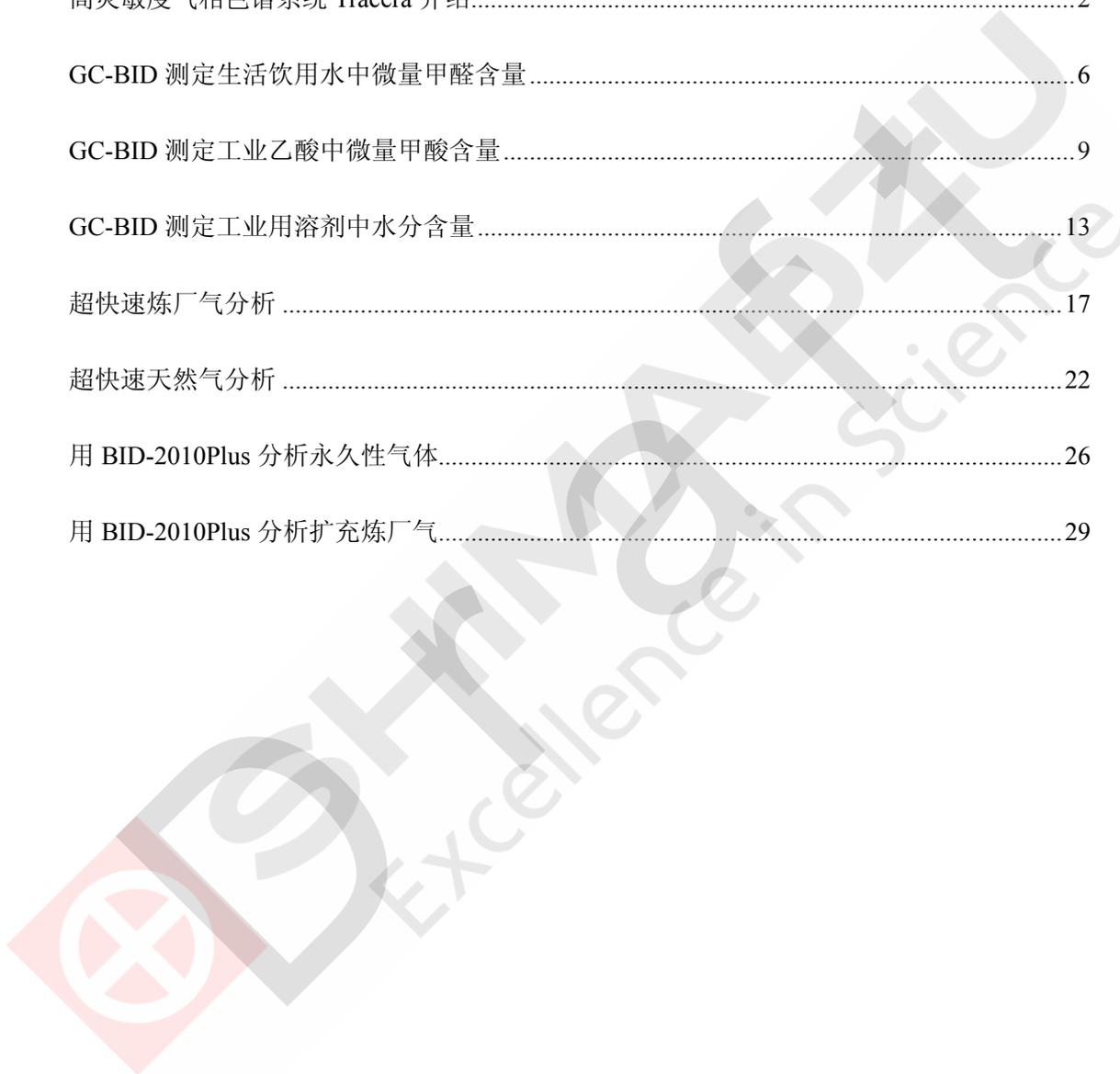


# 岛津高灵敏度气相色谱系统 Tracera 应用文集



# 目录

前 言 .....	1
高灵敏度气相色谱系统 Tracera 介绍.....	2
GC-BID 测定生活饮用水中微量甲醛含量 .....	6
GC-BID 测定工业乙酸中微量甲酸含量.....	9
GC-BID 测定工业用溶剂中水分含量.....	13
超快速炼厂气分析 .....	17
超快速天然气分析 .....	22
用 BID-2010Plus 分析永久性气体.....	26
用 BID-2010Plus 分析扩充炼厂气.....	29



# 前言

气相色谱技术广泛应用于多个领域的研究、开发和质量控制中，如石油化学、精细化工、环境、医药、食品、电子工业、半导体和香精香料等。近些年来，随着科技的发展，对更高灵敏度及痕量分析的要求也日益增加，比如精细化工产品中所使用一些材料的 ppm 级杂质分析，半导体制造行业中所使用的高纯气体的分析等。

传统气相色谱技术中，热导检测器（TCD）和氢火焰离子化检测器（FID）都属于非常通用的检测器。TCD 可以检测除载气之外的多种无机和有机化合物，但是灵敏度不高。FID 可以检测 ppm 级微量化合物，但是只能分析碳氢化合物（甲醛和甲酸除外）。因此，以前针对特定目标化合物时，一次分析往往需要使用由多个不同检测器构成的复杂气相色谱系统。

岛津公司作为全球著名的分析仪器厂商，长期以来一致关注国内外各行业标准法规的颁布与实施，积极应对，及时提供全面、有效的解决方案。岛津公司着力研究了等离子体技术，并将此技术作为提高灵敏度、稳定性和检测浓度范围的一种手段和方法。最终 BID 检测器（介质阻挡放电等离子体检测器）应运而生。新型 BID 检测器能够满足除 He 和 Ne 之外所有有机和无机化合物 0.1ppm 含量水平的分析需求，并且检测器电极不存在降解的风险，具有长期的分析稳定性。

本解决方案针对甲醛、甲酸、水、一氧化碳、二氧化碳等较难用气相色谱直接分析的化合物，建立了简单、快速、灵敏的分析方法。分析结果表明，BID 检测器的高灵敏度、高通用性、高稳定性等特点，使其在化工、石化、环境等行业具有广泛的应用前景，是下一代的气相色谱通用型检测器。

岛津企业管理（中国）有限公司

# 高灵敏度气相色谱系统 Tracera 介绍

“Tracera”是一个复合词，由“trace”（痕量）和“era”（纪元）组成，寓意“进入痕量分析的新纪元”。



## 一、BID 检测器原理

BID 是英文“Barrier Discharge Ionization detector”的缩写，中文全称为“介质阻挡放电等离子体检测器”。BID 检测器主要通过介质阻挡放电产生的氦等离子体进行电离（离子化），是一种灵敏度极高的通用型检测器。

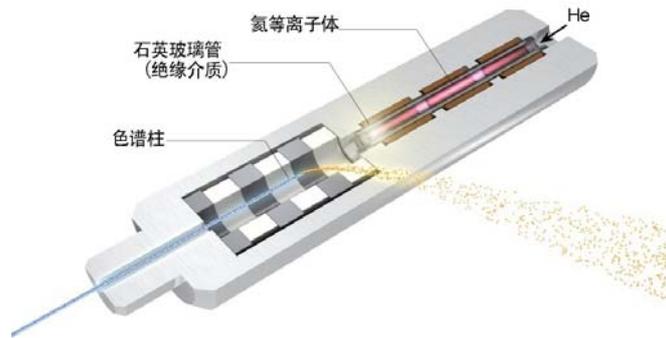
BID 检测器原理是：在氦气中，通过在石英玻璃管（绝缘介质）上加高电压，产生氦等离子体。色谱柱流出的组分在氦等离子体的能量轰击下离子化，收集极收集产生的离子，形成电流，输出色谱峰。



Tracera

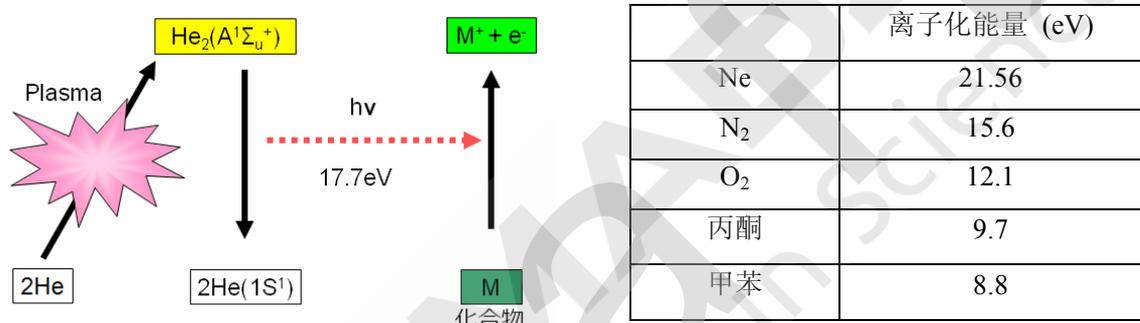


BID 检测器外观



BID 检测器剖面图

BID 检测器中所使用的亚稳态氦原子具有极高的光子能量 (17.7eV)，因此 BID 检测器可以对除氦气和氖气 (氖气离子化能量高于氦气) 之外的所有化合物进行高灵敏度分析。



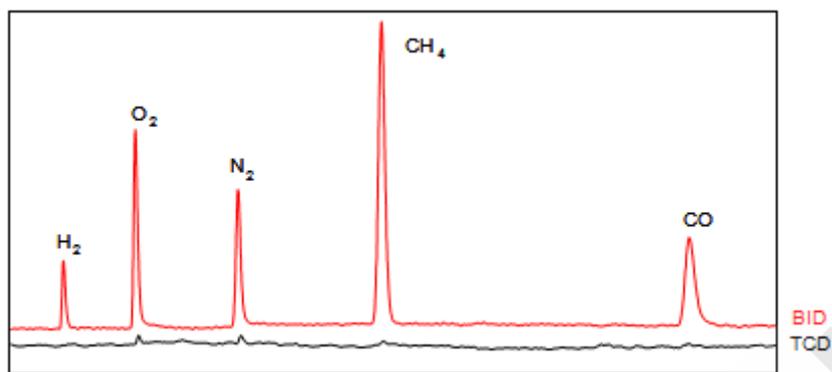
离子化原理

BID 检测器是岛津公司与日本大阪大学工学研究生院原子和分子技术中心 Katsuhisa Kitano 博士的合作研究成果，目前已获得 3 项美国专利，4 项专利待审批。

## 二、BID 检测器特点

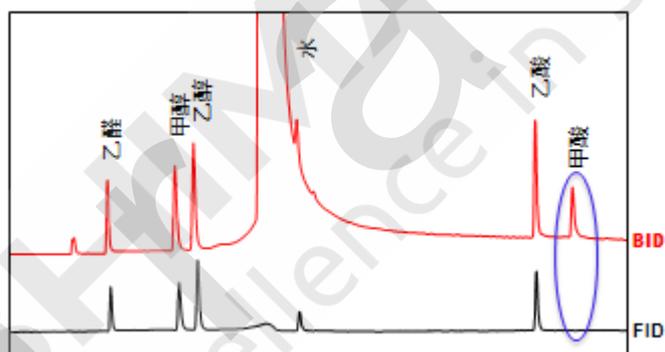
### 1、高灵敏度——灵敏度高于 TCD 百倍以上，高于 FID 两倍以上，能够有效应对痕量杂质分析工作

BID 检测器对所有化合物 (He 和 Ne 除外) 均具有高灵敏度 (高于 TCD 百倍以上，高于 FID 两倍以上)，可用于样品中痕量有机和无机杂质分析。对于痕量永久性气体的分析，这种类型的分析一般单用 TCD 检测器难以完成，TCD 灵敏度不够。对于低浓度永久性气体和轻烃类混合物的分析，常规分析方法往往需要配置多个检测器，系统复杂，永久性气体需要使用 TCD 检测器，在分析 ppm 级的 CO 和 CO<sub>2</sub> 时，还需要甲烷转化炉和 FID 检测器配合使用。现在选择合适色谱柱后，单 BID 检测器即可实现无机气体和轻烃类混合物的高灵敏度同时分析。



