(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 103226139 B
(45)授权公告日 2015.04.08

(21)申请号 201310086878.7

(22)申请日 2013.03.18

(73)专利权人 上海烟草集团有限责任公司
地址 200082 上海市杨浦区长阳路717号

(72)发明人 郑赛晶 陈敏 刘百战 王磊君 张怡春

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所 31219
代理人 许亦琳 余明伟

(51)Int.Cl.
G01N 30/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 102607764 A,2012.07.25, 全文.
CN 202433230 U,2012.09.12, 全文.
CN 202562784 U,2012.11.28, 全文.
CN 202748252 U,2013.02.20, 全文.
CN 101566535 A,2009.10.28, 附图1及其说明.
孙文梁
浦俊卿
谢雯燕
杨良驹. 热脱附-气/质联用法测定主流烟气气相物中的挥发性有机化合物.《中国烟草学会2004年学术年会论文集》.2004,20-27.
Omori, Fumihiro
Higashi, Nobukazu
Chida, Masahiro. Internal standard-based analytical method for tobacco smoke vapor phase components.《Beitraege zur Tabakforschung International》.1999, 第18卷(第4期),131-146.

审查员 陈永晖

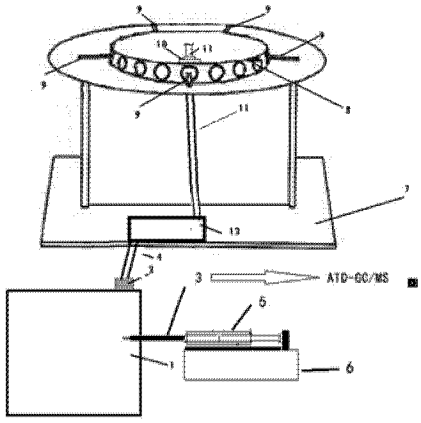
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

一种气袋-热脱附-气/质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法

(57)摘要

本发明涉及一种气袋-热脱附-气/质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法,该方法通过将气袋、吸附采样管、注射泵和热脱附仪-气相色谱/质谱联用仪有效结合,以气袋收集卷烟主流烟气,通过注射泵将气袋中的烟气吸附到吸附采样管中,然后利用热脱附仪-气相色谱/质谱联用仪进行脱附、老化、检测和定性定量分析,取长补短,大大改进了重复性,气相全成分中,大部分被测物的相对标准偏差都在5%以下,重复性显著优于以往的报道。



CN 103226139 B

1. 一种气袋 - 热脱附 - 气 / 质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法，包括以下步骤：

(1) 将气袋连接到吸烟机上，采集吸烟机产生的主流烟气；

(2) 将吸附采样管的一端插入气袋，一端密封连接于注射泵，通过所述注射泵将气袋中的卷烟烟气抽至吸附采样管中，吸附完成后用密封铜帽将吸附采样管两端密封，备用；

(3) 利用热脱附仪对吸附采样管中吸附的烟气进行脱附和老化，然后用气相色谱 / 质谱联用仪进行检测；

(4) 对检测结果进行定性分析；

(5) 配制待测烟气组分物质的标样，将标样引入吸附采样管中，然后利用热脱附仪 - 气相色谱 / 质谱联用仪测定各标样的响应，建立各标样成分的色谱峰面积和内标峰面积之比与标样浓度的线性回归工作曲线，并以 3 倍信噪比处的量作为测定方法的检测限；

