

某制药厂恶臭污染环境影响研究

王健壮, 张妍*

天津迪兰奥特环保科技开发有限公司, 天津

收稿日期: 2022年5月17日; 录用日期: 2022年6月21日; 发布日期: 2022年6月28日

摘要

随着城市扩张, 居民区与工业企业等恶臭污染源共建现象严重, 恶臭扰民问题愈发突出, 评价居民是否受到恶臭污染影响是目前管理部门问题与挑战。本研究选取某制药企业为研究对象进行采样调查, 并对臭气浓度进行实验室分析, 在此基础上, 利用CALPUFF模型进行恶臭污染模拟, 分析周边敏感点的扰民影响。结果表明, 该制药企业所有排气筒臭气浓度范围为131~173,780, 臭气浓度较高; 该企业全年小时臭气浓度最大落地点发生在厂区内, 可达355, 其厂界全年最大小时臭气浓度约为320, 北侧敏感点全年最大小时臭气浓度为30~140之间; 该企业发酵车间及污水处理站对周边恶臭影响较为严重, 需进行进一步提升改造。

关键词

恶臭污染, 臭气浓度, 制药企业, 环境影响

Study on Environmental Impact of Odor Pollution in a Pharmaceutical Enterprise

Jianzhuang Wang, Yan Zhang*

Tianjin Sinodour Environmental Technology Co., Ltd., Tianjin

Received: May 17th, 2022; accepted: Jun. 21st, 2022; published: Jun. 28th, 2022

Abstract

At present, public odor complaint is the prominent environmental problem because the residential areas are closer and closer from industrial enterprises and other pollution sources in China. As a result, evaluating whether residents affected by odor pollution is a great challenge for environmental management department. In this study, a pharmaceutical company was selected as the research object, the sampling analysis was carried out, and the odor concentrations were analyzed

*通讯作者。

in laboratory. On this basis, CALPUFF model was used to simulate odor pollution and analyze the odor impact of surrounding sensitive points. The results showed that the odor concentration of all exhaust cylinders was 131~173,780, which was very high. The highest hourly odor concentration was up to 355, which occurred in the factory. The annual maximum hourly odor concentration of factory boundary was about 320. The annual maximum hourly odor concentrations of the sensitive area were 30~140, which was in the north of the factory. What's more, the fermentation workshop and sewage treatment station were more serious odor emission sources, which need further upgrading and transformation.

Keywords

Odor Pollution, Odor Concentration, Pharmaceutical Companies, Environmental Impact

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

恶臭现在已经发展为一种打扰公民正常生活和危害人体健康的污染,已成为目前中国环境方面比较突出的问题[1] [2]。2018~2020年医药制造业恶臭占全部恶臭/异味投诉的平均比例为1.9%,为恶臭投诉占比前十的行业[3]。恶臭污染拥有着靠人的嗅觉感知为判断的特殊性,而且几乎都是由多种气体组成的混合物。我国工业企业一般建设年限较早且规划时距离城市较远,但随着城市的扩张,周边不乏有大规模或高档居住区,其恶臭污染直接导致与周边居民的矛盾激化引发投诉,不利于社会的安定和谐[4]。

本文以恶臭投诉多发的制药企业为例,全面监测13个排气筒进行了气体采样分析。对采样气体进行臭气浓度测定,并利用空气质量模型模拟其整体的暴露影响结果,分别对每个排气筒进行模拟,筛选对周边恶臭污染较大的排气筒。

2. 材料与方法

2.1. 企业及周边简介

该药厂企业主要生产皮质激素类原料药、心脑血管原料药,该企业有13个废气排气筒,废气中主要物质包括挥发性有机物,非甲烷总烃,甲醇,氨(氨气),氟化物,臭气浓度,苯系物,乙酸乙酯,氯化氢,颗粒物,硫化氢,乙酸丁酯,甲基异丁基甲酮,二氧化硫,氮氧化物,二噁英等。该企业北侧距厂界700~1200m距离的某居民区及学校为企业周边敏感点,为研究敏感点受到的异味干扰情况,基于臭气浓度对周边敏感点进行感官暴露影响。

