(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102183473 A
(43)申请公布日 2011.09.14

(21)申请号 201110029977.2

(22)申请日 2011.01.27

(71)申请人 霍尼韦尔综合科技(中国)有限公司
地址 201203 上海市张江高科技园区李冰路 430 号实验楼

(72)发明人 潘涛 刘选斌 孙震宏

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 谭佐晞 曹若

(51)Int.Cl.
G01N 21/27(2006.01)
G01N 33/18(2006.01)

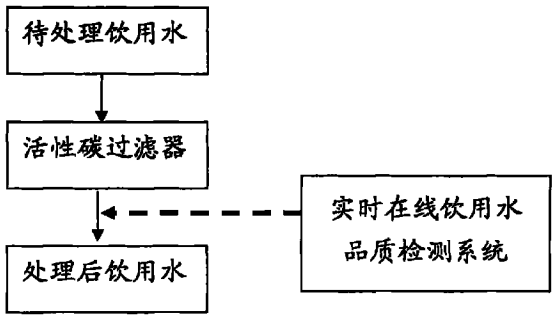
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 5 页

(54)发明名称

一种用于探测液体过滤系统中液体品质的方法

(57)摘要

一种用于探测液体过滤系统中液体品质的方法，液体过滤系统包括液体过滤器和液体品质检测系统，液体品质检测系统包括信号检测模块、控制模块以及报警器，该方法包括步骤 1：利用液体品质检测系统获得经处理的液体样品的吸收率；步骤 2：基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度；步骤 3：判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度；以及步骤 4：使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯。该方法可提示用户是否更换液体过滤器中的过滤芯，从而避免了过早更换过滤芯而导致的成本增加。



CN 102183473 A

1. 一种用于探测液体过滤系统中液体品质的方法，液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其中所述液体过滤器包括过滤芯，所述过滤芯用于对液体进行处理，所述液体品质检测系统包括信号检测模块、控制模块、用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器，所述方法包括以下步骤：

步骤 1：控制模块利用由信号检测模块提供的信号获得与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度；

步骤 2：控制模块判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度；以及

步骤 3：控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在上述步骤 2 中，当与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度不大于预设杂质浓度时，控制模块执行步骤 4：判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度；

当在步骤 4 判断为“是”时，控制模块执行步骤 5：计算经处理的液体样品的杂质去除率；

控制模块执行步骤 6：判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率；

当在步骤 6 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当在上述步骤 4 判断为“否”时，控制模块执行步骤 7：利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间或者液体流量的曲线；

控制模块执行步骤 8：判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率；

当在步骤 8 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，当在步骤 8 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述液体品质检测系统还包括用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，当在步骤 8 判断为“否”时，显示器显示不需要更换过滤芯的信息，并接着执行步骤 1。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤 1 具体包括以下步骤：

步骤 1a：控制模块利用信号检测模块获得与经处理的液体样品的吸收率有关的信号并基于所述信号计算经处理的液体样品的吸收率；以及

步骤 1b：控制模块基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度。

8. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1。

9. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块使得显示器显示不需要更换过滤芯的信息；控制模块接着执行步骤 1。

10. 根据权利要求 1 或者 7 所述的方法，其特征在于，所述液体为饮用水。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述液体过滤器为活性炭过滤器，所述过滤芯为活性碳，所述液体品质检测系统为饮用水品质检测系统，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度为饮用水中的总有机碳含量，预设杂质浓度为预设总有机碳含量。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，预设总有机碳含量为 3ppm。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，饮用水品质检测系统为紫外光源的实时在线吸收检测系统。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，紫外光源的实时在线吸收检测系统包括仅允许从透光通路进入第一光路的光源、沿第一光路设置的滤光片、光束变换单元、分光器、样品单元、第一探测器以及设置在第二光路上的第二探测器，第一光路和第二光路在分光器处分开，所述紫外光源的实时在线吸收检测系统还包括与第一探测器和第二探测器耦联并通信的控制模块，其用于运行所述方法。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，紫外光源是波长范围在 190nm ～ 350nm 之间的单波长或多波长的光源。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，紫外光源的波长为大约 254nm。

17. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，报警器为声音报警器、视觉报警器、电子报文报警器或者振动报警器中的一种。

18. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度与获得的经处理的液体样品的吸收率基本上成线性关系。

19. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，经处理的饮用水的总有机碳含量与经处理的饮用水的吸收率基本上成线性关系。

20. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，控制模块在步骤 5 根据以下公式计算经处理的液体样品的杂质去除率 C_r：

$$C_r = 1 - \frac{C_x}{C_0}$$

其中，C_x 表示某一时刻经处理的液体样品的杂质浓度，C_0 表示未经处理的液体样品的原始杂质浓度。

21. 一种用于探测液体过滤系统中液体品质的装置，其中液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其特征在于，所述液体品质检测系统包括运行权利要求 1-20 任一项所述方法的控制模块。

22. 根据权利要求 21 所述的装置，其特征在于，所述液体品质检测系统还包括用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器。

23. 根据权利要求 21 所述的装置，其特征在于，所述液体品质检测系统还包括用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器。

24. 根据权利要求 23 所述的装置，其特征在于，报警器至少为声音报警器、视觉报警器、电子报文报警器或者振动报警器中的一种。

一种用于探测液体过滤系统中液体品质的方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种探测液体过滤系统中液体品质的方法。具体而言，本发明涉及一种探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法。

【背景技术】

[0002] 随着人们的生活水平日益提高，人们对高品质饮用水的需求急剧膨胀。目前一种典型的饮用水供应系统通常包括：活性碳过滤器（图 1）。其中活性碳过滤器的部分功能可以被离子置换器和纳米过滤器替换。活性碳过滤器采用活性碳去除饮用水中的杂质，例如有机物和一些离子，此外，根据活性碳孔径的大小，还可去除微生物。离子置换器用于去除饮用水中的一些不利于使用者身体健康的离子。纳米过滤器用于去除细菌、病毒以及颗粒物。其中离子置换器和纳米过滤器在饮用水供应系统为可选元件，而活性碳过滤器是饮用水供应系统中的关键部件。许多生产厂家争先恐后地研发饮用水过滤器，以便向使用者提供领先于竞争对手的饮用水供应系统，从而使得经过其提供的饮用水供应系统的处理后的水满足饮用水的所有要求。

[0003] 就目前饮用水供应系统中经常采用的活性碳过滤器而言，其性能会随着经过其过滤的饮用水的增加而降低。一般而言，活性碳过滤器经过例如每六个月或者例如每过滤 1000 加仑水更换一次。每次更换需要一些花费（包括服务费）。这种常规维护会导致两个问题：1) 活性碳过滤器在常规维护之前可能已失效，从而无法提供高品质的饮用水，从而影响使用者健康；2) 活性碳过滤器在在常规维护时可能未失效，从而导致使用者使用成本增加。

[0004] 此外，使用者在活性碳过滤器有效寿命期间往往期望获得饮用水的品质，使用者通过获得的饮用水的品质可达到两个目的：监视自己饮用水的品质，以有利于使用者健康；2) 根据饮用水的品质了解更换活性碳过滤器的时间。总有机碳含量 (Total Organic Carbon，TOC) 是用于表征饮用水品质和活性碳过滤器性能的指标。常规的总有机碳含量分析仪通过探测由有机化合物（例如燃烧、UV 氧化、化学加速或催化）转化成的 CO2 含量而获得。这些总有机碳含量分析仪的精度大约在 PPB 的水平并且其广泛地应用在实验室和制药工业上。但是，由于这些常规的总有机碳含量分析仪的成本高、尺寸常规维护困难，因而不适合用于监控饮用水品质。

