

使用 Agilent 990 微型气相色谱仪 在地震监测中分析温泉气体

作者

Sheng Geng
安捷伦科技（上海）有限公司
中国上海，邮编 200131

摘要

本研究使用 Agilent 990 微型气相色谱仪快速准确地分析了与地震活动相关的温泉气体。990 微型气相色谱仪配备 Agilent J&W CP-Molsieve 5Å 反吹通道和 Agilent J&W PoraPLOT U 直型通道。本研究分析的所有气体均表现出良好的保留时间和峰面积重现性。

前言

大地震发生前，活动断裂带上温泉气体的地球化学特征通常会发生变化。这些变化是由于岩石圈中的气体在孕震过程中被释放至地表，然后溶解在温泉中或以气泡形式逸出。这些气体组分（通常包括氦气、氢气、氧气、氮气、甲烷、二氧化碳和硫化氢）的浓度与比例变化，是监测地震活动的关键指标。

990 微型气相色谱仪能够快速准确地分析气体样品，是监测温泉气体组成的理想平台。温泉气泡气体的主要成分为二氧化碳，占比超过 85%。本应用的重点在于优化二氧化碳基质中永久性气体的检测，特别是较早流出的氦气、氖气和氢气。使用 20 m J&W CP-Molsieve 5Å 反吹色谱柱和 3 m 预柱，通过反吹技术去除二氧化碳，实现氦气、氖气和氢气的良好分离。其中，氦气、氢气和硫化氢的检测灵敏度通常需达到 ppm 级，而 990 微型气相色谱仪可以满足这些要求。

实验部分

990 微型气相色谱仪配备 3 m + 20 m J&W CP-Molsieve 5Å 反吹通道和 10 m J&W PoraPLOT U 直型通道。表 1 给出了本应用的实验条件。温泉气体标准品的组成见表 2。

表 1. 温泉气体分析的检测条件

通道	1	2
色谱柱类型	3 m + 20 m Agilent J&W CP-Molsieve 5Å, 配备反吹选件和 RTS*	10 m Agilent J&W PoraPLOT U, 直型通道
载气	氦气	氦气
柱压	200 kPa	150 kPa
进样器温度	60 °C	50 °C
柱温	60 °C	50 °C
进样时间	150 ms	100 ms
反吹时间**	31 s	NA
进样时间	60 s	
运行时间	400 s	

* 使用保留时间稳定性 (RTS) 过滤器防止载气中的水分和二氧化碳进入 CP-Molsieve 5Å 色谱柱

** 每次换用新通道时均应调整反吹时间

表 2. 温泉气体标准品的组成

化合物	浓度
氦气	5.4 ppm
氖气	5.0 ppm
氢气	5.0 ppm
氧气	504 ppm
氮气	0.998%
甲烷	0.201%
硫化氢	10 ppm
羰基硫	10 ppm
二氧化碳	平衡气

结果与讨论

实验数据见表 3。保留时间 (RT) 和峰面积重现性以 10 次进样结果的相对标准偏差 (RSD) 百分比表示。检出下限 (LDLs) 按四西格玛噪音的两倍计算。

表 3. 标准气体 10 次进样分析的保留时间、峰面积重现性和 LDL

化合物	通道	RT (min)	RT RSD	峰面积 (mV × s)	峰面积 RSD	LDL (ppm)
氦气	1	1.631	0.010%	0.0340	3.47%	0.752
氖气	1	1.678	0.012%	0.0122	3.64%	1.44
氢气	1	1.783	0.011%	0.0583	3.57%	0.460
氧气	1	2.576	0.019%	0.377	2.49%	8.88
氮气	1	4.002	0.046%	8.93	0.402%	13.8
甲烷	1	5.730	0.040%	4.48	2.02%	10.2
	2	0.394	0.006%	5.74	0.503%	0.174
二氧化碳	2	0.448	0.005%	3994	0.0158%	1.27
硫化氢	2	1.145	0.024%	0.0186	5.22%	1.33
羰基硫	2	1.444	0.020%	0.0451	3.27%	0.604