(6) 对检测结果进行定量分析；

所述气袋为 Tedler 气袋，所述气袋通过一采样软管与所述吸烟机的出气口相连接，用于收集卷烟的主流烟气；

所述注射泵为 LSP02-1B 注射泵；所述注射泵的最大行程是 140mm，行程分辨率：0.156μm，线速度范围：5μm/min-130mm/min；

所述吸附采样管为三段复合型吸附采样管 Carbotrap300，两端配置有密封铜帽；所述密封铜帽选自 Swagelok 铜帽；

所述热脱附仪为 TurboMatrix ATD 热脱附仪；所述气相色谱 / 质谱联用仪采用联用的 HP7890A 气相色谱仪和 HP5975C 质谱仪；所述热脱附仪通过一根加热保温的传输线与气相色谱 / 质谱联用仪相连。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述吸烟机为 Borgwaldt200A 型 20 孔道转盘吸烟机；所述转盘吸烟机的相关参数设定为：预热的温度为 22℃ ±2℃，预热的时间为 20min 以上；风速为 10-50cm/s；抽吸容量为 10-90mL。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 (3) 所述脱附的条件为：He：10.0psi；阀：200℃；预吹：1 ～ 3min；一级脱附：温度为 250℃～ 280℃，30min，脱附流量为 40mL/min，进口分流 40mL/min，Tenax TA(60-80 目) 吸附剂在 -30℃下富集；二级脱附：温度为 250℃～ 280℃，2min，出口分流 30mL/min；传输线温度：200℃～ 220℃。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 (3) 所述老化的条件为：He：10.0psi；阀：220℃；预吹：1 ～ 3min；老化温度：280℃～ 300℃；老化时间：30min；载气流量：40mL/min；进口分流：40mL/min。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 (3) 所述气相色谱 / 质谱联用仪的工作条件为：Supelco VOCOL 毛细管柱，60m*0.32mm*1.8um；程序升温：35℃ (10min)，3.5℃ / min 升至 180℃，10℃ /min 升至 210℃ (5min)；气相色谱和质谱仪传输接口温度：230℃；质谱仪检测方式：SCAN，扫描范围 10amu ～ 300amu。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 (5) 中，先配制一定浓度的待测烟气组分物质和内标物质的甲醇溶液作为工作母液，其余各标样用甲醇对工作母液进行逐级稀释获得，各级标样中待测烟气组分物质浓度的相对比例为 0.05：0.1：0.2：0.5：1；每级标样中的内标物质的含量相同；然后将吸附采样管接入气相色谱仪填充柱进样口，利用自动进

样器将各级标样引入吸附采样管中；然后利用热脱附仪对吸附采样管中吸附的标样物质进行脱附和老化，然后用气相色谱／质谱联用仪测定各标样的响应，建立工作曲线。

一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法，属于卷烟烟气气相成分检测分析技术领域。

背景技术

[0002] 卷烟烟气是已知的组成最为复杂的体系，目前从卷烟烟气中鉴定的化学成分已超过 5000 种，以气、粒两相存在。根据国内外的研究报道，针对粒相成分的选择性减害技术难度很大，而气相成分经过滤嘴时，由于扩散速度较快，有机会被滤嘴的减害材料选择性吸附，因而选择性减害的重点应放在气相成分上，但是大多数气相分析方法的重现性和灵敏度都不大理想。为了能正确评价减害材料对卷烟主流烟气的选择性降低功能，非常有必要开展卷烟主流烟气中的气相全成分的研究测试工作。

[0003] 应用气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分，结合了气袋采样和热脱附技术的优点，首先采用 Tedler 气袋收集 20 支卷烟的主流烟气，并首次用针筒式注射泵定量转移一定体积烟气入 Carbotrap300 吸附采样管，再利用热脱附技术－气／质联用仪（ATD-GC/MS）法进行卷烟主流烟气中的气相全成分定性和部分化合物定量分析。由于针筒式注射泵的取样时间、速率及体积高度可控且十分精密，大大改进了重复性，气相全成分中，大部分被测物的相对标准偏差都在 5% 以下，重复性显著优于以往的报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服以上缺点，提供一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法，该方法通过将气袋、注射泵和热脱附仪－气相色谱／质谱联用仪有效结合，取长补短，大大改进了重复性，气相全成分中，大部分被测物的相对标准偏差都在 5% 以下，重复性显著优于以往的报道。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0006] 一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法，包括以下步骤：

[0007] （1）将气袋连接到吸烟机上，采集吸烟机产生的主流烟气；

[0008] （2）将吸附采样管的一端插入气袋，一端密封连接于注射泵，通过所述注射泵将气袋中的卷烟烟气抽至吸附采样管中，吸附完成后用密封铜帽将吸附采样管两端密封，备用；

[0009] （3）利用热脱附仪对吸附采样管中吸附的烟气进行脱附和老化，然后用气相色谱／质谱联用仪进行检测；

[0010] （4）对检测结果进行定性分析；

[0011] （5）配制待测烟气组分物质的标样，将标样引入吸附采样管中，然后利用热脱附仪－气相色谱／质谱联用仪测定各标样的响应，建立各标样成分的色谱峰面积和内标峰面

