[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 17/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99814326.X

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100389317C

[22] 申请日 1999.12.2 [21] 申请号 99814326.X
[30] 优先权
[32] 1998.12.11 [33] US [31] 09/209,453
[86] 国际申请 PCT/US1999/028598 1999.12.2
[87] 国际公布 WO2000/034758 英 2000.6.15
[85] 进入国家阶段日期 2001.6.11
[73] 专利权人 巴科曼实验室国际公司
地址 美国田纳西州
[72] 发明人 韦恩·H·迪金森
托马斯·E·麦克尼尔
埃迪·范豪特 理查德·A·克拉克
[56] 参考文献
US 4686853A 1987.8.18
US5190728A 1993.3.2
US 4176544A 1979.12.4
审查员 何 山
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 封新琴

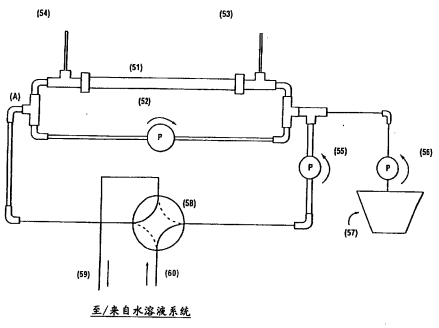
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 7 页

[54] 发明名称

生物淤积监测器及监测或检测生物淤积的方法

[57] 摘要

一种生物淤积监测器，包含：一具有入口和出口的柱、位于入口上游的微生物营养物供给管线、位于入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器，以及位于出口下游用于测量流动压力的第二压力系统。 还介绍一种还包含再循环系统和任选位于该柱中的惰性填充材料的生物淤积监测器。 还公开一种提前监测或检测水溶液系统中的生物淤积的方法。



1.一种生物淤积监测器，包含:

a) 一具有入口和出口的柱;

b) 位于所述入口上游的微生物营养物供给管线;

c) 位于所述入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器和位于所述出口下游用于测量流动压力的第二压力传感器;以及

d) 任选在所述柱上有加热系统。

2. 根据权利要求 1 所述的生物淤积监测器，其中所述柱是由塑料、玻璃、陶瓷材料或金属制成的柱。

3. 根据权利要求 1 所述的生物淤积监测器，其中所述微生物营养物供给管线包含: 葡萄糖、丙酮酸或淀粉成分。

4. 根据权利要求 1 所述的生物淤积监测器，还包含: 位于所述柱内的惰性填充材料且其数量使含液体的物料能通过所述柱。

5. 根据权利要求 4 所述的生物淤积监测器，其中所述惰性填充材料包含: 碎石、玻璃、塑料、耐腐蚀金属、陶瓷材料或它们的组合。

6. 根据权利要求 4 所述的生物淤积监测器，其中所述惰性填充材料至少是一种不锈钢珠。

7. 一种生物淤积监测器，包含:

a) 一具有入口和出口的柱;

b) 位于所述入口上游的微生物营养物供给管线;

c) 位于所述入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器和位于所述出口下游用于测量所述流动压力的第二压力传感器;以及

d) 连接到所述供给管线的下游入口以及连接到出口的再循环系统，用于维持通过所述柱的供给压力;

e) 位于所述柱内的惰性填充材料且其数量使含液体的物料能从中通过;

f) 任选在所述柱上有加热系统。

8. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述柱是由塑料、玻璃、陶瓷材料或金属制成的柱。

9. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述微生物营养物供给管线包含: 葡萄糖、丙酮酸或淀粉成分。

10. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，还包含：位于所述柱内的惰性填充材料且其数量使含液体的物料能通过所述柱。

11. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述惰性填充材料包含：碎石、玻璃、塑料、耐腐蚀金属、陶瓷材料或它们的组合。

12. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述惰性填充材料至少是一种不锈钢珠。

13. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，还包含：

g) 一具有入口和出口的第二柱；

h) 位于所述第二柱入口上游的任选微生物营养物供给管线；

i) 位于第二柱的所述入口上游用于测量流动压力的第三压力传感器和位于第二柱的所述出口下游用于测量所述流动压力的第四压力传感器；

j) 连接到所述供给管线的下游的第二柱的入口并连接到第二柱的出口的第二再循环系统，用于维持通过所述第二柱的供给压力；以及

k) 位于所述第二柱内且其数量使含液体的物料能从中通过的惰性填充材料。

14. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述出口连接到一存储槽。

15. 根据权利要求 7 所述的生物淤积监测器，其中所述入口从一水溶液系统抽吸水溶液，以及所述出口将至少一部分所述水溶液在所述入口从所述水溶液系统抽吸的下游位置处排回所述水溶液系统中。

16. 一种提前监测或检测水溶液中的生物淤积的方法，包含：

a) 使至少一部分所述水溶液以连续方式通过一具有入口和出口的柱；

b) 在所述入口上游位置处将微生物营养物引入所述部分水溶液中；

c) 在所述入口之前的第一点和在所述出口之后的第二点，测量以连续方式或以非连续方式通过所述柱的所述部分的所述水溶液的流动压力；

d) 根据来自所述第一点和所述第二点的测量值确定压力差。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述水溶液来自工业用水回路。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述水溶液来自造纸水回路。

19. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述柱是由塑料、玻璃、陶瓷材料或金属制成的柱。

20. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述微生物营养物供给管线包含：

葡萄糖、丙酮酸或淀粉成分。

21.根据权利要求 16 所述的方法，其中还包含：位于所述柱内且其数量使含液体的物料能通过所述柱的惰性填充材料。

22. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述惰性填充材料包含：碎石、玻璃、耐腐蚀金属、陶瓷材料或它们的组合。

23. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述惰性填充材料至少是一种不锈钢珠。

生物淤积监测器及监测或检测生物淤积的方法

发明背景

本发明涉及包含水溶液的各种系统的生物淤积，更具体地说，涉及一种检测或记录生物淤积的监测器以及监测或检测生物淤积的方法。

在很多商业和工业含水工艺和水处理系统中的表面上的生物淤积是一种严重的经济问题。淤积是由作为微生物和/或细胞外物质集结的生物质引起的，以及由截留在生物质中的污物或残渣引起的。细菌、真菌、酵母菌、硅藻和原生动物仅是会引起生物质集结的某些有机物。如果不加控制，由这些有机物引起的生物淤积可能干扰工艺操作，降低处理的效率、浪费能源以及降低产品质量。

在发电厂、提炼厂、化学工厂、空调系统中以及其它商业和工业操作中所使用的冷却水系统，经常遇到生物膜的问题。生物膜是多层有机物的集结。冷却水系统通常会受到在冷却塔中由空气/水接触而夹带的空气传播的有机物以及来自补充水供应系统的水传播的有机物的污染。在这些系统中的水通常是这些有机物的优异的生长媒质。如果不加控制，由于这种生长引起的生物膜生物淤积可能堵塞这些塔、阻塞管线以及被多层的粘质覆盖热传导表面，并因此阻止合适的操作并降低设备效率。

遭受这些生物淤积问题的工业操作包含：用于生产浆料、纸张、纸板以及织物，特别是水抄的无纺织物中采用的工业操作。例如，造纸机处置称为“白水系统(white water system)”的再循环系统中的大量的水。该白水包含浆料悬浮液。造纸机的配料通常仅包含约0.5%的纤维以及非纤维造纸固体物，这意味着，对于每吨纸来说，几乎200吨水通过造纸机，其中大部分在白水系统中再循环。

这些水系统为微生物提供优异的生长媒质，其可能导致在网前箱、水管线以及造纸设备中形成微生物粘质。这种粘质块不仅能够干扰水和浆料流动，而且当它们破碎游离时能够在纸中引起斑点或孔，以及使纸幅断裂，这又会使造纸机的工作受到代价很大的破坏。

