



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636655 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 200880008759. 7

G01N 21/33 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 01. 24

G02F 1/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

0752882 2007. 01. 25 FR

(56) 对比文件

EP 0707247 A1, 1996. 04. 17, 全文.

DE 19645246 A1, 1997. 10. 23, 全文.

US 5870692 A, 1999. 02. 09, 全文.

WO 98/40721 A1, 1998. 09. 17, 全文.

FR 2783322 A1, 2000. 03. 17, 全文.

US 6351986 B1, 2002. 03. 05, 全文.

US 2003/0236649 A1, 2003. 12. 25, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 09. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2008/050110 2008. 01. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02008/104647 FR 2008. 09. 04

审查员 徐建营

(73) 专利权人 法国威立雅水务集团

地址 法国巴黎

(72) 发明人 马里 - 皮耶尔 · 德尼厄勒

奥利维耶 · 达尼埃勒 阿诺 · 比卡耶

西里勒 · 勒穆瓦纳

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限

公司 72003

代理人 姜燕 陈晨

(51) Int. Cl.

G01N 33/18 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

用于对流出物成分的变化进行定性的方法

(57) 摘要

本申请涉及一种用于对流出物成分的变化进行定性的方法,该方法包括随时间对流出物的至少第一参数和第二参数执行多个测量。本申请的特点在于,在每一时刻,该方法包括:确定参数的第一导数和第二导数;定义第一逻辑域和第二逻辑域;分配第一导数属于第一逻辑域的概率;分配第二导数属于第二逻辑域的概率;定义全局逻辑域;分配全局属性概率;以及根据所述全局属性概率对流出物成分的变化进行定性。

1. 一种对流出物成分的变化进行定性的方法,其中随着时间的进行,连续测量所述流出物的至少一个第一物理-化学参数和一个第二物理-化学参数,所述方法的特征在于,在每个时间步长进行以下动作:

- 确定第一参数和第二参数中每一参数的第一导数;
- 确定第一参数和第二参数之间的至少一个第二导数;
- 为每个所述参数的第一导数定义第一逻辑域,该第一逻辑域包括至少一个正常第一逻辑域和一个异常第一逻辑域,所述正常第一逻辑域与所述第一导数的正常变化相对应,所述异常第一逻辑域与所述第一导数的异常变化相对应;
- 对每个所述参数的第一导数属于所述第一逻辑域中每一逻辑域的第一概率进行分配;
- 定义第二逻辑域,该第二逻辑域包括至少一个正常第二逻辑域和一个异常第二逻辑域,所述正常第二逻辑域与所述第二导数的正常变化相对应,所述异常第二逻辑域与所述第二导数的异常变化相对应;
- 对所述第二导数属于所述第二逻辑域中每一逻辑域的第二概率进行分配;
- 根据所述第一逻辑域和所述第二逻辑域定义全局逻辑域,该全局逻辑域包括至少一个正常全局逻辑域和一个异常全局逻辑域;
- 对所述参数的第一导数和至少一个第二导数的组合属于所述全局逻辑域中每一逻辑域的全局概率进行分配;以及
- 根据所述全局概率对所述流出物成分的变化进行定性。

2. 根据权利要求1所述的定性的方法,其中对于每个所述参数的第一导数,根据通过由先前时间步长中确定的所述参数的所述第一导数的值组成的集合而被估计出来的标准差的倍数,定义所述第一逻辑域。

3. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中对于每个所述参数的第一导数,还根据由先前时间步长中确定的所述参数的所述第一导数的值组成的集合的平均值或中间值定义所述第一逻辑域。

4. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中根据基于由先前时间步长中确定的所述至少一个第二导数的值组成的集合而被估计出来的标准差的倍数,定义所述第二逻辑域。

5. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中根据基于由先前时间步长中确定的所述参数的所述第一导数的值和所述至少一个第二导数的值组成的集合而估计出来的标准差的倍数,定义所述全局逻辑域。

6. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中对于每个所述参数的所述第一导数,定义与所述第一导数的亚正常变化相对应的第一中间逻辑域。

7. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中对于所述至少一个第二导数,定义与所述第二导数的亚正常变化相对应的第二中间逻辑域。

8. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中定义中间全局逻辑域。

9. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中根据所述第一概率和所述第二概率的加权和计算所述全局概率。

10. 根据权利要求1或2所述的定性的方法,其中:

- 定义包括至少一个正常第三逻辑域和一个异常第三逻辑域的第三逻辑域,该第三逻辑域是根据所述第一逻辑域定义的;

- 定义包括至少一个正常第四逻辑域和一个异常第四逻辑域的第四逻辑域,该第四逻辑域是根据所述第二逻辑域定义的;

- 对由所述参数的第一导数组成的集合属于所述第三逻辑域中每一逻辑域的第三概率进行分配;

- 对至少由所述至少一个第二导数组成的集合属于所述第四逻辑域中每一逻辑域的第四概率进行分配;

- 根据所述第三逻辑域和所述第四逻辑域定义所述全局逻辑域。

11. 根据权利要求 10 所述的定性的方法,其中根据所述第三概率和所述第四概率的加权和计算所述全局概率。

12. 根据权利要求 11 所述的定性的方法,其中所述加权和包括至少一个动态加权系数。

13. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中对所述流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是具有最大全局概率的逻辑域。

14. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中对所述流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是所述全局概率为非零的最异常的逻辑域。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中对所述流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是所述全局概率为大于预定阈值的最异常的逻辑域。

16. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中所述第一导数是时间导数。

17. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中所述第一参数是在第一波长测量到的所述流出物的吸光率。

18. 根据权利要求 1 或 2 所述的定性的方法,其中每个所述参数均是给定波长下所述流出物的吸光率。

19. 根据权利要求 18 所述的定性的方法,其中所述第一导数是给定波长的所述吸光率相对于时间的导数,所述第二导数是在给定时间步长中计算出的所述吸光率相对于波长的导数。

用于对流出物成分的变化进行定性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液体或气体流出物成分的分析 and 在线控制(on-line control) 领域, 液体或气体流出物例如为饮用水、城市废水或工业废水。

[0002] 本发明尤其涉及一种检测这种液体或气体流出物成分的变化方法。

背景技术

[0003] 在本领域公知的检测方法中, 在管线中(in-line)实现测量, 例如在废水处理站上游侧的管道中实现测量。

[0004] 这种方法检测流出物成分中存在的任何异常, 特别是任何物理 - 化学或生物学的异常, 这些异常易于在实现测量的位置的处理工艺下游造成事故。

[0005] 获取管线中的这些测量结果并对它们进行数学处理, 以警告操作者有成分与通常送到处理站的流出物成分不同的流出物到达。如果需要, 操作者可采取适当措施, 例如通过使“不同”的流出物转移到另一处理单元和 / 或对流出物进行取样以稍后进行分析。

[0006] 检测流出物的变化的一些在线方法使用可见紫外线(VIS-UV) 分光光度技术(spectrophotometry), 以基于一组信号表示流出物的定性变化。

[0007] 对于定性方面, VIS-UV 光谱用作流出物的“指纹(fingerprint)”。

[0008] 换言之, 给定的流出物具有其自身的 VIS-UV 光谱, 包括特定点(称作等吸收点, isobestic point), 该光谱在理论上是不随时间变化的。

[0009] 显然, 只要检测到管线中测量的 UV 光谱中有变化, 则该变化反映了流出物成分的变化。

[0010] 所获得的信息向操作员示出流出物的整体质量是否保持不变, 但并不提供对流出物所表现出的危害的评估。最后, 并不一定所有的流出物都存在这些点, 这通常使该方法无效。

[0011] 如文件 FR 2783322 和 FR 2787883 中所描述的, 在假设流出物的每个 UV 光谱可以被看作是少量已知 UV 光谱(称为参考光谱)的线性组合的基础上, 处理 UV 光谱的另一公知方法使用 UV 光谱的去卷积, 该方法具体针对被研究的流出物中的特殊化合物。

[0012] 因此, 该方法假定流出物的成分或为易于在流出物中找到的化合物为公知常识, 这要求事先进行实验室分析。而且, 必须事先建立化合物光谱库或预定成分光谱库。

[0013] 文件 EP 1070954 涉及使用可见 UV 光谱中的分光光度技术, 以通过对光谱进行去卷积来确定全局参数。该文件提出了随时间监测流出物, 以确定可能的污染开始显现的精确时刻。因此该方法要求在实现测量的每个点, 通过传统方法预先将流出物特征化, 并预先校准、识别被分析的流出物特有的参考光谱。

[0014] 因此, 公知的定性方法完全依赖使用该方法的环境。尤其是, 在 VIS-UV 分光光度技术中, 假定流出物在波长所关注的范围内吸收。

[0015] 现有技术的方法的另一缺陷是它们不能进行其它类型的测量, 如 pH, 传导率或者特别是温度测量。

发明内容

[0016] 本发明的一个目的是提出一种对流出物成分的变化进行定性(qualify)的方法,其中实现对流出物的至少一个第一物理-化学参数和一个第二物理-化学参数随时间的连续测量,该方法与使用该方法的环境无关,并且该方法能够如处理非参数测量值一样处理参数测量值。

[0017] 本发明是通过在每个时间步长(time step)内执行下述动作来实现其目的的:

[0018] • 确定第一参数和第二参数中每一参数的第一导数(first derivative);

[0019] • 确定第一参数和第二参数之间的至少一个第二导数(second derivative);

[0020] • 为每一参数的第一导数定义第一逻辑域,该第一逻辑域包括至少一个正常第一逻辑域和一个异常第一逻辑域,所述正常第一逻辑域与所述第一导数的正常变化相对应,所述异常第一逻辑域与所述第一导数的异常变化相对应;

[0021] • 对每个所述参数的所述第一导数属于所述第一逻辑域中每一逻辑域的第一概率进行分配;

[0022] • 定义第二逻辑域,该第二逻辑域包括至少一个正常第二逻辑域和一个异常第二逻辑域,所述正常第二逻辑域与所述第二导数的正常变化相对应,所述异常第二逻辑域与所述第二导数的异常变化相对应;

[0023] • 对所述第二导数属于所述第二逻辑域中每一逻辑域的第二概率进行分配;

[0024] • 根据所述第一逻辑域和所述第二逻辑域定义全局逻辑域,该全局逻辑域包括至少一个正常全局逻辑域和一个异常全局逻辑域;

