

# 白酒中 14 组分酯类和醇类的分析

刘海侠

(浙江福立分析仪器股份有限公司, 浙江省温岭市 317500)

**摘要:** 样品被气化后, 经色谱柱分离, 由于被测定组分在气液两相中具有不同的分配系数, 分离后的各待测组分按先后顺序流出色谱柱, 进入氢火焰离子化检测器检测, 内标法定量分析。

**关键词:** 白酒; 酯类; 醇类

## 1 检测方法

《白酒分析方法》(GB/T 10345-2007)

## 2 试剂和材料

### 2.1 试剂

2.1.1 乙醇: 色谱纯。

2.1.2 乙醛、乙酸乙酯、乙缩醛、甲醇、仲丁醇、丁酸乙酯、正丙醇、异丁醇、戊酸乙酯、正丁醇、异戊醇、己酸乙酯、乳酸乙酯、正己醇标准物质纯度 $\geq 99\%$ 。

2.1.3 乙酸正戊酯内标标准物质纯度 $\geq 99\%$ 。

2.1.4 乙醇溶液 (60%, 体积分数): 量取 60 mL 乙醇 (3.1.1), 用水定容至 100mL, 混匀。

### 2.2 仪器设备

2.2.1 福立 GC9720Plus 气相色谱仪, 氢火焰检测器 (FID)

2.2.2 DB-WAX UI/30m\*0.25mm\*0.25 $\mu$ m

2.2.3 福立 FL1092T 自动进样器

## 3 溶液配制

### 3.1 标准溶液配制

3.1.1 乙醛标准储备溶液: 准确称取 1.0261g 乙醛至 10mL 容量瓶中, 用纯水定容, 混匀。置 0°C~4°C 低温冰箱密封保存。

3.1.2 乙酸乙酯、乙缩醛、甲醇、仲丁醇、丁酸乙酯、正丙醇、异丁醇、戊酸乙酯、正丁醇、异戊醇、乳酸乙酯、正己醇单标准储备溶液: 按下表, 分别准确称取各组分至不同的 10 mL 容量瓶中, 用乙醇溶液(60%, 体积分数)定容, 混匀, 配制成单标储备溶液, 置 0°C~4°C 低

温冰箱密封保存。

组分名	质量[g]	浓度[g/L]
乙酸乙酯	0.9091	90.00
乙缩醛	0.8306	82.23
甲醇	0.7674	75.97
仲丁醇	0.9250	91.58
丁酸乙酯	0.8897	88.08
正丙醇	0.7888	78.09
异丁醇	0.8150	80.69
戊酸乙酯	0.8754	86.66
正丁醇	0.9215	91.23
异戊醇	0.7932	78.53
乳酸乙酯	1.0122	100.21
正己醇	0.7909	78.30

3.1.3 己酸乙酯标准储备溶液: 准确称取 0.8644g 己酸乙酯标准物质至 25mL 容量瓶中, 用乙醇溶液(60%, 体积分数)定容, 混匀。置 0°C~4°C低温冰箱密封保存。

3.1.4 乙醛、乙酸乙酯、乙缩醛、甲醇、仲丁醇、丁酸乙酯、正丙醇、异丁醇、戊酸乙酯、正丁醇、异戊醇、乳酸乙酯、正己醇混合标准使用溶液: 按下表, 精密吸取各组分单标准储备溶液至 25mL 容量瓶中, 用乙醇溶液(60%, 体积分数)定容, 混匀。置 0°C~4°C低温冰箱密封保存。

组分名	体积[mL]
乙醛	0.35
乙酸乙酯	1.75
乙缩醛	0.75
甲醇	0.80
仲丁醇	0.68
丁酸乙酯	0.70
正丙醇	1.60

异丁醇	0.75
戊酸乙酯	0.75
正丁醇	0.70
异戊醇	0.75
乳酸乙酯	1.85
正己醇	0.75

3.1.5 乙酸正戊酯内标溶液(1%，体积分数): 吸取 1.0mL 乙酸正戊酯至 100mL 容量瓶中，用乙醇溶液(60%，体积分数)定容，混匀。置 0°C-4°C 低温冰箱密封保存。

3.1.6 系列标准溶液的配制: 分别吸取 0.40mL、0.80mL、1.60mL、3.20mL、4.00mL (3.1.4) 混合使用溶液和 0.10mL、0.20mL、0.40mL、0.80mL、1.00mL (3.1.3) 己酸乙酯标准储备溶液于 5 个 10 mL 容量瓶中，用乙醇溶液 (60%，体积分数) 定容混匀，分别加入 0.20mL 乙酸正戊酯内标溶液 (3.1.5)，充分摇匀。依次制成如下表浓度的系列标准溶液。

序号	组分名	标曲点 1[g/L]	标曲点 2[g/L]	标曲点 3[g/L]	标曲点 4[g/L]	标曲点 5[g/L]
1	乙醛	0.0569	0.1138	0.2275	0.4551	0.5689
2	乙酸乙酯	0.2520	0.5040	1.0080	2.0160	2.5200
3	乙缩醛	0.0987	0.1974	0.3947	0.7894	0.9868
4	甲醇	0.0972	0.1945	0.3890	0.7780	0.9724
5	仲丁醇	0.0996	0.1993	0.3985	0.7971	0.9963
6	丁酸乙酯	0.0986	0.1973	0.3946	0.7892	0.9865
7	正丙醇	0.1999	0.3998	0.7997	1.5993	1.9991
8	异丁醇	0.0968	0.1936	0.3873	0.7746	0.9682
9	戊酸乙酯	0.1040	0.2080	0.4160	0.8320	1.0400
10	正丁醇	0.1022	0.2044	0.4087	0.8174	1.0218
11	异戊醇	0.0942	0.1885	0.3769	0.7539	0.9423
12	己酸乙酯	0.3423	0.6846	1.3692	2.7384	3.4230
13	乳酸乙酯	0.2966	0.5932	1.1865	2.3729	2.9662
14	正己醇	0.0940	0.1879	0.3758	0.7517	0.9396

## 3.2 样品配制

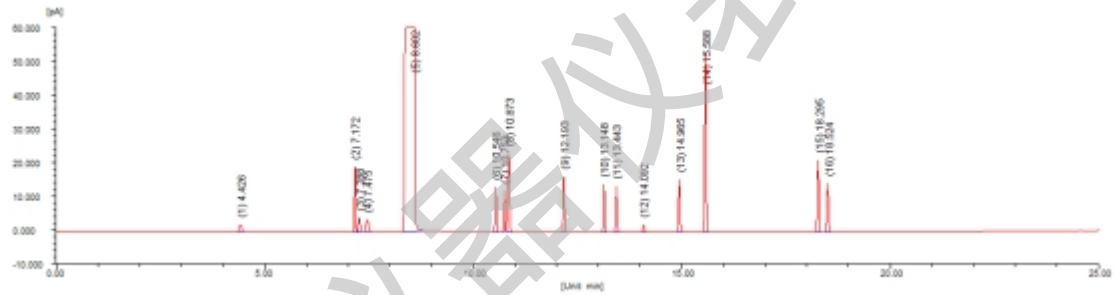
吸取白酒样品于 10mL 容量瓶，定容至刻度，加入 0.2mL 乙酸正戊酯内标溶液，充分摇匀，待测。

## 4 测定

### 4.1 色谱条件

- (1) 进样口：230℃；
- (2) 柱温：初始 40℃，保持 6min，以 10℃/min 升到 80℃，以 5℃/min 升到 120℃，保持 2min，以 35℃/min 升到 220℃，保持 15min；
- (3) 检测器：240℃；
- (4) 恒流：0.50mL/min；
- (5) 分流比：60：1；
- (6) 进样量：0.4μL。

