

3. 如何将低剂量 ^{210}Po 动物试验资料外推到人,其方法还须深入研究。

参 考 文 献

- [1] Obe G. et al., *Mut. Res.*, **92**, 309 (1982).
- [2] Edward, P. R., *Sciencel*, **143**, 274 (1964).
- [3] Hill C. R., *Nature*, **208**, 423[†](1965).
- [4] Parfenov, Yu. D., *Atom. Energy. Rev.*, **2**(75), 143 (1974).
- [5] Beverly, S. C. et al., *Rad. Res.*, **79**, 126 (1979).
- [6] 李占仓等, 中华放射医学与防护杂志, **4** (1), 56 (1981).
- [7] 曾尔康等, 辐射防护, **6** (1), 52 (1981).
- [8] Mussalo-Rauhameh, *Health Phys.*, **2** (49), 269

(1985).

- [9] 俞秋蓉等, 放射卫生, **2** (2), 75 (1989).
- [10] 村松晋, *Radioisotops*, **7** (25), 46 (1976).
- [11] Martell E. A., *Nature*, **249**, 215 (1974).
- [12] Task Group Onlung Dynamics, *Health Phys.*, **12**, 173 (1966).
- [13] Serermark, R. et al., *Arch. Environ. Health.*, **14**, 585 (1967).
- [14] Rajewsky, B et al. *Nature*, 209, 1312 (1966).
- [15] Radford, E. P. et al., *Science*, **143**, 247 (1964).
- [16] Little, J. B. et al., *New. Eng. Med.*, **273**, 1343 (1965).
- [17] Little, J. B., *Science*, **188**, 737 (1975).
- [18] NCRP:report-56, 36 (1975).

(收稿日期: 1990 年 3 月 5 日)

恶臭的研究及官能测定

姚 认 宇

(北京市机电研究院环保所)

摘要 本文介绍关于恶臭形成、相互作用、强度等研究成果和几种研究方法。推荐一种出色的官能测定法——三点比较式臭袋法,涉及基准臭、人员选择、采样与测定方法、数据处理、官能法控制标准及该法特点等内容。并简述了官能测定的新进展。

关键词: 恶臭;官能测定;三点比较式臭袋法。

恶臭是对人产生嗅觉伤害、引起疾病的公害。《中华人民共和国大气污染防治法》第 26、28、31 条已对防治恶臭污染做出了规定。恶臭物质种类多、浓度低,仪器监测困难大,有时还与人的感觉相异。国外深入开展了恶臭的官能研究及测定,本文对此加以介绍。

一、恶臭的阈值和感觉强度

许多物质(如有机硫、无机硫、胺类及氨、吡啶类、酮醛酸酯类、烃类、有机氯等)因结构性质不同,产生各类恶臭。恶臭物质分子选择性地作用于嗅觉细胞,形成单分子吸附,激活嗅细胞,随着能量变化及电子迁移过程,形成神经反应,产生臭感^[1]。用解析法研究臭感与发臭物结构,所得的解析式涉及原子种

类与个数、官能团、碳链、极性等多项因素。红外光谱表明,臭感与发臭物结构及其振动有关。

阈值是人对臭气物质能感觉到的最小刺激量。某臭气物质用无臭气体稀释到某一倍数时,不能判断是否有臭、达到无臭点,用此时发臭物含量或稀释倍数表示或求算其阈值,叫下行法。向无臭气体加发臭物,达到有臭点,求其阈值,此即上行法^[2]。测定了许多物质的阈值,利用阈值可确定优先控制的发臭物^[3]。

设臭气的刺激强度为 C , 其变化为 ΔC 。 $\Delta C/C$ 引起嗅觉变化,该变化及嗅阈值测定均受臭气种类、刺激强度、刺激方式及时间、应答方式及判断标准、本底、年龄及生理心理因素等影响。刺激时间稍长,嗅觉就会疲劳,