按传统方式控制微生物的活性是提供有毒的化学品。US 3,959,328、US4,054,542和US 4,285,765描述一种利用有毒的化学品杀死有害微生物的方法。这类方法已取得大部分研究成果，因为其解决问题的逻辑是通过消除有害微生物以及由于存在大量杀死微生物的有机和无机化学品。

几种控制生物活性的不利影响的尝试或者避免使用有毒的化学品或者减轻它们的使用或者对环境的影响。例如均授与 Hatcher 等人的 US 3,773,623和US 3,824,184涉及使用酶果聚糖水解酶(enzyme levan hydrolase)来控制工业水系统中细菌粘质的生成。

虽然持续努力控制或防止生物淤积，水系统特别是工业水系统仍然需要停机以便清洁或消除已经集结的和通过引入生物淤积控制化合物未防止的生物淤积。虽然，微生物或抗淤积化合物的引入降低了系统用于清洁必须停机的次数，但具有一生物淤积监测系统是有益的，该系统使得用户能够确定何时生物淤积达到需要停机清洁的程度。否则，如果水系统的用户未发觉生物淤积集结，这种生物淤积可能导致所生产的产品质量下降，例如纸张形成斑点或孔或者甚至可能更有害例如用于向水系统供应浆液的各种管线的阻塞。因此，最好有一早期报警系统通知水系统的用户可能有生物淤积情况，其需要或者通过加入更多的化学品来校正或者停机。如果水系统的用户预先知道必须停机，则可以预先计划以便结束例如纸张运行或增加水系统的化学品的用量，以避免产品质量下降或者损害水系统中的的设备。

发明概述

本发明的特征是提供一种生物淤积监测器和检测或监测生物淤积的方法。

本发明的另一特征是提供一种生物淤积监测系统，该系统提前检测或监测生物淤积，以便采取校正的措施。

本发明的另外的特征和优点将部分地在如下的说明中予以介绍，并且部分地由该说明中可以明显看出，或者通过实施本发明可以了解到。通过在文中说明和公开的以下几项内容，实现和获得本发明的的目的和其它好处：

1.一种生物淤积监测器，包含：

a) 一具有入口和出口的柱；

b) 位于所述入口上游的微生物营养物供给管线；

c) 位于所述入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器和位于所述出口下游用于测量流动压力的第二压力传感器;以及

d) 任选在所述柱上有加热系统;

2. 一种生物淤积监测器，包含:

a) 一具有入口和出口的柱;

b) 位于所述入口上游的微生物营养物供给管线;

c) 位于所述入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器和位于所述出口下游用于测量所述流动压力的第二压力传感器;以及

d) 连接到所述供给管线的下游入口以及连接到出口的再循环系统，用于维持通过所述柱的供给压力;

e) 位于所述柱内的惰性填充材料且其数量使含液体的物料能从中通过;

f) 任选在所述柱上有加热系统;

3. 一种提前监测或检测水溶液中的生物淤积的方法，包含:

a) 使至少一部分所述水溶液以连续方式通过一具有入口和出口的柱;

b) 在所述入口上游位置处将微生物营养物引入所述部分水溶液中;

c) 在所述入口之前的第一点和在所述出口之后的第二点，测量以连续方式或以非连续方式通过所述柱的所述部分的所述水溶液的流动压力;

d) 根据来自所述第一点和所述第二点的测量值确定压力差;

4. 一种提前检测生物淤积监测器中的生物淤积的方法，包含将至少一种微生物营养物引入正在通过的或者正被生物淤积监测器系统进行监测的至少一部分水溶液中，并通过检测压力差测定生物淤积。

为了实现这些和其它优点以及按照本发明的目的，如文中体现和广泛介绍的，本发明涉及一种包含一具有入口和出口的柱的生物淤积监测器。该监测器还包含位于所述入口上游的微生物营养物供给管线以及位于入口上游用于测量流动压力的第一压力传感器和位于出口下游用于测量所述流动压力的第二压力传感器。

本发明还涉及一种生物淤积监测器，其包含上述的各组成部分即柱、微生物营养物供给管线和压力传感器以及一连接到入口的再循环系统。该再循环系统位于供给管线的下游并连接到该出口，用于维持通过该柱供给的压力。在这一实施方案中，生物淤积监测器还具有位于柱中的惰性填充材料。柱中的惰性填充材料的量为仍然能使含液体的物料(liquid containing material)能通

过所述柱的数量。

此外，本发明涉及提前监测或检测在水溶液中的生物淤积的方法。该方法包括使至少一部分水溶液通过一具有入口和出口的柱。水溶液通常以连续方式通过该柱。在位于所述入口上游位置处将微生物营养物引入所述部分的水溶液中。在入口之前的第一点和在出口之后的第二点，测量以连续方式或以非连续方式通过所述柱的那部分水溶液的流动压力以及根据这些测量值确定压力差。由这些压力差测量值可以监测发生的生物淤积的量和绘出曲线，并且可以对是否发生生物淤积或者在水溶液系统中存在的生物淤积是否正在增加进行判定。在入口之前供给到该溶液中的微生物营养物用作加速水溶液系统的生物淤积的一种途径，并因此用作早期报警机构，这是由于这种生物淤积的加速用作一种将在整个水溶液系统中发生的生物淤积的预测器。

应理解，上面的一般介绍和下面的详细介绍都仅是示范性的和解释性的，意在对本发明提供进一步的解释。

本申请中包含的并构成其一部分的附图表示本发明的几个实施例，并与说明书结合用于解释本发明的某些实施方案的原理。

附图的简要说明

图 1 是本发明的生物淤积监测器实施方案的示意图。

图 2 是本发明的生物淤积监测器另一实施方案的示意图。

图 3-6 是表示该实施例压力随时间变化的记录的曲线图，其表示用作对于将在整个水溶液系统中发生的生物淤积的早期预测的生物淤积集结。

图 7 是本发明的自备式生物淤积监测器的一实施方案的照片。

本发明的详细描述

本发明涉及一种生物淤积监测器以及监测或检测水溶液系统例如水系统中的生物淤积的方法。根据本发明的目的，水溶液系统或水系统可以是包含工业水系统的任何一种系统。水系统或水溶液系统的实例包含但不局限于和造纸过程、冷却塔以及加工金属用的液体一起使用的水系统。这些各种各样的系统通常具有易于生物淤积的表面例如热传导表面、管线、网前箱和造纸设备，以及液体存储槽和反应容器。

根据本发明的目的，生物淤积指由作为微生物集结和/或细胞外物质的生物质以及由截留在生物质中的污物或残渣引起的淤积。细菌、真菌、酵母菌、硅藻和原生动物以及它们的组合和其它微生物仅是会引起生物质集结的某些

有机物。

就本发明的生物淤积监测器来说，该监测器具有至少一具有入口和出口的柱。该监测器还包含位于所述柱入口上游的微生物营养物供给管线。此外，该生物淤积监测器包含位于入口上游用于测量第一流动压力的第一压力传感器和位于柱出口下游用于测量第二流动压力的第二压力传感器。

具有入口和出口的柱可以是任何一种类型的柱，其是中空的并使水溶液型物质能够在其内部流动。该柱可以具有任何形状和尺寸。例如，该柱可以是圆形、方形、矩形、三角形或任何其它几何形状，只要其是中空的并使水溶液型物质能够流动。最好，该柱是圆形的。该柱的长度可以为任意长度。例如，该柱可以从 2 厘米到 200 厘米长。该柱的长度优选从约 5 厘米到约 100 厘米，更优选从约 5 厘米到约 30 厘米，最优选从约 15 厘米到约 25 厘米。此外，该柱可以具有任何内径或内横截面积。该内径或内横截面积优选从约 0.1 平方厘米到约 100 平方厘米，更优选从约 0.2 平方厘米到约 20 平方厘米，最优选从约 1 平方厘米到约 3 平方厘米。理想情况下，该柱的长度和直径或横截面积是这样的，使得一小的泵就能维持通过柱的压力，因此，柱的直径或横截面积越大及长度越大，需要的体积流量越大，这不是优选的，自备式(self-contained)可移动监测单元是优选的或所需的。

