

## Research on Application of Sensing Technology in TCM

Qian Jin

Hubei University of Traditional Chinese Medicine, Wuhan

**Abstract:** Sensor technology has been introduced into the field of traditional Chinese medicine research. It has shown advantages in pulse diagnosis, smell diagnosis, syndrome differentiation, disease diagnosis, identification of traditional Chinese medicine, four Qi and five flavors, integration of Chinese and Western medicine, integration of Chinese and Western medicine, etc., and has broad application prospects and development potential.

**Key words:** Sensor technology; Pulse diagnosis; Olfactory diagnosis

Received: 2020-09-02; Accepted: 2020-09-12; Published: 2020-09-13

---

## 浅析中医药研究传感技术的运用

钱 进

湖北中医药大学, 武汉

邮箱: qjin\_22@163.com

**摘 要:** 传感器技术已被引入中医药研究领域, 在脉诊、闻诊、辨证、疾病诊断、中药鉴别、四气五味、中西药汇通、中西医结合等方面显现出优势, 并有广阔的应用前景和发展潜力。

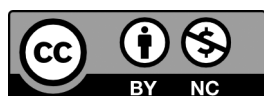
**关键词:** 传感器技术; 脉诊; 闻诊

投稿日期: 2020-09-02; 录用日期: 2020-09-12; 发表日期: 2020-09-13

Copyright © 2020 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



传感器是感知外界信息并按一定规律将这些信息转换成可用信号的装置, 由敏感元器件和转换器件组成。敏感元器件品种较多, 从其感知外界信息的原理可分为: 物理类 (基于力、热、光、电、磁和声等物理效应)、化学类 (基于化学反应的原理)、生物类 (基于酶、抗体和激素等分子识别功能) 等。近年来, 该技术有了快速发展, 并已被引入中医药研究领域, 促进了中医药研究的进步与发展, 具有广阔的应用前景和开发潜力。

脉诊是中医“四诊”的重要组成部分, 但因其描述模糊, 难以掌握, 成为应用和交流中的制约因素, 需要运用现代科学方法, 确立标准脉象图, 实现脉诊的客观化与数据化, 脉象分析系统因之产生。这是通过对脉象信息的自动采集、分析、处理, 实现脉象的客观分类, 并得出量化指标的系统, 其关键部分就是脉象信息传感器和信息的信息处理。用于脉象信息采集的传感器有: 液态传感器、光电式传感器、应变式压力传感器、PVDF 传感器、传声器等。例如, 以 Freescale 系列单片机为核心, 利用脉搏传感器、信号处理电路、nRF24L01 无

线模块、显示模块等组成一个脉搏无线检测系统，并编写相应的驱动程序。经过测试，系统整体性能良好。基于脉搏图像传感器的结构与工作原理，应用有限元软件 ABAQUS，建立脉搏触压觉模型，模拟中医切脉时的触压觉。利用柔性橡胶薄膜模拟手指切脉，并对其进行离散化处理。通过对传感器探测触头施加不同的切脉压力，分析不同切脉压力下橡胶薄膜的受力变形情况。选取参考单元格，根据其面积变化提取脉搏波形，并在时域内提取脉搏信号的特征参数。从仿生学角度出发，结合中医切脉时“最佳取脉压力”原理与薄膜网格受力变形时的空间位移测量原理，提出新的基于图像化的脉象采集方法，并研制出脉搏图像传感器。依据脉搏图像传感器中薄膜网格的特点，建立空间测量原理的数学模型，同时在处理过程中附加约束条件，通过实验获得人体桡动脉的脉搏搏动信息，实现脉搏图像的三维重构，获得平脉、滑脉、迟脉和濡脉 4 种脉象的三维信息。用压力传感器同时在原穴部位连续测定 512 个脉搏间期，对获取的脉动变异时间序列数据进行频谱分析，算出功率谱指标。发现健康人太渊、冲阳和太冲穴的脉动变异指标，冲阳和太冲穴的 TF、LF 和 HF 值高于太渊穴，但 LF/HF 值都低于太渊穴。浅表性胃炎患者原穴部位之间的关系呈与健康人一样的趋势；但萎缩性胃炎患者，冲阳穴的脉动变异指标值有明显的变化，即冲阳穴值低于太冲穴值，揭示冲阳穴（胃经原穴）脉动变异能反映胃的病证。