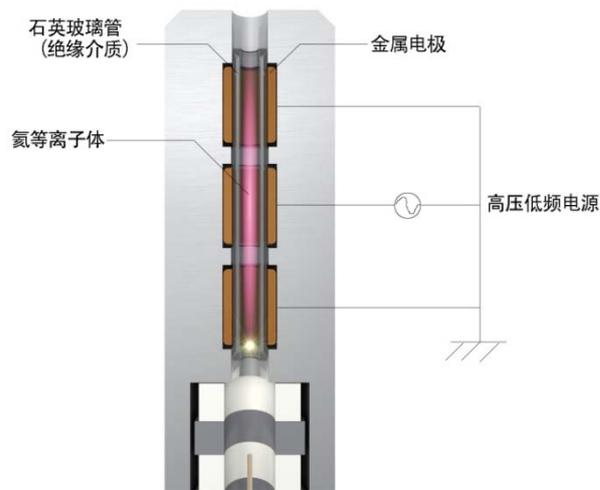
## 2、高通用性——单检测器解决方案轻松应对复杂分析需求

FID 检测器对 C-H 键化合物响应良好，是烃类化合物分析的理想选择。但 FID 检测器对羰基碳 (C=O) 化合物无响应，因此不能分析甲酸和甲醛。另外，FID 对含有羟基 (-OH)、醛基 (-CHO)、卤素 (F、Cl 等) 等化合物响应不好。相比较而言，BID 检测器可以极大提高上述化合物的灵敏度，且灵敏度几乎无差异。另外，BID 的设置温度可达 350°C，完全满足气体样品和高沸点液体样品的分析需求。



## 3、高稳定性——介质阻挡放电等离子体生成技术保证仪器长期稳定性

BID 检测器的一个重要特点就是介质阻挡放电。使用低频电源从绝缘介质外部电极上放电，产生接近室温的低温氦等离子体，且和电极无任何接触，因此电极不用处于高温环境中，避免了“溅射”损伤，不会发生电极老化现象。此耐用式结构设计使 BID 检测器可以长期保持稳定分析状态，完全不需要仪器维护或消耗品更换。



介质阻挡放电技术



低温等离子体

#### 4、安全、无火焰

相比于 FID 检测器，无需氢火焰的 BID 检测器只使用氦气，因此对于限用 FID 的实验室来说，BID 检测器可以放心应用、尽享安全。

高灵敏度气相色谱系统 Tracera 可同时分析有机气体和无机气体，也可分析液体样品，是应对痕量分析的利器！使我们原本需要复杂系统才能进行的分析工作，变的简单、快速、准确、安全。Tracera 可完美应对能源转化、人工光合成、锂离子电池、化工、气体生产等行业中科研和质控的分析需求。

# GC-BID 测定生活饮用水中微量甲醛含量

**摘要:** 本文建立了使用岛津 GC-2010 Plus+BID 检测器 (Tracera 系统) 测定生活饮用水中微量甲醛的方法。在标准曲线浓度范围内线性关系良好, 相关系数  $r$  大于 0.999; 峰面积重复性良好, RSD% 小于 5%。该方法可用于生活饮用水中微量甲醛的快速定量测定。

**关键词:** BID (介质阻挡放电等离子体检测器) 甲醛 生活饮用水

甲醛具有刺激性, 主要用于酚类、三聚氰胺等有机物的生产, 生活饮用水中本身不含甲醛, 其主要来自工业排放物和二氧化氯、臭氧消毒而氯化氧化的副产物; 水中有机物通过一定的热解也可产生一定的甲醛。

近年来, 人们对甲醛的污染及其对人体的伤害越来越重视; 研究发现, 人体皮肤接触甲醛气体会导致皮肤受刺激和过敏性皮炎; 长期呼吸过量的甲醛会导致人体中枢神经系统功能丧失, 严重的会致癌, 《生活饮用水卫生标准》中自来水甲醛含量不得超过每升 0.9 毫克, 因此为了保障生活饮用水的安全, 需要进行甲醛的检测和控制。

测定甲醛含量较多采用分光光度法, 但灵敏度低, 难以适应水样中低浓度甲醛的测定。岛津公司最新推出的 BID 检测器, 即介质阻挡放电氦等离子体检测器 (Barrier Discharge Ionization Detector)。利用高纯 He 气在绝缘介质上产生氦等离子体, 放出高能光子能量 (17.7 eV), 可以检测除 Ne 和载气 He 以外的所有化合物, 具有比 FID 更高的灵敏度。

本文利用岛津 BID 检测器, 建立了一种直接进样测定生活饮用水中微量甲醛含量的方法, 该方法操作简单, 灵敏度高, 检出限低, 适用性强。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

GC-2010 Plus+BID 检测器

载气: 氦气

检测器温度: 280 °C

### 1.2 分析条件

GC 条件:

放电气流量: 100 mL/min

吹扫流量: 10 mL/min

色谱柱: InertCap WAX, 30m×0.25mm×0.25μm

### 1.3 样品前处理

柱温程序: 50°C (5min) \_10°C/min\_ 150°C (2min)

样品无需进行处理, 直接吸取 0.5μL 进样分析即可。

进样口温度: 250°C

载气控制方式: 恒线速度 (40 cm/sec)

进样方式: 分流

分流比: 10

进样量: 0.5μL

## 2 结果讨论

### 2.1 标准谱图

甲醛标准溶液色谱图。

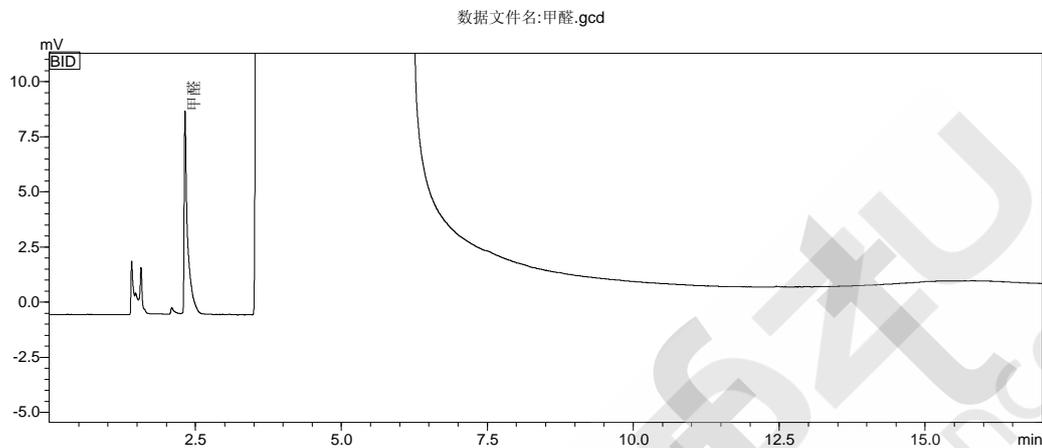


图1 甲醛标液色谱图 (10 $\mu$ g/mL)

表1 甲醛组分信息及保留时间

No.	名称	英文名称	CAS#	保留时间 (min)
1	甲醛	formaldehyde	50-00-0	2.351

### 2.2 标准曲线及相关系数

使用超纯水配制甲醛标准溶液, 浓度分别为 0.1、1、5、10、50 $\mu$ g/mL, 以浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标, 制作标准曲线, 见图2。以 0.1 $\mu$ g/mL 标准溶液响应值计算仪器检出限 (3 倍信噪比), 结果如表2 所示。

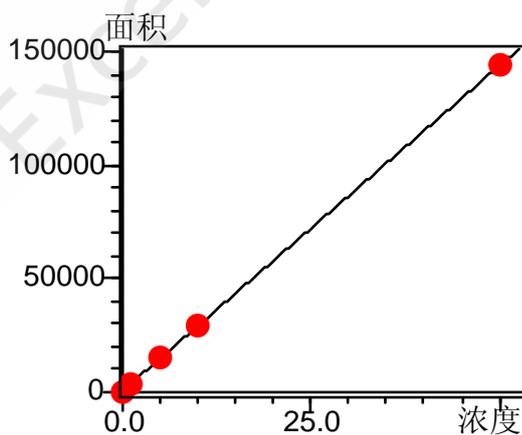


图2 甲醛标准曲线

表2 相关系数及检出限

No.	组分名称	相关系数	检出限 ( $\mu$ g/mL)
1	甲醛	0.9999	0.045

### 2.3 重复性

用浓度为  $1\mu\text{g/mL}$  的标准溶液，重复进样 6 次，面积重复性良好，RSD% 为 3.83%。详细结果见表 3。

表 3. 甲醛面积重复性结果 (n=6)

No	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%
1	甲醛	2197	2161	2143	2158	2316	2336	2218.5	3.83

### 2.4 样品测定结果

取适量自来水，吸取  $0.5\mu\text{L}$  直接进样分析，定量结果如下表 4 所示。

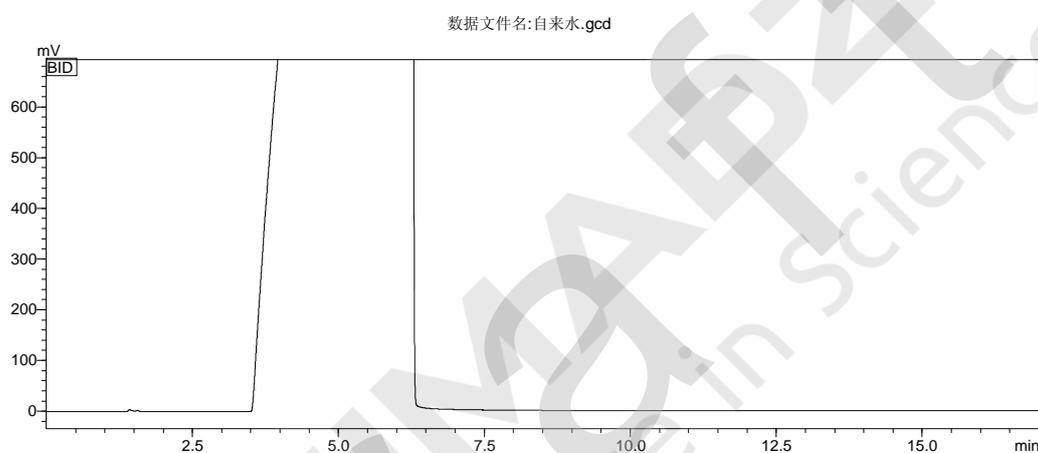


图 3 实际样品测试谱图

表 4 实际样品定量结果

No.	组分名称	定量结果 ( $\mu\text{g/mL}$ )
1	甲醛	未检出

## 3 结论

采用岛津 GC-2010 Plus+ $\text{BID}$  检测器测定生活饮用水中微量甲醛含量，方法操作简单，无需进行前处理，方法检测灵敏度高，在  $0.1\sim 50\mu\text{g/mL}$  浓度范围内标准曲线线性良好，重复性好，完全满足日常的甲醛分析检测要求。

# GC-BID 测定工业乙酸中微量甲酸含量

**摘要:** 本文建立了使用岛津 GC-2010 Plus 气相色谱仪结合 BID 检测器测定工业乙酸中甲酸含量的方法。在 0.001%~0.5%浓度范围内线性关系良好, 相关系数  $r$  大于 0.999。0.01%的甲酸标样重复进样 6 次, 其峰面积重复性良好, RSD%小于 2%。该方法可用于工业乙酸中微量甲酸含量的快速定量测定。

**关键词:** BID (介质阻挡放电等离子体检测器) 甲酸 工业乙酸

乙酸是煤化学合成过程中重要的原料。乙酸可用于生产聚乙烯、醋酸纤维、聚乙烯醇, 以及合成纤维和织物等。乙酸的生产在未来几年仍被广泛需求, 据估计, 2010年在中国乙酸的产量为73万吨。

乙酸的纯度决定了煤化学合成最终产品的质量, 甲酸是乙酸中的主要杂质之一。利用气相色谱法分析乙酸中甲酸含量已报道, 因甲酸在FID检测器上响应非常低, 通常使用TCD进行检测。例如, GB/T 1628-2008 《工业用冰乙酸》中利用填充柱和GC-TCD对其进行分析。标准要求优等乙酸中甲酸含量小于0.05%, 利用TCD检测器其灵敏度达不到标准要求, 会影响最终甲酸的准确定量。

岛津公司最新推出的BID检测器, 即介质阻挡放电氦等离子体检测器 (Barrier Discharge Ionization Detector), 利用高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体, 放出高能光子能量(17.7eV), 可以检测除Ne和载气He以外的所有化合物, 是下一代通用型检测器, 其灵敏度为TCD检测器的100倍。

本文利用岛津 BID 检测器, 建立了一种测定工业乙酸中微量甲酸含量的方法, 该方法操作简单, 灵敏度高, 检出限低, 适用性强, 适用于工业乙酸中微量甲酸的分析, 有利于保障化学合成最终产物的质量。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

Tracera (GC-2010 Plus + BID检测器)

分流比: 10

进样量: 1.0  $\mu$ L

### 1.2 分析条件

GC条件:

色谱柱: InertCap WAX, 30m $\times$ 0.25mm $\times$ 0.25 $\mu$ m

柱温程序: 60 $^{\circ}$ C(2min)\_8 $^{\circ}$ C/min\_150 $^{\circ}$ C(5min)

