

## 气相色谱仪在白酒分析中的应用比较

**摘要:** 本文利用气相色谱仪对白酒中的多种微量成分进行了定性和定量分析, 为严格控制白酒重要卫生指标提供了依据, 并通过此应用比较了国产赛里安品牌与市场主流知名进口品牌气相色谱仪在实际应用过程中的差距, 经实验证明国产赛里安气相色谱仪在白酒多种微量成分的定性及定量分析中能够和知名进口仪器达到相同的效果。

**关键词:** 气相色谱; 白酒分析; 定性分析; 定量分析; 应用比较

### 1. 引言

白酒的主要成分 99% 是乙醇和水, 另外含有 1% 丰富的微量成分, 形成白酒特有的风格, 它们是一些强极性的醇类、酸类和一些中等极性酯类、醛类等物质组分。这些香味成分含量的多少直接决定白酒的风格特点。因此, 准确测定这些微量香味组分及其含量是白酒质量控制的关键所在。

气相色谱法是一种具有高选择性、高分离效能、高灵敏度特点的分离分析技术, 样品用量少, 且分析速度快, 能对白酒中的甲醇、杂醇油等控制性组分的含量及呈香呈味物质的含量进行准确的分析, 广泛用于酿酒行业及白酒成分检测行业。

### 2. 材料和方法

#### 2.1 试剂及标准品

试剂: 乙醇 (实验室缺少色谱纯乙醇, 因时间关系采用分析纯代替)

标品溶液: 乙酸正戊酯溶液 (17.6 g/L, 使用毛细管柱时作内标用); 13 种组分及内标白酒混标溶液 (浓度见表 1)

表 1 13 种组分及内标白酒混标浓度

标品名称	浓度 (g/L)	标品名称	浓度 (g/L)
乙醛	0.0663	正丁醇	0.3375
甲醇	0.3864	丁酸乙酯	0.4277
乙酸乙酯	1.5327	异戊醇	0.4492
正丙醇	0.4998	戊酸乙酯	0.1235
仲丁醇	0.3410	乙酸正戊酯	0.4605
乙缩醛	0.3359	正己醇	0.1299
异丁醇	0.4803	己酸乙酯	2.3356

## 2.2 仪器条件

气相色谱仪：配有毛细分流/不分流进样口和氢火焰离子化检测器（FID）的上海天美生产的赛里安 436C 和某市场主流知名进口品牌 A 气相色谱仪。

色谱柱：KB-ALCOHOL A (V) 18 m\*0.53 mm

分析条件：载气为高纯氮气，流速 4 mL/min，分流进样，分流比为 30:1，尾吹流速 25 mL/min；氢气流速 30 mL/min，空气流速 300 mL/min；进样口温度 220 °C；检测器温度 240 °C；柱温为 65 °C 恒温保持 20 min；进样量 1 μL。

## 2.3 校正因子（f 值）的测定

利用 13 种组分及内标白酒混标溶液，待色谱仪基线稳定后，用微量注射器进样 1 μL，记录甲醇、正丙醇、正丁醇、异丁醇、仲丁醇、异戊醇、正己醇、乙醛、乙缩醛、乙酸乙酯、丁酸乙酯、戊酸乙酯、己酸乙酯和内标峰乙酸正戊酯的保留时间及其峰面积，用其比值计算出除内标外其余 13 种组分的相对校正因子 f。

校正因子按式（1）计算：

$$f = \frac{A_1}{A_2} \times \frac{G_2}{G_1} \quad (1)$$

式中：

f — 各组分的相对校正因子

A<sub>1</sub> — 标样 f 值测定时内标的峰面积

A<sub>2</sub> — 标样 f 值测定时各组分的峰面积

G<sub>1</sub> — 内标物的含量，单位为 g/L

G<sub>2</sub> — 标样中各组分的含量，单位为 g/L

## 2.4 样品测定

吸取样品 10.0 mL 于 10 mL 容量瓶中并定容至刻度，准确加入 0.2 mL 内标溶液乙酸正戊酯（17.6 g/L），混匀后，在与 f 值的测定相同的条件下进行，根据标准物质保留时间对甲醇、正丙醇、正丁醇、异丁醇、仲丁醇、异戊醇、正己醇、乙醛、乙缩醛、乙酸乙酯、丁酸乙酯、戊酸乙酯、己酸乙酯进行定性，并测定各色谱峰与内标峰的峰面积，求出峰面积之比，计算出样品中各组分的含量。