系统配备的 3 m + 20 m CP-Molsieve 5Å 反吹通道用于分离氦气、氖气、氩气、氧气、氮气和甲烷。前三个峰（氦气、氖气和氩气）的分离与检测对本应用至关重要。该通道使用氩气作为载气，以获得更高的灵敏度。在标准气体中，氦气、氖气和氩气的浓度低至 5 ppm，因此增加了进样时间 (150 ms)。如果实际样品中这些气体的浓度较高，则应缩短进样时间以实现更出色的分离。同样地，如果出现平头峰或峰变形，也应缩短进样时间。使用 3 m 预柱彻底反吹二氧化碳。应仔细调整反吹时间，防止二氧化碳进入 CP-Molsieve 5Å 分析柱，否则可能导致基线波动及柱效降低。图 1 显示了该通道的色谱图。

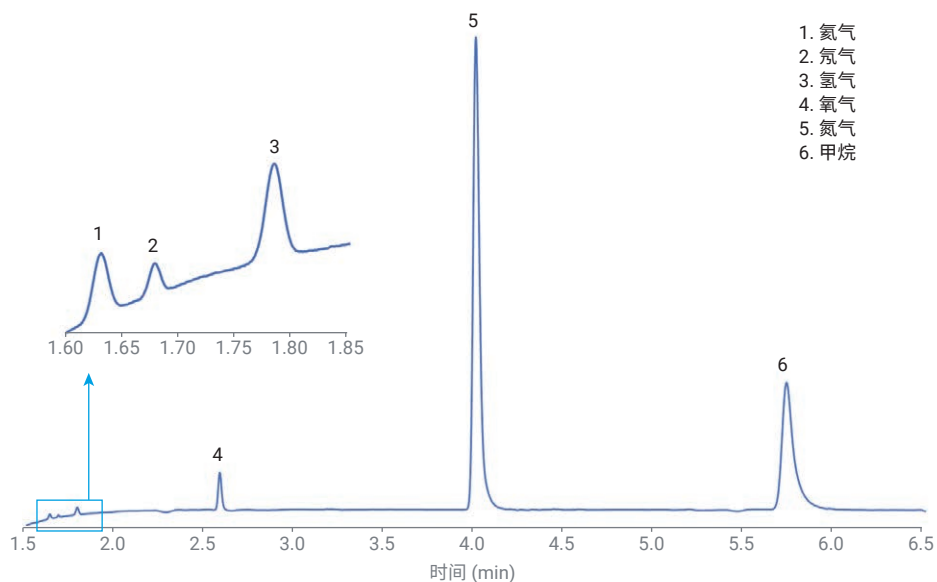


图 1. 使用 3 m + 20 m Agilent J&W CP-Molsieve 5Å 反吹通道获得的氦气、氖气、氩气、氧气、氮气和甲烷的色谱图

系统配备的 10 m PoraPLOT U 直型通道用于分离甲烷、二氧化碳和硫化氢。将进样时间设置为 100 ms，以获得更出色的硫化氢检出限。如果更关注甲烷和二氧化碳的分离，则可适当缩短进样时间。与通道 1 相比，甲烷在此通道上的 LDL 明显更低。但是，如果空气或甲烷的浓度较高，分离可能会面临挑战。需要特别说明的是，本实验用于校准的标准气体是以二氧化碳作为基质气体。在实际样品分析中，若基质为空气（氮气）或其他气体类型，则应相应地更改标准气体基质，以确保定量结果的准确性。图 2 和图 3 给出了该通道的色谱图。

