

工业园区恶臭污染现状及来源分析

王学华¹, 杜娜²

(1. 苏州科技学院环境科学与工程学院, 江苏苏州 215011; 2. 苏州科太环境技术有限公司, 江苏苏州 215011)

摘要 首先分析了苏州工业园区内恶臭污染现状, 然后介绍了苏州工业园区内恶臭形成的几种原因。

关键词 恶臭; 污染现状; 污染源; 工业园区

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)04-01684-02

Status of Odor Pollution and Analysis of Sources in Industrial Zone

WANG Xue-hua et al (School of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou, Jiangsu 215011)

Abstract Odor pollution status in Suzhou industrial zone was analyzed firstly, and then the causes were introduced.

Key words Malodorous gas; Pollution status; Source of malodorous gas; Industrial zone

恶臭是当今世界7种典型公害(大气污染、水质污染、土壤污染、噪声污染、振动、地面下沉、恶臭)中的一种, 并且已经引起世界各国和人们的广泛关注^[1]。现代工业和生活使用了大量的化学品和人工合成物质, 其中包含一些已知或未知的恶臭成分, 在运输、生产及贮存过程中挥发至大气后易形成恶臭污染, 影响居民生活。目前苏州工业园区内的恶臭污染投诉事件越来越多, 给当地居民和环保部门都带来了很大困扰。恶臭污染是一种特殊的大气污染现象, 其形成原因多种多样, 笔者首先分析了苏州工业园区恶臭的污染现状, 然后介绍了该区内恶臭的形成原因。

1 恶臭污染现状

苏州工业园区是中国和新加坡两国之间的合作项目, 园区的行政管理由中方全权负责, 成片开发由中新合资的开发公司负责^[2]。近年来, 园区内社会事业和经济事业迅速发展。园区内的企业主要涉及化工类及机械加工类, 由于苏州工业园区后期规划的不合理性, 居民与企业混建现象严重, 在特殊的气象条件下, 恶臭污染发生频率较高, 投诉大面积增加。

根据对苏州工业园区内企业的调查、居民走访及相关座谈会情况了解, 苏州工业园区内恶臭污染一般发生在夏秋温度较高的季节, 在一天中的傍晚及凌晨恶臭污染投诉较多。据统计, 2011年共发生恶臭投诉事件658起, 恶臭主要发生在7、8、9月份; 当风速为1 m/s时, 恶臭投诉较多, 当风速大于4 m/s时, 几乎无恶臭污染发生。

由于恶臭物质大多是有机化合物经过不完全氧化、分解的中间产物, 扩散至大气中后在温度、光照和湿度的影响下可能会继续氧化分解, 大气扩散会使恶臭衰减加快。另外, 由于恶臭物质的不稳定性, 从产生源中挥发的速度和挥发量会受到气象及建筑物的影响, 恶臭物质的迁移距离有限, 因此人们只能在一定区域内及某个时段才能感受到恶臭污染

的存在^[3]。工业园区的恶臭排放具有复杂性、季节性、长期性等特征, 恶臭污染投诉事件占有所有环境事件的的比例达80%以上。

2 恶臭污染原因分析

通过企业实地调查了解, 苏州工业园区内恶臭污染形成主要有两方面原因: 源发形成和二次形成。

2.1 源发形成 源发形成主要是指原辅材料在运输、生产及贮存过程中的扩散、阀门管线的跑冒滴漏及企业内部污水处理设施表面挥发等原因造成的恶臭污染现象。工业园区内企业以注塑、喷涂及印刷类为主, 所使用的原料涉及油漆、稀释剂、蚀刻液等。油漆及稀释剂主要含有苯、甲苯、二甲苯、丙烯酸树脂、邻苯二甲酸酯类增塑剂; 其他有机溶剂含有苯乙烯、全氯乙烯、三氯乙烯、乙烷乙二醇醚、氯代烃溶剂、溴代烃溶剂及丙酮等。这些原材料中的苯系物、烃、酯、醛、醇、酚等具有刺激性气味, 在使用过程中挥发至大气造成恶臭污染。人们长时间处于此环境容易引起头晕、精神恍惚、困倦及呕吐、恶心等症状, 会对人体神经系统造成损害。污水表面散发情况主要是指有污水处理设施的企业, 恶臭污染主要发生在污水及污泥处理设施表面, 恶臭污染物主要有 H_2S 、 NH_3 、硫醇类、胺类和有机酸类化合物^[4]。曝气沉砂池和污泥浓缩池的恶臭浓度在夏秋季节时高而冬春季节低, 具有明显的季节特征。