进样口温度: 250 $^{\circ}$ C

载气控制方式: 恒线速度 (25 cm/sec)

进样方式: 分流

载气: 氦气

检测器温度: 250  $^{\circ}$ C

放电气流量: 70mL/min

吹扫流量: 5mL/min

### 1.3 样品前处理

样品无需进行处理, 直接吸取 1.0  $\mu$ L 进样分析即可。

## 2 结果讨论

### 2.1 标准谱图

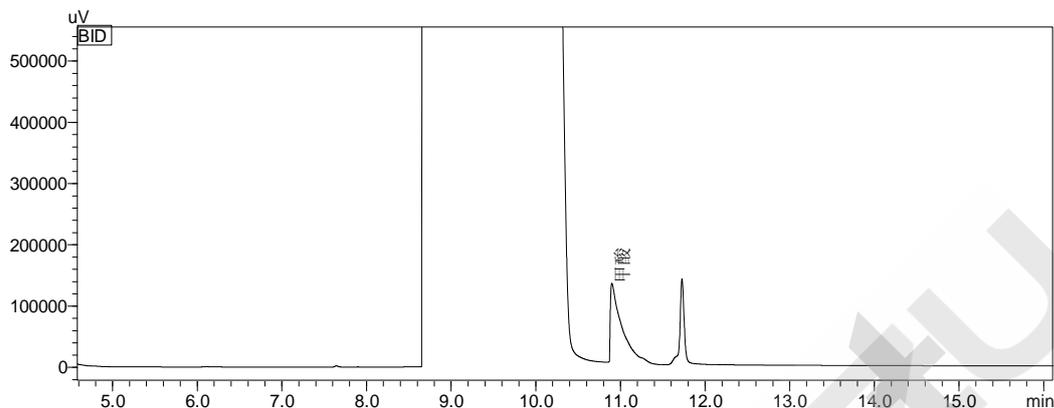


图1 甲酸标液色谱图 (0.05%)

表1 甲酸组分信息及保留时间

No.	名称	英文名称	CAS#	保留时间 (min)
1	甲酸	Formic acid	64-18-6	10.740

### 2.2 标准曲线及相关系数

使用乙酸溶液配制标准溶液，浓度分别为 0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5%，以浓度为横坐标，峰面积为纵坐标，制作标准曲线，见图 2。以 0.001%标准溶液响应值计算仪器检出限（3 倍信噪比），结果如表 2 所示。

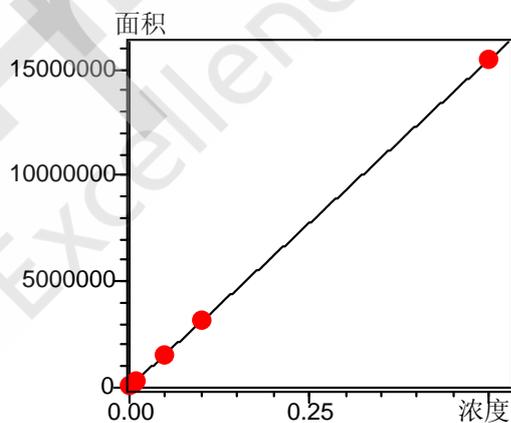


图2 甲酸标准曲线

表2 相关系数及检出限

No.	组分名称	相关系数	检出限 (%)
1	甲酸	0.99998	0.00005

### 2.3 重复性

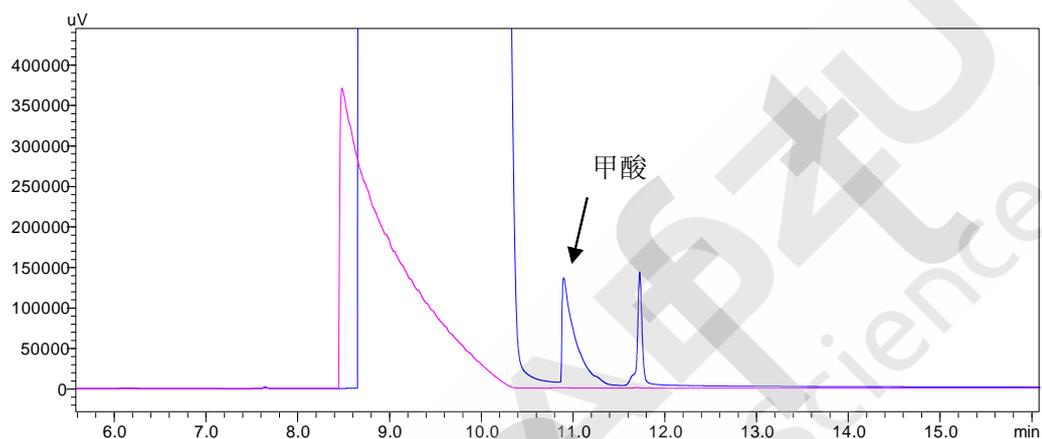
用浓度为 0.01%的标准溶液，重复进样 6 次，面积重复性良好，结果如表 3 所示。

表 3. 甲酸面积重复性结果 (n=6)

No	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%
1	甲酸	352869	363833	367052	364370	367744	370922	364465	1.71

## 2.4 BID 与 TCD 灵敏度比较

取 0.05% 的甲酸标样分别进 GC-BID 和 GC-TCD 进行分析, 比较其不同检测器对甲酸的灵敏度, 其结果见图 3 所示。



蓝色为 BID 测定结果, 粉色为 TCD 测定结果

图 3 BID 与 TCD 检测器对甲酸的灵敏度比较

其中 TCD 测定 0.05% 甲酸的峰面积为 6815, BID 测定 0.05% 甲酸的峰面积为 1224518, BID 检测器的灵敏度显著高于 TCD 检测器, 这将有利于乙酸溶剂中微量甲酸的测定。

## 2.5 样品测定结果

取一工业乙酸样品, 吸取 1.0  $\mu\text{L}$  直接进样分析, 实际样品测试图见图 4, 定量结果见表 4 所示。

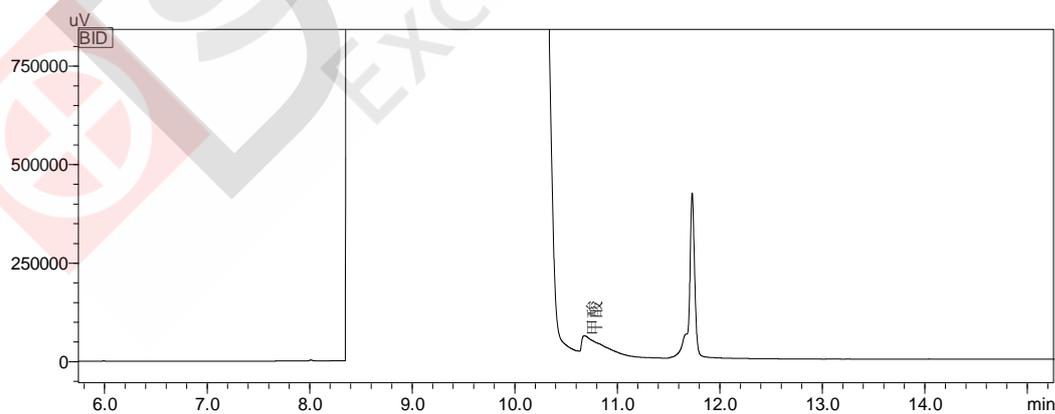


图 4 实际样品测试谱图

表 4 实际样品定量结果

No.	组分名称	定量结果 (%)
1	甲酸	0.016

### 3 结论

采用岛津 GC-2010 Plus +BID 检测器测定工业乙酸中甲酸含量，方法操作简单，无需进行前处理，方法检测灵敏度高，在 0.001~0.5%浓度范围内标准曲线线性良好，重复性好，完全满足乙酸中微量甲酸分析检测要求。



# GC-BID 测定工业用溶剂中水分含量

**摘要:** 本文建立了使用岛津 GC-2010 Plus 结合 BID 检测器测定工业用溶剂（丙酮、甲醇）中水分含量的方法。在 0.001%~1%浓度范围内线性关系良好，相关系数  $r$  大于 0.999。0.01%的水标样重复进样 6 次，其峰面积重复性良好，RSD%小于 2%。该方法可用于工业用溶剂中水分含量的快速定量测定。

**关键词:** BID（介质阻挡放电等离子体检测器） 水 工业用溶剂 丙酮 甲醇

水分常存在于各种化工产品中，水分含量的多少直接影响着化工产品的质量，快速测定化工产品中的水分含量有利于其生产过程中的质量控制。

目前检测化工产品中水分测定的方法主要有：GB/T 6284-2006 干燥减量法、GB/T 6283-2008 卡尔费休法、GB/T 2366-2008 气相色谱法，其中干燥减量法只适用于固体化工产品，卡尔费休法虽然通用，但使用大量的有机试剂且易受主观因素的干扰；气相色谱（GC-TCD）法操作简单，但TCD检测器灵敏度不高，对于化工产品中微量水分不易分析。

岛津公司最新推出的BID检测器，即介质阻挡放电氦等离子体检测器（Barrier Discharge Ionization Detector），利用高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体，放出高能光子能量(17.7eV)，可以检测除Ne和载气He以外的所有化合物，是下一代通用型检测器，其灵敏度为TCD检测器的100倍。

本文利用岛津 BID 检测器，建立了一种测定工业用溶剂中水分含量的方法，该方法操作简单，灵敏度高，检出限低，适用性强，适用于工业用溶剂中水分含量的快速分析，有利于工业用溶剂生产过程中的质量控制。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

Tracera（GC-2010 Plus + BID检测器）

载气：氦气

检测器温度：250 °C

### 1.2 分析条件

GC条件：

放电气流量：100mL/min

吹扫流量：5mL/min

色谱柱：InertCap WAX, 30m×0.25mm×0.25 $\mu$ m

### 1.3 样品前处理

柱温程序：60°C(2min)\_8°C/min\_150°C(5min)

样品无需进行处理，直接吸取 0.5  $\mu$ L 进样分析即可。

进样口温度：250°C

载气控制方式：恒线速度（25 cm/sec）

进样方式：分流

分流比：10

进样量：0.5  $\mu$ L

## 2 结果讨论

### 2.1 标准谱图

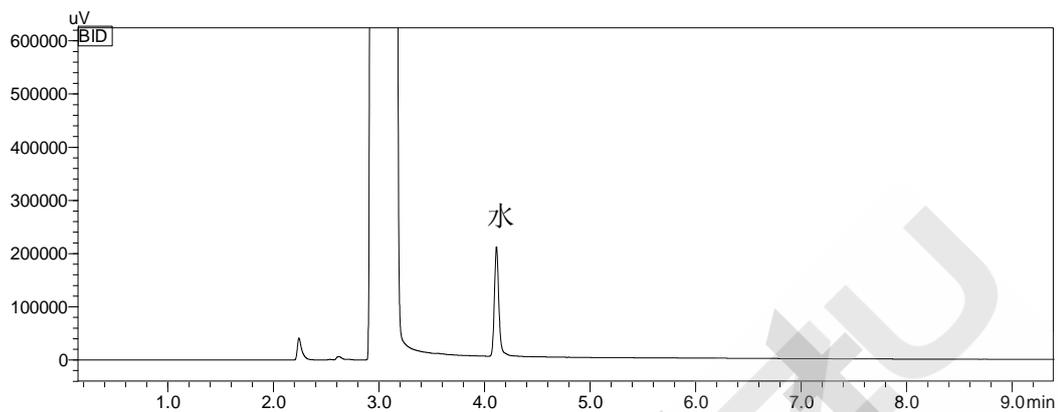


图1 水标液色谱图 (0.01%)

表1 水组分信息及保留时间

No.	名称	英文名称	CAS#	保留时间 (min)
1	水	water	7732-18-5	4.114

### 2.2 标准曲线及相关系数

使用甲醇溶液配制标准溶液，浓度分别为 0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1%，以浓度为横坐标，峰面积为纵坐标，制作标准曲线，见图 2。以 0.001% 标准溶液响应值计算仪器检出限 (3 倍信噪比)，结果如表 2 所示。

