

嗅阈值及其恶臭污染控制中的应用

王元刚, 邹克华, 耿静, 卢志强

(国家环境保护恶臭污染控制重点实验室, 天津 300191)

摘要: 嗅阈值对恶臭污染控制研究有着重要意义, 文章尝试从物质嗅阈值角度探讨恶臭污染控制中的一些关键问题。

关键词: 嗅阈值; 恶臭; 甲硫醇

Olfaction Threshold and the Application in the Odour Pollution Control

WANG Yuangang, ZOU Kehua, GENG Jing, LU Zhiqiang

(State Environmental Protection Key Laboratory of Odor Pollution Control, Tianjin 300191, China)

Abstract: Olfaction threshold is very important in the odour pollution control, and some key problems are discussed by the olfaction threshold.

Keywords: olfaction threshold, odour, methyl mercaptan

前言

恶臭污染广泛存在于工业、农业及市政设施等行业,影响到公众居住环境的质量。恶臭污染属空气污染的范畴,但与一般有毒有害大气污染相比,具有自身的特殊性。比如恶臭是通过人的嗅觉产生的一种心理上的不快感或厌恶感,受害者并不是要求减少恶臭,而是要求没有恶臭。因此,恶臭的防治要比其他大气污染物的防治更困难。

我国1933年颁布的GB14554-93恶臭污染物排放标准对我国恶臭污染的控制与管理工 作起了重要的推动作用,但在实际恶臭污染控制中,恶臭检测与评估往往不能有机结合,也给恶臭治理带来了一定困难。本文尝试从嗅阈值角度探讨恶臭污染控制中的一些关键问题。

作者简介: 王元刚, 工程师, 研究方向为环境工程、恶臭污染, 电子信箱: tjeia2008@126.com。

1 人体嗅觉及其特点

嗅觉是人的感觉之一,鼻腔是人体的嗅觉器官。鼻腔嗅觉部分位于鼻黏膜的深处最上部,称为嗅膜也叫嗅觉上皮、嗅斑,其大小为 $2.7\sim 0.5\text{cm}^2$ ^[1]。嗅膜上有嗅细胞,呈杆状,表面湿润,由于代谢作用保持负电荷。当遇到恶臭物质时,表面电荷发生变化,产生微电流,刺激神经细胞,从而使人嗅闻出气味。

人体嗅觉具有以下特性^[2]。

(1) 人体嗅觉灵敏度高,比仪器灵敏得多,空气中含有极少的恶臭物质就可被人嗅出。

(2) 人体嗅觉具有差异性,对同一气味的嗅觉灵敏度因人而异,即使同一个人,其嗅觉灵敏度的波动范围也是较大的。外界条件和人体的内在因素都能对嗅觉产生影响。

(3) 嗅觉是极容易疲劳的,对某一气味闻得过久,就会使嗅觉迟钝,不敏感,即疲劳。所谓久闻而不觉其香。但这并不意味着嗅觉疲劳不会消除,在脱离接触后,人的嗅觉敏感性会很快得到恢复。

(4) 嗅觉具有“选择性疲劳”,即人对某一种气味嗅觉迟钝之后,对其他气味的嗅觉灵敏度仍可保持不变。也就是说,即使处在某一气味环境中,对该环境气味是疲劳的,并不意味着对其他气味也疲劳了、迟钝了,人的嗅觉对其他气味仍保持敏感性。

2 嗅阈值及其测定

阈值是生理学和心理学上的术语,系获得感觉上的不同而必须越过的最小刺激值,一般用浓度表示。阈值也是一个广泛适用的概念,在许多学科中被采用,但在一些自然学科中往往用来表示临界状态,即临界范围、临界浓度和临界点等意义。在恶臭科学研究中,所谓嗅阈值是指人的嗅觉器官对某种臭味物质的最低检出量或能感觉到的最低浓度。对单一恶臭物质而言,嗅阈值是指能把它与纯空气区别开来的在空气中的最低浓度,在多种物质的复合臭气中,阈值越低的成分其致臭作用越大。