[0025] • 分配所述参数的第一导数和至少一个第二导数的组合属于所述全局逻辑域中每一逻辑域的全局概率;以及

[0026] • 根据所述全局概率对所述流出物成分的变化进行定性。

[0027] 因此,通过本发明,事先不必知道流出物的“通常”成分就能检测其成分变化的异常。

[0028] 而且,通过本发明,事先也不必为了初始化该方法而进行分析。

[0029] 相反,本发明的方法只要求在时间上连续测量参数,以适于该方法使用的环境,该环境例如可以是流出物处理网络,或者是饮用水网络或者工业场所。

[0030] 这意味着本发明的方法简单并可快速使用,而不需要使用公知方法时必须进行的那些预备校验步骤或实验室分析。

[0031] 而且,有利地,本发明的方法基于分析光谱测量值的变化可与基于分析幅度测量值的变化差不多,例如但不仅仅是 pH、氧化还原电势、传导率或者温度。

[0032] 本发明的主要目的之一是立即、实时告诉操作员可能有含危险成分的流出物到达。

[0033] 为此,分析所获得各参数中每一参数的变化发展过程,并且还分析第一参数和第二参数之间的相对变化的发展过程。

[0034] 在本发明的含义中,第一导数是相对于相同的量(优选为时间),而第二导数表示一个参数相对于另一参数的变化,优选是随时间的变化。

[0035] 如果参数取决于非时间变量,则第二导数例如可以是针对给定时间步长的参数相

对于所述变量的导数。

[0036] 换言之,每个参数发展变化的方式(优选是随时间发展变化的方式)是使用第一导数分析的。这会得到参数的各体方差(individual variance),第一导数是时间导数较为有利。

[0037] 相反,参数之间相对于彼此的发展变化方式是使用第二导数分析的。这在本文被称作所述参数的互方差(cross variance)。

[0038] 互方差特别用来确定参数是否是以相似或者至少是相关联的方式发展变化的。

[0039] 参数的数目优选为明显大于 2。

[0040] 优选第二导数的数目与参数组合的数目一样多。

[0041] 本发明的根本思想是将个体方差和互方差进行比较,从而建立对流出物成分的全局方差(global variance)的显示。

[0042] 实施本发明方法的数学处理是以其它领域众所周知的模糊逻辑理论为基础的,因此上文提到的比较是通过在其它领域众所周知的推理运算来实现的。

[0043] 全局方差显示的作用是可以将流出物成分的变化定性为正常或异常,或者通过任何其它适当的限定方式(qualifier)进行定性。

[0044] 更准确地讲,分配每个参数的第一导数属于第一逻辑域中每一逻辑域的第一概率表征参数的个体方差,而分配第二导数属于第二逻辑域中每一逻辑域的第二概率表征参数的互方差。

[0045] 最后,显然分配所述全局概率的步骤表征参数的全局方差。

[0046] 本发明应用的数学处理优选采用由先前时间步长中的参数值组成的至少一个可变长度移动数据库,从而该方法自身就能适应流出物的自然发展变化过程。

[0047] 移动数据库是一个包含预定数目的值的数据库,在数据库中放置新数据项使得必须删除最早存储的值。

[0048] 这暗示操作员不必设置阈值来确定流出物是否变化或者不必设置阈值以使任何这类阈值适应流出物的自然发展变化,这是特别有益的。

[0049] 相反,通过本发明,所述方法自动确定这些阈值作为存储在数据库中的数据的函数。

[0050] 如上所述,本发明的方法不需要事先或以其它方式在实验室中对流出物进行任何测量。而且,不需要对所使用的数学工具进行预先校验。

[0051] 这省去了针对流出物的某些特征进行测量的必要,因此本发明的方法提供了一种与流出物成分的变化关联的危险性风险的总体处理方法。

[0052] 最后,可以选择简单的定性标准,例如“红灯”表示流出物变化很大,这暗示处理存在故障的风险高,相关联地,例如“绿灯”表示流出物变化较小或者根本没有变化。

[0053] 对于每个参数的第一导数,根据标准差的倍数定义第一逻辑域是有利的,该标准差是通过在先前时间步长中确定的所述参数的第一导数值组成的集合估计出来的。

[0054] 对于每个参数的第一导数,还优选根据由先前时间步长中确定的所述参数的第一导数值组成的集合的平均值或中间值定义第一逻辑域。

[0055] 根据标准差的倍数定义第二逻辑域是有利的,该标准差是根据由先前时间步长中确定的所述至少一个第二导数值组成的集合估计出来的。

[0056] 根据标准差的倍数定义全局逻辑域是有利的,该标准差是根据由先前时间步长中确定的参数的第一导数值和所述至少一个第二导数值组成的集合估计出来的。

[0057] 在至少一个移动数据库中(如上文提到的移动数据库)存储在上述先前时间步长中确定的值是有利的。

[0058] 为了改进对流出物成分的变化定性,对于每个参数的第一导数,定义与所述第一导数的亚正常(subnormal)变化相对应的第一中间逻辑域。

[0059] 对于所述至少一个第二导数,定义与所述第二导数的亚正常变化相对应的第二中间逻辑域。

[0060] 此外,还可以定义与流出物成分的非常异常的变化相对应的一个或多个全局中间逻辑域。

[0061] 实践中,除了以上提到的红灯和绿灯之外,可以使用“琥珀色灯”,所述琥珀色灯反映流出物在可接受的范围内的变化,风险被估计为适中,但需要提高警惕性(有朝红灯发展的潜在危险)。

[0062] 在第一实施例中,根据所述第一概率和第二概率加权并计算所述全局概率。

[0063] 在第二实施例中:

[0064] • 定义包括至少一个正常第三逻辑域和一个异常第三逻辑域的第三逻辑域,该第三逻辑域是根据第一逻辑域定义的;

[0065] • 定义包括至少一个正常第四逻辑域和一个异常第四逻辑域的第四逻辑域,该第四逻辑域是根据第二逻辑域定义的;

[0066] • 对由参数的第一导数组成的集合属于第三逻辑域中每一逻辑域的第三概率进行分配;

[0067] • 对至少由所述至少一个第二导数组成的集合属于第四逻辑域中每一逻辑域的第四概率进行分配;

[0068] • 根据第三逻辑域和第四逻辑域定义全局逻辑域。

[0069] 在第二实施例中,插入另外的第三逻辑域和第四逻辑域,以改进对流出物成分变化的定性,并防止误报警。

[0070] 优选地,正常第三逻辑域与正常第一逻辑域的并集对应,异常第三逻辑域与异常第一逻辑域的并集对应,正常第四逻辑域与正常第二逻辑域的并集对应,异常第四逻辑域与异常第二逻辑域的并集对应。

[0071] 定义亚正常第三逻辑域和亚正常第四逻辑域是有利的,亚正常第三逻辑域优选与亚正常第一逻辑域的并集对应,亚正常第四逻辑域优选与亚正常第二逻辑域的并集对应。

[0072] 优选定义五个全局逻辑域。

[0073] 第一全局逻辑域优选与正常第三逻辑域和正常第四逻辑域的并集对应。

[0074] 第二全局逻辑域优选与正常第三逻辑域和亚正常第四逻辑域的并集以及亚正常第三逻辑域和正常第四逻辑域的并集之间的并集对应。

[0075] 第三全局逻辑域优选与正常第三逻辑域和异常第四逻辑域的并集与亚正常第三逻辑域和亚正常第四逻辑域的并集以及与异常第三逻辑域和正常第四逻辑域的并集之间的并集对应。

[0076] 第四全局逻辑域优选与亚正常第三逻辑域和异常第四逻辑域的并集与异常第三

逻辑域和亚正常第四逻辑域的并集之间的并集对应。

[0077] 第五全局逻辑域优选与异常第三逻辑域和异常第四逻辑域的并集对应。

[0078] 最后,在由参数的第一导数和第二导数组成的集合属于全局逻辑域的全部概率被计算之后,再进行分配。

[0079] 根据所述第三概率和第四概率加权和计算所述全局概率是有利的。

[0080] 所述加权和优选包括至少一个动态加权系数,例如由在先前时间步长中确定的第一导数的值组成的集合评估的标准差。

[0081] 在第一变型中,对流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是具有最大全局概率的逻辑域。

[0082] 优选地,只用第五全局逻辑域来确定流出物成分的变化。

[0083] 显然,该第五全局逻辑域是流出物成分的变化特别异常的概率为最大的逻辑域。

[0084] 在第二变型中,对流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是所述全局概率为非零的最异常逻辑域。

[0085] 在第三变型中,对流出物成分的变化进行定性的全局逻辑域是所述全局概率大于预定阈值的最异常逻辑域。

[0086] 在本发明的优选实施例中,第一参数是在第一波长测量的流出物的吸光率。

[0087] 每个参数优选是给定波长的流出物的吸光率。

[0088] 优选在每个时间步长中测量多个波长的流出物吸光率,优选波长范围在 200 纳米(nm)到 700 纳米(nm)。

[0089] 第一导数为给定波长下吸光率相对于时间的导数是有利的,第二导数为在给定时间步长中计算的吸光率相对于波长的导数是有利的。

[0090] 本发明还提供了一种使用本发明的方法跟踪流出物成分的变化和设备。

[0091] 在阅读下文通过非限制性例子给出的本发明的实施例的描述后,本发明的其它特征和优点是更加显而易见的。

附图说明

[0092] 说明书参照附图,其中:

[0093] 图 1 是表示使用本发明的方法用来监测流出物成分的变化设备的图;

[0094] 图 2 是表示本发明的优选实施例的步骤的图;

[0095] 图 3 是表示用来确定属于第一逻辑域的第一导数的概率的三角函数的曲线图;以及

[0096] 图 4 是表示用来确定属于第二逻辑域的第二导数的概率的三角函数的曲线图。

具体实施方式

[0097] 本发明方法的优选实施例的目的是评估化工流出物的成分随时间的变化,借助图 1- 图 4 在下文对该优选实施例进行详细描述。

[0098] 图 1 示出了使用本发明方法的本发明的设备 10。

[0099] 通过该图可以看出,设备 10 包括用来测量在管道 14 中流动的流出物的吸光率的测量装置 12,该测量装置 12 优选但不必然位于流出物处理站 15 的上游侧。

[0100] 由测量装置 12 测量的值被存储在存储装置 16 中,微处理器 18 实现计算以对流出物成分的变化进行定性。

[0101] 计算结果优选由可视界面 20 给出,该可视界面 20 包括表征流出物偏离正常水平的变化的三个有色灯,例如,绿灯、琥珀色灯和红灯。

[0102] 借助图 2 在下文详细解释本发明的方法。

[0103] 在该实施例中,实现随时间的连续测量,产生多个参数,即在多个波长中的每个波长下流出物的吸光率。

[0104] 换言之,在每个时间步长中,在步骤 S101 期间,在波长为 200nm 到 700nm 的范围内(优选在波长 230nm 到 500nm 的范围内)测量流出物的吸光率。