[0005] 例如第 Sho63-46375 号日本专利申请提供了一种基于紫外氧化的方法的装置。在该专利申请中，样品池中的饮用水被紫外灯照射。同时，由紫外光引起的有机物氧化产生的二氧化碳所导致的饮用水电导率的变化通过设置在样品池中的电导率电极进行测量。在本发明中，假设紫外灯的光强是常数。实际上，紫外灯的光强将随着时间的推移而降低，这意味着饮用水的流量需根据紫外光强的改变而调整。此外本发明中的饮用水的流量需要保持稳定。因此，为了满足该系统对流量控制精度的要求，这导致该系统复杂且会导致成本增加。此外，氧化反应的完成取决于饮用水的成分和紫外灯的光强，这通常需要例如大约 10-20 分钟的时间。这意味着采用该系统进行实时饮用水品质监控是很困难的。

[0006] 因而，人们期望提供一种实时在线探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法，以满足使用者对饮用水品质进行监视以及预测饮用水过滤器更换等方面的要求。

【发明内容】

[0007] 本发明的目的是提供一种实时在线探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法，以解决现有技术中存在的缺陷。本发明的目的通过以下技术方案得以实现：

[0008] 本发明的一个技术方案提供了一种用于探测液体过滤系统中液体品质的方法，液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其中所述液体过滤器包括过滤芯，所述过滤芯用于对液体进行处理，所述液体品质检测系统包括信号检测模块、控制模块、用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器，所述方法包括以下步骤：

[0009] 步骤 1：控制模块利用由信号检测模块提供的信号获得与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度；

[0010] 步骤 2：控制模块判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度；以及

[0011] 步骤 3：控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯。

[0012] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中在上述步骤 2 中，当与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度不大于预设杂质浓度时，控制模块执行步骤 4：判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度；

[0013] 当在步骤 4 判断为“是”时，控制模块执行步骤 5：计算经处理的液体样品的杂质去除率；

[0014] 控制模块执行步骤 6：判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率；

[0015] 当在步骤 6 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。

[0016] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中当在上述步骤 4 判断为“否”时，控制模块执行步骤 7：利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间或者液体流量的曲线；

[0017] 控制模块执行步骤 8：判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率；

[0018] 当在步骤 8 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。

[0019] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中当在步骤 8 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1。

[0020] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中所述液体品质检测系统还包括用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器。

[0021] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中当在步骤 8 判断为“否”时，显示模块显示不需要更换过滤芯的信息，并接着执行步骤 1。

[0022] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中所述步骤 1 具体包括以下步骤：

[0023] 步骤 1a：控制模块利用信号检测模块获得与经处理的液体样品的吸收率有关的信号并基于所述信号计算经处理的液体样品的吸收率；以及

[0024] 步骤 1b：控制模块基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度。

[0025] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1

[0026] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块使得显示器显示不需要更换过滤芯的信息；控制模块接着执行步骤 1。

[0027] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中所述液体为饮用水。

[0028] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中所述液体过滤器为活性炭过滤器，所述过滤芯为活性碳，所述液体品质检测系统为饮用水品质检测系统，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度为饮用水中的总有机碳含量，预设杂质浓度为预设总有机碳含量。

[0029] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中预设总有机碳含量为 3ppm。

[0030] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中饮用水品质检测系统为紫外光源的实时在线吸收检测系统。

[0031] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中紫外光源的实时在线吸收检测系统包括仅允许从透光通路进入第一光路的光源、沿第一光路设置的滤光片、光束变换单元、分光器、样品单元、第一探测器以及设置在第二光路上的第二探测器，第一光路和第二光路在分光器处分开，所述紫外光源的实时在线吸收检测系统还包括与第一探测器和第二探测器耦联并通信的控制模块，其用于运行所述方法。

[0032] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中紫外光源是波长范围在 190nm ～ 350nm 之间的单波长或多波长的光源。

[0033] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中紫外光源的波长为大约 254nm。

[0034] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中报警器为声音报警器、视觉报警器、电子报文报警器或者振动报警器中的一种。

[0035] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度与获得的经处理的液体样品的吸收率基本上成线性关系。

[0036] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中经处理的饮用水的总有机碳含量与经处理的饮用水的吸收率基本上成线性关系。

[0037] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中控制模块在步骤 5 根据以下公式计算经处理的液体样品的杂质去除率 C_r：

[0038] $$C_r = 1 - \frac{C_x}{C_0}$$

[0039] 其中，C_x 表示某一时刻经处理的液体样品的杂质浓度，C_0 表示未经处理的液体样品的原始杂质浓度。

[0040] 本发明又一个技术方案提供了一种用于探测液体过滤系统中液体品质的装置，其中液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其特征在于，所述液体品质检测系统包括运行根据本发明上述一个技术方案所提供的所述方法的控制模块。

[0041] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的装置，其中所述液体品质检测系统还包括用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器。

[0042] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的装置，其中所述液体品质检测系统还包括用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器。

[0043] 根据本发明上述技术方案提供的探测液体过滤系统中液体品质的装置，其中报警器至少为声音报警器、视觉报警器、电子报文报警器或者振动报警器中的一种。

[0044] 根据本发明一个技术方案提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处在于：能够对经处理的饮用水的品质自动地进行实时在线探测。

[0045] 根据本发明一个技术方案提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处还在于：由于可以实时地获得经处理的饮用水的品质，从而极大地保护了使用者的身体健康。

[0046] 根据本发明一个技术方案提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处还在于：由于可以预测更换活性碳过滤器的时间，不需要对定期地对饮用水供应系统进行维护，降低了使用者使用成本。

[0047] 根据本发明又一技术方案提供的用于执行上述探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的装置益处在于：结构紧凑，适合嵌入或者单独的检测目的。

【附图说明】

[0048] 参照附图，本发明的公开内容将变得更易理解。本领域技术人员容易理解的是：这些附图仅仅用于说明的目的，而并非意在对本发明的保护范围构成限制。图中：

[0049] 图 1 示出了一种现有技术的饮用水过滤系统的示意图。

[0050] 图 2 示出了根据本发明一个实施例的饮用水过滤系统的示意图。

[0051] 图 3 示出了图 2 中饮用水过滤系统中的实时在线饮用水品质检测系统的示意图。

[0052] 图 4a 示出了根据本发明一个实施例提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法。

[0053] 图 4b 示出了根据本发明又一个实施例提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法。

[0054] 图 4c 示出了根据本发明一个实施例提供的探测如图 2 所示的饮用水过滤系统中饮用水品质的方法。

[0055] 图 5 示出了如图 2 所示的本发明一个实施例的饮用水过滤系统中的活性碳过滤器的运行曲线。

[0056] 部件及标号列表

[0057]

1	光源
2	电源
2a	遮光板
2b	透光通路
3	滤光片
5	光束变换单元
6	分光器
7	样品单元
7a	经处理的饮用水
8	第一探测器
9	第二探测器
10	控制模块
11	光源发出的光束
11a	样品光束
11b	参考光束
13	中空本体
13a	入口
13b	出口