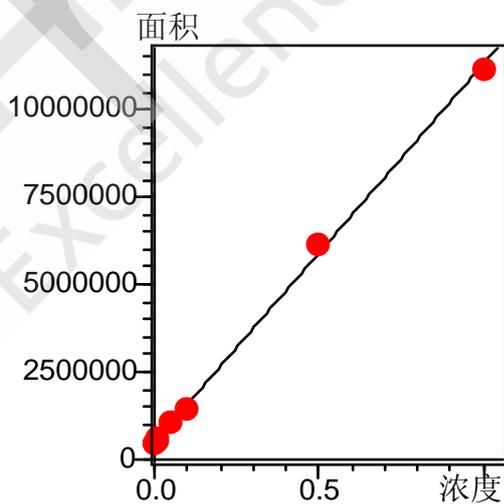


图2 水标准曲线

表 2 相关系数及检出限

No.	组分名称	相关系数	检出限 (%)
1	水	0.9994	0.00005

### 2.3 重复性

用浓度为 0.01% 的标准溶液, 重复进样 6 次, 面积重复性良好, 结果见图 3 及表 3 所示。

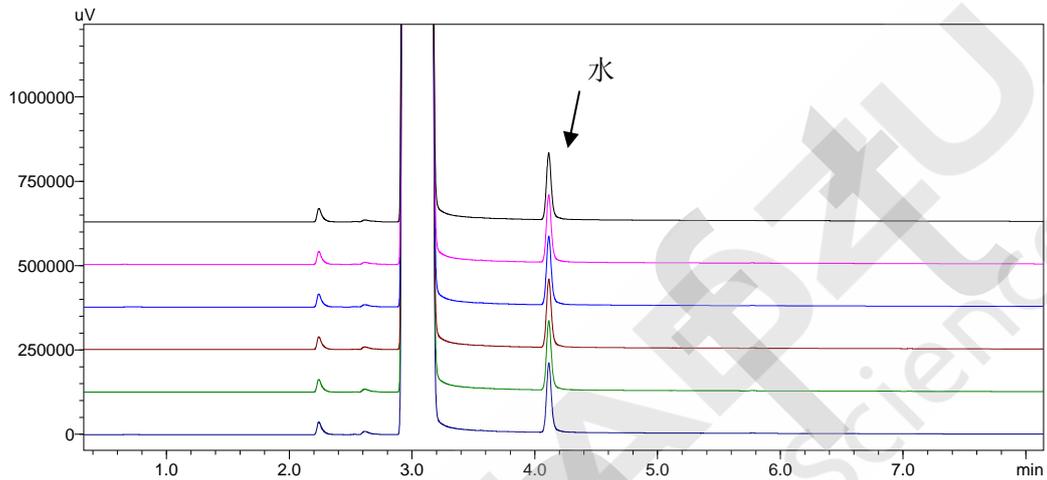


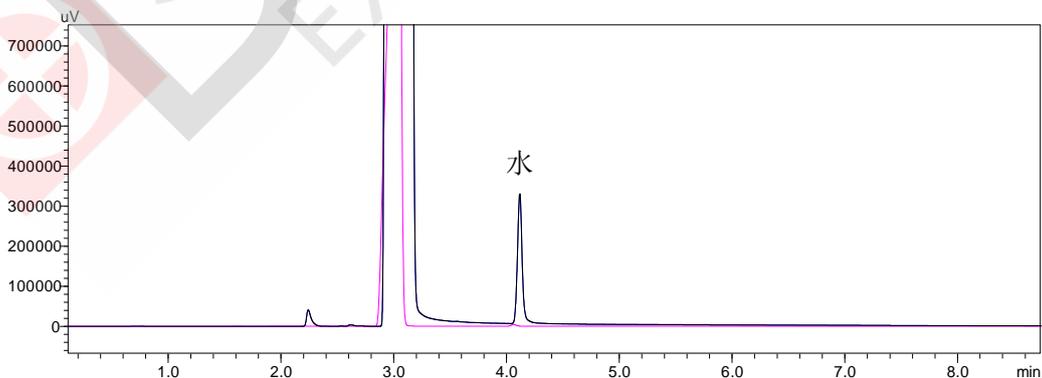
图 3. 重复性结果 (n=6)

表 3. 面积重复性结果 (n=6)

No	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%
1	水	585871	592699	597171	600750	606477	607746	598452	1.40

### 2.4 BID 与 TCD 灵敏度比较

取 0.05% 的水标样分别进 GC-BID 和 GC-TCD 进行分析, 比较其对水的灵敏度 (TCD 进样量为 1 $\mu$ L, 而 BID 进样量为 0.5 $\mu$ L), 其结果见图 4 所示。



黑色为 BID 测定结果, 粉色为 TCD 测定结果

图 4 BID 与 TCD 检测器对水的灵敏度比较

其中 TCD 测定 0.05% 水的峰面积为 12195, BID 测定 0.05% 水的峰面积为 975039, BID 检测器的灵敏度显著高于 TCD 检测器, 这将有利于溶剂中微量水分的测定。

## 2.5 样品测定结果

取工业用丙酮和甲醇样品，吸取 0.5  $\mu\text{L}$  直接进样分析，丙酮样品中水含量测定谱图如下图 5 所示，丙酮和甲醇样品中水含量定量结果如下表 5 所示。

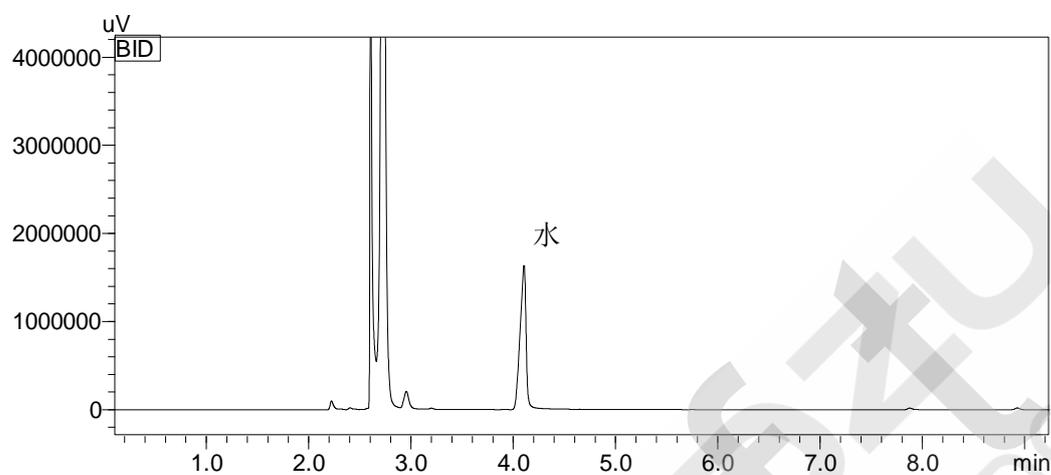


图 5 丙酮样品水含量测定谱图

表 4 丙酮和甲醇中水含量测定结果

No.	溶剂名称	定量结果 (%)
1	丙酮	0.308
2	甲醇	0.020

## 3 结论

采用岛津 GC +BID-2010 Plus 检测器测定工业用溶剂中水分含量，方法操作简单，无需进行前处理，方法检测灵敏度高，在 0.001~1%浓度范围内标准曲线线性良好，重复性好，可用于工业用溶剂中水分含量的快速测定。

# 超快速炼厂气分析

**摘要：** 本文利用岛津公司 GC-2010 Plus 气相色谱仪，结合全新开发的通用型 BID-2010 Plus 检测器，6min 内完成炼厂气的分析。采用三阀六柱系统，Rt-Q PLOT 和 Rt-MS-5A 毛细管柱分析永久性气体，BID-2010 Plus 进行检测；Rt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 分析有机烃类，FID 进行检测。该系统峰面积重复性良好，RSD 小于 1%，检出限低，硫化氢及其他组分 LOD 小于 10ppm，适合炼厂气的快速分析。本系统包含岛津热值软件。

**关键词：** GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪 炼厂气 BID-2010 Plus

炼厂气是石油加工过程中的副产物，含有大量可利用的低级烃类和永久性气体，可用作各种化工产品的原材料。目前常用的方法有四阀五柱全填充柱双TCD检测器方法及三阀四柱TCD+FID双检测器分析方法。前者分析时间长，灵敏度低。后者采用氦气作载气，氢气检测线性范围窄。并且，这两套方案均采用TCD检测硫化氢，其最低检测限只能达到0.1%。

岛津公司最新开发通用型BID检测器，即介质阻挡放电氦等离子体检测器，英文为 Barrier Discharge Ionization Detector。高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体，放出高能光子能量(17.7eV)，可以离子化除Ne和载气He外的全部化合物，是下一代通用型检测器。

本文介绍了Tracera-UFRGA系统，采用三阀六柱、BID-2010 Plus + FID检测器双通道快速分析炼厂气方法。该方法的优点是速度快，6min完成永久性气体和烃类化合物分析；灵敏度高，采用BID检测器；重复性好，采用第三代AFC&APC。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪

### 1.2 分析条件

色谱柱 1: Porapak-N 1m 80/100 目

色谱柱 2: Porapak-N 1m 80/100 目

色谱柱 3: OV-1 1m 80/100 目

色谱柱 4: Rt-MS-5A, 30m×0.53mm×50um

色谱柱 5: Rt-Q PLOT, 30m×0.53mm×20um

色 谱 柱 6: Rt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PLOT,

30m×0.53mm×10um

柱温程序: 65℃ (1min) \_10℃/min\_ 150℃ (3min)

进样口温度: 100℃

进样方式: 分流进样 (分流比: 3:1)

载气: 高纯氦气

载气控制方式: 恒压力, 10mL/min

BID 检测器温度: 200℃

FID检测器温度: 200℃

## 2 结果讨论

### 2.1 流路图

两通道、三阀、在线自动进样系统(如图 1 所示流程图): 第一个十通阀用于分析 CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>,

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O 和 C<sub>3+</sub>反吹放空；第二个十通阀用于分析 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 和 CO, CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 反吹放空；第三个十通阀用于分析永久性气体 C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> 和 C<sub>6+</sub>。保留时间如表 1 和表 2 所示。

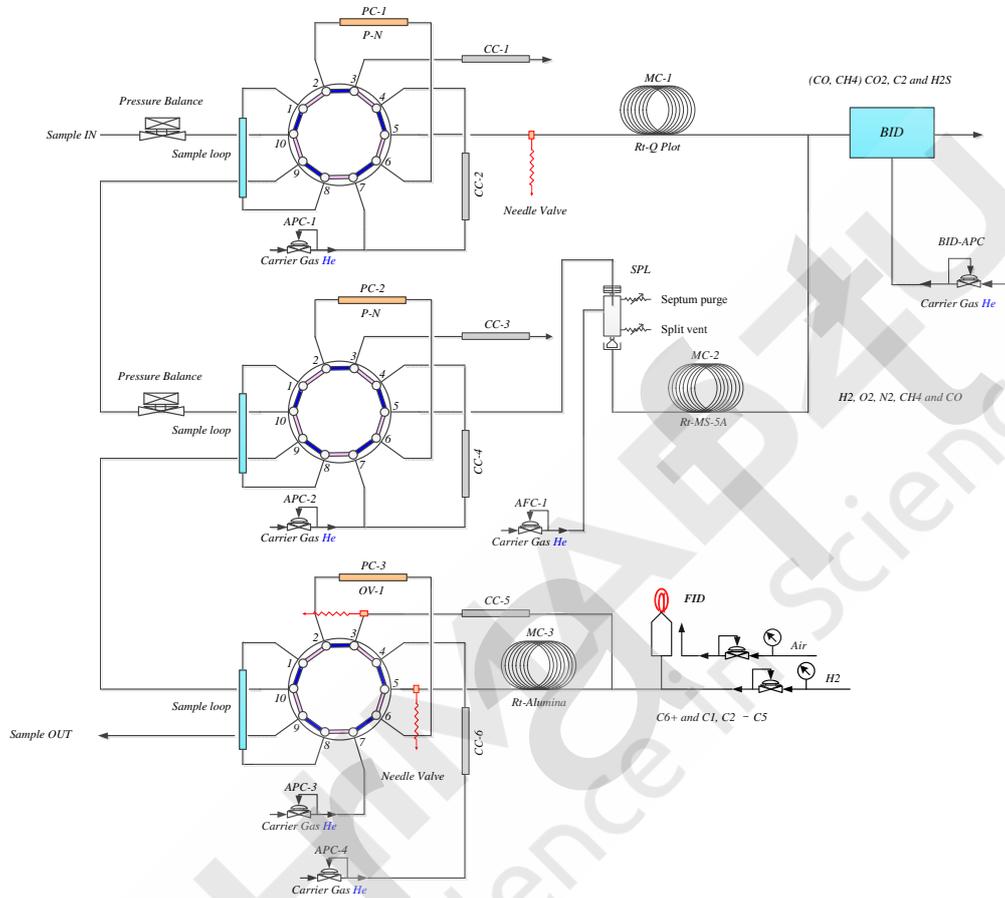


图 1.Tracera-UFRGA 流路图

## 2.2 色谱图

使用江苏省计量科学研究院提供的炼厂气，参考上述条件，得到的色谱图如下。从图 2 可知，永久性气体包含 H<sub>2</sub>S 在 5min 内完成分析，分离度良好。从图 3 可知，碳烃化合物 5.6min 内完成分析，分离良好。

