

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 27/12 (2006.01)

G01M 3/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910010072.3

[43] 公开日 2009年7月15日

[11] 公开号 CN 101482531A

[22] 申请日 2009.1.10

[21] 申请号 200910010072.3

[71] 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路2号

[72] 发明人 余隽 唐祯安 黄正兴 魏广芬  
陈毅 崔远惠

[74] 专利代理机构 大连理工大学专利中心  
代理人 梅洪玉

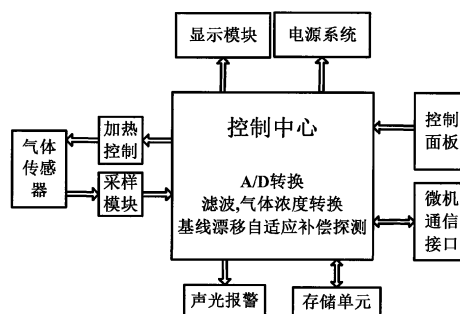
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

## [54] 发明名称

一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法

## [57] 摘要

本发明公开了一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法，属于气体探测技术领域，适用于可燃气体探测器的基线漂移补偿，以及对突发可燃气体泄漏事故的长期监测。气体传感器普遍存在基线漂移问题，由于环境因素以及气体传感器本身的缓慢变化引起的基线漂移变化速度远小于气体泄漏信号变化速度。本发明在气体探测器控制中心预置变化速度阈值以及浓度报警阈值；利用气体传感器的原始气体浓度信号  $G$  的变化速度区分基线漂移信号与可燃气体泄漏响应信号；计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T$  和基线  $B$ ；根据  $T$  和  $B$  生成泄漏报警信号  $E1$  和严重漂移报警信号  $E2$ 。本发明使可燃气体探测器能够自动判断基线漂移，提醒用户及时校准或更换气体传感器。



1、一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法，其特征在于：在可燃气体探测器的控制中心中预置“变化速度阈值” $DG_{th}$ 和“浓度报警阈值” $G_{th}$ ；监测过程中，采样模块对气体传感器收集的信号进行采集；将采样信号送给气体探测器的控制中心进行A/D转换、滤波；按照气体传感器标定曲线转换成原始气体浓度 $G$ ；基线漂移自适应补偿探测方法包括初始化、当前状态判断、计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度 $T$ 和基线 $B$ 、根据 $T$ 和 $B$ 生成报警信号 $E1$ 和 $E2$ 和记录数据五个步骤，具体如下：

第一步，在获得第一个原始气体浓度信号 $G$ 后进行初始化：当前状态为基线状态，基线 $B=G$ ，基线漂移自适应补偿后的气体浓度信号 $T=0$ ，报警信号 $E1=0$ 表示槽罐车无泄漏，报警信号 $E2=0$ 表示基线正常，在存储单元中记录当前时间、信号 $G$ 、 $B$ 、 $T$ 、 $E1$ 和 $E2$ ；

第二步，从获得第二个原始气体浓度信号 $G$ 开始，控制中心结合历史状态和原始气体浓度 $G$ 判断当前状态：如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度 $G$ 的变化速度大于等于设定阈值 $DG_{th}$ ，则当前状态进入气体响应状态；如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度 $G$ 的变化速度小于设定阈值 $DG_{th}$ 的条件，则当前状态为基线状态；如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度 $G$ 的变化速度小于阈值 $DG_{th}$ 且当前原始气体浓度 $G$ 小于基线 $B$ 与 $G_{th}/20$ 之和，则当前状态进入基线状态；如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度 $G$ 的变化速度大于等于阈值 $DG_{th}$ 或者当前原始气体浓度 $G$ 大于等于基线 $B$ 与 $G_{th}/20$ 之和，则当前状态保持气体响应状态；

第三步，根据当前状态，计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度 $T$ 和基线 $B$ ：若当前状态为基线状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度 $T=0$ ，基线 $B=G$ ；

若当前状态为气体响应状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T=G-B$ ，基线  $B$  保持不变；

