

依据 ASTM D8369 标准使用 GC-VUV 开展详细烃类组分分析

01-00966-cn

Kei Usui, Chisato Kanamori

特点描述

- ◆ GC-VUV 技术可按照 ASTM D8369 标准，完成汽油详细组构成分析。
- ◆ VUV Analyze 软件支持色谱峰解卷积和定量计算，大幅简化数据处理流程。

■ 引言

汽油、柴油、航空煤油等燃料的组构成对其燃烧性能等理化性质起着决定性作用，因此精准获取燃料详细组分信息具备重要实用价值。汽油由上百种碳氢化合物混合组成，逐一完成各组分的定性鉴别耗时极长。ASTM D8369 明确规定了采用真空紫外 (VUV) 检测器对汽油中碳氢化合物及含氧化合物 (如乙醇添加剂) 的定性、定量测定的试验方法。

在本应用报告中，采用岛津 Nexis GC-2030 气相色谱系统 (图 1)，严格遵循 ASTM D8369 标准进行汽油组分分析；并使用 VUV 分析软件 VUV Analyze 高效完成色谱峰解卷积和组分定量计算。

■ GC 法测定汽油组分

ASTM D8369、D6730、D8071 等多项行业标准均制定了汽油这类低沸点石油产品中碳氢化合物、含氧化合物的定性与定量测定的试验方法，表 1 汇总对比了各类试验方法的特点。

ASTM D6730 采用业内通用的火焰离子化检测器 (FID)，单次样品分离时长约 3 小时；这种详细烃类分析 (DHA) 方法已长期投入行业使用。详细烃类分析法依靠保留指数完成物质定性，搭配 PONAsolution™ 等工具可减少人工定性工作量，实现自动定量检测 (参见应用报告 No. 01-00863-EN)。

相比之下，D8071 与 D8369 两项标准均采用 VUV 检测器，该类方法结合保留指数和吸收光谱双重依据完成物质定性，可实现共流出组分的光谱解卷积。因此，其分析时间比 FID 检测方法更短。ASTM D8369 标准对应的已验证烃类分析法 (VHA™)，作为汽油组分分析的新型主流试验手段，正受到行业广泛关注。此外，仅通过更换色谱柱，同一台配备 VUV 检测器的设备便可依据 ASTM D8369、D8071、D8267 (航空煤油)、D8368 (柴油) 多项标准开展检测，实现一台仪器完成多种燃料品类分析。



图 1 岛津 Nexis™ GC-2030 + VVA-101

■ VUV 吸收光谱

根据 ASTM D6730 标准的传统详细烃类分析法分离主要组分耗时约 3 小时，但某些分析物仍会发生共流出。VUV 检测器除可获取保留时间外，还提供化合物特异性光谱信息 (见图 2)，从而能够对共流出组分进行解卷积 (如图 3 所示)，并显著缩短分析时间。

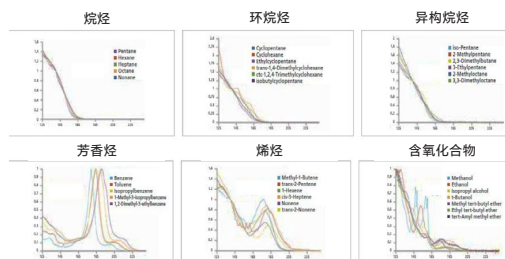


图 2 各种化合物的 VUV 吸收光谱

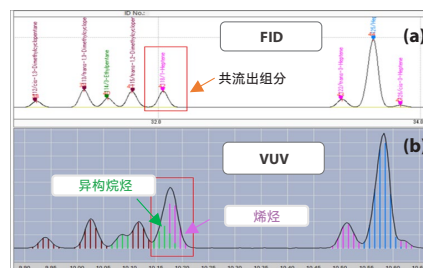


图 3 汽油样品色谱图：(a) FID 检测器和 (b) VUV 检测器

表 1 ASTM D8369、D8071 和 D6730 标准对比

	D8369	D8071	D6730
报告项目	PIONA 族组分、单一组分	PIONA 族组分、指定特征组分 (EtOH、BTX 等)	PIONA 族组分、单一组分
检测器	VUV	VUV	FID
分析时间 (min)	49	35	ca. 180
定性依据	保留指数 + VUV 光谱	保留指数 + VUV 光谱	保留指数
定量方式	校正峰面积百分比法	校正峰面积百分比法	校正峰面积百分比法

