

ACEF

中华环保联合会团体标准

T/ACEF XXX—XXXX

实验室挥发性有机物污染防治技术指南

Technical guidelines for pollution prevention and control of Volatile Organic
Compounds (VOCs) emission from laboratory

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华环保联合会 发布

目 次

前 言.....	i
引 言.....	ii
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
5 有机溶剂使用及操作规范.....	2
6 有机废气收集.....	2
7 有机废气末端净化.....	3
8 危险废物管理.....	4
附录 A （资料性附录） 常见的有机溶剂种类.....	5
附录 B （资料性附录） 实验室有机溶剂购置、使用清单.....	6
附录 C （资料性附录） 净化装置运行和维护记录表.....	7

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中华环保联合会组织制订。

本标准由中华环保联合会负责管理和解释。

本标准负责起草单位：北京市环境保护科学研究院、上海纺织节能环保中心、中国矿业大学（北京）化学与环境工程学院、北京国环汇智环境科技有限公司。

本标准主要起草人：

引 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和《大气污染防治行动计划》，打赢蓝天保卫战，控制和减少实验室VOCs排放，引导实验室规范有机溶剂的使用登记及操作、VOCs的收集和净化，减少实验室VOCs排放，改善北京市大气环境质量，制定本标准。

实验室挥发性有机物污染防治技术指南

1 范围

本标准规定了实验室挥发性有机物污染防治的基本要求、有机溶剂使用及操作规范、有机废气收集及净化等要求。

本标准适用于所有使用有机溶剂实验室挥发性有机物污染防治管理。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 15562.2 环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB/T 7701.1 煤质颗粒活性炭 气相用煤质颗粒活性炭

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定装置

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法

HJ 2026 吸附法工业有机废气治理工程技术规范

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实验室 laboratory

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。实验室单元指独立的实验通风单元，实验室单位指实验室单元的所在单位。

3.2

有机溶剂 organic solvents

可溶解其他物质的有机化合物，包括烃类、酯、醇、酮、醛、醚等。

3.3

挥发性有机物 (VOCs) volatile organic compounds

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

3.4

净化效率 purification efficiency

指净化装置捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

式中：

η ——净化效率，%；

C_1, C_2 ——净化装置进口、出口污染物的浓度， mg/m^3 ；

4 基本要求

4.1 实验室单位应建立有机溶剂使用登记和管理制度，编制实验操作规范，选择有效的废气收集和净化装置，减少 VOCs 排放，防止污染周边环境。

4.2 产生 VOCs 废气应进行收集，排放至 VOCs 废气收集装置。

4.3 实验室有组织 VOCs 宜经过净化处理后方可排放。综合考虑场地、实验室类型等因素，因地制宜地采用有效的 VOCs 净化装置。经过净化后的废气排放应符合 GB 16297 的规定，净化过程避免产生二次污染。

4.4 废气收集和净化装置应保证与实验操作同时正常运行。

5 有机溶剂使用及操作规范

5.1 实验室单位应加强对有机溶剂采购、储存和使用管理，建立有机溶剂（常见的有机溶剂种类参见附录 A）购置和使用登记制度，记录实验室所购买及使用的有机溶剂种类、数量（参见附录 B），购置发票或复印件和相关台账记录保存三年。

5.2 有机溶剂及其废液应分别储存在专门场所，避免露天存放；使用密封容器盛装，严禁敞口存放；配备足量的吸附剂，对于操作过程中不慎造成的有机溶剂散落，应及时使用吸附剂处理，并用密封袋封存。

5.3 涉及有机溶剂使用实验操作应在废气收集装置中进行，避免在开放空间中进行。

6 有机废气收集

6.1 应根据有机溶剂的使用情况，统筹考虑废气收集装置。

6.2 有机溶剂年使用量 ≤ 0.1 吨的实验室单元，可选用内置活性炭过滤器的无管道通风柜。有机溶剂年使用量大于 0.1 吨，小于 1 吨的实验室单元，宜选用有管道的通风柜。有机溶剂年使用量 ≥ 1 吨的实验室单元，整体应安装废气收集装置，并保持微负压，避免无组织废气逸散。

6.3 使用有机溶剂作为进样的仪器，应在其上方安装废气收集系统排风罩，其设置应符合 GB/T 16758 的规定，按 GB/T 16758、AQ/T 4274 规定的方法测量控制风速，测量点应选取在距排风罩开口面最远处，控制风速不应低于 0.3m/s。

6.4 废气收集装置材质应防腐防锈，定期维护，存在泄漏时需及时修复。

7 有机废气末端净化

7.1 净化技术选择

7.1.1 根据实验室有机废气的特点，可采用吸附法、光催化氧化+吸附法等方法对 VOCs 进行净化。

7.1.2 吸附法可采用活性炭、活性炭纤维、分子筛等作为吸附介质。吸附剂的性能参数应符合 GB/T 7701.1 和 HJ 2026 的相应要求。

7.2 净化装置建设及运行要求

7.2.1 净化装置应在产生 VOCs 的实验前开启、在实验结束后需继续开启十分钟，保证 VOCs 处理完全，再停机，并实现联动控制。净化装置运行过程中发生故障，应及时停用检修。净化装置建设方应提供净化装置的使用要求和操作规程。

7.2.2 净化装置的管理应纳入实验室日常管理中，配备专业管理人员和技术人员，掌握应急情况下的处理措施。

7.2.3 建立运行、维护和操作规程，明确设施的检查周期，建立主要设备运行状况的台账制度，保证设施正常运行。

7.2.4 建立净化装置运行状况、设施维护等的记录制度，主要维护记录内容（参见附录 C）包括：

- a) 净化装置的启动、停止时间；
- b) 吸附剂、催化剂更换时间；
- c) 净化装置运行工艺控制参数，至少包括净化装置进、出口浓度；
- d) 主要设备维修情况；
- e) 运行事故及维修情况；

