所述深水采集单元的速度；所述缓冲腔的外壁为一双层分隔板，所述分隔板上具有无数个漏水孔，所述漏水孔为蜂窝状，两个分隔板的所述漏水孔交错布置；

所述深水采集单元还包括一叶轮单元，所述叶轮单元设置在所述缓冲腔内，所述叶轮单元包括一变距螺旋叶轮组、一定位轴承、一转轴和一支架，所述变距螺旋叶轮组围绕所述转轴旋转，所述转轴通过所述定位轴承安装在所述支架上，每两个所述变距螺旋叶轮具有固定的相对位置，

所述变距螺旋叶轮组的第 n 个所述变距螺旋叶轮的叶片形状，从所述变距螺旋叶轮靠近所述进水阀的一端至另一端的轨迹方程为：

$X_i = r \times \cos(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

$Y_i = r \times \sin(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

$Z_i = (n-1) \times (L+a)/N + (\theta_i/2\pi)^m \times [L-(N-1)a]/N$，

其中，$1 \leqslant n \leqslant N$，r 为叶轮叶片任一点的半径，$X_i$、$Y_i$、$Z_i$ 为叶轮叶片任一点的坐标，Z 轴为所述变距螺旋叶轮组的所述转轴，原点为第 1 个所述变距螺旋叶轮在 Z 轴投影上最靠近所述进水阀的一端的点；θ_i 为坐标任一点的螺旋叶片扭转角度；N 为叶轮个数，N 为大于 1 的整数；a 为叶轮间距，$0 < a < L/(N-1)$；m 为变距螺旋系数，$0 < m < 1$；L 为所述变距螺旋叶轮组的 Z 轴投影长；

所述送样通道连接所述水质检测单元和所述深水采集单元，将所述深水采集单元中稳定的水样输送到所述水质检测单元。

2. 根据权利要求 1 所述的基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其特征在于，所述深水采集单元按方程所示的速度下降，

当 $h < 1$ 时，$v = v_0$；

当 $h \geqslant 1$ 时，$v = j \times \ln(h)$；

其中，v 为所述深水采集单元 (2) 下降的速度；h 为所述深水采集单元 (2) 下降的高度；j 为一常数，$j > 0$。

3. 根据权利要求 1 所述的基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其特征在于，所述深水采集单元具有一水泵，所述水泵抽取水样，并输送到所述水质检测单元。

4. 根据权利要求 1 所述的基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其特征在

于，其还包括一通讯装置，所述通讯装置连接到所述深水采集单元，用于反馈所述深水采集单元潜入的水域深度和所述深水采集单元中蓄水的深度。

5. 根据权利要求 4 所述的基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其特征在于，其还包括一显示控制器，所述显示控制器置于所述本体内部，所述显示控制器通过电路连接到所述通讯装置、所述水质检测单元、所述深水采集单元和所述位置控制单元，用于控制上述部件的运动和显示相关数据。

一种基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水质检测系统，尤其涉及一种能在水域流动性进行深水采样和现场分析检测功能的水质检测船。

背景技术

[0002] 水是生命之源，随着社会、经济的飞速发展，人类社会发展对水资源的需求和依赖不断增长，使水资源安全状况面临严峻的压力。基于人类发展对水资源的迫切需求，需要在需要检测水域上进行水质检测，筛选具有代表性的指标，根据水资源安全的内涵构建水资源安全评价指标体系，对检测水域的水资源安全整体状况进行定量、动态研究，可从整体上反映水资源系统的基本状况。

[0003] 现有的具有深水采样功能的水质检测船，采用较复杂的设备，用于深水采样，在产业园区内使用会占用较大面积，不够灵活且不美观；采样深度也比较小。

[0004] 中国发明 CN200920261183.7 公开的水质监测船，使用长机械臂用于深水采样，长机械臂仅能伸长至 200m；机械臂使用刚性材料，外露在本体之外，增加了水质监测船的占用面积，容易和周边的物体发生干涉；通过刚性的机械臂的动作实现采样，也会造成船的稳定性较差，安全性也会受到影响。

[0005] 鉴于上述缺陷，本发明创作者经过长时间的研究和实践终于获得了本创作。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统，其包括一本体，其特征在于，其还包括一水质检测单元、一深水采集单元、送样通道和一位置控制单元；

[0007] 所述水质检测单元固定在所述本体上，用于检测水质；

[0008] 所述位置控制单元为一外部具有保护弹簧的钢丝绳或一滚轴丝杠，其一端固定在所述本体上，其另一端连接所述深水采集单元，用于使所述深水采集单元在水域中上下移动；

[0009] 所述深水采集单元置于所述本体外部，相对于所述本体上下移动，用于潜入水域的不同深度；

[0010] 所述深水采集单元具有一进水口和一出水口，所述进水口和所述出水口为一通孔，所述的进水口处设置有一进水阀，所述的出水口处设置有一出水阀，分别控制所述深水采集单元中水样的进和出，所述进水阀和所述出水阀均为单向阀，所述进水口和所述出水口处设置一粗滤网，用于过滤水样中的大尺寸杂质；

[0011] 所述深水采集单元还包括一缓冲腔，设置在所述进水阀处，用以控制水样从所述进水阀流入所述深水采集单元的速度；所述缓冲腔的外壁为一双层分隔板，所述分隔板上具有无数个漏水孔，所述漏水孔为蜂窝状，两个分隔板的所述漏水孔交错布置；

[0012] 所述深水采集单元还包括一叶轮单元，所述叶轮单元设置在所述缓冲腔内，所述

叶轮单元包括一变距螺旋叶轮组、一定位轴承、一转轴和一支架，所述变距螺旋叶轮组围绕所述转轴旋转，所述转轴通过所述定位轴承安装在所述支架上，每两个所述变距螺旋叶轮具有固定的相对位置，

[0013] 所述变距螺旋叶轮组的第 n 个所述变距螺旋叶轮的叶片形状，从所述变距螺旋叶轮靠近所述进水阀的一端至另一端的轨迹方程为：

[0014] $X_i = r \times \cos(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

