

# 基于阵列声表面波传感器的电子鼻系统及应用初步\*

杨燕明 杨芄原 王小如 蔡鹭欣 刘伽

(厦门大学化学系, 材料和生命过程分析科学国家教委开放实验室  
厦门 361005)

本文探讨电子鼻系统的建立及其气味识别能力。在建立了基于阵列声表面波传感器的电子鼻系统之后, 将该电子鼻系统用于气味识别, 证明它具有良好的识别气味的能力。电子鼻是一种新型分析仪器, 由具备部分专一性的阵列电子化学传感器和适当的模式识别系统组成, 能识别简单或复杂气味。电子鼻的应用前景是令人振奋的, 诸如食品、饮料、石化、制药等工业在成品质量检验和过程质量控制等方面可由电子鼻部分代替人工劳动。

声表面波器件由于具有灵敏度高, 信号易于微机处理及抗传输干扰等优点而被我们选为人工嗅觉传感器的“平台”。但是市售的声表面波器件不适合用于制作化学传感器, 为此我们专门设计制作了化学传感器用的声表面波器件。声表面波传感器的工作方式选定为振荡电路的频率测量方式, 因为频率测量是物理量测中最精确的方式之一。虽然振荡器电路相对简单。但是振荡电路必须精心设计。在该电子鼻系统中频率测量采用差频方式, 既在一定程度上补偿了环境波动引起的频移, 又可以使用廉价的电子线路来处理差频后只有 KHz 数量级的频率信号。差频后的信号经信号调理即可进入多功能定时/计数微机接口板进行频率自动采集。我们没有采用市售的频率采集接口卡, 它的测量上限在 1GHz 左右, 价格昂贵, 用来采集 1MHz 以内的差频显得大材小用。我们对一种市售的可编程定时/计数和数字量输入/输出板略加改造后即可实现差频测量。本文还完成了数据采集软件的编写, 以及气体产生、切换、恒温装置的组装。实验表明, 该电子鼻系统的设计比较合理, 带有未涂膜传感器的电子鼻系统半个小时的频率标准偏差在 4—17Hz 之间, 平均 9Hz。

在建立良好的电子鼻系统后, 本文通过筛选合适的有机敏感膜, 把电子鼻系统分别用于四种有机试剂(乙醇, 乙醚, 丙酮, 乙酸乙酯), 四种酒类(啤酒, 白酒, 黄酒, 葡萄酒)和五种香料(苯乙醇, 紫罗兰酮, 香草醇, 异丁酸乙酯, 麝香草酚)的识别。三种模式识别方法为主成分分析法, 偏最小二乘法, 人工神经网络。前两种模式识别方法采用商品化的软件进行计算, 人工神经网络采用 BP 结构, 软件自行编写。计算结果表明, 该电子鼻系统对四种有机试剂(图 1)和五种香料(图 3)有很强的识别能力, 能从大量的酒精背景下提取五种香料的特征从而进行识别。该电子鼻系统对四种酒类(图 2)也有相当强的识别能力。

\* 通讯联系人 王小如  
国家自然科学基金资助项目, 厦门市科委三项科研基金资助项目

在以上研究基础上我们认为:

(一)正是由于声表面波传感器的响应机理不是单纯的质量效应,从而赋予其更强的分子选择性,更接近生物嗅觉传感器的特性。即声表面波传感器更适合组成识别气味的电子鼻系统。

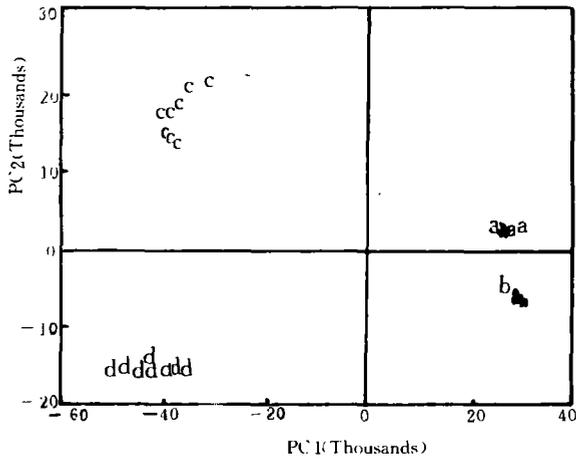


图1 电子鼻系统对四种有机试剂的识别  
a)乙醇 b)乙醚 c)丙酮 d)乙酸乙酯

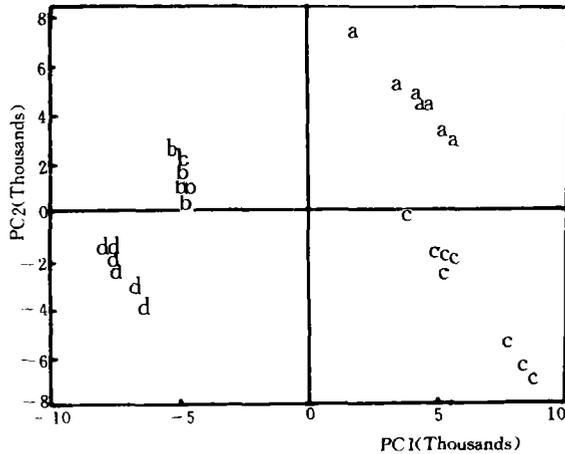


图2 电子鼻系统对四种酒类的识别  
a)啤酒 b)白酒 c)黄酒 d)葡萄酒

(二)电子鼻系统的重复性不仅取决于传感器的重复性,还取决于系统的其他部分如采样方式、样品传送等等。

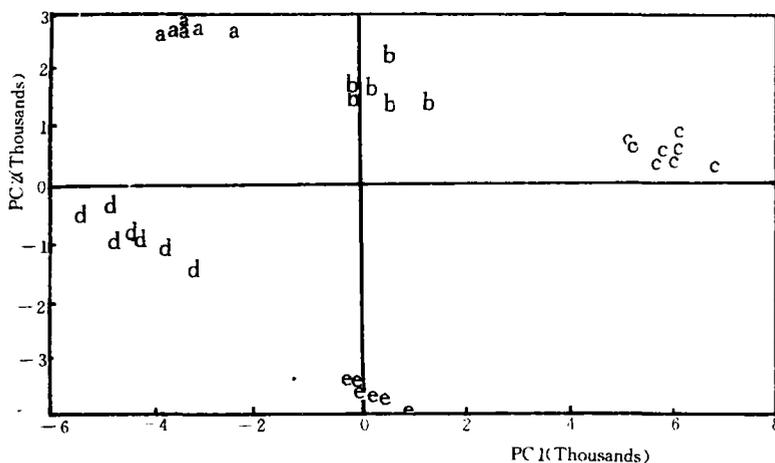


图 3 电子鼻系统对五种香料的识别

a) 苯乙醇 b) 紫罗兰酮 c) 香草醇 d) 异丁酸乙酯 e) 麝香草酚

(三)虽然电子鼻也能象人鼻一样对香味有响应,但是响应机理不同。因此电子鼻对人鼻闻起来无味的其他挥发性化学物也能识别。

(四)由于声表面波器件工作在射频范围,对膜材料、膜厚度等要求严格。能否制得一致性良好的声表面波传感器,是该电子鼻走向实用化的关键所在。

致射:本工作受到福州劝业经济技术有限公司的部分资助,在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] Ballantine, D. S., Wohltjen, H. *Anal. Chem.*, 1989, 61, 704A
- [2] 杨燕明, 厦门大学博士学位论文, 1997.10
- [3] Neotronics Scientific booklet, An introduction to electronic nose technology