



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102539374 B

(45) 授权公告日 2014.01.01

(21) 申请号 201110435862.3

(22) 申请日 2011.12.22

(73) 专利权人 武汉四方光电科技有限公司

地址 430205 湖北省武汉市东湖新技术开发区凤凰产业园凤凰三路 3 号

(72) 发明人 刘志强 熊友辉 何涛 石平静

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 唐正玉

(51) Int. Cl.

G01N 21/35(2006.01)

G01N 7/00(2006.01)

审查员 汤晨光

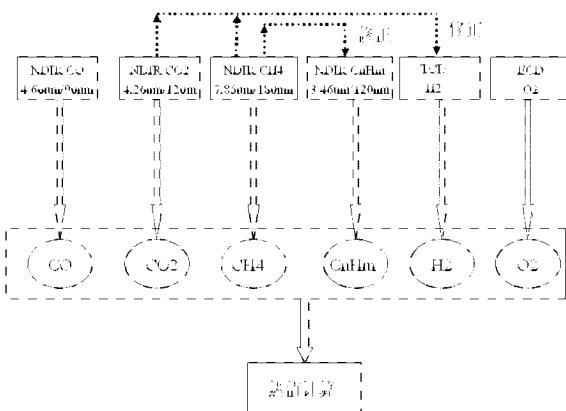
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于测量煤气成分和热值的方法

(57) 摘要

本发明公开一种用于测量煤气成分和热值的方法，包括以下步骤：采用非分光红外技术，选择中心波长 CWL/半峰带宽 HWBP 分别为 $4.66 \pm 0.05 \mu\text{m}$ / $90 \pm 5 \text{ nm}$ 、 $4.26 \pm 0.05 \mu\text{m}$ / $120 \pm 5 \text{ nm}$ 、 $7.85 \pm 0.05 \mu\text{m}$ / $180 \pm 5 \text{ nm}$ 、 $3.46 \pm 0.05 \mu\text{m}$ / $120 \pm 5 \text{ nm}$ 的窄带滤光片测量煤气中 CO、CO₂、CH₄、C_nH_m 体积浓度；采用热导气体传感器测量 H₂ 体积浓度；采用电化学传感器测量 O₂ 体积浓度，采用 CH₄ 测量值对 C_nH_m 测量结果进行修正，采用 CO₂、CH₄ 测量值对 H₂ 测量结果进行修正，从而得到煤气成分中准确的 CO、CO₂、CH₄、C_nH_m、H₂、O₂ 含量并自动计算热值。本发明在一台仪器内实现多组分煤气成分及热值的快速、准确的测量。相比传统方法，在仪器生产成本、准确性、快速性等多方面具有明显优势。



1. 一种用于测量煤气成分和热值的方法,采用热导气体传感器 TCD 测量 H₂ 体积浓度 T_{H2},采用电化学传感器 ECD 测量 O₂ 体积浓度,其特征在于包括以下步骤:

(1) 采用非分光红外 NDIR 技术,测量煤气中的 CO、CO₂、CH₄、C_nH_m 体积浓度;分别计为 T_{CO}、T_{CO2}、T_{CH4}、T_{CnHm};其中,采用 NDIR 原理准确测量 CH₄,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 7.85 ± 0.05 μm / 180 ± 5 nm;采用 NDIR 原理测量 C_nH_m,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 3.46 ± 0.05 μm / 120 ± 5 nm;

(2) 运用公式 R_{CnHm} = T_{CnHm} - A × T_{CH4} 来修正 CH₄ 对 C_nH_m 的干扰,其中, A 是待定系数, T_{CnHm}、T_{CH4} 依次是 NDIR 测得的 C_nH_m、CH₄ 的体积浓度;

(3) 运用公式 R_{H2} = T_{H2} - a × (T_{CH4} + R_{CnHm}) - b × T_{CO2} 修正 H₂ 体积浓度的测量值,其中 T_{H2} 是 TCD 实测 H₂ 体积浓度, T_{CH4} 和 T_{CO2} 分别是 NDIR 实测 CH₄ 和 CO₂ 体积浓度, R_{CnHm} 是修正后的 C_nH_m 体积浓度,a、b 为待定系数;

(4) 运用热值公式 Q = T_{CO} × 12.64 + R_{H2} × 18.79 + T_{CH4} × 35.88 + R_{CnHm} × 93.18 来计算煤气热值,其中 Q 单位为 MJ/m³,T_{CO} 和 T_{CH4} 为实测体积浓度,R_{H2} 和 R_{CnHm} 为修正后的气体体积浓度。

2. 根据权利要求 1 所述的用于测量煤气成分和热值的方法,其特征在于:采用 NDIR 原理测量 CO,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 4.66 ± 0.05 μm / 90 ± 5 nm。