[0105] 优选通过以 1nm 的步幅改变波长来进行测量,时间步长 t 优选持续两小时。

[0106] 图 2 表示在每个时间步长中执行的步骤。

[0107] 因此,在该实施例中,在波长为 230nm 到 500nm 的范围内测量吸光率,每两小时同时测量流出物中的 271 个参数。因此,显然本发明的含义是,第一参数是波长为 230nm 的吸光率,第二参数是波长为 231nm 的吸光率,直到第 271 个参数,其为波长为 500nm 的吸光率。

[0108] 显然,参数的数目不局限于 271 个,在不偏离本发明范围的情况下可以选择不同数目的参数。优选地但不必须,存储装置包括存储用于多个时间步长 t 的参数测量值的数据库。

[0109] 在第二步骤 S102 中,通过计算相同波长下两个连续吸光率的值之间的差,再用该结果除以两个测量值之间的时间差 Δt ,来确定 271 个参数中的每个参数的第一导数。

[0110] 因此,如果考虑第一参数,即流出物在 230nm 的吸光率 Abs ,则第一参数的第一导数 $d_{1,1(t)}$ 的表达式如下:

$$[0111] \quad d_{1,1}(t) = \frac{Abs_{230}(t) - Abs_{230}(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

[0112] 同样地,对于第二参数的第一导数 $d_{1,2(t)}$, $d_{1,2(t)}$,其表达式如下:

$$[0113] \quad d_{1,2}(t) = \frac{Abs_{231}(t) - Abs_{231}(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

[0114] 如此直到得到第 271 个参数的第一导数。

[0115] 在第三步骤 S103 中,确定参数间的至少一个第二导数。

[0116] 为了更准确起见,在此例子中,定义 271 个参数的 270 个第二导数。第一个第二导数 $d_{2,1(t)}$ 根据波长为 231nm 的吸光率的值和波长为 230nm 的吸光率的值之间的差计算,即:

$$[0117] \quad d_{2,1}(t) = \frac{Abs_{231}(t) - Abs_{230}(t)}{231 - 230}$$

[0118] 因此,显然第二导数 $d_{2,1(t)}$ 是参数 $Abs_{231(t)}$ 和 $Abs_{230(t)}$ 之间的相对差,从而函数 $t \rightarrow d_{2,1(t)}$ 给出这两个参数之间的相对差随时间的变化。

[0119] 同样地,对于第二个第二导数 $d_{2,2(t)}$,其表达式如下:

$$[0120] \quad d_{2,2}(t) = \frac{Abs_{232}(t) - Abs_{231}(t)}{232 - 231}$$

[0121] 如此直到得到第 270 个第二导数。

[0122] 在第四步骤 S104 中,对每一第 j 个($j = 1$ 到 271)第一导数(即对每个参数的第一导数)定义三个第一逻辑域($DL_1^i(j)$, $i=1$ 到 3, $j = 1$ 到 271),三个第一逻辑域 $DL_1^i(j)$ 通过以下计算确定:

[0123] a) 平均值 $\overline{d_{1,j}}(t)$ 和标准差 $\sigma_{d_{1,j}}(t)$ 是通过每一第 j 个($j = 1$ -271)第一导数的前 50 个计算值来计算:

$$[0124] \quad \overline{d_{1,j}}(t) = \frac{1}{50} \sum_{i=0}^{49} d_{1,j}(t - i\Delta t)$$

[0125] 和:

$$[0126] \quad \sigma_{d_{1,j}}(t) = \sqrt{\frac{1}{49} \sum_{i=0}^{49} (d_{1,j}(t - i\Delta t) - \overline{d_{1,j}}(t))^2}$$

[0127] b) 对于每一第 j 个($j=1$ 到 271)第一导数,其与第一导数的平均值的绝对差 $\varepsilon_{1,j}(t)$ 通过下式计算:

$$[0128] \quad \varepsilon_{1,j}(t) = |d_{1,j}(t) - \overline{d_{1,j}}(t)|$$

[0129] c) 然后在下一时间步长 t ,按如下所述定义第一逻辑域 $DL_1^i(j,t)$ ($i=1$ 到 3, $j=1$ 到 271):

[0130] • 每一第 j 个第一导数的第一个第一逻辑域 $DL_1^1(j,t)$ “第一导数的正常变化”的特点在于: $\varepsilon_{1,j}(t) < \sigma_{1,j}(t)$;

[0131] • 每一第 j 个第一导数的第二个第一逻辑域 $DL_1^2(j,t)$ “第一导数的亚正常变化”的特点在于: $\sigma_{1,j}(t) < \varepsilon_{1,j}(t) < 2\sigma_{1,j}(t)$;

[0132] • 每一第 j 个第一导数的第三个第一逻辑域 $DL_1^3(j,t)$ “第一导数的异常变化”的特征在于: $\varepsilon_{1,j}(t) > 2\sigma_{1,j}(t)$ 。

[0133] 在第五步骤 S105 中,通过实施以下子步骤,来分配在时间 t 时 271 个第一导数属于第一逻辑域中每一逻辑域的概率 $P(DL_1^i(j,t))$ ($i=1$ 到 3, $j=1$ 到 271):

[0134] a)通过下列对应关系,将得到的每一第 j 个第一导数的绝对偏差标准化到 -1 和 1 之间:

[0135] 如果 $\varepsilon_{1,j}(t) = 0$, 则 $||\varepsilon_{1,j}(t)|| = -1$;

[0136] 如果 $\varepsilon_{1,j}(t) \geq 3\sigma_{1,j}(t) \cdot d_{1,j}(t)$, 则 $||\varepsilon_{1,j}(t)|| = +1$;

[0137] 否则 $||\varepsilon_{1,j}(t)|| = -1 + \frac{2 \times \varepsilon_{1,j}(t)}{3\sigma_{1,j}(t)}$

[0138] b) 接着进行模糊化,即用图 3 中表示的三角函数(triangle function)对每一第 j 个第一导数隶属于每一标准化值 $||\varepsilon_{1,j}(t)||$ 的第一逻辑域 $DL_1^i(j,t)$ 进行分配。

[0139] 图 3 表示这样一种情况,其中对于第 50 个第一导数,在时间 t_0 具有值 $||\varepsilon_{1,50}(t_0)|| = 0.3$, 得到 $P(DL_1^1(50,t_0)) = 0$, $P(DL_1^2(50,t_0)) = 0.7$, $P(DL_1^3(50,t_0)) = 0.3$, 它们对应于第 50 个第一导数隶属于多个第一逻辑域的概率。

[0140] 在第六步骤 S106 中,定义第二逻辑域,即对于每一第 k 个第二导数,通过以下计算

确定三个第二逻辑域 ($DL_2^i(k, t)$, $i=1$ 到 3, $k=1$ 到 270) :

[0141] a) 计算每个第二导数的后 50 个值的平均值和标准差 :

$$[0142] \quad \overline{d_{2,k}}(t) = \frac{1}{50} \sum_{i=0}^{49} d_{2,k}(t - i\Delta t)$$

$$[0143] \quad \text{和} : \sigma_{d_{2,k}}(t) = \sqrt{\frac{1}{49} \sum_{i=0}^{49} (d_{2,k}(t - i\Delta t) - \overline{d_{2,k}}(t))^2}$$

[0144] b) 计算每一第 k 个第二导数与第二导数的平均值的绝对偏差 $\varepsilon_{2,k}(t)$:

$$[0145] \quad \varepsilon_{2,k}(t) = |d_{2,k}(t) - \overline{d_{2,k}}(t)|$$

[0146] c) 然后以如下方式定义第二逻辑域 $DL_2^i(k, t)$:

[0147] • 第一个第二逻辑域 $DL_2^1(k, t)$ (“第 k 个第二导数的正常变化”) 的特征在于 $\varepsilon_{2,k}(t) < \sigma_{2,k}(t)$;

[0148] • 第二个第二逻辑域 $DL_2^2(k, t)$ (“第 k 个第二导数的亚正常变化”) 的特征在于 $\sigma_{2,k}(t) < \varepsilon_{2,k}(t) < 2\sigma_{2,k}(t)$;

[0149] • 第三个第二逻辑域 $DL_2^3(k, t)$ (“第 k 个第二导数的异常变化”) 的特征在于 $\varepsilon_{2,k}(t) > 2\sigma_{2,k}(t)$ 。

[0150] 在第七步骤 S107 中, 通过实施以下子步骤, 分配第 k 个第二导数属于第二逻辑域的概率 $P(DL_2^i(k, t))$ ($i=1$ 到 3, $k=1$ 到 270) :

[0151] a) 通过下列对应关系, 将得到的绝对差标准化到 -1 和 1 之间 :

[0152] . 如果 $\varepsilon_{2,k}(t)=0$ 则 $||\varepsilon_{2,k}(t)||=-1$;

[0153] . 如果 $\varepsilon_{2,k}(t) \geq 3\sigma_{2,k}(t)$. $d_{2,k}(t)$ 则 $||\varepsilon_{2,k}(t)||=+1$;

[0154] • 否则 $||\varepsilon_{2,k}(t)|| = -1 + \frac{2 \times \varepsilon_{2,k}(t)}{3\sigma_{2,k}(t)}$

[0155] b) 接着进行模糊化处理, 即用图 4 中表示的三角函数分配每一第 k 个第二导数属于每个标准化值 $||\varepsilon_{2,k}(t)||$ 的第二逻辑域 $DL_2^i(k, t)$ 的概率。

[0156] 图 4 表示这样一种情况, 即对于第 50 个第二导数, 在时刻 t_0 具有值 $||\varepsilon_{2,50}(t_0)||=0.4$, 得到 $P(DL_2^1(50, t_0))=0$, $P(DL_2^2(50, t_0))=0.6$, $P(DL_2^3(50, t_0))=0.4$, 它们对应于第 50 个第二导数属于第二逻辑域的概率。

[0157] 在第八步骤 S108 中, 优选但不是必要地, 定义三个逻辑域, 即, 为第一导数定义三个第三逻辑域 ($DL_3^i(t)$, $i=1$ 到 3), 这三个逻辑域对应于 :

[0158] a) 对于第一个第三逻辑域 $DL_3^1(t)$, 对应于正常的第一个第一本地域的并集 ;

[0159] b) 对于第二个第三逻辑域 $DL_3^2(t)$, 对应于亚正常的第二个第一逻辑域的并集 ;