对臭气的感觉强度就会减弱或消失^[4,5]。

恶臭通常是多种成分的复合臭。各成分臭均在阈值以下时,复合臭可以很臭。某成分臭的阈值会因共存成分臭的存在而改变。成分臭之间存在的相互加强、附加、减弱的作用因阈稀释倍数而异。成分臭种类及浓度的变化对复合臭产生不同影响,导致各种类型的臭感;成分相同时,起主要作用的成分臭因浓度而异^[2,6]。用矢量法分析复合臭时,各成分臭各用一矢量表示,复合臭是各矢量的合成。成分臭性质越相似,它们矢量的夹角越小^[7]。

日本制定了恶臭的感觉强度分级(表1)^[8],美国也有类似分级。

表 1 日本的恶臭感觉强度分级

感觉强度 I (级)	感 觉
0	无臭
1	勉强感到有臭(检知阈)
2	能辨认是何种臭的较弱臭味(认知阈)
3	能感觉到的不太讨厌的臭味
4	较强的臭
5	非常强烈的臭

臭气的感觉强度 I 与刺激强度 C (ppb 或臭气浓度 Y) 的关系为:

$$I = K \lg C$$

K 为常数,对单一臭,与物质有关,对复合臭与浓度比有关^[5,9]。近代研究表明,设嗅度为刺激浓度与阈浓度之比,嗅觉诱发脑电波振幅与嗅度之间也存在类似上式的关系。

研究臭气性质及相互作用、臭气分子的吸附过程、嗅觉选择部位与复合臭感觉强度的关系后得到:室温下,臭气温度变化 10°C , I 有 0.1—0.5 级左右相反的变化。高温使嗅觉麻痹。湿度在 50% 以上较好,但湿度增加感度减小^[10]。因嗅觉选择部位面积随温度变化而变化, I 可能有极值。若臭气稀释 a 倍无臭感,在 $I = K \lg a + 2R$ 中, R 为容器固有臭常数。若用玻璃瓶或充分清洗的臭袋, R 趋于零^[11]。粉尘可能会使 I 增加。

二、恶臭的官能测定

50 年代,美国开始恶臭的官能测定。提出注射器法后,经改进定为 ASTM 标准方法。日本扬弃了此法,开发了三比较式臭袋法,提高了准确性,是官能法中较好的一种,日本已将它定为标准方法^[8],日美已广泛用于恶臭测定。

(一) 三点比较式臭袋法^[12]

1. 嗅觉检验使用的基准臭

通过对嗅觉缺失及物质性质等的研究,认为有几十种基准臭。日本用嗅力测定确定了五种^[13],按 10^{-n} (W/W) 浓度系列稀释,测得其检知阈及认知阈均值与标准偏差 SD 。嗅力在 $-1.5 SD$ 以上认为正常。用无臭液(水、液体石蜡、链烷烃等)配制基准臭检验液(表 2)。

表 2 五种基准臭

编号	名 称	检验液				P 标准液
		$\bar{x}$	SD	$-1.5SD$	选定 n	m
A	β -苯乙醇	5.35	0.95	3.92	4.0	5.2
B	甲基环戊二酮	5.36	0.66	4.38	4.5	5.6
C	异戊酸	6.01	0.73	4.92	5.0	6.0
D	γ -十一酸内酯	5.49	0.76	4.35	4.5	5.1
E	3-甲基吲哚	6.40	0.96	4.97	5.0	6.1

为检查嗅力障碍,按 10^{-n} 稀释配成五种基准臭的标准液($s = m - k$, $k = -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$, 共 8 个浓度级)。从 A 到 E,从 $k = -2$ 到 $k = 5$,间隔 2 min,嗅,用纸沾的臭液,记录检知和认知浓度级后,求平均嗅觉阈值 P :

$$P = (a + b + c + d + e) / 5$$

a, b, c, d, e 为各基准臭的认知或检知浓度级(用认知值较好),按表 3 判定嗅力情况^[13]。

对基准臭还有其它研究,也可只用 B、C、E 三种。

2. 嗅辨人员的“5-2”选择法及训练

人员可为 18—40 岁,无鼻腔疾病及慢性

表3 嗅力检查表

P 值	嗅力	P 值	嗅力
0—1	正常	4.1—5.5	高度减弱
1.1—2.5	轻度减弱	>5.5	失脱
2.6—4.0	中度减弱		

对最高浓度级仍不能辨别,该浓度级 k 值加 1.

