

# 电子鼻在烟草分析测试中的应用

伍锦鸣<sup>1,2</sup>, 李敏健<sup>2</sup>, 沈光林<sup>2</sup>, 赵谋明<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640) (2. 广东中烟工业公司技术中心, 广东 广州 510145)

**摘要:** 阐述了电子鼻的发展历史、结构、工作原理和应用范围, 特别是电子鼻在烟草分析测试中的应用; 提出了电子鼻在烟草分析检测中应当注意的问题, 并展望电子鼻及其在烟草研究领域的应用前景。

**关键词:** 电子鼻; 气体传感器阵列; 模式识别; 烟草分析测试

中图分类号: TS41<sup>+</sup>1; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)06-0067-03

## Application of Electronic Nose in Tobacco Analysis

WU Jin-ming<sup>1,2</sup>, LI Min-jian<sup>2</sup>, SHEN Guang-lin<sup>2</sup>, ZHAO Mou-ming<sup>1</sup>

(1. College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

(2. Technology Center, China Tobacco Guangdong Industry Corporation, Guangzhou 510610, China)

**Abstract:** The development, structure, principles and applications of electronic nose, especially the applications in tobacco analysis, are introduced here. Besides, some problems in tobacco analysis by electronic nose are pointed out and the application prospect of electronic nose in tobacco research area is mentioned.

**Key words:** electronic nose; odor sensor array; mode identification; tobacco analysis

电子鼻是一种电子嗅觉分析系统, 是 20 世纪 90 年代发展起来的一种新颖的分析、识别和检测复杂成分的重要手段。它由传感器系统和自动化模式识别系统组成, 能够快速提供被测样品的整体信息, 指示样品的隐含特征。与普通的化学分析仪器, 如色谱仪、光谱仪等不同, 电子鼻得到的不是被测样品中某种或某几种成分的定性或定量的分析结果, 而是给予样品中挥发成分的整体信息。它与人和动物的嗅觉功能相似, “闻到”的是目标物的总体气息。它不仅可以根据各种不同的气味检测到不同的信号, 而且可以将这些信息与经过“学习”和“训练”后建立的数据库中的信号加以比较, 进行识别判断。电子鼻技术涉及到电化学传感技术、数模转换、计算技术、化学计量学等。本文对电子鼻在烟草分析中的应用进行了概述。

### 1 电子鼻的结构和原理

电子鼻模拟人的嗅觉器官, 其工作原理与嗅觉形成相似, 两者的比较参见文献<sup>[1]</sup>。电子鼻的工作原理如图 1。

### 2 电子鼻在烟草分析测试中的应用

收稿日期: 2007-03-14

作者简介: 伍锦鸣 (1977-), 在职硕士研究生, 工程师, 主要从事卷烟产品开发研究。

#### 2.1 烟叶和卷烟产品

目前利用电子鼻进行卷烟产品研究主要是以烟丝或烟叶作为对象。殷勇, 邱明等人<sup>[2]</sup>运用气敏传感器阵列技术和神经网络技术构造了一种电子鼻, 用来评定卷烟的香气质量, 研究中采用 5 个 TGS-8 系列 MOS 传感器 (TGS812、TGS813、TGS822、TGS824、TGS825) 组成的阵列并设计出相应的神经网络学习算法, 可以实现卷烟香气质量的评定, 为卷烟质量的客观化评定奠定了研究基础。

邹小波等人<sup>[3]</sup>用 8 个 MOS 传感器阵列组成的人工嗅觉系统 (电子鼻) 对 3 种品牌卷烟烟气进行分析。用主成分分析法和神经网络聚类分析法对样本进行分析。主成分分析已能较好地各品牌的烟分开, 而神经网络对 3 种品牌烟的识别率分别为玉溪 85%、白沙 90%、红梅 95%。但在利用人工嗅觉系统对卷烟燃烧后的烟气进行鉴别时, 发现烟气对传感器的影响很大, 即使进行了必要的过滤, 烟气中的很多成分仍然对传感器的寿命造成影响, 并降低系统检测的准确度。

黄骏雄等人<sup>[4]</sup>利用英国 AromaScan 公司的 LabStation 型电子鼻 (包括 32 个单元构成的传感器阵列及 PCA 与数据处理和图像识别软件) 对卷烟中非燃烧的自然挥发气体进行鉴别, 实现了两种卷烟的真品和赝品判别, 同时测试了三种不同等级的卷烟, 并进