3. 根据权利要求 1 所述的用于测量煤气成分和热值的方法,其特征在于:采用 NDIR 原理测量 CO₂,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 4.26 ± 0.05 μm / 120 ± 5 nm。

一种用于测量煤气成分和热值的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量煤气成分和热值的方法,特别是能对气体体积浓度进行修正的方法。

背景技术

[0002] 煤的气化是我国煤化工的重要组成部分,特别是在我国石油资源日益紧张的条件下显得更加重要。煤气成分的检测分析是气化炉优化控制的前提,也是煤化工行业其他工序的重要参数。高炉、转炉,焦炉以及玻璃,陶瓷等工业领域也经常需要进行煤气成分的检测。

[0003] 奥氏气体分析作为一种经典的化学式手动分析器,具有价格便宜、操作方便、维修容易等优点,一直在煤气成分分析领域有广泛的应用。但是该方法是一种手动操作,精度低、速度慢,已经不能适应工业的发展需要。近年来色谱分析仪得到推广,但是色谱分析仪需要对气体进行分离后再检测,很难实现实时在线,且需要配置多个色谱柱并使用载气。红外气体分析仪在我国使用多年,但是以往技术往往只能在一套分析仪器分析单一组分,或者两组分,且该类型的仪器不仅价格昂贵,维修复杂。此外对于煤气中的 CH_4 的测量会因其他碳氢化合物的存在而相互干扰,无法准确测量。煤气中的 H_2 、 O_2 体积浓度不能通过 NDIR 方法测出,常采用 TCD 测量 H_2 体积浓度,采用 ECD 测量 O_2 体积浓度,而且煤气中的 CH_4 与其他 C_nH_m 存在相互干扰, CH_4 、 CO_2 等会干扰 H_2 。在专利 CN201886002U 中,发明人研发了一种煤气分析系统,该系统通过色谱分析技术能达到一次进样分析煤气中的 CO_2 、 O_2 、 CO 、 CH_4 、 H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 等气体浓度的目的,但是该系统在分析煤气成分时需要载气,测量是间断测量,也无法实现现场便携测量。此外受色谱柱的限制,对于 C_3H_8 、 C_4H_{10} 等物质无法测量,因此不能得到准确的煤气热值。在专利 CN101750439A 中,发明人提供了一种改进型单通道氢气传感器,通过对基于热导原理的氢气传感器物理结构进行有效的改进和优化,最大限度地降低了环境和自身温度变化带来的基线漂移,但是该传感器是采用 N2 中的 H2 进行标定,如果煤气中除 H2 以外的其他组分,特别是 CO2、CH4 变化后,氢气浓度就需要修正才能得到准确浓度。由于没有 CO2、CH4 的数据,所以修正无法完成。在专利 US2008011952A1 中,ABB (Asea Brown Boveri Ltd) 公司提出了一种非分光红外气体分析仪,该分析仪采用非分光红外技术,可设置多个气体传感器,达到同时测量多种非对称气体浓度的目的,同时每种气体传感器都有一个测量通道和一个对比通道这样能提高测量精度。但是此分类析仪通常采用 3.4μm 左右的窄带滤光片测量 CH4、CnHm,在煤气测量环境下,由于 CnHm 与 CH4 的的相互干扰十分大,因此无法测量煤气热值的主要来源中的 CH4 和 CnHm。此外该仪器内不能同时配置 TCD 热导传感器测量氢气的浓度,即使独立安装该类型的仪器作为组合仪器使用,也没有 CO2、CH4 等气体对 H2 测量的修正,更加无法直接得到煤气的热值。

[0004] 综上所述,国内目前还没有仪器可以在一台仪器内准确测量煤气中的各种成分,特别是贡献能量的 CH_4 、 C_nH_m 、 CO 、 H_2 的成分。因此有必要研究出一种能同时测量煤气中各种成分并计算煤气的热值,且能有效排除气体之间干扰的方法。

发明内容

[0005] 本发明为了克服上述现有技术存在的问题及缺点,本发明提供了一种更加精确的用于测量煤气成分和热值的方法。该方法与上述现有测试方法相比,具有以下的优点:本发明能同时测量多种煤气成分;通过优选 NDIR 窄带滤光片参数,减小不同气体之间的干扰;选择 $3.46 \mu m$ 波长滤光片测量 C_nH_m ,能将其他碳氢化合物都折算成 C_3H_8 ,便于煤气热值的计算;根据所得的气体体积浓度,计算煤气的热值;使用本方法的分析仪器制造成本为传统燃烧法热值仪的 $1/3$,只有质谱分析仪的 $1/10$,分析速度是传统色谱仪的 30 倍以上。

[0006] 本发明的技术方案为:

[0007] 一种用于测量煤气成分和热值的方法,采用热导气体传感器 (TCD) 测量 H_2 体积浓度 T_{H_2} ,采用电化学传感器 (ECD) 测量 O_2 体积浓度,通过所测得及修正后的各种气体体积浓度来计算煤气的热值,其特征在于包括以下步骤:

[0008] (1) 采用非分光红外 (NDIR) 技术,测量煤气中的 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 C_nH_m 体积浓度;分别计为 T_{CO} 、 T_{CO_2} 、 T_{CH_4} 、 T_{CnHm} ;

[0009] (2) 运用公式 $R_{CnHm} = T_{CnHm} - A \times T_{CH_4}$ 来修正 CH_4 对 C_nH_m 的干扰,其中, A 是待定系数, T_{CnHm} 、 T_{CH_4} 依次是 NDIR 测得的 C_nH_m 、 CH_4 的体积浓度;

[0010] (3) 运用公式 $R_{H_2} = T_{H_2} - a \times (T_{CH_4} + R_{CnHm}) - b \times T_{CO_2}$ 修正 H_2 体积浓度的测量值,其中 T_{H_2} 是 TCD 实测 H_2 体积浓度, T_{CH_4} 和 T_{CO_2} 分别是 NDIR 实测 CH_4 和 CO_2 体积浓度, R_{CnHm} 是修正后的 C_nH_m 体积浓度, a 、 b 为待定系数;

[0011] (4) 运用热值公式 $Q = T_{CO} \times 12.64 + R_{H_2} \times 18.79 + T_{CH_4} \times 35.88 + R_{CnHm} \times 93.18$ 来计算煤气热值,其中 T_{CO} 和 T_{CH_4} 为实测体积浓度, R_{H_2} 和 R_{CnHm} 为修正后的气体体积浓度。

[0012] 采用 NDIR 原理准确测量 CH_4 ,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 $7.85 \pm 0.05 \mu m / 180 \pm 5nm$ 。

[0013] 采用 NDIR 原理测量 C_nH_m ,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 $3.46 \pm 0.05 \mu m / 120 \pm 5nm$ 。

[0014] 采用 NDIR 原理测量 CO ,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 $4.66 \pm 0.05 \mu m / 90 \pm 5nm$ 。

[0015] 采用 NDIR 原理测量 CO_2 ,所选取的窄带滤光片参数即中心波长 CWL/ 半峰带宽 HWBP 为 $4.26 \pm 0.05 \mu m / 120 \pm 5nm$ 。

[0016] 本发明的方法与上述现有测试方法相比,具有以下的优点:本发明能同时测量多种煤气成分;通过优选 NDIR 窄带滤光片参数,减小不同气体之间的干扰;选择 $3.46 \mu m$ 波长滤光片测量 C_nH_m ,能将其他碳氢化合物都折算成 C_3H_8 ,便于煤气热值的计算;根据所得的气体体积浓度,计算煤气的热值;使用本方法的分析仪器制造成本为传统燃烧法热值仪的 $1/3$,只有质谱分析仪的 $1/10$,分析速度是传统色谱仪的 30 倍以上。

附图说明

[0017] 图 1 为煤气成分分析原理图。

[0018] 图 2 为 CO 、 CO_2 、 CH_4 的红外吸收图谱图。

[0019] 图 3 为碳氢化合物在 $3.3 \mu m$ 左右的相互干扰图。

[0020] 图 4 为 CH₄ 的红外吸收图谱图。

具体实施方式

[0021] 下面结合案例对本发明进行详细的说明：

[0022] 案例 1：生物质气化 6 组分煤气分析仪

[0023] 1、各种气体滤光片参数及气室长度，量程的选择

[0024] 首先根据 CO、CO₂ 的红外吸收图谱，如图 2，CO 在 4.66 μm 处的吸收峰不受 CO₂ 的干扰，CO₂ 在 4.26 μm 处的吸收峰不受 CO 干扰，因此分别选择参数为 4.66 μm/90nm、4.26 μm/120nm 的窄带滤光片作为 CO、CO₂ 的探测器滤光片，参考通道选择为 3.91 μm，CO 气室长度选择为 43mm，CO₂ 气室长度选择为 2mm，制作量程为 40% 的 CO 气体传感器及量程为 30% 的 CO₂ 气体传感器。

[0025] 然后根据 CH₄、C₂H₆、C₃H₈、C₄H₁₀ 的红外吸收图谱，如图 3、图 4，为消除 C_nH_m 对 CH₄ 吸收峰的干扰，不选择参数为 3.3 μm 处的吸收峰，而选择 7.85 μm 处的吸收峰，因此选择参数为 7.85 μm/180nm 的窄带滤光片作为 CH₄ 的探测器滤光片，参考通道选择为 3.91 μm，CH₄ 气室长度选择为 68mm，制作量程为 20% 的 CH₄ 气体传感器。