积之比与标样浓度的线性回归工作曲线，并以 3 倍信噪比处的量作为测定方法的检测限；

[0012] （6）对检测结果进行定量分析。

[0013] 其中，

[0014] 优选的，所述吸烟机为 Borgwaldt200A 型 20 孔道转盘吸烟机；所述转盘吸烟机的相关参数设定为：吸烟机预热的温度为 22℃ ±2℃，预热的时间为 20min 以上；吸烟机的风速为 10-50cm/s，优选为 20-40cm/s；所述吸烟机的抽吸容量为 10-90mL，优选为 30-50mL。

[0015] 优选的，所述气袋为 Tedler 气袋，可以减少卷烟烟气在气袋上面的沉积；所述气袋通过一采样软管与所述吸烟机的出气口相连接，用于收集卷烟的主流烟气。

[0016] 优选的，所述注射泵为 LSP02-1B 注射泵；所述注射泵的最大行程是 140mm，行程分辨率：0.156μm，线速度范围：5μm/min-130mm/min。

[0017] 优选的，所述吸附采样管为三段复合型吸附采样管 Carbotrap300，两端配置有密封铜帽；所述密封铜帽选自 Swagelok 铜帽。

[0018] 优选的，所述热脱附仪为 TurboMatrix ATD 热脱附仪；所述气相色谱 / 质谱联用仪采用联用的 HP 7890A 气相色谱仪和 HP 5975C 质谱仪；所述热脱附仪通过一根加热保温的传输线与气相色谱 / 质谱联用仪相连。

[0019] 优选的，步骤（3）所述脱附的条件为：He：10.0psi；阀：200℃；预吹：1 ～ 3min；一级脱附：温度为 250℃～ 280℃，30min，脱附流量为 40mL/min，进口分流 40mL/min，Tenax TA(60-80 目）吸附剂在 -30℃下富集；二级脱附：温度为 250℃～ 280℃，2min，出口分流 30mL/min。传输线温度：200℃～ 220℃。

[0020] 优选的，步骤（3）所述老化的条件为：He：10.0psi；阀：220℃；预吹：1 ～ 3min；老化温度：280℃～ 300℃；老化时间：30min；载气流量：40mL/min；进口分流：40mL/min。

[0021] 优选的，步骤（3）所述气相色谱 / 质谱联用仪的工作条件为：Supelco VOCOL 毛细管柱，60m*0.32mm*1.8um；程序升温：35℃ (10min)，3.5℃ /min 升至 180℃，10℃ /min 升至 210℃ (5min)；气相色谱和质谱仪传输接口温度：230℃；质谱仪检测方式：SCAN，扫描范围 10amu ～ 300amu。

[0022] 步骤（4）中，采用质谱库检索进行定性分析。

[0023] 步骤（5）中，先配制一定浓度的待测烟气组分物质和内标物质的甲醇溶液作为工作母液，其余各标样用甲醇对工作母液进行逐级稀释获得，各级标样中待测烟气组分物质浓度的相对比例为 0.05：0.1：0.2：0.5：1；每级标样中的内标物质的含量相同；然后将吸附采样管接入气相色谱仪填充柱进样口，利用自动进样器将各级标样引入吸附采样管中；然后利用热脱附仪对吸附采样管中吸附的标样物质进行脱附和老化，然后用气相色谱 / 质谱联用仪测定各标样的响应，建立工作曲线。

[0024] 优选的，所述标样引入吸附采样管过程仪器参数设定为：He，恒流：100mL/min，20min，进样量：1.0μL，进样口温度：150℃，炉温：30℃；所述热脱附仪、以及用于分析的气相色谱 / 质谱联用仪的操作参数设置同步骤（3）。