7.2.5 净化装置前后应设置永久性采样口，采样口的设置应符合 HJ/T 1 和 DB11/1195 要求，每半年对净化装置的净化效率进行检验和评估。

7.2.6 排气筒废气的采样监测应按照 GB/T 16157、HJ/T 397 和 HJ 732 等规定执行。

7.3 具体技术要求和参数

7.3.1 吸附法

- a) 吸附设施的风量按照最大废气排放量的 120% 进行设计，VOCs 净化效率不低于 30%。
- b) 选定吸附剂后，吸附床层的有效工作时间与吸附剂用量，应根据废气处理量、污染物浓度和吸附剂的动态吸附量确定。更换周期应综合考虑有机溶剂的使用量、实验强度、温湿度等因素，原则上不应长于 6 个月。
- c) 采用纤维状吸附剂时，吸附单元的压力损失宜低于 4kPa；采用其他形状吸附剂时，吸附单元的压力损失宜低于 2.5kPa。

- d) 固定床吸附装置吸附层的气体流速应根据吸附剂的形态确定。采用颗粒状吸附剂时，气体流速宜低于 0.60m/s；采用纤维状吸附剂（活性炭纤维）时，气体流速宜低于 0.15m/s；采用蜂窝状吸附剂时，气体流速宜低于 1.20m/s。

7.3.2 光催化氧化+吸附法

- a) 装置的风量按照最大废气排放量的 120% 进行设计，VOCs 净化效率不低于 30%。
- b) 装置周边 30cm 处，紫外泄漏量应 $\leq 5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。光催化氧化装置应当具备有效降低臭氧措施，装置排气筒周边楼面或地面产生臭氧 1h 平均最高容许浓度为 $0.3\text{ mg}/\text{m}^3$ 。
- c) 应具备催化光源工作状态的指示或观察装置，能够及时发现并更换催化光源。根据使用频率、工作寿命确定光催化剂的检查周期，采取切实可行的检测方法，及时发现并更换失效的催化剂。
- d) 对于可能排放易燃易爆气体的实验室，应当根据排放的实际情况，选择具有相应防爆等级的废气净化装置。
- e) 装置的吸附部分要求同 7.3.1。

8 危险废物管理

8.1 实验室 VOCs 净化过程中产生的危险废物主要包括废吸附剂、废催化剂。实验室单位应设置危险废物临时收集暂存区域，废弃的有机溶剂采用密闭容器收集贮存。

8.2 危险废物应按照国家危险废物名录和危险废物的管理规定执行。危险废物应分类收集贮存，贮存设施设计、运行应符合 GB 18597 要求，警示标志设置应符合 GB 15562.2 要求。

附 录 A
(资料性附录)
常见的有机溶剂种类

表 A.1 常见的有机溶剂种类

种类	物质
直链或含分枝链的烃	己烷、戊烷、庚烷等
环状烃	环己烷、松节油、环丙烯、环己烯等
芳香烃	苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯等
卤代烃	四氯化碳、三氯甲烷、1,2-二氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷等
含硝基的烃	硝基甲烷、硝基乙烷
酯	乙酸乙酯、乙酸异丙酯、乙酸丁酯等
醇	甲醇、乙醇、异丙醇、正丁醇、乙二醇、己二醇等
酮	丙酮、甲基乙基酮等
醛	甲醛、乙醛等
醚	乙醚、异丙醚、石油醚
其他	二硫化碳、嘧啶、氨基化合物、汽油、煤油、石脑油、矿物油精、混合性碳氢化合物等

附 录 C
（资料性附录）
净化装置运行和维护记录表

表C.1 净化装置运行和维护记录表

净化装置名称	净化装置工艺	启动时间	停止时间	吸附剂		催化剂		进口浓度	出口浓度	维修情况
				名称	更换时间	名称	更换时间			

团体标准《实验室挥发性有机物污 染防治技术指南》编制说明

标准编制组

二零一九年月**

目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	2
2 制定标准的必要性.....	4
3 制定标准的原则和依据	6
3.1 制定标准的原则.....	6
3.2 制定标准的依据.....	6
3.3 与现行法律、法规、标准的关系	7
4 实验室 VOCs 排放情况.....	8
4.1 实验室数量和空间分布.....	8
4.2 实验室 VOCs 排放特征.....	10
4.3 实验室 VOCs 排放量.....	19
5 实验室 VOCs 治理技术	27
5.1 VOCs 废气治理技术概述	27
5.2 实验室 VOCs 治理技术确定	34
6 标准主要条款说明	35
6.1 标准名称.....	35
6.2 标准主题内容及适用范围	35
6.3 规范性引用文件.....	35

6.4	术语及定义.....	36
6.5	标准编制思路.....	37
6.6	标准主要内容和依据.....	37
7	贯彻标准的措施建议.....	54
8	其他应说明的事项.....	55
8.1	国内外标准情况.....	55
8.2	作为推荐性标准的建议及其理由.....	56
8.2.1	建议.....	56
8.2.2	理由.....	57

1 项目背景

1.1 任务来源

近十几年来，各地采取了一系列大气污染治理措施，空气中主要污染物浓度逐年下降，但大气污染物排放总量仍然超过环境容量，空气质量与国家新标准和公众期盼依然存在较大差距，大气污染复合型特征突出，城市正常运转和市民日常生活产生的污染物所占比重越来越大，大气污染防治形势十分严峻。

以北京市为例，其高校、科研院所和企业研发实验室众多，据不完全统计，北京市 175 多个高等院所和职业学校，每个学校都很有很多的实验室，拥有大量的有机废气排放口。北京市有 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，北京市还有 213 家检测机构，均涉及到大量的有机溶剂使用和废气排放。实验室的有机废气多直接排放，仅有少数的实验室采取了净化措施。而根据北京市大气污染防治条例第六十条规定：向大气排放粉尘、有毒有害气体或恶臭气体的单位，应当安装净化装置或者采取其他措施，防止污染周边环境。实验室有机废气多直排的现状与当前管理要求不符，从而影响了环境空气质量的改善、不利于实验室人员及周边人群的健康。

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和《大气污染防治行动计划》，控制和减少实验室的 VOCs 排放，引导实验室从有机溶剂使用登记及操作规范、通风柜技术参数选择、有机废气的收集和治理等方面进行改造，鼓励采用先进的 VOCs 治理技术，引导其 VOCs 治理技术的发展方向，从而减少实验室 VOCs 排放和改善北京市大气环境质量，特制定本标准。

1.2 工作过程

(1) 2017 年 12 月，成立本标准的项目编制组；

(2) 相关资料收集、实验室现场调研；掌握实验室 VOCs 治理技术及应用状况。

调研北京市现有实验室 VOCs 治理技术水平和排放现状，广泛研究欧盟、日本、美国实验室及相关场所污染控制技术和控制水平，结合北京市环境改善的目标以及实验室治理技术发展水平，初步提出实验室 VOCs 污染防治技术。