[0015] $Y_i = r \times \sin(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

[0016] $Z_i = (n-1) \times (L+a)/N + (\theta_i/2\pi)^m \times [L-(N-1)a]/N$，

[0017] 其中，$1 \leqslant n \leqslant N$，r 为叶轮叶片任一点的半径，$X_i$、$Y_i$、$Z_i$ 为叶轮叶片任一点的坐标，Z 轴为所述变距螺旋叶轮组的所述转轴，原点为第 1 个所述变距螺旋叶轮在 Z 轴投影上最靠近所述进水阀的一端的点；θ_i 为坐标任一点的螺旋叶片扭转角度；N 为叶轮个数，N 为大于 1 的整数；a 为叶轮间距，$0 < a < L/(N-1)$；m 为变距螺旋系数，$0 < m < 1$；L 为所述变距螺旋叶轮组的 Z 轴投影长；

[0018] 所述送样通道连接所述水质检测单元和所述深水采集单元，将所述深水采集单元中稳定的水样输送到所述水质检测单元。

[0019] 较佳的，所述深水采集单元按方程所示的速度下降，

[0020] 当 $h < 1$ 时，$v = v_0$；

[0021] 当 $h \geqslant 1$ 时，$v = j \times \ln(h)$；

[0022] 其中，v 为所述深水采集单元 (2) 下降的速度；h 为所述深水采集单元 (2) 下降的高度；j 为一常数，$j > 0$。

[0023] 较佳的，所述深水采集单元具有一水泵，所述水泵抽取水样，并输送到所述水质检测单元。

[0024] 较佳的，所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统还包括一通讯装置，所述通讯装置连接到所述深水采集单元，用于反馈所述深水采集单元潜入的水域深度和所述深水采集单元中蓄水的深度。

[0025] 较佳的，所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统其还包括一显示控制器，所述显示控制器置于所述本体内部，所述显示控制器通过电路连接到所述通讯装置、所述水质检测单元、所述深水采集单元和所述位置控制单元，用于控制上述部件的运动和显示相关数据。

[0026] 与现有技术比较本发明的有益效果在于：所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统使用了变距螺旋叶轮组，变距螺旋叶轮组的旋转起到搅拌作用，将淤泥和腐殖质等微粒化，使缓冲腔的水样成为稳定均衡的悬浊液，保证了水样检测结果的普遍性和真实性；通过变距螺旋叶轮组的旋转，能甩出进入缓冲腔的废弃物，避免废弃物进入水质检测单元。通过方程控制下降速度，使水质分析系统下降越深，下降速度越慢，从而在水深处提高了采样密度，重点检测深处水域的水质。缠绕的缆绳或者丝杠的长度可以伸很长，所以提高了水域采样的深度。工作状态不在本体之外增加使用面积，占用面积小，同时不会干扰到周边物体，灵活性较高；稳定的内部结构和外形使安全性提高。

附图说明

[0027] 图 1 为水资源安全性评价体系示意图；

[0028] 图 2 为本发明的整体结构主视示意图；

[0029] 图 3 为缓冲腔的局部放大示意图；

[0030] 图 4 为水质检测单元的基本结构和功能框图；

[0031] 图 5 为控制器的基本结构和功能框图；

[0032] 图 6 为水域内运动采样分析方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图，对本发明上述的和另外的技术特征和优点作更详细的说明。

[0034] 请参阅图 1 所示，其为水资源安全性综合评价体系示意图，本发明结合水资源系统动力学模型变量，建立了水资源安全综合评价指标体系。在水资源安全评价方法上，目前研究中采用的方法主要有综合指数法、模糊综合评价法、物元分析法、集对分析法、Vague 集评价法、灰色关联法。灰色关联分析法克服了回归分析和随即过程理论的不足；对数据要求低，计算量小，计算结果较为全面、客观、公正等优点，因而在生态环境、社会经济、工程管理、多属性评价等众多领域广泛应用。所述水资源安全性综合评价体系建立步骤如下，

[0035] 步骤 a：在水资源安全性综合评价指标体系的设置中，综合考虑水资源的水量保证能力、水生态环境状态、以及对水资源的综合调控管理能力三方面的指标。

[0036] 步骤 b：指标具体设置涵盖经济发展、社会（从人均水资源占有量指标中反映）、水资源供需平衡、水生态环境、以及水资源利用效率等指标，分为目标层、准则层和指标层 3 个层次，并采用层次分析法来确定指标体系权重。

[0037] 步骤 c：水资源安全灰色关联综合评价模型的建立如步骤 c1-c3 所示，

[0038] 步骤 c1：标准化评价矩阵。

[0039] 设水资源安全综合评价问题为 $Q = \{S, M, H\}$，其中 $S = \{sk\}(k = 1, 2, \ldots, i)$ 为评价时间集，sk 为第 k 个评价时间；$M = \{mr\}(r = 1, 2, \ldots, n)$ 为水资源安全综合评价指标集；决策矩阵为 $H = \{Hkr\}i \times n$，Hkr 为评价时间 sk 关于指标 mr 的属性值。

[0040] 记水资源安全评价时间集组成的比较序列为 $Xk = \{X1(r), X2(r), Xk(r) \ldots Xi(r)\}(k = 1, 2, \ldots i)$，每一比较序列包括某个时间段 n 个水资源安全评价指标值。各评价指标的参考数列由不同水域的时间序列上单项指标值的最优值组成，设置为 $M^* = \{M^*(1), M^*(2), M^*(r) \ldots M^*(n)\}$。