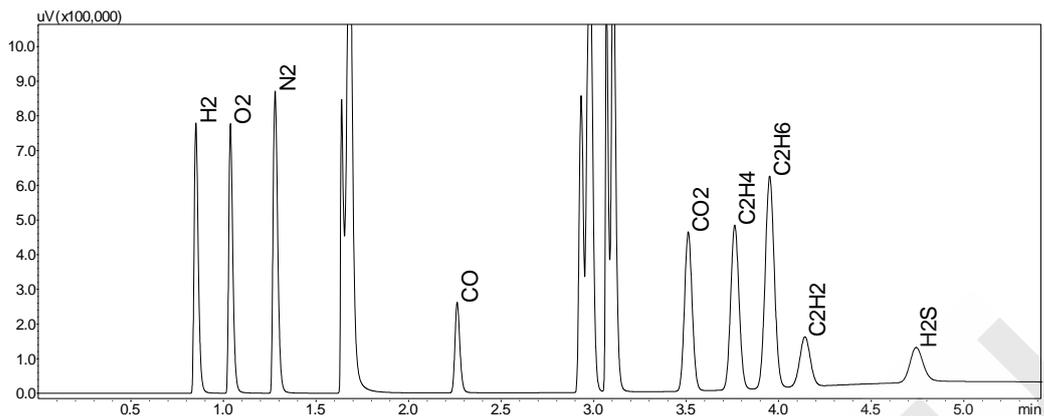


图 2.炼厂气色谱图(BID)

表 1 组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	H2	1333 - 74 - 0	0.851
2	O2	7782 - 44 - 7	1.038
3	N2	7727 - 37 - 9	1.279
4	CO	630 - 08 - 0	2.263
5	CO2	124 - 38 - 9	3.511
6	C2H4	74 - 85 - 1	3.762
7	C2H6	74 - 84 - 0	3.951
8	C2H2	74 - 86 - 2	4.142
9	H2S	7783 - 6 - 4	4.743

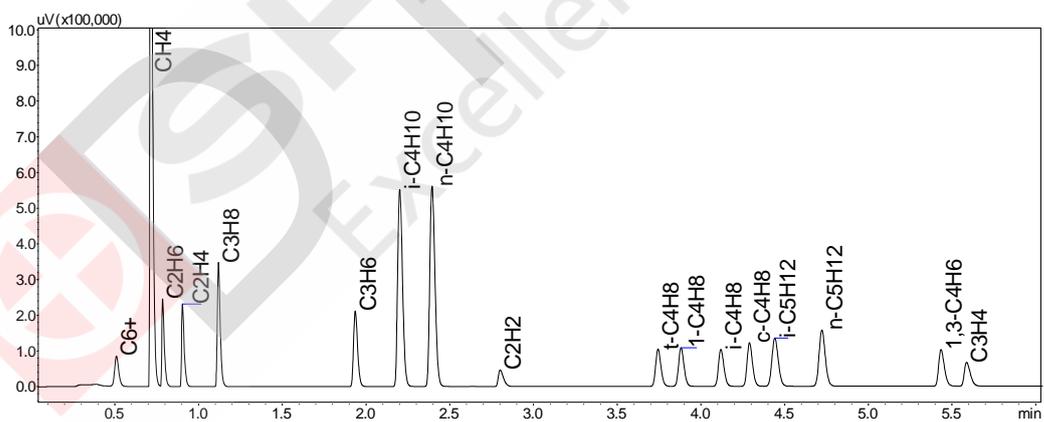


图 3.炼厂气色谱图(FID)

表 2 烃类组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	C6+	-	0.509
2	CH4	74 - 82 - 8	0.715
3	C2H6	74 - 84 - 0	0.785
4	C2H4	74 - 85 - 1	0.904
5	C3H8	74 - 98 - 6	1.119
6	C3H6	115 - 07 - 1	1.936
7	i-C4H10	75 - 28 - 5	2.201
8	n-C4H10	106 - 97 - 8	2.394
9	C2H2	74 - 86 - 2	2.801
10	t-C4H8	624 - 64 - 6	3.744
11	1-C4H8	106 - 98 - 9	3.881
12	i-C4H8	115 - 11 - 7	4.119
13	c-C4H8	590 - 18 - 1	4.29
14	i-C5H12	78 - 78 - 4	4.442
15	n-C5H12	109 - 66 - 0	4.723
16	1,3-C4H6	106 - 99 - 0	5.434
17	C3H4	74 - 99 - 7	5.587

### 2.3 检出限及重复性

使用标准炼厂气,依据上述条件,分流比为 3:1,以 3 倍信噪比计算检出限,无机气体(BID)各组分检出限见表 1;分流比为 22:1,以 3 倍信噪比计算检出限,有机气体(FID)各组分检出限见表 2;重复进样 6 次,面积重复性良好,RSD 小于 0.5%。

表 1. 炼厂气面积重复性及最低检测限(BID) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	H2	1221080	1217638	1220585	1221434	1219877	1221352	1220328	0.12	6.12
2	O2	1201943	1201078	1203779	1201378	1199380	1203229	1201798	0.13	1.85
3	N2	1514715	1511981	1517955	1514142	1514211	1518090	1515182	0.16	3.39
4	CO	486535	487959	489768	487103	487895	488835	488016	0.24	1.15
5	CO2	1334791	1337904	1338552	1336785	1331065	1326637	1334289	0.35	1.24
6	C2H4	1510314	1513120	1514393	1512294	1504769	1499412	1509050	0.38	0.61
7	C2H6	2109195	2114540	2115465	2112086	2102367	2095589	2108207	0.37	0.47
8	C2H2	576087	576805	576730	576121	573434	571868	575174	0.35	1.03
9	H2S	512847	508727	510989	511634	508666	511887	510792	0.34	1.51

表 2. 炼厂气面积重复性及最低检测限(FID) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	C6+	158635	159528	157812	158950	157935	159468	158721	0.46	0.78
2	CH4	2260978	2263842	2260462	2257665	2259217	2260266	2260405	0.09	15.24
3	C2H6	250953	252296	250088	250690	250620	251215	250977	0.30	2.62
4	C2H4	246691	248406	245741	246742	246307	247263	246858	0.37	2.63
5	C3H8	422193	423686	420984	420729	421473	422789	421976	0.27	1.87
6	C3H6	359603	360636	358828	358030	359391	359498	359331	0.24	2.85
7	i-C4H10	1122725	1124390	1121285	1116596	1120435	1122212	1121274	0.24	2.15
8	n-C4H10	1215908	1215589	1213446	1207766	1213136	1214267	1213352	0.24	2.14
9	C2H2	100365	100322	99905	99464	99998	99892	99991	0.33	6.66
10	t-C4H8	230623	230484	229812	228829	229949	230079	229963	0.28	2.69
11	1-C4H8	245654	245826	245177	244002	245320	245292	245212	0.26	2.78
12	i-C4H8	235678	235537	234706	233834	235066	235184	235001	0.28	2.93
13	c-C4H8	275596	274932	274172	273547	274261	274654	274527	0.26	2.51
14	i-C5H12	360506	360475	359229	358347	358743	358699	359333	0.26	2.24
15	n-C5H12	409180	408223	408125	406197	407397	407559	407780	0.24	1.93
16	1,3-C4H6	245078	244855	244317	243179	244158	244869	244409	0.29	2.97
17	C3H4	166867	166934	166314	165446	166053	166660	166379	0.34	4.79

### 3 结论

采用岛津公司的 Tracera-UFRGA 气相色谱仪器,具有灵敏度高、速度快、重复性好等特点,可以快速地、有效的用于炼厂气的定性、定量分析。结合岛津热值计算软件,可以自动计算炼厂气中的热值、分子重量、相对密度、沃泊指数等参数。同时,岛津公司能根据用户的要求,提供不同配置的炼厂气分析仪器和扩充炼厂气分析仪器。

# 超快速天然气分析

**摘要:** 本文利用岛津公司 GC-2010 Plus 气相色谱仪, 结合全新开发的通用型 BID-2010 Plus 检测器, 5min 内完成天然气的分析。采用三阀六柱系统, Rt-Q PLOT 和 Rt-MS-5A 毛细管柱分析永久性气体, BID-2010 Plus 进行检测; Rtx-1 分析有机烃类, FID 进行检测。该系统峰面积重复性良好, RSD 小于 1%, 检出限低, 硫化氢及其他组分 LOD 小于 10ppm, 适合天然气的快速分析。本系统包含岛津热值软件。

**关键词:** GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪 天然气 BID-2010 Plus 热值

天然气主要存在于油田、气田、煤层和生物生成气中, 具有实用安全、清洁、热值高等优势, 主要成分为 $\text{CH}_4$ , 还少量的 $\text{C}_2$ - $\text{C}_6$ 烃类、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S}$ 等无机气体。目前常用的方法有三阀四柱填充柱TCD+FID双检测器分析方法。其缺点是分析时间长, 灵敏度低。

岛津公司最新开发通用型BID检测器, 即介质阻挡放电氦等离子体检测器, 英文为Barrier Discharge Ionization Detector。高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体, 放出高能光子能量(17.7eV), 可以离子化除Ne和载气He外的全部化合物, 是下一代通用型检测器。

本文介绍了 Tracera-UFNGA 系统, 采用三阀六柱、BID-2010 Plus + FID 检测器双通道快速分析天然气方法。该方法的优点是速度快, 6min 完成永久性气体和烃类化合物分析; 灵敏度高, 采用 BID 检测器; 重复性好, 采用第三代 AFC&APC。

## 实验部分

### 1.1 仪器

GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪

柱温程序:  $65^\circ\text{C}$  (1min)  $_10^\circ\text{C}/\text{min}$   $_150^\circ\text{C}$  (3min)

### 1.2 分析条件

色谱柱 1: Porapak-N 1m 80/100 目

进样口温度:  $100^\circ\text{C}$

色谱柱 2: Porapak-N 1m 80/100 目

进样方式: 分流进样 (分流比: 3:1)

色谱柱 3: OV-1 1m 80/100 目

载气: 高纯氦气

色谱柱 4: Rtx-MS-5A,  $30\text{m}\times 0.53\text{mm}\times 50\mu\text{m}$

载气控制方式: 恒压力,  $10\text{mL}/\text{min}$

色谱柱 5: Rt-Q PLOT,  $30\text{m}\times 0.53\text{mm}\times 20\mu\text{m}$

BID 检测器温度:  $200^\circ\text{C}$

色谱柱 6: Rtx-1,  $30\text{m}\times 0.32\text{mm}\times 5\mu\text{m}$

FID 检测器温度:  $200^\circ\text{C}$

## 2 结果讨论

### 2.1 流路图

两通道、三阀、在线自动进样系统(如图 1 所示流程图): 第一个十通阀用于分析  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{C}_3+$ 反吹放空; 第二个十通阀用于分析  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$

和 H<sub>2</sub>O 反吹放空；第三个十通阀用于分析永久性气体 C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> 和 C<sub>6+</sub>。保留时间如表 1 和表 2 所示。

