

· 专论与综述 ·

土壤中挥发性有机污染物现场快速监测技术应用进展

韩春媚^{1,2}, 鲁炳闻², 于冀芳², 周友亚², 谷庆宝^{2*}, 李发生²

(1 北京师范大学水科学研究院, 北京 100875)

2 中国环境科学研究院土壤污染与控制研究室, 北京 100012)

摘要: 在总结我国突发性环境事故发生现状的基础上, 提出了我国环境现场快速监测工作缺少规范化管理, 以及标准监测技术方法不完善等问题。探讨了土壤中挥发性有机污染物快速监测技术的研究进展, 重点讨论了检测管、手持式气体检测器、便携式气相色谱(配置光离子化检测器、氢火焰离子化检测器或串/并联检测器)及便携式气相色谱-质谱等技术在快速检测土壤中挥发性有机污染物方面的性能特点与应用情况, 并对我国建立土壤中挥发性有机污染物现场快速监测标准方法提出了建议。

关键词: 土壤; 挥发性有机污染物; 快速监测技术; 便携式分析仪器

中图分类号: X833 文献标识码: A 文章编号: 1006-2009(2010)05-0008-06

Application and Development of On-site Fast Monitoring Techniques for Volatile Organic Compounds in Soil

HAN Chun-mei^{1,2}, LU Bing-wen², YU Ji-fang², ZHOU You-ya², GU Qing-bao^{2*}, LI Fa-sheng²

(1 College of Water Science, Beijing Normal University, Beijing 100875 China; 2 Department of Soil

Pollution Control, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012 China)

Abstract The lack of standardized management in on-site fast environmental monitoring of China and imperfect standard monitoring method were proposed at summary of emergence environmental accidents. Research progress of monitoring volatile organic pollutants in soil were discussed especially in aspects of test tube, hand-held gas detector, portable gas chromatography (with photo ionization detector, FID or series/parallel detector) and portable GC/MS. According to performance characteristic and applied conditions of those monitoring technologies, suggestion was made for developing states standards of on-site fast monitoring methods to detect volatile organic compounds in soils.

Key words Soils; Volatile organic compounds; Fast monitoring technique; Portable analytic instrument

近年来, 由于化学品泄漏、爆炸或交通事故等引发的土壤污染事件在发生频率和危害程度上均有增加的趋势。同时, 由于城市不断扩张, 城市中心区的重污染企业必须实行“环保搬迁”, 其遗留场地的再开发利用也容易导致环境污染事故。根据国家安全生产监督管理总局的资料记载, 仅 2001 年—2007 年危险化学品引发的重大环境事故就有 100 多起 [见图 1(a)(b)], 其中由于化学品泄漏造成的环境突发事件占 40.4%, 污染物为芳香族化合物和石油及其产品的事故占 20.2%, 挥发性有机污染物 (VOCs) 是其重要的组成部分^[1]。

土壤中挥发性有机污染物也是重污染企业“环保搬迁”场地的重点监测对象, 对于化工企业搬迁场地, 更是必测指标。环境污染事故通常具有隐蔽性大、潜伏期长、涉及面广、治理困难等特点, 已成为我国不容忽视的环境安全问题。现场快速监测是

收稿日期: 2009-12-22 修订日期: 2010-07-12

基金项目: 环保公益性行业科研专项基金资助项目 (200809095); 国家科技支撑计划基金资助项目 (2007BAC16B06)

作者简介: 韩春媚 (1982-), 女, 辽宁鞍山人, 博士研究生, 研究方向为土壤化学。

* 通讯作者: 谷庆宝

环境事故处理处置中的重要环节,快速监测技术由于其便携性、快速性和可连续监测等特点,可实时确定污染区域和安全区,了解污染程度,确定污染去除效果,已在各国的环境应急监测中得到了广泛