[0041] 对比较数列和参考数列组成的矩阵数据采用极差方法进行标准化，消除各个指标量纲影响；

[0042] 步骤 c2：分别计算比较序列和参考序列的灰色关联度；

[0043] 步骤 c3：计算评价时间与参考序列的加权灰色关联度，即水资源安全度。

[0044] 步骤 d：根据灰色关联综合评价模型，计算水资源安全度变化趋势。灰色关联度越大的比较序列，表明其和参考序列越接近，水资源安全状况越好。

[0045] 采用灰色关联综合评价方法计算得到水资源安全度，用于表示水资源安全状况和理想状况的接近程度，是对水资源安全相对状况的衡量，从而判断水资源安全整体状况的变化趋势和变化情况，对检测水域中不同深度的水质进行安全性评价。

[0046] 要形成水资源安全性综合评价指标体系，需要对水资源的水质基本指标进行测

量，这就需要一种采样、检测、分析系统，采集到整个水资源的不同水位的最真实情况，本发明的基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统就能实现这些基本的不同水位采样后检测并评价功能。

[0047] 请参阅图 2 所示，其为本发明的整体结构主视示意图，所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统包括一水质检测单元 1、一深水采集单元 2、一缓冲腔 21、一变距螺旋叶轮组 22、一定位轴承 23、一叶轮支架 24、一转轴 25、一通讯通道 3、一送样通道 4、一位置控制单元 5、一取样器 6、一气泵 60、一输气管道 61、一储气筒 62、一进水阀 7、一出水阀 8、一控制器 9 和一本体 10。

[0048] 本实施例中仅示意最简单的可实现深水采样和水质检测的检测平台，以下介绍如何实现这两项必须功能的。

[0049] 在所述本体 10 上可布置动力装置等用于驱动行进的动力装置，可布置转向（图中未示）等用于提升性能的装置。所述本体 10 大致为一包纳性形状，作为其他结构的安装载体。

[0050] 所述水质检测单元 1 固定在所述本体 10 的内部，所述水质检测单元 1 根据操作者的需要来决定所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统的检测项目，能分析水样的 PH 值、色度、浑浊度、有机物含量、余氯、重金属含量等。

[0051] 所述深水采集单元 2 放置在所述本体 10 的外部下方，本实施例中，在所述本体 10 的最下方设置通孔，所述通孔要做好密封；所述通孔用于穿过所述通讯通道 3、所述送样通道 4 和所述位置控制单元 5。

[0052] 还可以使所述深水采集单元 2、所述通讯通道 3、所述送样通道 4 和所述位置控制单元 5 从所述本体 10 的侧面边缘处垂直入水，在所述本体 10 的侧面边缘设置卡槽或滑轮进行限位，避免管道等柔性连接件的滑移。

[0053] 所述深水采集单元 2 通过所述位置控制单元 5 吊装，并能相对于所述本体 10 上下移动。所述深水采集单元 2 的内部安装所述进水阀 7 和所述出水阀 8。

[0054] 所述深水采集单元 2 大致为一长方体，具有一个入水口和一个出水口，在本实施例中，所述入水口和所述出水口分别设置在所述深水采集单元 2 的两相对侧面，所述出水口设置在靠下方位置以便于排水。所述进水阀 7 和所述出水阀 8 安装在所述深水采集单元 2 的所述入水口和所述出水口上，通过所述进水阀 7 和所述出水阀 8 的开合来控制所述深水采集单元 2 中积蓄的水量。

[0055] 在本实施例中，所述缓冲腔 21 为使用双层分隔板在所述水位控制单元 2 的所述进水阀 7 附近分隔出来的一个空间。所述变距螺旋叶轮组 22、所述定位轴承 23、所述叶轮支架 24 和所述转轴 25 均安装在所述缓冲腔 21 内部。

[0056] 所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统在工作时，所述深水采集单元 2 在所述本体 10 的下方运动，不在本体之外增加使用面积，占用面积小，不会干扰到周边物体，灵活性较高。

[0057] 所述通讯通道 3 连接所述深水采集单元 2 和所述控制器 9，所述通讯通道 3 用于传递所述深水采集单元 2 下降的深度，传递所述深水采集单元 2 中蓄水的深度，监控所述进水阀 7 和所述出水阀 8 的开合状态。

[0058] 所述送样通道 4 连接所述水质检测单元 1 和所述深水采集单元 2，将所述深水采集

单元 2 中稳定的水样输送到所述水质检测单元 1 的进水口，用于检测水质情况。检测完的水样再通过所述水质检测单元 1 的出水口，经由所述送样通道 4 送回到所述深水采集单元 2。送样和回样在所述送样通道 4 中分别使用不同的管道，分别称为输送管道和送回管道。

[0059] 所述取样器 6 由水泵驱动，所述取样器 6 连接在所述送样通道 4 的下端。在本实施例中，所述取样器 6 置于所述缓冲腔 21 的外壁上，将所述缓冲腔 21 中稳定的水样抽取后，输送到所述送样通道 4。这样可以保证被检测水样处于稳定的状态，不会受到水域中涡流的影响；而且可以反复多次测量某一时刻所述缓冲腔 21 中所蓄水样的水质情况。

[0060] 所述气泵 60 可由所述动力装置附带，也可在所述控制器 9 上附带一个气泵。所述气泵 60 设置在所述本体 10 中，用于产生压缩气体，通过所述输气管道 61 输送到所述深水采集单元 2，使所述深水采集单元 2 中的水通过所述出水阀 8 迅速排出，避免水遗留影响所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统的相关性能；所述气泵 60 还可以用于产生一定的负压，在所述进水阀 7 打开时，在负压作用下，吸入的水流冲击所述变距螺旋叶轮组 22 的叶片，所述变距螺旋叶轮组 22 高速旋转，所述深水采集单元 2 会迅速蓄水。

[0061] 所述储气筒 62 设置在所述本体 10 中，所述储气筒 62 作为所述气泵 60 产生压缩气体的来源。所述本体的空间情况和实际检测所需气体量决定所述储气筒 62 的体积大小。