■ 解卷积

VUV Analyze 软件可将共流出峰的吸收光谱拆分为最多五种组分物质的特征光谱，示例如图 4 所示。首先，绿色光谱曲线 (1) 为特定保留时间下采集得到的实测吸收光谱。解卷积处理后，结合标准谱库比对和保留指数信息，判定该峰由 2,3,3-三甲基戊烷和甲苯两种物质共同构成 (2)。将上述两种物质的标准谱图进行拟合叠加 (3)，所得结果与实测光谱 (1) 高度吻合，残差数值极小 (4) 表明解卷积效果理想。

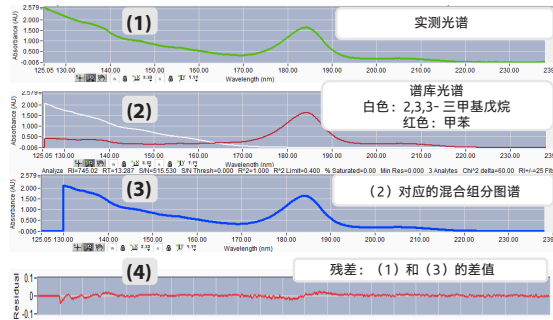


图 4 汽油样品解卷积示例

■ ASTM D8369 标准分析流程

ASTM D8369 标准规定首先测定作为保留指数参照体系的烷烃混合标样 (VUV-RT)。之后依次测定系统适用性校对标样 (VUV1) 和 QC 样品 (VUV-CS)。

VUV Analyze 软件内置专属分析方法，按顺序加载对应数据文件后，会自动完成组分定性、定量检测以及结果合格判定。只有 QC 样品检测结果达标，才可开展常规样品分析。

■ 系统配置和分析条件

本研究中使用的仪器配置和分析条件汇总见表 2、表 3。

实验配备柱温箱低温控制装置 (CRG)，用以提升低沸点组分的分离效果。配套软件包括用于 GC 控制的 LabSolutions、用于 VUV 检测器控制的 VUVision™ 以及用于光谱分析的 VUV Analyze。

表 2 系统配置

GC 型号	: Nexis GC-2030 / AOC-30i
进样口	: 分流进样口
进样衬管	: Topaz 4.0 mm 内径精密进样衬管 (带玻璃棉)
色谱柱	: SH-1 (60 m × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm) (P/N: 221-75719-60)
检测器	: VUV (VGA-101)
选配件	: CRG-2030 (N ₂)
软件	: LabSolutions VUVision VUV Analyze

表 3 分析条件

进样温度	: 250°C
流量控制模式	: 恒流模式 (He)
柱流量	: 2.0 mL/min
吹扫流量	: 3.0 mL/min
进样量	: 1.0 μL
分流比	: 300
柱温箱温度程序	: 5°C (4 min) → 18°C/min → 50°C (14 min) → 5.5°C/min → 200°C (1 min)
传输线温度	: 275°C
流通池温度	: 275°C
尾气气压力	: 0.60 psi
采集频率	: 5.0 Hz

■ VUV-RT 标样分析

测定含有 C4 至 C15 正构烷烃的 VUV-RT 混合标样。在 VUV Analyze 中处理采集的数据，完成烷烃组分定性，生成包含保留指数和保留时间的保留指数 (RI) 校准文件。后续检测工作均调用该保留指数文件，依托保留指数完成组分定性。

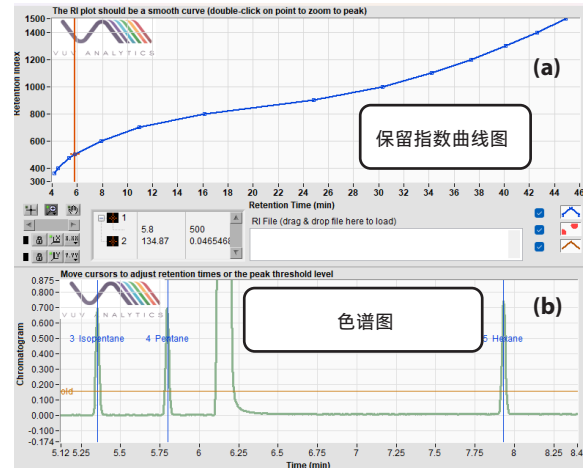


图 5 使用 VUV Analyze 处理 VUV-RT 标样数据：保留指数曲线图 (a)，色谱图 (b)