测定结果按式（2）计算

$$X = \frac{A_3}{A_{内}} \times f \times G_{内} \quad (2)$$

式中：

X — 样品中各组分的含量，单位为 g/L

f — 各组分的相对校正因子

A<sub>3</sub> — 样品中各组分的峰面积

$A_{\text{内}}$ —添加于酒样中内标的峰面积

$G_{\text{内}}$ —内标物的质量浓度（添加在酒样中），单位为 g/L

### 3. 结果与分析

#### 3.1 赛里安 436C 对白酒中 13 种组分的定性及定量分析结果与分析

##### 3.1.1 赛里安 436C 定性及定量分析方法的仪器验证

以 13 种组分及内标白酒混标溶液为研究对象，按照 2.2 分析条件操作，通过一天内重复 5 次测定的保留时间和峰面积的相对标准偏差（RSD）表示仪器的稳定性。之后将混标溶液分别稀释 10 倍和 100 倍，在相同的分析条件下测定各组分的信噪比（SNR），并通过计算检出限（LOD，3 倍信噪比）和定量限（LOQ，10 倍信噪比）考察仪器的灵敏度。通过上述方法得到的 14 种化合物的色谱图见图 1 和图 2，其重复性测定结果的保留时间、峰面积及相应的 RSD 值见表 2，不同浓度的检出限及定量限结果见表 3。