(3) 开展不同类型、不同治理技术水平的实验室 VOCs 排放监测，掌握实验室 VOCs 排放现状。分析实验室 VOCs 排放特征及减排潜力，初步编制实验室 VOCs 污染防治技术指南草案。

(4) 对标准草案框架进行调整，从实验室 VOCs 的产生到排放过程，将主要内容集中于有机溶剂的使用记录及操作规范要求、VOCs 收集和 VOCs 末端治理及监管要求，形成标准工作组讨论稿。

(5) 2018 年 5 月 23 日组织召开专家研讨会，来自国药集团化学试剂北京分公司、北京大学、河北先河正源、北京市固体废物和化学品管理中心有关专家分别就有机溶剂销售、实验室环保安全形势、实验室 VOCs 治理及实验室固废状况进行介绍，并对标准工作组讨论稿逐条进行讨论和质询。

(6) 2018 年 6 月，根据专家意见对讨论稿进行修改和完善，开展了部分实验室模拟实验 VOCs 测试，进一步掌握实验室 VOCs 排放情况。

(7) 2018 年 7 月 10 日，进一步增加模拟实验并修改规范及编制说明。

(8) 2018 年 7 月~9 月，根据意见和建议，对标准进行修改和完善，形成实验室 VOCs 污染防治技术指南编制说明。

(9) 2019年3月~5月,对典型实验室装化装置前后浓度进行补充监测和调研,对净化技术的效率、技术参数等方面进行论证,并补充相关支撑材料。根据专家意见对文本和编制说明进一步地修改和调整。

2 制定标准的必要性

(1) 实验室 VOCs 排放是大气污染的重要来源

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（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）使用的有机溶剂种类繁多，实验过程产生的废气种类复杂，大多属于有毒有害物质。目前化学实验室废气排放绝大多数采用的是直接排放的方式，一般实验室均采用管道集中到楼顶，用风机直接排放的方式，也有的实验室采用分散式排风扇直接排放，基本上都未对废气进行处理，只有少数国家重点实验室对废气进行处理后排放，缺少相应的污染控制对策和规划。

(2) 污染防治技术指南制定是实施有效大气环境管理的迫切需要

目前，当前大气污染日益呈现复合型的特点，主要表现在能见度低（ $PM_{2.5}$ 浓度高）、大气氧化性强（意味着形成光化学烟雾危险性增强）。如何有效控制大气复合型污染，已成为各级环境管理部门面临的重点任务之一。

实验室大气污染的治理和监管一直是大气环境管理中的薄弱环节，主要原因在于环境管理部门尚未针对实验室排放 VOCs 技术指南和相关标准，导致高校、科研机构及企业研发实验室缺乏相应改造动力和依据。因此，能否根据实验室污染源污染物排放特征，有针对性地建立较为完善的、可操作性强的污染防治技术指南，对于提高实验室污染源管理水平，减少实验室 VOCs 排放具有重要的作用。

(3) 标准的制定可填补首都环境管理缺失环节的空白

我国从国家层面上还没有相应的实验室大气污染物排放标准对其进行限制和要求，需要制定适用于实际情况的实验室 VOCs 污染防治技术指

南，完善对其的环境管理和控制。

因此，亟须制定实验室 VOCs 污染防治技术指南，指导实验室各单位从源头控制、过程控制和末端控制和管理对实验室进行改造，减少实验室有机废气的排放，减轻对大气环境的影响和人体健康的损害。

3 制定标准的原则和依据

3.1 制定标准的原则

(1) 遵循国家有关的法规和技术政策，标准的制定必须以国家环境保护相关法律、法规、政策和规章为依据，参照中华人民共和国环境保护法、中华人民共和国大气污染防治法、北京市大气污染防治条例、环境标准管理办法及国家环境保护标准制修订工作管理办法等。

(2) 在充分调研现有控制技术的基础上预测未来挥发性有机物污染物控制技术发展水平，在标准制定过程中，参照发达国家实验室及相关污染源的排放限值，体现标准的先进性和前瞻性原则。

(3) 本标准限值制定是在调研国内相关实验室运行的技术和经济指标、监测实验室 VOCs 排放情况，另外借鉴国外先进的 VOCs 控制技术，结合环境空气质量要求和总量控制要求，提出一套客观、科学的实验室 VOCs 污染防治技术路线及分阶段实施计划，使本标准实施具有极强的可行性和可操作性。

(4) 本标准制定过程中将充分借鉴国外发达国家已有成果、根据国外控制技术发展情况，结合国内工艺和技术发展现状提出符合首都要求的实验室 VOCs 污染防治技术指南。

3.2 制定标准的依据

- (1) 中华人民共和国环境保护法
- (2) 中华人民共和国大气污染防治法
- (3) 环境标准管理办法及国家环境保护标准制修订工作管理办法
- (4) GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定重量法
- (5) GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

- (6) HJ/T 38 固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法
- (7) HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- (8) HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范(试行)
- (9) HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- (10) HJ 583 环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法
- (11) HJ 584 环境空气 苯系物的测定活性炭吸附/二硫化碳解析-气相色谱法
- (12) HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法
- (13) HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固定相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法

3.3 与现行法律、法规、标准的关系

《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。

4 实验室 VOCs 排放情况

4.1 实验室数量和空间分布

实验室主要集中在高校、科研机构、检测机构、工业企业和行政事业单位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（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）使用的有机溶剂种类繁多，实验过程产生的废气种类复杂，大多属于有毒有害物质。目前化学实验室废气排放绝大多数采用的是直接排放的方式，一般实验室采用管道集中到楼顶，用风机直接排放的方式，也有的实验室采用分散式排风扇直接排放，基本上都未对废气进行处理，只有一部分国家重点实验室对废气进行处理后排放。

全国有 2688 所普通高等学校，数万家科研院所，各类涉及有机溶剂使用或产生有机废气的实验室数量非常多，以北京市为例，地区内有 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，拥有 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，北京市还有 213 家检测机构，均涉及到大量的有机溶剂使用和废气排放，但都基本没有末端治理设备，部分采取活性炭吸附法进行废气处理。这些实验室导致相当量的 VOCs 排放，是大气 VOCs 重要来源。但其排放未纳入全市污染物排放清单，也未有相应的污染控制对策和规划。