病,忌烟酒,与恶臭污染事件无利害关系。性别影响不大,但应包括男女成员。5条滤纸中,2条沾有某基准臭的检验液,其余沾无臭液,所沾试液不能滴下。5条滤纸外观一样。被试者嗅纸条(不能触鼻),选出有臭的2条。纸条用一次后扔入密闭盒。每人可嗅几次。可在每日相同时间测4—5次,连测4—5日。五种基准臭全测对者为合格(可同时求P值查嗅力)。除意外情况,嗅觉5年(40岁以上者3年)内稳定。

所选嗅辨人员应全面了解官能实验,逐步认知臭气。嗅辨当天不化妆,身体无不适,精神愉快。嗅辨组为6人,或因臭气而异。

3. 嗅辨室、器材及采样

嗅辨室含嗅辨间、休息间、配样间,应在17—25℃恒温,湿度在45—70%,通风,无臭味,无烟等异味,轻松安静。用聚酯、聚四氟乙烯、聚酯-铝箔复合膜、聚乙烯、硬质氯乙烯、硅橡胶、玻璃等制采样袋、真空瓶、连接管路、鼻罩等^[14]。在臭气最浓时,用臭气洗采样袋后,采3—20L气样,于当天测定。记录臭气的性质、生产状况、气象条件等。注意除去臭气气样中的尘和水汽。用减压 $\frac{1}{10}$ 的干燥真空瓶采取高温高湿的臭气。采样后避光。袋在充分清洗后可再用。

4. 官能测定操作

用注射器将一定量的臭气样品注入一个已充有无臭气体的3L气袋,再用无臭气体充满至3L,求稀释倍数;另取二个3L气袋充满无臭气体;连接袋与鼻罩。三个袋外观无区别。按 $\Delta C/C$ 原理,各嗅辨员轻轻挤压气

袋,利用鼻罩分别嗅三个袋内气体的气味,挑出臭气袋,记下编号。每个稀释倍数可嗅2—5次,再嗅下一个稀释倍数。稀释倍数可按三倍系列:30、100、300、1000、……。10万倍以上可先制成1000倍样品再稀释。稀释气(如氮气、空气)可干燥并用活性炭净化,也可再湿化。测一个样约30—45min,两个样之间可休息15min,每天测6—9个样。

5. 官能测定结果的表示与数据处理

用臭气浓度 Y 和臭气指数 Z 表示官能测定结果, $Z = 10 \lg Y$ 。

日本环境厅对应于臭气强度2.5、3、3.5级设立的企业界线处 Y 值控制标准各为:10、30、70,对5—30m、30—50m、50m以上的排气筒规定为界线处的60倍、100倍、200倍^[8]。东京都 Y 值标准为:在工业、商业、一般地区,对排出口规定为1000、500、300,对企业界线规定为20、15、10^[19]。近来已有 Z 值控制标准^[15]。

(1) 污染源算法 按三倍系列稀释。对某个稀释倍数若不能正确嗅出,或整个小组中只有一人正确嗅出,整个小组停止嗅辨。三个袋中的臭袋被正确嗅出时称为正解,否则叫误解,记录各个组员在各个稀释倍数时的正误解。求每位组员的个人阈值 X_i :

$$X_i = \frac{\lg a_1 + \lg a_2}{2}$$

其中, a_1 为第 i 位组员正解时的最大稀释倍数, a_2 为第 i 位组员误解时第一个稀释倍数。除去个人阈值中的一个最大值和一个最小值,求剩余4个个人阈值的平均值 $\bar{X}$,作为小组阈值。求臭气浓度 Y (举例如下):