[0058]

【具体实施方式】

[0059] 图 1-5 和以下说明描述了本发明的特定实施方式以教导本领域技术人员如何制造和使用本发明的最佳模式。为了教导发明原理，已简化或省略了一些常规方面。本领域技术人员应该理解源自这些实施方式的变型将落在本发明的保护范围内。本领域技术人员应该理解下述特征能够以各种方式接合以形成本发明的多个变型。由此，本发明并不局限于下述特定实施方式，而仅由权利要求和它们的等同物限定。

[0060] 在本发明中，饮用水中的杂质是指离子、有机物、颗粒物以及微生物中的一种或多种。微生物例如是指细菌和 / 或病毒。

[0061] 图 2 示出了根据本发明一个实施例的饮用水过滤系统的示意图。图 3 示出了图 2 中饮用水过滤系统中的实时在线饮用水品质检测系统的示意图。如图 2 所示，根据本发明一个实施例的饮用水过滤系统的包括活性碳过滤器以及实时在线饮用水品质检测系统。其中活性碳过滤器可以被离子置换器和纳米过滤器替换。其中如图 3 所示的实时在线饮用水品质检测系统包括光源 1、电源 2、滤光片 3、光束变换单元 5、分光器 6、样品单元 7、第一探测器 8、第二探测器 9 和控制模块 10，其中电源 2 用于向光源 1 供电，其包括罩壳（未示出），光源 1 安装在罩壳中，罩壳靠近光路的一侧设有遮光板 2a，遮光板 2a 上设置有透光通路 2b，遮光板 2a 的作用是允许光源发出的光束 11 仅从透光通路 2b 进入光路，并防止其他光泄漏到光路中。

[0062] 根据本发明一个实施例的实时在线饮用水品质检测系统安装在一个暗箱中，以保证没有外部光泄露到该饮用水品质检测系统中。在根据本发明的一个实施例的实时在线饮用水品质检测系统中，透光通路 2b、光束变换单元 5 的光轴以及样品单元 7 的中心轴同轴设置，以确保具有线性形状的光源发出的光束 11 能够通过样品单元 7 的中心轴，从而增加入射到第一探测器 8 上的样品光束 11a 的光强。在本发明提供的饮用水品质检测系统中，多个光学元件例如滤光片 3、光束变换单元 5 以及分束器 6 的位置可根据实际需要进行调节。例如，滤光片 3 可放置在光束变换单元 5 的后面。

[0063] 光源发出的光束 11 依次通过透光通路 2b 和滤光片 3；接着光源发出的光束 11 经过光束变换单元 5；随后光源发出的光束 11 入射到分光器 6 上，其中分光器 6 被设置成与光源发出的光束 11 的方向成一定的倾斜角度；光源发出的光束 11 经过分光器 6 后分成样品光束 11a 和参考光束 11b，样品光束 11a 通过样品单元 7 后入射到第一探测器 8 上，参考光束 11b 直接入射到第二探测器 9 上，其中样品单元 7 内设置有经处理的饮用水 7a，样品光束 11a 通过经处理的饮用水 7a，第一探测器 8 记录经过经处理的饮用水 7a 的样品光束 11a 的光强 I'_1。第二探测器 9 记录参考光束 11b 的光强 I'_2。分光器 6 的分光比 R 由分光器 6 和入射到分光器 6 上的光源发出的光束 11 的入射角决定。控制模块 10 与第一探测器 8 和第二探测器 9 耦联并进行通信。控制模块 10 接受来自第一探测器 8 的样品光束 11a 的光强 I'_1 和来自第二探测器 9 的参考光束 11b 的光强 I'_2，并根据公式 (1-1) 或者 (1-2) 获得经处理的饮用水 7a 的透过率 T：

[0064] $$T = I'_1/(R \times I'_2) \quad (1\text{-}1)$$

[0065] $$T = I'_1/(R \times I'_2 + b) \quad (1\text{-}2)$$

[0066] 其中公式 (1-1) 中的 R 由下面公式 (3-1) 给出，公式 (1-2) 中的 R 和 b 均由下面公式 (3-2) 给出，并且公式 (1-1) 中的 R 或者公式 (1-2) 中的 R 和 b 均存储在控制模块 10 中。控制模块具体采用公式 (1-1) 还是公式 (1-2) 来计算经处理的饮用水 7a 的透过率 T，取决于分光比 R 的计算方法是采用公式 (3-1) 还是公式 (3-2)。控制模块 10 根据公式 (2) 获得经处理的饮用水 7a 的吸收率 A_{bs}：

[0067] $$A_{bs} = -\log_{10}(T) \quad (2)$$

[0068] 实际使用时，公式 (1-1) 中的分光器 6 的分光比 R 或者公式 (1-2) 中的分光器 6 的分光比 R 和参数 b 通过应用本发明一个实施例的饮用水品质检测系统测试标准空白样品而获得。做空白样品的测试时，将标准空白样品注入到样品单元 7 内。空白样品的测试应当每隔一段时间进行一次或者根据实际需要进行。根据分光比 R 的计算方法不同，下面对

空白样品的测试分别具体描述。分光比 R 的第一种计算方法通过第一探测器 8 记录经过标准空白样品的样品光束 11a 的光强 I_1，第二探测器 9 记录标准空白样品的参考光束 11b 的光强 I_2。控制模块 10 依据公式 (3-1) 获得分光器 6 的分光比 R：

[0069] $R = I_1/I_2$ (3-1)

[0070] 分光比 R 的第二种计算方法通过第一探测器 8 在一段时间内记录经过标准空白样品的样品光束 11a 的光强 I_1，第二探测器 9 在同一段时间内相同时刻或相近时刻记录标准空白样品的参考光束 11b 的光强 I_2。控制模块 10 依据以下方式获得分光器 6 的分光比 R：以 I_1 为纵坐标，以 I_2 为横坐标，然后进行线性拟合，可得拟合直线方程：

[0071] $I_1 = R \times I_2 + b$ (3-2)

[0072] 拟合直线的斜率即为分光比 R，b 为拟合直线的截距。

[0073] 根据本发明的一个实施例的实施在线饮用水品质检测系统能够对静态或者流动的经处理的饮用水的吸收率进行实时在线测量。该饮用水品质检测系统的控制模块 10 根据公式 (1)-(3) 获得经处理的饮用水的吸收率 A_{bs}。

[0074] 根据本发明的一个实施例的饮用水品质检测系统的光源发出的光束具有稳定的偏振态，这使得分光器 6 上的分光比 R 稳定。在本发明中，分光比 R 稳定是指在本发明的有效使用期限之内，分光比的相对标准偏差通常不大于大约 5%。在本发明中，相对标准偏差 (RSD) 是指：标准偏差与测量结果算术平均值的比值，用公式表示如下：RSD = S/X，其中 S 为标准偏差，X 为测量平均值。稳定的偏振态是指光源发出的光束的 S 偏振与 P 偏振的比例之变化，在本发明的饮用水品质检测系统的有效使用期限之内通常不会引起分光器 6 上的分光比 R 的相对标准偏差大于大约 5%。