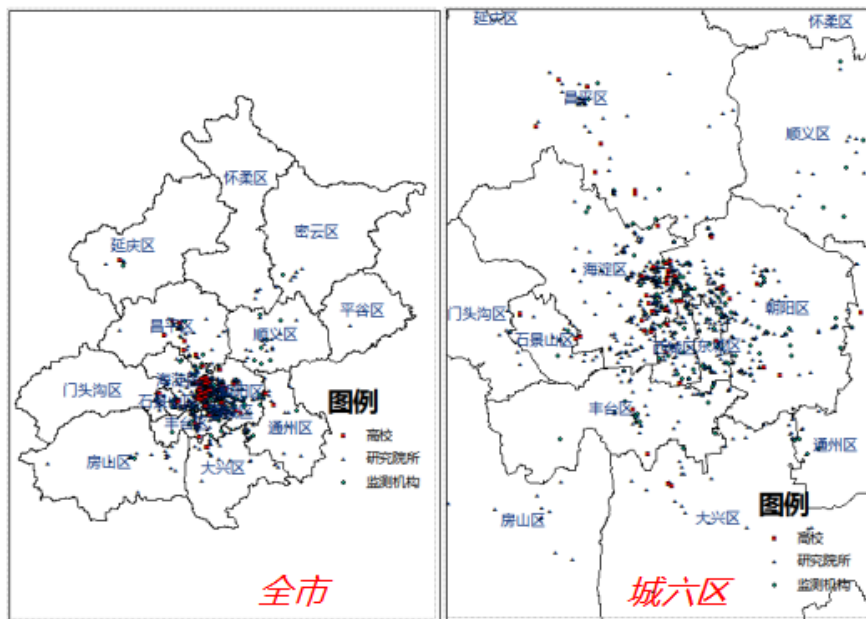


图 4-1 北京市高校实验室分布情况

再具体到北京市海淀区，该区教育资源丰富，高校和科研机构云集，高新技术及研发企业也较多，这些单位由于教学、科研、研发、生产等活动较多，导致各类实验室数量很多。由于未有实验室台账，本研究主要基于海淀区实验室危险废物监管单位台账作为研究对象，这些单位所拥有的实验室也是海淀区的主体。2016 年海淀区有 147 家实验室危险废物监管单位，涵盖了高等院校、科研院所、行政事业、工业企业和检测机构，各类数量占比如图所示，科研院所数量占比较大，检测机构数量占比较小。

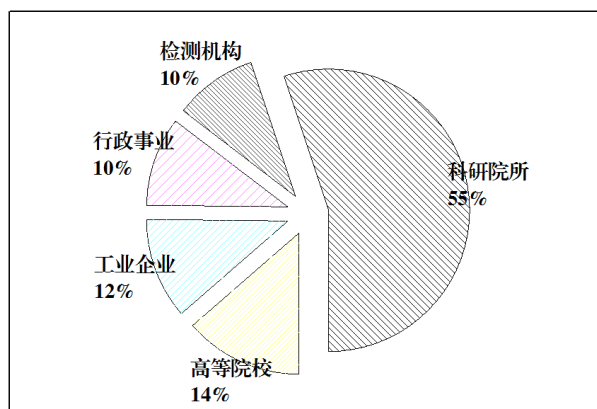


图 4-2 海淀区实验室危废监管单位数量占比

4.2 实验室 VOCs 排放特征

(1) 典型实验室 VOCs 排放监测（离线）

对典型的实验室有组织和无组织有机废气进行测试，按照《固定污染源废气-挥发性有机物的采样-气袋法》（HJ 732)进行采集样品，运回实验室采用气相色谱-质谱法进行非甲烷总烃和苯系物的测定。

表 4-1 典型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#	36.1	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

实验室有组织非甲烷总烃平均值为 $30.67\text{mg}/\text{m}^3$ ，苯系物的浓度范围在 $0.01\sim 0.19\text{mg}/\text{m}^3$ 。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。