第四步，根据  $T$  和  $B$  生成报警信号  $E1$  和  $E2$ ：若基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T$  连续三次大于等于浓度报警阈值  $G_{th}$ ，则发出泄漏报警信号  $E1=1$ ，启动相应声光报警；若基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T$  连续三次小于浓度报警阈值  $G_{th}$ ，则报警信号  $E1=0$ ，无报警；若不满足前述两个条件之一，则泄漏报警信号  $E1$  保持原值；若基线  $B$  连续三次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一，则发出“基线严重漂移”警告信号  $E2=1$ ，启动相应声光警报；若基线  $B$  不满足连续三次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一的条件，则报警信号  $E2=0$ ；

第五步，在存储单元中记录当前时间、信号  $G$ 、 $B$ 、 $T$ 、 $E1$  和  $E2$ ，下一采样数据到来时回到第二步。

## 一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法

### 技术领域

本发明涉及一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法，用于气体探测领域，特别适用于对突发燃气泄漏事故的长期监测。

### 背景技术

现有的气体探测器由于小型化、低功耗、价格低廉、使用方便的优点在气体泄漏监测领域得到了广泛的应用。气体探测器的核心部件是气体传感器。众所周知，大多数气体传感器的输出信号受使用场所的温度、湿度、氧气分压等随天气和季节缓慢变化的环境因素的影响，同时气体传感器本身的电信号也有时漂现象。这些因素的影响综合表现为气体探测器输出信号的基线漂移现象。在许多可燃气体监测领域，例如危化品槽罐车运输安全监测，特点是，无可燃气体泄漏时环境因素以及气体传感器自身时飘导致随时间缓慢变化的探测器基线漂移信号，发生可燃气体泄漏事故时气体浓度突然快速大幅升高导致随时间迅速大幅升高的探测器气体响应信号。许多可燃气体探测器带有温湿度补偿功能，常用的一种方法是采用外加温度和湿度传感器对对气体浓度测量信号进行补偿；另一种方法是采用差分对，增加一个只受温湿度影响的参比传感器，将参比传感器信号与实际气体传感器信号相减从而排除温湿度影响。这些方法不但增加了气体探测器的成本和功耗，并且只能对温湿度引起的基线漂移进行补偿，而不能补偿由其他环境因素以及气体传感器自身时飘而导致的探测器信号基线漂移。另一种思路是利用气体传感器特性，采用如自适应主成分分析法和神经网络等算法对气体传感器信号基线漂移进行补偿，但算法复杂限制了它们

在小型探测器中的应用，而且不便于算法在不同气体探测器之间方便的移植。由于缺乏有效的基线漂移补偿措施，许多可燃气体探测器长期使用后基线严重漂移，在无气体泄漏时显示气体浓度已成百上千，不能反映真实情况，必须重新调零和标定。目前大多数可燃气体探测器无法自动判断基线是否已经严重漂移，只简单的要求用户使用时定期做人工调零和标定，不方便用户使用。

## 发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法，利用气体传感器的原始气体浓度信号G的变化速度区分基线漂移信号与可燃气体泄漏响应信号；自动补偿由环境因素以及气体传感器自身时漂导致的随时间缓慢变化的基线漂移信号B，并在基线严重漂移时发出警告；在无气体泄漏的情况下，基线自适应补偿后的气体浓度T为零；发生突发气体泄漏时，基线自适应补偿后的气体浓度T为突发气体泄漏浓度，在T超过浓度报警阈值时发出泄漏报警。

本发明采用如下技术方案：

本发明的用于可燃气体探测器的基线漂移自适应补偿探测方法，主要由初始化、当前状态判断、计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度T和基线B、根据T和B生成报警信号E1和E2和记录数据五个步骤组成。

可燃气体探测器主要由电源系统、气体传感器、加热控制、采样模块、存储单元、控制面板、显示模块、声光报警模块、微机通信接口和控制中心模块组成。在气体探测器的控制中心中预置“变化速度阈值” $DG_{th}$ 和“浓度报警阈值” $G_{th}$ 。监测过程中，采样模块对气体传感器收集的信号进行采集；将采样信号送给气体探测器的控制中心进行A/D转换、滤波；按照气体传感器标定曲线转换成原始气体浓度G；然后进入基线漂移自适应补偿探测。

第一步，在获得第一个原始气体浓度信号G后进行初始化：当前状态为基线状态，基线 $B=G$ ，基线漂移自适应补偿后的气体浓度信号 $T=0$ ，报警信号 $E1=0$ 表示槽罐车无泄漏，报警信号 $E2=0$ 表示基线正常，在存储单元中记录当前时间、信号G、B、T、E1和E2。