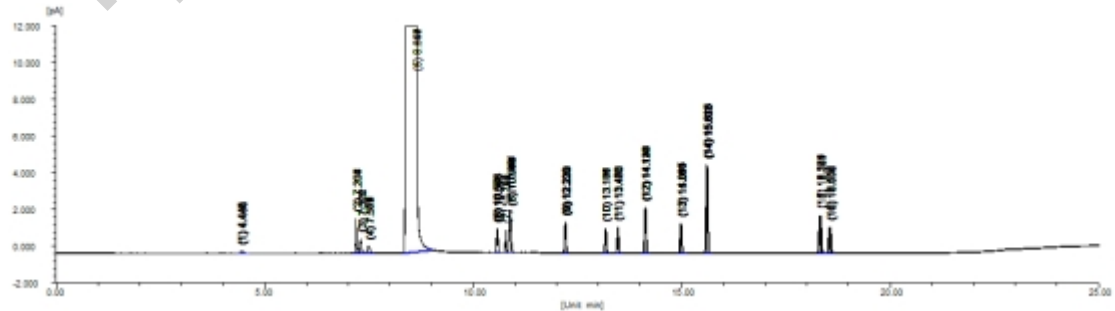
### 4.2 14 种酯类和醇类典型谱图



1.乙醛 2.乙酸乙酯 3.乙缩醛 4.甲醇 5.乙醇 6.仲丁醇 7.丁酸乙酯 8.正丙醇 9.异丁醇 10.戊酸乙酯 11.正丁醇 12.乙酸正戊酯（内标） 13.异戊醇 14.己酸乙酯 15.乳酸乙酯 16.正己醇

### 4.3 重复性实验

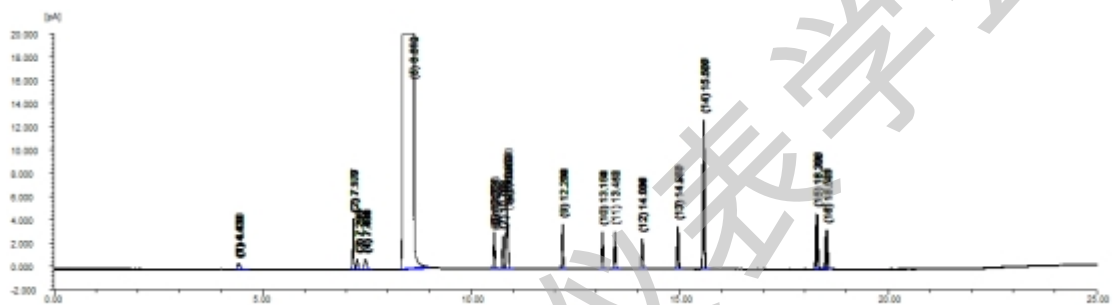
#### 4.3.1 14 种酯类和醇类标曲浓度点 1 重复性谱图及结果



序号	组分名	平均时间 [min]	时间 RS D%	平均面 积[fA*s]	面积 RSD %	平均峰 高[fA]	峰高 RSD %	平均含 量[g/L]	含量 RSD %	谱图 数
1	乙醛	4.451	0.3 89	813.0	5.804 8	137.9	12.34 27	0.0050	5.924 1	6
2	乙酸乙酯	7.206	0.0 24	5612.5	0.261 1	1942.3	0.873 1	0.0347	0.235 6	6
3	乙缩醛	7.322	0.0 24	2639.4	0.203 8	791.7	1.865 7	0.0163	0.319 0	6
4	甲醇	7.509	0.0 21	1991.4	0.774 6	411.2	3.254 3	0.0123	0.742 7	6
5	乙醇	8.648	0.0 24	1611615 7.8	0.258 6	192650 8.4	0.102 9	0	0	6
6	仲丁醇	10.57 9	0.0 38	3609.3	0.338 5	1311.9	2.423 1	0.0223	0.226 7	6
7	丁酸乙酯	10.78 7	0.0 32	3055.0	0.291 1	1265.7	0.398 6	0.0189	0.205 0	6
8	正丙醇	10.90 8	0.0 43	7104.3	0.391 0	2226.1	3.977 4	0.0439	0.228 1	6
9	异丁醇	12.22 5	0.0 45	3921.2	0.308 0	1684.8	0.568 9	0.0242	0.161 0	6
10	戊酸乙酯	13.18 5	0.0 49	3270.7	0.293 9	1340.2	0.316 2	0.0202	0.202 4	6
11	正丁醇	13.47 8	0.0 52	3373.2	0.219 9	1397.0	0.349 7	0.0208	0.254 1	6
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.13 2	0.0 55	6095.3	0.413 6	2501.3	0.369 6		0	6
13	异戊醇	15.00	0.0	4006.2	0.380	1619.9	0.597	0.0248	0.187	6

		2	61		2		7		0	
14	己酸乙酯	15.62	0.0	11791.1	0.304	4814.4	0.601	0.0729	0.144	6
		3	64		4		5		9	
15	乳酸乙酯	18.34	0.0	5746.3	0.567	2102.4	0.636	0.0355	0.446	6
		2	81		2		8		3	
16	正己醇	18.57	0.0	4024.5	0.408	1453.4	0.642	0.0249	0.203	6
		3	86		8		1		0	

4.3.2 14 种酯类和醇类标曲浓度点 3 重复性谱图及结果

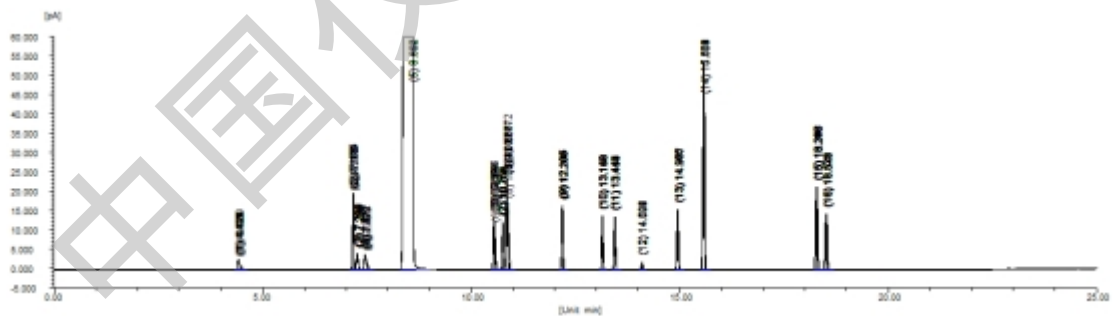


序号	组分名	平均时间[min]	时间RSD%	平均面积[fA*s]	面积RSD%	平均峰高[fA]	峰高RSD%	平均含量[g/L]	含量RSD%	谱图数
1	乙醛	4.432	0.054	2595.6	1.6117	502.5	9.4645	0.1215	1.0394	6
2	乙酸乙酯	7.18	0.034	12242.6	0.5549	4333.7	0.9761	0.4832	0.3792	6
3	乙缩醛	7.295	0.034	2820.5	1.8594	857	3.5445	0.1173	2.6775	6
4	甲醇	7.483	0.036	4192.6	0.8095	862	4.8847	0.1955	0.5239	6

5	乙醇	8.612	0.027	14603391	0.4941	1827918.4	0.3855	0	0	6
6	仲丁醇	10.555	0.031	8373.4	0.4834	3008.6	4.1352	0.2022	0.4095	6
7	丁酸乙酯	10.761	0.026	6811.5	0.6184	2850.2	0.4879	0.1923	0.2541	6
8	正丙醇	10.883	0.039	16573.1	0.4024	5113.2	6.6103	0.408	0.4879	6
9	异丁醇	12.205	0.034	8969.4	0.4809	3875.3	0.3443	0.196	0.4137	6
10	戊酸乙酯	13.155	0.039	7848.9	0.6724	3245.1	0.4732	0.2045	0.2981	6
11	正丁醇	13.453	0.041	7734.8	0.6131	3235.4	0.7056	0.2072	0.2934	6
12	乙酸正戊酯 (内)	14.102	0.045	6411.2	0.8855	2631.9	1.1192		0	6

	标 )									
13	异 戊 醇	14.974	0.05	9016.9	0.6245	3679.1	0.3681	0.1907	0.2738	6
14	己 酸 乙 酯	15.592	0.053	31280.7	0.6553	12895.6	0.5351	0.7279	0.2253	6
15	乳 酸 乙 酯	18.306	0.066	12900.8	0.4688	4814.6	0.7197	0.6005	0.5133	6
16	正 己 醇	18.537	0.071	9285.6	0.6924	3402	0.7897	0.1904	0.3314	6