[0075] 本发明一个实施例的饮用水过滤系统的实例采用低压汞灯作为光源 1，光源 1 发出的紫外波长的范围优选地为 190nm ～ 350nm。更优选地，光源 1 能发出波长大约为 254nm 的紫外光束 11，光源 1 安装在罩壳中，罩壳的一侧设置有遮光板 2a，遮光板 2a 上设置有透光通路 2b，光源 1 发出的波长为 254nm 的紫外光束 11 仅从例如为狭缝或者孔的透光通路 2b 透过，遮光板 2a 防止其他光泄漏到光路中。光源 1 发出的波长大约为 254nm 的紫外光束 11 依次经过滤光片 3 以及光束变换单元 5（例如透镜或者透镜组），随后光束 11 入射到分光器 6 上分成两束光：样品光束 11a 和参考光束 11b，样品光束 11a 经过样品单元 7 并经过设置在其中的经处理的饮用水（或标准空白样品），第一探测器 8 和第二探测器 9 分别用于记录入射到其上的样品光束 11a 和参考光束 11b 的光强。

[0076] 本发明一个实施例的饮用水过滤系统的实例中，样品单元 7 采用如图 3 所示的结构，样品单元 7 采用石英制备以保证紫外光束可以通过，样品单元 7 具有圆形截面，包括中空本体 13 和设置在其两端的入口 13a 和出口 13b，经处理的样品从入口 13a 流入并从出口 13b 流出。在实际应用中，对圆形截面的样品单元 7，如果在紫外灯一侧的遮光板上设置的是狭缝，而不是孔，样品单元 7 的放置方向应与狭缝的方向平行。如果在紫外灯一侧的遮光板开的是小孔，则样品单元 7 的放置方向不受此限制。本领域技术人员容易理解的是：样品单元 7 也可以采用其他允许紫外光通过的材料制备并且可以具有其他的构造，而这也将落在本发明的保护范围内。

[0077] 例如在一个实例中，第一探测器 8 和第二探测器 9 采用紫外响应型硅光电池。紫外响应型硅光电池应该在所选择的紫外工作波长有响应。紫外响应型硅光电池有效面积的

大小应大于紫外光束落在紫外响应型硅光电池上的光斑大小，以确保紫外响应型硅光电池可以接收到全部光信号的能量。

[0078] 图 4a 示出了根据本发明一个实施例提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法。根据图 4a 所提供的一种探测液体过滤系统中液体品质的方法，其中液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其中所述液体过滤器包括过滤芯，所述过滤芯用于对液体进行处理，所述液体品质检测系统包括信号检测模块、控制模块、用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器，所述方法包括以下步骤：

[0079] 步骤 1：控制模块利用由信号检测模块提供的信号获得与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度；

[0080] 步骤 2：控制模块判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度；以及

[0081] 步骤 3：控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯。优选地，报警器为声音报警器、视觉报警器、电子报文报警器或者振动报警器中的一种。可选地，所述液体品质检测系统还包括用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器。

[0082] 在上述步骤 2 中，当与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度不大于预设杂质浓度时，控制模块执行步骤 4：判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度；当在步骤 4 判断为“是”时，控制模块执行步骤 5：计算经处理的液体样品的杂质去除率；控制模块执行步骤 6：判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率；以及当在步骤 6 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。其中优选地，控制模块在步骤 5 根据以下公式计算经处理的液体样品的杂质去除率 C_r：

[0083] $$C_r = 1 - \frac{C_x}{C_0}$$

[0084] 其中，C_x 表示某一时刻经处理的液体样品的杂质浓度，C_0 表示未经处理的液体样品的原始杂质浓度。

[0085] 当在上述步骤 4 判断为“否”时，控制模块执行步骤 7：利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间或者液体流量的曲线；接着控制模块执行步骤 8：判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率。当在步骤 8 判断为“是”时，控制模块执行步骤 3。当在步骤 8 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1。可选地，当在步骤 8 判断为“否”时，显示模块显示不需要更换过滤芯的信息，并接着执行步骤 1。

[0086] 优选地，所述步骤 1 具体包括以下步骤：步骤 1a：控制模块利用信号检测模块获得与经处理的液体样品的吸收率有关的信号并基于所述信号计算经处理的液体样品的吸收率；以及步骤 1b：控制模块基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度。其中优选地，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度与获得的经处理的液体样品的吸收率基本上成线性关系。

[0087] 当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块执行步骤 1。可选地，当在步骤 6 判断为“否”时，控制模块使得显示器显示不需要更换过滤芯的信息；控制模块接着执行步骤 1。

[0088] 在上述方法中，所述液体为饮用水，所述液体过滤器为活性炭过滤器，所述过滤芯

为活性碳，所述液体品质检测系统为饮用水品质检测系统，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度为饮用水中的总有机碳含量，预设杂质浓度为预设总有机碳含量。其中，优选地，预设总有机碳含量为 3ppm。需要说明的是：预设总有机碳含量也可以随着国家饮用水标准的变化来进行设定，而这也将落在本发明的保护范围内。优选地，饮用水品质检测系统为紫外光源的实时在线吸收检测系统。其中紫外光源的实时在线吸收检测系统包括仅允许从透光通路进入第一光路的光源、沿第一光路设置的滤光片、光束变换单元、分光器、样品单元、第一探测器以及设置在第二光路上的第二探测器，第一光路和第二光路在分光器处分开，所述紫外光源的实时在线吸收检测系统还包括与第一探测器和第二探测器耦联并通信的控制模块，其用于运行所述方法。优选地，紫外光源是波长范围在 190nm ～ 350nm 之间的单波长或多波长的光源；更优选地，紫外光源的波长为大约 254nm。经处理的饮用水的总有机碳含量与经处理的饮用水的吸收率基本上成线性关系。

[0089] 图 4b 示出了根据本发明又一个实施例提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法。其中液体过滤系统包括用于对液体进行处理的液体过滤器和用于对经过液体过滤器处理的液体品质进行检测的液体品质检测系统，其中液体过滤器包括过滤芯，过滤芯用于对液体进行处理，液体品质检测系统包括用于检测与经处理的液体样品的吸收率有关的信号的信号检测模块、运行所述方法的控制模块、用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器以及用于执行控制模块运行所述方法结果的报警器，方法包括以下步骤：

[0090] 步骤 S0：探测液体过滤系统中液体品质的方法开始；

[0091] 步骤 S1：控制模块利用信号检测模块获得与经处理的液体样品的吸收率有关的信号并基于所述信号计算经处理的液体样品的吸收率；

[0092] 步骤 S2：控制模块基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度；

[0093] 步骤 S3：控制模块判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度；

[0094] 步骤 S4：控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯；以及

[0095] 步骤 S11：探测液体过滤系统中液体品质的方法结束。

[0096] 在上述步骤 S3 中，当与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度不大于与预设杂质浓度时，控制模块执行步骤 S5：判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度；当在步骤 S5 判断为“是”时，控制模块执行步骤 S6：计算经处理的液体样品的杂质去除率；接着控制模块执行步骤 S7：判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率，当在步骤 S7 判断为“是”时，控制模块执行步骤 S4。

[0097] 当在上述步骤 S5 判断为“否”时，控制模块执行步骤 S8：利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间的曲线；接着控制模块执行步骤 S9：判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率，当在步骤 S9 判断为“是”时，控制模块执行步骤 S4。可选地，利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于液体流量的曲线。本领域技术人员容易理解的是，这种变体也将落在本发明的保护范围内。

