

二硫化碳神经毒性的临床研究

张寿林

(中国预防医学科学院劳动卫生职业病研究所, 北京 100050)

摘要: 二硫化碳 (CS₂) 中毒主要表现为神经系统受损。短间接接触高浓度二硫化碳, 可引起急性中毒性脑病; 长期接触低浓度二硫化碳者, 主要表现为周围神经病或亚临床周围神经病。神经-肌电图检查可见失神经电位等神经原性损害或周围神经传导速度减慢及其远端潜伏期延长。神经肌电图检查是诊断慢性二硫化碳中毒周围神经病的一项客观而敏感的指标。

关键词: 二硫化碳; 中毒; 诊断; 神经电生理检查

中图分类号: R595 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2001)06-0365-04

Clinical studies on neurotoxicity caused by carbon disulphide

ZHANG Shou-lin

(Institute of Occupational Medicine, Chinese Academy of Preventive Medical, Beijing 100050, China)

Abstract: Carbon disulphide (CS₂) poisoning mainly causes damage to the nervous system. Exposure to CS₂ at high level for a short-term can cause acute toxic encephalopathy and exposure at low level for a long-term can cause peripheral neuropathy or sub-clinical peripheral neuropathy. Neuro-electromyographic examinations for CS₂ poisoning showed neurogenic damage, such as denervated potential, slowed nerve conduction velocity, prolonged distal latency, which are objective and sensitive indicators for diagnosis of chronic CS₂ poisoning.

Key words: Carbon disulphide; Poisoning; Diagnosis; Neuro-electromyograph

二硫化碳 (Carbon disulphide, CS₂) 是一亲神经毒物, 广泛用于生产粘胶纤维、玻璃纸、四氯化碳、橡胶硫化、熏蒸以及作为脂肪、树脂、蜡、漆、樟脑、硫、磷、碘的溶剂, 因此在这些作业中均有接触二硫化碳的机会。1856 年 Delpech 首先报告了 24 例二硫化碳中毒病例^[1]。1899 年 Laudenheimer 报告了德国橡胶硫化作业发生 50 例以急性精神病为主要表现的二硫化碳中毒病例, 从而引起世人的注意^[1]。20 世纪初, 粘胶纤维工业出现, 随着粘胶纤维工业的发展, 二硫化碳中毒病例不断出现, 且多为急性中毒或慢性重度中毒^[1]。20 世纪 60 年代以来随着技术进步, 劳动卫生的加强及防护意识的提高, 二硫化碳所致职业危害也在一定程度上得到了控制, 因此, 接触二硫化碳作业者已很少出现明显的神经系统损害, 多数表现为正常或亚临床中毒^[2-3]。为了修订《职业性慢性二硫化碳中毒诊断标准及处理原则》(GB3233-82), 本文就二硫化碳对神经系统的毒作用作一综述。

1 中枢神经系统

1.1 临床研究

二硫化碳急性中毒多发于 19 世纪末至本世纪中期, 因生产事故时意外接触高浓度二硫化碳后发生, 主要表现为急性

中毒性脑病^[16-17]。轻度中毒患者表现为头痛、头晕、恶心、呕吐、严重失眠、恶梦、酒醉感、步态不稳; 重度中毒可出现精神病, 表现为精神运动性兴奋、谵妄、幻觉、妄想和自杀倾向, 也可因脑水肿产生颅内压增高表现。患者意识丧失, 瞳孔缩小, 出现强直性与阵挛性抽搐, 可因呼吸中枢麻痹而死亡^[1, 16-17]。有学者提出短时接触浓度在 3 000~5 000 mg/m³ 时的二硫化碳时可发生急性与亚急性中毒, 而当二硫化碳在 10 000 mg/m³ 时, 接触者迅速发生昏迷与死亡^[1]。近年来已很难见到急性中毒病例报告。

长期接触较低浓度的二硫化碳或间有短暂的较高浓度后, 可发生慢性二硫化碳中毒。表现头痛、头晕、失眠、多梦、乏力、记忆力减退、易激动、情绪障碍等脑衰弱综合征及心悸、手心多汗、性功能减退等自主神经功能紊乱。严重者可出现精神症状, 表现易怒、抑郁、定向力障碍、幻觉、妄想, 甚至可出现躁狂性或抑郁性精神病^[1, 19, 20]。部分中毒患者出现偏瘫、假性球麻痹、前庭与小脑功能障碍及巴金森氏综合征^[1, 17, 21-24]。挪威学者报告 16 名长期从事粘胶纤维生产的工人, 除有神经精神症状外, 脑部 CT 检查 13 例显示异常, 表现全脑或脑局限性萎缩^[21]。Sugimura 等对 14 例慢性二硫化碳中毒性脑病患者 CT 检查, 其中 10 例显示脑萎缩, 8 例出现低密度阴影^[23]。台湾学者报告 10 例慢性二硫化碳中毒性脑病, 其中 3 例脑部 CT 显示轻度皮层萎缩, 3 例基底神经节出现低密度阴影; 脑 MRI 示 4 例皮层萎缩, 4 例基底神经节和放射冠

