

· 专论与综述 ·

# 美国环境监测一百年历史回顾及其借鉴(续完)

王炳华

(航天机电集团公司第三研究院环境监测站,北京 100074)

中图分类号:X-1(712)

文献标识码:A

文章编号:1006-2009(2002)02-0012-06

## The Review of USA Environmental Monitoring in One Century and Its Reference to Us

WANG Bing-hua

(The Environmental Monitoring Center, The Third Research Academy,  
China Aerospace Machinery and Electronics Corporation, Beijing 100074, China)

### 5.3 固体废物监测

#### 5.3.1 背景

20 世纪 80 年代,美国年产工业废弃物约 20 亿 t,其中有害废弃物约 3 亿 t,到了 20 世纪 90 年代,美国年产有害废弃物已增至 7.5 亿 t。20 世纪 90 年代初,美国共有 7.6 万个活性固体废物填埋场和垃圾堆,其中所含的大量有毒有害物质不断逸出、浸出、泄漏,已成为环境空气、地面水、土壤和地下水的重要污染源。时至今日,美国仍面临着固体废物污染的严峻形势,其范围广,危害大,来势猛,短时期内难以控制。

为控制和消除固体废物对环境 and 人类健康的危害,美国于 1976 年颁布了“资源保护回收法”(RCRA),该法案迄今已增补过 8 次。颁布“资源保护回收法”及其增补法案的目的是加强对固体废物特别是有害废弃物从产生到最终安全处置过程的全面管理。

在美国,90%的有害固体废物是用陆地处置法处理的。20 世纪 80 年代中期,为了保证有害固体废物陆地处置的顺利进行,美国国会责成 EPA 依据 RCRA/HSWA 制定了“陆地处置限制法规”(Land Disposal Restriction),目的是最终全面禁止有害废弃物的直接陆地处置。

由于有害废弃物和有毒物质给环境和人类健康带来了严重危害,因此责任单位应该向公众赔偿。美国于 1980 年颁布了“超级基金法”(Super-

fund Act - CERCLA),并于 1986 年进行了修订,即 SASR of 1986。“超级基金法”的重点在两个方面:一方面是对过去设置的有害废弃物场地(垃圾坑或垃圾堆)进行调查、登记、排队和重新处置;另一方面是对由于意外事故而溢出、排出、泄漏到环境中的有害废弃物和有毒物质进行现场调查、评价,并采取应急补救措施。

根据以上 3 个法规特别是“超级基金法”,经美国政府拨款和有关单位集资,EPA 将过去的固体废物场地(垃圾坑或垃圾堆)登记、排队,已列出有潜在危害的废弃物场地 32 506 处,并对其中的 90%作了评价,将危害最大的 207 个有害废弃物场地列入重点清除(净化)名单(NPL),立即着手清除(净化),另外 1 300 处场地虽尚未被列入名单,但也须采取紧急净化措施。由于净化工作非常复杂,且需要处理的有害废弃物场地和完成这项工作所需要的人力、物力比原先预计的多,因此 EPA 开始实施一套新的净化工作战略,以加快净化步伐,并尽量让有责任的单位承担净化任务。

为贯彻上述 3 个法规,有效控制固体废物污染,美国国会要求 EPA 开发与其配套的分析评价方法,EPA SW-846 系列——《固体废物试验分析评价手册》就是在这种形势下推出的。

收稿日期:2001-07-09;修订日期:2002-02-05

作者简介:王炳华(1946—),男,山东人,研究员,硕士,已发表论文 20 篇。

### 5.3.2 EPA SW - 846 系列的概况与特点

#### 5.3.2.1 概况

(1) EPA 于 1986 年 9 月制定并颁发了 SW - 846 系列。该系列集中贯彻了“资源保护回收法”和“陆地处置限制法规”的精神,包含了固体废物采样和分析试验的全部方法,是在 EPA 200 ~ EPA 600 系列的基础上发展起来的。该系列第 3 版于 1990 年 11 月定稿,1991 年 4 月问世,全书分为两卷 13 章,内容包括 QA/QC、采样计划的制定和实施、无机和有机成分的分析、物理性质的评价以及废弃物特性的鉴定等。