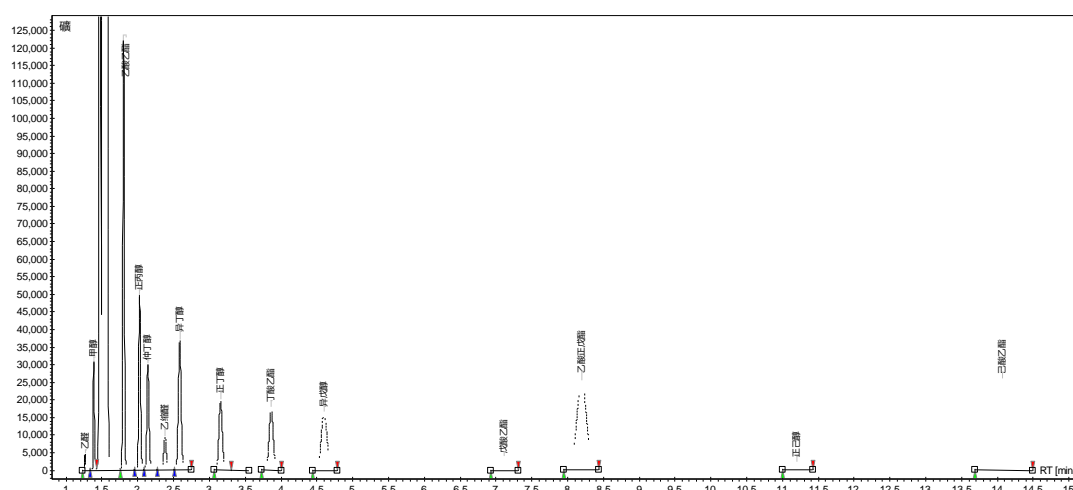


图 1 13 种组分及内标白酒混标溶液的色谱图

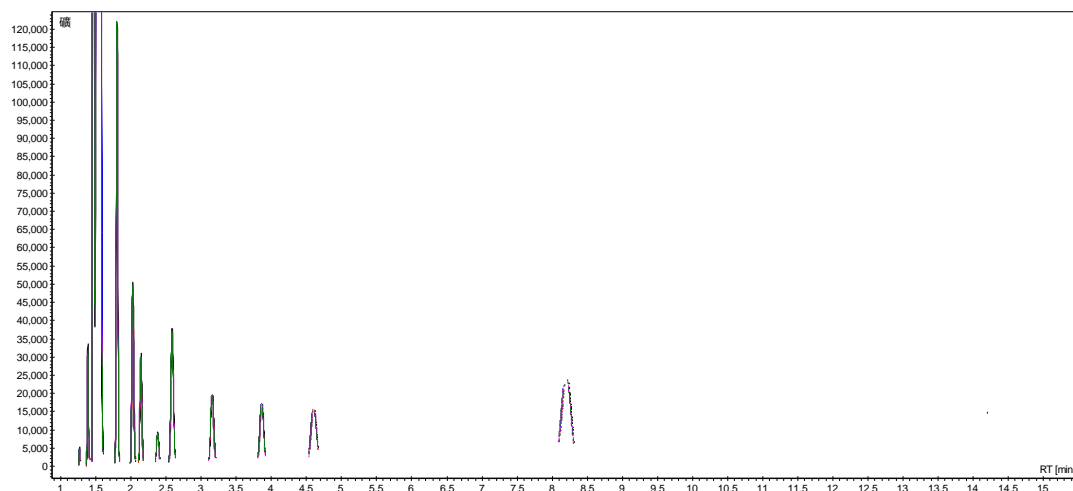


图 2 13 种组分及内标白酒混标溶液重复进样 5 次叠加色谱图

表 2 13 种组分及内标白酒混标溶液重复性测定结果

标品名称	浓度 (g/L)	保留时间 RT (min)	RT-RSD(%)	峰面积	
				AREA ( $\mu\text{v}\cdot\text{min}$ )	AREA-RSD(%)
乙醛	0.0663	1.27	0.13	87.3	2.68
甲醇	0.3864	1.39	0.08	614.7	0.26
乙酸乙酯	1.5327	1.8	0.04	3101	0.49
正丙醇	0.4998	2.03	0.07	1530.9	0.48
仲丁醇	0.341	2.14	0.06	1051.5	0.42
乙缩醛	0.3359	2.38	0.07	401.2	1.23
异丁醇	0.4803	2.59	0.05	1711.1	0.63
正丁醇	0.3375	3.16	0.06	1104.7	0.31
丁酸乙酯	0.4277	3.86	0.05	1204	0.58
异戊醇	0.4492	4.6	0.05	1592.7	0.45
戊酸乙酯	0.1235	7.11	0.08	535.2	1.03
乙酸正戊酯	0.4605	8.2	0.04	4154.7	0.19
正己醇	0.1299	11.2	0.08	418.9	2.24
己酸乙酯	2.3356	14.08	0.08	7411.7	0.51

表 3 13 种组分及内标白酒混标溶液分别稀释 10 倍及 100 倍后检出限 (LOD) 与定量限 (LOQ) 测定结果

标品名称	混标稀释 10 倍					混标稀释 100 倍				
	浓度 (g/L)	AREA ( $\mu\text{v}\cdot\text{min}$ )	SNR	LOD (g/L)	LOQ (g/L)	浓度 (g/L)	AREA ( $\mu\text{v}\cdot\text{min}$ )	SNR	LOD (g/L)	LOQ (g/L)
乙醛	0.00663	5.9	4.37	0.005	0.015	0.000663	—	—	—	—
甲醇	0.03864	67.7	41.54	0.003	0.009	0.003864	8	5.16	0.002	0.007
乙酸乙酯	0.15327	373.4	137.74	0.003	0.011	0.015327	55.4	17.64	0.003	0.009
正丙醇	0.04998	175.3	58.38	0.003	0.009	0.004998	17.6	6.13	0.002	0.008
仲丁醇	0.0341	129.2	35.96	0.003	0.009	0.00341	9.1	3.24	0.003	0.011
乙缩醛	0.03359	54.8	12.92	0.008	0.026	0.003359	8.4	2.55	0.004	0.013
异丁醇	0.04803	186.9	45.16	0.003	0.011	0.004803	14.8	4.34	0.003	0.011
正丁醇	0.03375	120.6	25.66	0.004	0.013	0.003375	10.9	2.34	0.004	0.014
丁酸乙酯	0.04277	127.1	20.77	0.006	0.021	0.004277	13.4	2.46	0.005	0.017
异戊醇	0.04492	173.9	21.34	0.006	0.021	0.004492	14.2	1.51	0.009	0.030
戊酸乙酯	0.01235	48.7	4.4	0.008	0.028	0.001235	—	—	—	—
乙酸正戊酯	0.04605	451.4	33.84	0.004	0.014	0.004605	45.7	3.62	0.004	0.013
正己醇	0.01299	44.9	3.07	0.013	0.042	0.001299	—	—	—	—
己酸乙酯	0.23356	752.2	32.1	0.022	0.073	0.023356	74	3.31	0.021	0.071

注：“—”表示未检出

由图 1 和图 2 可知，各化合物之间都能达到很好的分离效果，且 5 次重复进样各化合物的色谱峰图基本重合。同时由表 2 和表 3 的具体数据可知，13 种组分及内标保留时间的相对标准偏差 (RSD 值) 在 0.04%~0.13% 之间，峰面积的相对标准偏差 (RSD 值) 在 0.19%~2.68% 之间，各标品浓度即使稀释到 ppm 级别，在如此小的进样量 (分流比 30: 1，进样 1 $\mu\text{L}$ ) 下仍能有较高的响应值，当将混标稀释 100 倍时，含量相对较低的乙醛、戊酸乙酯及正己醇等 3 种成分未检出，经统计各化合物的检出限范

围为 0.002~0.021 g/L，定量限范围为 0.007~0.071 g/L。由此可知采用赛里安 436C 气相色谱仪对白酒成分分析具有良好的定性重复性、定量重复性（即具有较高的稳定性）和较高的灵敏度，满足对白酒组分定性分析和定量分析要求。