2.2. 监测方法

本项目主要针对有13个废气排气筒异味进行采样及臭气浓度监测分析。根据《恶臭污染环境监测技术规范》[5]和《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T 194-2005)[6]相关要求,使用采样袋法采集有组织排放源。采用SOC-01型采样装置在采样点进行“肺法”取样(天津迪兰奥特环保科技开发有限公司),采用便携式烟气含湿量检测仪测量烟气出口温度及速度(青岛明华电子仪器有限公司)。

采样集中在2020年7~8月,分别采集3个频次,每个频次采集样品2个,共采集6个样品。采集时间跨越8:00~18:00不同时段。避免采样袋本底VOCs干扰,采样前用样品气体将采样袋清洗两次。采样

完成后在 24 h 内将所有样品送往实验室进行分析。

2.3. 臭气浓度测试方法

臭气浓度分析方法参照文献, 使用的嗅觉实验袋、无臭空气过滤分配器和无油空气压缩机等均为天津迪兰奥特环保科技有限公司生产。利用三点比较式臭袋法[7]计算臭气浓度。测定时, 先准备 3 只事先用空气净化器冲洗的无臭袋, 随后将 3 只无臭袋中的两只充入无臭空气, 最后一只充入按一定稀释比例的无臭空气和被测恶臭气体样品给予嗅辨员嗅辨, 当嗅辨员正确识别出那个臭气袋注入的恶臭气体时, 再将恶臭气体进行稀释、嗅辨。直至稀释样品的臭气浓度低于嗅辨员的嗅觉阈值时停止实验。每个样品由若干名嗅辨员同时测定, 最后根据嗅辨员的个人阈值和嗅辨小组成员的平均阈值, 求得臭气浓度。

2.4. 模型及模型输入数据

2.4.1. 空气质量模型 CALPUFF 简介

CALPUFF 模型是美国 EPA 支持开发并推荐的, 为非稳态三维拉格朗日烟团模式[8] [9] [10] [11], 可利用三维气象场模拟排放源大气污染物的传输、扩散、干湿沉降等过程, 以及复杂地形的影响等[11] [12]。英国[13]、澳大利亚[14] [15]等国家和地区推荐使用该模型进行气味扩散的模拟, 该模型包含恶臭评价模块, 同时也是《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ 2.2-2018)推荐的法规模型[16]。

2.4.2. 气象数据、地形等其他数据

气象数据采用气象数值模式 WRF 模型计算生成[17] [18], 其中的数据地形高度、土地利用、陆地-水体标志、植被组成等标准基础数据均来自美国的 USGS 数据库, 初始气象数据采用美国国家环境预报中心的 NCEP/NCAR 的再分析 FNL 数据库。气象数据网格数 60 (SN) × 60 (WE), 网格间距 2 km (每 2 km 范围内一套气象数据), 范围 60 km × 60 km, 垂直层数为 30 层, 气象数据为 2018 年全年逐时数据。其中, 该厂周边地面气象数据(10 m 高度)的风玫瑰图如图 1 所示。