所述柱可以由任何耐腐蚀材料例如由塑料、玻璃、陶瓷材料如硼硅酸盐玻璃珠或耐腐蚀金属例如不锈钢制成。当然，可以采用其它耐腐蚀材料。通常，以外径和内径之间的差的二分之一来计量的柱壁的厚度应当在考虑通过柱的液体压力下足以避免破裂。优选该厚度应当约从 0.1 厘米到约 1 厘米，更优选约从 0.2 厘米到约 0.5 厘米。

通常，虽然不是必须，但优选在整个柱上该柱具有相同的内径或横截面积。此外，最好入口和出口的内径或横截面积相同，以便在整个柱上维持均匀的流量。

就位于柱入口上游的微生物营养物供给管线来说，可以采用有助于微生物生长的任何营养物。例如，供给的微生物营养物可以是包含水和葡萄糖的葡萄糖组合物。所存在的葡萄糖或其它营养物，如丙酮酸或淀粉成分，优选的浓度为从约 0.5 到约 1000ppm，更优选从约 5 到约 500ppm，最优选从约 10 到约 200ppm。当然可以根据所采用的具体系统的情况采用其它供给速度。通常，供给的微生物营养物存在于存储槽中，该营养物供给是利用泵供给到包

含水溶液的管线，所述水溶液被供给到柱的入口。

引入监测系统中的微生物营养物供给的量通常应足以促进在柱的表面之内或之上或者可以位于柱中的惰性材料上的至少一种微生物生长。供给微生物营养物的目的是创造一种加快微生物生长的最佳环境。通过促进这样的加快生长，即与在整个水系统中发生的总体生物淤积速度相比较，在柱中的生物淤积将按更快的速度发生。通过监测微生物的这种加快生长以及因此的加快微生物淤积，可以对在经受生物淤积的整个水溶液系统或水系统中发生的生物淤积进行预测。因此，本发明的生物淤积监测系统可以这样构成，其具有一能够精确地预测整个水系统或水溶液系统中将发生的生物淤积的早期报警系统。如果将大量的微生物营养物供给监测系统，则监测系统中发生的生物淤积将比整个被监测的水溶液系统中发生的生物淤积更快。如果将少量的微生物营养物供给监测系统，则由于仅比在水系统中的总体生物淤积集结仅稍快一点，则将较少提前发出通知。根据本发明的目的，每个被监测的水溶液系统或水系统具有定向时间段，以确定所需的提前通知的类型，以及还需要对在水溶液系统中发生的实际生物淤积与柱中的生物淤积集结的相关性做出判定。因此，当在水溶液系统中第一次使用生物淤积监测器时，建议清洁水溶液系统或停机，用于消除生物淤积，然后，当水溶液系统重新起动时，生物淤积监测器能够得到在水溶液系统中发生的生物淤积与监测系统中的生物淤积集结相互关系的精确读数。一旦确定水溶液系统中发生的实际生物淤积和柱中发生的的提前生物淤积之间的相关关系，则监测系统的用户可以认出由监测系统提供的提前通知的类型，并且根据供给到柱中的微生物营养物的量可以就增加提前通知还是减少提前通知作出决定。可以控制在柱中发生的生物淤积量的其它因素是：填充材料的尺寸和形状、通过柱的再循环流量以及自水溶液系统从垂直管道阀进入的水溶液的量。换句话说，如果利用再循环系统，填充材料越细或者监测系统中存在的水溶液再循环越多，或者从水溶液系统引入的水溶液越多，对于生物淤积集结的响应越快。

就压力传感器来说，至少两个压力传感器安装在监测系统中。第一压力传感器位于柱的入口，以监测进入柱的水溶液的压力，以及第二压力传感器位于柱的出口或出口附近，以监测排出柱的水溶液的压力。于是可以将两个压力读数进行比较以监测在其间产生的任何压降。通过监测两个压力传感器之间的压力差，画出这些测量值的曲线，可以看出代表生物淤积集结的改变

压力差的方式。换句话说，随着压力差的增加，柱中的生物淤积集结增加，这是由于生物淤积集结增加水溶液流动通过柱的阻力，因此相对于柱的出口增加了柱的入口处的压力。通过根据这些压力传感器读数监测压力差，可以清楚地了解在整个水溶液系统中的生物淤积集结。可以用在本发明中的压力传感器可以是任何能够记录水的流动压力的压力传感器例如机电传感器。

通常，进入柱的入口的水溶液的压力可以是任何通过利用监测系统中的至少一个泵可调节的压力。通常，如果没有利用再循环系统，该压力将为从约 0.1 毫巴(10 帕)到约 1000 毫巴(10^5 帕)，更优选从约 1 毫巴(100 帕)到约 100 毫巴(10^4 帕)。根据需监测的具体水溶液系统，当然可以采用其它压力值。

在本发明的一个优选实施方案中，采用再循环系统。再循环系统主要使水溶液再循环通过柱。该再循环系统至少具有两个目的。首先，再循环系统使通过柱的水溶液的压力增加并维持在较高的压力，该压力根据具体检测系统的需要是可调节的。如上所述，再循环系统的第二个目的是使水溶液再循环通过柱，因此避免从整个水溶液系统引入大量的新鲜水溶液，不然则需要所述水溶液来维持必须的压力。大量的新鲜水溶液的引入还引入了可能阻塞柱的悬浮的残渣，此外，在微生物能够增殖之前可能将微生物溢出柱并引起生物淤积。通常，再循环系统在柱的入口之前和微生物营养物供给管线上游有一进入点，在柱的出口之后有一排出点。正如前面所指出的，再循环系统可以横过柱形成任何类型的水压，例如从约 0.1 毫巴(10 帕)到约 1000 毫巴(10^5 帕)，优选从约 0.5 毫巴(50 帕)到约 200 毫巴(20000 帕)，最优选从约 1 毫巴(100 帕)到约 100 毫巴(10000 帕)。可以使用任何能够维持这种压力的泵例如蠕动泵。此外，即使采用再循环系统，整个监测系统仍然能从柱的出口排出至少一部分水溶液。这种排出至少一部分水溶液将使得能从整个水溶液系统引入新鲜的水溶液，以便维持流动通过整个水溶液系统的水的精确再现，从而提供更精确的生物淤积指示。从整个监测系统排出进入存储槽或吸入点的下游的水溶液的量从约 0.1 到约 2000 毫升/分。因此，通过利用补充管线将新鲜的水溶液引入监测系统，该管线在再循环注入点之前或之后的位置处将添加的水溶液泵入监测系统中。注入具有再循环系统的监测系统中的新鲜水溶液的量可以为任何量，例如从约 0.1 到约 2000 毫升/分，更优选从约 0.5 到约 10 毫升/分，最优选从约 1 到约 3 毫升/分。

本发明的另一优选的选择包含柱中的惰性填充材料。该惰性填充材料的

量不应超过将妨碍任何包含液体的物料通过柱的量。尽管可以采用任何惰性填充材料，但其实例包括但不局限于：碎石、玻璃、耐腐蚀金属、陶瓷材料或它们的组合。一种优选的惰性填充材料至少是一种不锈钢珠。惰性填充材料的量取决于用户希望生成适于生物淤积集结的环境的柱的内部尺寸以及表面积的大小。