### 3.1.2 赛里安 436C 对实际白酒样品定性及定量分析结果

对于有标准品的白酒组分（甲醇、正丙醇、正丁醇、异丁醇、仲丁醇、异戊醇、正己醇、乙醛、乙缩醛、乙酸乙酯、丁酸乙酯、戊酸乙酯、己酸乙酯），按照上述所建立的气相色谱分析及 2.4 中所描述的样品前处理方法对 2 种不同品牌的白酒样品进行分析，每个样品重复进样 3 次。根据表 2 所得到的各化合物的保留时间（RT）对样品组分进行定性分析，同时利用表 2 中各化合物与内标的峰面积计算相应化合物的相对校正因子  $f$ ，并通过样品中各组分的峰面积与相对校正因子  $f$  计算样品中各组分的含量，2 种样品的定性及定量结果见表 4。

表 4 2 种不同品牌白酒样品的定性及定量分析结果

化合物名称	相对校正因子 $f$	样品 1		样品 2	
		含量 (g/L)	RSD(%)	含量 (g/L)	RSD(%)
乙醛	6.852	0.017	2.72	0.095	0.48
甲醇	5.671	0.014	5.1	0.033	2.09
乙酸乙酯	4.459	0.906	1.9	0.976	0.66
正丙醇	2.946	0.043	3.38	0.150	0.44
仲丁醇	2.926	0.009	7.81	0.011	3.79
乙缩醛	7.554	0.024	3.02	0.182	2.27
异丁醇	2.532	0.014	0.59	0.085	0.93
正丁醇	2.756	0.024	1.84	0.062	2.02
丁酸乙酯	3.205	0.188	1.76	0.319	1.29
异戊醇	2.545	0.043	0.61	0.168	2.21
戊酸乙酯	2.082	—	—	0.024	2.71
正己醇	2.798	—	—	—	—
己酸乙酯	2.843	0.665	0.8	2.485	0.5

注：“—”表示未检出

由表 4 可知，样品 1 共检出 11 种已知组分，其中含量最低的是仲丁醇，为 0.009g/L，因其含量较低导致 3 次进样重复性 RSD 值偏大，含量最高的是乙酸乙酯，达 0.906 g/L；样品 2 共检出 12 种已知成分，且检出各组分 3 次进样重复性结果都在 4% 以内，具有良好的重现性，含量最高的同样是乙酸乙酯，达 0.976 g/L。

## 3.2 品牌 A 对白酒中 13 种组分的定性及定量分析结果与分析

### 3.2.1 品牌 A 定性及定量分析方法的仪器验证

按照与 3.1.1 的完全相同的实验方法及分析条件，并采用同一根色谱柱及同一组标准品溶液，在品牌 A 气相色谱仪上进行分析，得到的 13 种组分及内标的的色谱图见图