4.3.3 14种酯类和醇类标曲浓度点5重复性谱图及结果



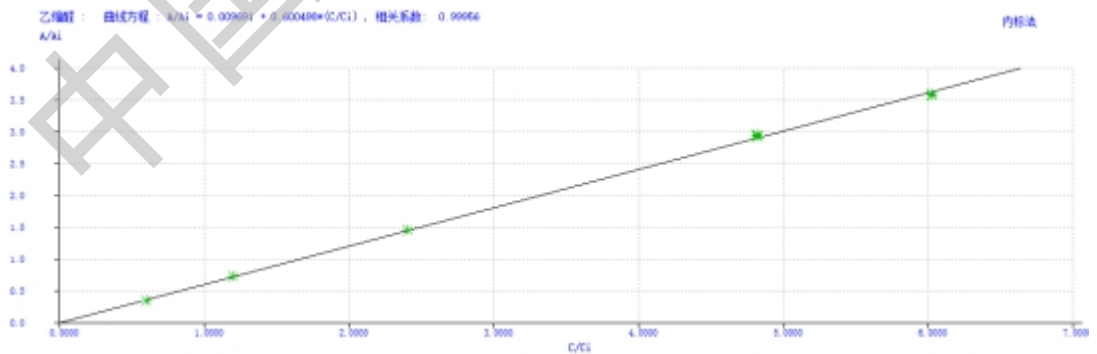
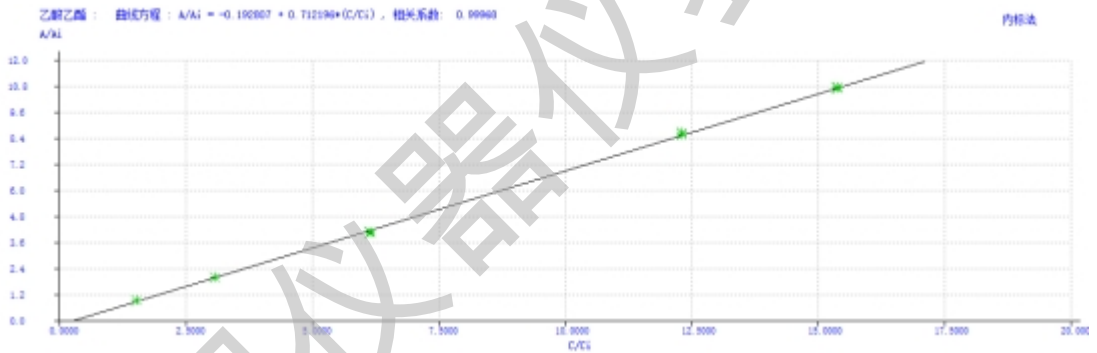
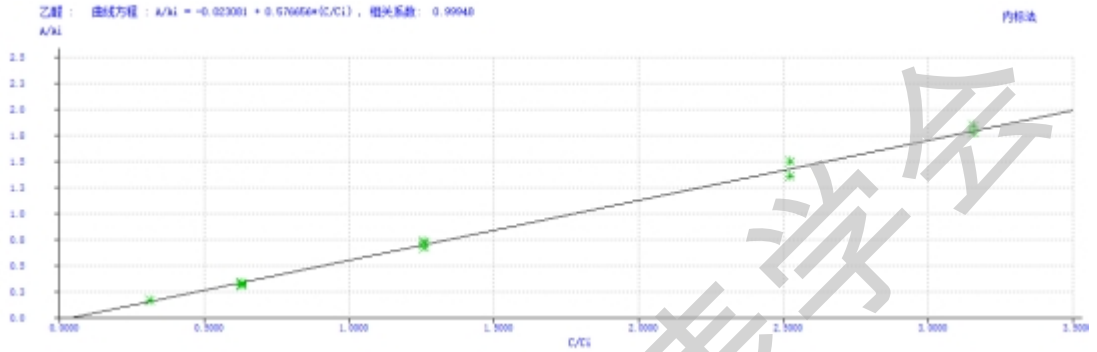
序号	组分名	平均 时间 [min]	时间 RSD %	平均面 积 [fA*s]	面积 RSD %	平均峰 高[fA]	峰高 RSD %	平均含 量[g/L]	含量 RSD %	谱图 数
13	异戊醇	14.974	0.05	9016.9	0.6245	3679.1	0.3681	0.1907	0.2738	6
14	己酸乙酯	15.592	0.053	31280.7	0.6553	12895.6	0.5351	0.7279	0.2253	6
15	乳酸乙酯	18.306	0.066	12900.8	0.4688	4814.6	0.7197	0.6005	0.5133	6
16	正己醇	18.537	0.071	9285.6	0.6924	3402	0.7897	0.1904	0.3314	6



		J								
1	乙醛	4.42 8	0.043	10141. 1	2.746 9	2268.3	19.25 87	0.5627	2.063 9	6
2	乙酸乙酯	7.17 5	0.038	53473. 6	0.372 7	19487.0	2.500 0	2.4189	0.460 5	6
3	乙缩醛	7.29 1	0.042	13767. 6	1.238 1	4322.8	4.547 2	0.7225	1.700 4	6
4	甲醇	7.47 7	0.041	16791. 6	0.426 2	3686.6	9.769 1	0.9633	0.412	6
5	乙醇	8.60 5	0.035	143203 49.1	0.578 7	180599 7.9	0.476 1	0	0	6
6	仲丁醇	10.5 5	0.072	34958. 7	0.248 9	12992.2	9.698 3	0.9923	0.707 9	6
7	丁酸乙酯	10.7 57	0.036	28832. 8	1.030 5	12357.3	1.074 8	0.9406	0.733 6	6
8	正丙醇	10.8 78	0.086	70081. 5	0.364 7	22832.2	13.79 85	2.0057	1.035 2	6
9	异丁醇	12.1 98	0.049	37778. 0	0.577 5	16631.2	0.821 7	0.9610	0.325 5	6
10	戊酸乙酯	13.1 53	0.040	33409. 2	0.676 7	14086.8	0.527 0	0.9981	0.186 8	6
11	正丁醇	13.4 49	0.044	32326. 0	0.663 7	13787.6	0.399 4	1.0137	0.375 6	6
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.0 98	0.044	5176.3	0.769 6	2118.4	0.618 4		0	6
13	异戊醇	14.9 71	0.045	37924. 1	0.699 3	15786.1	0.605 4	0.9330	0.420 6	6
14	己酸乙酯	15.5 94	0.046	130060 .4	0.737 3	53069.6	0.934 9	3.4552	0.077 4	6

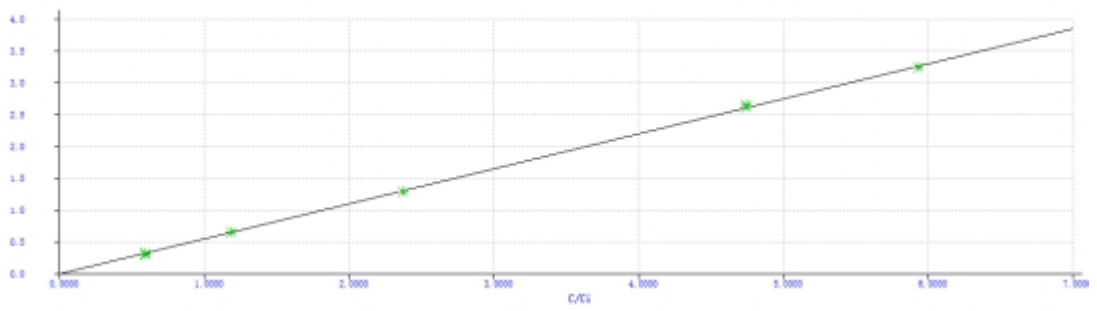
15	乳酸乙酯	18.304	0.054	56121.8	0.4112	21488.7	0.8824	2.9393	0.5067	6
16	正己醇	18.534	0.057	39094.4	0.6978	14620.7	1.0168	0.9320	0.5290	6

#### 4.4 标准曲线方程及相关系数



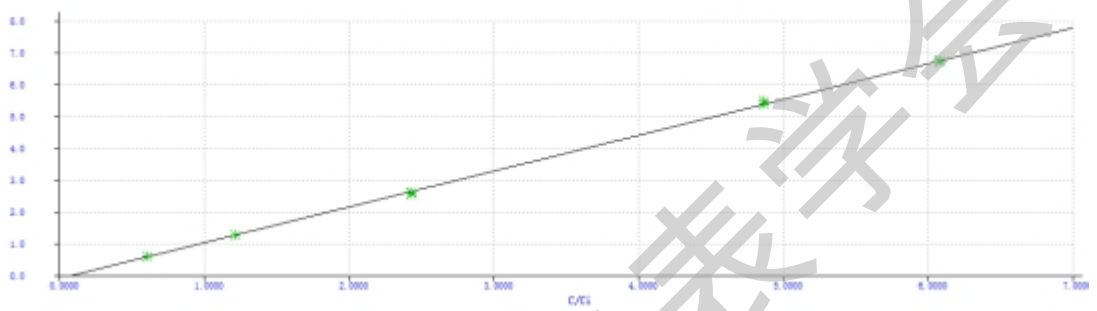
甲醇 : 曲线方程 :  $A/A_i = -0.005735 + 0.952240 \cdot (C/C_i)$  , 相关系数 : 0.99948