图 1 是表示本发明的一个实施方案的示意图。在图 1 中，淤积柱 51 位于入口压力传感器 53 和出口压力传感器 54 之间。再循环泵 52 的定位要使包含微生物营养物的水溶液能通过柱 51 进行再循环。如图 1 中所示，补偿泵 55 从将与再循环水溶液一起引入的水溶液系统(经过入口 60)泵入新鲜的水溶液。一营养物泵 56 从营养物容器 57 泵入微生物营养物，该营养物进入柱，如图 1 中所示。所使用的包含营养物的一定量水溶液在点 A 排出柱系统，并经过出口流 59 在入口的下游位置处再进入水溶液系统。如图 1 中所示，可使用一个四通阀 58，以便旁通需要旁通的网络。

本发明的另一个实施方案包含第二个生物淤积监测系统，其可以与第一淤积监测系统同时运行。因此，可以使用具有入口和出口的第二柱，在第二柱的入口的下游带有任选的微生物营养物供给管线。该第二柱相似于如上所述的第一柱，也具有至少两个压力传感器和任选的第二再循环系统。此外，可以在柱内侧包含惰性填充材料。该第二生物淤积监测系统可以用于各种目的。首先，该生物淤积监测系统可以仅为控制器，其仅使水溶液从水溶液系统通过柱，而不供应微生物营养物(micronutrient)。另外，第二监测系统可以用作第一监测系统的节制闸(check)，以便得到产生的提前生物淤积的精确平均值，如果在两个监测系统中应用营养物供给管线的话。

图 2 表示两个柱系统的实施方案。第一柱和其联结与参照图 1 所介绍的相同，同样的标号代表相同的部件和它们的位置。除了其联结以外，如图 2 中所示，第二柱 63 位于入口压力传感器 62 和出口压力传感器 61 之间。如图 2 中所示，第二再循环泵 64 的定位要使任选包含微生物营养物的水溶液能再循环或可以仅再循环与再循环泵 52 相同数量的水溶液，以便维持精确的控制。补偿泵 65 的定位要使得能引入新鲜的水溶液。A 和 A'代表水溶液排出柱系统以便再引入如上所述的水溶液系统的点。

考虑到上述，本发明还涉及一种提前监测或检测水溶液中的生物淤积的方法。该方法包含利用一个或多个如上所述的生物淤积监测系统。更详细地

说，该提前监测或检测的方法包含使至少一部分水溶液按照连续的方式通过具有入口和出口的柱。该方法还包括将微生物营养物引入要在柱的入口上游位置处通过柱的水溶液中。该方法还包括测量按照连续方式或非连续方式在入口和出口通过柱的流动压力。然后，根据这些测量值可以确定压力差，并可以确定相关关系，以便确定在整个水溶液系统中将发生的提前生物淤积。

为了进一步提供优化柱中生物淤积集结的环境，可以使用加热单元，以便维持在足以促进微生物生长的温度下通过柱的水溶液的温度。通常，通过柱的水溶液的温度优选从约 80°F（26.7°C）到约 140°（60°C）F，更优选从约 90°F（32.2°C）到约 100°F（37.8°C）。所用的加热单元可以是能够维持水溶液的温度所需的任何一种加热单元。这些单元包含但不局限于加热带或套。

根据本发明，利用任何一种的管道布置网例如柔性的或刚性的 PVC 管或其它常规的管系可以使本发明的生物淤积监测器的各种部件彼此连接。利用管道布置网将本发明的各种部件联结的方式与管道布置网的任何联结方式相同。

本发明的优点是：生物淤积监测器可以是自备式单元，该单元有极大的灵活性，因此可以带到各种场所以监测生物淤积集结。图 7 表示这样一种自备式监测单元，在本实施方案中的该单元的长×宽×高尺寸为 22"×18"×30"(55.88×45.72×76.2cm)，重量约 100 磅(45.4kg)。图 7 表示自备式生物淤积监测单元 75。单元 75 包含：数据记录器 66、营养物容器 67、营养物供应泵 68、一个或二个淤积柱(图中示出两个，但可能仅使用一个)69、温度控制盘 70、泵速度控制器 71、压力计 72、补偿泵 73 以及再循环泵 74，其中温度控制盘 70 用于控制通过柱的水溶液的温度。

就向生物淤积监测系统引入至少一种微生物营养物的用途及其优点来说，本发明的另一个实施方案涉及一种提前或按加速方式检测生物淤积的方法。该方法包含的步骤至少有：将至少一种如上所述的微生物营养物引入通过生物淤积监测系统的至少一部分水溶液中。通常，在其中进行任何生物淤积监测的位置之前引入微生物营养物。此外，优选，其中引入至少一种微生物营养物的水溶液具有微生物生长的充足的环境，以促进生物淤积。在本实施方案中应用的生物淤积监测系统可以是任何生物淤积监测系统。

本发明的另一个实施方案涉及一种加速生物淤积监测系统中发生的生物淤积速度的方法，该方法涉及向一测试试样中引入至少一种如上所述的微生

物营养物。该测试试样通常是在居民、商业或工业含水过程或者水处理系统中的水溶液的试样或含水试样。引入的微生物营养物的量可以为任何数量，但最好与被测试的水溶液系统或水系统相比较，该数量能促进微生物的加速生长。微生物营养物的量可以根据被监测生物淤积的具体的水溶液系统或水系统确定。

利用下列实施例进一步阐明本发明，这些实施例仅是本发明的示范。

实施例

流过多孔介质的流体产生压力差，这是由于运动的流体和介质表面之间的粘滞相互作用所致。随着粘滞相互作用的表面面积的增加，摩尔阻力和压力差增加。按照 Darcy 定律压力差的大小受流体密度、粘度、流量、孔隙度以及介质表面粗糙度(C_m)的影响:

压力 = C_m× [粘度/(密度+孔隙度)] ×流量 (公式 1)

表面沉积物例如微生物细胞和在生物膜中发现的相关的残渣能够增加介质粗糙度，从而导致压力增加。随着沉积物开始明显阻塞液体流动通道，引起孔隙度下降，压力进一步增加。这些作用在多孔介质过滤中通常会遇到，其中生物淤积可能明显降低过滤器性能，这里以相同的原理构成灵敏的监测生物淤积的检测器的基础。

在该实施例中，制成一种差分压力式生物淤积监测器，其中金属珠填充柱提供了用于淤积的很大的表面面积，以形成一灵敏可靠的仪器。该仪器不再需要高的流速来得到可测量的信号。

利用填充柱技术监测生物淤积的课题是非生物材料和残渣阻塞柱并干扰生物信号的趋势。在其中存在大量的悬浮物的造纸厂白水回路中这是十分有效的。本发明采用一些设计结构特征并结合区分生物与非生物淤积的技术来避免这一问题。

通过利用再循环泵以产生通过柱的快速的流体，同时利用单独的补偿泵将新鲜工业用水按照较慢的速度引入该系统，实现生物淤积监测器处理高含量悬浮固体颗粒的能力。这种方案维持连续供应工业用水而无需泵入大量新鲜溶液使附带的固体颗粒通过该系统。可以易于将生物淤积监测器上游的少量工业用水过滤，使得高固体颗粒源例如短环路白水能与该仪器一起使用。利用补偿泵可以调节流体在系统中的滞留时间，从而提供几种措施的其中一种来调节仪器的灵敏度。

仪器的灵敏度在生物淤积监测器的响应与被监测的工业过程的性能的相关性方面具有关键的重要性。在几乎所有的情况下，监测器的目的是在粘质沉积物到达会降低产品质量程度之前检测粘质沉积物。为实现这一目标，监测器应在损害集结之前产生一可测量的信号。当前的装置结合几种措施以控制该仪器中的生物淤积速度，使仪器响应能够易于相关于加工质量。