$$Y = 10^{\bar{X}}$$

去掉A、D二人的个人阈值,则小组阈值为

$$\bar{X} = \frac{2.74 + 2.74 + 2.24 + 3.24}{4}$$

$$= 2.74.$$

$$Y = 10^{\bar{X}} = 10^{2.74} = 550, Z = 10 \lg Y = 10 \bar{X}$$

表 4 污染源计算用表

稀释倍数 a	30	100	300	1000	3000	10000	个人阈值 X_i
$\lg a$	1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00	
组员 A	○	○	×				2.24
B	○	○	○	×			2.74
C	○	○	○	×			2.74
D	○	○	○	○	○	×	3.74
E	○	○	×				2.24
F	○	○	○	○	×		3.24

表中“○”、“×”分别表示正、误解。

$=10 \times 2.74 = 27.4$ 。对各倍数,把 2 次或 3 次嗅出臭袋作一个正解时,误差出现几率比只嗅辨一次时小。除去最大值最小值的方法只在小组成员嗅力差异小时有利。

(2) 环境计算法 用 1, 0, 0.33 表示臭袋被嗅出的答案 G 为正解、误解、不清解。对某倍数 a , 设正解率 $M = \frac{\Sigma G}{u}$, u 为小组总嗅辨次数, n (n 与偏差有关)、 f 为常数, 有:

$$M = \frac{2}{3} e^{-(af)^n} + \frac{1}{3}$$

a 的极限值是 $\frac{1}{f}$, 即臭气浓度, 此时 M 不随 n 变, M 为一确定基准值 0.58。

用二项分布检验“不能判断臭气”的假设, 求 M 的基准值。6 人小组每人每个倍数嗅 n 次, 某倍数时, 若有 V 次正解, g 、 h 值大各表示对企业和居民不利, $n = 2$ 时,

$$M = \frac{V}{12}$$

求出:

V 取值	6	7	8	9
g 值	17.7	6.6	1.9	0.4
h 值	0.4	1.9	7.3	20.5
M 值	0.50	0.58	0.67	0.75

照顾到企业和居民的利益, 并控制恶臭, V 选 7, 则 $M = 0.58$; $n = 3$ 时, 同理得

$$M = 0.58.$$

计算方法一: 样品稀释 10 或 5^[19] 倍, 6

人小组每人嗅三次。若求出 $M < 0.58$, 则 $Y < 10$, $Z < 10$ 。若 $M \geq 0.58$, 再稀释 10 倍嗅辨, 设 M_1 是正解率 ≥ 0.58 的最后一个值, a 为对应倍数, M_2 是正解率 < 0.58 的第一个值, 则臭气浓度为(举例如下):

$$Y = a \cdot 10^{\frac{M_1 - 0.58}{M_1 - M_2}},$$

$$Y = 10 \times 10^{\frac{0.70 - 0.58}{0.70 - 0.41}} = 26$$

$$Z = 10 \lg 26 = 14.1$$

计算方法二: 按三倍系列稀释。某倍数, 6 人小组第一次 6 个结果中正解数 $N' \geq 5$, 继续稀释, 若 $N' < 5$, 该倍数再嗅一次, 记录正解数 N'' 。设 $N = N' + N''$, ① $N \geq 7$, 继续稀释至 $N < 7$ 止; ②若 $N < 7$, 返回上一个倍数, 至 $N \geq 7$ 。臭气浓度 Y :

$$Y = a_1 \cdot 10^{\frac{N_1 - 7}{N_1 - N_2} (\lg a_2 - \lg a_1)}$$

N_1 是正解数 $N \geq 7$ 的最后一个值, a_1 是对应倍数, N_2 是 $N < 7$ 的第一个值, a_2 是其倍数。

6. 三点比较式臭袋法的特点及影响因素

本法比 ASTM 注射器法、气味计法、盐水平衡法、无臭室法等官能测定法准确易行, 克服了注射器法容量小、引入周围空气、气流射入鼻中、器壁吸附等缺点, 避免了气味计法吸附效率及稀释精度方面的问题^[16]。但在固有臭、器材、人员选择、采样及操作、偶然嗅出及正解率、计算及控制标准等方面仍需探讨^[17]。