[0026] 根据 C_nH_m 的红外吸收图谱，如图 3，在 3.3—3.5 μm 之间 C_nH_m 都有吸收峰，为了减少 CH₄ 对 C_nH_m 的干扰，应该避开 CH₄ 的吸收峰，在 3.35—3.5 μm 之间选择中心波长，通过对 3.35—3.5 μm 范围内的不同滤光片进行试验，发现选择参数为 3.46 μm/120nm 的窄带滤光片作为 C_nH_m 的探测器滤光片，可以用 C₃H₈ 代表 C_nH_m（C_nH_m 用 C₃H₈ 来标定）。参考通道选择为 3.91 μm，C_nH_m 气室长度选择为 43mm，制作量程为 5% 的 C_nH_m 气体传感器。测试数据如表 1。

[0027] 表 1：C1 ~ C5 对 3.46 μm 传感器的影响

通入气体 (%)		CH ₄ 体积 浓度 (%)	C _n H _m 体积 浓度 (%)	体积浓度 比例系数 (C ₃ H ₈ /C _n H _m)	体积浓度比例系 数 (C ₃ H ₈ /C _n H _m) 平均值	
[0028]	CH ₄ (C1)	0	0	-	-	
		3.79	3.76	-	-	
		7.68	7.71	-	-	
		11.67	11.66	-	-	
		15.78	15.80	-	-	
		20.00	20.01	-	-	
[0028]	C ₂ H ₆ (C2)	1.01	0	0.69	0.687	
		2.03	0	1.41		
		3.98	0	2.73		
	C ₃ H ₈ (C3)	0.43	0	0.42	1.00	
[0029]		1.76	0.01	1.78		
		3.42	0.01	3.44		
		5.00	0.02	5.01		
NC ₄ (C4)	1.01	0.01	1.32	1.315		
[0029]		2.00	0.02		2.68	
	IC ₄ (C4)	1.01	0		1.29	
		1.99	0.01		2.64	
	NC ₅ (C5)	0.998	0.01	1.67	1.68	
[0030]	IC ₅ (C5)	1.00	0.01	1.69		

[0030] 表 2 :C_nH_m 低位热值系数

[0031]

气体名称	低位热值系数 (MJ/m ³)	热值系数比 (C _n H _m /C ₃ H ₈)
C ₂ H ₆	64.35	0.69
C ₃ H ₈	93.18	1.00

C ₄ H ₁₀	123.16	1.32
C ₅ H ₁₂	156.63	1.68

[0032] 通过对比表1和表2,可以看出C_nH_m在采用3.46 μm/120nm窄带滤光片的探测器所制作的传感器测得的体积浓度比例系数与热值系数比非常接近,所以可以用C₃H₈代表C_nH_m来计算热值。

[0033] 最后,采用公知的技术制作量程为20%热导TCD类型的H₂传感器,量程为25%电化学ECD类型O₂传感器。

[0034] 2、测量各种气体体积浓度

[0035] 运用NDIR测量CO、CO₂、CH₄、C_nH_m,读数分别记为T_{CO}、T_{CO2}、T_{CH4}、T_{CnHm}。

[0036] 运用TCD测量H₂体积浓度,记为T_{H2}。

[0037] 运用ECD测量O₂体积浓度,记为T_{O2}。

[0038] 3、气体体积浓度修正和热值计算。

[0039] (1) 通过CH₄对C_nH_m进行修正。

[0040] 由于CH₄对C_nH_m有一定的干扰,待通过标定曲线计算出C_nH_m测量结果(T_{CnHm})时,还需要根据CH₄的体积浓度(T_{CH4})对T_{CnHm}进行修正,得到修正后的C_nH_m体积浓度(R_{CnHm})。

[0041] 为修正CH₄对C_nH_m测量的影响,对本案例的生物质气化6组分煤气分析仪通入CH₄标准气体,标准气体体积浓度及测量结果如表3:

[0042] 表3:CH₄标准气体体积浓度及测量结果

[0043]	标准气体体积浓度 (%)	测量结果 (%)	
	CH ₄	T _{CH4}	T _{CnHm}
	0	0	0
	1.88	1.90	0.05
	3.79	3.80	0.11
	5.72	5.75	0.16
	7.68	7.70	0.22
[0044]	9.66	9.69	0.28
	11.67	11.65	0.34
	13.71	13.70	0.40
	15.78	15.80	0.45
	17.87	17.90	0.51
	20.00	20.02	0.57

[0045] 通过分析数据,可以得到以下修正公式:

$$R_{CnHm} = T_{CnHm} - A \times T_{CH4}$$

[0047] 将表 3 的数据代入公式可以得出, $A = 0.02868$

[0048] 因此 $R_{CnHm} = T_{CnHm} - A \times T_{CH_4} = T_{CnHm} - 0.02868 \times T_{CH_4}$ 。

