

表 4 多元回归分析结果

	正己烷 $r(P)$	甲苯 $r(P)$	苯 $r(P)$	丁酮 $r(P)$
焦虑	0.047 (<0.01)	—	-0.003 1 (<0.01)	—
抑郁	0.229 (<0.01)	-0.006 9 (<0.01)	—	—
恐怖	—	-0.053 (<0.01)	0.075 (<0.01)	—
强迫	0.167 (<0.05)	-0.005 (<0.05)	—	—
敌对	—	—	—	—
偏执	0.167 (<0.05)	—	—	—
人际关系	0.023 (<0.05)	—	—	—
躯体化	0.28 (<0.01)	-0.009 (<0.01)	—	—
精神病性	—	—	0.059 (<0.01)	-0.042 (<0.01)

注：“—”表示有机溶剂与 SCL-90 因子间为负相关关系；“—”表示该有机溶剂未进入回归方程。

3 讨论

3.1 本次调查的对象为接触苯、甲苯、正己烷等有机溶剂混合物的作业工人。除鞋厂的苯、甲苯和电子厂的甲苯浓度外，有机溶剂作业工人生产环境中的各有害因素均未超过国家卫生标准。研究表明，有机溶剂为神经性毒物，其早期、低剂量作用可表现为神经及心理行为功能的改变^[2]。有机溶剂作业工人在生产环境中的苯、甲苯、正己烷等有机溶剂的联合作用下，心理卫生出现一定问题，焦虑、抑郁、恐怖、强迫、敌对、偏执、人际关系、躯体化、精神病性 9 项因子分均显著高于对照组 ($P<0.01$) 和国内常模 ($P<0.01$)。有机溶剂作业工人在生产环境中存在有机溶剂混合物的同时，其生产方

式多为手工操作和劳动密集的流水线作业，工作时间长，工作单调枯燥。有机溶剂作业工人在有机溶剂混合物的作用下心理卫生出现一定问题，与劳动过程所致的“职业性紧张”也有一定关系。

3.2 回归分析显示正己烷、甲苯、苯等有机溶剂为作业工人九项因子分的主要影响因素，其中正己烷主要影响焦虑、抑郁、强迫、偏执、人际关系和躯体化因子；甲苯主要影响抑郁、恐怖、强迫和躯体化因子；苯主要影响焦虑、恐怖和精神病性因子。提示有机溶剂混合物对工人的心理卫生状态确有一定影响。但有机溶剂对工人心理卫生状态的影响程度，以及与“紧张”影响程度的关系尚需进一步研究。

3.3 对不同工厂的有机溶剂作业工人的各 SCL-90 得分分析发现，电子厂工人除敌对一项外，其余八项因子分均显著高于玩具厂工人 ($P<0.01$)；且恐怖、人际关系、精神病性因子分均显著高于鞋厂工人 ($P<0.01$)；三个厂中玩具厂的生产环境最好，其九项因子分也最低；而鞋厂的各有机溶剂浓度最高，电子厂次之，但电子工人的焦虑等各项因子分较高，可能与该厂工人的精细程度和自动化程度高于鞋厂工人，工作紧张程度更大有关。

3.4 本次研究发现，有机溶剂作业工人的心理状态有一定问题，有机溶剂混合物对工人的心理状态有一定的影响，建议改善有机溶剂作业工人的工作环境，开展相应的心理咨询，以保证工人身心健康。

参考文献：

- [1] 王征宇. 症状自评量表(SCL-90)[J]. 上海精神医学, 1984, 2: 68.
- [2] 王蓊兰, 等. 劳动卫生学[M]. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 1995. 15.
- [3] 金华, 等. 中国正常人 SCL-90 评定结果的初步分析[J]. 中国神经精神疾病杂志, 1986, 12(5): 260.

灰色系统理论的关联度分析在噪声监测中的应用

Application of connective analysis from gray system theory to noise monitoring

徐学峰, 杨丽坤, 李雪梅

XU Xue-feng, YANG Li-kun, LI Xue-mei

(大庆市职业病防治所, 黑龙江 大庆 163316)

摘要: 运用灰色系统理论中的关联度分析方法, 分析了大庆油田 1990 年至 1999 年 7 类噪声作业场所监测结果合格率对油田总体噪声监测合格率的影响。结果表明机械加工行业对油田总体噪声监测合格率影响最大。