[0160] c) 对于第三个第三本地域 $DL_3^3(t)$, 对应于异常的第三个第一本地域的并集。

[0161] 在第九步骤 S109 中, 优选但不是必要地, 通过对每一第 j 个第一导数属于第一逻辑域的概率由第一导数的标准差加权之后进行求和, 来计算所有 271 个第一导数属于第三逻辑域的概率, $i=1$ 到 3 ;

$$[0162] \quad P(DL_3^i(t)) = \sum_{j=1}^{271} \sigma_{1,j}(t) \times P(DL_1^i(j,t))$$

[0163] 在第十步骤 S110 中, 优选但不是必要地定义第四逻辑域, 即为第二导数定义三个第四逻辑域 ($DL_4^i(t)$, $i=1$ 至 3), 这三个第四逻辑域对应于:

[0164] a) 对于第一个第四逻辑域 $DL_4^1(t)$, 对应于正常的第一个第二逻辑域的并集;

[0165] b) 对于第二个第四逻辑域 $DL_4^2(t)$, 对应于亚正常的第二个第二逻辑域的并集;

[0166] c) 对于第三个第四逻辑域 $DL_4^3(t)$, 对应于异常的第三个第二逻辑域的并集。

[0167] 在第十一步骤 S111 中, 也是优选但不是必要地, 通过对每一第 k 个第二导数属于第二逻辑域的概率由第二导数的标准差加权之后进行求和, 来计算 270 个第二导数中每一第二导数属于三个第四逻辑域的概率, 其中 $i=1$ 到 3:

$$[0168] \quad P(DL_4^i(t)) = \sum_{k=1}^{270} \sigma_{2,k}(t) \times P(DL_2^i(k,t))$$

[0169] 在第十二步骤 S112 中, 根据第三逻辑域和第四逻辑域定义全局逻辑域, 并在此基础上定义流出物的全局变化, 优选定义 5 个全局逻辑域 ($DL_5^i(t)$, $i=1$ 到 5)。它们对应于:

[0170] a) 对于第一全局逻辑域 $DL_5^1(t)$, 其对应于正常的第一个第三逻辑域和正常的第一个第四逻辑域的并集;

[0171] b) 对于第二全局逻辑域 $DL_5^2(t)$, 其对应于正常的第一个第三逻辑域和亚正常的第二个第四逻辑域的并集以及亚正常的第二个第三逻辑域和正常的第一个第四逻辑域的并集;

[0172] c) 对于第三全局逻辑域 $DL_5^3(t)$, 其对应于正常的第一个第三逻辑域和异常的第三个第四逻辑域的并集、亚正常的第二个第三逻辑域和亚正常的第二个第四逻辑域的并集以及异常的第三个第三逻辑域和正常的第一个第四逻辑域的并集;

[0173] d) 对于第四全局逻辑域 $DL_5^4(t)$, 其对应于亚正常的第二个第三逻辑域和异常的第三个第四逻辑域的并集以及异常的第三个逻辑域和亚正常的第二个第四逻辑域的并集;

[0174] e) 对于第五全局逻辑域 $DL_5^5(t)$, 其对应于异常的第三个第三逻辑域和异常的第三个第四逻辑域的并集。

[0175] 在第十三步骤 S113 中, 分配由参数的第一导数和第二导数组成的集合属于每个全局逻辑域 ($DL_5^i(t)$, $i=1$ 到 5) 的全局概率 ($P(DL_5^i(t))$, $i=1$ 到 5), 所述概率优选按以下公式进行计算:

$$[0176] \quad P(DL_5^1(t)) = P(DL_3^1(t)) \times P(DL_4^1(t))$$

$$[0177] \quad P(DL_5^2(t)) = [P(DL_3^2(t)) \times P(DL_4^1(t))] + [P(DL_3^1(t)) \times P(DL_4^2(t))]$$

$$[0178] \quad P(DL_5^3(t)) = [P(DL_3^3(t)) \times P(DL_4^1(t))] + [P(DL_3^2(t)) \times P(DL_4^2(t))] + [P(DL_3^1(t)) \times P(DL_4^3(t))]$$

$$[0179] \quad P(DL_5^4(t)) = [P(DL_3^3(t)) \times P(DL_4^2(t))] + [P(DL_3^2(t)) \times P(DL_4^3(t))]$$

$$[0180] \quad P(DL_5^5(t)) = P(DL_3^3(t)) \times P(DL_4^3(t))$$

[0181] 在第十四步骤 S114 中, 通过用属于第五全局逻辑域的每一概率除以这些概率的

和来对所获得的结果进行标准化。

[0182] 然后,在第十五步骤 S115 中,根据全局概率对流出物成分的变化进行定性,优选只使用第五全局逻辑域。例如,进行以下测试:

[0183] •如果属于第五全局逻辑域的概率大于第一阈值(例如 66%),则流出物的成分变化很大。界面 20 显示红灯。

[0184] •如果属于第五全局逻辑域的概率例如在 33% 到 66% 之间,则流出物成分已经变化。界面 20 显示琥珀色灯。

[0185] •如果属于第五全局逻辑域的概率小于第二阈值(例如 33%),则流出物成分没有变化。界面 20 显示绿灯。

[0186] 该非限制性实施例最小化了误报警的情况,是有利的。对于大多数第一导数和第二导数而言,具有属于第五全局逻辑域的异常逻辑域的高概率是不可避免的,从而有很大的概率触发警报。