3 和图 4，其保留时间、峰面积及相应的 RSD 值、SNR 值分别见表 5 和表 6。

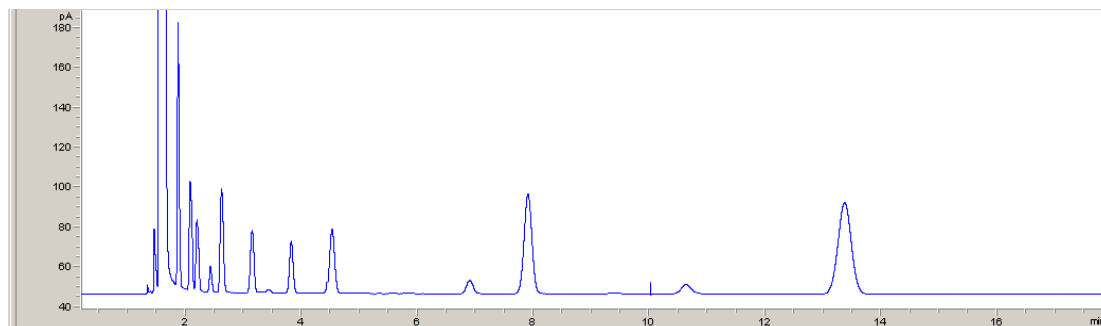


图 3 13 种组分及内标白酒混标溶液的色谱图-品牌 A

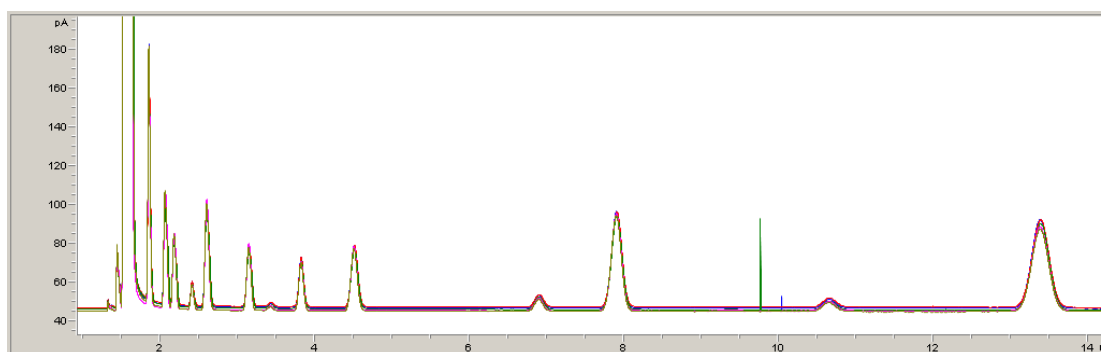


图 4 13 种组分及内标白酒混标溶液重复进样 5 次叠加色谱图-品牌 A

表 5 13 种组分及内标白酒混标溶液重复性测定结果-品牌 A

标品名称	浓度 (g/L)	保留时间 RT (min)	RT-RSD(%)	峰面积	AREA-RSD(%)
				AREA (pA*s)	
乙醛	0.0663	1.34	0.04	5.58	4.45
甲醇	0.3864	1.46	0.04	70.19	1.66
乙酸乙酯	1.5327	1.87	0.04	278.21	2.24
正丙醇	0.4998	2.08	0.14	177.58	1.06
仲丁醇	0.341	2.20	0.10	119.12	1.13
乙缩醛	0.3359	2.43	0.03	36.56	2.23
异丁醇	0.4803	2.62	0.07	199.00	1.16
正丁醇	0.3375	3.17	0.11	133.32	1.06
丁酸乙酯	0.4277	3.84	0.03	109.37	2.87
异戊醇	0.4492	4.53	0.09	191.34	1.01
戊酸乙酯	0.1235	6.90	0.03	51.96	2.95
乙酸正戊酯	0.4605	7.91	0.04	467.06	0.81
正己醇	0.1299	10.65	0.05	53.81	1.14
己酸乙酯	2.3356	13.39	0.03	709.12	3.38

表 6 白酒混标溶液分别稀释 10 倍及 100 倍后检出限（LOD）与定量限（LOQ）测定结果-品牌 A

标品名称	混标稀释 10 倍					混标稀释 100 倍				
	浓度 (g/L)	AREA (pA*s)	SNR	LOD (g/L)	LOQ (g/L)	浓度 (g/L)	AREA (pA*s)	SNR	LOD (g/L)	LOQ (g/L)
乙醛	0.00663	0.73	4.25	0.005	0.016	0.000663	—	—	—	—
甲醇	0.03864	7.61	45.87	0.003	0.008	0.003864	0.90	6.33	0.002	0.006
乙酸乙酯	0.15327	35.40	157.80	0.003	0.010	0.015327	3.58	18.00	0.003	0.009
正丙醇	0.04998	17.28	67.93	0.002	0.007	0.004998	1.79	7.63	0.002	0.007
仲丁醇	0.0341	11.72	42.23	0.002	0.008	0.00341	1.25	4.83	0.002	0.007
乙缩醛	0.03359	4.79	14.90	0.007	0.023	0.003359	0.86	3.13	0.003	0.011
异丁醇	0.04803	19.04	54.80	0.003	0.009	0.004803	1.83	5.77	0.002	0.008
正丁醇	0.03375	12.81	31.33	0.003	0.011	0.003375	1.27	3.53	0.003	0.010
丁酸乙酯	0.04277	13.45	26.47	0.005	0.016	0.004277	1.39	3.03	0.004	0.014
异戊醇	0.04492	18.51	26.87	0.005	0.017	0.004492	1.84	2.97	0.005	0.015
戊酸乙酯	0.01235	5.93	6.23	0.006	0.020	0.001235	—	—	—	—
乙酸正戊酯	0.04605	48.18	40.70	0.003	0.011	0.004605	4.15	4.10	0.003	0.011
正己醇	0.01299	4.75	3.70	0.011	0.035	0.001299	—	—	—	—
己酸乙酯	0.23356	84.41	42.90	0.016	0.054	0.023356	7.68	4.50	0.016	0.052

注：“—”表示未检出

由图 3 和图 4 可知，各组分化合物之间也都能到达到很好的分离效果，且 5 次重复进样各化合物的色谱峰图基本重合。同时由表 5 和表 6 的具体数据可知，13 种组分及内标的保留时间的相对标准偏差（RSD 值）在 0.03%~0.14%之间，峰面积的相对标准偏差（RSD 值）在 0.81%~4.45%之间，各标品浓度即使稀释到 ppm 级别，在如此小的进样量（分流比 30: 1，进样 1 $\mu$ L）下仍能有较高的响应值，当将混标稀释 100 倍时，同样是含量相对较低的乙醛、戊酸乙酯及正己醇等 3 种成分未检出，经统计各化合物的检出限范围为 0.002~0.016 g/L，定量限范围为 0.006~0.052 g/L。