[0025] 优选的，所述内标物质为氘代苯。

[0026] 步骤（5）中，所述工作曲线为标样中烟气组分物质的色谱峰面积和内标物质的色谱峰面积之比与标样中烟气组分物质浓度的线性回归工作曲线。

[0027] 步骤（6）中，根据未知样品各成分的色谱峰面积和内标峰面积比值以及线性回归

工作曲线，计算每只卷烟主流烟气中的气相分成的含量（μg/cig），计算公式如下：

[0028] $$Analyte(\mu g/cig)=(\frac{A_S}{A_{IS}})\times RF\times N\times C$$

[0029] As：待测物质的色谱峰面积；A_{IS}：内标色谱峰面积；RF：标样的响应因子（根据线性回归工作曲线计算得出）；N：抽吸口数；c：转换因子（$c=\frac{抽吸容量}{卷烟支数}\times 采样体积$）。

[0030] 本发明的技术效果及优点在于：

[0031] （1）通过气袋收集和热脱附管捕集取样，可以结合两者及时收集和保存长久的优点，并且使操作者在连续捕集完所有卷烟的烟气后，再同时上样分析，可以大大提高工作效率

[0032] （2）注射泵的取样时间、速率及体积高度可控，能大大改进方法的重复性。

[0033] （3）吸附－热脱附法／气质联用通过冷凝再加热的方法进行二级脱附后，由加热保温的传输线转移到气相色谱仪中，可以达到高度富集的效果。

[0034] （4）所用热脱附仪的气路经过重新设计，不论在何种状态，出口分流气体一直对毛细柱入口进行吹扫，大大降低背景信号，对于提高灵敏度和重复性也有一定贡献。

附图说明

[0035] 图1一种分析卷烟主流烟气中的气相全成分的气袋－热脱附气／质联用分析装置系统

[0036] 附图标记：

[0037] 1．气袋；2．烟气进样口；3．吸附采样管；4．连接气袋的采样软管；5．注射器；6．注射泵；7．吸烟机；8．烟支夹持器；9．卷烟；10．捕集器（内有剑桥滤片）；11．抽吸单元；12．至抽吸单元的连接管道。

具体实施方式

[0038] 以下通过特定的具体实例说明本发明的技术方案。应理解，这些实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。

[0039] 实施例1

[0040] 一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法，用于对某牌号卷烟的定性分析，方法步骤如下：（装置如图1所示）

[0041] （1）产生烟气

[0042] 将Borgwaldt200A型20孔道转盘吸烟机在22℃±2℃，预热20min，调整吸烟机的风速和抽吸容量，卷烟抽吸方式按ISO标准进行。吸烟机的风速20cm/s；抽吸容量为35mL，抽吸时间为2s/puff，每口间隔时间为58s，用Tedler气袋收集20支卷烟的烟气。

[0043] （2）转移烟气

[0044] 用Tedler气袋收集完20支卷烟的烟气，2min后，用LSP02-1B注射泵（注射泵最大行程是140mm，行程分辨率：0.156μm，线速度范围：5μm/min-130mm/min；60mL/min）转移60mL烟气入Carbontrap300吸附采样管，转移结束后将吸附采样管两端以Swagelok铜帽密封，待测。

[0045] （3）烟气成分检测

[0046] 采用 TurboMatrix ATD 热脱附仪对吸附采样管进行脱附和老化，然后用 HP7890A 气相色谱仪和 HP5975C 质谱仪联用进行烟气分析，热脱附仪通过一根加热保温的传输线与气相色谱 / 质谱联用仪相连；吸附采样管在热脱附仪上的脱附和老化条件，气相色谱 / 质谱参数设置如下：

[0047] 脱附条件：He，10.0psi；阀：200℃；预吹：1min；一级脱附：温度 280℃，30min，脱附流量 40mL/min，进口分流 40mL/min，Tenax TA(60 ～ 80 目）吸附剂保持在 -30℃下富集；二级脱附：温度 280℃，保留 2min，出口进行分流 30mL/min；传输线温度：210℃。

[0048] 老化条件：He：10.0psi，阀：220 ℃，预吹：1min，老化温度：300 ℃，老化时间：30min，载气流量：40mL/min，进口分流：40mL/min。

[0049] 气相色谱 - 质谱条件：Supelco VOCOL 毛细管柱，60m*0.32mm*1.8um；程序升温：35℃ (10min)，3.5℃ /min 升至 180℃，10℃ /min 升至 210℃ (5min)，气相色谱和质谱仪传输接口温度：230℃；质谱仪检测方式：SCAN，扫描范围 10amu ～ 300amu。