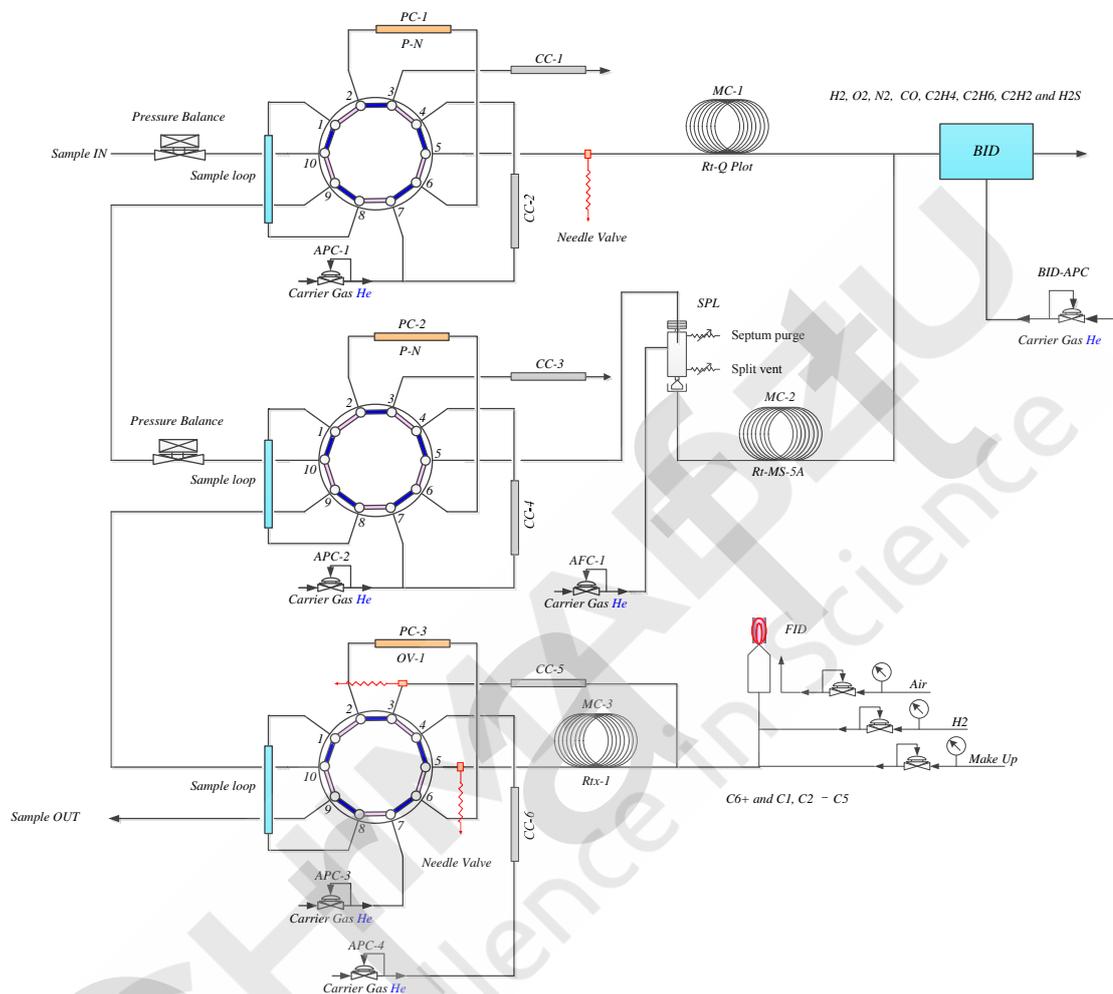


图 1.Tracera-UFNGA 流路图

## 2.2 色谱图

使用江苏省计量科学研究院提供的天然气，参考上述条件，得到的色谱图如下。从图 2 可知，永久性气体 4min 内完成分析，(如含 H<sub>2</sub>S，5min 内完成分析)，分离度良好。从图 3 可知，碳烃化合物 5min 内完成分析，各组分离良好。

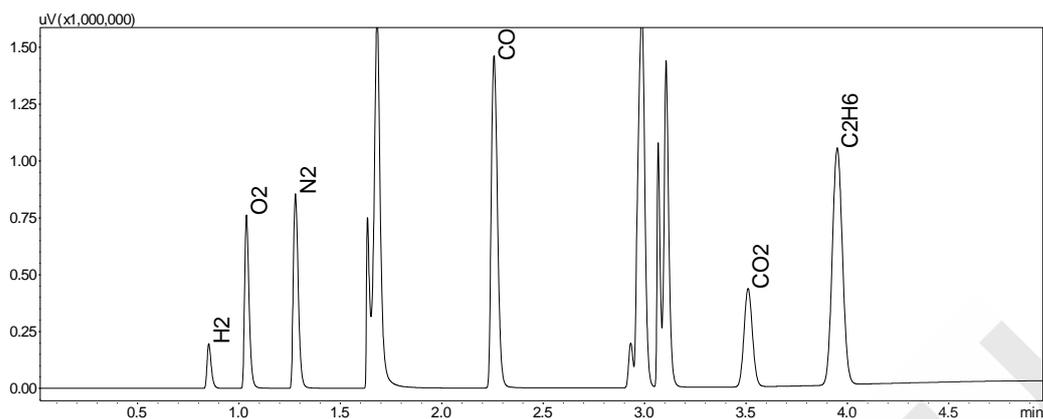


图 2.天然气色谱图(BID)

表 1 各组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	H2	1333 - 74 - 0	0.851
2	O2	7782 - 44 - 7	1.037
3	N2	7727 - 37 - 9	1.278
4	CO	630 - 08 - 0	2.257
5	CO2	124 - 38 - 9	3.51
6	C2H6	74 - 84 - 0	3.95

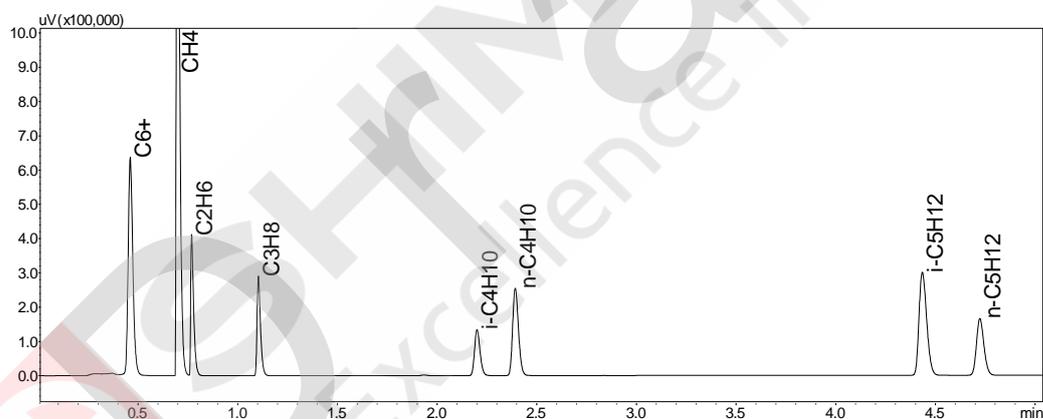


图 3.天然气色谱图(FID)

表 2 各组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	C6+	-	0.461
2	CH4	74 - 82 - 8	0.698
3	C2H6	74 - 84 - 0	0.77
4	C3H8	74 - 98 - 6	1.105
5	i-C4H10	75 - 28 - 5	2.201
6	n-C4H10	106 - 97 - 8	2.393
7	i-C5H12	78 - 78 - 4	4.434
8	n-C5H12	109 - 66 - 0	4.723

### 2.3 检出限及重复性

使用标准天然气，依据上述条件，分流比为 3:1，3 倍信噪比计算检出限，无机气体(BID) 各组分检出限见表 1；分流比为 22:1，3 倍信噪比计算检出限，有机气体(FID)各组分检出限见表 2；重复进样 6 次，面积重复性良好，RSD 小于 0.5%。

表 3. 天然气面积重复性及最低检测限(BID) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	H2	285746	285950	286403	286248	286560	284965	285979	0.20	3.08
2	O2	1170078	1172694	1172952	1173652	1175695	1169131	1172367	0.21	1.69
3	N2	1466695	1467881	1467961	1467563	1471331	1463375	1467468	0.17	2.83
4	CO	3122025	3130379	3134578	3131618	3134642	3122220	3129244	0.18	1.71
5	CO2	1255938	1258067	1257917	1256841	1259091	1249675	1256255	0.27	1.13
6	C2H6	3674459	3679973	3679779	3676419	3681925	3654582	3674523	0.28	0.45

表 4. 天然气面积重复性及最低检测限(FID) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	C6+	1057822	1055790	1057246	1059023	1058202	1057009	1057515	0.10	0.54
2	CH4	2440959	2438491	2438997	2439966	2434848	2432038	2437550	0.14	17.72
3	C2H6	422883	422678	421533	422248	422136	420509	421998	0.21	2.75
4	C3H8	353953	353141	352740	353138	352463	352131	352928	0.18	1.94
5	i-C4H10	258055	256856	257431	257531	257013	257050	257323	0.17	2.41
6	n-C4H10	522169	519853	521389	521181	521088	520314	520999	0.16	2.17
7	i-C5H12	805206	805265	804597	805866	806000	804915	805308	0.07	1.09
8	n-C5H12	429659	429479	428971	429910	430926	429551	429749	0.15	3.57

### 3 结论

采用岛津公司的 Tracera-UFNGA 气相色谱仪器，具有灵敏度高、速度快、重复性好等特点，可以快速地、有效的用于天然气的定性、定量分析。结合岛津热值计算软件，可以自动计算天然气中的热值、分子重量、相对密度、沃泊指数等参数。同时，岛津公司能根据用户的要求，提供不同配置的天然气分析仪器。

# 用 BID-2010Plus 分析永久性气体

**摘要:** 本文利用岛津公司 GC-2010 Plus 气相色谱仪, 结合全新开发的通用型 BID-2010 Plus 检测器, 6min 内完成永久性的分析。采用两阀四柱系统, Rt-Q PLOT 和 Rt-MS-5A 毛细管柱分析永久性气体, BID-2010 Plus 进行检测。该系统峰面积重现性良好, RSD 小于 1%, 检出限低, LOD 小于 10ppm, 适合永久性气体的快速分析。

**关键词:** GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪 永久性气体 BID-2010 Plus 热值

永久性气体 $H_2$ 、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO$ 、 $CH_4$ 和 $CO_2$ 等组分是气体分析领域中常规的分析项目, 如高炉煤气、水煤气、化工气、合成气、填埋气的检测分析中包含这些组分。了解这些组分, 追踪浓度变化, 对实际生产中有着重要的指导意义。目前常用的方法有二阀四柱双TCD检测器方法及一阀两柱单TCD检测器方法。前者检测限低, 后者分析时间长、线性范围窄, 检测限低。

岛津公司最新推出了通用型BID检测器, 即介质阻挡放电氦等离子体检测器 (Barrier Discharge Ionization Detector)。利用高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体, 放出高能光子能量(17.7eV), 可以离子化并测定除Ne和载气He外的全部化合物, 是下一代通用型检测器。

本文介绍了Tracera 永久性气体分析仪, 采用二阀四柱、BID-2010 Plus检测器, 快速分析永久性气体。该方法的优点是速度快, 6min完成永久性气体; 灵敏度高、线性范围宽, 采用BID检测器; 重复性好, 采用第三代AFC&APC。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪

### 1.2 分析条件

色谱柱 1: Porapak-N 1m 80/100 目  
色谱柱 2: Porapak-N 1m 80/100 目  
色谱柱 3: Rtx-MS-5A, 30m×0.53mm×50um  
色谱柱 4: Rt-Q PLOT, 30m×0.53mm×20um

柱温程序: 60°C (8min)

进样口温度: 100°C

进样方式: 分流进样 (分流比: 3:1)

载气: 高纯氦气

载气控制方式: 恒压力, 10mL/min

BID 检测器温度: 200°C

## 2 结果讨论

### 2.1 流路图

单通道、两阀、在线自动进样系统(如图 1 所示流程图): 第一个十通阀用于分析  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CH_4$  和  $CO$ ,  $CO_2$  和  $H_2O$  反吹放空; 第二个十通阀用于分析  $CO_2$ ,  $H_2O$  和  $C_2+$ 反吹放空。保留时间如表 1 所示。