[0098] 当在步骤 S7 判断为“否”时，控制模块执行步骤 S10：控制模块使得报警器显示不

需要更过滤芯的信息；随后，控制模块接着执行步骤 S1。

[0099] 当在步骤 S9 判断为“否”时，控制模块执行步骤 S10：控制模块使得报警器显示不需要更换过滤器中的过滤芯的信息；随后，控制模块接着执行步骤 S1。

[0100] 在上述探测液体过滤系统中液体品质的方法中，与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度与获得的经处理的液体样品的吸收率基本上成线性关系。

[0101] 在上述探测液体过滤系统中液体品质的方法中，控制模块在步骤 5 根据以下公式 (4) 计算经处理的液体样品的杂质去除率 C_r：

[0102] $$C_r = 1 - \frac{C_x}{C_0} \qquad (4)$$

[0103] 其中，C_x 表示某一时刻经处理的液体样品的杂质浓度，C_0 表示未经处理的液体样品的原始杂质浓度。

[0104] 需要说明的是，在根据本发明又一个实施例的提供的探测液体过滤系统中液体品质的方法中，液体品质检测系统用于显示控制模块运行所述方法结果的显示器为可选元件，这意味着步骤 S10：控制模块使得显示器显示不需要更过滤芯的信息的步骤为可选步骤。本领域技术人员容易理解的是上述变体也将落在本发明的保护范围内。

[0105] 图 4b 示出了根据本发明一个实施例提供的探测如图 2 所示的饮用水过滤系统中饮用水品质的方法。该方式是如图 4a 所示的探测液体过滤系统中液体品质的方法一个具体实施方式。在该方法中，控制模块 10 通过执行以下步骤来获得经处理的饮用水的品质并根据饮用水的品质使得报警器发出相应信息或者信号，从而提示使用者获得需要更换或者不更换活性碳的信息或者信号，具体地，根据本发明一个实施例提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法包括如下步骤：

[0106] 步骤 S10a：探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法开始；

[0107] 步骤 S12：控制模块 10 利用如图 2 所示的饮用水品质检测系统获得经处理的饮用水的吸收率 A_{bs}。具体而言，控制模块 10 接受来自第一探测器 8 和第二探测器 9 的标准空白样品和经处理的饮用水的各自样品光束的强度和参考光束的强度，并基于前述的公式 (1)-(3) 来计算经处理的饮用水的吸收率 A_{bs}。饮用水样品可采用如图 2 所示的活性炭过滤器中的活性碳进行处理。

[0108] 步骤 S14：控制模块 10 基于经处理的饮用水的吸收率获得经处理的饮用水中的总有机碳含量。例如在本发明的一个实施例中，经处理的饮用水的总有机碳含量与经处理的饮用水的吸收率基本上呈线性关系。

[0109] 步骤 S16：控制模块 10 判断经处理的饮用水的总有机碳含量是否大于预设总有机碳含量。例如在本发明的一个实施例中，预设总有机碳含量为的值为 3ppm。在步骤 S16 中，当经处理的饮用水的总有机碳含量大于预设总有机碳含量时，控制模块 10 执行步骤 S18；否则控制模块 10 执行步骤 S160。

[0110] 步骤 S18：控制模块 10 使得报警器发出报警信号，提示使用者更换活性碳。

[0111] 步骤 S20：结束探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法。

[0112] 步骤 S160：控制模块 10 判断是否保存有未经处理的饮用水的原始总有机碳含量。在步骤 S160 中，当控制模块 10 判断为“是”时，控制模块 10 执行步骤 S162；否则执行步骤 S166。

[0113] 步骤 S162 :控制模块 10 计算经处理的饮用水品质的杂质去除率。例如在本发明的一个实施例中,经处理的饮用水品质的杂质去除率 C_r 由以下公式 (4) 进行计算 :

[0114] $$C_r = 1 - \frac{C_x}{C_0} \qquad (4)$$

[0115] 其中,在公式 (4) 中,C_x 表示某一时刻经处理的饮用水杂质浓度,C_0 表示未经处理的饮用水原始杂质浓度。

[0116] 步骤 S164 :控制模块 10 判断经处理的饮用水的杂质去除率是否小于预设杂质去除率。当在步骤 S164 判断为是时,控制模块 10 执行步骤 S18 ;否则执行步骤 S169。例如,在本发明的一个实施例中,预设杂质去除率为 90%。需要说明的是 :根据经处理的饮用水的类型,可以设置其他数值的预设杂质去除率,而这也将落在本发明的保护范围内。

[0117] 步骤 S166 :控制模块 10 利用获得的经处理的饮用水的总有机碳含量绘制经处理的饮用水杂质浓度随时间变化的曲线。可选地,控制模块 10 利用获得的经处理的饮用水的总有机碳含量绘制经处理的饮用水杂质浓度随饮用水流量变化的曲线。本领域技术人员容易理解的是 :这种变体也将落在本发明的保护范围内。

[0118] 步骤 S168 :控制模块 10 判断绘制的经处理的饮用水的杂质浓度的曲线切线斜率是否大于预设曲线切线斜率。在该步骤 S168,当控制模块 10 判断为是时,执行步骤 S18 ;否则,执行步骤 S169。例如,在本发明的一个实施例中,预设曲线切线斜率为如图 5 所示的切线分辨报警点处的曲线切线斜率。

[0119] 步骤 S169 :控制模块 10 使得报警器显示不需要更换活性炭的信息。在执行完步骤 S169 后,返回步骤 S12。

[0120] 在本发明的一个实施例中,饮用水品质检测系统的报警器例如可以为声音报警器、视觉报警器或者电子文报报警器中的一种。其中声音报警器例如可以为蜂鸣器等 ;视觉报警器例如可以为闪烁的 LED 灯等 ;电子文报报警器例如为液晶显示器。

[0121] 图 5 示出了如图 2 所示的本发明一个实施例的饮用水过滤系统中的活性碳过滤器的运行曲线。如图 5 所示,未经处理的饮用水的杂质浓度为 C_0。活性碳包括若干个塔板,每次未经处理的饮用水的杂质在一个塔板内被消耗完,不会带出本塔板。在一个塔板内的杂质浓度会由大变小,直到为零。塔板边界会不停地向前迁移,但只要塔板边界没有达到活性碳的边界,在活性碳的出水处杂质浓度仍然为零。当塔板边界到达活性碳边界时,能测量到饮用水含一定的杂质,接着随着饮用水量的变化,在活性碳的出水处的饮用水的杂质浓度会逐渐增大,直到达到未经处理的饮用水的杂质浓度 C_0。图 5 示出了本发明一个实施例的饮用水过滤系统的活性碳过滤器对饮用水过滤后的杂质浓度相对于时间或者经处理饮用水流量的曲线。如图 5 所示,该曲线包括切线分辨报警点和预设总有机碳含量报警点。在本发明中,将切线分辨报警点处的曲线切线斜率称为预设曲线切线斜率,将总有机碳含量报警点处的总有机碳含量称为预设总有机碳含量,例如在本发明的一个实例中,预设总有机碳含量的值为 3ppm,符合国家饮用水标准中的相关规定。

[0122] 根据本发明一个实施例提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处在于 :能够对经处理的饮用水的品质自动地进行实时在线探测。