[0050] （4）定性分析

[0051] 检测结果谱图运用 Willey7n.1 库进行质谱检索，鉴定出 67 种化学物质，如表 1 所示。

[0052] 表 1 气相全成分分析结果

[0053]

序号	保留时间（min）	化合物	匹配度（%）	峰面积重复性（%）n=6	
				日内	日间
1	4.710	2-甲基丙烯	90	2.3	3.2

[0054]

2	4.932	1，3-丁二烯	94	4.4	6.7
3	4.995	1-丁烯	81	3.2	4.0
4	5.204	乙醛	91	3.0	2.8
5	5.455	丁炔	93	3.3	6.8
6	5.845	3-甲基-丁烯	87	2.3	4.5
7	6.283	1，3-丁二炔	90	2.4	6.7
8	6.680	乙醇	91	3.0	3.4
9	6.952	戊烯	87	6.4	9.7
10	7.237	2-甲基-丁烯	91	3.1	3.2
11	7.694	2-戊烯	91	3.6	6.4
12	8.185	异戊二烯	94	2.0	3.4
13	8.529	呋喃	91	2.5	4.2
14	8.825	丙烯醛	94	2.7	2.8
15	9.093	丙酮	90	4.5	3.5
16	10.141	1，3-戊二烯	97	2.2	3.4
17	10.336	乙腈	86	3.7	1.5
18	10.862	1，3-环戊二烯	94	3.6	6.2
19	11.419	环戊烯	94	2.8	3.4
20	12.008	2-甲基，1，4-戊二烯	93	2.9	2.4
21	12.321	2-丙烯腈	91	4.1	3.7
22	12.816	己烯	95	3.6	2.6
23	13.366	异丁醛	91	1.0	2.1
24	14.017	3-己烯	93	5.2	2.4
25	14.400	2-甲基戊烯醛	91	6.4	4.3
26	15.323	1，3-己二烯	95	2.4	5.4
27	15.479	3 甲基戊烯	97	5.8	3.7
28	16.033	2 甲基呋喃	94	2.6	5.4
29	16.190	2，3-二丁酮	80	6.4	3.7
30	16.339	丁烯酮	87	4.7	8.7

[0055]

31	16.618	4-甲基-1，3-戊二烯	95	3.4	6.2
32	16.799	2-丁酮	87	2.7	2.8
33	17.252	丙烯腈	81	4.6	3.4
34	17.593	2-甲基-1，3-戊二烯	94	2.2	4.3
35	18.039	3-甲基-1，3-戊二烯	87	6.5	2.7
36	18.620	2-甲基-1，3-环戊二烯	94	4.6	3.7
37	18.836	3-甲基-环戊烯	87	5.2	4.2
38	20.305	2，4-二己烯	94	1.3	2.4
39	20.528	2-甲基-丙烯腈	94	5.2	6.4
40	20.876	庚烯	95	5.3	2.4
41	21.197	3 甲基丁醛	96	3.3	4.3
42	21.608	苯	91	2.9	2.1
43	22.039	巴豆醛	94	5.7	9.8
44	22.924	3 甲基丁烯酮	90	7.3	6.7
45	24.435	2，5-双甲基呋喃	96	9.8	12.3
46	26.357	乙烯基呋喃	87	8.2	4.7
47	28.672	乙酰环戊烷	80	4.4	5.6
48	29.111	二甲基二硫醚	96	5.6	7.8
49	29.710	甲苯	95	5.6	2.4
50	29.909	2 甲基呋喃	90	3.4	3.5
51	31.322	2-乙基-5-甲基呋喃	83	3.3	4.3
52	33.017	环戊酮	87	1.6	3.4
53	34.017	2-乙烯基-5-甲基呋喃	87	3.7	4.3
54	35.257	辛烯	94	5.5	9.8
55	36.392	乙苯	94	4.0	4.3
56	36.730	二甲苯	94	3.4	7.6
57	38.690	二甲苯	97	6.9	4.9
58	38.903	苯乙烯	94	8.4	11.1
59	41.183	L-柠檬烯	97	3.2	6.8

[0056]