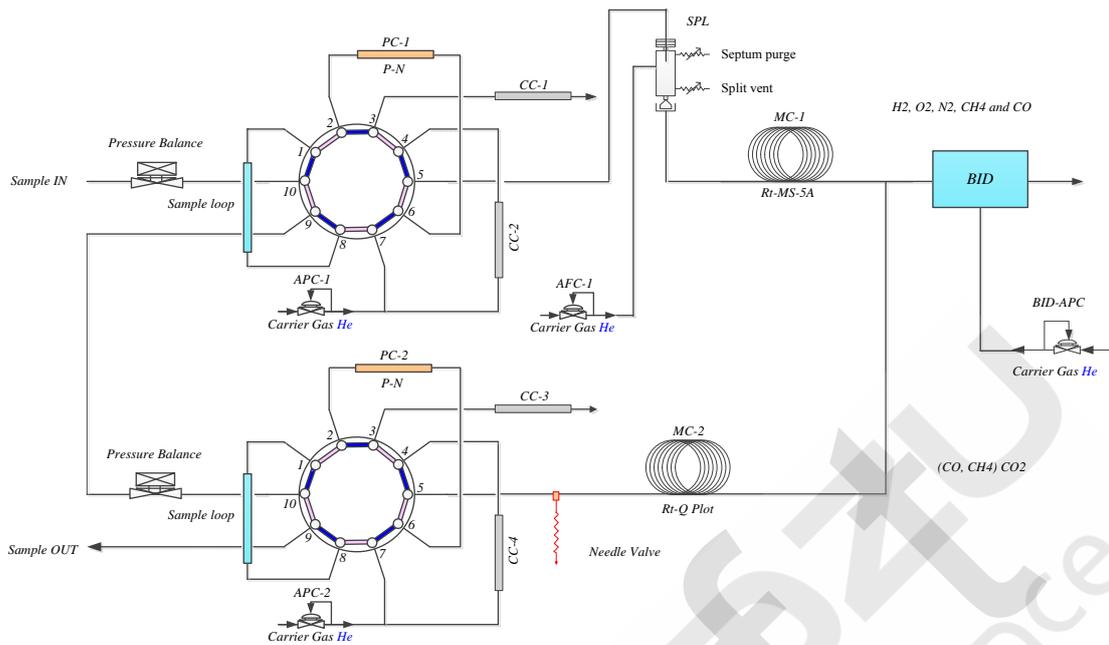


图 1.Tracera-永久性气体分析流路图

## 2.2 色谱图

使用江苏省计量科学研究院提供的永久性气体标样，参考上述条件，得到的色谱图如下。从图 2 可知，永久性气体 6min 内完成分析，分离度良好。

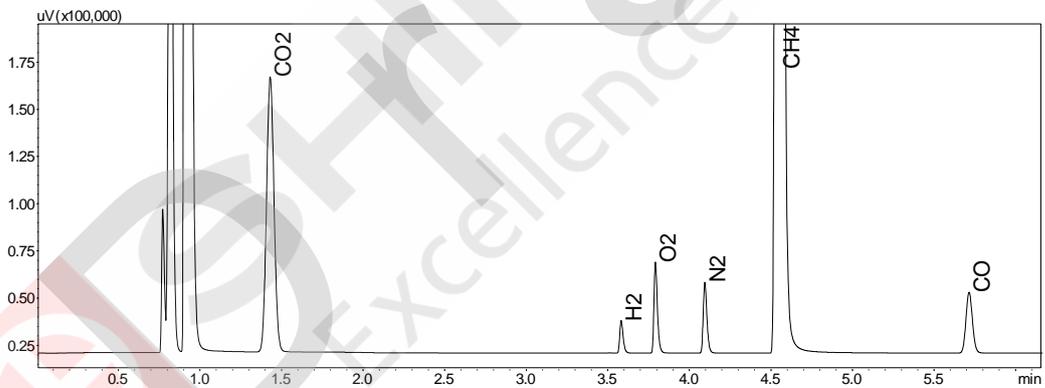


图 2.永久性气体色谱图(BID)

表 1 各组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	CO <sub>2</sub>	124 - 38 - 9	1.431
2	H <sub>2</sub>	1333 - 74 - 0	3.583
3	O <sub>2</sub>	7782 - 44 - 7	3.792
4	N <sub>2</sub>	7727 - 37 - 9	4.095
5	CH <sub>4</sub>	74 - 82 - 8	4.549
6	CO	630 - 08 - 0	5.715

### 2.3 检出限及重复性

使用标准永久性气体,依据上述条件,分流比为 3:1,3 倍信噪比计算检出限,无机气体(BID) 各组分检出限见表 1; 重复进样 6 次, 面积重现性良好, RSD 小于 1%。

表 3. 天然气面积重现性及最低检测限(BID) (n=6)

No	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD( ppm)
1	CO <sub>2</sub>	470032	471370	472933	472237	482767	472368	473618	0.97	1.6
2	H <sub>2</sub>	25002	25066	24961	25096	24960	24872	24993	0.32	9.1
3	O <sub>2</sub>	71608	71708	71596	71803	71867	71695	71713	0.15	3.3
4	N <sub>2</sub>	59189	59303	59176	59207	59293	59074	59207	0.14	4.2
5	CH <sub>4</sub>	6340428	6334126	6318911	6320137	6323685	6312882	6325028	0.16	4.8
6	CO	88734	88994	88791	88932	88935	88732	88853	0.13	4.8

### 3 结论

采用岛津公司 GC-2010 Plus 气相色谱仪, 结合全新开发的通用型 BID-2010 Plus 检测器, 分析了永久性气体, 6min 内完成分析。实验结果表明, 该方法分析速度快、检测限低、重复性好, 能很好地用于高炉煤气、水煤气、化工气、合成气、填埋气中永久性气体的检测与分析。同时, 岛津公司能根据用户的需求, 提供不同配置的永久性气体分析仪器。

# 用 BID-2010Plus 分析扩充炼厂气

**摘要:** 本文利用岛津公司 GC-2010 Plus 气相色谱仪, 结合全新开发的通用型 BID-2010 Plus 检测器, 10min 内完成扩充炼厂气 C<sub>1</sub>-C<sub>13</sub> 的分析。采用四阀七柱系统, Rt-Q PLOT 和 Rt-MS-5A 毛细管柱分析永久性气体, BID-2010 Plus 进行检测; Rt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 分析有机烃类 C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>, C<sub>6+</sub>, FID1 检测; Rtx-1 分析烃类 C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub>, FID2 检测。该系统峰面积重复性良好, RSD 小于 1%, 检出限低, 硫化氢及其他组分 LOD 小于 10ppm, 适合扩充炼厂气的快速分析。本系统包含岛津热值软件。

**关键词:** GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪 炼厂气 BID-2010 Plus 热值软件

炼厂气是石油加工过程中的副产物, 含有大量可利用的低级烃类和永久性气体, 可用作各种化工产品的原材料。原产地不同, 炼厂气的组成、浓度范围差异很大。依据GPA-2286标准, 增加了对炼厂气中微量重烃C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub>进行检测分析。

岛津公司最新开发通用型BID检测器, 即介质阻挡放电氦等离子体检测器 (Barrier Discharge Ionization Detector)。利用高纯He气在绝缘介质上产生氦等离子体, 放出高能光子能量(17.7eV), 可以离子化并测定除Ne和载气He外的全部化合物, 是下一代通用型检测器。

本文介绍了Tracera-ERGA系统, 采用四阀七柱、BID-2010 Plus + FID检测器三通道快速分析炼厂气方法。该方法的优点是速度快, 10min完成永久性气体和烃类化合物分析; 灵敏度高, 采用BID检测器; 重复性好, 采用第三代AFC&APC。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

GC-2010 Plus Tracera 气相色谱仪

### 1.2 分析条件

色谱柱 1: Porapak-N 1m 80/100 目

色谱柱 2: Porapak-N 1m 80/100 目

色谱柱 3: OV-1 1m 80/100 目

色谱柱 4: Rtx-MS-5A, 30m×0.53mm×50um

色谱柱 5: Rt-Q PLOT, 30m×0.53mm×20um

色谱柱 6: Rt-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PLOT, 30m×0.53mm×10um

色谱柱 7: Rtx-1, 30m×0.32mm×5um

柱温程序: 65°C (1min) \_10°C/min\_ 150°C (6min)

进样口温度: 100°C

进样方式: 分流进样 (分流比: 3:1)

载气: 高纯氦气

载气控制方式: 恒压力, 10mL/min

BID 检测器温度: 200°C

FID1 检测器温度: 200°C

FID2 检测器温度: 200°C

## 2 结果讨论

### 2.1 流路图

两通道、三阀、在线自动进样系统(如图 1 所示流程图): 第一个十通阀用于分析 CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O 和 C<sub>3+</sub>反吹放空; 第二个十通阀用于分析 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 和 CO, CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 反吹放空; 第三个十通阀用于分析永久性气体 C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> 和 C<sub>6+</sub>; 第四个流通阀用于分析 C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub>。保留时间如表 1, 表 2 和表 3 所示。

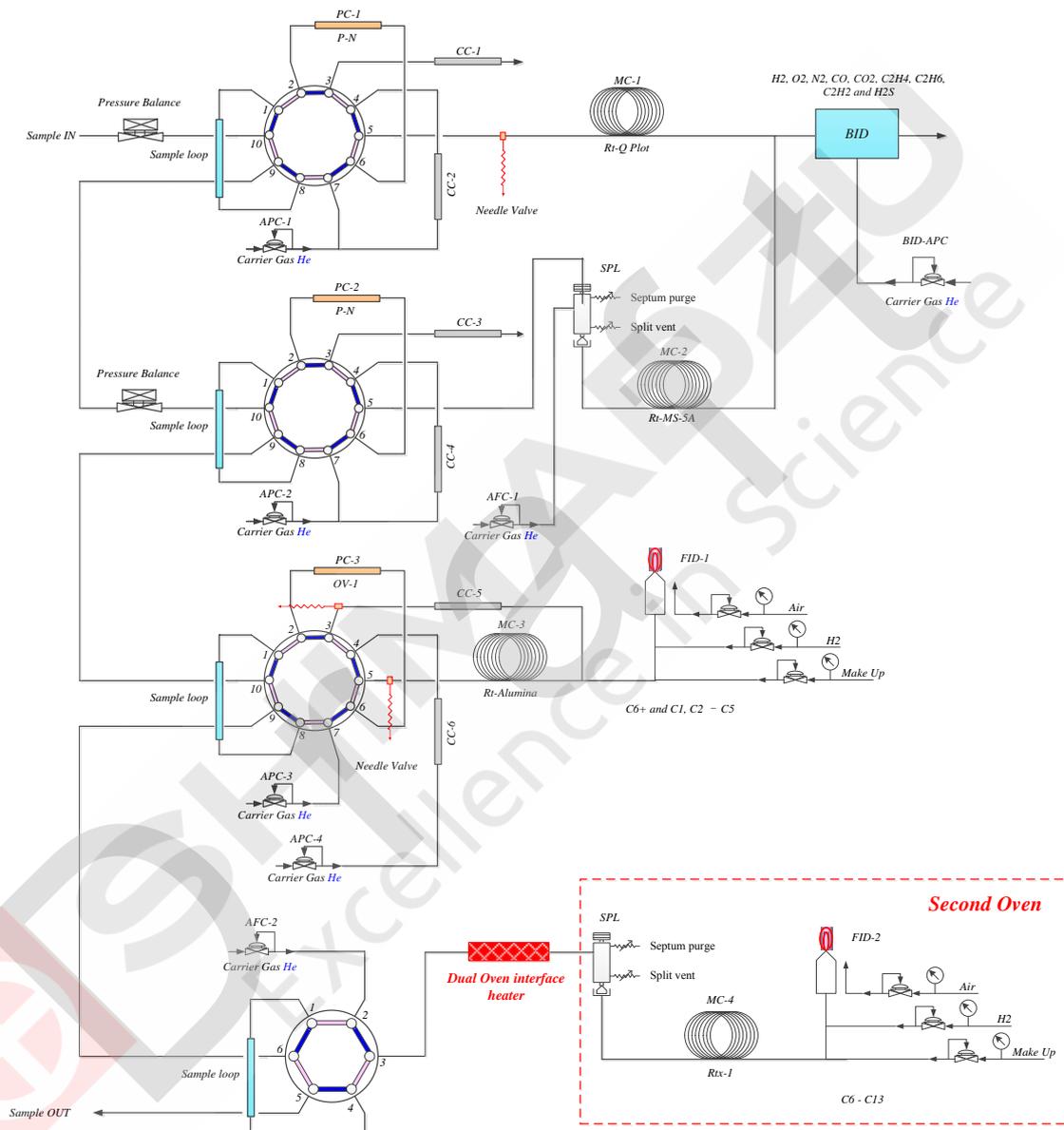


图 1.Tracera-ERGA 流程图

## 2.2 色谱图

使用江苏省计量科学研究院提供的标准炼厂气，参考上述条件，得到的色谱图如下。从图 2 可知，永久性气体包含 H<sub>2</sub>S 在 5min 内完成分析，分离度良好。从图 3 可知，碳烃化合物 5.6min 内完成分析，分离良好。从图 4 可知，C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub>分离良好，且 10min 内完成分析。

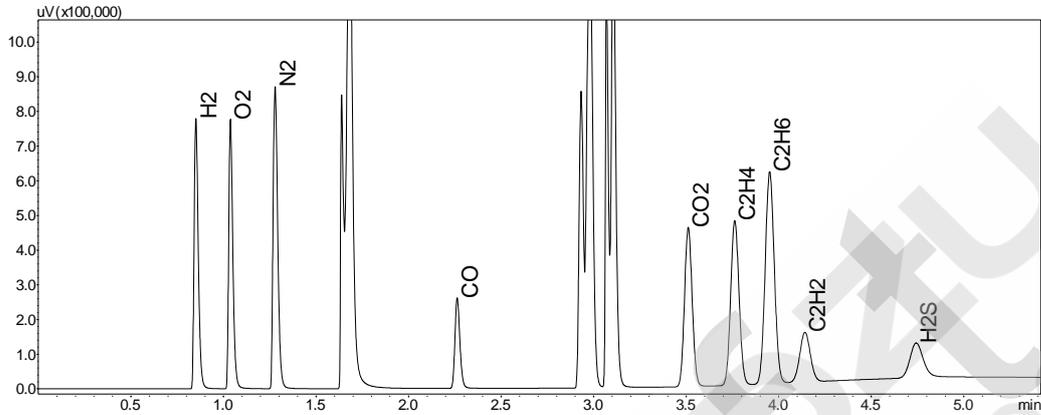


图 2.炼厂气色谱图(BID)