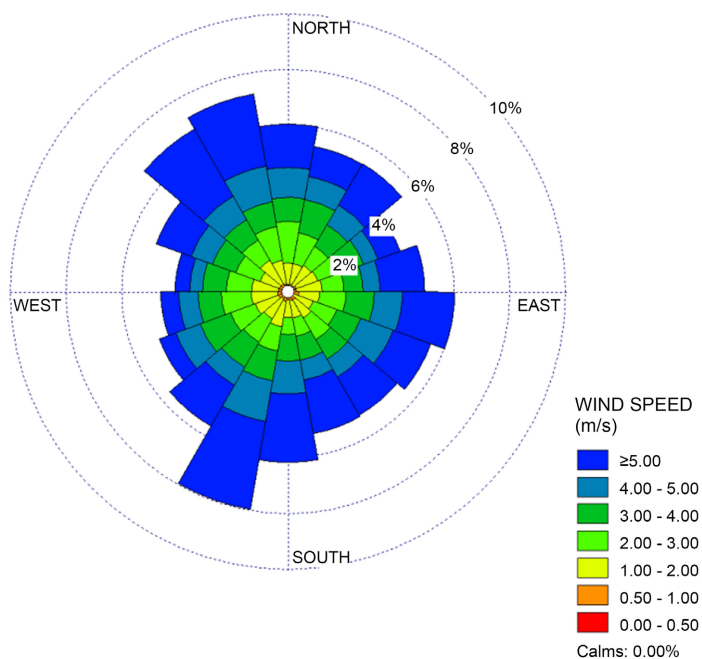


Figure 1. Wind rose around the enterprise in 2018
图 1. 2018 年该企业周边风玫瑰图

根据评价指南规定和模型特点, 确定预测范围为以该企业为中心点, 边长为 40 km 的矩形区域, 评价面积为 1600 km²。为了准确描述各污染源及敏感点的位置, 定量污染程度, 对评价区域进行网格化处理, 其中项目中心点周边 1 km 的网格大小为 50 m × 50 m。模拟计算区域采用 1 km 精度的 GLCC 格式数据对土地利用类型进行分析; 并且考虑复杂地形对空气扩散的影响, 采用 90 m 精度的 SRTM 格式数据对地形进行分析。

3. 结果与分析

3.1. 臭气浓度分析

该企业所有排气筒臭气浓度范围为 131~173,780。依据《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) [19], 不同排气筒执行的排气筒标准限值不一致, 如表 1 所示。由表 1 可以看出, 该企业 P₁、P₂、P₇ 臭气浓度最大值均超过排放限值, 特别是 P₁ 排气筒, 臭气浓度高达 173,780。其中 P₁ 为发酵车间排气筒, P₂ 为污水处理站排气筒, P₇ 为分离车间排气筒。

Table 1. The range and standard limit of odor concentration

表 1. 臭气浓度范围及标准限值

排气筒编号	排气筒高度(m)	臭气浓度范围(无量纲)	GB14554-93 臭气浓度标准值(无量纲)
P ₁	25	1737~173,780	6000
P ₂	22	7224~72,443	6000
P ₃	39	3090~7244	20000
P ₄	21.5	309~977	6000
P ₅	21.5	131~309	6000
P ₆	21.5	131~173	6000
P ₇	25	1737~30,902	6000
P ₈	39	1737~9772	20000
P ₉	21.5	229~549	6000
P ₁₀	21.5	131~229	6000
P ₁₁	26.5	309~416	6000
P ₁₂	21.5	173~309	6000
P ₁₃	21.5	131~173	600

3.2. 全部排气筒恶臭影响

模拟该企业这些 13 根排气筒共同作用下对周边整体的恶臭影响, 其中臭气浓度选取三次采样最大值, 结果如图 2 所示。

如图 2 可以看出, 在全年最不利的气象条件时, 该企业对周边的恶臭影响较大, 最大小时臭气浓度达到 355, 发生在厂界内, 其厂界处最大小时臭气浓度约为 320。北侧的敏感点全年最大小时臭气浓度为 30~140 之间, 整体对周边恶臭影响较大。这是由于该企业排气筒数量较多, 且臭气浓度排放水平或者风量上均较大(全部排气筒废气出口风量总和约为 460,000 m³/h), 导致周边居民影响较严重。