(2) SW - 846 系列的分析对象是固体废物,其物理形态多种多样,有水体、淤泥、固体(包括土壤)、油、有机液体、多相混合物、EP(浸出试验毒性提取液)、TCLP(毒性浸出试验提取液)和气体九大类;分析项目包括有机物、金属和一些常规项目,被分析化合物的质量浓度从  $\mu\text{g/L}$  级到 10 000  $\text{mg/L}$  级。该系列第 3 版汇集了 20 多年来美国环境工作者在固体废物监测领域的研究成果以及他们的智慧和经验,集中反映了 20 世纪 80 年代中后期美国固体废物监测的水平。

#### 5.3.2.2 SW - 846 系列第 3 版中的几个子系列

(1) 1300 系列:毒性试验方法,共 3 个,分别是 EP 法、TCLP 法和 SPLP 法(合成沉淀物浸透试验法),详细情况见表 4。

(2) 3000 系列:金属元素的提取方法,共 7 个。对水样采用强酸消解法,对固体样采用微波强酸消解法,对油样采用溶剂稀释法。

(3) 3500 系列:半(非)挥发性有机物的提取方法,共 7 个。对液体样采用液 - 液萃取法或连续液 - 液萃取法,对固体样采用索氏提取法、自动索氏提取法或超声波提取法,对其他样品(非水溶性且有机物质量分数高于 25  $\text{g/kg}$ )采用有机溶剂溶解稀释法。

(4) 3600 系列:净化、分离方法,共 9 个,包括氧化铝柱法、合成硅酸镁柱法、硅胶柱法、溶胶渗透色谱法、酸和碱液 - 液反萃取法、浓硫酸/高锰酸钾法和除硫法等。

(5) 5000 系列:挥发性有机物的提取方法,共 4 个。对水样和固体样采用吹扫 - 捕集法(P & T),对气体样一般采用固体吸收采样法。

(6) 6000 系列:测定金属的新方法,共 2 个,可测定金属 26 种。电感耦合等离子原子发射光谱法

(ICP/AES)可测定金属 26 种,电感耦合等离子质谱法(ICP/MS)可测定金属 15 种。

(7) 7000 系列:原子吸收法测定金属元素,共 53 个方法,可测定金属 28 种。主要方法有直接吸入火焰 - AA 法、石墨炉 - AA 法、气体氢化物 - AA 法、气体硼氢化物 - AA 法和汞冷焰法。该系列有两个特点,一是应用范围广,可分析饮用水、地表水、废水、固体废物中的金属元素;二是 QA/QC 工作在 EPA 200 系列 QA/QC 的基础上进一步发展和完善,并达到一个新水平,在各种金属分析方法系列中具有代表性。

(8) 8000 系列:有机物分析方法,共 39 个,其中 GC 法 25 个,GC/MS 法 7 个,HPLC 法 7 个;测定挥发性有机物的方法 13 个,测定半挥发性有机物的方法 24 个,测定非挥发性有机物的方法 6 个。同 EPA 600 系列相比,该系列测定的化合物增加了含氯除草剂、含磷农药、二氧杂茂类等,测定的法定和非法定化合物达到 487 个,详细情况见表 4。

(9) 9000 系列:常规项目分析方法,共 44 个,包括腈化物、总有机卤、总有机碳、总酚、总烃、总氯、总硝酸盐、总油和酯、硫酸盐、大肠杆菌的分析方法和 pH 值、电导率、总、及镭 - 228 的测定方法等。

#### 5.3.2.3 SW - 846 系列的特点

(1) 提供了采集有代表性固体废物样品的方法,论述了采样计划的编制、实施及监管程序,介绍了如何根据废弃物本身的特点确定采样地点,选取采样设备以及各种现场采样方法,并将采样方法放在与分析方法同等重要的地位。