[0062] 所述位置控制单元 5 的上端固定在所述本体 10 上，下端连接所述深水采集单元 2。所述位置控制单元 5 可以设置为缠绕在滚筒上的缆绳，通过电机实现所述滚筒的转动，使所述缆绳伸长或缩短。缠绕的缆绳长度越长，所述深水采集单元 2 采样深度越深，所以很简单就提高了水域采样的深度。在所述缆绳的外部可设置保护弹簧，能使较软的缆绳具有一定的刚度，避免缆绳在水中任意摆动，并能在所述缆绳失效时避免所述深水采集单元 2 发生坠毁。

[0063] 所述位置控制单元 5 还可以设置为刚性的滚轴丝杠，通过电机驱动滚轴的转动，导致丝杠不断伸长，使所述深水采集单元 2 潜入到深水处进行采样。

[0064] 所述深水采集单元 2 在所述位置控制单元 5 的驱动下，按方程所示的速度下降，

[0065] 当 $h < 1$ 时，$v = v_0$；

[0066] 当 $h \geq 1$ 时，$v = j \times \ln(h)$；

[0067] 其中，v 为所述深水采集单元 2 下降的速度；h 为所述深水采集单元 2 下降的高度；j 为一常数，$j > 0$。

[0068] 所述位置控制单元 5 的所述缆绳伸长或缩短，或者电机驱动滚轴的转动，导致丝杠不断伸长，所述深水采集单元 2 在所述位置控制单元 5 的驱动下，开始按照方程所示的速度下降，根据对数函数的特点，越到深处，下降速度越慢，采样检测的深度越集中，达到重点进行深水采样检测的目的。

[0069] 所述进水阀 7 和所述出水阀 8 是所述水质检测单元 1 与水域直接接触的机构，所述进水阀 7 和所述出水阀 8 均为单向阀，在不同类型的水域环境中，可能会有树枝、藻类、人为污染物、动物尸体等大颗粒垃圾，在所述进水阀 7 和所述出水阀 8 之外设置粗滤网，用于遮挡水域中的大颗粒垃圾，避免这些较大的垃圾进入到所述深水采集单元 2，进而堵塞所述取样器 6、所述送样通道 4 和所述水质检测单元 1，产生不必要的维护和修理。所述进水阀 7 和所述出水阀 8 使用堵盖密封的结构将所述深水采集单元 2 上的入水口和出水口密封。

[0070] 所述进水阀 7 和所述出水阀 8 的开合由气缸驱动（图中未示），所述进水阀 7 和所

述出水阀 8 通过所述通讯通道 3，反馈阀的开合信号到所述控制器 9。

[0071] 所述控制器 9 为一操作平台，与所述水质检测单元 1 的总电源、所述取样器 6 的水泵开关、所述位置控制单元 5 的电机、所述通讯通道 3、所述进水阀 7、所述出水阀 8、所述本体 10 的动力装置之间使用电路连接。所述控制器 9 具有一个显示屏，将所述位置控制单元 5 下降的高度和所述深水采集单元 2 的蓄水深度反馈给操作者，并能显示所述本体 10 的动力装置的运行速度。

[0072] 请参阅图 3 所示，其为缓冲腔的局部放大示意图，所述缓冲腔 21 使用的所述分隔板具有蜂窝状的漏水孔，两个分隔板的所述漏水孔交错布置。这样，从所述进水阀 7 进来的水在所述缓冲腔 21 被缓冲，不会对所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统造成冲击。

[0073] 水样从所述进水阀 7 进来后，在所述缓冲腔 21 内经过所述变距螺旋叶轮组 22，所述变距螺旋叶轮组 22 围绕所述转轴 25 作旋转运动，所述转轴 25 通过所述定位轴承 23 安装在所述叶轮支架 24 上，所述叶轮支架 24 与所述深水采集单元 2 固定连接。本实施例中，在所述深水采集单元 2 中，所述变距螺旋叶轮组 22 的所述转轴 25 垂直布置；所述变距螺旋叶轮组 22 的一端靠近所述进水阀 7，另一端正对所述取样器 6 的采样口。

[0074] 水样快速进入所述进水阀 7，形成的冲击力作用于所述变距螺旋叶轮组 22，使所述变距螺旋叶轮组 22 旋转，所述变距螺旋叶轮组 22 旋转产生的离心力将水样中的大尺寸垃圾甩出来，将传递到最里部的水样进一步过滤，所述取样器 6 采样口采集到的水样纯净度提高，避免检测时的水样中含有大尺寸垃圾，提高了检测效率和质量。

[0075] 所述变距螺旋叶轮组 22 旋转产生的离心力的作用还能使水样中的淤泥和腐殖质等微粒化，避免淤泥和腐殖质等在缓冲腔内引起所述漏水孔的堵塞，继而引发所述深水采集单元 2 进水不畅等一系列问题；微粒化还能使水样成为稳定均衡的悬浊液，各种微粒遍布在水样中，提取到所述取样器 6 的水样代表了所述缓冲腔 21 中蓄积水样的普遍情况，保证了检测结果的普遍性和真实性。

[0076] 为了更好地产生离心力，所述变距螺旋叶轮组 22 的每组所述变距螺旋叶轮具有特定的叶片形状，每组所述变距螺旋叶轮之间具有固定的叶轮间距 a 和固定的交错角度 $2\pi/N$，每组所述变距螺旋叶轮均固定在所述叶轮支架 24 上。

[0077] 所述变距螺旋叶轮组的第 n 个 ($1 \leqslant n \leqslant N$) 所述变距螺旋叶轮的叶片形状，从所述变距螺旋叶轮靠近所述进水阀的一端至另一端的轨迹方程为：

[0078] $X_i = r \times \cos(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

[0079] $Y_i = r \times \sin(\theta_i + 2\pi \times n/N)$，

[0080] $Z_i = (n-1) \times (L+a)/N + (\theta_i/2\pi)^m \times [L-(N-1)a]/N$，

[0081] 其中，r 为叶轮叶片任一点的半径，X_i，Y_i，Z_i 为叶轮叶片任一点的坐标，Z 轴为所述变距螺旋叶轮组的所述转轴，原点为第 1 个所述变距螺旋叶轮在 Z 轴投影上最靠近所述进水阀的一端的点；θ_i 为坐标任一点的螺旋叶片扭转角度；N 为叶轮组数，N 为大于 1 的整数；a 为叶轮间距，$0 < a < L/(N-1)$；m 为变距螺旋系数，$0 < m < 1$；L 为所述变距螺旋叶轮组的 Z 轴投影长。