内标法



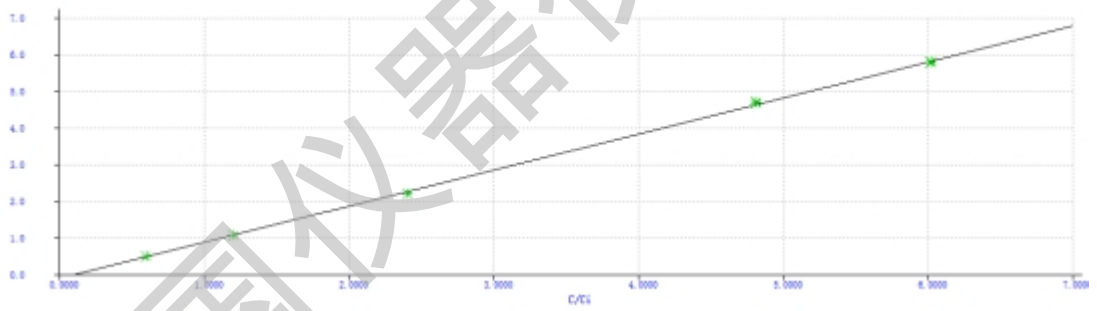
仲丁醇 : 曲线方程 :  $A/A_i = -0.000304 + 1.120704 \cdot (C/C_i)$  , 相关系数 : 0.99948

内标法



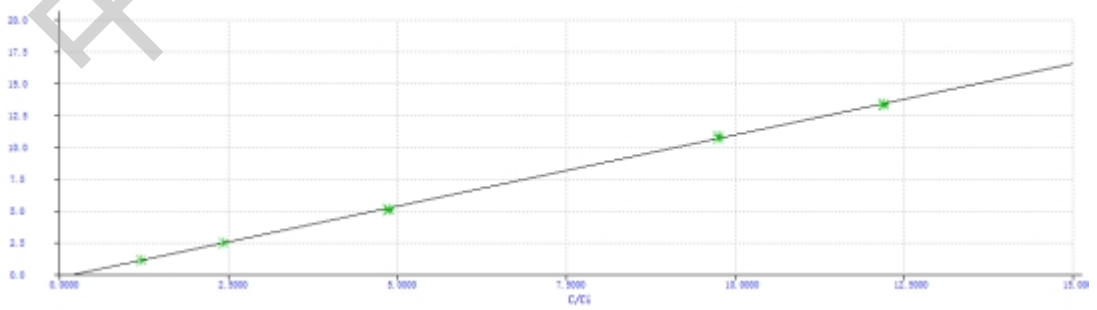
丁醇乙酯 : 曲线方程 :  $A/A_i = -0.006054 + 0.966100 \cdot (C/C_i)$  , 相关系数 : 0.99947

内标法



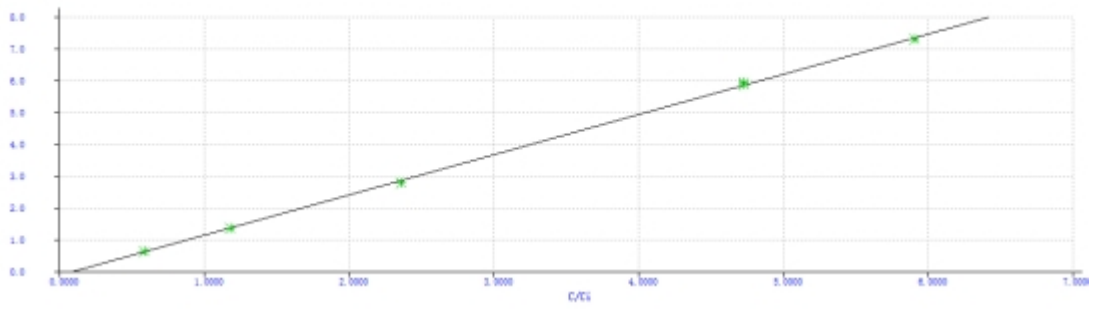
正丙醇 : 曲线方程 :  $A/A_i = -0.010700 + 1.122478 \cdot (C/C_i)$  , 相关系数 : 0.99942

内标法



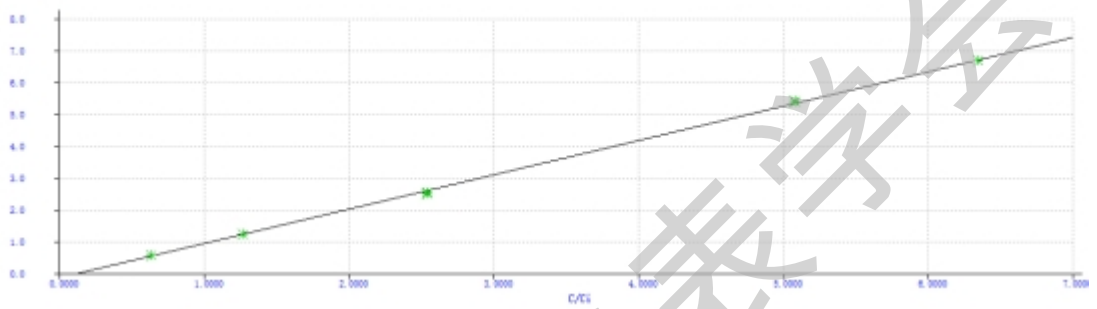
异丁醇： 曲线方程：  $A/A_i = -0.112004 + 1.262273 \times (C/C_i)$ ， 相关系数： 0.99962

内标法



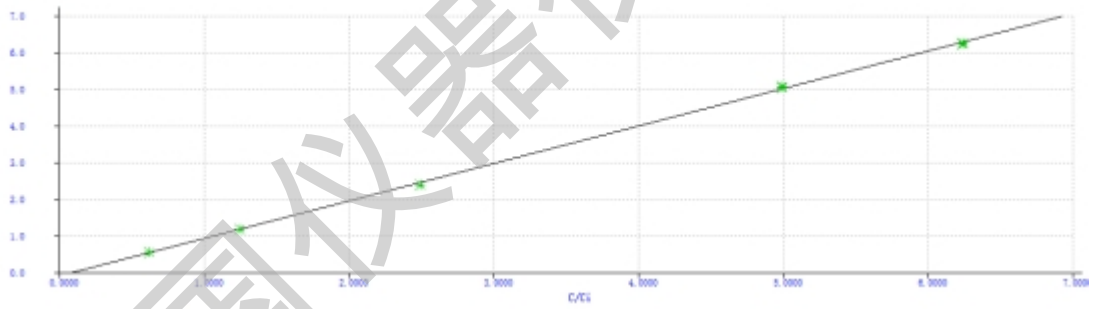
丙酮乙醚： 曲线方程：  $A/A_i = -0.122488 + 1.078814 \times (C/C_i)$ ， 相关系数： 0.99961

内标法



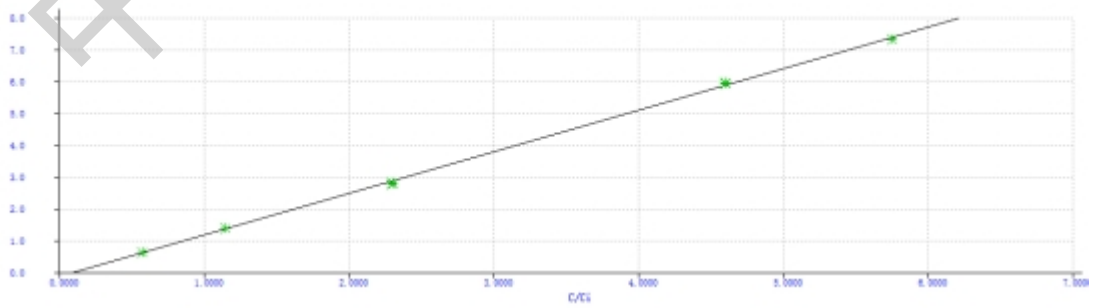
正丁醇： 曲线方程：  $A/A_i = -0.097014 + 1.022647 \times (C/C_i)$ ， 相关系数： 0.99963

