

气相色谱在酒品风味研究中的作用

滋味和气味是评价酒类产品质量的重要指标，对酒中挥发性风味物质收集并加以测定以确定其成分及含量，并探究造成其与白酒间产生风味差异的原因。

酒精饮料的质量和风味与饮料中的复杂混合成分直接相关。一些成分具有芬芳的香气与愉悦的口感，而其他一些元素则可能带来不受欢迎的风味或口感特征。全球的蒸馏酒生产商和调制者对这些因素具有专业见解，因此能够将其感官技能与气相色谱和 GC/MS 等现代分析工具相结合。酿酒厂在扩大贸易、出口与打击仿冒保护自身品牌时，控制酒中风味物质的质量并满足法规要求是必不可少的环节。

蒸馏酒是以乙醇-水为基质同时含有数百种风味化合物的复杂混合物，其中包括醇、醛、有机酸和酯类物质。这些微量成分的比例对决定白酒的风味和品质至关重要。对生产企业来说，对原料中的风味化合物以及后续糖化、发酵和蒸馏过程中的风味化合物的监控和检测也极为重要。中国白酒以其浓郁的风味以及悠长的回味而闻名于世。根据香型，中国白酒可以分为酱香型，浓香型，清香型，米香型等。

长期以来，人们对白酒的研究主要集中在微生物的进化和发酵过程中风味物质的形成等方面，并且分析了主要芳香化合物（如酯、酸、醇和醛类物质）对典型白酒类型的影响。乙酸乙酯、乳酸乙酯和己酸乙酯的浓度和比例对白酒的风味起决定性作用。为保障饮酒者的健康，白酒生产过程中应严格控制甲醇、异丁醇和异戊醇的浓度。在本应用简报中，将一些实际样品进样至 Agilent 8860 气相色谱系统，并对特定香型的白酒进行了分析。同时，对白酒中最常见的 10 种化合物进行了定量分析。

实验部分

采用配备 FID 的 8860 GC 执行分析。采用配备 5 μ L 进样针的 Agilent 7693A 自动液体进样器完成样品引入。表 1 列出了使用的仪器和条件。

样品前处理

用微量进样针加入规定量的各种标准化合物，制备混合标准品储备液。在 60:40 的乙醇:水溶液 (v/v) 中制备 10 种化合物的储备液，每种化合物的浓度均为 1000 μ g/mL。

每个校准浓度准备 6 个样品瓶，通过向乙醇水溶液中标加不同量的储备液获得所需浓度。配制得到的校准标准溶液的浓度分别为 10、30、50、100、500 和 1000 μ g/mL。向每个校准浓度中加入内标 (IS)，对应的 IS 浓度为 440 μ g/mL。

参数	值
气相色谱系统	8860 GC/FID
进样口	分流/不分流, 250 °C, 分流比 30:1 衬管: 超高惰性衬管 (部件号 5190-2295)
色谱柱	J&W DB-FATWAX 超高惰性柱, 30 m × 0.25 mm, 0.25 μm (部件号 G3903-63008)
载气	氦气, 1 mL/min, 恒流
柱温箱	40 °C (4 分钟), 然后以 5 °C/min 升至 100 °C, 然后以 10 °C/min 升至 200 °C (10 分钟)
FID	250 °C, 氢气: 30 mL/min, 空气: 300 mL/min, 尾吹气 (N ₂): 25 mL/min
进样量	0.5 μL