[0082] 当 $\theta_i = 0$ 时，

[0083] $X_i = r \times \cos(2\pi \times n/N)$，$Y_i = r \times \sin(2\pi \times n/N)$，$Z_i = (n-1) \times (L+a)/N$，

[0084] 当 $\theta_i = 2\pi$ 时，

[0085] $X_i = r \times \cos(2\pi + 2\pi \times n/N)$，$Y_i = r \times \sin(2\pi + 2\pi \times n/N)$，$Z_i = n \times (L+a)/N - a$，

[0086] 第 1 个所述变距螺旋叶轮，取 $n = 1$，从 $\theta_i = 0$ 渐变到 $\theta_i = 2\pi$，X_i、Y_i 的取值渐变，完成一个周期 2π，Z_i 由 0 渐变到 $(L+a)/N-a$；

[0087] 第 2 个所述变距螺旋叶轮，取 $n = 2$，从 $\theta_i = 0$ 渐变到 $\theta_i = 2\pi$，起始点与第 1 个所述变距螺旋叶轮的起始点相差 $(2\pi/N)$ 个相位，X_i、Y_i 的取值渐变，完成一个周期 2π，Z_i 由 $(L+a)/N$ 渐变到 $2(L+a)/N-a$；

[0088] 第 N 个所述变距螺旋叶轮，取 $n = N$，从 $\theta_i = 0$ 渐变到 $\theta_i = 2\pi$，X_i、Y_i 的取值渐变，完成一个周期 2π，Z_i 由 $(N-1) \times (L+a)/N$ 渐变到 L；

[0089] 由此看出，第 1 个所述变距螺旋叶轮由 Z 轴零点开始，第 n 个所述变距螺旋叶轮终止点和第 (n+1) 个所述变距螺旋叶轮起始点的间距为 a，每一个所述变距螺旋叶轮的 Z 轴投影长为 $(L+a)/N-a$。

[0090] 请参阅图 4 所示，其为水质检测单元的基本结构和功能框图，所述水质检测单元 1 包括进水口、出水口、检测模块、控制模块、显示模块和水质标准存储模块。

[0091] 所述进水口和所述出水口通过所述送样通道 4 中的输送管道和送回管道分别连通到所述取样器 6。水样通过所述进水口进入到检测模块，在此模块完成 PH 值、色度、浑浊度、有机物含量、余氯、重金属含量等的检测，在控制模块，利用水质标准存储模块设定的阈值，完成检测结果和水质标准阈值的比对，产生水质合格与否的检测结果，最后通过显示模块将检测结果显示出来。

[0092] 检测模块是水质检测的最核心机构，通过一系列的传感器来实现对水样的检测，根据检测结果，凭借如图 1 所示的水资源安全性评价体系，对水样的安全性进行评价。

[0093] 请参阅图 5 所示，其为控制器的基本结构和功能框图，所述控制器 9 具有如下功能模块：

[0094] 水质检测单元总开关：控制所述水质检测单元 1 的总电源，避免长时间的待机闲置；

[0095] 采样控制模块：控制所述取样器 6，使之经由所述送样通道 4 的输送管道将水样输送到所述水质检测单元 1 的进水口；

[0096] 位置控制单元控制模块：控制所述位置控制单元 5 的潜水运动，以便深入到水下不同高度进行取样；

[0097] 位置控制单元位置显示模块：显示所述深水采集单元 2 下降的深度；

[0098] 进出水控制模块：控制所述进水阀 7 和所述出水阀 8 的开合，并读取所述深水采集单元 2 蓄水的深度；

[0099] 动力控制模块：控制整个所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统的动力，使之以机动方式行走。

[0100] 请参阅图 6 所示，其为水域内运动采样分析方法的流程图，以下结合图 2 来描述所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统的使用过程。

[0101] 步骤 a：操作者控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，通过位置控制单元 5 的动作，使所述深水采集单元 2 从初始状态即位置最高的状态，运动到需要检测水质的水域高度，所述控制器 9 的位置控制单元位置显示模块显示所述深水采集单元 2 下降的高度，

到达目标的位置，控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，使所述深水采集单元 2 悬停；

[0102] 步骤 b：控制所述控制器 9 的进出水控制模块，打开所述进水阀 7，水样进入所述深水采集单元 2，所述通讯通道 3 监控所述深水采集单元 2 中蓄水的深度，到达理想的蓄水深度，关闭进水阀 7；

[0103] 步骤 c：控制所述控制器 9 的水质检测单元总开关，使所述水质检测单元 1 进入工作状态；

[0104] 步骤 d：控制所述控制器 9 的采样控制模块，使所述取样器 6 的水泵开始工作，所述深水采集单元 2 中的水样经由所述送样通道 4 的输送管道，通过所述水质检测单元 1 的进水口进入所述水质检测单元 1；

[0105] 步骤 e：所述水质检测单元 1 对传输进来的水样进行分析；

[0106] 步骤 f：在完成水质分析，所述控制器 9 上显示检测结果后，控制所述控制器 9 的采样控制模块，水样通过所述水质检测单元 1 的出水口，经由所述送样通道 4 的送回管道流回所述深水采集单元 2；

[0107] 步骤 g：控制所述控制器 9 的进出水控制模块，打开所述出水阀 8，从所述送样通道 4 输送压缩空气，使所述深水采集单元 2 中的水样迅速地完全从所述出水阀 8 排出，所述通讯通道 3 监控所述深水采集单元 2 中蓄水的深度，在排水结束时关闭所述出水阀 8。