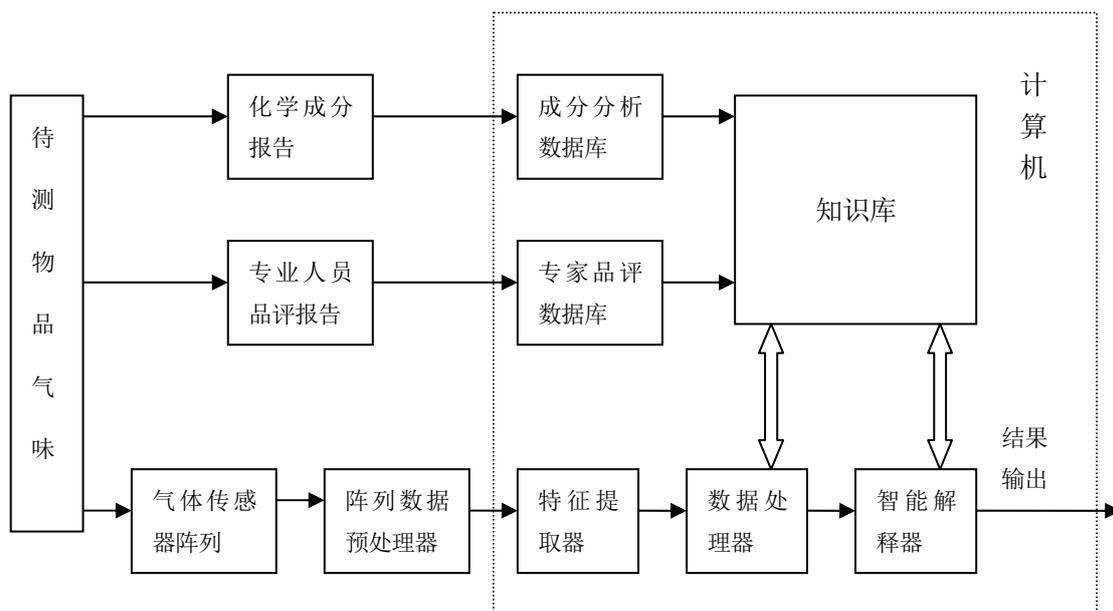


图1 电子鼻的工作原理

行判别。结果表明，直接取出烟丝检测其常温下挥发的气体来进行卷烟判别可得到较理想的效果。

黄祖刚等人<sup>[5]</sup>用四单元 MOS 传感器阵列构成的电子鼻系统，实现了三种不同品牌香烟的鉴别，并研究了特征提取方法、气室、卷烟样品温度以及载气流量对于识别结果的影响。提出对响应段数据采用二次多项式拟合的方法提取特征进行识别，可以达到较好的效果，缩短时间，减少数据储存量。同时建议利用容积较小、气流更均匀分布的气室，以及在常温下检测卷烟挥发成分，这样识别效果更佳。

钟科军、黄建国等人<sup>[6]</sup>利用法国 Alpha MOS 公司的 FOX4000 型电子鼻对丽江、昆明、重庆、湘南、贵州同一等级不同地区的烟叶进行测试，通过判别因子分析（DFA）建立识别模型，研究各地烟叶之间的相似性。同时还研究了云南省内不同等级的烟叶，采用最小线性回归分析（PLS）建立线性模型，实现同产地不同等级的烟叶区分。

法国 Alpha MOS 公司利用具有 18 个 MOS 传感器的电子鼻检测 6 个不同产地的烟叶，包括法国、意大利产地 A 和 B、多米尼加、巴西、印尼。将烟叶切丝放入样品瓶，利用顶空取样（70 °C，进样体积 2500 μL）方式，实现了 6 种烟叶的良好的区分，识别率达到 100%<sup>[7]</sup>。

## 2.2 香精香料

香精香料是卷烟设计制造中的重要部分，烟用香精香料对保持卷烟品牌的香气风格有重要意义。由于香精香料成分的复杂性，仅从颜色、密度、粘稠性等

简单物性指标去定性定量判定，是远远不够的，所以现时的香烟生产企业对香精的检测除了检测物理指标外，更重要是利用专业评香人员对香精的质与量进行感官香气评价。色谱技术的发展和运用，为香精检测带来了革命性的变化。比较普遍的方法是将香精香料经过适当前处理，然后用气相色谱（GC）或气相色谱-质谱联用（GC-MS）分析成分，获得定性和定量信息。

20 世纪 90 年代末有文献<sup>[8]</sup>利用 Neotronics 公司的电子鼻（带 12 个 CP 型传感器）分析 Bellaire 香精公司 13 种香精样品，可以成功探测其中不同香精之间的差别，稀释度在 5%~10% 的区间。但研究同时发现，有可能是传感器对某些类型的香精变化响应不明显，实验中的蜜桃香精与西瓜香精混合是电子鼻会产生混淆。应对不同的测试对象，选择合适的传感器类型是比较重要的。

黄勇强等人<sup>[9]</sup>利用一种由日本 Figro 公司生产的金属氧化锡 TSG8 系列（5 个）传感器组成的电子鼻对苹果香精、芳樟醇、丁酸乙酯这三种不同的香精进行测试。对不同的香精散发的气体，传感器的反应值大小不一样。提取各反应特征值进行主成分分析和人工神经网络分析，实现香精的区分，并且训练的网络识别正确率为 97.2%，每检测一次样品只在 1 min 左右。实验采用循环测试的方式（香精 1→香精 2→香精 3→香精 1→...），可以防止电子鼻疲劳，提高数据准确性和重现性。为保证实验时气体的温度湿度的可控性，氮气是比较理想的载气。

钟科军等人<sup>[30]</sup>利用法国 Alpha MOS 公司的 FOX4000 型指纹分析仪检测六种不同的香精: 桔香、柠檬、咖啡香、杏仁、草香和肉豆蔻。通过响应的电子信号不同, 构成不同的 2D 气味指纹图, 从而区别不同的香精<sup>[6]</sup>。