表 1 组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	H2	1333 - 74 - 0	0.851
2	O2	7782 - 44 - 7	1.038
3	N2	7727 - 37 - 9	1.279
4	CO	630 - 08 - 0	2.263
5	CO2	124 - 38 - 9	3.511
6	C2H4	74 - 85 - 1	3.762
7	C2H6	74 - 84 - 0	3.951
8	C2H2	74 - 86 - 2	4.142
9	H2S	7783 - 6 - 4	4.743

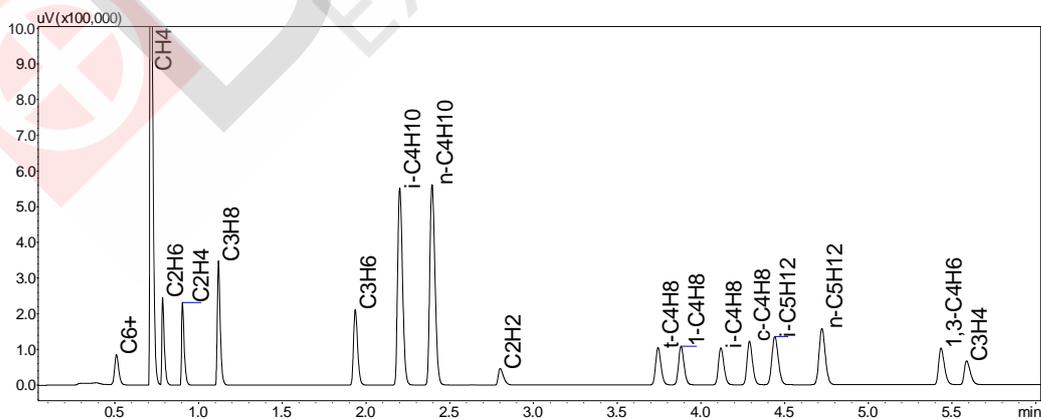


图 3.炼厂气色谱图(FID1)

表 2 烃类 C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> 组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	C6+	-	0.509
2	CH <sub>4</sub>	74 - 82 - 8	0.715
3	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	74 - 84 - 0	0.785
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	74 - 85 - 1	0.904
5	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	74 - 98 - 6	1.119
6	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	115 - 07 - 1	1.936
7	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	75 - 28 - 5	2.201
8	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	106 - 97 - 8	2.394
9	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	74 - 86 - 2	2.801
10	t-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	624 - 64 - 6	3.744
11	1-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	106 - 98 - 9	3.881
12	i-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	115 - 11 - 7	4.119
13	c-C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	590 - 18 - 1	4.29
14	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	78 - 78 - 4	4.442
15	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	109 - 66 - 0	4.723
16	1,3-C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	106 - 99 - 0	5.434
17	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	74 - 99 - 7	5.587

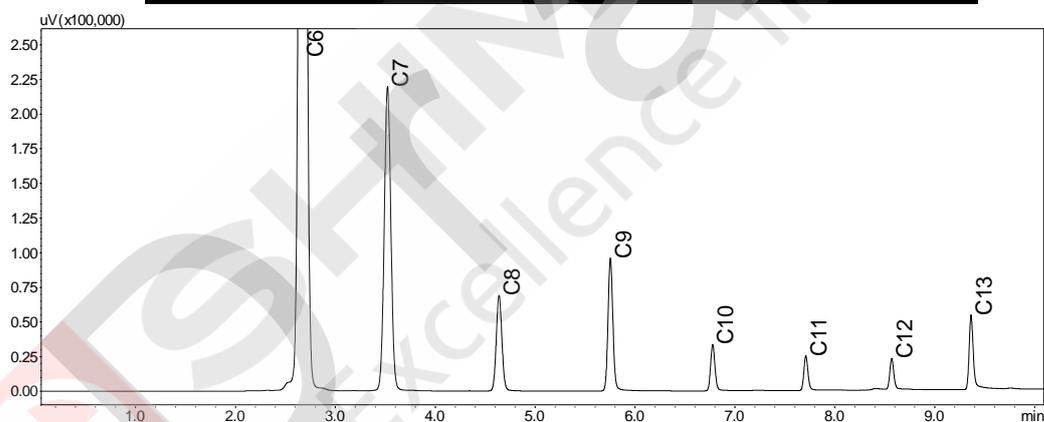


图 4. 炼厂气色谱图(FID2)

表 3 烃类 C<sub>6</sub>-C<sub>13</sub> 组分名称、CAS 号及保留时间

No.	组分名	CAS 号	保留时间(min)
1	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	107 - 83 - 5	2.672
2	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	142 - 82 - 5	3.523
3	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	111 - 65 - 9	4.639
4	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	921 - 47 - 1	5.753
5	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	1072 - 16 - 8	6.777
6	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	17302 - 28 - 2	7.709
7	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	1632 - 71 - 9	8.569
8	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	17312 - 77 - 5	9.363

### 2.3 检出限及重复性

使用标准炼厂气, 依据上述条件, 分流比为 3:1, 以 3 倍信噪比计算检出限, 无机气体(BID) 各组分检出限见表 1; 分流比为 22:1, 以 3 倍信噪比计算检出限, 有机气体(FID1)各组分检出限见表 2; 分流比为 20:1, 以 3 倍信噪比计算检出限, 有机气体(FID2)各组分检出限见表 2; 重复进样 6 次, 面积重复性良好, RSD 小于 0.5%。

表 1. 炼厂气面积重复性及最低检测限(BID) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	H2	1221080	1217638	1220585	1221434	1219877	1221352	1220328	0.12	6.12
2	O2	1201943	1201078	1203779	1201378	1199380	1203229	1201798	0.13	1.85
3	N2	1514715	1511981	1517955	1514142	1514211	1518090	1515182	0.16	3.39
4	CO	486535	487959	489768	487103	487895	488835	488016	0.24	1.15
5	CO2	1334791	1337904	1338552	1336785	1331065	1326637	1334289	0.35	1.24
6	C2H4	1510314	1513120	1514393	1512294	1504769	1499412	1509050	0.38	0.61
7	C2H6	2109195	2114540	2115465	2112086	2102367	2095589	2108207	0.37	0.47
8	C2H2	576087	576805	576730	576121	573434	571868	575174	0.35	1.03
9	H2S	512847	508727	510989	511634	508666	511887	510792	0.34	1.51

表 2. 炼厂气面积重复性及最低检测限(FID1) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	C6+	158635	159528	157812	158950	157935	159468	158721	0.46	0.78
2	CH4	2260978	2263842	2260462	2257665	2259217	2260266	2260405	0.09	15.24
3	C2H6	250953	252296	250088	250690	250620	251215	250977	0.30	2.62
4	C2H4	246691	248406	245741	246742	246307	247263	246858	0.37	2.63
5	C3H8	422193	423686	420984	420729	421473	422789	421976	0.27	1.87
6	C3H6	359603	360636	358828	358030	359391	359498	359331	0.24	2.85
7	i-C4H10	1122725	1124390	1121285	1116596	1120435	1122212	1121274	0.24	2.15
8	n-C4H10	1215908	1215589	1213446	1207766	1213136	1214267	1213352	0.24	2.14
9	C2H2	100365	100322	99905	99464	99998	99892	99991	0.33	6.66
10	t-C4H8	230623	230484	229812	228829	229949	230079	229963	0.28	2.69
11	1-C4H8	245654	245826	245177	244002	245320	245292	245212	0.26	2.78
12	i-C4H8	235678	235537	234706	233834	235066	235184	235001	0.28	2.93
13	c-C4H8	275596	274932	274172	273547	274261	274654	274527	0.26	2.51
14	i-C5H12	360506	360475	359229	358347	358743	358699	359333	0.26	2.24
15	n-C5H12	409180	408223	408125	406197	407397	407559	407780	0.24	1.93
16	1,3-C4H6	245078	244855	244317	243179	244158	244869	244409	0.29	2.97
17	C3H4	166867	166934	166314	165446	166053	166660	166379	0.34	4.79

表 3. 炼厂气面积重复性及最低检测限(FID2) (n=6)

No.	组分名	1	2	3	4	5	6	平均值	RSD%	LOD ppm
1	C6H14	5546550	5553548	5535946	5541872	5546550	5546550	5545169	0.11	2.78
2	C7H16	1018848	1028846	1023021	1019161	1028345	1028345	1024428	0.46	1.24
3	C8H18	271844	272315	273850	274521	273765	275368	273611	0.48	2.83
4	C9H20	330625	331098	330956	330576	331289	331963	331084	0.15	1.93
5	C10H22	102720	103219	102187	103165	102267	102980	102756	0.43	1.54
6	C11H24	71138	71563	71765	71237	71986	71683	71562	0.45	2.73
7	C12H26	62221	62976	62367	62843	62356	62667	62572	0.48	3.13
8	C13H28	163457	162980	162789	163126	163583	162891	163138	0.20	3.76

### 3 结论

采用岛津公司的 Tracera-ERGA 气相色谱仪器, 具有灵敏度高、速度快、重复性好等特点, 可以快速地、有效的用于炼厂气的定性、定量分析。结合岛津热值计算软件, 可以自动计算炼厂气中的热值、分子重量、相对密度、沃泊指数等参数。同时, 岛津公司能根据用户的要求, 提供单炉箱扩充炼厂气分析仪器和其他不同配置的炼厂气分析仪器。



本公司三条工厂获得 ISO 认证

JQA-0376

## ⊕ 岛津企业管理 ( 中国 ) 有限公司 / 岛津 ( 香港 ) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

### 北京

北京市朝阳区朝外大街 16 号中国人寿大厦 14F  
 邮政编码: 100020  
 电话: (010) 8525-2310/2312  
 传真: (010) 8525-2326/2329

### 上海

上海市淮海西路 570 号红坊 E 楼  
 邮政编码: 200052  
 电话: (021) 2201-3888  
 传真: (021) 2201-3555

### 沈阳

沈阳市和平区南京北街 161 号嘉润·东方香榭里大厦 C 座 14 层  
 邮政编码: 110001  
 电话: (024) 2383-6735  
 传真: (024) 2383-6378

### 四川

成都市锦江区创意产业商务区三色路 38 号博瑞创意成都 B 座 12 层  
 邮政编码: 610015  
 电话: (028) 8619-8421/8422  
 传真: (028) 8619-8420

### 武汉

武汉市汉口建设大道 568 号新世界国贸大厦 1 座 41 层 4116 室  
 邮政编码: 430022  
 电话: (027) 8555-7910  
 传真: (027) 8555-7920

### 广州

广州市流花路 109 号之 9 达宝广场 7 楼  
 邮政编码: 510010  
 电话: (020) 8710-8603  
 传真: (020) 8710-8698

### 西安

西安市南二环西段 88 号老三届世纪星大厦 24 层 G 座  
 邮政编码: 710065  
 电话: (029) 8838-6016  
 传真: (029) 8838-6497

### 乌鲁木齐

乌鲁木齐市中山路 339 号中泉广场 14 层 H 座  
 邮政编码: 830000  
 电话: (0991) 230-6271/6272  
 传真: (0991) 230-6273

### 昆明

昆明市青年路 432 号天恒大酒店 908 室  
 邮政编码: 650021  
 电话: (0871) 315-2987  
 传真: (0871) 315-2991

### 南京

南京市中山南路 49 号商茂世纪广场 23 层 A1 座  
 邮政编码: 210005  
 电话: (025) 8689-0278  
 传真: (025) 8689-0237

### 重庆

重庆市渝中区青年路 38 号重庆国贸中心 1702 室  
 邮政编码: 400010  
 电话: (023) 6380-6057/6058  
 传真: (023) 6380-6551

### 深圳

深圳市福田区福华一路 98 号卓越大厦 15 楼 1 号  
 邮政编码: 518040  
 电话: (0755) 8340-2852  
 传真: (0755) 8389-3100

### 河南

郑州市郑东新区金水东路 21 号永和国际广场 A 区 14 层 1405、1406 室  
 邮政编码: 450046  
 电话: (0371) 8663-2981/2983  
 传真: (0371) 8663-2982

### 香港

Suite 1028, Ocean Centre, Harbour City,  
 Tsim Sha tsui, Kowloon, Hong-Kong  
 电话: (00852) 2375-4979  
 传真: (00852) 2199-7438

用户服务热线电话: 800-8100439  
 400-6500439

本产品样本所宣传的内容, 以本版本为准  
 样本中的试验数据除注明外为本公司的试验数据

日本总公司工厂已通过 ISO 质量·环境管理体系的认证

注: 此样本所有信息仅供参考, 如有变动恕不另行通知