(2) 实验室模拟实验排放监测

中，分别置于 42 °C 的水浴锅中，在打开通风设备的条件下，于通风柜中测得空气中 4 种有机物挥发浓度平均值为 50.6 mg/m³，如图 4-4 所示。

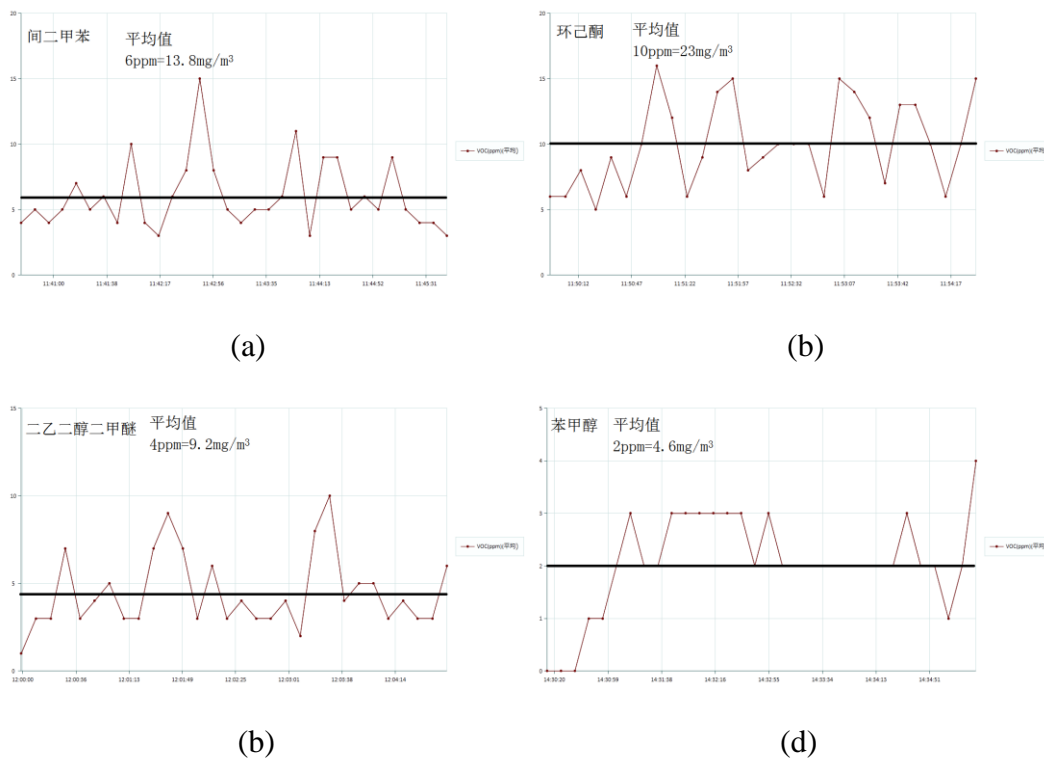


图 4-5 单一有机溶剂水浴 VOCs 浓度

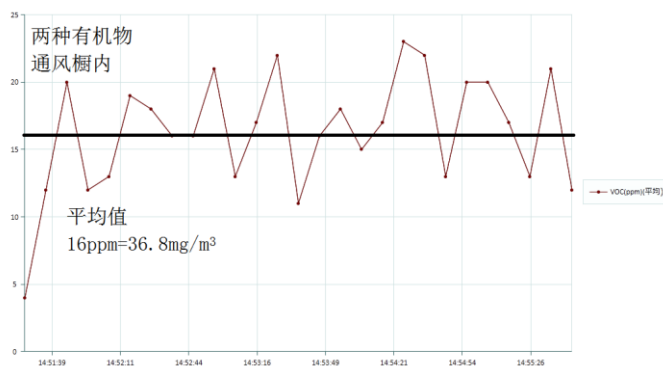


图 4-6 两种有机溶剂水浴 VOCs 浓度

四种有机物单独测量，分别将某种有机物放置于 42 °C 的水浴锅中，在打开通风设备条件下，在通风柜内测得间二甲苯、环己酮、二乙二醇二甲醚和苯甲醇的平均值分别为 13.8 mg/m³、23 mg/m³、9.2 mg/m³ 和 4.6 mg/m³，如图 4-5 所示。同上述实验方法，任取两种有机物测得其通风柜

内浓度平均值为 36.8 mg/m^3 ，如图 4-6 所示。由上述两组实验可以看出单一有机物挥发浓度较低，但随着有机物种类的增多，VOCs 浓度逐步提高。

实验二：

考虑到实际实验室中，对于有机溶剂的使用量以及实验温度有更高的需求，提高水浴温度来进行实验测定 VOCs 浓度。4 种有机溶剂（间二甲苯、环己酮、二乙二醇二甲醚和苯甲醇）各取 100 mL，在通风柜内置于 70°C 水浴锅中，测得挥发有机物浓度结果如下：

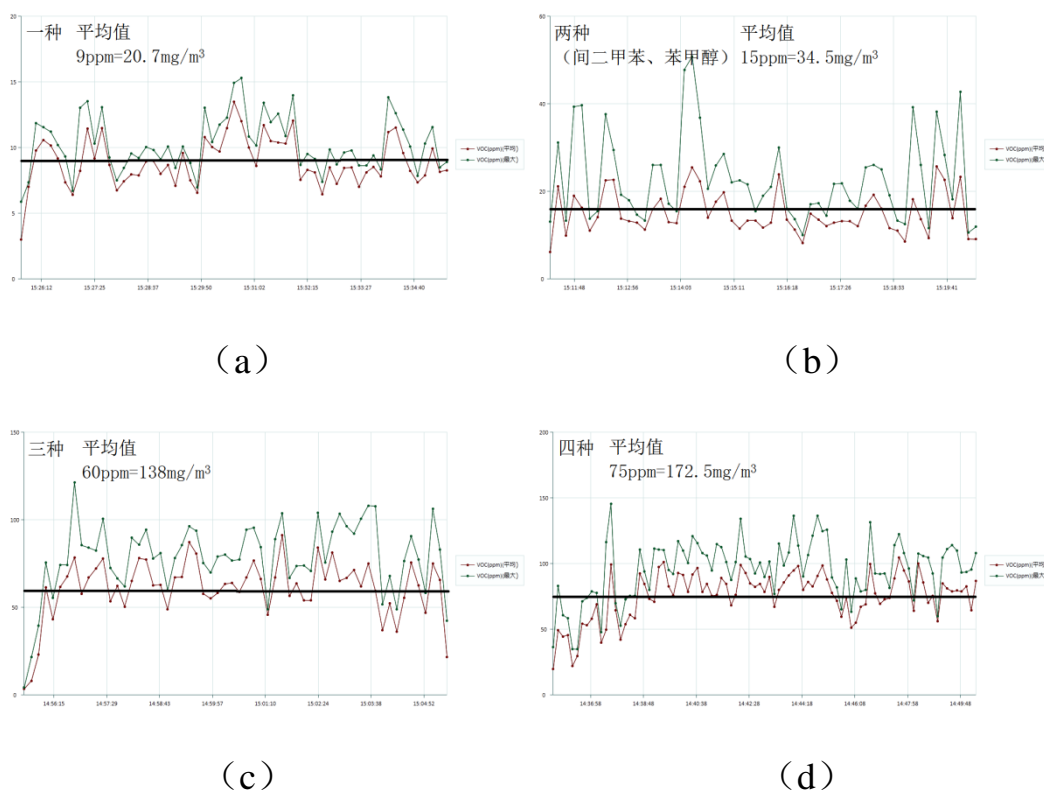


图 4-7 一种 (a)、两种 (b)、三种 (c)、四种 (d) 有机溶剂水浴 VOCs 浓度

如图所示，测定一种到四种有机溶剂的 VOCs 浓度，其平均挥发浓度分别为 20.7 mg/m^3 、 34.5 mg/m^3 、 138 mg/m^3 、 172.5 mg/m^3 。与上次实验 4 种有机物挥发浓度平均值 50.6 mg/m^3 相比有明显提高。对比本次实验结果与上次实验结果，可以得出有机溶剂的使用量越多，使用种类越多，以及所需温度越高，其挥发度越高。