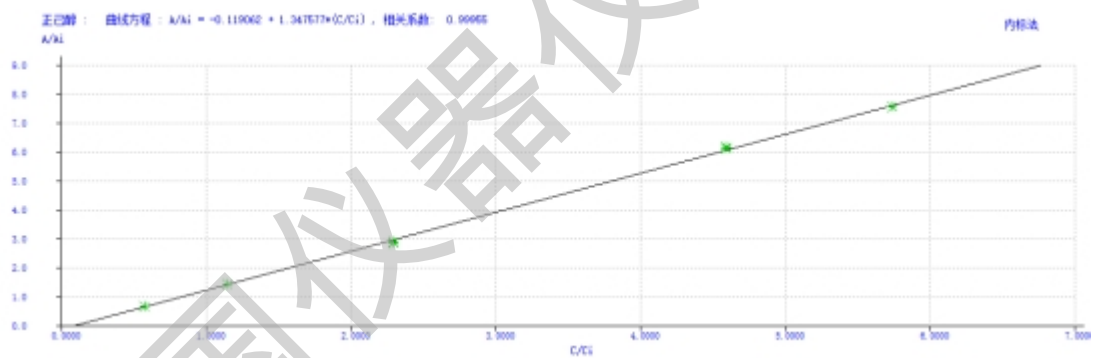
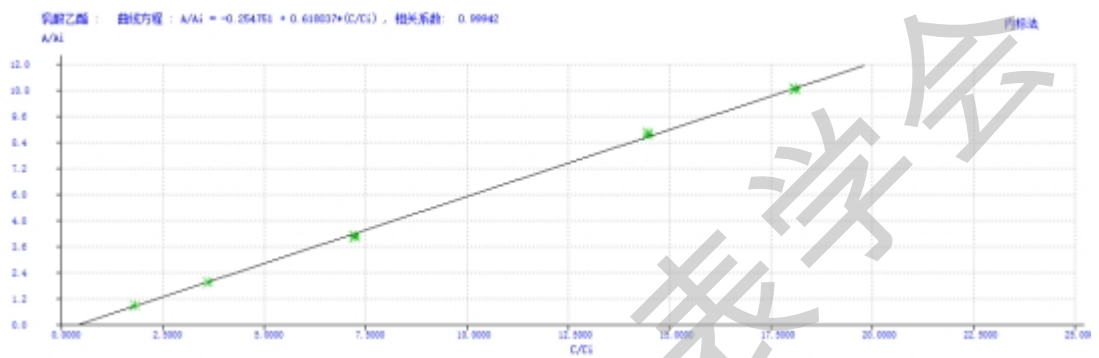
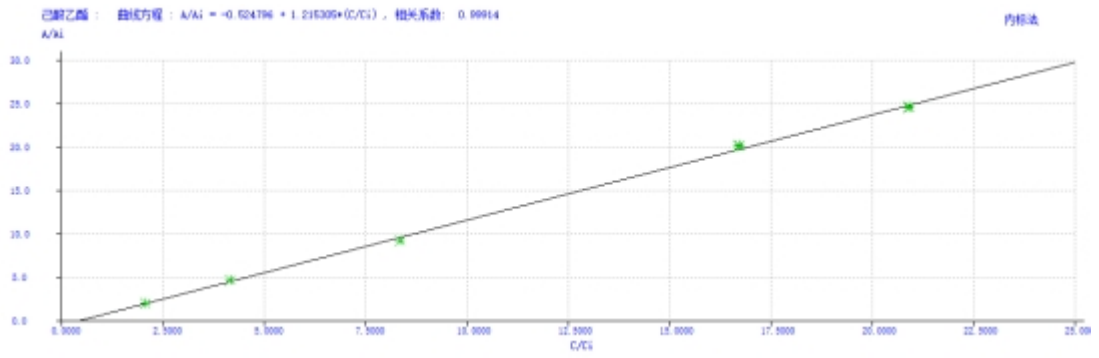
内标法



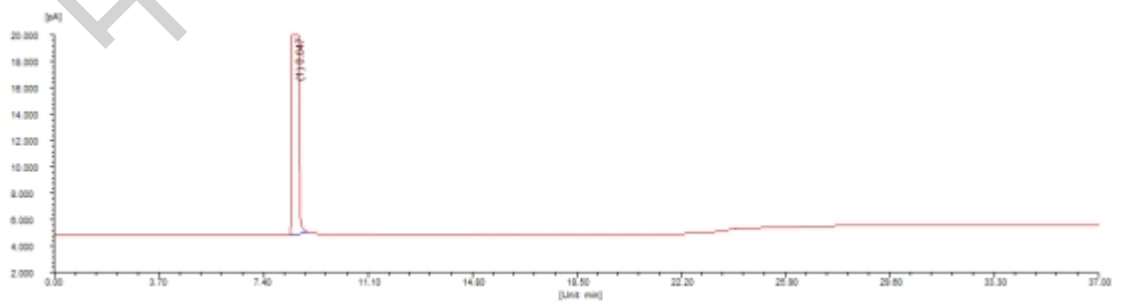
异戊醇： 曲线方程：  $A/A_i = -0.113626 + 1.306648 \times (C/C_i)$ ， 相关系数： 0.99956

内标法





#### 4.5 试剂空白谱图

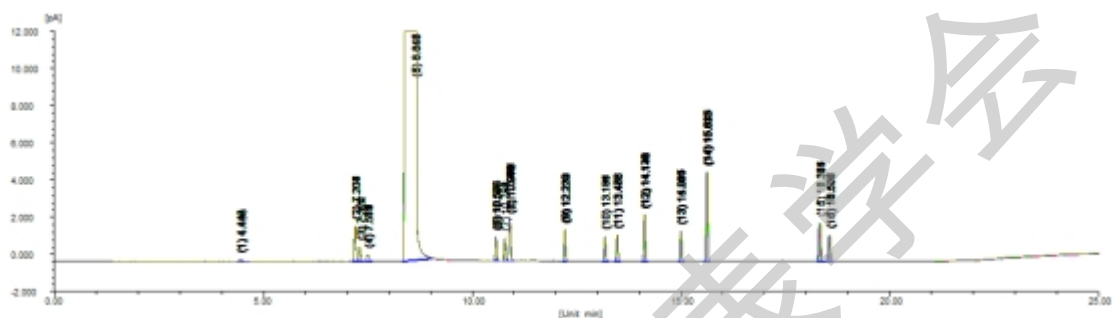


峰序	组分名	保留时间	半峰宽	峰高[fA]	峰面积	峰面积	含量
----	-----	------	-----	--------	-----	-----	----

		[min]	[min]		[fA*s]	[%]	[g/L]
1	乙醇	8.647	0.132	1836155.2	1471956 0.2	10.0000	
			总计:	1836155.2	1471956 0.2	100.0000	0.0000

## 4.6 检出限谱图及结果

### 4.6.1 14 种酯类和醇类标曲浓度点 1 七针重复性谱图



序号	组分名	平均时间 [min]	时间 RSD %	平均面积 [fA*s]	面积 RSD %	平均峰高 [fA]	峰高 RSD %	平均含量 [g/L]	含量 RSD %	谱图数
1	乙醛	4.450	0.36	808.7	5.516	136.9	11.53 88	0.0442	4.614 5	7
2	乙酸乙酯	7.206	0.022	5611.7	0.241 4	1940.5	0.834 4	0.2561	0.261 2	7
3	乙缩醛	7.322	0.022	2638.8	0.194 6	791.5	1.705 7	0.1155	0.408 6	7
4	甲醇	7.510	0.020	1988.1	0.830 5	410.4	3.024	0.0985	0.513 8	7
5	乙醇	8.648	0.022	1611225	0.244 6	192605	0.112 6	0	0 0	7
6	仲丁醇	10.58	0.037	3606.9	0.356 4	1311.2	2.217 4	0.0987	0.190 6	7
7	丁酸乙酯	10.78	0.031	3054.4	0.270	1264.9	0.402	0.0992	0.278	7