[0049] (2) 修正 H_2 的体积浓度。

[0050] 对于采用 TCD 测量 H_2 体积浓度, 由于 CH_4 、 CO_2 与 H_2 标定用的平衡气 N_2 在相对热导率上有较大差异, 见表 4, 因此 CH_4 、 CO_2 对 H_2 测量结果有一定的干扰; C_nH_m 虽然在热导率上与 N_2 有差异, 但是其在煤气中的含量仅为 CH_4 的 1/5 左右, 因此不予考虑; 而 CO 、 O_2 的热导率与 N_2 的热导率差异很小, 也不予考虑。所以只需要根据 CH_4 、 CO_2 的测量结果 T_{CO_2} 、 T_{CH_4} 对 H_2 的测量结果 T_{H_2} 进行修正, 得到修正后的 H_2 的体积浓度 (R_{H_2})。

[0051] 表 4 : 不同气体的热导率

	气体名称	相对热导率 λ/λ 空气	气体名称	相对热导率 λ/λ 空气
[0052]	空气	1.000	CO	0.964
	H_2	7.130	CO_2	0.614
	O_2	1.015	SO_2	0.344
	N_2	0.998	NH_3	0.897
[0053]	He	5.910	CH_4	1.318

[0054] 为修正 CH_4 、 CO_2 对 H_2 测量结果的影响, 对本案例的生物质气化 6 组分煤气分析仪通入 CH_4 、 CO_2 标准气体, 标准气体体积浓度及测量结果如表 5:

[0055] 表 3 : CH_4 、 CO_2 对 H_2 的影响

标准气体体积浓度 (%)		测量结果 (%)		
CH ₄	CO ₂	T _{CH4}	T _{CO2}	T _{H2}
0	0	0	0	0
0	2.75	0	2.73	-0.29
0	5.54	0	5.51	-0.61
0	8.40	0	8.36	-0.93
0	11.30	0	11.35	-1.23
0	14.27	0	14.21	-1.59
0	17.29	0	17.34	-1.90
0	20.37	0	20.43	-2.25
0	23.52	0	23.61	-2.58
0	26.73	0	26.69	-2.96
0	30.00	0	29.97	-3.30
1.88	0	1.84	0	0.27
3.79	0	3.82	0	0.54
5.72	0	5.76	0	0.82
7.68	0	7.71	0	1.06
9.66	0	9.63	0	1.38
11.67	0	11.62	0	1.66
13.71	0	13.83	0	1.93
15.78	0	15.81	0	2.23
17.87	0	17.91	0	2.50
20	0	19.98	0	2.80

[0057] 通过分析数据,可以得到以下修正公式 :

$$R_{H2} = T_{H2} - a \times T_{CH4} - b \times T_{CO2}$$

[0059] 将表 5 的数据代入公式可以得出, $a = 0.13989$; $b = -0.11026$

$$[0060] 因此 R_{H2} = T_{H2} - a \times T_{CH4} - b \times T_{CO2} = T_{H2} - 0.13989 \times T_{CH4} + 0.11026 \times T_{CO2}$$

[0061] (3) 计算煤气热值

[0062] 根据以上得到的气体浓度,将 T_{CO} 、 T_{CH4} 、 R_{CnHm} 和 R_{H2} 代入公式

$$[0063] Q = T_{CO} \times 12.64 + R_{H2} \times 18.79 + T_{CH4} \times 35.88 + R_{CnHm} \times 93.18$$

[0064] 求出煤气的热值。其中, Q 单位为 MJ/m^3 , 12.64、18.79、35.88 和 93.18 分别为 CO 、 H_2 、 CH_4 、 C_nH_m 的低位

热值系数,单位均为 MJ/m³。

[0065] 本案例设计了一种 CO 量程为 40%、CO₂ 量程为 30%、CH₄ 量程为 20%、C_nH_m 量程为 5%、H₂ 量程为 20%、O₂ 量程为 25% 的 6 组分煤气分析仪,适合在空气煤气化、生物质空气化气化、高炉、热处理用吸热式、放热式气体发生炉等多个行业应用。案例 2 :生物质热解、焦化 6 组分煤气分析仪

[0066] 1、各种气体气室长度、量程的选择

[0067] 在 NDIR 红外气体传感器设计的滤光片选择方面同案例 1。在气室设计方面 :CO 气室长度选择为 43mm,制作量程为 40% 的 CO 气体传感器 ;CO₂ 气室长度选择为 3mm,制作量程为 20% 的 CO₂ 气体传感器 ;CH₄ 气室长度选择为 34mm,制作量程为 50% 的 CH₄ 气体传感器 ;C_nH_m 气室长度为 20mm,制作量程为 10% 的 C_nH_m 气体传感器 ;