该装置使得供给的工业用水的流量能够调节以增加或减少向监测器供应的新鲜溶液。通过增加或减少用于生长的营养物的供应，进一步影响微生物生长速度。控制仪器灵敏度的第二措施是调整再循环流量。根据公式 1，较高的流量会放大由介质的粗糙度、液体粘度、密度和孔隙度的变化引起的压力变化。用于填充柱的材料的尺寸和形状也可以用于调节灵敏度。例如，填充有小直径珠的柱会快速响应生物淤积，这是由于需要小的沉积物以阻塞珠间的空隙(即空隙度随淤积的扩展而快速下降)。

上述调整可以用于改进监测器的灵敏度，然而，经验已经表明，无粘质造纸机的长时间操作经常伴随有淤积的急剧增加，该淤积少至几天就开始降低纸张的质量。非常希望能提前报警这种粘质的集结，这使操作人员能增加杀微生物剂的剂量或安排适时停机，以优先清洁。在该实施例中，本装置结合两种通道，其中一种利用一补充营养物供给泵，以引入加速该通道中微生物生长的营养物。采用这种方案，与仅供应工业用水的通道相比较，营养富集的通道保证提前几天报警生物淤积。这种设计的优点是，通过添加营养物加速淤积信号证实了淤积性质至少部分地是生物性的，这是由于非生命淤积表示对微生物营养物的添加没有响应。

仪器

在该实施例中的生物淤积监测器是一种设计用于监测在造纸机和其它工业水回路中的粘质和沉积物集结的可独立应用的系统。该系统包含多个泵、压力传感器、温度控制器、数据记录器，它们容纳在一长×宽×高尺寸为22"×18"×30"(55.88×45.72×76.2cm)的金属室中。在监测器室中的吸入蠕动泵(Cole-Parmer 公司型号 E-07553-80)将水以 2-3 毫升/分钟的速率从工业过程传送到双 1.5 厘米内径×20 厘米长的透明的 PVC 柱，在柱中填充有用作生物膜附着用的底层的 1.5 毫米直径 302 不锈钢珠。一单独的蠕动泵使水按 250 毫升/分再循环通过柱，以产生 20-30 毫巴（2000－3000 帕）的基线压力降。利用一单独的泵(Cole-Parmer 公司型号 E-7710-30)按照约 50 微升/分从一个 1 升

容器将葡萄糖(30000ppm)供给到两个通道中的第二个通道(通道 2)，产生约600ppm 的葡萄糖添加物以便刺激微生物生长。含有填充珠的柱胶接到用于易于更换的 PVC 快速连接接头且整个生物淤积监测器液体流动通道包含 PVC 以及不锈钢连接件以及耐化学腐蚀的 Norprene 和 Tygon 管，以便能够使泵入的清洁溶液通过系统用以进行清洁。利用 Omega CN76000 温度控制器通过电加热套(Cole-Parmer 公司型号 E-03125-20)将含有填充珠的柱加热，以维持所需的温度例如 100°F(37.8°C)，以便刺激微生物生长。Omega CN375 热限制型控制器监测该加热套和透明的 PVC 填充珠的柱之间的表面温度，以防止 PVC 的熔化。提供 4-20 毫安输出信号的差压计(Cole-Parmer 公司型号 E-07354-05)用 1/8"(0.3175cm)内径 1/4"(0.635cm)外径的充水 tygon 管线连接到位于柱一端的 PVC'T'形连接件。压力计测量横过填充有珠的柱的差压，并将数据显示在位于在室前板上的数字和条图形测量计(Cole-Parmer 公司型号 E-94271-00)上。从压力计输出的 4-20 毫安通过 100 欧电阻以产生 0.4-2 伏(直流)与压力成比例的信号，利用位于室内部的 Onset Computer HOBO8 数据记录器以 10 分的间隔读出该信号。整个生物淤积单元为自备式型，仅需要 120 伏(交流)单相电源和用于操作的连续工业用水源。

为启动监测时间段，将清洁的柱安装到生物淤积监测器，并利用补偿泵将工业用水泵入该系统；启动再循环泵和营养物供应泵；将数据记录器起动。在很多应用中，基线时间段将保证在压力维持恒定期间后接着快速地通常按指数增加压力。基线和指数时间段分别代表诱导和生长阶段。

生物淤积监测器用实验方法应用在牛皮浆、碱性高级纸造纸厂，以评估仪器的性能和检查补充营养物对淤积响应的效果。所选择的造纸厂在单一机器上利用阔叶木、松木的混合物和来自机外涂布机的损纸，每天生产 600-1000 吨高级涂布纸。利用卤素和有机溴的组合将造纸厂的粘质成分保持在良好的控制之下，然而，降低杀虫剂剂量的压力使该造纸厂是监测试验的优异场所。在这里所述的开始测试期间，建立了基线淤积响应，可以相对该基线淤积响应比较降低杀虫剂用量的将来的努力。

用于生物淤积测试的溶液从已经通过 Albany 筛网的净化白水中抽吸。另外通过一小的澄清器和一 20 微米过滤器对水进行处理，以便在进入生物淤积监测器之前进一步降低悬浮的固体物。这些步骤将来自悬浮物质的淤积降低到最少，以便能响应需评估的生物淤积。在正常操作中，在澄清器中的快速

溶液翻转保证避免停滞生长状态。在再循环环路中对于生物淤积单元的补偿是按2-3毫升/分连续的，使得在循环回路内的停留时间约2小时。流入的溶液的温度为120-130°F(48.9-54.4°C)。补充的葡萄糖供给到两个生物淤积通道中的第二个通道，以提供600ppm的最终溶液浓度。

在完成湿部熬煮时与造纸机起动同时将装配有清洁的淤积柱的监测器联机安装。这种时间安排使得淤积响应参照清洁机器的状态。31天之后，更换两个通道的淤积柱，44天之后，再次更换通道2的柱。在预定计划的维护操作期间在38天时熬煮造纸机湿部。图3和4表示持续51天的数据记录。

在31天，通过取出不锈钢珠并用10倍手持放大镜(hand lens)检查珠表面，对取下的淤积的柱目测检查粘质的存在。还通过利用表面活性剂提取沉积物并利用工业ATP分析仪分析提取物对珠进行微生物活性分析。通过超声破碎取沉积物的各个试样，并利用能量散布式X射线荧光分析仪检查元素的含量。

结果

数据记录表明，在前14天时间段期间两个通道的信号维持稳定在10-20毫巴。14-20天之间，漂移到30-40毫巴(3000-4000帕)，接着返回到两个通道发生的基线。在21天，葡萄糖通道(通道2)的信号开始按指数增加，达到与压力传感器的最大信号相对应的80毫巴(8000帕)的极限值。两至三天之后，通道1的信号呈现相似的指数增加。在31天安装清洁的新淤积柱以使信号返回到低基线值。

安装新的柱之后的3-4天发生对于通道2的下一次的淤积过程，并且约3天之后接着发生看上去为通道1出现指数位移的开始。当造纸机在38天熬煮时后者的增加被截断，然后，在6-7天之后再发生，在46天达到极限值。几天之后，通道1的信号下降到约50毫巴(5000帕)。在44天时安装在通道2的新淤积柱导致与在32-36天的状况十分相似的响应。

安装新的柱之前在31天时对在不锈钢珠上的沉积物进行视觉检查。肉眼观察到在柱内部的淡黄色至琥珀色粘质束，以及用10倍放大镜检查沉积物表明在珠之间跨越空隙的生物膜的网状基质。ATP分析仪表明在从珠表面提取的物质中存在很强的微生物活性。沉积物的元素分析表明铝、硅和钙出现峰值，这表明该物质中还存在泥土和碳酸钙细屑。

在安装新柱时的底线区的出现对应于慢的在生物淤积中经常观察到的起初的微生物附着时间段(诱导时间段)。两个通道的基线数据的相似性表明，两

者均对小的信号波动均匀响应，该信号波动可能由进入系统的悬浮固体物和细屑的变化引起的。这些物质会改变溶液的粘度和密度，按照 Darcy 定律影响横过淤积柱的压降。数据记录表明，这些波动十分易于与真实的淤积事件区分。