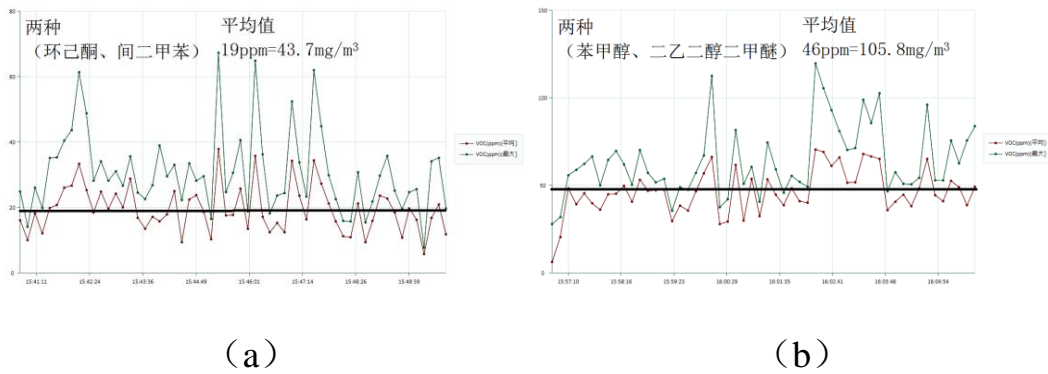


图 4-8 环己酮和间二甲苯 (a)、苯甲醇和二乙二醇二甲醚 (b) 水浴 VOCs 浓度

如图所示,上述组合的平均挥发浓度分别为 43.7 mg/m^3 、 105.8 mg/m^3 。由不同种有机物组合实验结果可以看出,不同有机溶剂的挥发度不同,且差别较大。实际的实验室中,对于挥发性有机物的使用不仅局限于一种或两种,且用量以及温度都可能有更高的需求,因此初步推断正常的实验室操作下 VOCs 排放产生浓度将超过实验状态下的模拟值。因此,实验室挥发性有机物的排放治理和控制管理非常必要。

(3) 典型实验室 VOCs 排放连续监测

此外,还对北京市某高校化学与工程系实验楼、医学实验楼的典型实验室和化学实验楼排气筒开展了 VOCs 浓度水平实际监测。监测仪器为便携式 PID 仪器,放置于通风柜内、实验室内、排风管道,对 VOCs 浓度进行连续监测,每 10 秒取一个数据(数据单位为 mg/m^3)。



图 4-9 北京某高校化学与工程实验楼、医学实验楼、化学实验楼实地调研

a) 化学与工程实验楼

化工实验楼中，分别将检测仪器放在两个通风柜内。实验的不连续和间歇性，通风柜内的 VOCs 浓度同样具有不连续、间歇的特点。通风柜 A、B 每日的平均浓度和最大浓度如图 4-10、图 4-11 所示。可以看出，实验室 VOCs 浓度具有很强的波动性和瞬间排放的特点，最大值与平均值可相差 40 多倍。由于通风柜处于无操作的时间较多，因此平均浓度较低，通风柜 A、B 内平均浓度分别为 1.6 和 1.3 mg/m^3 ，日间平均浓度有所差异，但变化不大。在涉及有机溶剂较多的实验状态下，通风柜内的 VOCs 迅速增加，通风柜 A、B 内最大浓度分别为 53.2 和 60.6 mg/m^3 ，日间最大浓度差异也比较大，日最大值可达 140.7 和 231.0 mg/m^3 。

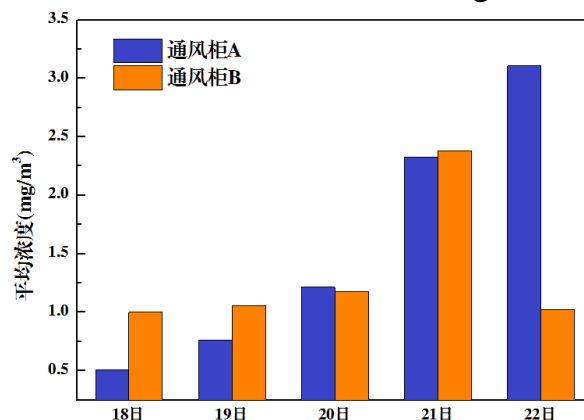


图 4-10 通风柜日平均 VOCs 浓度变化

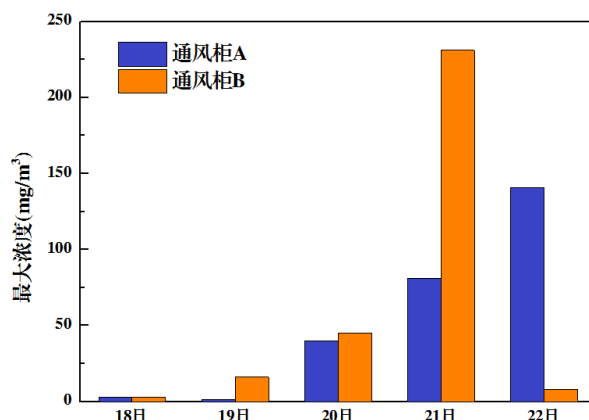


图 4-11 通风柜日最大 VOCs 浓度变化

实验活动时间和 VOCs 浓度呈现高度相关,从实验室 VOCs 排放浓度的逐时分布来看,主要集中在上午的 10 时~11 时和下午的 13、15~17 时,与实验作业作息、实验类型和进度有关,具有较强的随机性。通风柜 A 和 B 中 VOCs 的总体平均浓度不高,分别为 10.1 和 14.6 mg/m³。