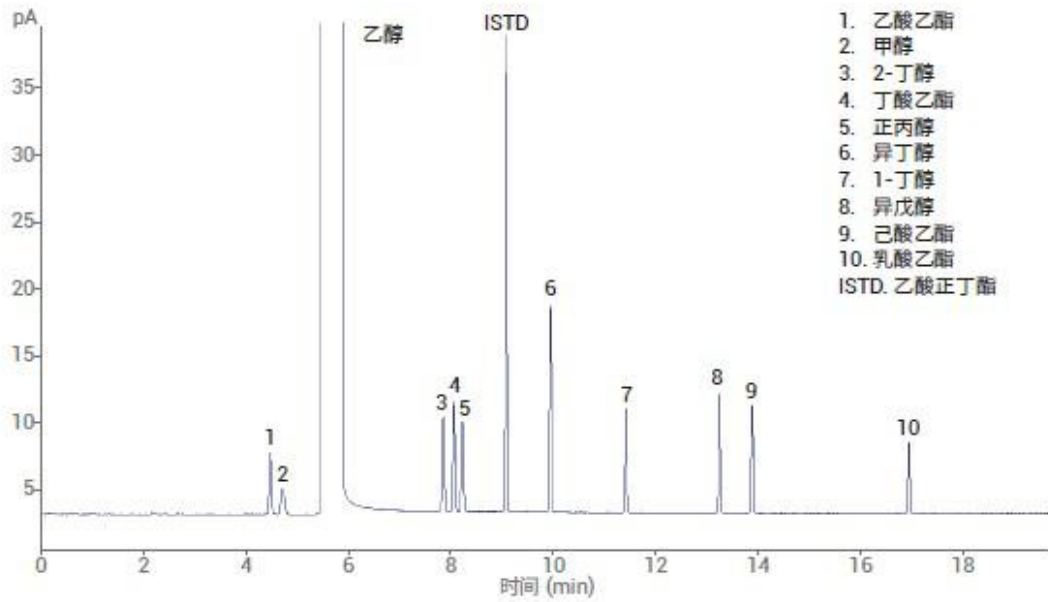


图 1. 使用 J&W DB-FATWAX 超高惰性柱获得的 10 种目标化合物 (100 µg/mL) 的 GC/FID 色谱图

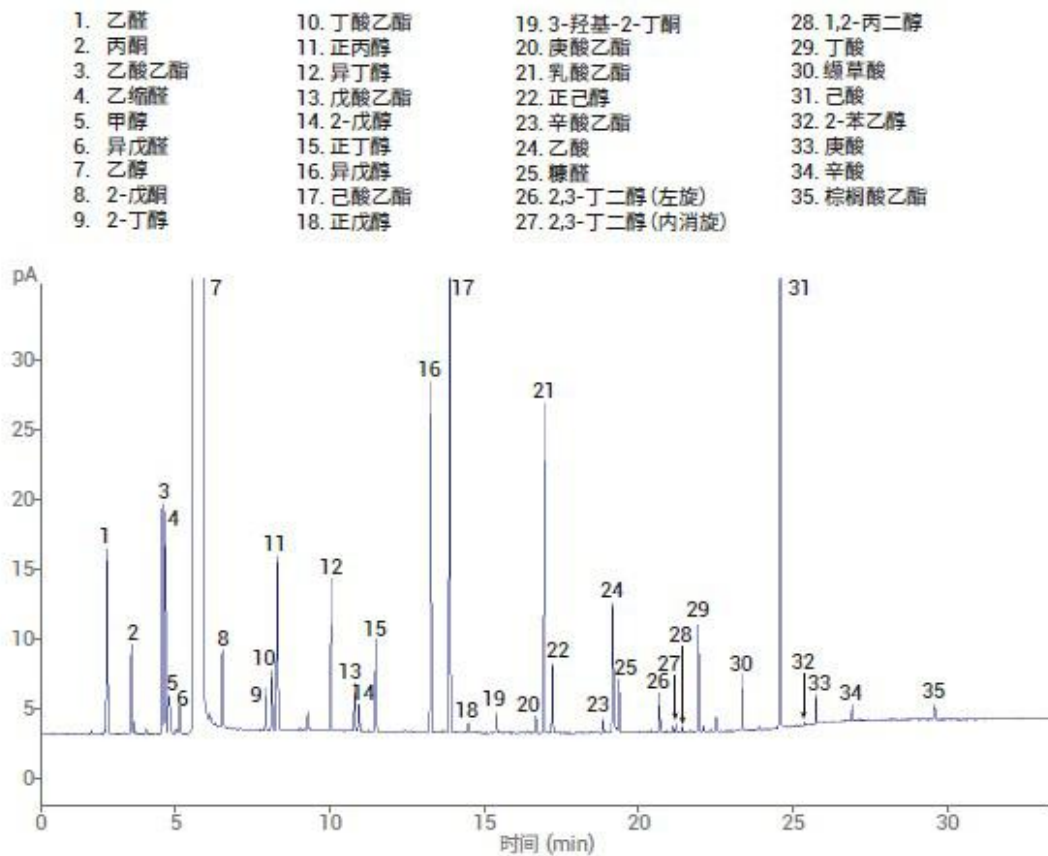


图 2. 酱香型中国白酒样品的 GC/FID 色谱图

- | | | | |
|---------|----------------|------------------|-------------------|
| 1. 乙醛 | 10. 丁酸乙酯 | 19. 正戊醇 | 28. 2,3-丁二醇 (内消旋) |
| 2. 丙酮 | 11. 正丙醇 | 20. 3-羟基-2-丁酮 | 29. 1,2-丙二醇 |
| 3. 乙酸乙酯 | 12. 乙酸正丁酯 (IS) | 21. 庚酸乙酯 | 30. 丁酸 |
| 4. 乙缩醛 | 13. 异丁醇 | 22. 乳酸乙酯 | 31. 缬草酸 |
| 5. 甲醇 | 14. 戊酸乙酯 | 23. 正己醇 | 32. 己酸 |
| 6. 异戊醛 | 15. 2-戊醇 | 24. 辛酸乙酯 | 33. 2-苯乙醇 |
| 7. 乙醇 | 16. 正丁醇 | 25. 乙酸 | 34. 庚酸 |
| 8. 2-戊酮 | 17. 异戊醇 | 26. 糠醛 | 35. 辛酸 |
| 9. 2-丁醇 | 18. 己酸乙酯 | 27. 2,3-丁二醇 (左旋) | 36. 棕榈酸乙酯 |