收稿日期: 2001-08-24

作者简介: 张寿林 (1936-), 男, 江苏南京人, 研究员, 主要从事中毒性神经病的临床与科研工作。

出现多灶性损害,显示脑部损害多在基底神经节与皮层下白质^[29]。因此,脑部CT检查对长期从事二硫化碳作业患者可能不失为一项重要的检查手段^[21]。

1.2 神经行为功能测定

长期接触低浓度二硫化碳工人可出现高级神经活动失调,其症状一般缺乏特异性,且常不具备客观体征,所表现的神经行为改变难以用一般神经精神检查方法加以定量分级。因此,近年来国内外学者应用神经行为学方法检测二硫化碳对中枢神经系统的效应^[22, 27~31]。神经行为测试采用WHO推荐的神经行为核心成套测验(WHO Neurobehavioral Core Test Battery, NCTB),包括反映情感状态的POMS问卷及神经行为操作测试。周晓蓉等对124名粘胶纤维工及100名服务行业工人进行检查,发现接触二硫化碳的粘胶纤维工人在情感、注意力、记忆力、手工操作敏捷度等方面较对照组为差,其改变程度与接触毒物浓度呈正相关,认为该项检查适合于现场,值得推广应用^[29]。高氏提出长期接触二硫化碳可影响神经行为,主要表现为记忆、感知、协调及运动稳定性降低,并发现神经行为与尿TTCA含量具有较好的相关性^[32]。并认为神经行为测试可作为反映二硫化碳毒作用及低浓度接触二硫化碳工人健康监护的敏感指标^[33]。王菁等将多媒体(NES-C₃)应用于二硫化碳作业工人的神经行为功能测试中,发现长期接触二硫化碳者负性情绪增加,眼手协调能力和瞬时记忆功能下降,这是首次将NES-C₃应用于二硫化碳作业工人的神经行为测试,其有效性和特异性有待进一步证实^[34]。鉴于神经行为方法受影响因素较多,特异性不足,主要用于群体间的比较,不能作为二硫化碳中毒的诊断指标。

1.3 脑诱发电位(evoked potential)的研究

应用躯体感觉性刺激及声、光刺激诱发电位的中枢神经系统的生物电活动称大脑诱发电位。它通常包括体感诱发电位(somatosensory evoked potentials SEP)、视觉诱发电位(visual evoked potential, VEP)和脑干听觉诱发电位(brainstem auditory evoked potential, BAEP),以此检测这些感觉通路的功能。张氏等对50名二硫化碳作业工人进行大脑体感诱发电位研究观察到接触组脊髓传导时间(N₂₀-N₂₈)较对照组延长,脊髓传导速度较对照组减慢,在统计学上差异具有显著性,而脊髓以上中枢传导时间与对照组比较差异无显著性,因此,从电生理上支持二硫化碳中毒引起的周围神经损害符合中枢周围远端型轴索病^[3]。Mamonu等对二硫化碳作业工人的脑干诱发电位研究表明,二硫化碳对听觉系统的损伤是蜗后性的,表现为V波潜伏期及III V峰间潜伏时延长,而且这种神经毒作用是可以恢复的,认为这是二硫化碳影响听觉传导通路的结果^[35]。日本作者对40名二硫化碳作业工人(其中慢性二硫化碳中毒21人)进行SSEP和VEP测定,发现SSEP中N₁₁、N₁₉、N₂₀和P₁₀₀潜伏时接触组较对照组明显延长,其中SSEP N₂₀波潜伏时延长25人,波幅增高33人;P₁₀₀潜伏时26人左右有明显差异,25人延长,认为这是二硫化碳对SSEP通道中周围与中枢部分及视通道中枢的神经毒性作用^[36]。Sikora等通

过对21例慢性二硫化碳中毒病人检查发现视觉通道上脑部功能障碍可影响视觉刺激的运动反应速度^[37]。也有报告长期接触低浓度二硫化碳脑诱发电位影响不明显^[3, 14, 38]。P₃₀₀也是一种诱发电位,又称认知电位(Cognitive potential),它是在有关刺激出现后300 ms左右,用头皮电极可记录到一个主峰向下的波,它的测定有助于估计认识功能障碍。宓氏等对40名从事二硫化碳作业工人进行P₃₀₀测定,与健康人对照发现其潜伏时及波幅均在正常范围。但将其中31名有头昏、头痛、失眠、多梦、乏力、记忆力减退、易激动等症状的工人组和9名无症状的工人组与健康对照组比较,发现有症状的工人组P₃₀₀潜伏时显著长于健康人群,可能为大脑皮质功能受影响所致。提示P₃₀₀作为研究长期从事二硫化碳作业工人脑功能变化的群体检查指标,有一定意义,是否能作为亚临床中毒的检查指标,尚待进一步研究^[39]。