[0068] 采用公知的技术制作量程为 75% 的 H₂ 传感器 ;制作量程为 25% 的 O₂ 传感器。

[0069] 2、测量各种气体体积浓度

[0070] 运用 NDIR 测量 CO、CO₂、CH₄、C_nH_m,读数分别记为 T_{CO}、T_{CO2}、T_{CH4}、T_{CnHm}。

[0071] 运用 TCD 测量 H₂ 体积浓度,记为 T_{H2}。

[0072] 运用 ECD 测量 O₂ 体积浓度,记为 T_{O2}。

[0073] 3、气体体积浓度修正和热值计算。

[0074] (1) 通过 CH₄ 对 C_nH_m 进行修正。

[0075] 为修正 CH₄ 对 C_nH_m 测量的影响,对本案例的生物质热解、焦化 6 组分煤气分析仪通入 CH₄ 标准气体,标准气体体积浓度及测量结果如表 6 :

[0076] 表 6 :CH₄ 标准气体体积浓度及测量结果

[0077]	标准气体积浓度 (%)	测量结果 (%)	
		CH ₄	T _{CH4}
[0078]	0	0	0
	4.29	4.30	0.12
	8.72	8.75	0.25
	13.3	13.28	0.38
	18.02	18.00	0.51
	22.91	22.94	0.65
	27.96	28.00	0.78
	33.18	33.20	0.94
	38.59	38.61	1.11
	44.19	44.23	1.26
	50.00	50.00	1.41

[0079] 通过分析数据,可以得到以下修正公式 :

[0080] $R_{CnHm} = T_{CnHm} - A \times T_{CH_4}$

[0081] 将表 6 的数据代入公式可以得出, $A = 0.02837$

[0082] 因此 $R_{CnHm} = T_{CnHm} - A \times T_{CH_4} = T_{CnHm} - 0.02837 \times T_{CH_4}$ 。

[0083] (2) 修正 H_2 的体积浓度。

[0084] 为修正 CH_4 、 CO_2 对 H_2 测量结果的影响, 对本案例的生物质热解、焦化 6 组分煤气分析仪通入 CH_4 、 CO_2 标准气体, 标准气体体积浓度及测量结果如表 7:

[0085] 表 7 : CH_4 、 CO_2 对 H_2 的影响

标准气体积浓度 (%)		测量结果 (%)		
CH_4	CO_2	T_{CH_4}	T_{CO_2}	T_{H_2}
50	0	0	0	7.05
44.19	0	0	1.91	6.24
38.59	0	0	3.81	5.44
33.18	0	0	5.71	4.68
27.96	0	0	7.66	3.92
22.91	0	0	9.62	3.23
18.02	0	0	11.61	2.55
13.3	0	0	13.75	1.86
8.72	0	0	15.81	1.23
4.29	0	0	17.91	0.61
0	20.00	0	19.99	-2.22
0	17.88	4.32	0	-1.99
0	15.78	8.71	0	-1.74
0	13.72	13.28	0	-1.50
0	11.68	18.04	0	-1.30
0	9.67	22.93	0	-1.05
0	7.69	27.92	0	-0.86
0	5.73	33.15	0	-0.65
0	3.79	38.62	0	-0.42
0	1.88	44.23	0	-0.19
0	0	50.03	0	0

- [0088] 通过分析数据,可以得到以下修正公式 :
- [0089] $R_{H_2} = T_{H_2} - a \times T_{CH_4} - b \times T_{CO_2}$ 。
- [0090] 将表 7 的数据代入公式可以得出, $a = 0.14097$; $b = -0.11091$
- [0091] 因此 $R_{H_2} = T_{H_2} - a \times T_{CH_4} - b \times T_{CO_2} = T_{H_2} - 0.14097 \times T_{CH_4} + 0.11091 \times T_{CO_2}$ 。
- [0092] (3) 计算煤气热值
- [0093] 根据以上得到的气体体积浓度,将 T_{CO} 、 T_{CH_4} 、 R_{CnHm} 和 R_{H_2} 代入公式
- [0094] $Q = T_{CO} \times 12.64 + R_{H_2} \times 18.79 + T_{CH_4} \times 35.88 + R_{CnHm} \times 93.18$ 求出煤气的热值。
- [0095] 其中, Q 单位为 MJ/m^3 , 12.64、18.79、35.88 和 93.18 分别为 CO 、 H_2 、 CH_4 、 C_nH_m 的低位热值系数, 单位均为 MJ/m^3 。
- [0096] 本案例设计了一种 CO 量程为 40%、 CO_2 量程为 20%、 CH_4 量程为 50%、 $CnHm$ 量程为 10%、 H_2 量程为 75%、 O_2 量程为 25% 的 6 组分煤气分析仪, 适合在焦化、生物质热解、干馏、钢铁中混合煤气等多个行业应用。
- [0097] 以上实施例仅供说明本发明之用, 而非对本发明的限制, 有关技术领域的技术人员, 在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 还可以作出各种变换或变型, 因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴, 应由各权利要求所限定。