(2) 汲取了各大方法系列的精华,汇集了对各类化合物和各种不同物理形态的样品提取、净化、分离、分析的最新成果,选用了各种先进的分析手段,如 GC(高选择性检测器:GC/PID、ELCD、NPD、FPD、ECD),GC/MS,HPLC,TC/MS(TC - 热色谱),GC/FTIR,AA,ICP/AES,ICP/MS 和 HPLC/TSP/MS(TSP - 热喷射)等,采用了许多先进的前处理技术,如吹扫 - 捕集、超声波提取技术、微波提取技术、液 - 固提取技术、气体吸附技术和衍生技术等。

(3) 为保证数据质量,该系列制定了严格的 QA/QC 计划,严抓实验室质量控制与现场质量控制,认真编写质量控制文件,并定期向 EPA 和委托客户提交 QA/QC 报告。

表 4 EPA SW - 846 8000 系列和 1300 系列(1990 年 11 月第 3 版)

EPA 方法	污染物分类	个数	前处理	检测器	色谱柱
8000A					
8010	挥发性氯代烃	39	P & T	GC/ ELCD	填充柱
8010B	挥发性氯代烃	50	P & T	GC/ ELCD	填充柱
8011	挥发性氯代烃	50	P & T	GC/ ELCD	毛细管柱
8015	挥发性非氯代烃	6	P & T	GC/ PID	填充柱
8020	挥发性芳香族	8	P & T	GC/ PID	填充柱
8020B		14		GC/ PID	
8021A	挥发性氯代烃和芳香族	61	P & T	GC/ PID、ELCD	毛细管柱
8030	丙烯醛、丙烯腈、 乙 腈、丙烯腈、 丙烯胺	3	P & T	GC/ FID	填充柱
8031		1		GC/ NPD	
8032		1		GC/ ECD	
8040	酚类	17	L - L 萃取(或 衍生物法)	GC/ FID	填充柱
8060	酞酸酯	7	L - L 萃取	GC/ FID	填充柱
8061		17		GC/ ECD	毛细管柱
8080B	含氯农药及多氯联苯	26	L - L 萃取	GC/ ECD	填充柱
8081					毛细管柱
8090	硝基芳烃及环酮类	6	L - L 萃取	GC/ FID GC/ ECD	填充柱
8100	多环芳烃	16	L - L 萃取	GC/ FID	填充柱
8110	氯醚	5	L - L 萃取	GC/ ECD	填充柱(或毛细管柱)
8120	氯代烃类	15	L - L 萃取	GC/ ECD	填充柱
8121		22			毛细管柱
8140	有机磷农药 含氯除草剂	21	L - L 萃取	GC/ NPD、FPD、ELCD	填充柱
8141A		27	L - L 萃取		毛细管柱
8150		10		GC/ ECD	填充柱
8151					毛细管柱
8240	挥发性有机物	51	P & T	GC/ MS	填充柱
8250	半挥发性有机物	131	L - L 萃取	GC/ MS	填充柱
8260A	挥发性有机物	50	P & T	GC/ MS	毛细管柱
8270B	半挥发性有机物	250	L - L 萃取	GC/ MS	毛细管柱
8280	二恶英类(PCDDs、PCDFs)	30	L - L 萃取	GC/ MS	毛细管柱
8290				GC/ MS	
8310、8315 8316、8318 等 7 个方法	甲醛、丙烯胺、丙烯腈、硝基 芳烃、N - 甲基酰胺、硝胺四 氮烯	7		HPLC	
1310	EPT	14	EPT 提取	GC/ MS	毛细管柱
1311	TCLP	52	TCLP 提取	GC/ MS	毛细管柱
1312	SPLP		SPLP 提取		