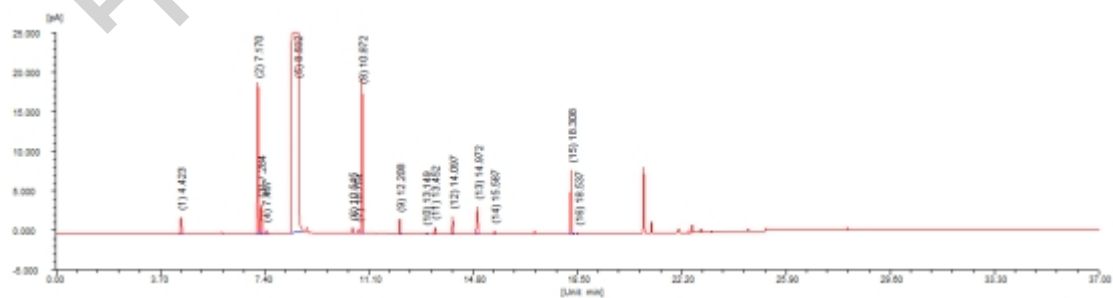
		8			7		6		5	
8	正丙醇	10.90 8	0.042	7102.3	0.364 2	2222.8	3.657 5	0.2011	0.205	7
9	异丁醇	12.22 6	0.044	3921.0	0.281 5	1685.2	0.521 5	0.098	0.298 1	7
10	戊酸乙酯	13.18 6	0.049	3270.5	0.268 5	1340	0.290 6	0.1002	0.307	7
11	正丁醇	13.47 9	0.052	3374.2	0.216 9	1396.7	0.325 2	0.1027	0.415 8	7
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.13 4	0.055	6090.7	0.426 9	2501.2	0.337 5		0	7
13	异戊醇	15.00 3	0.06	4004.6	0.362 8	1618.7	0.582 4	0.0968	0.267 5	7
14	己酸乙酯	15.62 4	0.063	11784.5	0.315 2	4807.3	0.676 6	0.3313	0.123 2	7
15	乳酸乙酯	18.34 4	0.08	5740.0	0.595 1	2100.6	0.625 3	0.3171	0.207 6	7
16	正己醇	18.57 6	0.086	4021.4	0.425 6	1452.0	0.640 8	0.0947	0.126 4	7

4.6.2 14 种酯类和醇类检出限结果

序号	组分名	1[g/L]	2[g/L]	3[g/L]	4[g/L]	5[g/L]	6[g/L]	7[g/L]	检出限 [g/L]
1	乙醛	0.04 87	0.043 2	0.0437	0.043 8	0.0427	0.04 32	0.0446	0.0064
2	乙酸乙酯	0.25 59	0.256 9	0.2563	0.256 0	0.2549	0.25 69	0.2558	0.0022
3	乙缩醛	0.11 55	0.115 8	0.1159	0.114 9	0.1147	0.11 58	0.1156	0.0015
4	甲醇	0.09	0.097	0.0981	0.098	0.0983	0.09	0.0988	0.0016

		92	9		8		79		
5	仲丁醇	0.09 86	0.098 7	0.0989	0.098 3	0.0987	0.09 87	0.0989	0.0006
6	丁酸乙酯	0.09 89	0.099 5	0.0994	0.099 2	0.0988	0.09 95	0.0991	0.0009
7	正丙醇	0.20 10	0.201 6	0.2013	0.200 8	0.2009	0.20 16	0.2005	0.0013
8	异丁醇	0.09 78	0.098 4	0.0982	0.097 9	0.0978	0.09 84	0.0978	0.0009
9	戊酸乙酯	0.10 01	0.100 6	0.1005	0.099 9	0.1000	0.10 06	0.1000	0.0010
10	正丁醇	0.10 24	0.103 3	0.1027	0.102 2	0.1025	0.10 33	0.1028	0.0013
11	异戊醇	0.09 65	0.097 0	0.0972	0.096 7	0.0967	0.09 70	0.0967	0.0008
12	己酸乙酯	0.33 07	0.331 6	0.3315	0.330 9	0.3311	0.33 16	0.3318	0.0013
13	乳酸乙酯	0.31 80	0.316 6	0.3179	0.317 5	0.3167	0.31 66	0.3165	0.0021
14	正己醇	0.09 44	0.094 7	0.0948	0.094 7	0.0947	0.09 47	0.0947	0.0004

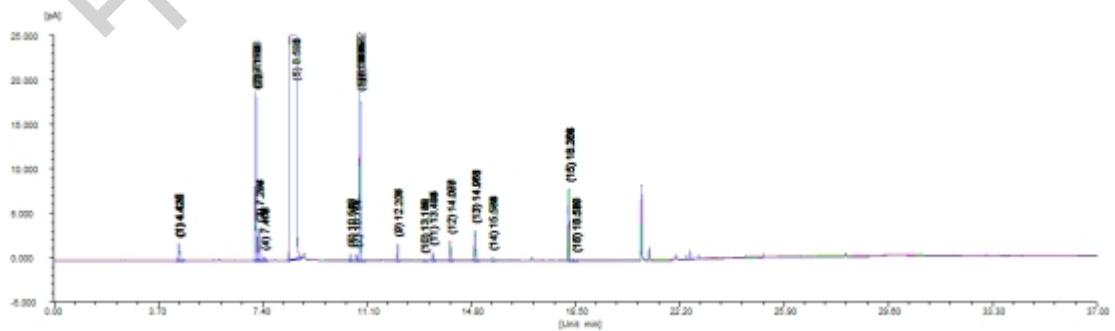
#### 4.7 酱香型白酒样品谱图及 6 针重复性分析结果



峰	组分名	保留时间	半峰宽	峰高	峰面积	峰面积	含量[g/L]
---	-----	------	-----	----	-----	-----	---------



序		[min]	[min]	[fA]	[fA*s]	[%]	
1	乙醛	4.423	0.050	2123.2	6739.3	0.0516	0.3522
2	乙酸乙酯	7.170	0.040	19229.9	49812.4	0.3812	2.1132
3	乙缩醛	7.284	0.046	3722.8	11018.4	0.0843	0.5401
4	甲醇	7.467	0.068	530.2	2294.2	0.0176	0.1246
5	乙醇	8.592	0.124	1698542	12892953	98.6547	0.0000
				.0	.2		
6	仲丁醇	10.545	0.041	810.2	2133.5	0.0163	0.0687
7	丁酸乙酯	10.754	0.037	702.7	1660.8	0.0127	0.0658
8	正丙醇	10.872	0.044	19541.1	55916.1	0.4279	1.5045
9	异丁醇	12.208	0.035	1916.6	4399.8	0.0337	0.1176
10	戊酸乙酯	13.149	0.038	135.9	346.3	0.0026	0.0282
11	正丁醇	13.452	0.037	935.0	2252.4	0.0172	0.0792
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.097	0.038	2275.1	5534.2	0.0423	
13	异戊醇	14.972	0.045	3470.6	10555.8	0.0808	0.2535
14	己酸乙酯	15.587	0.039	426.9	1059.5	0.0081	0.0965
15	乳酸乙酯	18.308	0.040	8127.8	21527.4	0.1647	1.0978
16	正己醇	18.537	0.044	188.2	563.8	0.0043	0.0268
			总计:	1762678	13068766	100.000	6.4688
				.1	.5	0	

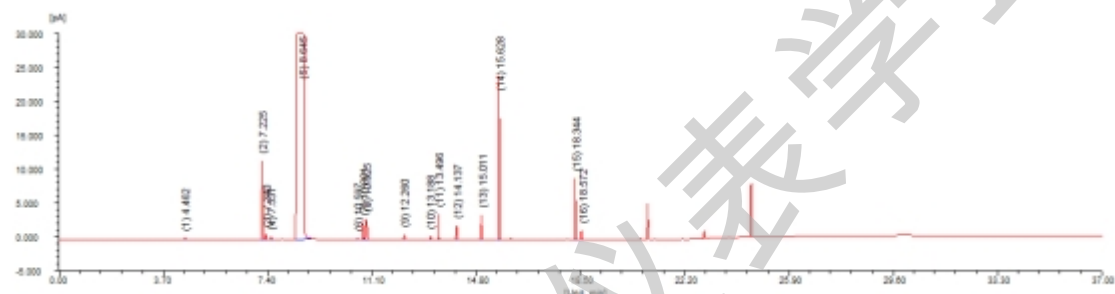


序	组分名	平	时间	平均面	面积	平均峰	峰高	平均含	含量	谱
---	-----	---	----	-----	----	-----	----	-----	----	---