应用。加快建立现场快速监测标准方法,有利于提高我国应急监测技术水平,为突发化学品环境污染事故的应急决策与指挥提供有力的技术支持。

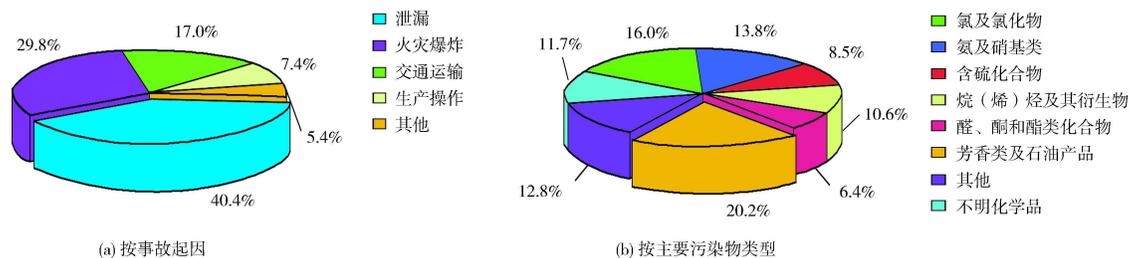


图 1 2001 年—2007 年危险化学品引发的重大环境事故统计

Fig 1 Statistics of major environmental pollution accidents caused by dangerous chemicals from 2001 to 2007

1 国内外土壤污染环境现场快速监测技术的发展现状

我国现已颁布了 400 多项环境监测标准方法,其中大部分属于实验室分析方法,需要将现场采集的样品运回实验室分析,显然从时间和空间上都无法满足环境事故监测的要求。目前,现场快速监测的主要方法有试纸条法、检测管法、便携式仪器分析和其他方法,但还没有一种方法成为国家或者行业的现场快速监测标准方法,对方法的使用条件也缺少相应的规范进行规定和限制^[2]。我国已建立的《环境监测管理办法》《国家总体应急预案》《国家突发环境事件应急预案》及地方突发公共事件总体应急预案中,对于突发环境污染事故没有建立统一、规范、系统和指导性的现场快速监测标准方法,不同的监测单位采用不同的分析方法,导致监测结果无可比性,对事故危害程度的定性结论缺乏权威性,或现场应急检测结果不能准确反映污染类型、范围和程度等相关信息。为此,在国家“九五”应急监测规划中,将应急监测方法与规范的制定及相应的技术装备配置列为该项规划的重点^[3]。

美国环境保护署 (USEPA) 已成立专门的环境应急管理部门,对溢油、漏油、化学品泄露、爆炸和火灾等突发事件作出提前预防措施和应急管理程序 (EMP),同时还成立了系统的应急响应工作组,包括国家及地区的应急响应小组、地方应急计划委员会、国家响应中心和州应急响应委员会等^[4]。目前 EPA 关于 EMP 已经建立了 8 项法律和 9 项规章制度,如“油污染物行动”“化学品事故预防条

款”“应急计划与声明”“国家油类和有害物质污染应急计划”等^[5]。此外, EPA 21 规则是检测泄漏的一个标准方法,以及校准仪器需遵循的原则,规则中对污染物定性、泄漏的浓度范围、检测仪器的各项误差要求、污染物响应特性等都作了系统要求。EPA 固体废弃物和应急响应中心将环境事故的监测技术方法汇编为工作报告,对典型案例的分析方法、技术手段、存在问题、经济核算和应用前景等进行总结和讨论,为 EPA 建立更加具体和规范的环境监测标准提供强大的技术支持^[6]。

2 便携式土壤 VOCs 快速监测仪器的应用与比较

现场快速监测环境污染物的方法原理一般是在通用实验室检测方法的基础上对仪器作结构调整,以缩短全程检测操作时间,增强便携性,如配置各种检测器的便携式气相色谱仪;或者引入新的测量原理和检测技术,使现场检测过程更加便捷,如检测管化学法和手持式气体检测器分析法等。现以我国土壤污染事故发生可能性较高的石油化工产品中的苯系物 (BTEX) 及其卤代物等挥发性有机化合物为对象,调研土壤污染物现场快速测定仪器装备的应用进展。

2.1 检测管化学法

检测管 (即气体比色管) 是环境应急监测中气体检测的基本部件,其检测机理是通过毒物与固化在玻璃管中试剂产生的变色反应,对毒物作定性和半定量检测,主要针对有毒气体和 VOCs 等对象,目前可检测出约 500 种 VOCs,通常检出限达到 10^{-6} 级。对于污染物类型已知的污染事故,检测管