### 3.2.2 品牌 A 对实际白酒样品定性及定量分析结果

按照与 3.1.2 的完全相同的实验方法及分析条件，并采用同一根色谱柱、同一组标准品溶液和样品溶液，在品牌 A 气相色谱仪上进行分析，得到的各组分的相对校正因子 f 及 2 种样品的定性定量分析结果见表 7。



表 7 2 种不同品牌白酒样品的定性及定量分析结果-品牌 A

化合物名称	相对校正因子 f	样品 1		样品 2	
		含量 (g/L)	RSD(%)	含量 (g/L)	RSD(%)
乙醛	12.173	0.022	0.73	0.249	2.20
甲醇	5.583	0.013	4.86	0.030	4.38
乙酸乙酯	5.588	0.886	0.75	0.996	1.90
正丙醇	2.855	0.035	0.69	0.132	0.73
仲丁醇	2.903	0.006	6.76	0.009	0.92
乙缩醛	9.318	0.019	1.04	0.173	2.31
异丁醇	2.448	0.010	0.47	0.070	0.28
正丁醇	2.567	0.018	1.25	0.058	0.99
丁酸乙酯	3.966	0.176	0.31	0.313	1.98
异戊醇	2.381	0.031	0.93	0.133	1.15
戊酸乙酯	2.411	—	—	0.022	4.26
正己醇	2.449	—	—	—	—
己酸乙酯	3.341	0.5920	1.10	2.314	1.60

注：“—”表示未检出

由表 7 可知，样品 1 同样共检出 11 种已知组分，其中含量最低的同样是仲丁醇，为 0.006g/L，因其含量较低导致 3 次进样重复性稍大，含量最高的同样也是乙酸乙酯，达 0.886 g/L；样品 2 同样共检出 12 种已知成分，且检出各组分 3 次进样重复性结果都在 5%以内，具有良好的重现性，含量最高的同样是乙酸乙酯，达 0.996 g/L。

### 3.3 赛里安 436C 与品牌 A 在白酒组分定性及定量分析的结果比较

#### 3.3.1 赛里安 436C 与品牌 A 仪器性能结果比较

对上述在相同条件下赛里安 436C 与品牌 A 的测试结果进行比对，由图 1、图 2 与图 3、图 4 比对可得，两种品牌的气相色谱仪对甲醇、正丙醇、正丁醇、异丁醇、仲丁醇、异戊醇、正己醇、乙醛、乙缩醛、乙酸乙酯、丁酸乙酯、戊酸乙酯、己酸乙酯、乙酸正戊酯等白酒组分的分离效果都比较高，且重复进样 5 次的叠加色谱图基本重合。通过比对表 2 和表 5 的定性定量重复性数据（见表 8）可知，两种仪器的定性重复性结果（保留时间重复性）基本一致，赛里安 436C 的 RSD 值范围在 0.04%~0.13%，品牌 A 的 RSD 值范围在 0.03~0.14%；而整体来说赛里安 436C 的定量重复性结果（峰面积重复性）要优于品牌 A，除正己醇外其余 13 种化合物赛里安 436C 测得的峰面积 RSD 值均小于品牌 A 测得的数据。综上所述，赛里安 436C 在 13 种白酒组分及内标检测时的定性定量重复性是优于品牌 A 的，即稳定性相对较好。



表 8 气相色谱仪稳定性比较

标品名称	浓度 (g/L)	赛里安 436C		品牌 A	
		RT-RSD (%)	AREA-RSD(%)	RT-RSD (%)	AREA-RSD(%)
乙醛	0.0663	0.13	2.68	0.04	4.45
甲醇	0.3864	0.08	0.26	0.04	1.66
乙酸乙酯	1.5327	0.04	0.49	0.04	2.24
正丙醇	0.4998	0.07	0.48	0.14	1.06
仲丁醇	0.341	0.06	0.42	0.10	1.13
乙缩醛	0.3359	0.07	1.23	0.03	2.23
异丁醇	0.4803	0.05	0.63	0.07	1.16
正丁醇	0.3375	0.06	0.31	0.11	1.06
丁酸乙酯	0.4277	0.05	0.58	0.03	2.87
异戊醇	0.4492	0.05	0.45	0.09	1.01
戊酸乙酯	0.1235	0.08	1.03	0.03	2.95
乙酸正戊酯	0.4605	0.04	0.19	0.04	0.81
正己醇	0.1299	0.08	2.24	0.05	1.14
己酸乙酯	2.3356	0.08	0.51	0.03	3.38