60	41.591	3-甲硫基丙醛	98	9.3	10.6
61	42.572	1-乙基-3-甲基苯	93	1.1	3.4
62	44.616	1，3，5-三甲基苯	97	0.1	3.5
63	44.857	薄荷烯	93	6.3	7.8
64	45.609	dl-柠檬烯	98	0.4	6.7
65	46.030	1-甲基-3-（1-甲乙基）-苯	87	3.4	7.6
66	46.222	4-甲硫醇-2-丁酮	97	5.5	11.3
67	46.827	1，2，4-三甲基苯	89	4.0	6.7

[0057] 实施例 2

[0058] 一种气袋－热脱附－气／质联用法分析卷烟主流烟气中的气相全成分的方法用于对 2R4F 标准卷烟的部分气相成分 1,3- 丁二烯、异戊二稀、丙烯腈、苯、甲苯、苯乙烯、丙酮、巴豆醛等的定性和定量分析，并与文献报道进行了比较：

[0059] 1、制备标准工作曲线

[0060] 以内标法定量测定主流烟气气相物中部分被测组分时，内标物质选用氘代苯，配被测组分和内标物质的甲醇溶液作为工作母液浓度（第 5 级标液，见表 2）；其余各级标液用甲醇进行逐级稀释获得。每级标液中被测物质浓度在各级标液中的相对比例为：(1)：(2)：(3)：(4)：(5)=0.05：0.1：0.2：0.5：1。每级标液中的内标量和工作母液相同。

[0061] 表 2 1μL 工作母液中的各物质的量

[0062]

化学物质	1μL 中含量（μg）
1,3- 丁二烯	7.2
异戊二稀	172.6
丙烯腈	8.1
苯	17.6
甲苯	34.6
苯乙烯	2.3
丙酮	80.0
巴豆醛	8.6

[0063]

二丁酮	32.4
丁醛	16.0
乙腈	39.5
2,5- 双甲基呋喃	9.0
乙苯	4.3
氘代苯(内标)	19.0

[0064] 将吸附采样管接入气相色谱仪填充柱进样口,利用自动进样器将 1-5 级标液引入吸附采样管中;仪器参数:He,恒流:100mL/min,20min,进样量:1.0μL,进样口温度:150℃,炉温:30℃。利用热脱附仪-气相色谱/质谱仪联用法测定各标准物质的响应,建立工作曲线;热脱附仪、以及气相色谱/质谱联用仪的操作参数设置同实施例 1。

[0065] 工作曲线验证情况见表 3:

[0066] 表 3 标准工作曲线验证情况

[0067]

	工作曲线	R2	RSD(%)	检测限（ng）	回收率（%）
1，3-丁二烯	y=0.002x	0.994	3.3	0.42	90.0~114.0
异戊二稀	y=0.039x	0.991	2.5	4.8	85.3~110.0
丙烯腈	y=0.096x	0.9997	2.1	7.3	89.9~109.8
苯	y=0.057x	0.9997	1.7	7.6	86.7~104.1
甲苯	y=0.047x	0.9995	1.8	8.3	90.4~106.8
苯乙烯	y=0.164x	0.9991	1.6	1.3	85.0~104.2
丙酮	y=0.012x	0.999	2.4	42.8	93.3~116.7
巴豆醛	y=0.088x	0.9994	1.3	10.4	90.9~115.4
二丁酮	y=0.061x	0.9999	2.5	7.4	88.3~117.7
丁醛	y=0.044x	0.9970	2.4	12.4	89.7~120.3
乙腈	y=0.055x	0.9999	2.2	12.1	90.0~128.0
2，5-双甲	y=0.018x	0.9995	2.8	2.2	86.1~119.4

[0068]

基呋喃					
乙苯	y=0.19x	0.9985	1.4	1.7	80.0~98.0

[0069] 2、对 2R4F 标准卷烟烟气成分的检测过程同实施例 1。

[0070] 3、定量分析

[0071] 按计算公式：$Analyte(ug/cig)=(\frac{A_S}{A_{IS}})\times RF\times N\times C$ 计算每只卷烟主流烟气中的气相成分的含量；