1.4 脑电图检查

国内外二硫化碳作业工人的脑电图有不少报告^[1, 40~43]。70年代国外报告均表明二硫化碳作业工人异常脑电图较对照组明显增高,异常率高达33%~52%^[1]。1997年Sinczuk等对188名长期从事粘胶纤维作业的工人进行脑电图检查,发现无论有无脑衰弱综合征,脑电图通常被认为是正常的,但发现有症状组 α 波频率明显波动(3~4 Hz)与左右不对称占45.7%,作者认为二硫化碳作业工人具有脑衰弱综合征者, α 波节律明显波动与不对称可作为二硫化碳中枢毒性的亚临床表现^[40]。吕氏对72名二硫化碳作业工人检查,发现脑电图异常率为16.4%,明显高于对照组,但文中提示脑电频率、波形、波幅及位相等任何一项明显异常即判断为脑电图异常^[41]。余氏等认为脑电图中度异常对慢性二硫化碳中毒的诊断有一定价值^[42]。台湾报告的10例慢性二硫化碳中毒脑病患者脑电图检查结果全部正常^[29]。各家报道的异常率差异原因可能与接触二硫化碳浓度、时间、选择对象及操作方法上差异有关^[44]。此外,评定异常的标准也需力求统一。因此,脑电图不宜作为二硫化碳中毒特异性诊断指标,仅可作为诊断时的参考。

2 周围神经系统损害的研究

2.1 临床表现

周围神经系统是二硫化碳毒作用的主要靶器官之一,特别是长期接触较低的浓度,二硫化碳主要引起周围神经病^[16, 23, 47]。周围神经病表现为四肢远端麻木、感觉异常、下肢无力、腓肠肌疼痛。检查可见四肢远端呈手套、袜套样分布的痛觉、触觉及音叉震动觉减退,多呈对称性分布,下肢更为明显。跟腱反射减弱。重度中毒患者出现运动障碍、行走困难、四肢力弱,大小鱼际肌、骨间肌、腓肠肌不同程度萎缩、跟腱反射消失^[1, 23, 47]。Vasilescu等报告30例二硫化碳中毒,其中6例远端肌肉萎缩,6例跟腱反射减弱或消失^[21]。近年来国内外所报告的中毒性周围神经病例,其临床特点是以肢体感觉障碍为主的轻度周围神经病,而以运动障碍为主的重度周围神经病已很少见到^[1]。

2.2 神经肌电图的研究

Lukas (1969 年) 第一个报告二硫化碳作业工人周围神经运动传导速度减慢, 以后一些作者也证实了长期接触二硫化碳 (浓度为 20~80 ppm) 工人及中毒患者神经肌电图检查发现运动及感觉神经传导速度减慢、远端运动潜伏期延长及肌电图呈神经源性改变^[19]。何氏指出二硫化碳引起的中毒性神经病以轴突变性为主要病变^[49]。远端轴突病在肌电图上表现为肌肉放松时有较多的失神经电位 (如纤颤波、正锐波)、小力收缩时运动单位平均时限延长、多相电位增多, 大力收缩时运动单位数量减少, 不能重叠产生干扰相。Vasilescu 等对 30 名慢性二硫化碳中毒患者进行肌电图检查, 其中 22 人具有周围神经病的症状, 8 人有周围神经病客观体征, 结果显示 50% 患者远端肌肉在放松时出现纤颤波, 20% 患者多相电位增多^[21]。李氏等对 24 例长期从事二硫化碳作业的工人进行了肌电检查, 发现 14 例插入电位延迟, 19 例有纤颤波或正锐波, 轻收缩时运动单位时间延长 7 例、波幅增高 5 例、多相电位增多 12 例, 大力收缩时运动单位减少 20 例, 显示了周围神经轴索损害的肌电图特征^[48]。近年来, 由于工作场所二硫化碳浓度降低, 一些作业工人虽无明显周围神经损害体征, 但通过神经肌电图检查, 可发现亚临床周围神经病^[2, 3, 18, 45, 49, 50, 51]。张氏等报告 130 名粘胶纤维生产工人神经肌电图检查, 110 例显示有神经原性损害, 其中 61 例临床上无明显周围神经病的体征; 在受检的 779 条神经中, 278 条 (35.7%) 神经远端潜伏期延长, 而神经干传导速度减慢只占 8.6%^[13]。江滨等报告的 175 名二硫化碳作业工人中, 34 名无周围神经病的体征, 神经肌电图显示有神经原性病变, 从而提高 53.7% 检出率^[43]。因此, 神经肌电图改变是二硫化碳所致周围神经病的一项早期客观指标。二硫化碳所致周围神经病是以远端轴索为主, 后者除在肌电图上表现为神经原性损害外, 常表现为远端潜伏期延长、远端感觉诱发电位降低^[2, 3, 45, 46, 51, 52]; 而神经干传导速度影响较小, 即使减慢, 也未超过正常对照值的 30%^[2, 3, 43]。