化学法可以发挥较大的作用, 并且使用方便, 价格低廉^[7]。但检测管只能提供“点测”, 无法提供连续的警报检测, 其读数倾向于间断采样, 需大量储备检测管以备使用, 而废弃的检测管容易产生玻璃和化学污染。此外, 当污染物未知或种类复杂时, 仅靠检测管难以满足现场定性与定量分析的要求^[8]。

2.2 手持式挥发性有机气体检测器

气体检测器有多种类型, 其中用于挥发性有机气体检测的有光离子化检测器 (PID) 和氢火焰离子化检测器 (FID) 等。检测器以手持式结构为多, 质量轻, 体积小, 通常一个人即可完成现场快速检测工作^[3]。虽然检测器的定性、定量性能不如实验室常用的分析检测仪器和便携式气相色谱, 但是其快速半定量检测、污染物筛选和报警等性能对于突发性环境污染事故的应急监测具有不可替代的作用, 如在初期个人防护确定和防护范围确认、泄漏检测、后期选择代表性监测数据, 以及处理和恢复过程的污染确认等方面^[9]。

2.2.1 光离子化检测器 (PID)

PID 的工作原理是使用一支紫外灯 (UV) 光源将有机物打成可被检测到的正负离子 (离子化), 检测器测量离子化的气体电荷, 将其转化为电流信号, 电流被放大并显示 VOCs 浓度。VOCs 被检测后, 离子重新复合成原来的气体或蒸气, 因而 PID 是非破坏性检测器, 经检测的气体可被收集作进一步测定。理论上, 只要待测化合物离子化的能量 (电离电位) 低于 UV 光源输出的能量, 该化合物就可用 PID 测定。PID 属于广谱型检测器, 常用于芳香族化合物、醇、酮、醛、卤代烃、不饱和链烃和硫化物等气体的检测。目前 PID 总量测定法虽然没有被列入我国标准 VOCs 分析方法, 其检测结果也与标准方法没有可比性, 但可反映气相中 VOCs 的污

染程度, 且 PID 市场价格较低, 易于操作, 因而得到了广泛应用, 如泄漏源检测、化学物质泄漏检测、危险范围确认、污染情况判断, 以及土壤和水的顶空检测等^[10]。美国与英国的环保及健康部门普遍将 PID 测定法规定为有毒物质的分析方法, 如 EPA 方法 602、501、503、802Q、8021 和 3815 等^[8, 11], 都是采用 PID 检测器检测水、废水和土壤中数十种有机污染物的浓度。

2.2.2 氢火焰离子化检测器 (FID)

FID 对能燃烧的有机物均有响应, 与 PID 相比能检出的有机物种类更多, 属于宽谱有机化合物检测器, 除了可检测芳香烃类有机物 (苯、甲苯和萘等) 外, 对饱和烃、不饱和烃、氯代烃、醇和酮等有机物也有响应, 但 PID 的定量性能和灵敏度 (10^{-9} 级) 均优于 FID。便携式 FID 需要配置氢气瓶作为电离源, 目前大部分 FID 产品都内置小型氢气瓶, 并以进样气体作为氧气源点燃火焰, 因而在危险环境中, 其安全性低于 PID^[3]。另外, 对各种便携式 FID 产品的调查发现, 目前市售产品主要依赖进口, 大部分 FID 的价格高于 PID, 体积和质量也较大。美国、英国和德国一些公司的 FID 研发技术已非常成熟, 并广泛应用于现场有机污染气体的快速检测。

2.3 便携式气相色谱谱仪

有机污染物分析大多采用气相色谱法 (GC), 我国《水和废水监测分析方法》和 EPA SW-846 建立的有机物检测方法中, 采用 GC 检测技术的标准方法分别占 36%^[12] 和 52%^[13], 有机物不同监测方法应用频率统计见图 2(a)(b)。便携式气相色谱仪通常配置 PID、FID 或串/并联式 (如 PID-FID、PID-ECD 和 PID-R) 检测器, 配备充电电源。大部分便携式气相色谱仪是比较理想的应急监测技术装备, 在国外已广泛使用^[3]。