[0072] 其中，As：待测物质的色谱峰面积；AIS：内标的色谱峰面积；RF：标样的响应因子；N：抽吸口数；c：转换因子，$c=\frac{抽吸容量}{卷烟支数}\times 采样体积$，抽吸容量为 35mL/min，卷烟支数为 20 支，采样体积为 60mL，分析结果如表 4 所示：其中除了苯乙烯的结果略偏低以外，其余各物质的分析结果均落在 2R4F 的报道范围内，并且和 2R4F 的含量均值偏差均在 20% 以内，其中异戊二稀和丙酮的结果和 2R4F 中的含量均值偏差在 5% 以内；而苯乙烯的结果偏小，主要是因为它在主流烟气中是两相分布的，而本文的分析结果只是针对气相成分的。在不同的卷烟烟气中，苯乙烯的两相分配比例大约位于 0.181 ～ 0.455 之间，按此比例计算，苯乙烯的测定结果就相似于 2R4F 的报道结果。表明本发明方法的分析结果还是比较可靠的。

[0073] 表 4 卷烟样品中的部分主流烟气气相成分分析结果

[0074]

	2R4F(μg/支)	
	测定值	文献报道
1，3-丁二烯	31.73	38.2±12.7
异戊二稀	356.31	341.2±50.5
丙烯腈	11.45	10.1±4.5
苯	50.77	41.8±9.4
甲苯	76.71	65.0±19.6
苯乙烯	1.74	5±2.3
丙酮	261.01	270.4±28.7
巴豆醛	14.53	18±9.1

[0075]

二丁酮	78.69	-
丁醛	7.78	-
乙腈	111.12	-
2，5-双甲基呋喃	76.71	-
乙苯	4.86	-

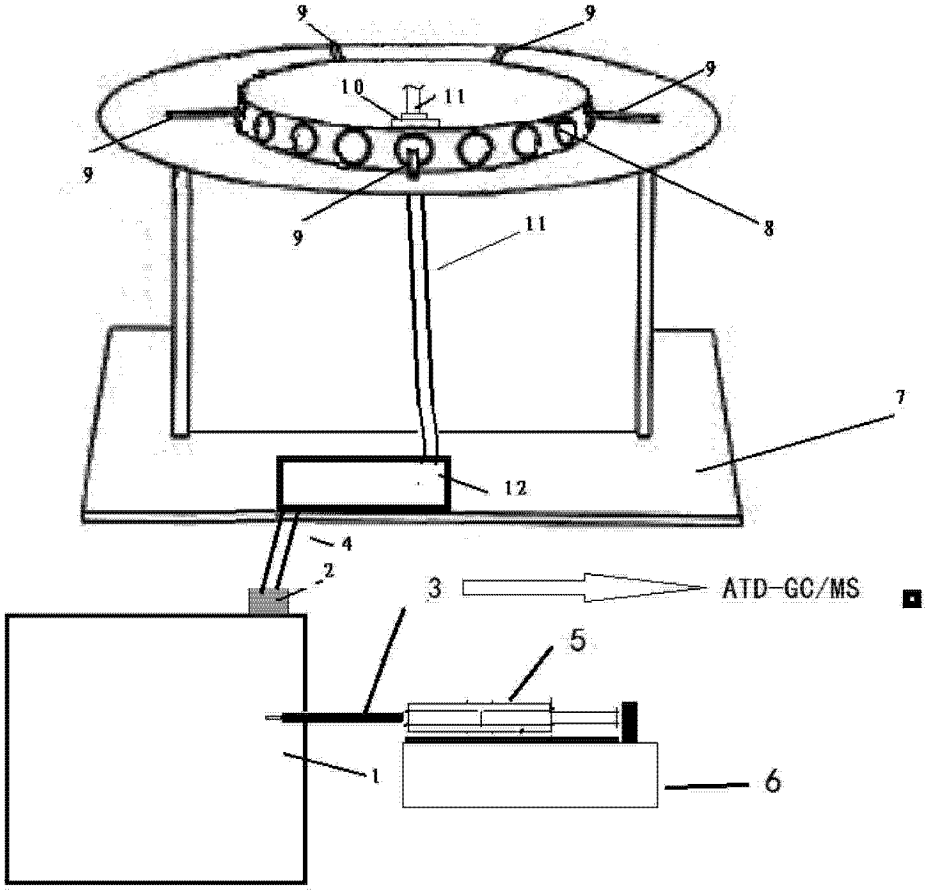


图 1