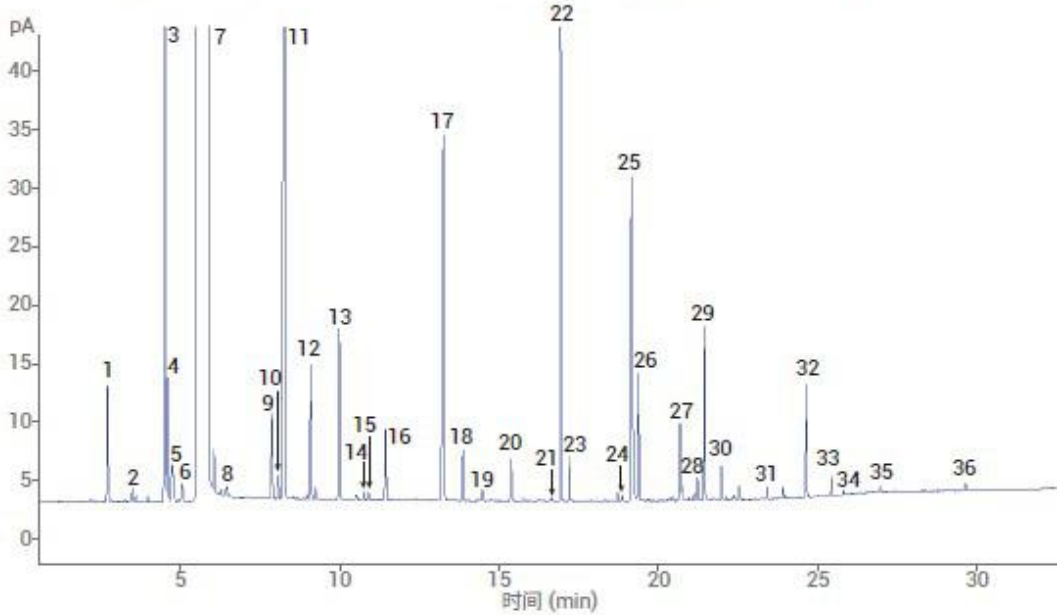


图 3. 浓香型中国白酒样品的 GC/FID 色谱图

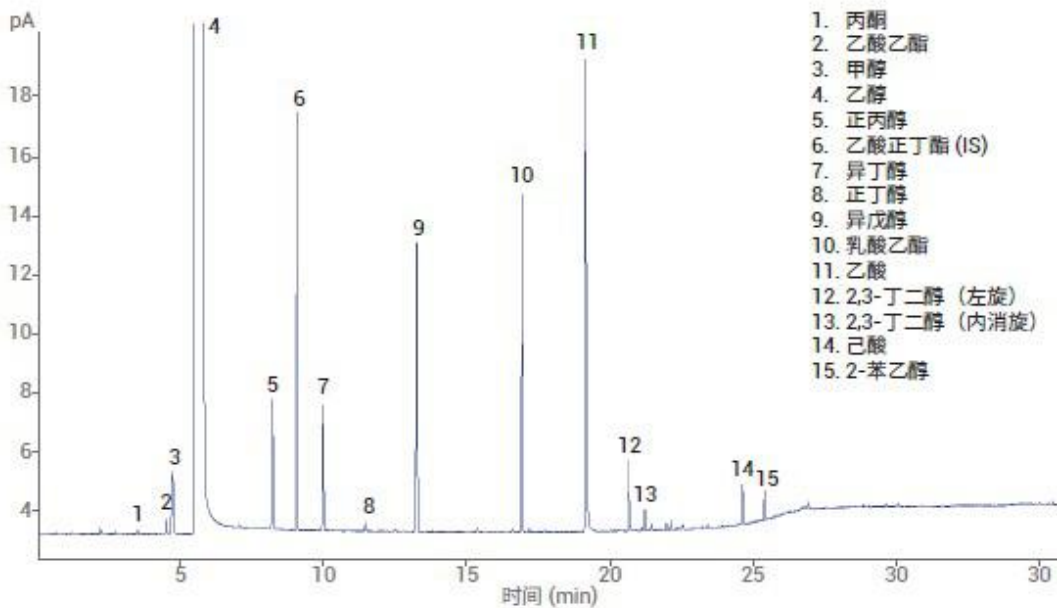


图 4. 清香型中国白酒样品的 GC/FID 色谱图

结果与讨论

为了开发一种监测白酒中风味物质的可靠方法，采用配备自动进样器和 FID 的 8860GC 进行分析。图 1 显示了 100 µg/mL 浓度下系统获得的 10 种标准化合物和 1 种内标的典型色谱图。

图 2、图 3 和图 4 是不同香型的中国白酒样品中主要成分分析的示例色谱图。系统对醇、醛、有机酸和酯类物质均实现了优异的分离度和峰形。如图 2 所示，乙酸乙酯、乙缩醛和甲醇基本实现了基线分离。甲醇具有强极性，容易拖尾，但在此方法中，其峰形尖锐且对称。

结论

在本应用简报中，配备自动进样器和 FID 的 8860 GC 为白酒中的醇、醛、有机酸和酯类物质分析提供了一种可靠且经济的解决方案。EPC 控制和 J&W DB-FATWAXUI 色谱柱可实现出色的峰形、分离度，以及优异的重现性。

参考文献

1. Y. Kenneth L.; Zhou, Y. 使用 AgilentJ&W DB-WAX 超高惰性毛细管气相色谱柱对蒸馏酒进行分析，安捷伦科技公司应用简报，出版号 5991-6638CHCN，2016
2. Cai, X. Y.; Yin, J. J.; Hu, G. D. Determination of Minor Flavor Components in Chinese Spirits by Direct Injection Technique with Capillary Columns. Chin. J. Chromatogr. 1997, 15(5)