

# 非线性映射在矽肺病研究中的应用

李丙瑞<sup>1</sup>, 蒋士琦<sup>2</sup>, 许树贞<sup>2</sup>, 申敬贤<sup>2</sup>

(1. 兰州大学化学化工学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 白银公司劳动卫生研究所, 甘肃 白银 730900)

**摘要:** 目的 将微量元素谱的非线性映射用于矽肺病研究。方法 以白银公司职工为研究对象。分析 42 份 I、II、III 期矽肺患者和 41 份健康人发样中 Cr、Zn、Mg、Al、Cd、Cu、Se、Pb、As、Mn 10 种元素。取 50 份为训练集、33 份为预测集。通过权重与相关分析缩减为 6 参数和 5 参数组, 用非线性映射作模式识别。结果 分类清晰的映射图。结论 微量元素谱的非线性映射技术在矽肺病研究中具有应用前景, 但微量元素的选择应考虑具体环境。

**关键词:** 矽肺; 微量元素; 模式识别; 非线性映射

中图分类号: R135.2; O231.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(1999)05-2080-02

## Use of non-linear mapping in diagnosis for silicosis

LI Bing-rui<sup>1</sup>, JIANG Shi-qi<sup>2</sup>, XU Shu-zhen<sup>2</sup>, SHEN Jing-xian

(1. Department of Chemistry, Lanzhou University, Lanzhou 730000 China; 2. Occupational Health Institute of Baiyin Nonferrous Metals Cooperation, Baiyin 730900 China)

**Abstract:** **Objective** To use the pattern of trace elements in non-linear mapping in study on silicosis. **Methods** Ten kinds of trace elements including chromium, zinc, magnesium, aluminum, cadmium, copper, selenium, lead, arsenic and manganese, were analyzed in 42 hair specimens from patients with of silicosis stages I, II and III and 41 hair specimens from healthy controls. Fifty specimens were used as a training set and other 33 as a predictive set. Five-parameter and six-parameter groups were compacted with weighted and correlation analysis and recognized with a non-linear mapping model. **Results** A non-linear mapping was obtained with clear classification. **Conclusion** Trace element pattern recognition in hair specimens with non-linear mapping technique can be used in diagnosis for silicosis with promising prospect. But, it is important to choose adequate trace elements to be analyzed in the light of specific condition.

**Key words:** Silicosis; Trace element; Pattern recognition; Non-linear mapping

近年来微量元素与人类疾病关系的研究日益深入。由于拮抗与协同效应等原因, 这种关系极为复杂, 而计算机模式识别为解决这类难题提供了强有力的手段<sup>1~4</sup>。本文用非线性映射 (NLM) 模式识别技术研究矽肺病人的发样元素谱, 实现了成功的分类。

涉及多因素的观测样本形成高维模式空间中的点集, 而人类却只擅长识别三维以下低维空间中的点集分布。非线性映射就是在保持样本间距离变化尽可能小的前提下, 将高维模式空间中的点集映射到二维平面进行分类。

### 定义误差函数

$$E = \frac{1}{N} \sum_{\substack{j < k \\ j < k}} \frac{(d_{ij} - d_{ij}^*)^2}{d_{ij}}$$

其中,  $d_{ij}$ ,  $d_{ij}^*$  分别是高维和二维空间中两点间距离。映射过程力求  $E$  极小, 最终归结为无约束的非线性规划问题。

我们以白银公司矿区职工为研究对象。根据该矿环境特点和病因研究, 选择 Cr、Zn、Mg、Al、Cd、Cu、Se、Pb、As、Mn 10 种元素, 用示波极谱与原子吸收光谱分析人发样作非线性映射。分析发样 83 份, 其中健康人发样 41 份作为对照组, I、II、III 期矽肺患者发样共 42 份; 在矽肺患者中, I 期占 79%, 以便缩小两组的年龄、环境差异, 突出致病因素, 且使判别模型具有早期预报的实用价值。从 83 个样本中抽取 50 个作为训练集, 33 个作为预测集。计算结果表明: 由上述元素构成的 10 参数组可实现分类, 但包含冗余信息, 借助于权重分析与相关分析, 可进一

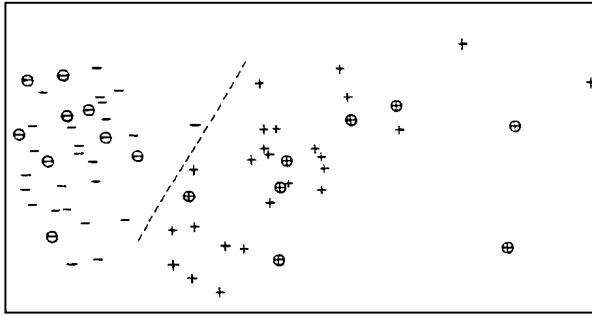
收稿日期: 1998-08-17; 修回日期: 1998-11-20

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目 (ZR-93-103)

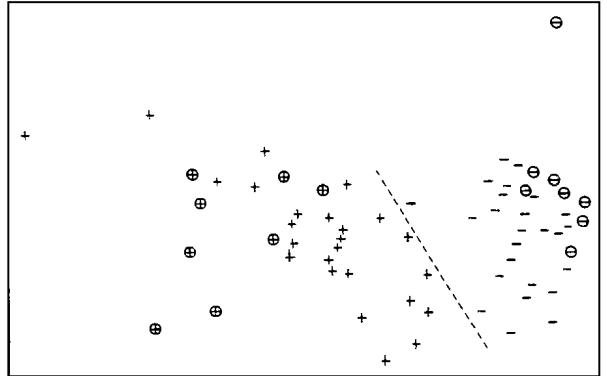
作者简介: 李丙瑞 (1949—), 男, 山西原平人, 副教授, 从事结构化学、量子化学与计算化学的科研与教学。

步压缩为 6 参数组 {Cr, Zn, Mg, Al, Cd, Cu}、{Cr, Zn, Mg, Se, As, Mn} 和 5 参数组 {Cr, Zn, Mg, Al, Cd}、{Zn, Mg, Se, As, Mn}。几种参数组的存在是元素之间复杂

相互作用的结果, 用 {Zn, Mg, Al, Cd, Mn} 则得不到成功分类。6 参数组 {Cr, Zn, Mg, Al, Cd, Cu} 映射图见图 1 (a)、(b)。



(a)



(b)

-: 矽肺组训练集样本, +: 正常组训练集样本  
 ⊖: 矽肺组预测集样本, ⊕: 正常组预测集样本

图 1 {Cr, Zn, Mg, Al, Cd, Cu} 映射图

以上结论针对白银矿区而言, 对于不同的环境, 参数可能存在某些差异, 但 NIM 对矽肺病的研究仍具有重要意义。

(甘肃省人民医院徐秀珍教授对本工作给予热情支持并提出宝贵意见, 柴德玲、丁林立、王长凯、赵欣秀、张之芳等同志作了许多测试工作, 谨此致谢。)

参考文献

[1] Jurs P C and Iserhour T L, Chemical Application of Patten Recognition, Wiley, New York, 1975.  
 [2] 陈念贻, 等. 科学通报, 1985, 30 (2): 159.  
 [3] 徐辉碧, 等. 科学通报, 1985, 30 (14): 1085~1086.  
 [4] 白道彬. 科学通报, 1987, 32 (21): 1678.