测定结果用 Z 表示比 Y 好, 6 人小组误差约 $\pm 10\%$ 。3L 袋 (25 × 25 cm) 容量误差约 $\pm 3-15\%$ 。基准臭检验误差约 10—20%。三倍系列偏差较小, 并考虑到了嗅觉, 较为合适。可用 95% 或 90% 置信水平区间上限大于或小于控制标准评价恶臭。

(二) 官能测定新进展

对变化的臭气, 在现场用 0、1、2、3 表示无臭、弱臭、明显有臭、强臭。1 min 内每

表 5 环境计算用表(计算方法一)

稀释倍数 a	10	100	备注
组员 A	○ ○ ×	○ × ×	表中○、×与表 4 同, △表示不清解 10 倍稀释中 $M = \frac{1.00 \times 12 + 0.00 \times 4 + 0.33 \times 2}{18}$ $= 0.70$
B	○ ○ △	○ ○ ×	
C	× ○ ×	× △ ×	
D	○ ○ ○	○ × ○	
E	○ × ○	× ○ ×	
F	△ ○ ○	× × ○	
正解率 $M = \frac{\Sigma G}{n}$	0.70	0.41	

10 s 嗅 1 次, 测 10 或 5 min. 用 10 s、1 min、10 min 内的均值(臭气度)评价恶臭^[18]. 此法与仪器法吻合较好, 用零臭气度可求阈浓度. 经约 100 s 嗅觉疲劳, 吸入 30 s 新鲜空气后回复.

关联物质浓度 c (Q 为认知阈 ppm) 与复合臭气浓度 Y : $Y = a \sum \frac{C_i}{Q_i} + b$, 可研究复合臭气的主成分臭及各成分臭间的相互作用^[20].

三点比较式动态仪已有使用, 但主要问题是稀释精度.

参 考 文 献

- [1] Beck, L. H., *Annals of the New York Academy of Sciences*, **116**, 448 (1964).
- [2] 西田耕之助等, 恶臭の研究, **13** (59), 1 (1984).
- [3] Hellman, T. M. et al., *JAPCA*, **24** (10), 979 (1974).
- [4] Leonardos, G. et al., *JAPCA*, **19** (2), 91 (1969).
- [5] 西田耕之助等, 臭気の研究, **18** (4), 6 (1987).
- [6] 白石直典等, 環境技術, **13** (3), 205 (1984).
- [7] Berglund, B., *Annals of the New York Academy of Sciences*, **237**, 35 (1974).
- [8] 環境庁, 環境と測定技術, **9** (9), 15 (1982).
- [9] 山川正信, 大気汚染学会誌, **14** (1), 1 (1979).
- [10] 佐野悞等, 恶臭の研究, **11** (52), 11 (1982).
- [11] 佐野悞等, 恶臭の研究, **18** (2), 1 (1987).
- [12] 環境庁大気保全局特殊公害課, 恶臭の研究, **7** (31), 1 (1978).
- [13] 吉儀英记, 環境と測定技術, **7** (8), 29 (1980).
- [14] 角勝怜, 公害と対策, **19** (5), 69 (1983).
- [15] 石黒辰吉, 公害と対策, **24** (14), 8 (1988).
- [16] 岩崎好陽, 公害と対策, **19** (7), 67 (1983).
- [17] 浅野登等, 恶臭の研究, **5** (24), 1 (1976).
- [18] 永井澄男等, 地方自治体における恶臭評価の諸問題, 大気汚染学会講演要旨集, 第 26 回, 大気汚染研究協会, 207 页, 東京都, 1985.
- [19] 辻正彦等, 恶臭調査における機器分析値と官能試験値の關係, 兵庫県公害研究所研究報告, 第 11 号, 兵庫県公害研究所, 62 页, 神戸, 1979.
- [20] 同上, 第 12 号, 44 页, 1980 年.