嗅阈值具有以下特点:① 嗅阈值是人的群体感觉阈的平均值,所测得的数据是由人通过感觉检验得到的;② 嗅阈值是人的最低感知浓度,嗅阈值越低,表示该物质越易被人察觉;③ 在表示嗅阈值时,应指明测定条件,条件不同,随之阈值也会变化;④ 在一般情况下,某物质成分的嗅阈值具有一定的可比性和参照性。

日本是最早开展环境领域嗅阈值研究的国家,日本研究人员使用三点比较式臭袋法完成了200种化合物的嗅阈值的测定,虽然环境条件发生了变化,但测定物质嗅阈值具有一定的参照性。近年来,瑞典、荷兰、法国和美国等国家正在设计可以彻底除去“背景气味”的无嗅室,并对嗅阈值重新加以研究和测定。

日本应用三点比较式臭袋法测定单一恶臭物质的嗅阈值结果如表1。

表1 部分恶臭物质的嗅阈值 (1×10^{-6} , V/V)

物质	嗅阈值	物质	嗅阈值
甲醛	0.50	硫化氢	0.000 41
乙醇	0.52	二甲基硫	0.003 0
二硫化碳	0.21	甲基硫醇	0.000 070
氨	1.5	四氢噻吩	0.000 62
三甲胺	0.000 032	吡啶	0.000 30
粪臭素	0.000 005 6	正戊酸	0.000 037
异戊酸	0.000 078	醋酸乙酯	0.87
甲苯	0.33	苯乙烯	0.035

3 阈稀释倍数与臭气浓度

所谓阈稀释倍数即恶臭气体中某种恶臭物质的物质浓度与该成分的嗅阈值浓度的比值。其意义在于,在单一物质的恶臭气体中,该物质的阈稀释倍数即等同为气体的臭气浓度;恶臭混合气体中,恶臭物质的阈稀释倍数越高,该物质在臭气中的贡献值越大。因此,造成该臭气的主要物质不是物质浓度最高的恶臭物质,而是阈稀释倍数最高的恶臭物质。更重要的在恶臭污染防治与控制中,选择有效去除阈稀释倍数最大的恶臭物质,是一种重要的恶臭防治途径。

综合上述,阈稀释倍数和臭气浓度的关系可以理解为恶臭气体的臭气浓度等于各成分的阈稀释倍数的最大值,即

$$\text{臭气浓度} = \text{Max}(\text{各成分的阈稀释倍数})$$

4 嗅阈值的应用

以某恶臭样品为例,检出物质中包括 49 种微量挥发性有机物,结果见下表。

表2 某样品主要恶臭污染物

序号	物质名称	浓度值	嗅阈值 (三点比较式臭袋法)	阈稀释倍数
1	氨	143	1.138	125.66
2	甲硫醇	3.07	0.000 15	20 466.67
3	甲硫醚	2.57	0.008 32	308.89
4	二硫化碳	0.058	0.714	0.08
5	二甲二硫	0.882	0.009 25	95.35
6	臭气浓度		19 000	

从物质浓度来看,主要物质依次为氨、甲硫醇、丁酮、丙酮、二甲二硫、乙醇等,但由于甲硫醇的嗅阈值极低,对恶臭浓度的贡献值也最大,甲硫醇的嗅阈稀释倍数基本上与臭气浓度相当,对臭气的治理有重要的指导意义。因此,在恶臭废气治理时,必须考虑对

甲硫醇的有效去除,如使用次氯酸钠或双氧水氧化除去,否则难以得到可靠的脱臭效果。

5 结论与展望

(1) 嗅阈值是恶臭研究领域中的一个重要概念,对恶臭污染控制研究有着重要意义。

(2) 阈稀释倍数和臭气浓度之间的关系直接揭示了恶臭治理中的一些难点,即对一些嗅阈值极低的物质,物质去除率常常要到 99.99% 以上得到较好的脱臭效果。

(3) 目前嗅阈值的测定还局限于单一恶臭物质,两种或两种以上的复合恶臭由于存在相乘或相杀作用,其嗅阈值的测定较为复杂,尚待进一步的试验研究。

参考文献:

- [1] 丛予. 评酒知识[M].北京:中国商业出版社,1984.
- [2] 加藤龙夫,石黑智彦,重田方广.恶臭的仪器分析[M].北京:中国环境科学出版社,1984.