(4) 该系列在实际应用中不断充实、发展与完善。

分析有机物的项目由第 1 版的 282 个增至第 3 版的 487 个。

第 3 版增加了 TC/ MS、GC/ FTIR、TSP/ MS、ICP/ MS 等分析手段。

扩大了 HPLC 的应用,增加了甲醛、丙烯胺、丙烯腈、N - 甲基酰胺、硝基芳烃、硝胺、四氮烯

等 7 种污染物的 HPLC 分析方法;有机物的前处理和分析测定方法增加了 7 个,分别是 3665 - 浓硫酸/高锰酸钾法净化含氯农药、3541 - 自动索氏提取法中的 2 个前处理方法、5110 - 废弃物样品有机相蒸气压的测定、8031 - 丙烯腈的 GC/NPD 法、8032 - 丙烯胺的 GC/ECD 法、8090 - PCDDs 和 PCDFs 的高分辨率 GC/MS 法等;金属分析项目新增了铈,达到 28 个,增加了 13 种分析方法,分别是 6010 - 电感耦合原子发射分光光度法、6020 - 电感耦合等离子质谱法、钡、铜、铁、锰、银、锌 6 种金属的石墨炉原子吸收法、硒、锑、砷的原子吸收硼氢化法、铟、锂的直接吸入火焰法、微波消解法和固体废弃物的 Bomb 燃烧法等;毒性提取法增加了 1311 - TCLP 法和 1312 - SPLP 法;9000 系列常规分析方法由 32 个增至 44 个。

在 8000 系列中大量采用毛细管柱法。第 1 版只有 3 个毛细管柱法,分别是 8141 - 含磷农药 GC/NPD(或 FPD)法、8270 - 半挥发性有机物 GC/MS 法和 8280 - 二恶英类(PCDDs、PCDFs)高分辨率 GC/MS 法,第 3 版增加了 6 个毛细管柱法,分别是 8021 - 挥发性有机物 GC/PID、DLCD 法、8061 - 酞酸酯类 GC/ECD 法、8081 - 含氯农药及多氯联苯 GC/ECD 法、8121 - 氯代烃类 GC/ECD 法、8151 - 含氯除草剂 GC/ECD、ELCD 法和 8260 - 挥发性有机物 GC/MS 法。毛细管柱法与填充柱法相比,方法性能有了较大提高,如 8081 增加了对氯丹、毒杀芬和 7 种多氯联苯共 9 种多峰形污染物的指纹鉴定(定性、定量)方法;8061 分析的化合物由 8060 的 7 个增至 17 个,并增加了一个液-固提取法;8151 分析的化合物由 8150 的 10 个增至 19 个,新增了 PFB 衍生法,并将方法性能指标实际检测限(PQL)改为估计检测限(EQL)。

第 2 版于 1987 年 6 月推出,第 3 版于 1990 年 6 月推出,其后又进行了一些修改,增添了几个新方法,并修订了一些方法,包括 3610B、3520B、3550B、3600A、3630B、3640A、5030A、7000A、8000A、8010B、8015A、8020B、8080B、8021A、8141A、8150B、8260A、8270B 等(A 表示第 1 次修订,B 表示第 2 次修订)。

#### 5.3.2.4 QA/QC

SW - 846 系列的 QA/QC 是在 EPA 600、EPA 500、EPA 200 等标准系列 QA/QC 的基础上发展起来的,并在理论和实践上都达到了一个新的

高度。

《固体废弃物试验分析评价方法》专题论述了固体废弃物从采样、分析测定到数据整理、确认和报告全过程的质量控制。

(1)《固体废弃物试验分析评价方法》第 1 卷第 1 章——质量控制是 SW - 846 系列 QA/QC 的总纲,同时也是分析方法和采样方法制定和执行 QA/QC 的指导性文件。下面介绍第 1 章的主要特点。

由于固体废弃物样品的复杂性及分析条件的差异,要获得可靠的数据,不仅需要严格执行标准方法和标准操作程序,还需要严格执行质量保证措施和质量控制程序。第 1 章与后面各章的分析方法和采样方法是相互关联的,没有对该章的认真研究与对质量控制要求和实施方法的透彻了解,就不能很好地应用这些采样方法和分析方法。第 1 章强调了实施质量保证措施和质量控制程序的目的就是监督和保证分析方法的性能,指出了分析测定数据必须由质量保证数据来支持,由质量保证数据来评价测定数据的准确度和精密度,从而证实其可靠性,质量保证数据必须随分析测定数据同时获得。