关键词: 灰色系统; 关联度; 噪声

中图分类号: TB53 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2001)06-0363-03

收稿日期: 2001-01-05; 修回日期: 2001-04-09

作者简介: 徐学峰 (1963—), 男, 黑龙江肇州人, 副主任医师, 从事劳动卫生监督监测及科研工作。

1 资料来源

将油田噪声作业场所按行业、工种的不同划分为采油、化工、混凝土预制、机械加工、发电、物业供热、多种经营 7 类。选用 1990 年至 1999 年油田总体及 7 类噪声作业场所监测合格率为统计数据, 见表 1。监测仪器为 ND-2 型声级计, 执行标准为 GB87-85《工业企业噪声设计规范》及 GB122-88《工业企业噪声测量规范》。

2 关联度计算方法与结果^[2~4]

2.1 数据列的表示法及标化处理

以油田 1990 年至 1999 年总体噪声点监测合格率为参考数据列, 表示为 $X_0(K) = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(10)\}$ 。各类噪声

表 1 油田总体噪声及 7 类噪声作业场所监测合格率(%)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
总体	65.14	64.28	70.36	74.26	80.22	82.66	85.46	83.74	86.78	87.08
采油	86.32	84.72	80.16	90.08	92.24	94.26	95.42	93.78	90.46	88.96
化工	76.38	74.78	76.14	85.54	80.26	90.66	98.24	93.78	87.16	93.64
混凝土预制	66.46	64.24	78.66	75.36	84.78	87.50	75.00	80.26	83.16	75.45
机械加工	54.78	53.46	58.86	63.28	66.45	68.56	71.06	72.26	73.12	74.78
发电	72.28	74.75	78.82	80.86	88.46	90.25	83.55	76.92	86.96	80.58
物业供热	70.78	72.38	70.16	78.34	84.16	77.77	88.46	75.00	74.36	81.82
多种经营	50.46	54.12	60.78	66.08	70.26	70.18	74.44	78.94	84.00	76.66

作业场所监测合格率为比较数据列,并分别表示为 $X_i(K)=\{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(10)\}$, $i=1, 2, \dots, 7$ 。为了便于参考数据列与比较数据列之间数据的比较,我们应采用均值化法,即用该数列中每个数据除以该数列平均值得到新的数列,见表 2。

表 2 处理后的数据列

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
X_0	0.84	0.82	0.90	0.95	1.03	1.06	1.10	1.07	1.11	1.12
X_1	0.96	0.95	0.89	1.00	1.03	1.05	1.06	1.05	1.01	0.99
X_2	0.89	0.87	0.89	1.00	0.94	1.06	1.15	1.09	1.02	1.09
X_3	0.86	0.83	1.02	0.98	1.10	1.14	0.97	1.04	1.08	0.98
X_4	0.83	0.81	0.90	0.96	1.01	1.04	1.08	1.10	1.11	1.14
X_5	0.89	0.92	0.97	0.99	1.09	1.11	1.03	0.96	1.07	0.99
X_6	0.92	0.94	0.91	1.01	1.09	1.00	1.14	0.97	0.96	1.06
X_7	0.74	0.79	0.89	0.96	1.02	1.02	1.09	1.15	1.22	1.12

2.2 求关联系数

每个比较数据列与参考数据列在第 K 个点上的相对差值称为该比较数据列对参考数据列在 K 点的关联系数,用 $\xi_i(K)$ 表示,计算公式为:

$$\xi_{i(K)} = \frac{\min_k |X_0(K) - X_i(K)| + 0.5 \max_k |X_0(K) - X_i(K)|}{\max_k |X_0(K) - X_i(K)| + 0.5 \min_k |X_0(K) - X_i(K)|}$$

式中 $|X_0(K) - X_i(K)|$ 表示为第 K 点 X_0 与 X_i 的绝对差,

$\min_k |X_0(K) - X_i(K)|$ 表示为两极最小绝对差, $\max_k |X_0(K) - X_i(K)|$ 表示为两极最大绝对差。根据表 2 数值计算得到: $\min_k |X_0(K) - X_i(K)| = 0$; $\max_k |X_0(K) - X_i(K)| = 0.15$ 。再分别把其他数值代入上述公式,例如:

$$\xi_1(1) = \frac{0 + 0.5 \times 0.15}{0.84 - 0.96 + 0.5 \times 0.15} = 0.38$$

其余类推,关联系数结果见表 3。

表 3 关联系数表

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ξ_1	0.38	0.37	0.88	0.60	1	0.88	0.65	0.79	0.43	0.37
ξ_2	0.60	0.60	0.88	0.60	0.45	1	0.60	0.79	0.45	0.71
ξ_3	0.79	0.88	0.38	0.71	0.52	0.48	0.37	0.71	0.71	0.35
ξ_4	0.88	0.88	1	0.88	0.79	0.79	0.79	0.71	1	0.79
ξ_5	0.60	0.43	0.52	0.65	0.56	0.60	0.52	0.41	0.65	0.71
ξ_6	0.48	0.38	0.88	0.56	0.56	0.56	0.65	0.43	0.33	0.56
ξ_7	0.43	0.71	0.88	0.88	0.88	0.65	0.88	0.48	0.40	1