第二步，从获得第二个原始气体浓度信号G开始，控制中心结合历史状态和原始气体浓度G判断当前状态：如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度G的变化速度大于等于设定阈值 $DG_{th}$ ，则当前状态进入气体响应状态；如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度G的变化速度小于设定阈值 $DG_{th}$ 的条件，则当前状态为基线状态；如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度G的变化速度小于阈值 $DG_{th}$ 且当前原始气体浓度G小于基线B与 $G_{th}/20$ 之和，则当前状态进入基线状态；如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度G的变化速度大于等于阈值 $DG_{th}$ 或者当前原始气体浓度G大于等于基线B与 $G_{th}/20$ 之和，则当前状态保持气体响应状态。

第三步，根据当前状态，计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度T和基线B：若当前状态为基线状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度 $T=0$ ，基线 $B=G$ ；若当前状态为气体响应状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度 $T=G-B$ ，基线B保持不变。

第四步，根据T和B生成报警信号E1和E2：若基线漂移自适应补偿后的气体浓度T连续三次大于等于浓度报警阈值 $G_{th}$ ，则发出泄漏报警信号 $E1=1$ ，启动相应声光报警；若基线漂移自适应补偿后的气体浓度T连续三次小于浓度报警阈值 $G_{th}$ ，则报警信号 $E1=0$ ，无报警；若不满足前述两个条件之一，则泄漏报警信号E1保持原值；若基线B连续三次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一，则发出“基线严重漂移”警告信号 $E2=1$ ，启动相应声光警报；若基线B不满足连续三

次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一的条件，则报警信号 $E2=0$ 。

第五步，在存储单元中记录当前时间、信号G、B、T、E1和E2，下一采样数据到来时回到第二步。

本发明的有益效果是，该基线漂移自适应补偿探测方法用于可燃气体探测器，能够实时自动补偿由于环境因素以及气体传感器本身的时漂引起的基线漂移信号，能够对突发可燃气体泄漏事故准确报警，能够在气体传感器基线漂移过大时发出“基线严重漂移”警告信号。采用本发明的基线漂移自适应补偿探测方法的可燃气体探测器无需额外的补偿元件和补偿电路，节约成本，简单实用，易于推广。特别适用于可燃气体探测器长期使用中的基线缓慢漂移的自适应补偿，以及对突发可燃气体泄漏事故的监测。

## 附图说明

图1是应用本发明的基线漂移自适应补偿探测方法的气体探测器结构框图。

图2是模拟甲烷泄漏测试中容器内甲烷气的浓度曲线图。

图3是图2对应的甲烷泄漏检测中应用本发明的基线漂移自适应补偿探测方法的甲烷气体探测器记录的原始气体浓度曲线图。

图4是图2对应的甲烷泄漏检测中应用本发明的基线漂移自适应补偿探测方法的甲烷气体探测器记录的基线自适应补偿后的气体浓度和基线曲线图。

图中：A为甲烷气的真实浓度；G为气体传感器信号转换得到的原始气体浓度；T为基线自适应补偿后的气体浓度；B为基线。

## 具体实施方式

以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施例。

本发明的基线漂移自适应补偿探测方法适用的可燃气体探测器主要由电源系统、气体传感器、加热控制、采样模块、存储单元、控制面板、显示模块、

声光报警模块、微机通信接口和控制中心模块组成。采用电池供电的电源系统为其他模块提供直流电源；本例中气体传感器为半导体式气体传感器，由加热控制模块对传感器提供恒定加热电源；气体传感器的采样电路为单臂电桥电路，气体传感器的信号经采样模块进行采集，此采样信号送给气体探测器的控制中心，在控制中心进行 A/D 转换、滤波、按照气体传感器标定曲线转换成原始气体浓度  $G$ ，并进行基线漂移自适应补偿处理，获得基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T$  以及基线  $B$ 。存储模块由 256K 的 EEPROM 以及 64M 的 flash 组成，EEPROM 用于存储程序参数，flash 用于存储检测数据，所存数据可通过微机通信接口上传给微机。该探测器采用液晶显示，用于显示程序参数、甲烷气体的浓度、探测器输出模式、报警状态以及时间信息。在控制中心模块，根据应用背景预置“变化速度阈值”  $DG\_th$  和“浓度报警阈值”  $G\_th$ 。例如，某甲烷气体探测器用于 LNG 槽罐车泄漏监控，根据用户要求设定泄漏报警阈值为 5000ppm；初次使用时，该气体探测器在无气体泄漏的现场环境中采集气体传感器原始浓度信号 2 小时，获得基线漂移速度低于 10ppm/min，根据经验槽罐车发生 LNG 泄漏时信号变化速度大于 100ppm/min；通过探测器的控制接口设定“变化速度阈值”为 50ppm/min。