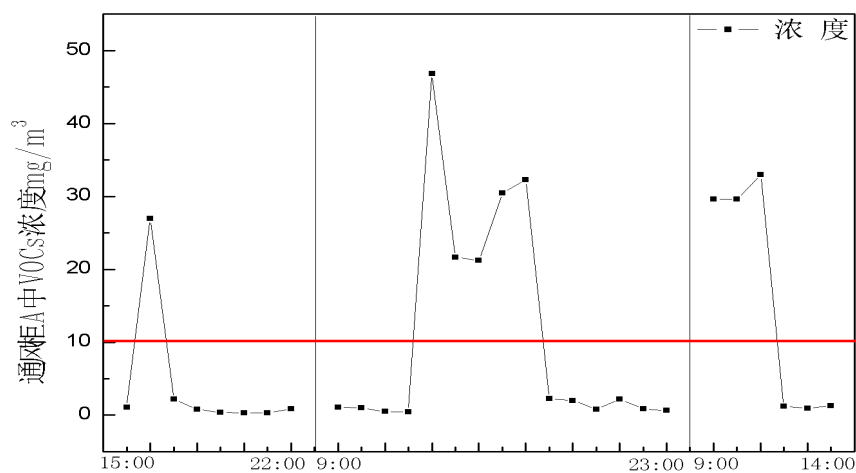


图 4-12 通风柜 A 各时段 VOCs 浓度

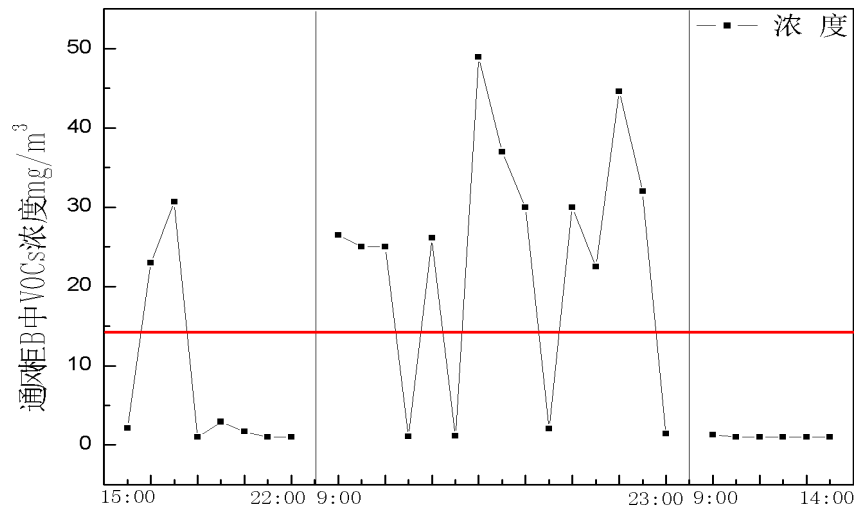


图 4-13 通风柜 B 各时段 VOCs 浓度

b) 医学实验楼

医学实验室主要进行药学和临床应用实验，涉及有机溶剂种类较多，但用量不大，未有相关用量统计数据。通风柜和室内每日的平均浓度和最大浓度如图 4-14、图 4-15 所示。可以看出，实验室 VOCs 平均浓度稍高于通风柜内平均浓度，可能有些试剂的使用和配置没有在通风柜中进行。通风柜内 VOCs 浓度的波动性和瞬间排放的特点强于室内浓度变化，最大值与平均值可相差 22 倍左右。由于实验室处于无操作的时间较多，因此平均浓度较低，通风柜和室内平均浓度分别为 1.3 和 1.6 mg/m^3 ，日间平均浓度有所差异，但变化不大。在涉及有机溶剂较多的实验状态下，通风柜内的 VOCs 迅速增加，通风柜和室内最大浓度分别为 32 和 11.2 mg/m^3 。虽然通风柜内最大浓度高于室内，但平均 VOCs 浓度室内更高，可能一些毒性不大的有机溶剂并没有在通风柜内操作。

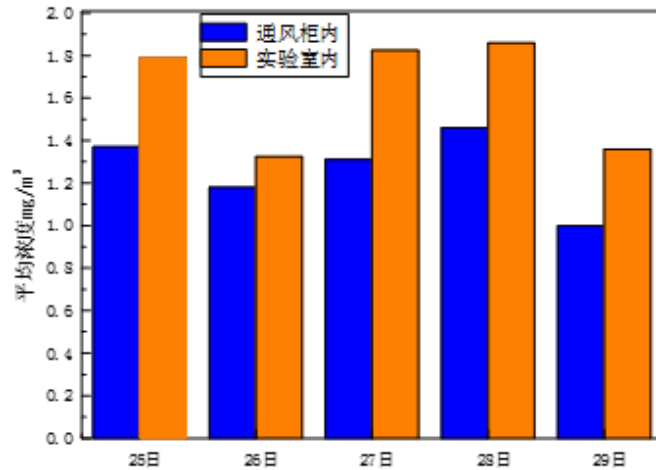


图 4-14 日平均 VOCs 浓度变化

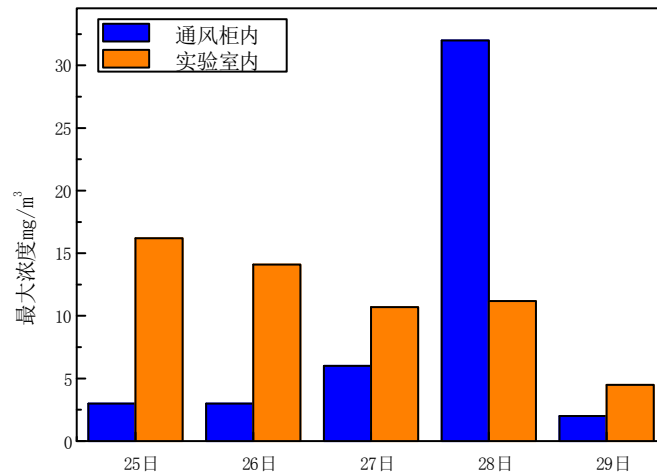


图 4-15 日最大 VOCs 浓度变化

实验活动时间和 VOCs 浓度呈现高度相关,从 VOCs 排放浓度的逐时分布来看,一天中 VOCs 浓度波动较大,选定 1 mg/m^3 以下的值为背景值,通风柜内操作主要集中在上午的 10 时和下午的 17~19 时,实验室内操作主要集中于上午的 10 时和下午的 14、18~20 时,与实验作业作息、实验类型和进度有关,具有较强的随机性。实验室 VOCs 浓度与通风柜浓度变化有一定相关性,通风柜内 VOCs 浓度高时,室内 VOCs 浓度也高于背景值,此外可以看出部分时间的实验在通风柜外进行。