嗅气味是“闻诊”的重要内容之一。疾病所散发出的气味与中医证候之间存在密切关系。气体传感器阵列电子鼻检测的气味“指纹”图谱包含了气味的整体信息，与传统中医的整体观念思想相符。研究气味图谱与病证之间的关系，不仅提高了对病证的诊断，同时也能为实现中医嗅诊的客观化、规范化、标准化提供手段和方法。第 3 代薄膜型气体传感器阵列的气味智能探测电子鼻，具有高灵敏度和高稳定性，将其应用于探索外感病寒热两种证型与气味图谱之间的关系，显示在健康状态下，同一个体不同时段的气味图谱特征几乎一致，不同个体间差异显著，同一个体在健康和患外感病状态下的气味图谱存在差异。同样是外感病，其寒证和热证的气味图谱也存在差异。表证患者口腔呼气的气味图谱响应曲线的振幅和上升斜率均显著高于健康人，提示表证患者口腔气味较健康人发生了变化，且较健康人气味浓烈。肺主皮毛，皮毛受邪，内应于肺，

肺气失宣，鼻咽不利，呼吸之气也必然会有变化。因此，表证患者口腔呼气的气味与健康人存在差异。外感表证时，由于外邪侵扰，肺卫失宣，秽浊排除不利，因此呼出气味较正常浓烈，或有臭秽。其中表热证患者气味变化较表寒证患者更加明显。电子鼻对气味的检测结果能够反映寒热病性，可以为中医嗅诊客观化服务，为中医病证诊断提供新的工具和手段。进一步深入研究此类疾病气味图谱的特异性指标，可以将其应用于对外感病及其不同证型的诊断，也可以不断探索不同疾病不同证型与其气味图谱的关系。嗅气味是由医生的嗅觉来获取的，对气味进行识别时会存在一些主观性与易疲劳的缺点，对于腥臊恶臭等不良异味更有一定的厌恶与排斥心理，一些特殊的异常气味还有可能超出人类的嗅觉范围。因此，传统嗅气味诊法在临床应用上具有一定的局限性，较难得到应有的重视。而将电子鼻技术引进中医诊断学领域，将克服传统嗅气味的缺点，促进嗅诊的发展。电子鼻技术做为一种无创的、快速的诊断技术，其临床诊断研究与应用，已经涉及呼吸系统疾病、泌尿系统疾病、消化系统疾病、代谢系统疾病、感染性疾病等的检测与诊断。

利用可穿戴式传感器来进行动作识别，开展面向康复应用的可穿戴设备研究，利用传感器的加速度信号，能够提供动作信息，可以直接捕捉并判断不同康复阶段患者的上肢动作完成质量，进而达到评估病情的效果，面向康复应用的可穿戴设备更轻便、更易佩戴，可用于门诊，也可用于家庭医疗。例如，脑卒中是神经系统的常见病，严重危害着人类的生命健康。脑卒中后常产生运动功能障碍，因此病后的康复训练是一项重要的任务，而上肢康复则是其中一个难点。在康复医疗过程中，需要对患者进行多次康复评定，以判断患者是否适合回归家庭。研制一种实时监测患者上肢功能康复情况的医疗设备，提供实时信息，帮助康复医师及时评定患者状态并调整康复治疗方​​案，必然使得临床康复治疗更为方便和高效。可穿戴式上肢动作识别系统实现了信号实时采集、传输、显示和处理的功能，具有微型化、可穿戴、低功耗和动作识别精度高的特点。前端可穿戴式设备中的从节点，小巧轻便，通过柔性导线的连接，方便放置于特定的位置，便于在穿着衣物的同时直接穿戴在上肢进行信号采集。同时，个数能够增减，还可以添加其他类型的传感器。主节点的传输协议设计巧妙，无