### 2.3 包装材料

电子鼻技术在卷烟包装材料方面的应用主要是检测气味残留。烟叶是多孔性的, 容易吸附其它气味。用于卷烟生产的卷烟纸、接装纸、成型纸、滤棒丝束、小包和条盒包装材料等辅材不能有明显影响卷烟的气味存在, 特别是印有各种颜色的容易有化学溶剂味道残留的包装纸。近年, 有文献<sup>[10]</sup>指国外已经将电子鼻应用在卷烟包装材料气味的检测。

在欧洲, P.Mielle<sup>[11]</sup>等利用热脱附, 结合电子鼻检测包装材料中溶剂的残留量, 与气相色谱 (GC) 的结果进行比较, 两者结果一致, 而且检测时间仅 10 min, 于是建立了一套 EQCS 系统 (Escape Quality Control System) 用于控制包装材料气味。

温东奇、沈光林等发明一种卷烟用辅助材料气味的检测装置<sup>[12]</sup>, 该装置中设置气体样品制备室和由待测气敏感传感器与干扰气敏感传感器组成的传感器阵列。通过稳压和恒流装置把卷烟辅助材料中的顶空气体带到传感器阵列反应室, 从传感器产生的信号经调节电路放大和滤波, 经数模转换电路进行转换输入到计算机, 并对采集的数据进行分析。能有效、快速地识别测量卷烟用辅助材料气味, 具有良好的抗干扰能力。

## 3 结语与展望

已有的研究表明, 卷烟烟气中的化学成分有五千多种, 有些成分还不清楚是什么物质, 影响卷烟内在品质的化学成分也没有完全确定, 但一些微量或痕量的成分对卷烟内在品质有明显的影响已基本形成共识。因此在确定传感器阵列组成时, 应该满足以下两个要求:

(1) 气敏传感器应具有很高的灵敏度, 能够对痕量级的化学成分产生响应。

(2) 气敏传感器的选择性不应很高, 以使传感器的响应信号成为对烟气多种成分的综合响应, 但又由于选择性的差异, 使不同传感器的响应值不同。

这样, 阵列中的各传感器对烟气的响应既有区别又有联系, 表现出具有一定的相关性; 而且阵列的输出结果也更全面地反映烟气的化学成分, 使分析结果更加可信。

## 参考文献

- [1] 卞利萍, 陆宇, 杨凡原, 等. 微型电子鼻测量技术与仪器[J]. 分析仪器, 1999, (4): 1-5
- [2] 殷勇, 吴守一, 邱明. 用基于神经网络的电子鼻评定卷烟香气质量[J]. 仪器仪表学报, 2003, 24(1): 86-88
- [3] 邹小波, 方如明, 蔡健荣. 人工嗅觉系统及其在卷烟烟气中的研究[J]. 江苏理工大学学报(自然科学版), 2000, 21(3): 1-4
- [4] 黄骏雄, 蒋弘江, 阎哲. 应用电子鼻检测香烟质量的研究[J]. 化学通报, 2000, (1): 51-53
- [5] 黄祖刚, 李健平, 何秀丽, 等. 用电子鼻鉴别卷烟的方法[J]. 传感器技术, 2004, 23(6): 62-65
- [6] 钟科军, 黄建国. 气味指纹分析技术在烟草工业分析中的应用研究[C]. 中国烟草学会论文集, 2004, <http://tobacco.org.cn/Inc>
- [7] 陈晓明. 电子鼻在食品工业中的应用研究进展[J]. 传感器与微系统, 2006, 25(4): 8-11
- [8] 邱纪青. 电子鼻评价[J]. Tobacco Science & Technology, 2000, (1): 29-32
- [9] 黄勇强, 邹小波, 赵杰文. 电子鼻在香精识别中的应用研究[J]. 研究与探讨, 2005, 26(12): 85-87
- [10] David C Levy. Electronic nose: prospects for applications in Australian industry[C]. 1998 Second International Conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems, 21-23
- [11] P.Mielle. Development of a thermo-desorption sensor system for the detection of residual solvents in packaging materials [J]. IEEE, 0-7803-8692-2, 2004: 300-303
- [12] 温东奇, 沈光林, 金保锋. 一种卷烟用辅助材料气味检测装置[P]. 公开号 CN 1687764A

## 餐前喝水有六大好处

此项研究的专家对 3000 多位患者进行临床观察之后发现, 气喘、过敏、抑郁症、胃溃疡等病和水分摄入多少有关。喝水有六大好处: (1) 提高注意力: 能帮助大脑保持活力, 把新信息牢牢存到记忆中去; (2) 提高免疫力: 可以提高免疫系统的活力, 对抗细菌侵犯; (3) 抗抑郁: 能刺激神经生成抗击抑郁的物质; (4) 抗失眠: 水是制造天然睡眠调节剂的必需品; (5) 抗癌: 使造血系统运转正常, 有助于预防多种癌症; (6) 预防疾病: 能预防心脏和脑部血管堵塞。