

实验室废气处理对比

唐瑶

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

[摘要] 实验室是开展实验教学、科学研究、技术研发、检验检测等活动的实验场所以及配套的附属场所，涉及大量的有机溶剂使用和废气排放。本文就常见的废气处理装置进行分析，对比各处理装置间的功效与建设维护。

[关键词] 实验室；废气处理

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.615

1、实验室废气排放特征及处理技术概述

1.1 实验室概况

实验室是开展实验教学、科学研究、技术研发、检验检测等活动的实验场所以及配套的附属场所。按照所承担的实验功能，实验室可分为四大类：

(1) 物理实验室：如原子吸收光谱、力学实验室、天平室、精密仪器室等。

(2) 化学实验室：如分析实验室、无机实验室、物化实验室、有机合成实验室和生化实验室等。

(3) 生物实验室：如蛋白实验室、微生物实验室、病理实验室、免疫实验室、人体解剖实验室等。

(4) 动物实验室：如饲养间、动物生理行为学实验室、解剖手术室、尸体暂存间、洗消间、检疫间等。

实验室主要集中在高校、科研机构、检测机构和企业中的检验研究部门等，这些实验室相对来说比较分散，有的处于市中心，或者居民聚集区。各类实验室（等）使用的有机溶剂、试剂、酸碱种类繁多，实验过程或实验对象本身（如实验动物）产生的废气种类复杂，大多属于有毒有害物质。目前部分动物实验室安装了废气处理设备，一般实验室多采用管道集中到楼顶，用风机直接排放的方式。据统计，北京市有175多所高等院校和职业学校，每个学校都有很多的实验室，这些实验室有很多排气口；有1250家研究院所，这些院所也有很多涉有机废气排放的实验室；还有213家检测机构，均涉及大量的有机溶剂使用和废气排放。这些实验室导致相当量的废气排放，是大气污染物重要来源。为此，北京市已经在2018年率先启动了《实验室挥发性有机物污染防治技术规范》地方标准的编制

工作，部分生产厂家也在加紧开发专门用户实验室废气的处理装置。

1.2 实验室废气排放情况

(1) 污染因子

实验室废气污染物来源于实验过程或实验对象本身（如实验动物），不同类型的实验室排放因子不同。

物理实验室主要的废气来源为原子光谱酸碱废气和有机溶剂的挥发，主要污染物为氮氧化物、酸雾、氯化氢、非甲烷总烃以及其他VOCs。

化学实验室主要的废气来源为有机溶剂的挥发以及实验用气体泄漏，主要污染物为非甲烷总烃、其他VOCs和氯气等。

生物实验室主要的废气来源为有机溶剂的挥发、生化试剂和微生物，主要污染物为非甲烷总烃和其他VOCs。

动物实验室主要的废气来源为动物的代谢和动物饲养过程中的废弃物，主要污染物为氨、硫化氢、臭气。

(2) 污染物的排放浓度

实验室各种污染因子的排放量与实验过程中试剂的使用量（动物养殖量）、实验室通风条件等因素有关，无法按照工业场所工艺和产量的推算方法计算。以下是对实验室中废气污染较为突出的两种实验室——化学实验室和动物实验室所做的现场检测结果。

由此可知，实验室有组织非甲烷总烃平均值为30.67mg/m³，苯系物的浓度范围在0.01~0.19mg/m³。但根据当时实验负荷状况推测，如果正常的实验状态下非甲烷超标可能性很大；无组织排放水平较高，基本与有组织排放相当，说明了实验室

某化学实验室有机废气排放水平

类别		非甲烷总烃	苯	甲苯	乙苯	二甲苯	苯乙烯	异丙烯
有组织	1#	15.3	0.0708	0.0517	0.0148	0.0758	0.0088	0.0097
	2#	39.6	0.0065	0.197	-	0.0123	0.006	-
	3#	37.1	0.0122	0.325	-	0.0246	0.0039	0.003
	平均值	30.67	0.03	0.19	0.01	0.04	0.01	0.01
无组织	1#	28.7	0.0665	0.0754	0.007	0.0095	0.0107	-
	2#	30.1	0.0086	0.294	0.0066	0.0085	0.0041	0.0101
	3#	28.4	0.0237	0.0877	0.0018	0.0018	0.0038	-
	平均值	29.07	0.03	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01

的有机废气未得到有效的收集, 呈现面状污染的态势, 影响实验人员的健康, VOCs排放也影响空气质量。

某动物实验室排风口恶臭污染物浓度比较

指标(单位)	IVC系统	生产区	实验区
氨(mg/m ³)	50.22	8.98	4.48
硫化氢(mg/m ³)	2.511	0.383	0.047
臭气浓度(无量纲)	6520	1040	640