要求用户在无泄漏现场启动气体探测器。最初经过必要的上电稳定时间（根据气体传感器情况预先在主控单元内设置）后，气体探测器控制中心开始接收数据，进入基线漂移自适应补偿探测，按以下步骤进行：

(1) 初始化：

在获得第一个原始气体浓度信号  $G$  后进行初始化：当前状态为基线状态，基线  $B=G$ ，基线漂移自适应补偿后的气体浓度信号  $T=0$ ，报警信号  $E1=0$  表示槽罐车无泄漏，报警信号  $E2=0$  表示基线正常，在存储单元中记录当前时间、信号



G、B、T、E1 和 E2；下一个数据的到来时进入第（2）步；

（2）接收到数据后，结合历史状态和原始气体浓度信号 G 判断当前状态：

（2.1）如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度 G 的变化速度大于等于设定阈值  $DG_{th}$ ，则当前状态进入气体响应状态；

（2.2）如果前一状态处于基线状态，同时原始气体浓度 G 的变化速度小于设定阈值  $DG_{th}$  的条件，则当前状态保持基线状态；

（2.3）如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度 G 的变化速度小于阈值  $DG_{th}$  且当前原始气体浓度 G 小于基线 B 与  $G_{th}/20$  之和，则当前状态进入基线状态；

（2.4）如果前一状态处于气体响应状态，同时原始气体浓度 G 的变化速度大于等于阈值  $DG_{th}$  或者当前原始气体浓度 G 大于等于基线 B 与  $G_{th}/20$  之和，则当前状态保持气体响应状态；

（3）根据当前状态，计算基线漂移自适应补偿后的气体浓度 T 和基线 B：

（3.1）若当前状态为基线状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T=0$ ，基线  $B=G$ ；

（3.2）若当前状态为气体响应状态，则基线漂移自适应补偿后的气体浓度  $T=G-B$ ，基线 B 保持不变；

（4）根据 T 和 B 生成报警信号 E1 和 E2：

（4.1）若基线漂移自适应补偿后的气体浓度 T 连续三次大于等于浓度报警阈值  $G_{th}$ ，则发出泄漏报警信号  $E1=1$ ，启动相应声光报警；

（4.2）若基线漂移自适应补偿后的气体浓度 T 连续三次小于浓度报警阈值  $G_{th}$ ，则报警信号  $E1=0$ ，无报警；

（4.3）若不满足（4.1）的条件并且不满足（4.2）的条件，则泄漏报警信

号 E1 保持原值；

(4.4) 若基线 B 连续三次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一，则发出“基线严重漂移”警告信号 E2=1，启动相应声光警报；

(4.5) 若基线 B 不满足连续三次大于等于“浓度报警阈值”的三分之一的条件，则报警信号 E2=0。

(5) 在存储单元中记录当前时间、信号 G、B、T、E1 和 E2，下一采样数据到来时回到第(2)步。

气体探测器的输出显示有两种模式，便于用户查看：

①气体传感器原始输出模式：显示输出未经补偿的原始气体浓度信号 G；

②基线自适应补偿模式：显示输出基线漂移自适应补偿后的气体浓度信号 T。

结合图 2 至图 4 说明本发明的基线漂移自适应补偿探测方法应用于甲烷气体探测器中的效果。将甲烷气体探测器置于容器中，该容器中有小型风扇加速容器中气体的均匀混合；将容器密闭后向容器中注入一定量的甲烷气体，保持 10 分钟后，利用换气设备使容器中的气体迅速恢复为空气，间隔 30 分钟后进行下一轮气体注入，图 2 是检测过程中容器内配制的甲烷气体真实浓度 A 随时间变化的曲线。在图 2 对应的甲烷泄漏检测中，甲烷气体探测器记录的原始气体浓度 G 如图 3 所示；在图 2 对应的实验中，甲烷气体探测器记录的基线漂移自适应补偿后的气体浓度信号 T 以及提取的基线信号 B 如图 4 所示，在有效保留气体响应信号的同时，有效地消除了基线漂移信号。采用本发明的基线漂移自适应补偿探测方法后气体探测器的输出信号 T 很好的反应了真实的气体浓度情况。