2.2 二次形成 二次形成的原因主要是原辅材料扩散至空气中后, 与空气中的物质或恶臭物质之间发生化学反应生成其他中间产物, 这些中间产物也具有一定的恶臭性质。二次形成的方式有微生物分解、高温反应、厌氧发酵及光照等。

2.2.1 微生物分解 苏州工业园区内某小区附近有CNC机台加工的企业, 在磨削时使用的油性切削液可以起到清洗和防锈的作用, 并提高刀具耐用度和加工质量^[5]。生产过程中由于喷射冲击、高温、磨削时产生大量油雾, 其中的活性硫、氯、亚硝酸等成分会挥发出来, 对环境空气造成一定影响, 但是真正的恶臭问题还是切削油变质造成的。在切削过程会有润滑油和杂物的混入, 导致一些好氧菌和厌氧菌的异常繁殖, 这些微生物以切削油中的脂肪、磷、硫、矿物油、腐蚀抑制剂及乳化剂等成分为营养源, 使切削液分解、变酸、释放恶臭

作者简介 王学华(1963-), 男, 江苏武进人, 副教授, 硕士生导师, 从事环境规划与管理方面的研究, E-mail: duna-0310@163.com。

收稿日期 2012-12-19

气体,甚至导致切削液失效。当细菌数超过 10^5 个/ml 时,便会引起切削液腐败,同时产生令人不愉快的副产品——酸味。其中,最严重的味道是由一种叫硫化还原剂的细菌产生的,它们生长在氧含量低的不活泼切削液中,当细菌数量 $> 10^6$ 个/ml 时,切削液就会变臭。切削液变质进程见图 1。

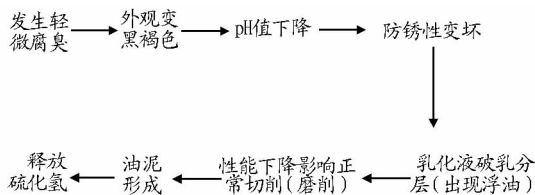


图 1 切削液变质过程

2.2.2 高温反应。由于国家对食品行业气味并未出台相关条例要求整治食品异味,因此对于食品厂排出的香味仅仅在简单收集后便直排入大气,长期处于浓度过高的食品香味环境中也会引起身体不适。烘烤食品产生的香味主要是原材料在高温下发生的化学反应,香味的重要组成成分是吡嗪、蛋白质和核酸的水解产物。对于生产饼干的企业,在烘烤时,当温度升至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,面粉及其他主要原料会产生呋喃衍生物、酮类和芳族烃类等香味物质。具体反应为原料中的氨基酸、肽、蛋白质等氨基化合物和还原糖类之间会发生羰基反应,即美拉德反应。该反应是加热和焙烤食品特征香气的主要来源之一,美拉德反应通常分为两个阶段:初级美拉德反应和高级美拉德反应^[6]。初级美拉德反应包括羰基与氨基酸或蛋白质中的游离氨基进行缩合,再经环化形成相对应的 N-取代的葡基胺,然后又经阿马多利 (Amadori) 分子重排转变成 1-氨基-1-脱氧-2-酮糖,该产物是极为重要的不挥发香味的前驱物。高级美拉德反应是初级反应后生成的中间产物经过二条反应线分别生成乙醛、丙酮醛、丁二酮、醋酸、醛类等风味成分,这两条路线生成的产物及以后发生的反应是相当复杂的,如醇醛缩合、醛-氨基聚合以及生成诸如吡嗪、吡啶、吡咯等氮杂环化合物。食品加热所具有的烤香、烘焙香大多与这类氮杂环化合物有关。食物香味物质的主要生成途径见图 2。