通过比对表 3 和表 6 中两种仪器分别测得的 14 种化合物混标溶液稀释 10 倍和 100 倍的检出限 LOD（定量限 LOQ 与检出限 LOD 只是倍数不同，只比较一个即可）的数值（见表 9）可知，乙醛、甲醇、乙酸乙酯、正丙醇这四种已知化合物两者能达到相同的检出限，而其余仲丁醇、乙缩醛、异丁醇、正丁醇、异戊醇、戊酸乙酯、乙酸正戊酯、正己醇、己酸乙酯等 10 种化合物赛里安 436C 测得的检出限要略高于品牌 A，即灵敏度略低于品牌 A，因此整体来说，赛里安 436C 在 13 种白酒组分及内标检测中时的灵敏度是略低于品牌 A 的。

表 9 气相色谱仪灵敏度比较-白酒混标溶液分别稀释 10 倍及 100 倍后检出限（LOD）比较

标准名称	混标稀释 10 倍-LOD(g/L)		混标稀释 100 倍- LOD(g/L)	
	赛里安 436C	品牌 A	赛里安 436C	品牌 A
乙醛	0.005	0.005	—	—
甲醇	0.003	0.003	0.002	0.002
乙酸乙酯	0.003	0.003	0.003	0.003
正丙醇	0.003	0.002	0.002	0.002
仲丁醇	0.003	0.002	0.003	0.002
乙缩醛	0.008	0.007	0.004	0.003
异丁醇	0.003	0.003	0.003	0.002
正丁醇	0.004	0.003	0.004	0.003
丁酸乙酯	0.006	0.005	0.005	0.004
异戊醇	0.006	0.005	0.009	0.005
戊酸乙酯	0.008	0.006	—	—
乙酸正戊酯	0.004	0.003	0.004	0.003
正己醇	0.013	0.011	—	—
己酸乙酯	0.022	0.016	0.021	0.016

注：“—”表示未检出

### 3.3.2 赛里安 436C 与品牌 A 对实际白酒样品定性及定量结果比较

通过比较上述表 4 和表 7 两种仪器测得的 2 种白酒实际样品的数据可知，两种仪器在样品 1 中同时都检测到了相同的 11 种已知组分，在样品 2 中同时都检测到了相同的 12 种已知组分，但两种仪器测得的含量结果略有差异（见下表 10），除了乙醛和乙酸乙酯外，其余 10 种化合物赛里安 436C 测得的含量均略高于品牌 A 测得的结果，这可能与当时在赛里安 436C 之后用品牌 A 测定校正因子 f 时采用的同一小瓶混标溶液，因条件受限未及时将混标溶液置于冰箱中储存，导致标液溶剂挥发浓度增大，进而使实际测得的校正因子偏小导致测得含量偏低，最终导致两不同品牌仪器测得的数据有略微的差异；且测得各物质的含量均比较低，如两个样品中仲丁醇的含量刚好处在定量限上下，也可能会影响定量的准确性；此外实验室缺少色谱纯的乙醇，溶剂洗针也会受到一定影响。但总体来说，两种仪器测得的含量差异并不大，属于不同仪器测量时出现的正常现象，基本可以作为定量的依据。

此外通过表 10 对比数据发现，两种品牌仪器对样品 2 中所含的乙醛含量的测定有明显的差异，重新对两种品牌测定的 3 次重复性数据进行分析发现，品牌 A 在样品 2 测定中乙醛出峰时有明显的拖尾（见图 5），导致积分峰面积变大，进而使测得的乙醛含量值偏大；而赛里安 436C 的分离则无此现象（见图 6）。两者测定时使用的是同一根色谱柱，因而推测导致差异的原因有可能是 FID 检测器的性能引起的，上海天美赛里安 436C 的 FID 检测器的喷嘴是独有的陶瓷喷嘴，能够有效减少峰拖尾和溶剂等干扰，从此处来看，赛里安 436C 比品牌 A 更适于分析白酒中的微量成分乙醛。

表 10 气相色谱仪对 2 种不同品牌白酒样品的定性定量结果比较

检出化合物名称	样品 1 含量 (g/L)		样品 2 含量 (g/L)	
	赛里安 436C	品牌 A	赛里安 436C	品牌 A
乙醛	0.017	0.022	0.095	0.249
甲醇	0.014	0.013	0.033	0.030
乙酸乙酯	0.906	0.886	0.976	0.996
正丙醇	0.043	0.035	0.150	0.132
仲丁醇	0.009	0.006	0.011	0.009
乙缩醛	0.024	0.019	0.182	0.173
异丁醇	0.014	0.010	0.085	0.070
正丁醇	0.024	0.018	0.062	0.058
丁酸乙酯	0.188	0.176	0.319	0.313
异戊醇	0.043	0.031	0.168	0.133
戊酸乙酯	—	—	0.024	0.022
正己醇	—	—	—	—
己酸乙酯	0.665	0.5920	2.485	2.314