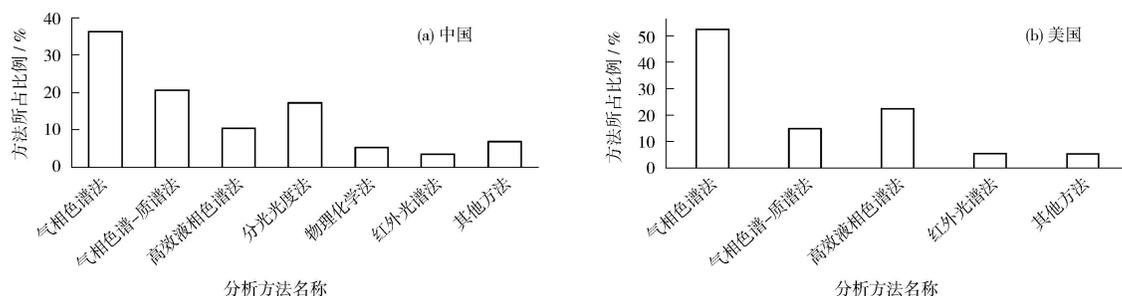


图 2 有机物不同监测方法应用频率统计

Fig. 2 Percentage of different monitoring methods for detecting organic pollutants

2.3.1 GC-PID

光离子化气相色谱仪具有灵敏度高、检出限低、线性范围宽、操作简单、造价低廉等特点, 1983 年首次被 EPA、美国职业安全与健康局、美国国家职业安全与健康研究所作为环境大气中有毒物质的分析方法, 而后又在其他领域, 如食品检验、化工、医药、卫生和国防等部门得到了广泛应用^[14]。目前, 国内外研制便携式 GC-PID 的技术均已成熟, 大部分便携式 GC-PID 仪器的质量 < 10 kg 体积 < 1 m³, 一般内置小型载气瓶(氮气或合成空气)。国外的同类产品很多配置两根或多根毛细色谱柱, 或配置客户指定的色谱柱, 以满足不同类型有机物分离的目的。例如 EPA 应急响应小组建立的便携式 GC-PID 标准操作程序(SOP), 可在现场对土壤或土壤气体中的 VOCs 浓度检测, 提供了 400 多种化合物的标准谱图信息、柱温、载气压力和流量, 以及采样和进样方法等, 并对方法检测限(MDL)、实际定量限(PQL)及线性范围等指标作出了相应规定^[15]。国内也有多家研究所或公司从事便携式 GC-PID 的研发, 并已市场化, 为我国推广便携式气相色谱仪的应用, 建立突发土壤污染环境事故现场快速监测标准方法提供了技术支持。

2.3.2 GC-FID

对便携式气相色谱仪的调研结果表明, 目前市场上便携式 GC-FID 的种类不多, 可能是由于 FID 检测需要可燃气体(H₂)、助燃气体和载气等 3 种气源钢瓶及流量控制系统, 制造一体化的便携式 GC-FID 较为困难。另外, H₂ 燃烧增加了引燃和引爆的潜在危险性, 调节载气流量时又很难控制氢火焰的稳定性^[3]。GC-FID 的突出优点是对几乎所有的有机物均有响应, 特别是对烃类化合物灵敏度高, 且响应值与碳原子数成正比^[9]。因此, 国内外有若干研究所或公司对便携式 GC-FID 进行研发, 如美国加州环保局有毒物质控制部采用 GC-FID 技术作为半定性定量检测有机污染气体的方法, 主要应用于地下储罐泄漏检测、天然气泄漏检测、紧急应变、土壤顶空筛选分析调查、运输容器和储罐维护检查及有害废弃物场址的污染描述等方面。我国也自主研发了便携式 GC-FID, 其中一些关键技术已基本满足现场 VOCs 快速检测的要求, 如色谱柱上加热系统(无炉温箱)、高灵敏度微型 FID、安全储氢气源系统、电源系统、仪器专用软件和接口技术、微型在线 VOCs 采样和吸附热脱