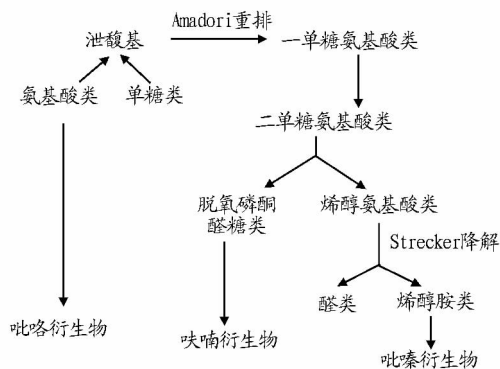


图 2 食品香味生成途径

正常工况下,温度可以起到加速化学反应的作用,使恶臭物质释放速率增加。在食品加热及焙烤中,温度高,美拉德反应完全,释放的香味物质较多。另外,温度不同时所散

发的恶臭物质种类也不同。比如,葡萄糖和缬氨酸在温度为 $100\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时是黑麦面包香,而温度升至 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时却是沁鼻的巧克力香味。脯氨酸和等量葡萄糖混合物在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时产生谷样香,在 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时产生烘烤香;苯丙氨酸和等量葡萄糖混合物在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时产生樱花香味,在 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时产生莖菜花气味^[7]。

2.2.3 厌氧发酵。在苏州工业园区内,另一个恶臭投诉高发的区域是某啤酒厂附近。这些恶臭物质主要是酵母厌氧代谢的副产物,如高级醇、酸、醛、酯和酮的羰基化合物及含硫化物,来自于啤酒发酵过程^[8]。高级醇的形成过程为:氨基酸被转氨为 α -酮酸,酮酸脱羧后失去 1 个碳原子成醛,醛还原为醇。这些高级醇类以异戊醇含量最高,约占高级醇含量的 50% 以上,其次为活性戊醇(2-甲基丁醇)、异丁醇和正丙醇等。乙酸乙醛是啤酒发酵过程中产生的主要醛类,由丙酮醛经过不可逆的脱羧而形成,是发酵的中间代谢产物,啤酒中所含的其他醛类也是相应高级醇类的正常前驱物质,含量不多,随着啤酒成熟含量逐步降低。麦汁本身含有一部分脂肪酸,但更多的脂肪酸来自酵母的糖代谢作用,乙酰辅酶 A 是此代谢过程中的关键性中间产物,由此形成偶数脂肪酸,奇数脂肪酸则由丙基同系物衍生而来。啤酒中含有 $\text{C}1\sim\text{C}18$ 的游离脂肪酸,其中主要成分是乙酸。乙酸是啤酒的正常发酵成分,由乙酰氧化而来。啤酒中主要的有机酸包括乳酸、琥珀酸、柠檬酸、苹果酸、异柠檬酸和有关的酮酸。啤酒中的硫化物部分来自原料,在麦芽制造和麦汁制备过程中可能会形成部分挥发性硫化物^[9],但大多产生于发酵过程。主要挥发性硫化物为硫化氢,大部分硫化氢来自酵母对半胱氨酸、硫酸盐和亚硫酸盐的同化作用及酵母合成受抑制时的中间产物,部分二甲基硫来自于酵母的代谢产物。

2.2.4 光照。当太阳能通过大气层时,被大气中的热层、中间层、平流层、对流层气体吸收。对流层波长大于 290 nm 。大气污染物中的 SO_2 、 O_2 、 O_3 、氮氧化物等主要分布在对流层,它们在 290 nm 波长紫外光照射下会产生各种自由基与活性物质,可以与大气中绝大多数恶臭物质或各种天然化合物发生化学反应,构成对流层的大气化学。醛类、酮类等物质都能吸收一定波长光能后变成激发态。部分恶臭物质可以被分解为无毒无害的 CO_2 、 H_2O 及其他中间产物。因此光照在一定程度上可以减轻恶臭污染现象。