[0123] 根据本发明一个实施例提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处还在于 :由于可以实时地获得经处理的饮用水的品质,从而极大地保护了使用者的身体健

康。

[0124] 根据本发明一个实施例提供的探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的益处还在于：由于可以提示使用者是否需要更换活性炭，从而避免了过早更换活性碳而导致的成本增加。

[0125] 根据本发明又一个实施例提供的用于执行上述探测饮用水过滤系统中饮用水品质的方法的装置益处在于：结构紧凑，适合嵌入或者单独的检测目的。

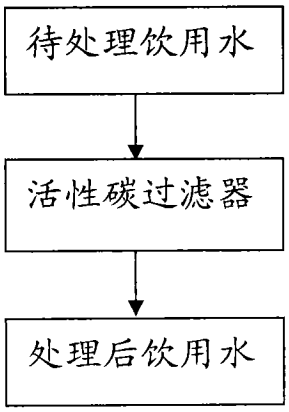

待处理饮用水
活性碳过滤器
处理后饮用水

图 1

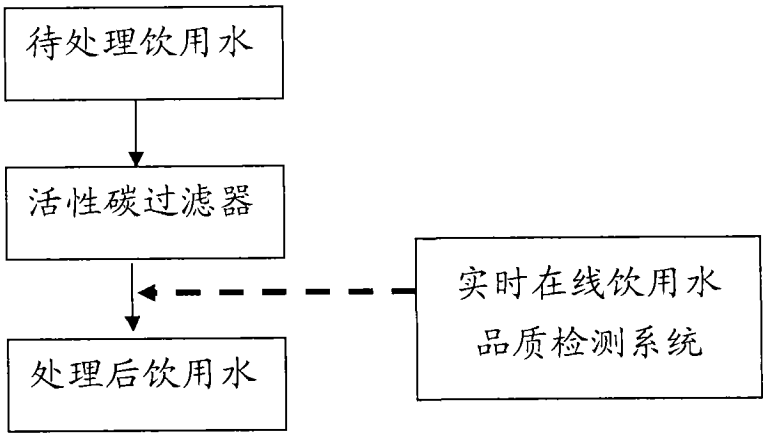

待处理饮用水
活性碳过滤器
处理后饮用水
实时在线饮用水
品质检测系统

图 2

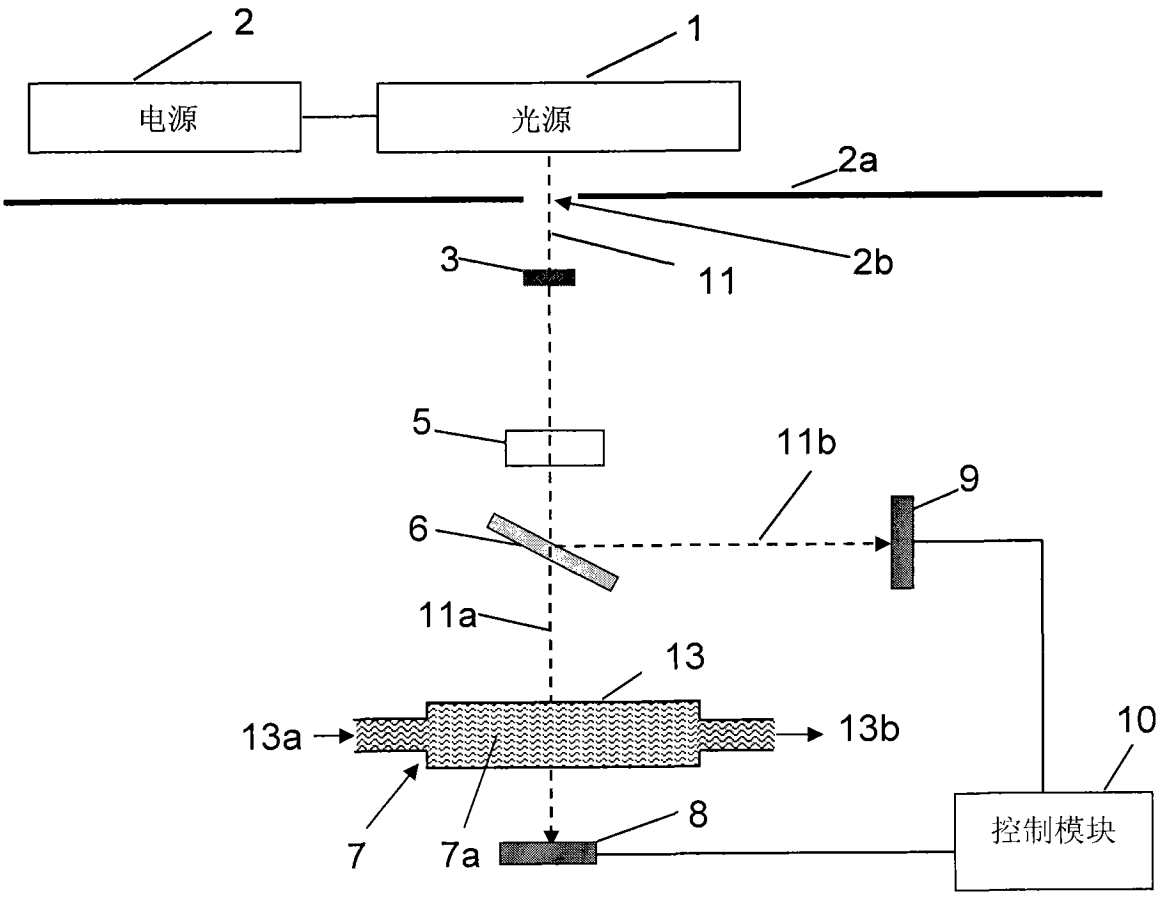

2
1
电源
光源
2a
2b
3
11
5
11b
9
6
11a
13
13a
13b
10
8
7
7a
控制模块

图 3

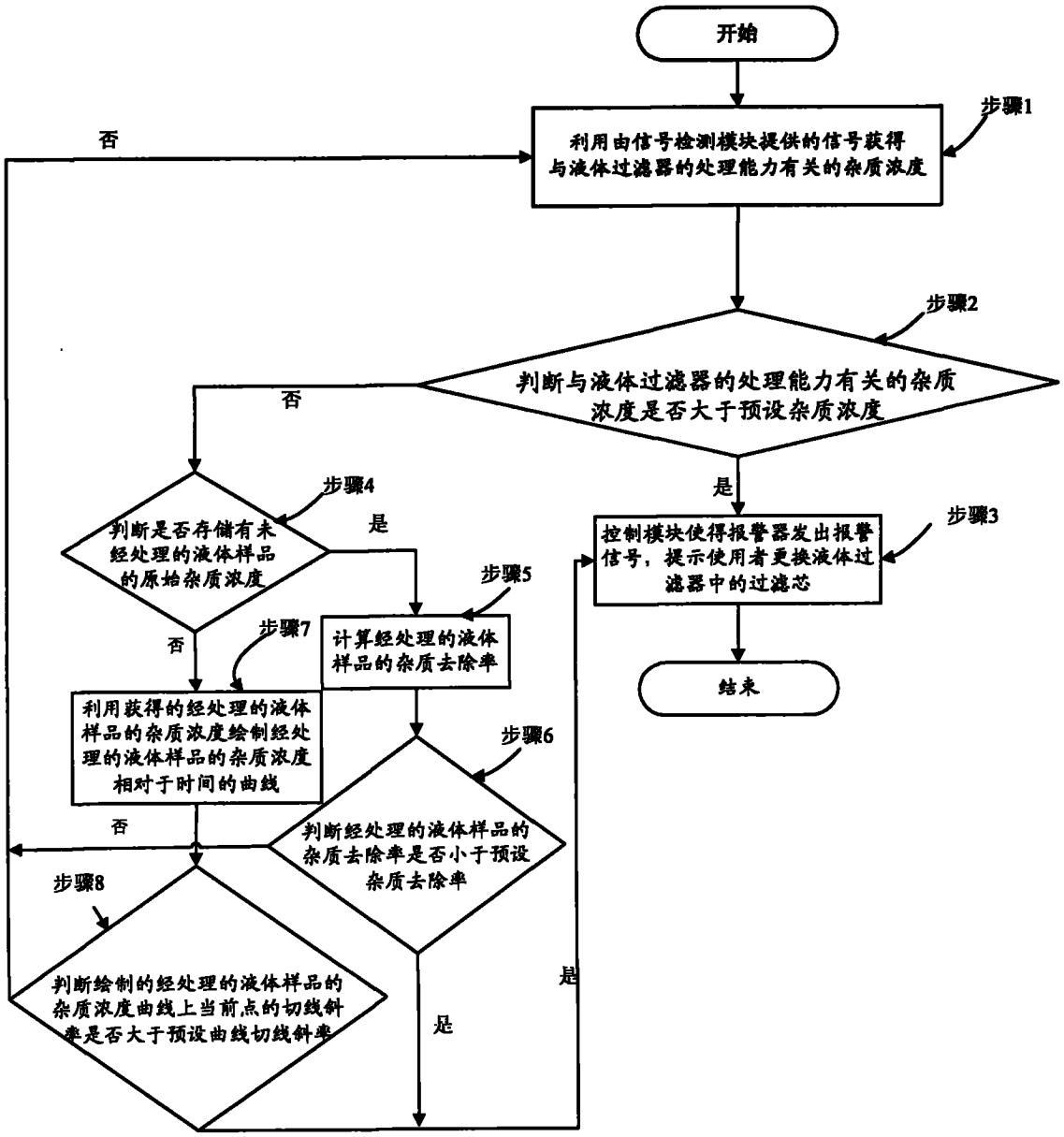

开始
步骤1
利用由信号检测模块提供的信号获得与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度
否
步骤2
判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度
否
是
步骤4
判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度