[0108] 步骤 a-b 完成潜水的过程。步骤 c-d 完成取样的过程。在操作所述控制器 9 的采样控制模块之前，一般需要使所述深水采集单元 2 静置几分钟，性质稳定，保证传输的水样能代表水样的一般情况。步骤 e-f 完成水质检测并排出检测装置中水样的过程。步骤 g 完成检测水从取样装置排出的过程。

[0109] 此时，操作者完成一次检测，并将水样完全排出时，即执行完步骤 g 后，可以结束工作，控制所述控制器 9 的水质检测单元总开关，使所述水质检测单元 1 进入关闭状态；控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，通过位置控制单元 5 的动作，使所述深水采集单元 2 回到初始状态即位置最高的状态。

[0110] 如果操作者完成一次检测，还需要在此水域的更深或更浅位置作检测，执行完步骤 g 后，控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，通过位置控制单元 5 的动作，运动到需要检测水质的水域高度，所述控制器 9 的位置控制单元位置显示模块显示所述深水采集单元 2 所处的高度，到达目标的位置，控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，使所述深水采集单元 2 悬停；以后依次重复步骤 b，步骤 d-g。

[0111] 如果操作者完成一次检测，还需要换一片水域做检测，应暂时结束工作，执行完步骤 g 后，控制所述控制器 9 的水质检测单元 1 的总开关，使所述水质检测单元 1 进入关闭状态；控制所述控制器 9 的位置控制单元控制模块，通过位置控制单元 5 的动作，使所述深水采集单元 2 回到初始状态即位置最高的状态；控制动力控制模块使所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统运动到目标位置，以后依次重复步骤 a-g。

[0112] 所述基于在水域内运动采样分析方法的水质分析系统在工作的全过程中，所有装置都在所述本体 10 的下方运动，不在所述本体 10 之外增加使用面积，占用面积小，可以深入到狭窄的水域进行检测，在游览水域中可以即使周边有很多游船，也不会干扰到周边物体，可以在复杂的环境中任意穿梭，灵活性较高，同时，这种稳定的内部结构和外形使检测

船的安全性提高。

[0113] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，对本发明而言仅仅是说明性的，而非限制性的。本专业技术人员理解，在本发明权利要求所限定的精神和范围内可对其进行许多改变，修改，甚至等效，但都将落入本发明的保护范围内。

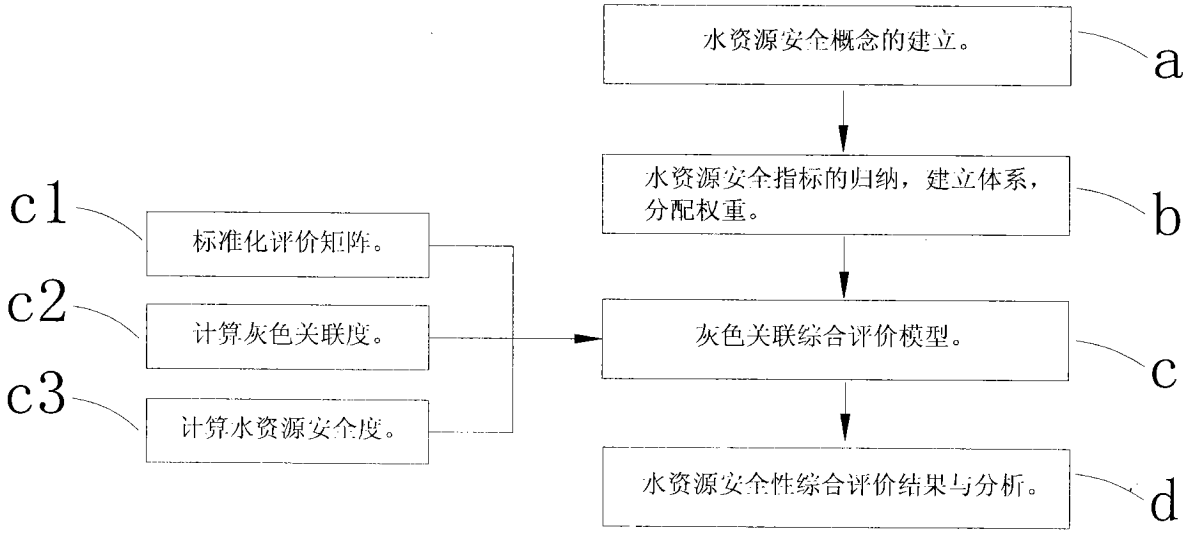

水资源安全概念的建立。
a
水资源安全指标的归纳，建立体系，分配权重。
b
c1
标准化评价矩阵。
c2
计算灰色关联度。
c3
计算水资源安全度。
灰色关联综合评价模型。
c
水资源安全性综合评价结果与分析。
d