[0187] 如上所述,步骤 S107 到 S111 对于本发明的实现不是必需的。

[0188] 本发明的一个变型不使用第三逻辑域、第四逻辑域,而直接通过第一逻辑域和第二逻辑域定义全局逻辑域,分配由参数的第一导数和第二导数组成的集合属于全局逻辑域中每一逻辑域的全局概率,然后以与步骤 S112 和 S115 类似的方式根据全局概率对流出物成分的变化进行定性。

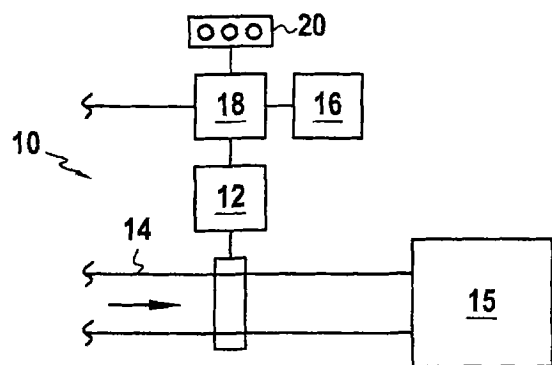


图 1

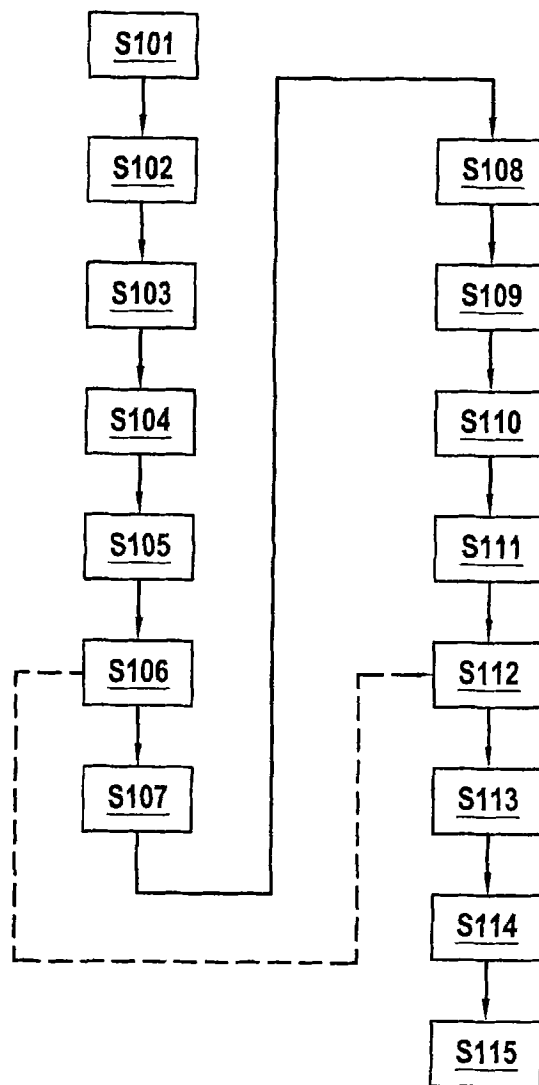


图 2

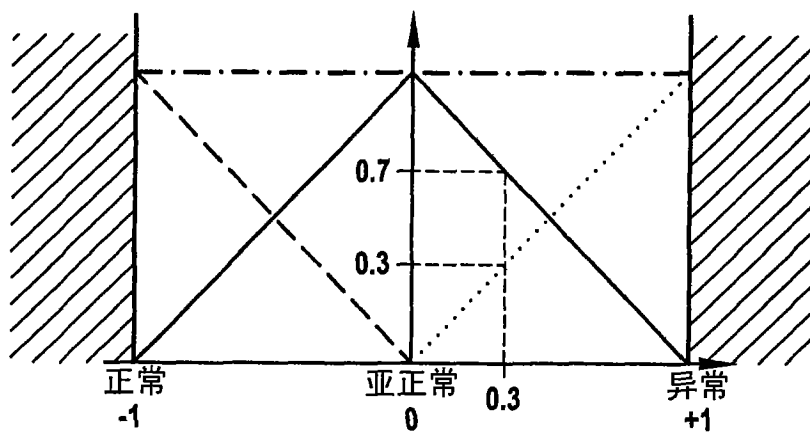


图 3

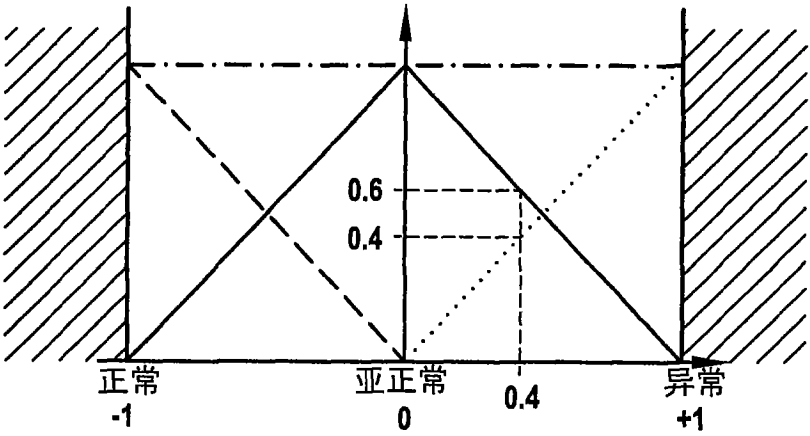


图 4