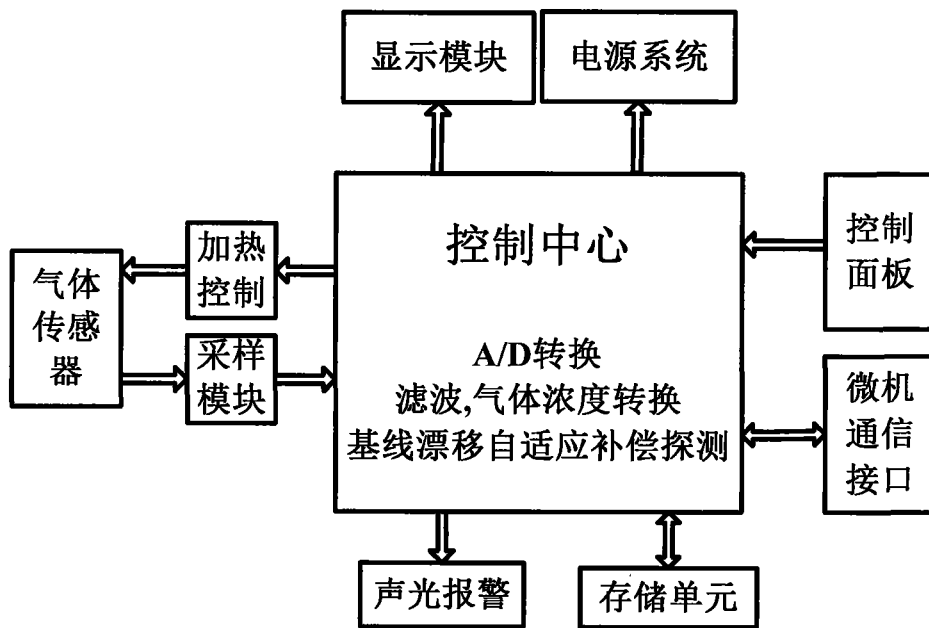


图 1

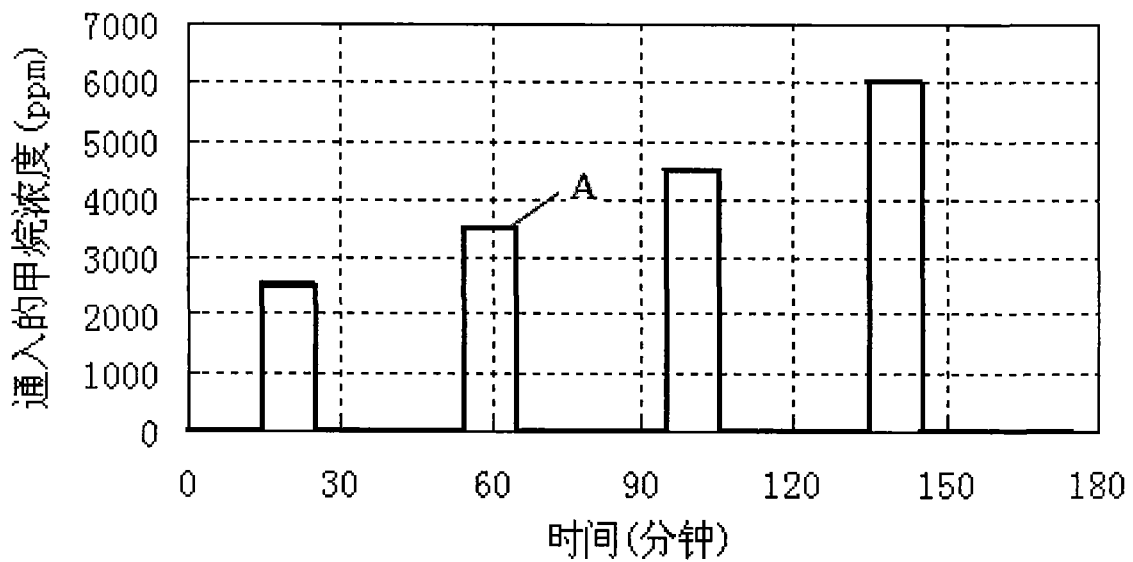


图 2