图 1

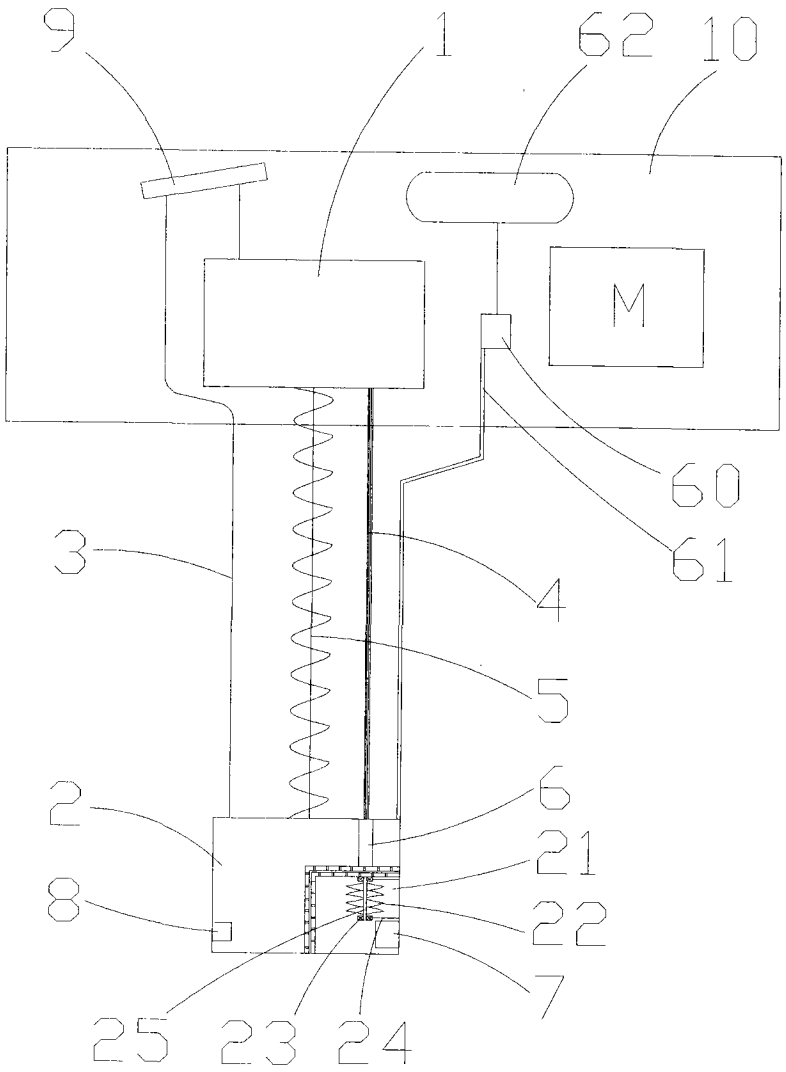


图 2

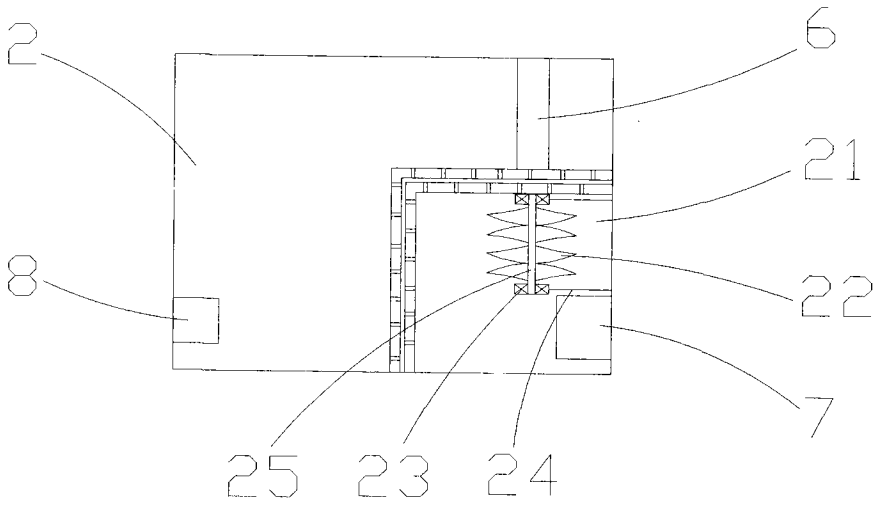

2
6
21
8
22
7
25
23
24

图 3

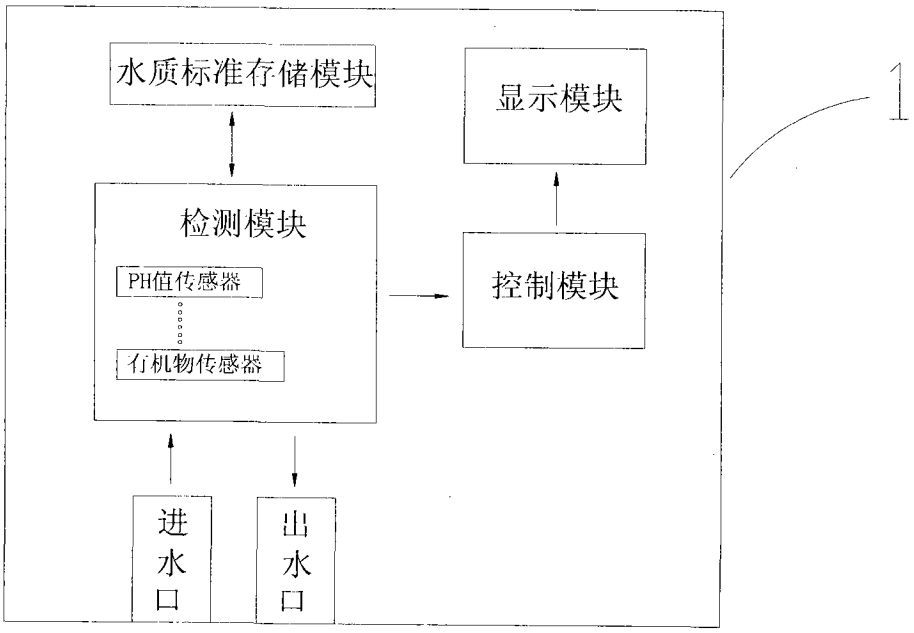

水质标准存储模块
显示模块
1
检测模块
PH值传感器
有机物传感器
控制模块
进水口
出水口

图 4

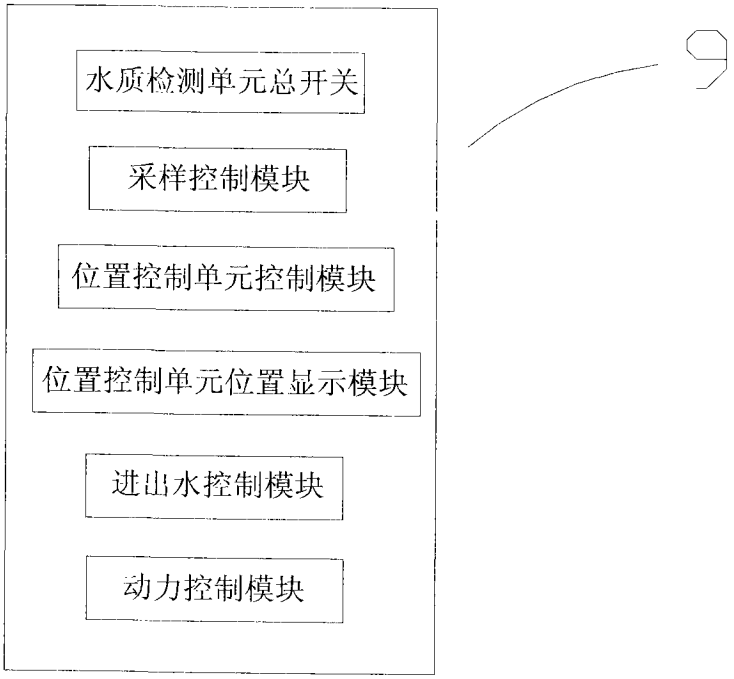

水质检测单元总开关
采样控制模块
位置控制单元控制模块
位置控制单元位置显示模块
进出水控制模块
动力控制模块
9

图 5

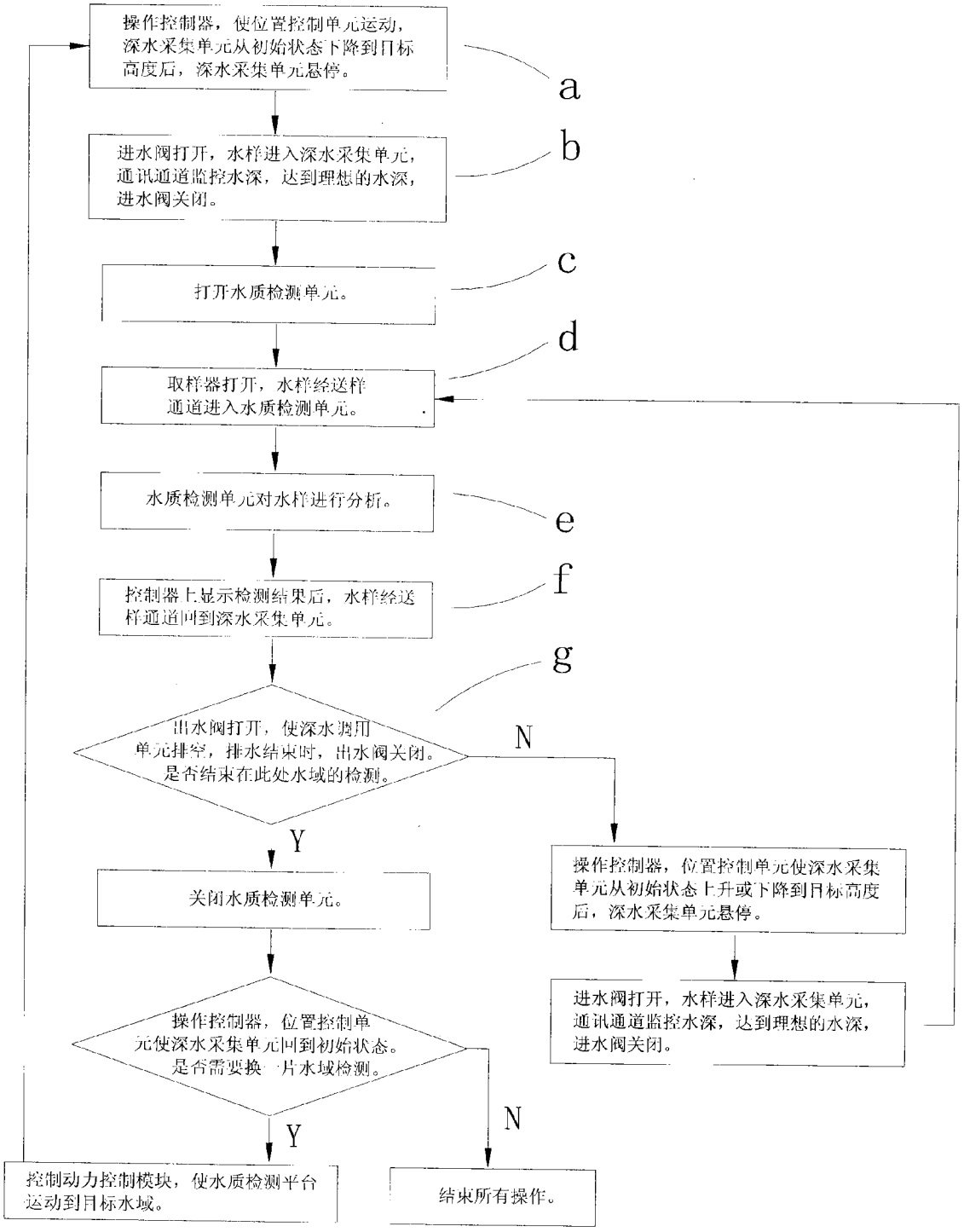

操作控制器，使位置控制单元运动，深水采集单元从初始状态下降到目标高度后，深水采集单元悬停。
a
进水阀打开，水样进入深水采集单元，通讯通道监控水深，达到理想的水深，进水阀关闭。
b
打开水质检测单元。
c
取样器打开，水样经送样通道进入水质检测单元。
d
水质检测单元对水样进行分析。
e
控制器上显示检测结果后，水样经送样通道回到深水采集单元。
f
出水阀打开，使深水调用单元排空，排水结束时，出水阀关闭。是否结束在此处水域的检测。
g
N
Y
关闭水质检测单元。
操作控制器，位置控制单元使深水采集单元从初始状态上升或下降到目标高度后，深水采集单元悬停。
进水阀打开，水样进入深水采集单元，通讯通道监控水深，达到理想的水深，进水阀关闭。
操作控制器，位置控制单元使深水采集单元回到初始状态。是否需要换一片水域检测。
N
Y
控制动力控制模块，使水质检测平台运动到目标水域。
结束所有操作。

图 6