综上所述, 神经肌电图检查, 可早期发现二硫化碳中毒性周围神经病, 因此, 从预防和早期诊断观点出发, 对长期从事二硫化碳作业的工人广泛开展这一检查是非常必要的。

参考文献:

- [1] WHO. Environmental Health Criteria 10. Carbon disulfide [S]. Geneva: WHO, 1979.
- [2] 张寿林, 刘细保, 胡伟来, 等. 130 名二硫化碳作业工人神经肌电图分析 [J]. 中国工业医学杂志, 1991, 4 (3): 11-13.
- [3] 张哲民, 刘细保, 杨师, 等. 二硫化碳作业工人的神经肌电图及大脑诱发电位研究 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1992, 10 (2): 71.
- [4] 陈自强, 于继慧, 曲德祯. 低浓度二硫化碳对周围神经传导速度的影响 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1987, 5 (2): 67-71.
- [5] 傅慰祖, 沈红, 陶庭芬, 等. 低浓度接触二硫化碳职业危害的流行病学研究 [J]. 劳动医学, 1998, 15 (1): 18-21.
- [6] 傅慰祖, 梁友信, 张胜年. 职业性接触 CS₂ 的危害及其容许浓度的研究 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16 (6): 335-338.
- [7] 周梅, 毛玉明, 张恒, 等. 二硫化碳对作业工人健康影响的调查研究 [J]. 职业卫生与病伤, 1998, 13 (1): 20-21.
- [8] 汪根威, 傅慰祖, 项翠琴, 等. 长期接触低浓度二硫化碳对工人健康的影响 [J]. 职业卫生与应急救援, 2000, 18 (4): 174-177.
- [9] 陶宁, 毕勇毅, 王福元. 二硫化碳对作业工人神经系统功能影响的研究进展 [J]. 劳动医学, 2000, 17 (2): 105-107.
- [10] Takebayashi T, Omae K, Ishizuka G, et al. Cross sectional observation of the effects of carbon disulphide on the nervous system, endocrine system and subjective symptoms in rayon manufacturing workers [J]. Occup Environ Med, 1998, 55 (7): 473-479.
- [11] Ruijten MWMM, Salle HJA, Verberk MM. Verification of effects on the nervous system of low level occupational exposure to CS₂ [J]. Br J Ind Med, 1993, 50: 301-307.
- [12] Ibid. Special nerve functions and colour discrimination in workers with long term low exposure to carbon disulfide [J]. Br J Ind Med, 1990, 47: 589-595.
- [13] Johnson BL, Boyg J, Burg JR, et al. Effects on the peripheral nervous system of workers exposure to carbon disulfide [J]. Neurotoxicology, 1983, 4 (1): 53-65.
- [14] Reinhardt F, Drexler H, Bickel A, et al. Electrophysiological investigation of central, peripheral and autonomic nerve function in workers with long term low level exposure to carbon disulfide in the viscose industry [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1997, 70 (4): 249-256.
- [15] Ibid. Neurotoxicity of long term low level exposure to carbon disulphide: results of questionnaire, clinical neurological examination and neuropsychological tests [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1997, 69 (5): 332-338.
- [16] Sippäkinen AM. Neurophysiological approaches to the detection of early neurotoxicity in humans [J]. CRC Critical Review in toxicology, 1988, 18 (4): 254-298.
- [17] 何凤生. 中华职业医学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 362-366.
- [18] Vanhoome M, Ceulemans L, Debacquer D, et al. An epidemiological study of the effects of carbon disulfide on the peripheral nerves [J]. Int J Occup Environ Health, 1995, 1: 295-302.
- [19] 虞清旺, 杨艳贞. 慢性轻度二硫化碳中毒精神障碍 1 例 [J]. 工业卫生与职业病, 2000, 26 (1): 50.
- [20] Beauchamp RO, Bus JS, Popp JA, et al. A Critical review of the literature on carbon disulfide toxicity [J]. CRC Critical reviews in Toxicology, 1983, 11 (3): 169-278.
- [21] Vasilescu C, Florescu A. Clinical and electrophysiological studies of carbon disulphide polyneuropathy [J]. J Neurol, 1980, 224: 59-70.
- [22] Aaserud O, Gjerstad L, Nakstad P, et al. Neurological examination, computerized tomography, cerebral blood flow and neuropsychological examination in workers with long term exposure to carbon disulfide [J].

- 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.