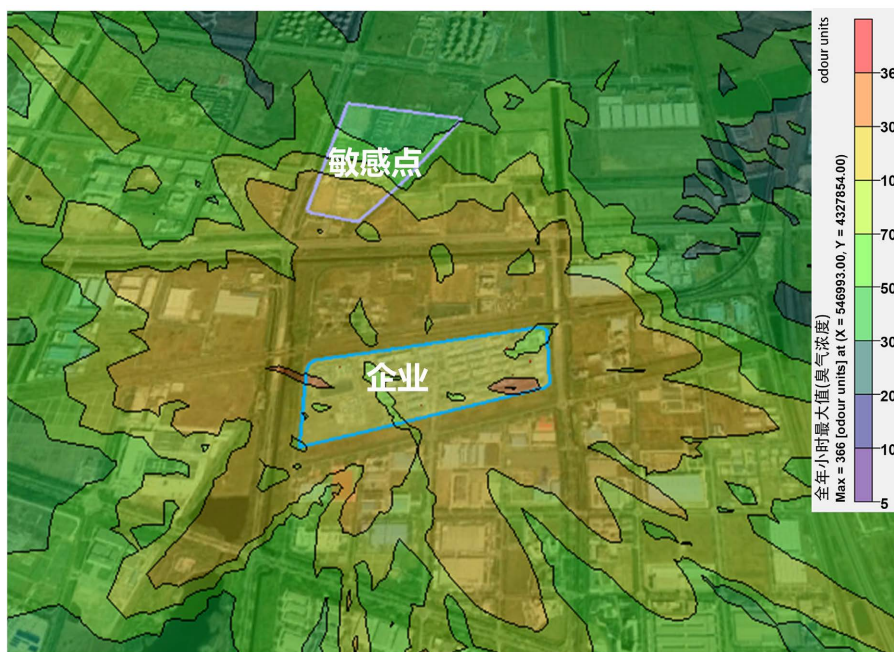


Figure 2. Odor impact of surrounding sensitive area from a pharmaceutical enterprise
图 2. 某制药企业对周边敏感点恶臭污染影响

3.3. 重点排气筒恶臭影响

将该企业 P₁、P₂ 排气筒两根排气筒设置为重点排气筒, 分别模拟其对周边的恶臭影响。如图 3 所示。

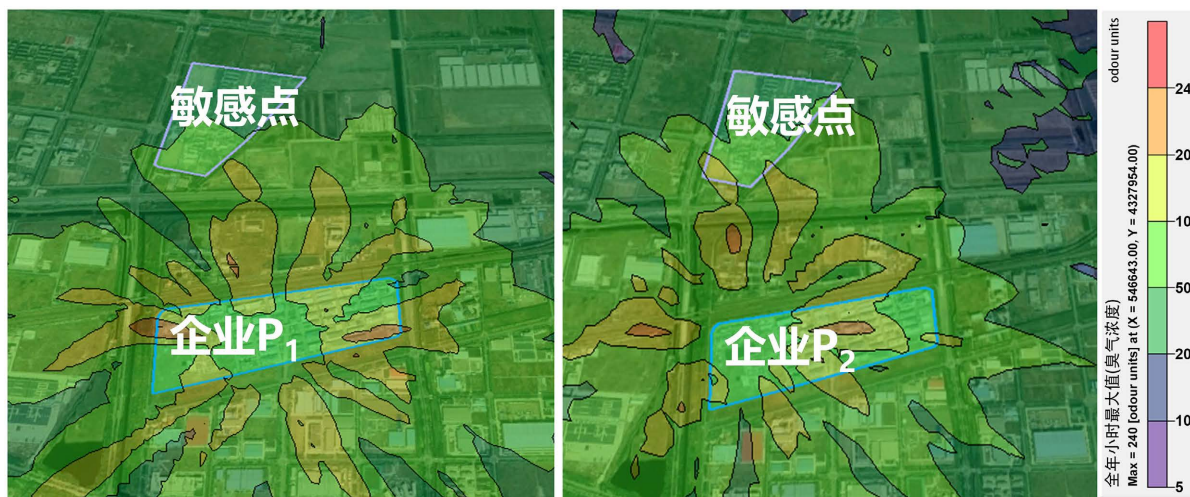


Figure 3. Odor impact of surrounding sensitive area from P₁ and P₂ exhaust cylinders of pharmaceutical enterprise respectively
图 3. 某制药企业 P₁、P₂ 排气筒分别对周边敏感点恶臭污染影响

由图 3 可以看出, 在全年最不利的气象条件时, 该企业 P₁、P₂ 排气筒对周边的恶臭影响均较大, 最大小时臭气浓度发生在西北厂界处, 分别达到 280、200。其北侧敏感点臭气浓度分别为 20~100、20~130, 总体来说, 发酵车间 P₁、污水处理站 P₂ 排气筒对周边恶臭影响较高。目前, 发酵车间废气治理技术为一级水洗 + 一级光催化 + 三级化学吸收, 污水处理站的废气治理技术为一级水洗 + 活性炭吸附 + 光催

化氧化 + 一级碱洗, 虽然均为组合治理技术, 但其治理技术的选择及治理效率有待进一步论证。此外, 有机溶剂是制药行业原辅材料, 由于合成方法及技术等原因, 具有低 VOCs 含量原辅材料源头替代措施明显不足问题[20]。