是
步骤3
控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯
步骤5
计算经处理的液体样品的杂质去除率
否
步骤7
利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间的曲线
结束
步骤6
判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率
否
步骤8
判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率
是
是

图 4a

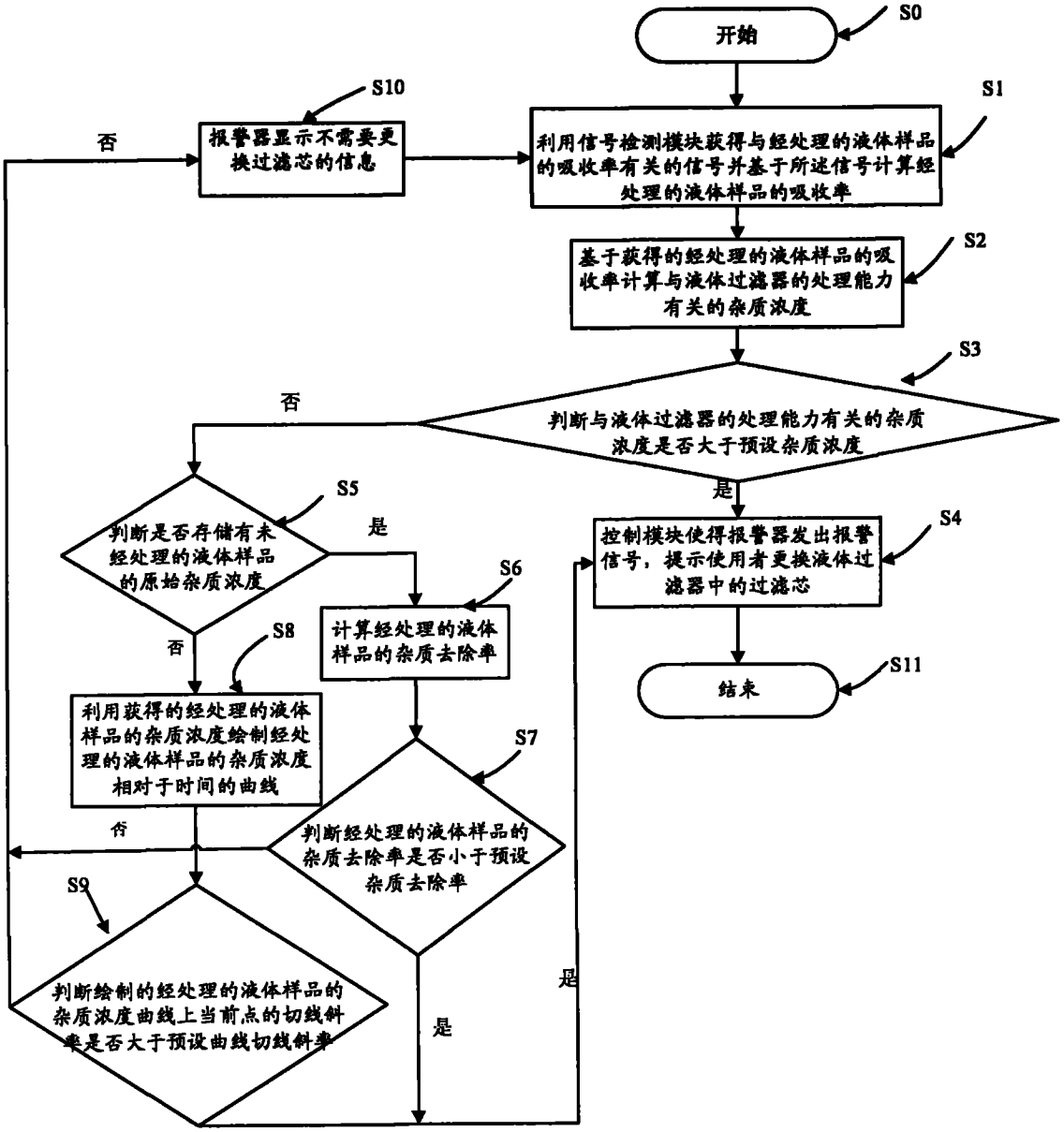

开始
S0
S1
利用信号检测模块获得与经处理的液体样品的吸收率有关的信号并基于所述信号计算经处理的液体样品的吸收率
S2
基于获得的经处理的液体样品的吸收率计算与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度
S3
判断与液体过滤器的处理能力有关的杂质浓度是否大于预设杂质浓度
否
是
S4
控制模块使得报警器发出报警信号，提示使用者更换液体过滤器中的过滤芯
S11
结束
S5
判断是否存储有未经处理的液体样品的原始杂质浓度
是
否
S6
计算经处理的液体样品的杂质去除率
S7
判断经处理的液体样品的杂质去除率是否小于预设杂质去除率
否
是
S8
利用获得的经处理的液体样品的杂质浓度绘制经处理的液体样品的杂质浓度相对于时间的曲线
S9
判断绘制的经处理的液体样品的杂质浓度曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率
否
是
S10
报警器显示不需要更换过滤芯的信息
否