附等, 使国产便携式 GC-FID 仪器具备了操作简便、准确度高、响应时间短和灵敏度高等特点。

2.3.3 串/并联检测器的应用进展

基于不同检测器对有机污染物类型和灵敏度响应的不同, 配备串/并联检测器的快速监测设备应运而生。目前便携式串/并联检测分析仪有多种类型, 如美国某公司研发的 PID-FID 串联式检测器和有毒气体分析仪, 利用 PID 和 FID 识别 GC 柱的分离物质, 比较每种分析物的相对响应值以检测污染物。欧洲某研发公司生产的一种“土壤污染探测系统”, 采用 PID 和红外光谱(IR)联合分析单元, 利用 PID 检测土壤 VOCs 浓度, IR 检测 PID 无响应的甲烷、二氧化碳和半挥发性的石油碳氢化合物。另外, 有些便携式 GC 配置了多种检测器, 使检测的 VOCs 种类更多, 结果更准确。EPA SW-846 方法 8021b 就是采用 PID 和 ECD 检测土壤中的 VOCs 和卤代烃, 利用 ECD 对电负性高的化合物(如卤代烃)响应灵敏的特点, 弥补了 PID 主要检测芳香烃物质的缺陷。一些便携式 GC 由于配置了 PID、FID、XSD(卤素检测器)、FPD(火焰光度检测器)和 PFPD(脉冲式火焰光度检测器)等 5 种检测器, 不仅可以准确测定烃类物质和芳香族化合物, 还可用于检测含氮、磷、硫和氯等元素的化合物, 极大地拓宽了检测范围。

2.4 便携式气相色谱-质谱仪(GC-MS)

在土壤中有有机污染物的种类复杂, 或对突发环境事故的主要污染物缺少具体信息的情况下, 便携式 GC-MS 无疑是复杂混合物分离和检测的有力工具。如 2008 年汶川地震发生后, 抗震救灾环境应急监测小组采用便携式 GC-MS 分别对紫平铺水库及部分地区的地下水进行了现场监测^[16]。2006 年, 江苏省某国道发生苯乙烯槽罐车侧翻, 造成部分运输物质泄漏到农田中的突发事故, 当地监测部门到达现场后, 利用便携式 GC-MS 对空气进样分析, 确定了污染边界, 并适时监控了苯乙烯的扩散范围^[17]。在建筑工地施工现场发生挖掘机刺破不明化学物质储罐事件中, 监测人员使用便携式 GC-MS 和 PID 检测器于 20 min 内确认不明物质为溴化苯(强催泪剂), 据此确定了相应的处置方法^[18]。美国军方曾在某海军基地开展了数年的土壤和地下水污染物监测, 根据 EPA SW-846 方法 8260 中 GC-MS 检测 VOCs 的原理, 选用便携式 GC-MS 作为检测仪器, 采用顶空进样对土壤和地

下水中三氯乙烯 (TCE) 污染进行监测, 结果证明了现场便携式仪器在筛选样品、确定检测范围和指导实验室分析等方面的优越性^[6]。

土壤中 VOCs 快速检测技术比较见表 1。各种产品的检测原理和技术指标不尽相同, PID 检测器主要对芳香族化合物响应灵敏; FID 检测的物质种类更多, 只要能燃烧的化合物均有响应; MS 的定

性性能最优, 当 VOCs 成分复杂或对环境事故信息掌握不充分时, 便携式 GC-MS 便可发挥出优势。表 1 中所列的便携式监测仪器大部分具有报警功能, 根据预先设定的报警阈值 (TLV), 当污染物浓度超过 TLV 时, 便会发出警报, 为监测人员提供参考信息。