■ VUV1 和 VUV-CS 样品分析

依次测定 VUV1 和 VUV-CS 样品，完成系统适用性验证及 QC 核查。调整尾气气压力，使 VUV1 样品的苯响应值落在 2.25-2.75 的目标范围内。确认各类 PIONA 组分的质量百分比以及十四烷与戊烷的相对灵敏度在可接受范围内。采用标准汽油配制的 VUV-CS QC 样品，其所有组分的定量值均在规格范围内。将检测数据加载到 VUV Analyze 中生成综合报告，可直接查阅所有项目 (见图 6)。

总体状态: <u>合格</u>			
--- 类组分质量 % ---			
是否合格?	组分类别	标准参考值	实测值
<u>合格</u>	烷烃	31.3270	30.3306
<u>合格</u>	异构烷烃	6.9440	7.2214
C14/C5 (3.7945 / 1.0475) = 3.6223 (允许范围 = 3.3346 至 4.9813) <u>合格</u>			
--- 苯响应值 ---			
是否合格?	实测值	理论期望值	最低限值
<u>合格</u>	2.53	2.50	2.25

图 6 VUV1 标样检测报告

■ 定量结果对比

为验证定量检测准确性，采用有证组分标准品 (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., S0429) 开展检测。所有被测组分的实测值与标准认定值偏差均控制在 0.5 vol% 以内，证明该方法检测精度与传统 ASTM D6730 方法 (FID 检测) 性能相当。表 4 汇总了有证标准品的检测结果。

表 4 ASTM D8369 与 D6730 对比标准检测结果 (vol%)

组分名称	a. 标准证书认定浓度	b. ASTM D8369 法检测结果	a-b	c. ASTM D6730 法检测结果	a-c
苯	0.5	0.569	0.069	0.552	0.052
甲苯	16.2	15.741	0.459	16.529	0.329
二甲苯	10.7	10.213	0.487	10.755	0.055
MeOH	1.5	1.316	0.184	1.414	0.086
EtOH	5.3	5.314	0.014	5.194	0.106
MTBE	5.2	5.417	0.217	5.268	0.068
ETBE	5.2	5.581	0.381	5.187	0.013

■ 汽油实际样品检测

完成系统适用性验证后，正式开展汽油样品分析。VUV Analyze 软件可利用保留指数和吸收光谱库自动完成色谱峰解卷积。定量结果可按碳数和烃族类别 (PIONA) 生成二维汇总表，同时出具单一组分浓度明细报告 (见图 7 示例)。在色谱图视图 (图 8) 中，不同烃族组分以区分色标注，可直观分辨共流出色谱峰。用户可查看任意采集点位的吸收光谱，系统同时显示各组分拟合残差，用以判定实测光谱与与谱库光谱的一致性匹配程度。

质量百分比汇总表							
	烷烃	异构烷烃	烯烃	环烷烃	芳香烃	含氧化合物	总计
C1							
C2							
C3							
C4	0.7920	0.6999	0.9230				2.4149
C5	5.0798	8.5899	5.7759	0.4162			19.8619
C6	4.0984	10.6544	4.8948	1.8384	0.6990	4.5211	26.7061
C7	1.5355	7.1436	2.9451	1.7433	3.6543		17.0218
C8	0.4107	4.9201	2.1493	1.2353	6.0062		14.7216
C9	0.2121	1.1181	0.1161	0.2738	11.0653		12.7853
C10	0.1451	0.4986	0.0175	0.1147	3.7604		4.5362
C11	0.0738	0.1283	0.0166	0.1226	1.3907		1.7320
C12	0.0224	0.0485	0.0045	0.0126	0.0920		0.1800
C13		0.0262			0.0140		0.0402
C14							
C15							
总计	12.3697	33.8276	16.8428	5.7569	26.6820	4.5211	100.0000