4. 结论

- 1) 该企业所有排气筒臭气浓度范围为 131~173,780, 臭气浓度较高。
- 2) 该企业全年小时臭气浓度最大落地点发生在厂区内, 可达 355; 其厂界全年最大小时臭气浓度约为 320; 北侧敏感点全年最大小时臭气浓度为 30~140 之间。
- 3) 该企业发酵车间及污水处理站排气筒对周边恶臭影响较为严重, 今后可着重针对这两个工序收集治理设施进行提升改造。

参考文献

- [1] 王亘, 王宗爽, 王元刚, 等. 国内外恶臭污染控制标准研究[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(S2): 147-151.
- [2] 杨伟华, 李伟芳, 韩萌, 等. 基于现场监测的异味污染暴露-效应评价[J]. 环境化学, 2019, 38(7): 1628-1635.
- [3] 邹克华, 翟增秀, 李伟芳, 等. 典型生物发酵企业挥发性有机物及恶臭污染物排放特征[J]. 环境化学, 2020, 39(12): 3574-3580.
- [4] 王亘, 张妍, 张超, 等. 垃圾填埋场恶臭污染对感官影响的评价研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(12): 232-238.
- [5] 中华人民共和国生态环境部. HJ905-2017 恶臭污染环境监测技术规范[S].
- [6] 中华人民共和国生态环境部. HJ194-2017 环境空气质量手工监测技术规范[S].
- [7] 中华人民共和国生态环境部. GB/T14675-1993 空气质量恶臭的测定三点比较式臭袋法[S].
- [8] Zhang, Y., Yang, W.H., Schauburger, G., et al. (2021) Determination of Dose-Response Relationship to Derive Odor Impact Criteria for a Wastewater Treatment Plant. *Atmosphere*, **12**, Article No. 371. <https://doi.org/10.3390/atmos12030371>
- [9] 王露, 毕晓辉, 刘保双, 等. 基于 CALPUFF-CMB 复合模型的燃煤源精细化来源解析[J]. 中国环境科学, 2018, 38(8): 2911-2920.
- [10] 孙博飞, 伯鑫, 张尚宣, 等. 钢厂烧结机烟气排放对土壤二噁英浓度的影响[J]. 中国环境科学, 2017, 37(11): 4222-4229.
- [11] Capelli, L., Sironi, S., Rosso, R.D., et al. (2013) Measuring Odours in the Environment vs. Dispersion Modelling: A Review. *Atmospheric Environment*, **79**, 731-743. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.07.029>
- [12] Ranzato, L., Barausse, A., Mantovani, A., et al. (2012) A Comparison of Methods for the Assessment of Odor Impacts on Air Quality: Field Inspection (VDI 3940) and the Air Dispersion Model CALPUFF. *Atmospheric Environment*, **61**, 570-579. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.08.009>
- [13] IAQM (2018) Guidance on the Assessment of Odour for Planning Version 1.1. <http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf>
- [14] New South Wales EPA. Approved Methods for the Modelling and Assessment of Air Pollutants in NSW. <http://www.epa.nsw.gov.au/your-environment/air/industrial-emissions/modelling-assessing-air-emissions/approved-methods-modelling-assessing-air-pollutants>
- [15] Queensland EPA. Guideline-Odour Impact Assessment from Developments. <https://www.publications.qld.gov.au/dataset/guideline-odour-impact-assessment-for-developments/resource/1b4ab77d-c485-4a99-ad00-b097e22b5605>
- [16] 中华人民共和国生态环境部. HJ2.2-2018 环境影响评价技术导则大气环境[S].
- [17] Zhang, Y., Ning, X., Li, Y., Wang, J., et al. (2021) Impact Assessment of Odor Nuisance, Health Risk and Variation Originating from the Landfill Surface. *Waste Management*, **126**, 771-780. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.055>
- [18] Chemel, C., Riesenmey, C., Batton-Hubert, M., et al. (2012) Odour-Impact Assessment around a Landfill Site from Weather-Type Classification, Complaint Inventory and Numerical Simulation. *Journal of Environmental Management*, **93**, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.08.016>

- [19] 中华人民共和国生态环境部. GB14554-93 恶臭污染物排放标准[S].
- [20] 王东升, 朱新梦, 杨晓芳, 等. 生物发酵制药 VOCs 与臭味治理技术研究与发展[J]. 环境科学, 2019, 40(4): 1990-1998.