表 1 土壤中 VOCs 快速检测技术比较

Table 1 Technique comparison of fast detecting VOCs in soil

检测技术	PID	FID	GC-PID	GC-FID	PID+R 串联	GC-MS
安全性	本质安全	氢气作燃气, 增加了危险性	本质安全	氢气作燃气, 增加了危险性	本质安全	本质安全
主要检测 污染物类型	芳香烃、卤代烃、硝基烃、长链烷烃、醇、醚、酮和酯等	芳香烃、氯代烃、饱和/不饱和烃、酮和醇等	苯系物、氯代烃类、环氧乙烷、烯烃、酮和醛等	对能燃烧的大部分有机物均有响应	VOCs, 甲烷、石油类和 CO ₂ 等	内置大量标准谱图和多种化合物的标准曲线
检测范围	0~9.99×10 ⁻⁵ 或 1×10 ⁻⁴ ~0.01	5×10 ⁻⁷ ~0.05 (甲烷)	1×10 ⁻⁹ ~1×10 ⁻⁴ (苯)	0~0.1 (甲烷或丙烷)	PID: 1×10 ⁻¹⁰ ~4×10 ⁻³ ; R: 0~0.5 (甲烷)	动态范围: 10 ⁷
检测精密度	0~2×10 ⁻³ : ±10%; >2×10 ⁻³ : ±20%	±5×10 ⁻⁷ 或实际浓度的 ±10% 以内	5次连续进样定量重复性误差 <3%	0~0.01 ±1%; 0~0.1: ±10%	读数的 0.1%	RSD: 1.7%~33.7%
检出限	1×10 ⁻⁷ (异丁烯)	5×10 ⁻⁷ (甲烷)	1×10 ⁻⁹ (苯)		PID: 1×10 ⁻¹⁰ 或 1×10 ⁻⁷ ; R: 2×10 ⁻⁵	1×10 ⁻¹² ~1×10 ⁻⁹
载气类型	无需载气	氢气作燃气	氮气或空气	氢气作燃气	无需载气	氮气或氦气
进样方式	内置泵吸式	内置泵吸式	手动或外置泵吸式	复式泵吸式	内置泵吸式	直接进样探头

3 结论与建议

(1) 我国化学品泄漏及污染场地再开发引发的环境事故日趋增加, 而现场快速监测工作缺乏统一、规范的标准方法。与发达国家的应急管理方法相比, 我国关于处理突发环境事件的法律规章、管理组织、技术标准和分析方法还不规范和完善。我国对于现场快速检测的方法多样, 不同方法的监测结果都能从一个方面反映出突发环境事件的危害程度, 但目前还没有一种方法成为国家或行业标准监测方法。

(2) 现场快速监测技术具有便携性、快速性和可连续监测等特点, 可实时确定环境事件的污染区域和安全区, 了解污染程度, 确定污染去除效果。目前已有多种技术可满足土壤中挥发性有机污染物的快速检测要求, 并在国内外土壤污染应急监测中得到应用, 成为突发性土壤污染环境事故应急监测的有力工具。

(3) 不同快速检测技术的指标参数与监测对

象等均有差异, 我国应参照发达国家已建立的标准监测方法, 针对某些类型的便携式分析仪器的应用, 建立和完善土壤污染环境事故现场快速监测标准方法。如建立采用 GC-PID 技术检测土壤中挥发性有机污染物的现场快速标准方法, 就样品预处理要求、GC 进样系统、毛细柱性能指标、PID 灵敏度、检出限、检测范围、线性范围、仪器响应时间、温(湿)度标定或校正方式、数据存储、电源运行时间和安全性等指标, 以及其他需要的附件提出要求, 制定规范、统一的技术标准, 从而为土壤污染现场快速监测提供指导。

[参考文献]

- [1] 国家安全生产监督管理总局. 政府网站事故查询系统 [EB/OL]. <http://media.chinasafety.gov.cn/8090/System/shigurmain.jsp>
- [2] 邢核, 王玲玲, 石杰. 应急监测分析方法存在的问题及建议 [J]. 环境科学与管理, 2007, 32(3): 162-164