提出了 QA/QC 通用程序计划<sup>[46]</sup>和项目计划<sup>[47]</sup>两个概念,并对前者作了简要介绍,对后者的要素作了重点介绍。QA/QC 项目计划的基本要素包括题目,项目的组织和责任,QA 目标,采样步骤,样品监管链,采样系统的校准步骤和频次,分析步骤,内部质控检查,系统审核和性能审核,用于评价数据精密度和准确度及完整性的例行步骤,对监管部分的质量保证报告等。QA/QC 项目计划要素简明扼要,是指导 QA/QC 程序设计的纲领性文件(规范)。

指出了标准方法主要由标准操作步骤和 QA/QC 两部分组成。标准操作步骤是标准方法的“硬件”,分析测定数据是通过“硬件”操作来获取的;QA/QC 部分是标准方法的“软件”,QA/QC 数据是通过“软件”操作来获取的。

指出了在实施 QA/QC 过程中主要组织者(QA 官员、采样监督员、分析监督员、QC 和数据监督员)的责任。

提出了系统审核和性能审核两个概念。系统审核是对质量保证措施的定性审核和评价;性能审核是对分析测定系统的定量审核和校准。

提出了执行 QA/QC 程序计划、项目计划和标准操作程序时涉及到的一些整改措施。

规定了提交管理部门的 QA/QC 报告的标准格式。

提出了 RARC 样品采集及分析的 QC 程序及 QA/QC 数据的应用。

讨论了实施现场 QC 和分析测定过程 QC 的最低标准、要点、检测限、定量限、数据报告及如何编写质量控制文件等问题。

规定了实验室必须建立标准操作程序,每一类方法(如 GC、HPLC、GC/MS、AA 等)和每一个方法(采样方法和分析方法)都应有标准操作程序。

#### (2) SW - 846 系列 QA/QC 的其他特点

《固体废弃物试验分析评价方法》除了第 1 章总的 QA/QC 外,第 3 章——金属分析、第 4 章——有机物分析、第 9 章——采样都有 QA/QC 部分,分别是 7000 - 金属分析的 QA/QC,8000 - 应用 GC、HPLC、GC/MS 进行有机物分析的 QA/QC 和固体废弃物采样的 QA/QC,8000 系列的每一种方法也都有 QA/QC 部分。从理论到实践,从宏观到微观,步步深入,层层细化,SW - 846 系列的 QA/QC 与 EPA 600、EPA 500、EPA 200 等标准系列的 QA/QC 相比,在理论和实践上更加深入、系统、完整。

特别强调采样过程的 QA/QC 是 SW - 846 系列的另一特点。它将采样过程的 QA/QC 放到与分析测定过程 QA/QC 同等重要的位置,并作了专门论述。

《固体废弃物试验分析评价方法》第 1 章在论述分析测定过程 QA/QC 的同时,还重点论述了采样过程的 QA/QC,在 QA/QC 项目计划的基本要素中,特别提出了采样步骤、样品监管链、采样系统的校准步骤和频次这三大要素。在第 2 卷的前两章(即第 9 章和第 10 章)——采样部分,论述的主要内容就是采样过程的 QA/QC,指出采样计划的设计和编制应建立在遵循法规和采样目的的前提下,基础统计学则是制定采样策略的科学依据;提出制定采样计划时应考虑统计学、废弃物自身的特点和性质、采样点的情况和特点、采样设备、QA/QC 和监管链等 6 方面的问题;对采样的准确度和精密度(采样变异性)进行了重点研究,提出要提高采样的准确度和精密度,除了要有质量控制程序外,还要有一套完整的采样 QA 计划,必须在采

样过程的所有主要环节(确定采样目的,制定采样计划,准备采样容器与设备,维护、校准和清洗现场设备,样品保存、包装和运输,卫生和安全规约,监管链规约)都执行标准操作程序。