在 14 天时开始的压力漂移未能被清楚地解释，然而，该事件与停止流动到澄清器的阻塞的管线的形成相吻合。在 22 天时通道 2 信号增加，在 25 天时通道 1 信号增加表明由葡萄糖通道给出的 2-3 天提前报警。该结果与预期对较高营养物浓度的诱导时间的增加相吻合。在安装新的柱之后(31 天)将通道 1 和 2 的信号相比较再次表明葡萄糖通道提供 2-3 天对于生物淤积的提前报警(这里对于通道 1 的响应由于造纸机的熬煮而截断)。

通道 2 中新的淤积柱安装(32 天和 44 天)导致的指数增加相似于如上所述的指数增加，但其开始得更快。在这两种情况下，更快的增加在柱安装之后的 3-4 天开始并且可能由当更换淤积柱时未清洁的监测器内部微生物接种物所促进。在 38 天时通道 1 的信号降低与该湿部熬煮相吻合并且进一步说明了该仪器响应于影响微生物生长的各个因素。在 47 天时通道 1 信号的降低可与其中随着部分粘质层在淤积柱内部分离或移动压力变化的脱落事件相一致。

在 22 和 25 天淤积信号的指数形式与生物淤积相吻合，并进一步表明添加葡萄糖对于仪器响应的影响。图 5 表示在这些区域中适合于数据的指数曲线，图 6 表示绘出的压力与时间相互关系的对数曲线。后一曲线的斜率给出了对于通道 1 和 2 的具体淤积速度分别为 $1.03d^{-1}$ 和 $1.27d^{-1}$。这些曲线分别对应于用于使淤积信号加倍所需的时间的 13 和 16 小时。对在 36 天(通道 2)和在 45 天(通道 1)淤积信号的分析还表明对于葡萄糖通道具有较高的特定淤积速度。

造纸厂评估证明，利用联机监测器可以测量在造纸厂白水中的微生物活性和粘质成分。ATP 和元素分析表明淤积沉积物包含微生物和无机物两者，正如在造纸机沉积物中发现的典型的粘质和截留的残渣一样。在监测器评估的过程中所产生的纸的湿部的化学性质没有呈现出与粘质相关的问题，表明监测器能够鉴别在开始降低纸的质量之前的微生物的活性。通过补充添加对生物淤积提供提前报警的营养物，加速了对微生物活性的响应。在正常运行中，在增加营养物的通道中的信号可以用于预测将在几天之内发生淤积，向造纸厂的操作人员提供补充添加杀虫剂的机会，例如通过关键性的产品运行