3 结语

苏州工业园区恶臭污染成因复杂,涉及的化学反应众多,恶臭之间生成的产物也是多种多样。一般情况下,人们对恶臭污染的感觉量与恶臭的浓度之间存在复杂的关系,当恶臭物质去除量达到 90% 时,人的感觉量却只有 50%,即大部分恶臭物质去除时,人的感觉量却没有相应的减轻或者减少^[10]。因此恶臭污染的治理就面临很多困难,针对目前的恶臭污染问题,找到根本原因才能有效治理。这需要从恶臭的形成原因方面着手,从源头或者形成过程方面彻底减轻或者消除恶臭污染。另外,还需要加强企业管理,减少人为因

岛效应的缓解都会带来可观的环境效应,但是利用黄浦江的江水作为冷热源,在规模化应用过程中会有大量的冷量和热量排入江中^[9]。尽管水体流动、船只运行会产生江水扰动,但排热(冷)还是可能对特定的区域水体温度场分布产生影响,进而对水环境造成一定的污染。例如水温升高,会降低水中的溶解氧含量;温度增加,将加速有机污染物的分解,增大耗氧作用,也会使水体中某些毒物的毒性提高。水源热泵系统引起的水温升高约在 0.07 °C,远低于上述标准中的规定值。就是因为微弱温升不易引起重视,使得目前国内对该项内容的研究工作较少。但在排水口特定区域内,温度场的分布必然会有显著变化,从而造成水环境一定程度上的污染。笔者所在课题组对湖水热泵系统的水源水进行温度测定同样发现,热泵管道附近的温度较对照点高约 0.2 °C,湖水中溶解氧的量也受到相应影响。

2 热泵系统对底泥的影响

底泥通常是黏土、泥沙、有机质及各种矿物的混合物,经过长时间物理、化学及生物等作用及水体传输而沉积于水体底部所形成的。对于地表水而言,底泥对水质的影响是不可忽视的,进入水体的大部分污染物会沉积在底泥中,底泥成为水体污染的源和汇^[10]。李剑超等认为在一定的水流流速及紊动作用下,底泥会被冲刷及再悬浮,大量的污染物会再悬浮,引起二次污染^[11]。另外,底泥的扰动会降低水体中易被生物利用的磷的含量,降低内源磷的释放能力。同样,李大鹏等认为底泥的扰动有助于延缓水体富营养化进程,这对于水体来说是有利的^[12]。而对于热泵系统进出口的排水对底泥的影响,目前国内外研究较少,出口排水是否会冲刷底泥引起二次污染,对环境是否有利,也亟需进一步探讨。

3 热泵系统对水体中温室气体排放量的影响

温室气体指的是大气中能吸收地面反射的太阳辐射,并重新发射辐射的一些气体。地球的大气中重要的温室气体包括下列数种:二氧化碳(CO₂)、臭氧(O₃)、氧化亚氮(N₂O)、甲烷(CH₄)、氢氟氯碳化物类、全氟碳化物及六氟化硫等。天然水域如海洋、湖泊、沼泽和河流都存在一定的温室气体排放,同时浮游和水生植物也吸收二氧化碳,实现碳循环。淡水系统温室气体排放量较小,并未引起研究者的重视。但是,随着全球气候变暖的日益加剧,科学家提出,淡水生态系统温室气体排放不可忽视。

目前,大部分研究者对热泵系统排放温室气体进行了研

究,并发现地源热泵系统因其节能而排放的温室气体较少^[13]。相比较,水源热泵系统对环境的影响要小于其他类型的热泵系统^[14]。然而,地表水生态系统温室气体的排放受诸多因素的影响,如水温、水质等。而热泵系统对湖泊水温的影响以及排水的扰动可能会对湖泊底泥及微生物等产生影响。因此,热泵系统可能对地表水体温室气体的排放具有一定的影响。但是,目前,这方面的研究还未见报道。

4 结论

综上所述,地表水源热泵系统具有经济、环保等特点,能够有效减轻城市的热岛效应。但其冷热排水会引起局部水温的变化,进而影响水质,影响水生物的生长繁殖。其是否会影响温室气体的排放仍需进一步研究。因此,对于地表水源热泵系统应尽快研究其对不同水环境的影响,建立系统的研究体制,对水环境的影响能够精确的评价与评估,使地表水源热泵系统技术更成熟,更具可靠性。