#### (3) SW - 846 系列分析测定的 QA/QC

以《固体废弃物试验分析评价方法》中 8080B 的 QC 程序为例说明。

标准操作程序。第 7 章的内容包括提取、净化和分离,色谱柱的选用及色谱操作条件,色谱系统的最初校准和性能校准等。

校准。a. 最初校准。分析系统的最初校准(当使用外标法时):绘制校准曲线,确定校准因子,建立保留时间窗。b. 分析(色谱)系统性能的连续校核:用校准标样校核校准曲线,验证分析系统是否处于稳定状态。

QC。a. 建立实验室 QC 程序。用定性方法证实实验室的能力,通过对加标样的定量分析,证实实验室应用该方法分析此类样品的能力。b. 操作人员能力的质量控制。通过对 QC 标样的分析,证实操作人员的能力。c. 为获取 QA/QC 数据而执行的日常(例常)采样及分析过程的 QA/QC 程序。(a)在每日的 GC 分析前进行分析系统的性能校核,用校准标样检查分析系统是否处于受控状态。将峰面积和保留时间数值与校准曲线(即首次校准)的对应数值相比较,若峰面积的偏差  $< 15\%$ ,保留时间在时间窗内,则表明分析系统稳定,处于受控状态,可以进行分析测定工作。(b)每一批样品都要求做空白样、平行样和加标样,有时用代用标样。当样品很多时,应按方法规定的比例,确定它们的测定频次。(c)在样品分析过程中,每测定 10 个样品,须测定一个校准标样,在样品分析结束时,也须测定一个校准标样,标样中每个目标化合物的质量浓度为  $1 \text{ mg/L}$ 。将测定数据与校准曲线(即首次校准)的对应数值相比较,若峰面积的偏差  $< 15\%$ ,保留时间在时间窗内(保留时间窗:每日用标准样品进样 3 次来计算时间窗),则表明测定数据有效,分析工作可继续进行。(d)各种平行样(样品平行样、加标样品平行样)测定的精密度必须控制在  $\pm 10\%$  之内,同时注意峰形变化。

#### [参考文献]

- [1] USA EPA Regulation, Part ,40 CFR Part 136 Guidelines establishing test procedures for the analysis of pollutants under the