来扩大生产或者安排适时停机以便优先清洁。

通过考虑本文所披露的本申请和本发明的实践对本技术领域的技术人员来说明显有其它实施方案。说明书和实施例仅是示范性的，本发明的构思和范围是由权利要求限定的。

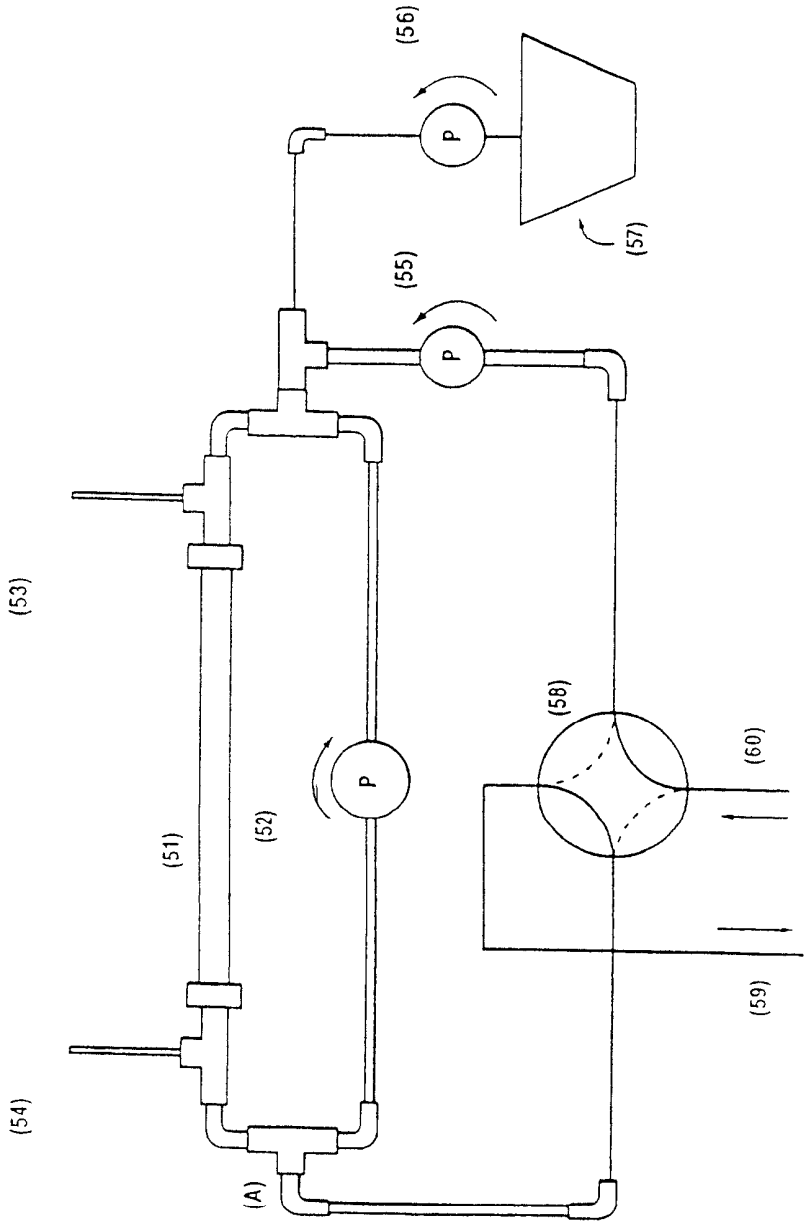


图 1

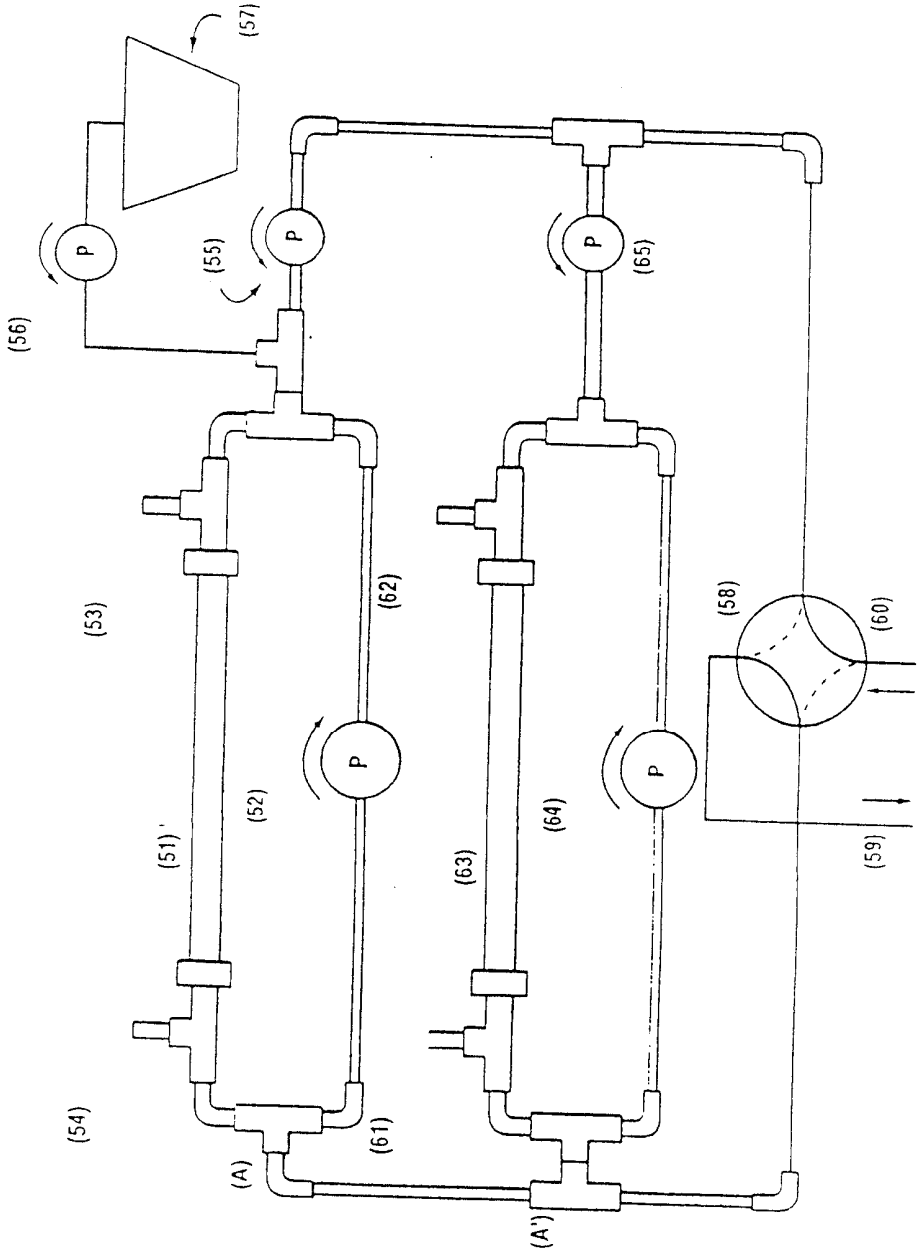


图 2

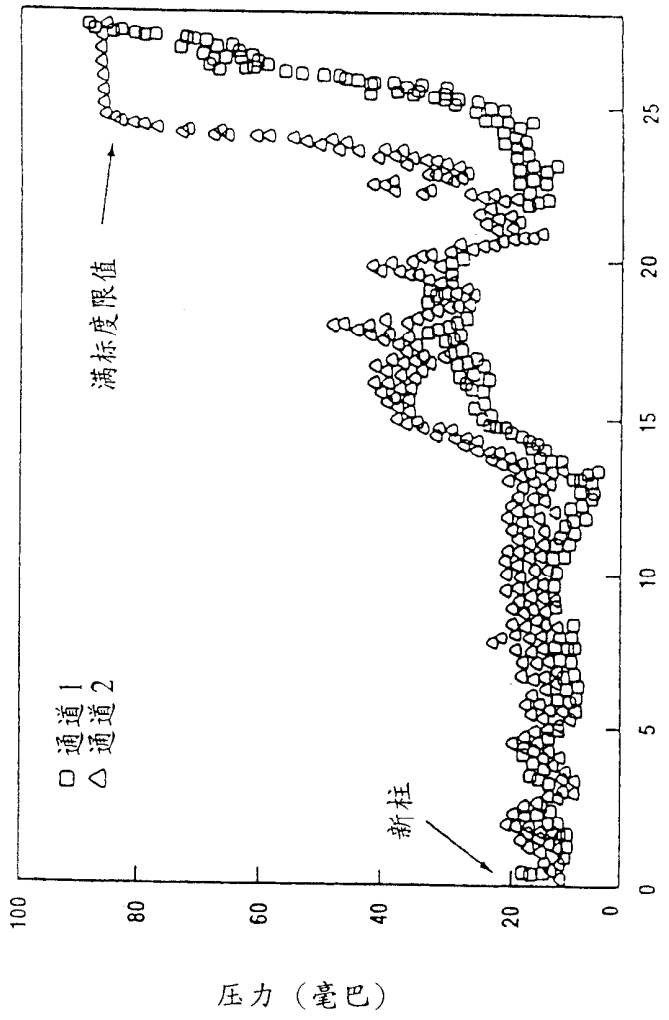


图 3

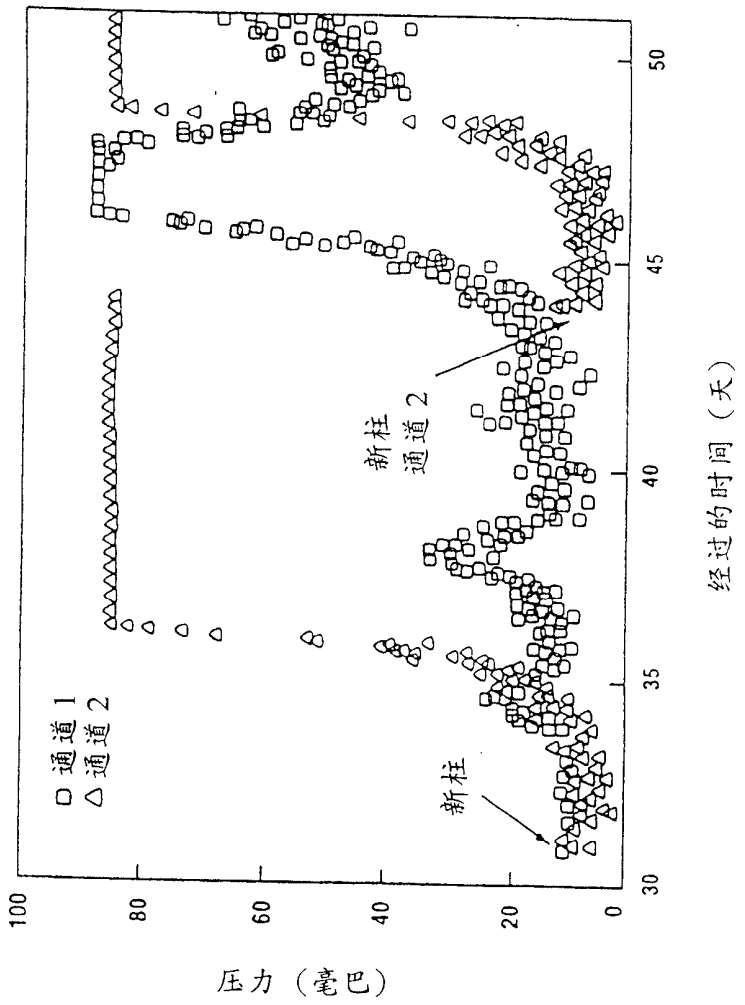