(收稿日期: 1989 年 10 月 7 日)

• 环境信息 •

中国环境科学学会设环境治理难题信箱

中国环境科学学会为加快我国环境保护事业的发展, 传播环保信息, 解决环保难题, 在技术所有者和需求者之间架起一座桥梁, 特设立环境治理难题信箱. 欢迎有治理任务的机关、团体、工厂、学校等单位将所遇到的环境治理难题函告, 其内容可包括治理对象、治理要求、现有条件和资金情况等, 我们

将根据用户的实际需要有针对性地组织专家前去“会诊”. **通讯地址:** 北京市西直门内南小街 115 号中国环境科学学会办公室. **联系人:** 朱琳瑛 王燕清.

(中国环境科学学会 供稿)

demonstrated that these pesticide compounds belonged to the compounds of the dissociative model of capturing electron. The minimum detection limits of this system are 0.2ng/L (α -BHC) and 0.8ng/L (methylparathion). All the linear ranges are at the level of 10^3 times. The standard recovery is 82.5—100%.

Key Words: simultaneous detection, chlorinated pesticide, organophosphorus pesticide, GC-ECD.

Environmental Planning for A River Basin Aided with Computer Graphic Simulation.

Chen Xun (Institute of Systems Science, Academia Sinica, Beijing); Fu Guowei (Dept. of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing). *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 61—65

Made in the present article is a discussion on the availability and advantages of computer graphic simulation applied to a complicate environmental planning for a river basin. Some external trends and techniques abroad have been introduced, and the conditions to realize the interactive computer graphic simulation on a computer also discussed briefly.

Key Words: environmental planning river basin, computer graphic simulation.

Application of Quantitative Structure Activity Relationship (QSAR) in Environmental Chemistry.

Bai Naibin (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 66—70

This paper reviews some approaches of QSAR in environmental chemistry in the literature abroad during past ten years, and introduces the author's work concerned in some aspects. QSAR is indeed a useful means for assessment of chemicals. Meanwhile, the limitations of its application and the probable prospects are discussed as well.

Key Words: quantitative, structure, activity, relationship, chemistry.

Polonium-210 in Tobacco and Lung Cancers.

Kou Rongchun (Hebei Provincial Institute of Radiation Hygiene, Shijiazhuang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 70—74

Besides the carcinogenic compounds of aromatic hydrocarbons and mutagens, tobacco also contains several radioactive nuclides, among which ^{210}Po can be inhaled

into human respiratory system, and causes the risk of lung cancers. This article introduces radioactive levels of ^{210}Po in tobacco in China and other countries, the results of animal tests in which the animals that inhaled smog containing ^{210}Po led to come on of lung cancers, and estimation of carcinogenesis caused by lower dose α particle exposure.

Key Words: polonium-210, tobacco, lung cancer.

A Review on the Researches of Offensive Odor and Odor Measurement with the Sense of Smell.

Yao Renyu (Beijing Municipal Research Institute of Machinery and Electricity): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 74—78

This article introduces some research results on the formation, interaction and intensity of offensive odor and the research methodology. An effective odor-measuring method with the sense of smell, namely the triangular odor bag method has been described. In the method, odor index, choosing and training a panel, sampling and measuring procedure, criterions for controlling the sense, and the data treatment are described.

Key Words: offensive odor, odor measurement, sense of smell.

A Survey on the Cause of Nitric Radical (NO_3^-) Pollution in Matan Water-Supply, Source Site of Lanzhou City.

Zhang Mingquan, Gao Hongxuan, Wu Kejian (Research division of Water Resources & the Environment, Lanzhou University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 79—82

The data of ground water quality in Mutan, Lanzhou City, show that NO_3^- pollution is getting worse. It is found that a close relation exists between the pollution tendency and environmental deterioration in the water-supply-source site. By analysis, the essential cause of NO_3^- pollution in ground water is derived from fertilizing the farmland around with a huge amount of nitrogenous manure.

Key Words: nitric radical pollution, ground water, nitrogenous manure.