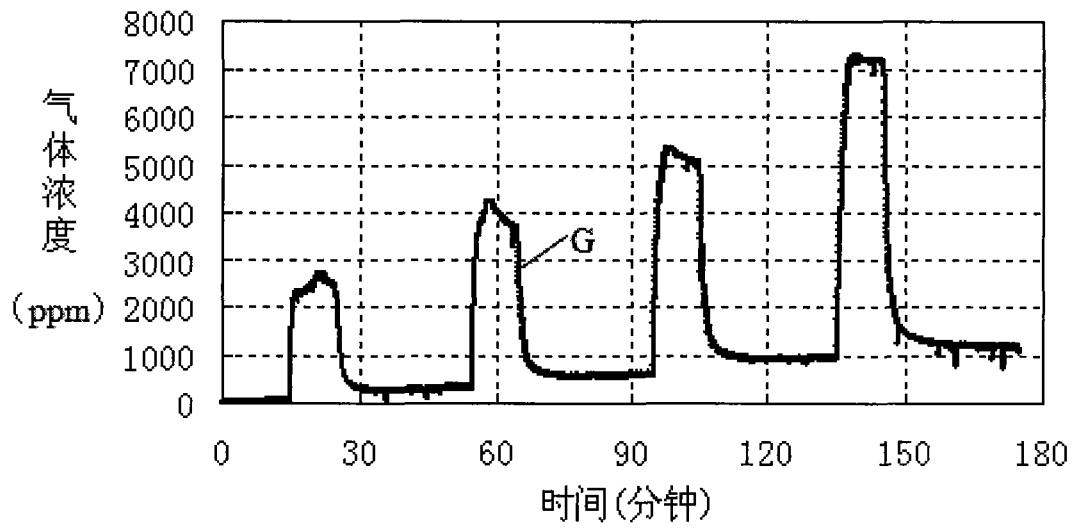


图 3

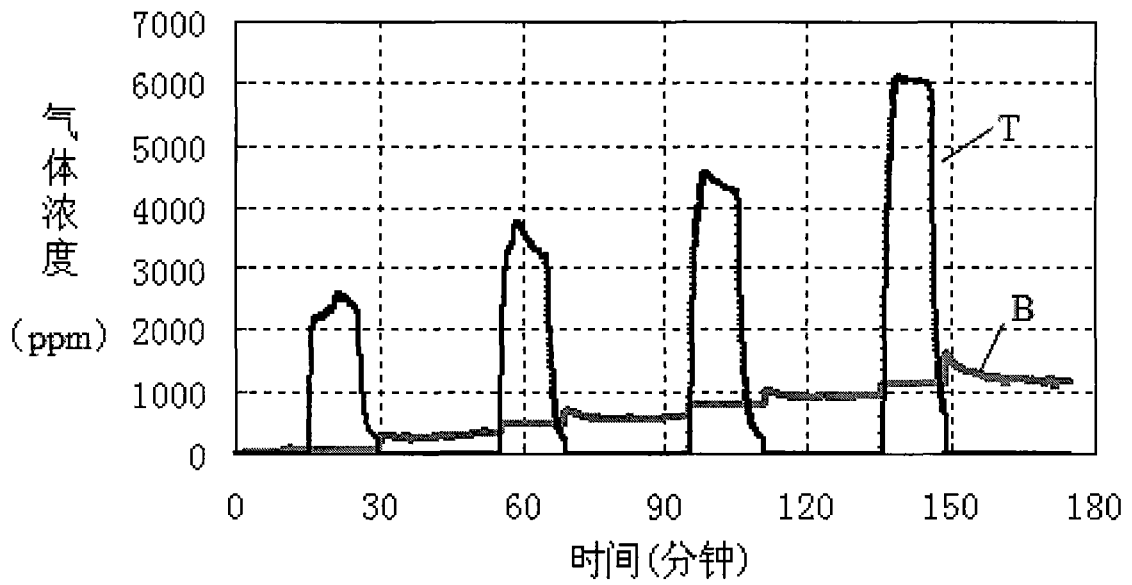


图 4