线传输的方式十分便捷。主从节点均优先选择功耗低的芯片组成电路,且模块打包发送数据的方式也能降低功耗,使得整个系统的功耗较低。显示界面功能齐全,能人工控制数据采集的开始和停止,保存的数据段可自定义名称。多通道的设计,确保实时观察到全部信号波形的变化,很大程度上简化了实验操作。

不同中药,各有其特殊气味,是真伪及产地鉴别的重要依据。传感器设备及其技术已经应用于中药滋味的区别、不良气味药材掩味效果评价、药材产地来源判断、不同年份药材的识别、中药加工炮制等中药生产与应用的各个环节,为中药质量控制提供新的有效技术手段,促进中药行业的发展。利用气味传感器成功地区分了人体嗅觉难以鉴别的白色无臭的茯苓、牡蛎、龙骨的粉末。通过考察电子鼻对珍珠粉的传感响应,准确辨别珍珠粉真假及品牌。采用电子鼻技术建立人参与西洋参饮片准确而快速的鉴别方法。电子鼻对不同产地薄荷未知样品的识别率达到100%。利用电子鼻能成功区分不同产地的大白菊。对3种产地的白术样品进行鉴别,识别正确率达到97.8%。检测开花前后两种前胡样品气味在传感器上的响应值,可以完全区分。中成药和中药提取物、中药粉末等中间品在储存过程中可能存在气味散失,由于成分的挥发性不同,导致气味改变。这些具有特殊气味的中成药及其中间品可通过电子鼻进行质量控制。采用电子鼻对4组不同生产批次的中成药进行检测,获取样品的气味特征信息,并对采样得到的数据进行分析,实现对不同批次产品的鉴别分类。显示电子鼻在实现中成药及其中间品的鉴别分类,甚至在其质量评判分析、产品监控领域中具有开发潜力。

我们认为中西药物治疗同一疾病,具有共同的物质基础。自2005年起,我们就开始采用电子鼻、电子舌检测治疗消化性溃疡病的中药和西药,发现这些药物具有共同或相似的PCA和指纹图谱。以样品中的大黄为模式,量化出其中7种西药的气味属于苦、寒,结论为治疗消化性溃疡病的中西药物具有共同的物质基础,用电子鼻、电子舌可以检测中西药物的四气五味。这一发现有助于解决中药药效物质无法检测、中西药无法汇通等难题。电子鼻、电子舌不是单独分析部分嗅觉、味觉信息,而是分析其综合的整体信息。按照中药理论,四气源于嗅觉,五味源于味觉。电子鼻、电子舌确能模拟嗅觉、味觉,可以用电子鼻、

电子舌检测中药的四气五味。如果西药也具有四气五味之药性，那么西药也可以像中药一样，进行辨证用药，动态配伍，实行个性化治疗。我们还认为，多种中西药能够治疗同一种疾病，一定有其共同的物质基础，如何用现代科学仪器检测出其共同的物质基础，并且用中西医结合的观点科学地解释这一现象，是中西医结合汇通的关键点之一。我们的研究结果显示，用电子鼻、电子舌可以检测出中西药的四气五味。

## 参考文献

- [1] 张海荣. 传感器在医学领域的应用[J]. 电子测试, 2015, 22(4): 125-127.
- [2] 王建军, 安鹏, 苏树兵, 等. 脉搏信号采集及无线监测系统的设计[J]. 宁波工程学院学报, 2012, 24(4): 71-76.
- [3] 张爱华, 李金平, 林冬梅. 基于视觉测量的脉搏图像三维重构[J]. 数据采集与处理, 2012, 27(5): 570-575.
- [4] 金承植, 金永日, 夫永进, 等. 基于频谱分析的原穴部脉动变异特异性研究[J]. 天津中医药, 2013, 30(3): 183-185.