图 4b

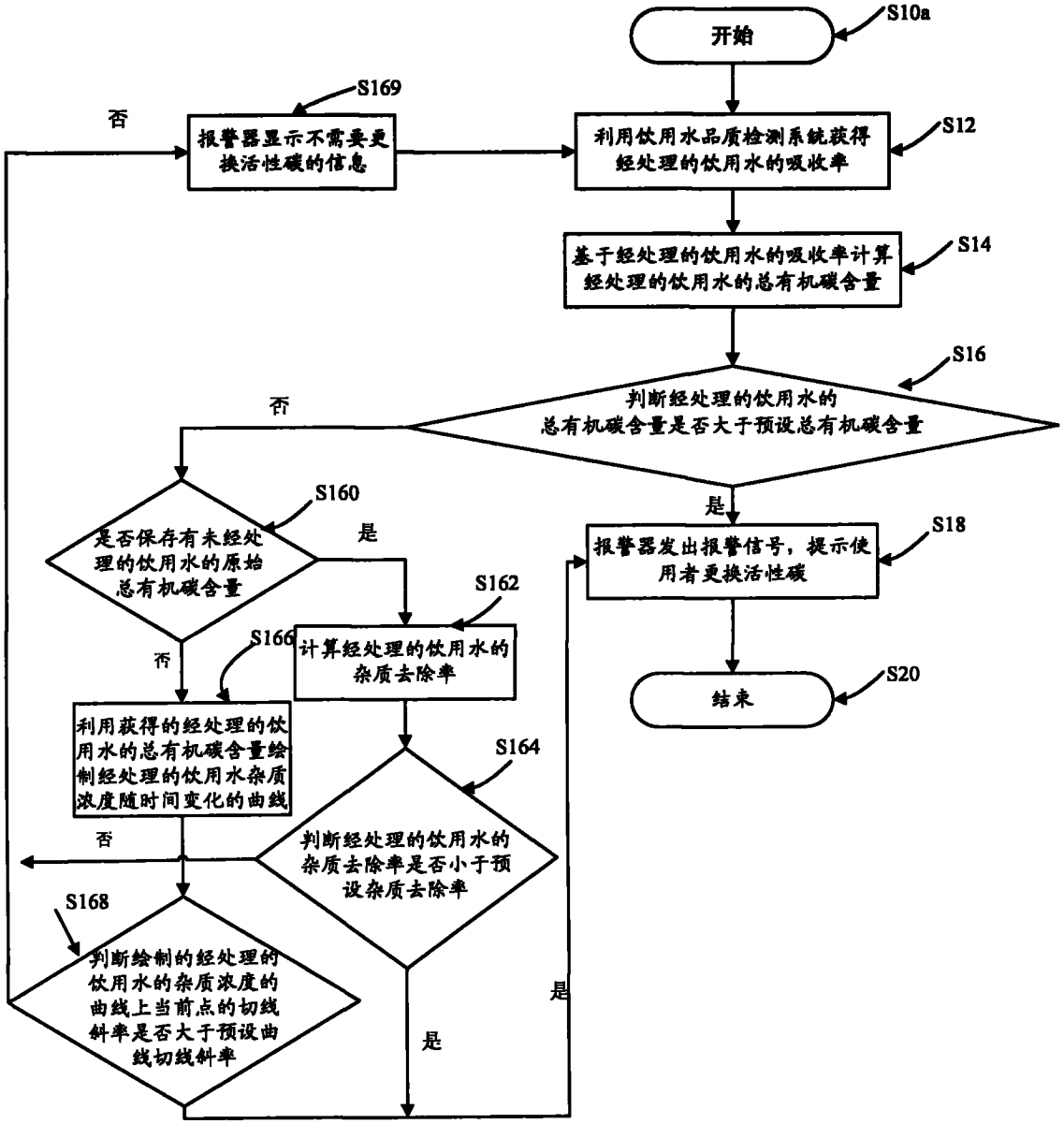

开始
S10a
利用饮用水品质检测系统获得经处理的饮用水的吸收率
S12
基于经处理的饮用水的吸收率计算经处理的饮用水的总有机碳含量
S14
判断经处理的饮用水的总有机碳含量是否大于预设总有机碳含量
S16
否
是
报警器发出报警信号，提示使用者更换活性碳
S18
结束
S20
是否保存有未经处理的饮用水的原始总有机碳含量
S160
是
否
计算经处理的饮用水的杂质去除率
S162
利用获得的经处理的饮用水的总有机碳含量绘制经处理的饮用水杂质浓度随时间变化的曲线
S166
判断经处理的饮用水的杂质去除率是否小于预设杂质去除率
S164
否
是
判断绘制的经处理的饮用水的杂质浓度的曲线上当前点的切线斜率是否大于预设曲线切线斜率
S168
是
报警器显示不需要更换活性碳的信息
S169
否

图 4c

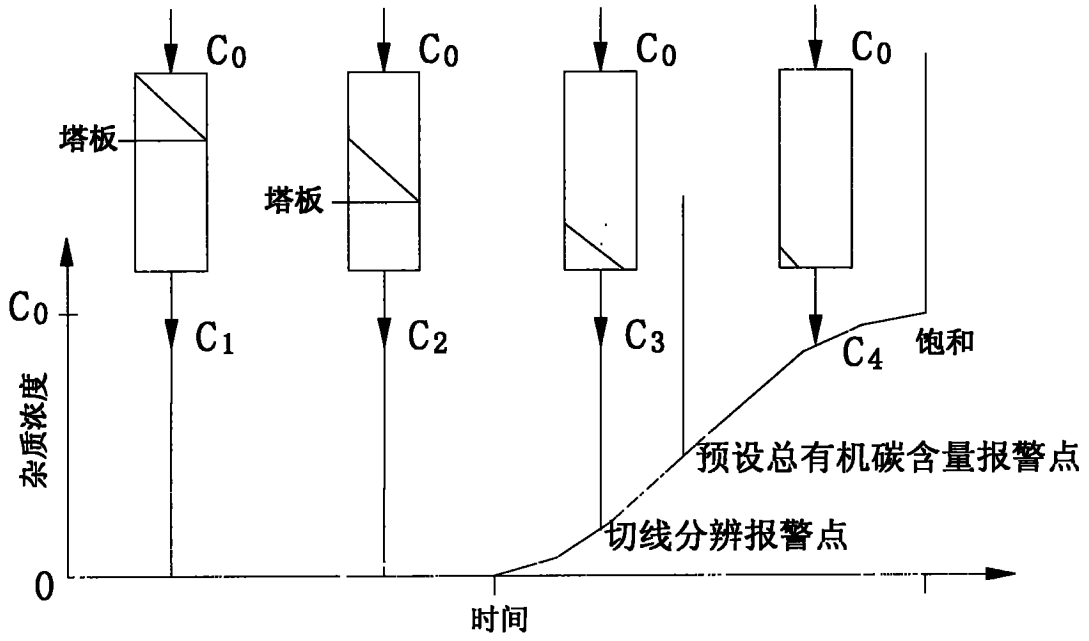


图 5