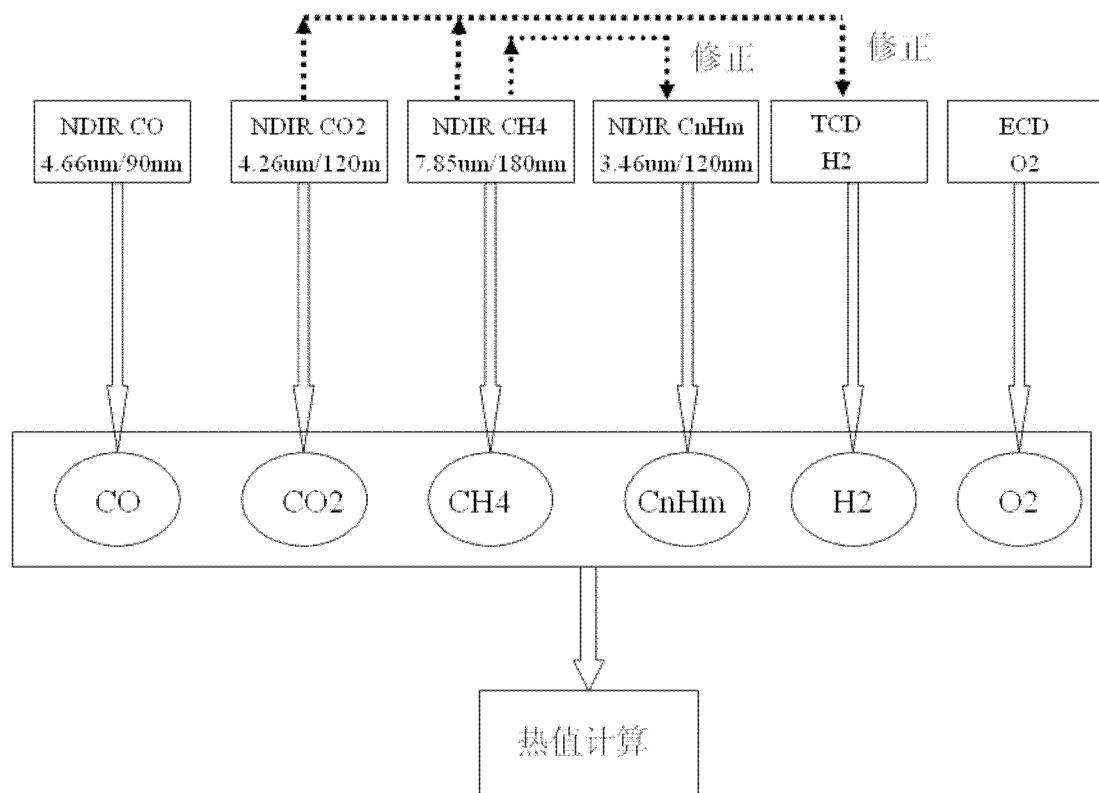


图 1

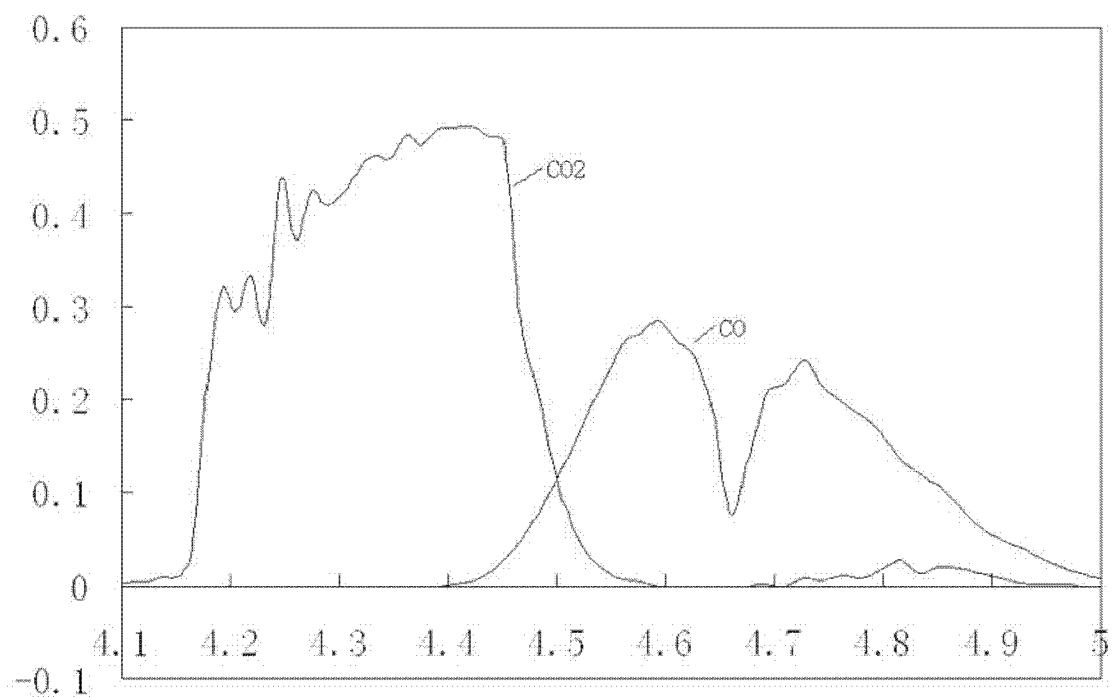


图 2