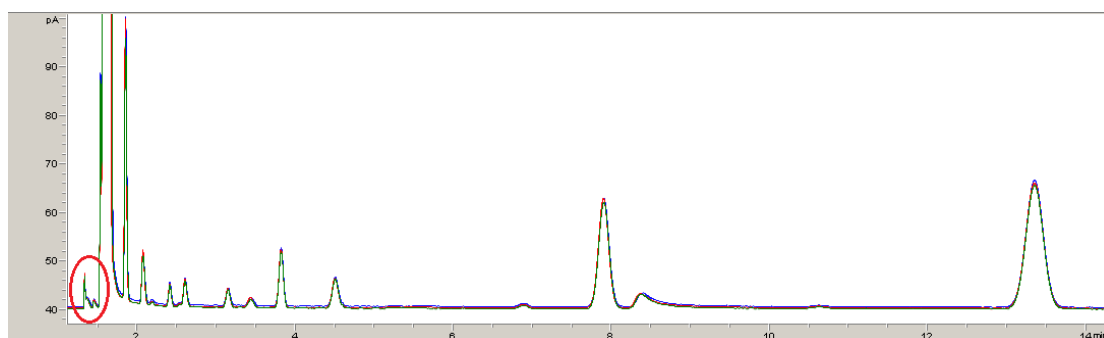


图 5 品牌 A 测定样品 2 重复 3 次进样的叠加色谱图

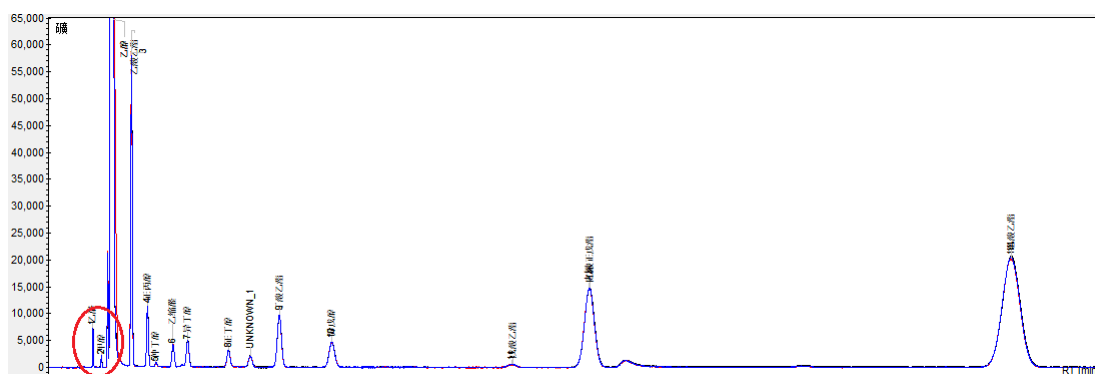


图 6 赛里安 436C 测定样品 2 重复 3 次进样的叠加色谱图

## 4. 结论

通过上海天美赛里安 436C 同市场上知名进口主流品牌 A 气相色谱仪对白酒分析中 13 种白酒组分及内标化合物在定性重复性、定量重复性、检出限、定量限等方面以

及对实际白酒样品进行的对比试验结果比较可知：赛里安 436C 在 13 种白酒组分及内标检测时的定性定量重复性是优于品牌 A 的，即赛里安 436C 稳定性相对较好，而灵敏度是略低于品牌 A 的；在实际白酒样品的检测中，两者同时都检出了相同的化合物种类，但定量结果存在较小的差异，除乙醛和乙酸乙酯外其余化合物的差异规律较为一致，很有可能是受到某些外部因素的干扰，但并不影响整体定量结果，而针对样品 2 两种仪器测得的乙醛含量有明显差异的现象，从数据分析来看，赛里安 436C 对白酒中微量成分乙醛的分析更有优势。

综合以上分析可知，上海天美赛里安 436C 配备毛细分流/不分流进样口和 FID 检测器在白酒分析应用中的检测水平与市场上知名进口主流品牌 A 的气相色谱仪检测水平相当，即国产赛里安 436C 的测试水平已达到国际领先水平，使广大分析研究者有了更多的选择。

### 参考文献：

- [1] 刘倩倩,陈二芳,刘杨,等.白酒分析中气相色谱仪的应用比较[J].酿酒,2017,44(5):76-78
- [2] 薛一平.白酒分析中气相色谱分析技术的应用[J].开发应用,2009,08(25):27-29
- [3] 唐利.气相色谱法在白酒分析中的相关知识[J].酿酒科技,2008(04):125-126
- [4] 余开华.气相色谱技术与白酒分析[J].酿酒科技, 2005(12):90-91
- [5] 沈红林.气相色谱在白酒分析中的应用[J].山东食品发酵,2001(1):41-44