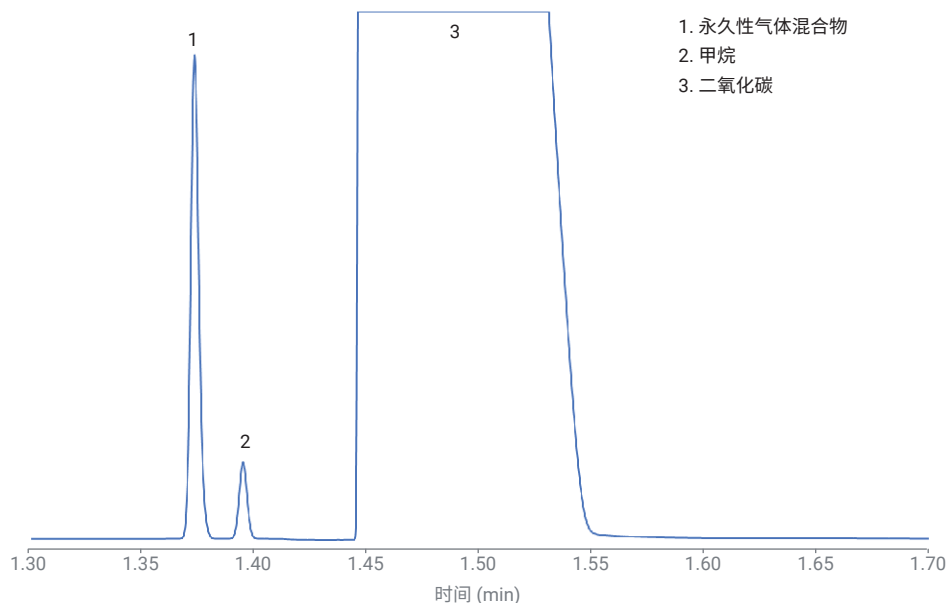


图 2. 使用 10 m Agilent J&W PoraPLOT U 直型通道获得的甲烷和二氧化碳的色谱图

结论

本应用简报介绍了使用 Agilent 990 微型气相色谱仪进行温泉气体分析。在分析二氧化碳基质中的永久性气体和硫化氢时，获得了良好的保留时间和峰面积重现性。990 微型气相色谱仪能够快速提供准确的结果，从而改进温泉气体监测，更清晰地揭示气体地球化学特征与地震活动之间的关联。

参考文献

1. Zhang, J. 基于 Agilent 990 微型气相色谱的沼气分析仪, 安捷伦科技公司应用简报, 出版号 5994-1376ZHCN, **2019**
2. Padrón, E. et al. Continuous Monitoring of Diffuse H₂ Degassing at the Summit Cone of Teide Volcano, Tenerife, Canary Islands. *Geophysical Research Abstracts* **2018**, 20, EGU2018-19250-2

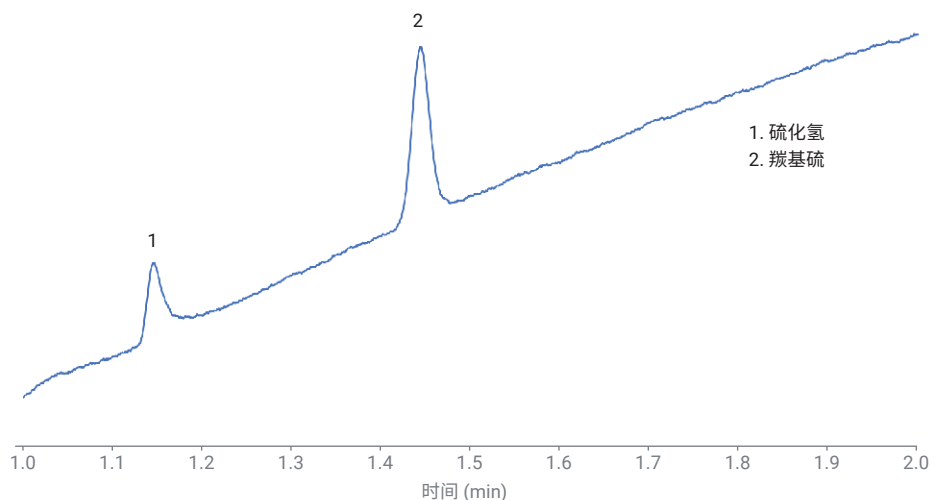


图 3. 使用 10 m Agilent J&W PoraPLOT U 直型通道获得的硫化氢和羰基硫的色谱图

查找当地的安捷伦客户中心:

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线:

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们:

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价:

www.agilent.com/chem/erfq-cn

www.agilent.com

DE44407.2019212963

本文中的信息、说明和指标如有变更, 恕不另行通知。

© 安捷伦科技 (中国) 有限公司, 2021
2021 年 8 月 2 日, 中国出版
5994-3968ZHCN