图 7 汽油样品按碳数和烃族类别 (PIONA) 划分的二维表

■ 结论

本次实验严格依照 ASTM D8369 标准完成汽油详细组分分析。借助 VUV 检测器可对共流出色谱峰进行光谱解卷积，将分析时间从约三小时 (FID 详细组分分析的典型时间) 缩短至约 50 分钟。通过有证标准品核验证实，该方法定量检测结果与 ASTM D6730 标准方法所得结果相当。

此外，依托 VUV Analyze 软件内置专属分析方案，可简化系统核查流程，实现自动定性和定量计算。定性鉴别环节引入吸收光谱特征信息，由于不同烃族组分均具备专属光谱特征，大幅降低物质误判概率。

< 相关应用 >

1. 依据 ASTM D6730 使用 Nexis GC-2030 开展详细烃类组分分析, [应用报告 No. 01-00863-EN](#)
2. GC-VUV 法测定成品车用汽油 PIONA 烃族组成 - [应用数据表 No.190](#)

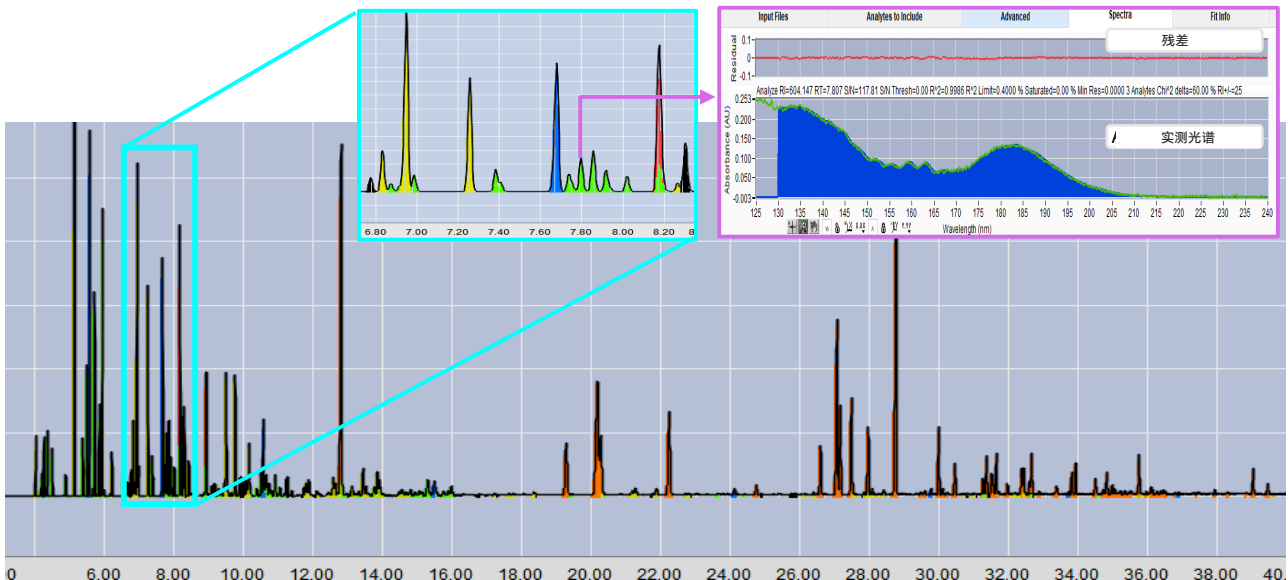


图 8 汽油样品色谱图及 VUV 吸收光谱

岛津应用云



Nexis、PONAsolution、Labsolutions 和 AOC 是岛津制作所或其附属公司在日本和 / 或其他国家 / 地区的商标。VUV Analyze、VHA 和 VUVision 是 VUV Analytics, Inc. 的商标。



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>

用户服务热线电话: 800-810-0439
400-650-0439

免责声明:

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;
* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。
如有变动, 恕不另行通知。

第一版发行日: 2026 年 4 月

> 问卷调查

相关产品

部分产品可能已更新至新型号。



> Nexis GC-2030

气相色谱



> VGA-100/VGA-101

气相色谱检测器

相关解决方案

> 烃类加工行业（石化、化工）

> 石油炼制

> 清洁能源

> 生物质 -SCJ

> 价格咨询

> 产品咨询

> 技术服务 / 支持咨询

> 其他咨询