2.3 计算关联度

因为关联系数是反映比较数据列与参考数据列第 K 个点上的关联数,信息过于分散,不便于整体上的比较,因此,需对每个比较数据列求与参考数据列关联系数的平均值,分别作为各比较因素与参考因素关联程度的数量表示,并称之为关联度,计做为 γ_{0i} , γ_{0i} 越大,关联程度越大,其计算公式为:

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{K=1}^n \xi_i(K)$$

例如: $\gamma_{01} = \frac{1}{10} (0.38 + 0.37 + \dots + 0.37) = 0.635$

化工 $\gamma_{02} = 0.668$, 混凝土预制 $\gamma_{03} = 0.590$, 机械加工 $\gamma_{04} = 0.851$,

发电 $\gamma_{05} = 0.565$, 物业供热 $\gamma_{06} = 0.539$, 多种经营 $\gamma_{07} = 0.720$ 。

3 讨论

灰色系统理论的关联度分析是分析灰色系统内部各因素之间发展变化的关联程度的一种方法,是分析因素发展变化曲线的几何形状的差别^[1]。它对数据量没有严格要求,原始数据分布类型不限,因素之间发展变化的关系是直线、非直线不限,它可用于卫生系统内部时间序列资料的分析,找出诸因素系统中哪些是主要的,哪些是次要的,找出影响关键变量发展变化的主要因素,为管理和决策提供依据,并且计算方法也比较简便,靠手工计算也完全可以完成。而传统的相关分析对原始数据要求较高,要求样本 (下转第 368 页)