号		均 时 间 [mi n]	RSD %	积[fA*s]	RSD %	高[fA]	RSD %	量 [g/L]	RSD %	图 数
1	乙醛	4.42 3	0.068	6784.7	1.085 2	1986.2	5.379 1	0.3524	0.935 1	6
2	乙酸乙酯	7.16 7	0.062	50193.4	0.582 9	18837.3	1.458	2.1161	0.249 5	6
3	乙缩醛	7.28 3	0.059	11057.6	0.680 4	3640.6	2.015 6	0.5387	0.183 0	6
4	甲醇	7.46 5	0.050	2284.4	1.028 7	506.9	4.251 9	0.1233	0.764 6	6
5	乙醇	8.58 8	0.055	1296813 4	0.558 4	1705210 .6	0.353 3	0	0 0	6
6	仲丁醇	10.5 42	0.041	2135.9	0.819 2	798.0	1.746 9	0.0684	0.348 9	6
7	丁酸乙酯	10.7 5	0.048	1662.5	0.856	699.6	0.660 3	0.0655	0.368 5	6
8	正丙醇	10.8 7	0.040	56143.8	0.541 0	19057.5	3.429 6	1.5014	0.273 3	6
9	异丁醇	12.2 03	0.047	4422.8	0.675 1	1912.4	0.515 8	0.1175	0.234 1	6
10	戊酸乙酯	13.1 42	0.050	327.8	3.379 4	132.4	1.655	0.0277	1.150 6	6
11	正丁醇	13.4 47	0.049	2258.7	0.620 4	940.2	0.514	0.0790	0.564 3	6
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.0 90	0.052	5568.7	0.756 0	2285.5	0.501 7		0	6

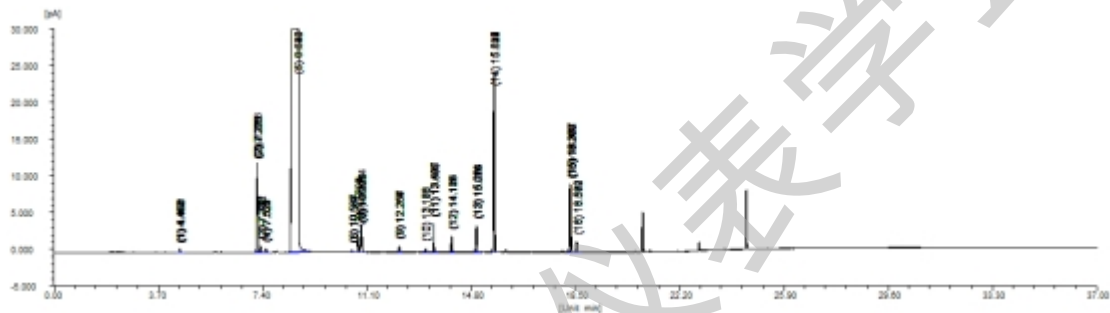
13	异戊醇	14.9 65	0.052	10598.3	0.717 7	3479.9	0.788 5	0.2530	0.243 5	6
14	己酸乙酯	15.5 80	0.052	1030.3	1.560 2	415.8	1.435 6	0.0956	0.455 5	6
15	乳酸乙酯	18.2 98	0.062	21607.9	0.574 1	8121.3	0.685 6	1.0952	0.230 5	6
16	正己醇	18.5 28	0.063	538.4	2.640 4	184.4	1.117	0.0262	1.412 0	6

#### 4.8 浓香型白酒样品谱图及 6 针重复性分析结果



峰序	组分名	保留时间 [min]	半峰宽 [min]	峰高 [fA]	峰面积 [fA*s]	峰面积 [%]	含量[g/L]
1	乙醛	4.462	0.077	393.7	1862.6	0.0138	0.1048
2	乙酸乙酯	7.225	0.043	11774.2	32548.8	0.2415	1.4345
3	乙缩醛	7.340	0.050	878.7	2810.0	0.0208	0.1397
4	甲醇	7.531	0.086	496.0	2612.8	0.0194	0.1456
5	乙醇	8.645	0.126	1731105	13304012	98.7032	0.0000
6	仲丁醇	10.597	0.047	334.3	997.5	0.0074	0.0397
7	丁酸乙酯	10.801	0.037	2652.8	6400.3	0.0475	0.2134
8	正丙醇	10.925	0.057	3120.4	11336.7	0.0841	0.3382
9	异丁醇	12.260	0.037	891.1	2110.9	0.0157	0.0654
10	戊酸乙酯	13.188	0.039	612.5	1513.9	0.0112	0.0614
11	正丁醇	13.496	0.037	3852.9	9284.8	0.0689	0.2902

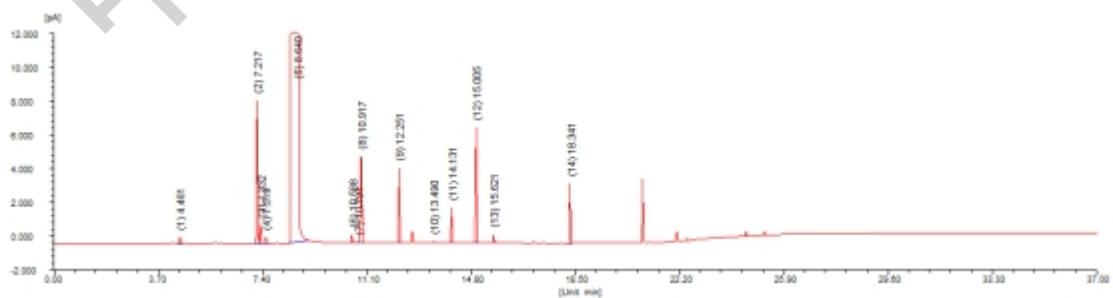
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.137	0.038	2196.0	5381.8	0.0399	
13	异戊醇	15.011	0.041	3674.6	10258.2	0.0761	0.2534
14	己酸乙酯	15.628	0.038	24295.7	59145.3	0.4388	1.5510
15	乳酸乙酯	18.344	0.041	9227.2	24373.3	0.1808	1.2670
16	正己醇	18.572	0.043	1496.7	4156.8	0.0308	0.1083
			总计:	1797002 .7	13478806 .5	100.000 0	6.0126



序号	组分名	平均 时间 [min]	时间 RSD %	平均面 积 [fA*s]	面积 RSD %	平均峰 高[fA]	峰高 RSD %	平均含 量[g/L]	含量 RSD %	谱图 数
1	乙醛	4.463	0.055	1889.8	1.564 9	443.2	20.24 49	0.1058	1.284 6	6
2	乙酸乙酯	7.221	0.036	32697. 7	0.572 1	11942.6	1.494 1	1.4346	0.206 3	6
3	乙缩醛	7.336	0.042	2791.9	0.532 7	888.2	2.161 5	0.1382	0.742 6	6
4	甲醇	7.526	0.045	2634.7	0.982 1	518.8	7.279 4	0.1462	0.568 7	6
5	乙醇	8.640	0.034	133368 50.3	0.621	173253 9.1	0.301 5	0	0	6
6	仲丁醇	10.593	0.044	1010.8	1.181	347.2	5.426	0.0399	0.577	6