图 4

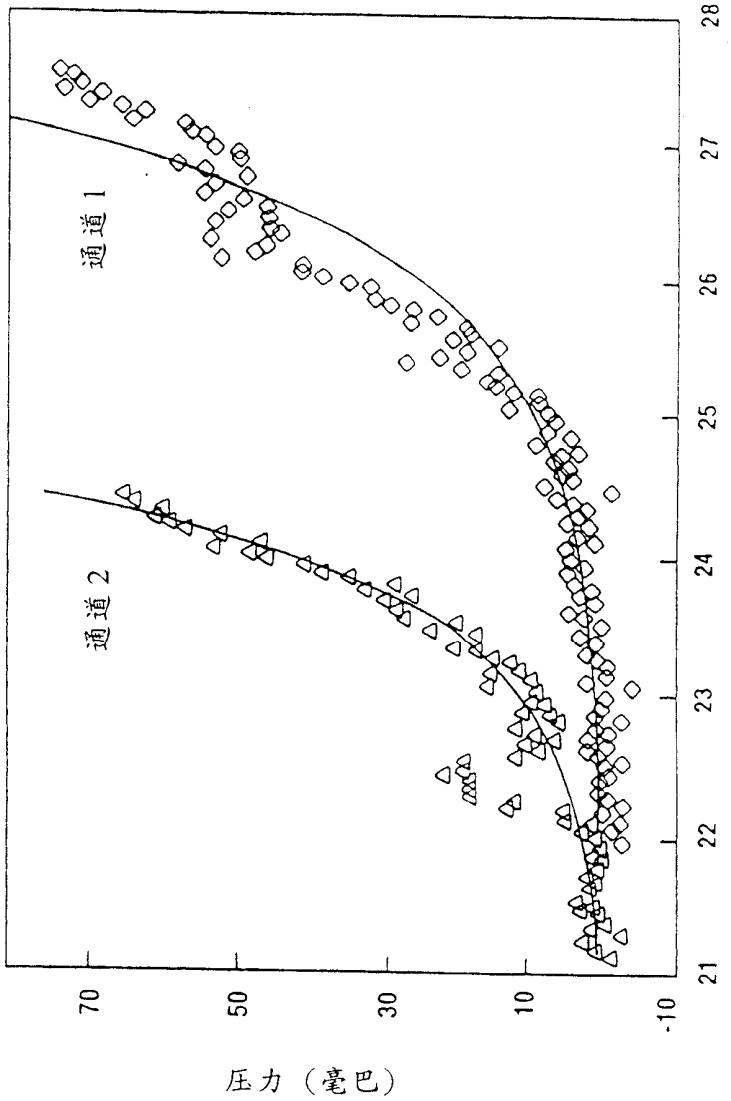


图 5

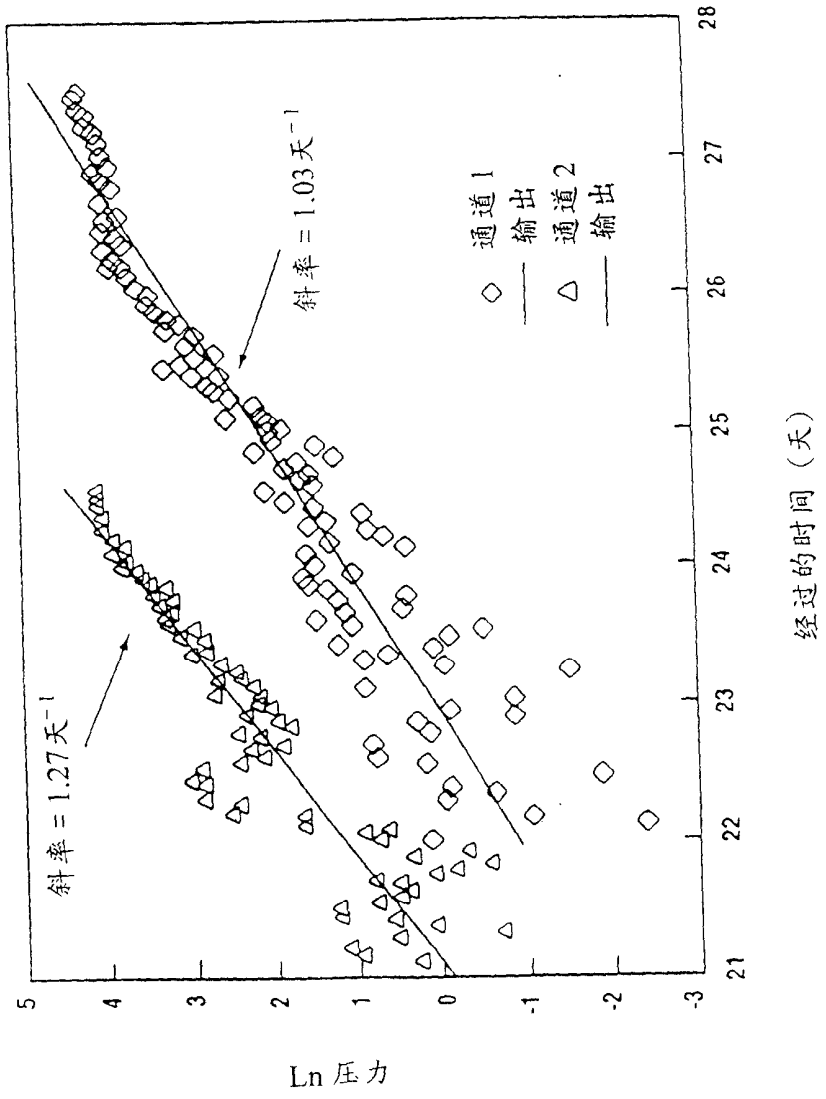

斜率 = 1.27天$^{-1}$
斜率 = 1.03天$^{-1}$
通道 1
输出
通道 2
输出
Ln 压力
经过的时间（天）
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
21
22
23
24
25
26
27
28

图 6

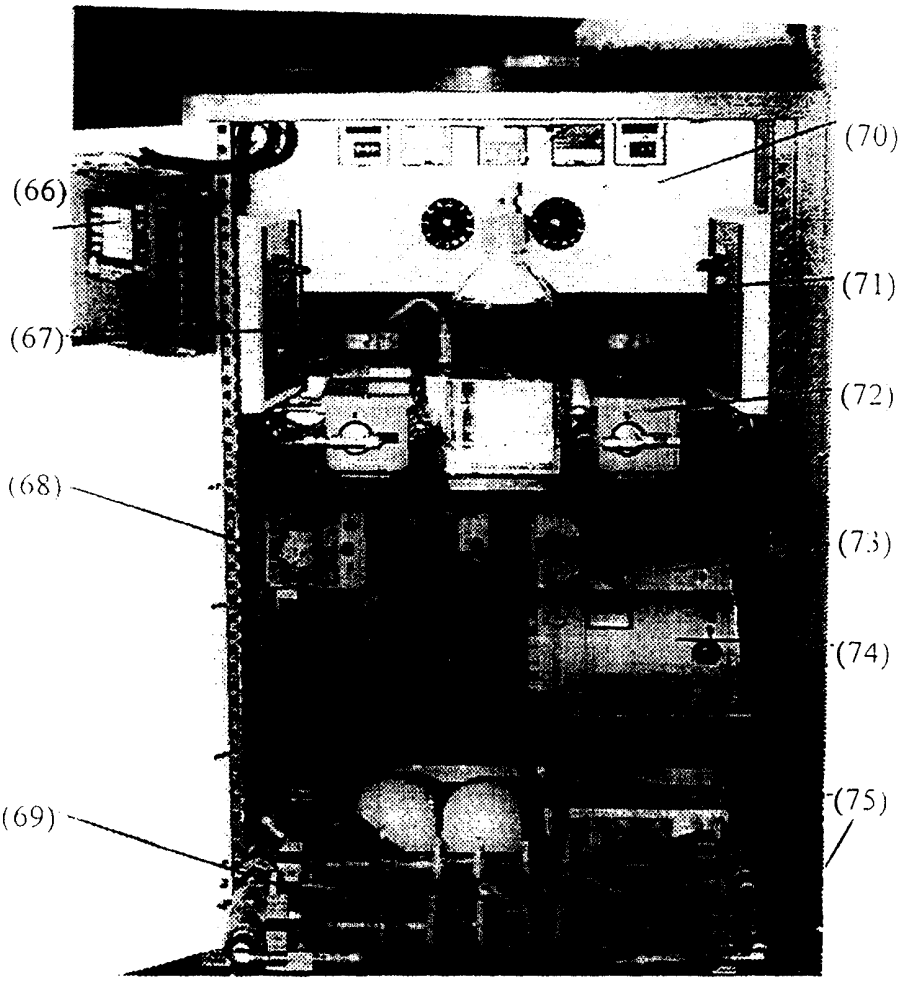


图 7