- Toxicology, 1988, 49: 277-282.
- [23] Peters HA, Levine RL, Matthews CG, et al. Extrapyramidal and other neurological manifestations associated with carbon disulfide fumigant exposure [J]. Arch Neurol, 1988, 45: 537-540.
- [24] Frumkin H. Multiple system atrophy following chronic carbon disulfide exposure [J]. Environ Health Perspectives, 1998, 106 (9): 611-613.
- [25] Sugimura K, Kabashima K, Tatetsu S, et al. Computed tomography in chronic carbon disulfide poisoning [J]. Brain Nerve, 1979, 31: 1245.
- [26] Huang CC, Chu CC, Chen RS, et al. Chronic carbon disulfide encephalopathy [J]. Eur Neurol, 1996, 36 (6): 364-368.
- [27] 刘松影. 职业性 CS₂ 接触对行为功能的影响 [J]. 工业卫生与职业病, 1995, 2 (1): 19-21.
- [28] 周晓蓉, 孙荣昆, 焦小云, 等. 黏胶纤维厂二硫化碳作业工人行为功能的研究 [J]. 中国工业医学杂志, 1989, 2 (4): 12-15.
- [29] 周晓蓉, 牛利辉, 张寿林, 等. WHO "NCTB" 在 CS₂ 作业工人健康监测方面的应用 [J]. 卫生研究, 1991, 20 (5): 44-46.
- [30] 范广勤, 胡天平, 冯昶, 等. 二硫化碳对作业工人神经行为功能影响的研究 [J]. 职业医学, 1995, 22 (5): 4-5.
- [31] 杨红光, 高艳华, 梁友信, 等. 职业性接触二硫化碳对神经行为功能影响研究 [J]. 职业医学, 1996, 23 (6): 1-3.
- [32] 高艳华, 杨红光, 梁友信, 等. 接触二硫化碳工人的神经行为改变及生物学监测 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1996, 14 (5): 284-286.
- [33] 高艳华, 傅慰祖, 梁友信, 等. 二硫化碳所致神经行为及电生理改变的研究 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16 (6): 353-354.
- [34] 王菁, 陈炜, 杨敏华, 等. NES-C₃ 在二硫化碳接触工人神经行为测试中的应用 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1999, 17 (6): 353-354.
- [35] Namou H, Yasutake O, Akira O, et al. Across-sectional study on the brainstem auditory evoked potential among workers exposed to carbon disulfide [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1992, 64 (5): 321-324.
- [36] Langauer LH, Zajac NM, Kazibutowska Z, et al. Value of multimodal evoked potentials in the assessment of the neurotoxic effects of carbon disulfide [J]. Neurol Neurochir Pol, 1990, May-Aug, 24 (3-4): 164-171.
- [37] Skora A, Langauer LH, Kazibutowska Z, et al. Visually evoked potentials and simple reaction times to visual stimuli in chronic disulfide intoxication [J]. Pol J Occup Med, 1990, 3 (3): 293-299.
- [38] 江滨, 张寿林, 黄金祥, 等. 二硫化碳作业工人临床神经电生理研究 [J]. 中国工业医学杂志, 1998, 11 (1): 4-7.
- [39] 宓哲伟, 陶庭芬, 丁慧兰, 等. 健康成人和二硫化碳作业工人的 P₃₀₀测定 [J]. 中国工业医学杂志, 1992, 5 (2): 98-100.
- [40] Sinczak WH, Szymczak M. Rhythm patterns of basic brain bioelectric activity in workers chronically exposed to carbon disulfide [J]. Int J Occup Med Environ Health, 1997, 10 (4): 429-440.
- [41] 吕孔福, 汪荣宝. 二硫化碳对作业男工神经系统影响观察 [J]. 劳动医学, 1999, 16 (3): 167-168.
- [42] 余玉琴, 王中标, 张锡常, 等. 二硫化碳对作业工人脑电图的影响 [J]. 中国工业医学杂志, 2000, 13 (5): 282.
- [43] 陶庭芬, 张自珍. 长期接触二硫化碳的工人脑电图分析 [J]. 劳动医学, 1998, 15 (1): 24-25.
- [44] 江滨, 张寿林, 黄金祥, 等. 慢性二硫化碳中毒的临床神经电生理研究进展 [J]. 卫生研究, 1997, 26 (6): 369-373.
- [45] 江滨, 张寿林, 黄金祥, 等. 175 名二硫化碳作业工人神经肌电图分析 [J]. 卫生研究, 1998, 27 (2): 84-86.
- [46] 何凤生. 职业性中毒性周围神经病的研究进展 [J]. 卫生研究, 1983, 12 (2): 43-60.
- [47] Dyck PJ, Thomas PK, Lambert EH, et al. Peripheral neuropathy [M]. Second Edition. Philadelphia, W B Saunders Co, 1984. 2118-2120.
- [48] 李六一, 宋新光, 王霞. 二硫化碳致周围神经损害的临床与肌电图诊断 [J]. 工业卫生与职业病, 2000, 26 (1): 42-43.
- [49] Johnson BL, Boyd J, Bug JR, et al. Effects on the peripheral nervous system of workers' exposure to carbon disulfide [J]. Neurol Toxicol, 1983, 4 (1): 53-65.
- [50] Corsi G, Maestrelli P, Picotti G, et al. Chronic peripheral neuropathy in workers with previous exposure to carbon disulfide [J]. Br J Ind Med, 1983, 40 (2): 209-211.
- [51] Che CC, Chang HC, Shyan CR, et al. Polyneuropathy induced by carbon disulfide in viscose rayon workers [J]. Occup Environ Med, 1995, 52 (6): 404-407.

(上接第 364 页) 量足够大, 并要求数据呈典型的正态分布, 变量间呈直线相关。因此灰色关联度分析比传统的统计方法在处理这方面资料上更恰当一些。

本文就是运用了灰色系统理论中的关联度分析方法, 分析了大庆油田 1990~1999 年 7 类噪声作业场所噪声监测合格率对油田总体噪声监测合格率的影响。统计结果表明机械加工行业对油田总体噪声监测合格率影响最大。要想提高油田总体噪声监测合格率, 必须首先从机械加工行业着手, 投入资金, 改进工艺, 加强监督监测, 减少噪声的危害。

在卫生系统分析中, 灰色系统理论的关联分析运用得还

比较少, 值得今后进一步探索。

参考文献:

- [1] 邓聚龙. 灰色预测与决策 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1986. 104.
- [2] 罗庆成, 徐国新, 等. 灰色关联分析与应用 [M]. 江苏科技出版社, 1989.
- [3] 王增珍, 李君荣, 等. 关联度分析及其他相关分析的比较 [J]. 中国卫生统计, 1991, 8 (6): 22.
- [4] 马燕. 灰色系统理论的关联度分析法在社会医学研究领域的应用 [J]. 中国社会医学, 1991, 4 (35): 22.