- [3] 李国刚. 环境化学污染事故应急监测技术与装备 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [4] U. S. EPA. Interagency teams [Z/OL]. <http://www.epa.gov/emergencies/content/partners/interagency.htm>, 2009.
- [5] U. S. EPA. Laws defining EPA's emergency management program [Z/OL]. <http://www.epa.gov/emergencies/lawsregs.htm>, 2009.
- [6] U. S. EPA Solid Waste and Emergency Response. Innovations in site characterization technology evaluation real time VOC analysis using a field portable GC/MS [R]. EPA 542-R-01-011, 2001: 1-34
- [7] 余倩, 李小如, 黄新平, 等. 硫化氢气体快速检测方法研究 [J]. 生态环境, 2005, 14(3): 316-318.
- [8] 李国刚. 真空紫外光离子化检测器及其在环境监测中的应用 [J]. 现代科学仪器, 2004(1): 18-20
- [9] U. K. Environment Agency. Framework for the use of rapid measurement techniques in the risk management of land Contamination [R]. SCH00209BPIA-E-P, 2009 1-96.
- [10] 国家环境保护总局. HJ/T 167-2004 室内环境空气质量监测技术规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004
- [11] 张颢, 魏庆农, 彭夫敏, 等. 光离子化技术发展综述 [J]. 现代科学仪器, 2007(2): 8-15
- [12] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002
- [13] U. S. EPA. Status tables of SW-846 [EB/OL]. <http://www.epa.gov/SW-846/>.
- [14] 景士廉, 赵瑞兰, 王荣荣, 等. 光离子化检测器在气相色谱中的应用 [J]. 环境科学, 1990, 11(3): 84-86
- [15] WAYNE E. Environmental technology verification report Field portable gas chromatograph, Perkin-Elmer Photovac Voyager [R]. EPA/600-98/144 1998: 1-84
- [16] 吕天峰, 许秀艳, 梁宵, 等. 便携式 GC-MS 在水体挥发性有机污染物应急监测中的应用 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(1): 42-45
- [17] 张先宝, 刘晔. 便携式 GC-MS 在应急工作中的应用 [J]. 分析测试学报, 2007, 26(8): 206-207.
- [18] 周灿平, 裴冰. 环境突发事件中挥发性有机物监测仪器解析 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(3): 69-70

· 征订启事 ·

欢迎订阅 2011 年《环境科学导刊》

《环境科学导刊》(原云南环境科学)创刊于 1982 年,是云南省环保厅主管,云南省环境科学研究院主办,全国公开发行的环保科技期刊。本刊主要刊登环境科学学术性论文、环境科研报告及介绍环境工程应用技术的文章。主要栏目有: 科研专题研究、环境管理、水环境保护、生态环境保护、污染防治、污染治理技术、农业环境保护、环境与人体健康、环境监测、环境影响评价等。适合所有从事环境保护工作的人员和大中专院校有关专业的师生阅读,也可供规划、农、林、水、土、卫生等部门的有关人员参阅。

《环境科学导刊》为双月刊,国内统一刊号 CN 53-1205/x 国际刊号 ISSN 1673-9655,每双月末月 25 日出版,每期 96 页,全年定价 60 元,读者可通过邮局汇款到本刊编辑部或通过银行信汇到云南省环境科学研究院订阅。

地址: 昆明市西山区王家坝 23 号 邮编: 650034 收款人: 《环境科学导刊》杂志社 电话(传真): 0871-4142389

户名: 云南省环境科学研究院 开户行: 建行昆明市西园南路支行 账号: 53001615637050309169

E-mail: ynhjks@yies.org.cn

欢迎订阅 2011 年《环境污染与防治》

● 中国自然科学类核心期刊 ● 中国科技期刊文摘数据库刊源

● 《中国学术期刊文摘(英文版)》刊源 ● 中国科技核心期刊

● 中国科技论文统计源期刊 ● 《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库刊源

《环境污染与防治》期刊是由浙江省环境保护厅主管、浙江省环境保护科学设计研究院主办,是中国自然科学类核心期刊,是中国科学技术期刊文摘数据库(CSTA)刊源之一,两次荣获浙江省精品科技期刊奖。主要刊登环境污染防治技术、资源综合利用、清洁生产、环境规划和影响预测、环境监测、环境政策法规、环境管理等方面的研究报告、综述等;介绍最新环保技术和方法;报道国内外环保动态信息;承接刊登环保设备、仪器等产品及其他环保内容的广告。

本刊为月刊,每期 15.00 元,全年 180.00 元,国内外公开发行人,邮发代号 32-15 刊号 ISSN 1001-3865/CN 33-1084/X,欢迎广大新老朋友订阅!所有征订客户赠送“环境污染与防治网”VIP 账户。

户名: 浙江《环境污染与防治》杂志社 开户行: 工行保俶支行 账号: 1202022709900021482 传真: 0571-87985753

地址: 杭州市天目山路 109 号浙江《环境污染与防治》杂志社 邮编: 310007 电话: 0571-87996721 87986875 87971640

E-mail: hkzsz@163.com 网址: www.zjepc.com