以上数据表明, IVC(独立通风笼具, 用于实验动物饲养)排风口恶臭污染物浓度最高; 生产区由于实验动物密度低, 排污量次之; 实验区仅用来做动物实验, 动物密度最低, 排污量最小。

(3) 实验室通风量

实验室的通风一般分为局部通风和全室通风, 通过通风管道将废气引至屋面, 有的直接排放, 有的经过废气处理装置后排放。

实验室局部通风主要来源于通风柜、试剂排风柜、生物安全柜、万向罩、钢罩等。通风柜根据型号, 单台通风量在500~3000m³/h之间; 集气罩、万向节吸风罩的通风量根据设计决定, 一般通风量在200~2000m³/h之间。试剂排风柜一般通风量在100~300m³/h之间。生物安全柜分A级和B级生物安全柜, 根据级别不同排风形式不同。

整体通风见于负压实验室、洁净实验室、动物实验室, 每个排气口的通风量由所辖面积、换气次数、风道阻力等因素决定, 一般单个排气筒风量为5000~50000m³/h。

2. 废气处理的必要性

2.1 国家和地方法律法规要求必须采取废气处理措施

《中华人民共和国环境保护法》第四十二条 排放污染物

的企业事业单位和其他生产经营者, 应当采取措施, 防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、医疗废物、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、光辐射、电磁辐射等对环境的污染和危害。

《中华人民共和国大气污染防治法》第十八条 向大气排放污染物的, 应当符合大气污染物排放标准, 遵守重点大气污染物排放总量控制要求。

《中华人民共和国大气污染防治法》第四十五条 产生含挥发性有机物废气的生产和服务活动, 应当在密闭空间或者设备中进行, 并按照规定安装、使用污染防治设施; 无法密闭的, 应当采取措施减少废气排放。

以上国家法律和地方法规都明确指出, 一旦有明确的废气污染物产生, 就应当采取收集和处理措施。根据生态环境部和地方环保执法部门对上述法规的解释, 一切有明确污染源的设施均应采取处理措施(也就是说, 即使排放未达标准限值规定, 也需要采取措施进行处理)。

3. 实验室废气处理装置介绍

3.1 装置概述

国内实验室常用的废气处理装置主要有活性炭过滤器和化学过滤器。对科研类建筑来说, 活性炭过滤器和化学过滤器的消耗量非常大, 需要经常更换。更换掉的过滤器属于危险废物, 需要特殊收集处理。

光氧离子废气处理机相对于活性炭过滤和化学过滤消耗小、可智能控制。近几年也多见于一些新建或改造的实验室、垃圾处理站、污水处理站等。

3.2 装置对比

	一体光氧离子废气处理机	活性炭吸附设备	喷淋吸收塔	UV光解	微生物除臭设备
技术原理	纳米半导体光催化	多孔材料吸附	酸碱中和反应	强紫外线照射分解	微生物分解
优势与局限性	针对实验室尾气设计, 效率功耗平衡	处理范围广, 运行稳定。但对小分子污染物、微生物效率低	对含硫、酸碱废气效率高。但对微生物无效, 对中性气体效率低	对VOCs、微生物效率高。但无法清除颗粒物	能耗最低, 安全稳定。但要求气流速度低, 环境适合微生物生长
能源及耗材	电	电、活性炭滤材	电、水、酸碱溶液	电	电、水
设备风阻	低	高	中等	低	中等
电力消耗	低	中等(克服风阻需增配风机)	高	高	最低
二次排放	设备出口水质达标, 无需另外处理	吸附了VOCs的废活性炭属危废	酸碱废液需进行废水处理后排	产生高浓度臭氧	微生物发酵产生异味, 废水中微生物含量高
维护项目	无需耗材, 无人值守	需定期更换过滤材料	需专人值守, 补充溶液	无需耗材, 无需值守	需定期补充菌种, 欠佳营养液

结束语

为避免设施废气排放超标, 必须针对废气增加治理装置。经处理后, 实验室排风口及建筑周界各类废气污染物排放符合国家及地方标准规定, 并且无主观不适感觉。实验室建设项目除了考虑建设成本及运行成本外, 需要着重考虑实验内容、废气种类等因素确定废气处理装置, 从而满足保障周围的空气质量, 不对环境造成污染。

参考文献

- [1] 2007 全国民用建筑工程设计技术措施 节能专篇 暖通空调·动力
- [2] 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2012)
- [3] 《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)
- [4] 《科学实验建筑设计规范》(JGJ91-2019)