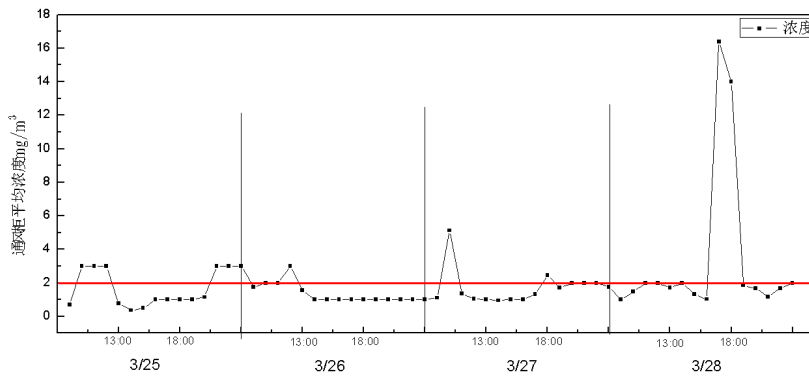


图 4-16 通风柜各时段 VOCs 浓度

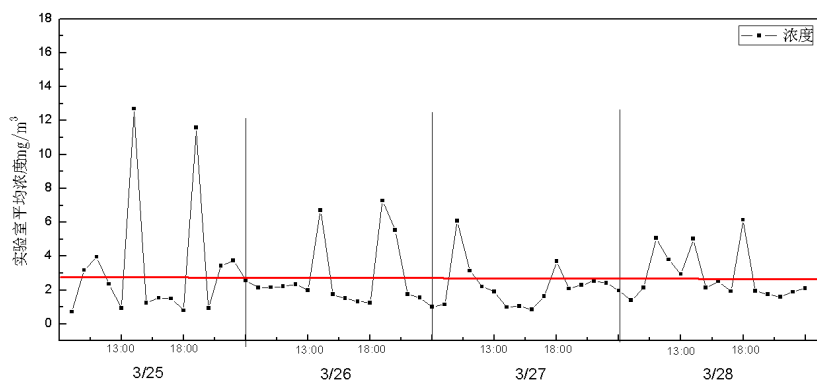


图 4-17 实验室各时段 VOCs 浓度

4.3 实验室 VOCs 排放量

为量化实验室由于有机溶剂使用导致的 VOCs 排放量,选择海淀区为典型区域作为研究对象,根据海淀区实验室不同单位类型数量占比,向 6 家科研院所、5 家高等院校、4 家工业企业、3 家检测机构、2 家行政事业单位发放了实验室有机溶剂使用情况及有机废气治理调查表(如表 4-2 所示)。

表 4-2 实验室有机溶剂使用及有机废气处理情况调查表

类别	1#	2#	3#	4#	5#	6#
实验室名称						
实验室类型						
实验室面积(平方米)						
有机溶剂 1 名称						

有机溶剂 1 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 2 名称						
有机溶剂 2 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 3 名称						
有机溶剂 3 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 4 名称						
有机溶剂 4 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 5 名称						
有机溶剂 5 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 6 名称						
有机溶剂 6 使用量						
VOCs 含量						
有机溶剂 7 名称						
有机溶剂 7 使用量						
VOCs 含量						
是否有废气收集装置						
是否有废气处理装置						

注：1、使用量为 2016 年一年的使用量；2、实验室类型包括：物理实验室、化学实验室、生物实验室或其他类型（请注明）；3、有机溶剂包括但不限于乙醇、甲醇、氯仿、二氯甲烷、乙酸乙酯、丙酮、乙醚、乙腈、正己烷、石油醚、正丁醇；4、如有废气收集装置，请注明收集装置名称；5、如有废气处理装置，请注明废气处理技术；6、表中仅预留了 7 种有机溶剂使用情况，6 个实验室，不够的话，请自行添加表格。

选择某高校实验室有机溶剂使用情况，对调查的情况进行部分说明。
按照提供的有机溶剂种类，该校年使用有机溶剂 13.9 吨（图 4-18）。使

用量最大的 5 种有机溶剂分别为乙醇、甲醇、丙酮、甲苯和氯仿。乙醇的年使用量最大，为 9.6 吨，甲醇和丙酮年使用量超过 1 吨。该实验室有机溶剂使用种类较多，但除前 5 位有机溶剂外，其他溶剂使用量不大。

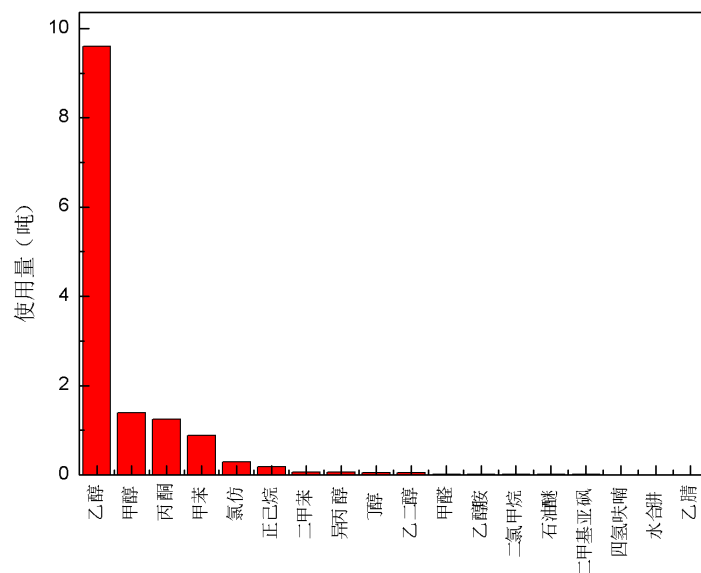
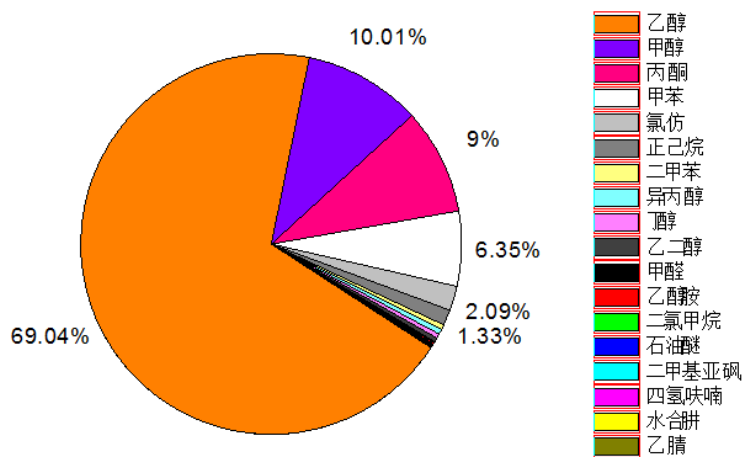


图 4-18 某实验室各有机溶剂年使用量

图 4-19 为该实验室各有机溶剂年使用量占比情况，乙醇使用量占比高达 69%，甲醇、丙酮和甲苯各占比 10%、9%和 6.35%，其他有机物使用量均低于 5%。可以看出，高校实验室有机溶剂使用种类繁多，产生废气种类复杂。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/878102007071006133>