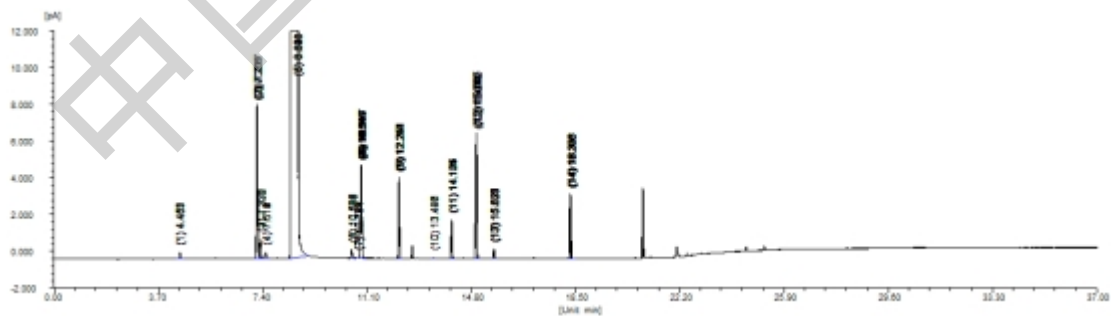
					4		8			
7	丁酸乙酯	10.798	0.032	6446.2	0.721	2690.1	0.883	0.2139	0.223	6
					3		7		4	
8	正丙醇	10.921	0.047	11417.8	0.710	3285.2	9.567	0.3391	0.293	6
					9		2		2	
9	异丁醇	12.258	0.036	2123.9	0.743	900.4	1.366	0.0655	0.301	6
					3		1		3	
10	戊酸乙酯	13.187	0.038	1534.4	1.224	622.9	1.282	0.0618	0.527	6
					2		6		3	
11	正丁醇	13.496	0.039	9345.0	0.714	3909.6	1.017	0.2908	0.290	6
					6		5		5	
12	乙酸正戊酯 (内标)	14.137	0.043	5405.7	0.723	2213.2	0.797		0	6
13	异戊醇	15.013	0.047	10333.	0.726	3682.1	0.865	0.2541	0.309	6
				1	9		2		3	
14	己酸乙酯	15.630	0.048	59504.	0.730	24565.5	0.641	1.5534	0.257	6
				4	7		8		0	
15	乳酸乙酯	18.350	0.060	24569.	0.829	9235.4	0.983	1.2713	0.570	6
				6	1		9		6	
16	正己醇	18.579	0.063	4165.8	0.760	1508.7	0.838	0.1081	0.534	6
					3		8		3	

#### 4.9 清香型白酒样品谱图及 6 针重复性分析结果



峰	组分名	保留时间	半峰宽	峰高	峰面积	峰面积	含量[g/L]
---	-----	------	-----	----	-----	-----	---------

序		[min]	[min]	[fA]	[fA*s]	[%]	
1	乙醛	4.461	0.095	387.4	2129.7	0.0152	0.1215
2	乙酸乙酯	7.217	0.043	8491.0	23606.0	0.1687	1.0762
3	乙缩醛	7.332	0.049	1118.7	3566.4	0.0255	0.1823
4	甲醇	7.519	0.085	363.7	1883.7	0.0135	0.1079
5	乙醇	8.640	0.129	1767282	13890364	99.2910	0.0000
				.7	.4		
6	仲丁醇	10.588	0.046	504.4	1471.9	0.0105	0.0534
7	丁酸乙酯	10.794	0.036	69.6	157.4	0.0011	0.0209
8	正丙醇	10.917	0.055	5131.5	18075.0	0.1292	0.5324
9	异丁醇	12.251	0.036	4437.3	10365.6	0.0741	0.2702
10	正丁醇	13.490	0.037	104.4	249.2	0.0018	0.0216
11	乙酸正戊酯 (内标)	14.131	0.038	2144.0	5258.0	0.0376	
12	异戊醇	15.005	0.048	6865.3	21391.5	0.1529	0.5245
13	己酸乙酯	15.621	0.039	549.3	1359.2	0.0097	0.1055
14	乳酸乙酯	18.341	0.041	3592.2	9673.4	0.0691	0.5548
			总计:	1801041	13989551	100.000	3.5712
				.5	.7	0	



序号	组分名	平均 时间 [min]	时间 RSD %	平均面 积 [fA*s]	面积 RSD %	平均峰 高[fA]	峰高 RSD %	平均含 量[g/L]	含量 RSD %	谱图 数
1	乙醛	4.461	0.095	387.4	2129.7	387.4	2129.7	0.0152	0.1215	1
2	乙酸乙酯	7.217	0.043	8491.0	23606.0	8491.0	23606.0	0.1687	1.0762	2
3	乙缩醛	7.332	0.049	1118.7	3566.4	1118.7	3566.4	0.0255	0.1823	3
4	甲醇	7.519	0.085	363.7	1883.7	363.7	1883.7	0.0135	0.1079	4
5	乙醇	8.640	0.129	1767282	13890364	1767282	13890364	99.2910	0.0000	5
6	仲丁醇	10.588	0.046	504.4	1471.9	504.4	1471.9	0.0105	0.0534	6
7	丁酸乙酯	10.794	0.036	69.6	157.4	69.6	157.4	0.0011	0.0209	7
8	正丙醇	10.917	0.055	5131.5	18075.0	5131.5	18075.0	0.1292	0.5324	8
9	异丁醇	12.251	0.036	4437.3	10365.6	4437.3	10365.6	0.0741	0.2702	9
10	正丁醇	13.490	0.037	104.4	249.2	104.4	249.2	0.0018	0.0216	10
11	乙酸正戊酯 (内标)	14.131	0.038	2144.0	5258.0	2144.0	5258.0	0.0376		11
12	异戊醇	15.005	0.048	6865.3	21391.5	6865.3	21391.5	0.1529	0.5245	12
13	己酸乙酯	15.621	0.039	549.3	1359.2	549.3	1359.2	0.0097	0.1055	13
14	乳酸乙酯	18.341	0.041	3592.2	9673.4	3592.2	9673.4	0.0691	0.5548	14
			总计:	1801041	13989551	1801041	13989551	100.000	3.5712	
				.5	.7	.5	.7	0		

		J								
1	乙醛	4.45 5	0.099	2120.6	0.739 5	385.7	1.09 85	0.1225	0.768 9	6
2	乙酸乙酯	7.21 2	0.057	23356. 3	0.908	8375.4	1.13 18	1.0785	0.236 3	6
3	乙缩醛	7.32 7	0.056	3546.5	0.621 4	1106.8	0.90 96	0.1836	0.665 4	6
4	甲醇	7.51 4	0.055	1884.4	0.344 0	361.7	0.81 77	0.1093	1.064 7	6
5	乙醇	8.63 6	0.045	137586 04	0.823 6	176244 1	0.50 39	0	0	6
6	仲丁醇	10.5 86	0.026	1455.7	0.940 9	497.1	1.16 44	0.0535	0.118 7	6
7	丁酸乙酯	10.7 92	0.027	160.9	2.778 5	69.3	1.60 75	0.0211	0.801 5	6
8	正丙醇	10.9 15	0.024	17870. 7	0.946 1	5051.9	1.38 85	0.5331	0.195 6	6
9	异丁醇	12.2 5	0.029	10249. 1	0.947 8	4385.9	0.92 74	0.2706	0.153 9	6
10	正丁醇	13.4 91	0.032	251.8	2.456 2	104.3	1.54 27	0.0218	1.021 9	6
11	乙酸正戊酯 (内标)	14.1 32	0.037	5191.1	1.066 1	2122.6	0.89 91		0	6
12	异戊醇	15.0 07	0.043	21162.2	0.931 2	6810.4	1.07 24	0.5255	0.224 9	6
13	己酸乙酯	15.6 23	0.044	1346.1	0.855 2	541.2	1.28 26	0.1056	0.091 6	6
14	乳酸乙酯	18.3 46	0.061	9573.8	0.974 3	3534.8	1.53 58	0.5560	0.335 7	6

## 5 方法验证结果

序号	组分名	保留时间 [min]	时间 RSD%	面积 RSD%	相关系数 R <sup>2</sup>	检出限 [g/L]
1	乙醛	4.432	0.054	1.6	0.999	0.0064
2	乙酸乙酯	7.180	0.034	0.55	0.999	0.0022
3	乙缩醛	7.295	0.034	1.9	0.999	0.0015
4	甲醇	7.483	0.036	0.81	0.999	0.0016
5	仲丁醇	10.555	0.031	0.48	0.999	0.0006
6	丁酸乙酯	10.761	0.026	0.62	0.999	0.0009
7	正丙醇	10.883	0.039	0.40	0.999	0.0013
8	异丁醇	12.205	0.034	0.48	0.999	0.0009
9	戊酸乙酯	13.155	0.039	0.67	0.999	0.0010
10	正丁醇	13.453	0.041	0.61	0.999	0.0013
11	异戊醇	14.974	0.05	0.62	0.999	0.0008
12	己酸乙酯	15.592	0.053	0.66	0.999	0.0013
13	乳酸乙酯	18.306	0.066	0.47	0.999	0.0021
14	正己醇	18.537	0.071	0.69	0.999	0.0004

从以上实验验证结果可以得出，该方法能够对不同白酒样品中 14 种酯类和醇类组分进行准确定量分析。