参考文献

- [1] LI H F, CAI Z Y. Development and experimental study of air source heat pump water heater[J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(2): 100-102
- [2] 张军. 地表水源热泵的发展现状以及面临的问题[J]. 制冷空调与电力机械, 2007, 28(6): 72-73.
- [3] 马宏权, 龙惟定. 水源热泵应用与水体热污染[J]. 暖通空调, 2009, 39(7): 68-69.
- [4] 黄向阳, 吴拓. 湖水热泵系统冷排水对湖泊水质的影响试验研究[J]. 水电能源科学, 2009, 27(6): 34-35.
- [5] 张博庭. 用科学的态度对待水库的低温水问题[J]. 水力发电, 2006, 32(10): 89-91.
- [6] 刘靖, 王建行, 杜桂森, 等. 温室效应对淡水生态系统的影响[J]. 北京水利, 2004(1): 14-17.
- [7] 陈晓, 张国强, 林宣军, 等. 南方地区开放式湖水热泵的应用[J/OL]. <http://www.doc88.com/p-142667337867.html>.
- [8] 潘洁, 刘传聚. 谨防地表水源热泵可能引起的热污染能源技术[J]. 建筑节能与空调, 2007, 28(5): 288-289.
- [9] 张文字, 龙惟定. 上海世博园地表水地源热泵的应用及环境影响分析[J]. 暖通空调, 2007, 37(2): 39-40.
- [10] FENG S Z, ZHANG Z S. Quality evaluation of lake water and sediment based on multilevel fuzzy theory[J]. Meteorological and Environmental Research, 2012, 3(8): 24-27, 35.
- [11] 李剑超, 褚君达, 丰华丽. 河流底泥冲刷悬浮对水质影响途径的实验研究[J]. 长江流域与环境, 2002, 11(2): 137-138.
- [12] 李大鹏, 黄勇. 底泥扰动在水体富营养化发展进程中的作用[J]. 中国给水排水, 2009, 25(14): 9-10.
- [13] PETER BAYER, DOMINIK SANER, STEPHAN BOLAY, et al. Greenhouse gas emission savings of ground source heat pump systems in Europe: A review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16: 1256-1267.
- [14] BENJAMIN GREENING, ADISA AZAPAGIC. Domestic heat pumps: Life cycle environmental impacts and potential implications for the UK[J]. Energy, 2012, 39: 205-217.

(上接第 1685 页)

素造成的恶臭污染事件。

参考文献

- [1] 金志清. 恶臭的分析方法及治理技术[J]. 上海环境科学, 1997, 16(5): 40-43.
- [2] 谢家宾. 苏州工业园区的开发建设及其影响[J]. 苏州大学学报: 哲学社会科学版, 1999(1): 105-109.
- [3] 沈培明, 陈正夫, 张东平. 恶臭的评价与分析[M]. 北京: 化工工业出版社, 2005: 2.
- [4] 徐培, 邵林广. 城市污水厂生物除臭研究现状[J]. 当代化工, 2011, 40(2): 193-197.

- [5] 刘淑娟. 金属切削液的污染危害与防治方法[J]. 黑龙江科技信息, 2009(17): 51-52.
- [6] HODGE J E. Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems[J]. J Agric Food Chem, 1953, 1(15): 928-943.
- [7] 苏更林. 食品香味中的美拉德反应[J]. 化工之友, 1999(1): 15-16.
- [8] 陈书明, 杨静静. 啤酒中挥发性化合物的生成控制及其在低麦芽啤酒发酵中的应用[J]. 啤酒科技, 2009(8): 51-55.
- [9] 沈仕芳. 发酵后期 CO₂ 自然洗涤对含硫化合物的影响[J]. 啤酒科技, 2006(8): 38-39.
- [10] 纪树满. 恶臭污染的防治[J]. 重庆环境科学, 1999, 21(2): 39-41.