- clean water act ,1984 ,4[S].
- [2] The new clean air act :A guide to the clean program as amended in 1990 , Mozgan ,Lewis and Aockias ,Washington D C ,20036[S].
- [3] USA EPA regulations , subpart C-characteristic of hazardous waste , 40 CFR 261-identification and listing of hazardous wastes[S].
- [4] Standard methods for the examination of water and wastewater 14th ed ,Wash D C :APHA ,1976[S].
- [5] FAITH W L. Air pollution control[M]. New York :john wiley & sons ins.
- [6] FREDERICK L IPFERT W. Air pollution and community healty [M]. wan nostrand reinhold New York ,1994.
- [7] ELBERT ,TABOR C. Results of five year operation of the national gas sampling network[J]. air pollution control associate ,1965 ,15 (1) :7 - 10.
- [8] 周全琴. 空气中污染物的监测[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1990. 19 - 30.
- [9] 美国公共卫生学会联合委员会. 空气采样与分析方法[M]. 中国医学科学院卫生研究所译 . 北京 :人民卫生出版社 ,1982. 1.
- [10] 曹凤中. 国外环境发展战略研究[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1993. 203.
- [11] APHA. Methods of air sampling and analysis[M]. 1nd ed ,Wash D C ,1972.
- [12] APHA. Methods of air sampling and analysis[M]. 2nd ed ,Wash D C ,1977.
- [13] L YNN D A. Air pollution in six major U S cities as measured by the continuous air monitoring program[J]. Air pollution control associate ,1966 ,16(4) :186 - 191.
- [14] RA YMOND ,ROBINSON M. Acid rain (Canada) and the coal conversion program[J]. Air pollution control associate ,1980 ,30 (5) :456.
- [15] 陈震阳. 现代监测技术在环境与卫生监测中的应用[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1995.
- [16] SHU KLA S K. Air quality impact analysis[M]. commonwealth publishers ,New Delhi ,1992.
- [17] 吴邦灿. 现代环境监测技术[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1999.
- [18] 曹凤中. 国外环境发展战略研究[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1993. 206.
- [19] 曹凤中. 国外环境发展战略研究[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1993. 2 - 193.
- [20] 曹凤中. 国外环境发展战略研究[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1993. 200.
- [21] 美国 APHA 测试方法. 水和废水标准检验法[M]. 第 13 版 ,北京 :中国建筑工业出版社 ,1976.
- [22] 美国 APHA 测试方法. 水和废水标准检验法[M]. 第 15 版 ,北京 :中国建筑工业出版社 ,1985.
- [23] Methods of chemical analysis of water and wastewater ,PB 84 128677[S].
- [24] USA EPA regulations ,part ,40 CFR part 136-guidelines establishing test procedures for the analysis of pollutants under the clean water act ,1984 ,2 - 3[S].
- [25] Methods for determination of organic compounds in drinking water ,Dec ,1988 ,PB 89-220461[S].
- [26] 美国 EPA 测试方法(1982). 城市和工业排水中有机物的分析方法[M]. 北京 :中国环境监测总站 ,1986.
- [27] WINBERRY ,WILLIAM T ,J.R. Methods for determination of toxic organic compounds in air :EPA method[R]. Park Ridge ,N J ,Noyes data corp ,1990.
- [28] Ambient measurement methods and properties of 189 title hazardous air pollutant 1994[S].
- [29] Methods for determination of indoor air pollutants :EPA method [R]. Park Ridge ,N J , Noyes data corp ,1990.
- [30] Methods of air sampling and analysis. 3rd ed , Chelsea Mich Lewis Pub Inc 1989[S].
- [31] USA EPA regulations ,part ,40 CFR part 136-guidelines establishing test procedures for the analysis of pollutants under the clean water act ,1984[S].
- [32] Methods of chemical analysis of water and wastewater ,PB 84 128677[S].
- [33] Methods for determination of organic compounds in drinking water July ,1991 ,PB 91-231480[S].
- [34] Standard methods for the examination of water and wastewater 16th ed ,wash D C :APHA ,1985[S].
- [35] Standard methods for the examination of water and wastewater 17th ed ,wash D C :APHA ,1989[S].
- [36] Standard methods for the examination of water and wastewater 18th ed ,wash D C :APHA ,1992[S].
- [37] Standard methods for the examination of water and wastewater 19th ed ,wash D C :APHA ,1995[S].
- [38] Standard methods for the examination of water and wastewater 20th ed ,wash D C :APHA ,1998[S].
- [39] USA EPA the method for evaluation solid waste ,physical/ chemical , SW - 846 ,3th ed ,Nov 1990[S].
- [40] Clean air act amendments of 1990 , PL 101 - 549[S].
- [41] 王炳华. 美国环境监测 QA/ QC 进展及其借鉴[J]. 环境科学研究 ,1993 ,6(1) :48 - 53.
- [42] KELL Y J T. Concentration and transformations of hazardous air pollutants(CAAAs 189 hazardous air pollutants) [J]. Envir Sci Technol 1994 ,28(8) .
- [43] Association of official analytical chemists , official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC) ,12 th ed ,washington ,1975[S].
- [44] HAMLTON C E. Manual on water[M]. American society for testing and materials (ASTM) , 4 th ed , 1916 race street , philadelphia ,PA 19103 ,1978.
- [45] 国家环保局. 水和废水监测分析方法[M]. 第 3 版 ,北京 :中国环境科学出版社 ,1989.
- [46] 中国环境监测总站. 美国 EPA 测试方法(1986) 固体废物试验分析评价手册[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1992. 4.
- [47] 中国环境监测总站. 美国 EPA 测试方法(1986) 固体废物试验分析评价手册[M]. 北京 :中国环境科学出版社 ,1992. 5.

(续完)

本栏目责任编辑 聂明浩 姚朝英