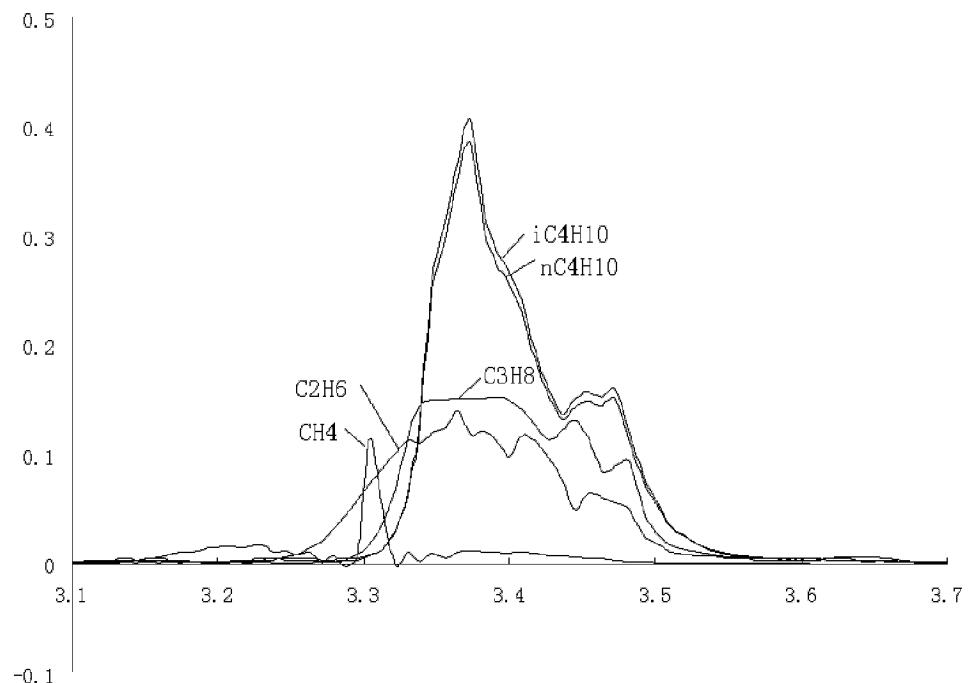


图 3

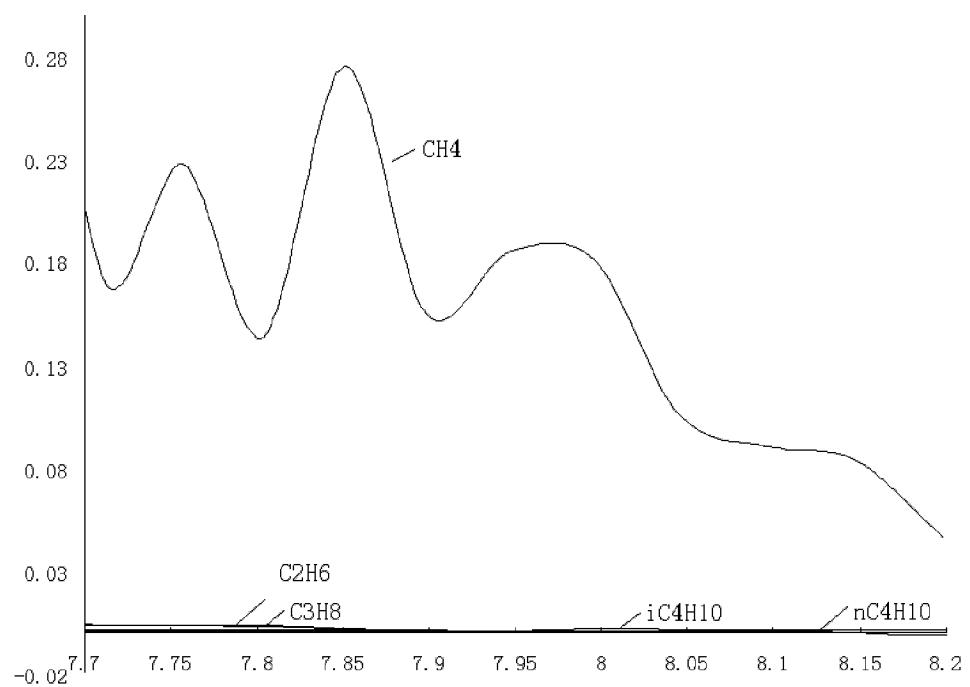


图 4