

# 美国环境监测一百年历史回顾及其借鉴(续五)

王炳华, 赵 明

(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(2001)05-0013-06

## The Review of USA Environmental Monitoring in One Century and It's Reference to Us (Continuation)

WANG Bing-hua, ZHAO Ming

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

### 5.1.2.2 EPA T01~T14 系列

EPA 系列标准方法应用于水质监测领域的是 EPA 600 系列、EPA 500 系列、EPA 200 系列, 应用于固体废弃物监测领域的是 EPA SW-846: 7000, 8000 系列, 应用于空气监测领域的是 EPA T01~T14 系列、EPA IP 1~IP 10 系列。这七大 EPA 系列具有下列共同特点:

①EPA 系列标准方法法规化。EPA 系列是美国“净水法”、“自然资源回收法”、“清洁空气法”补充法案这三大联邦法规的技术支持文件, 具有典型的法规化特性。

②EPA 系列标准方法系列化。EPA 系列测定的目标化合物都集中在有毒有害有机物和金属上。有毒有害有机物可按官能团分为 14 类, 系列化程度高, 对研制、开发 GC 系列化的标准方法极其有利。用 GC/MS 的标准方法只有两个, 一个是分析挥发性有机物的, 另一个是分析半挥发性有机物的。金属有几十种, 都可用 AA、ICP/AES、ICP/MS 测定, 其分析方法的标准化、系列化很容易。

③EPA 系列的全部分析测定都使用大型仪器。金属的测定用 AA、ICP/AES、ICP/MS, 有毒有害有机物的测定用 GC、GC/MS、HPLC。

④EPA 系列实验室内 QA/QC 程序化。只有科学的、严密的、高度发达的实验室内 QA/QC 程序, 才能保证测定数据的质量。EPA 方法系列中开发的实验室内(分析测定过程)QA/QC 程序早已达到标准化、规范化水平。

### (1) EPA T01~T14 系列的简要评述。

①EPA 开发和推出的《空气中有毒有机物分析方法》<sup>[27]</sup>T01~T14 系列, 对空气监测的重点向有毒有害有机物方向转移起到重要的导向和支持作用。它是第一部系列化、专门化的标准方法系列, 在环境空气有毒有害有机物监测领域具有很高的权威性, 其深远影响和价值远非 ISC《空气采样与分析方法》系列第 3 版中推出的有毒有害有机物分析测定方法系列所能比拟。

②EPA T01~T14 系列共有 14 个分析方法, 这 14 个方法是分 3 次推出的。EPA 于 1984 年推出 T01~T05, 1986 年推出 T06~T08, 1988 年推出 T09~T14。详细情况见表 1。

③1984 年首批推出的 5 个方法(EPA T01—T05)为通用型(性)方法, 它们覆盖了尽可能多的化合物, 特别是大类别化合物, 应用了各种最新的采样技术、采样系统、分析测定技术和分析测定系统。其他的方法(EPA T06—T13)大多是针对一些特殊化合物和小类别化合物。1988 年推出的 EPA T14 则是分析高挥发性有机物的典范, 是 EPA T01、T02、T03、T05、T11 这 5 个方法的综合篇, 是在这 5 个方法的基础上汇总、提高而发展起来的。它分析的有机物约 41 种, 凡是沸点在

收稿日期: 2001-07-09

第一作者简介: 王炳华(1946-), 男, 山东人, 研究员, 硕士, 已发表论文 20 篇。

表 1 EPA T01~ T14 方法内容

EPA 方法	污染物种类	个数	采样及前处理	辅助设备	分析仪器
T01	挥发性非极性有机物 (氯代烃, 芳香族溶剂) 沸点: 80 °C~ 200 °C	14	小流量采样 Tenax-GC 吸附管, 热解吸, 冷阱捕集, 热挥发, GC 柱头 (- 70 °C) 捕集	1. 空气采样泵 2. ATD- 400( 自动热脱附仪) 3. Dewar 瓶(液氮罐) 4. 动、静态配气装置 5. 标气 6. 零气	GC/MS
T02	高挥发性非极性有机物 (氯代烃, 苯, 甲苯) 沸点: - 15 °C~ 120 °C	13	小流量采样, 碳分子筛吸附 管, 热解吸, 冷阱捕集, 热挥 发, GC 柱头(- 70 °C) 捕集	1. 空气采样泵 2. ATD- 400 3. Dewar 瓶(液氮罐) 4. 动、静态配气装置 5. 标气 6. 零气	GC/MS
T03	高挥发性非极性有机物 (氯代烃, 芳香族, 乙腈) 沸点: - 10 °C~ 200 °C	19	小流量采样, 冷阱捕集(液 Ar) 热挥发, 直接进样, GC 柱 头(- 50 °C) 捕集	1. 自动冷阱采样系统 2. Dewar 瓶(液 Ar 罐) 3. 动态配气装置 4. 标气 5. 零气 6. Nafion 管(去水)	GC/FID、ECD
T04	含氯农药和多氯联苯	11	大流量采样, 玻璃纤维滤膜和 PUF(聚氨基树脂) 吸附, 索氏 提取	1. 大流量采样器 2. 带 PUF 采样管的采样系统	GC/ECD 填充柱
T05	醛酮类	14	小流量采样 液体吸收法	1. 空气采样泵 2. 冲击式采样瓶	HPLC/UV
T06	光氯(碳酰氯)	1	小流量采样 液体吸收法	1. 空气采样泵 2. 冲击式采样瓶	HPLC/UV
T07	N- 亚硝基二甲	1	大流量采样, 固体吸附, 热解吸	1. 大流量采样器 2. 热解吸装置	GC/TEA、 HECD、N- P GC/MS
T08	甲酚	1	大流量采样 液体吸收法	1. 大流量采样器 2. 冲击式采样瓶	HPLC/UV
T09	二恶英(PCDD <sub>s</sub> , TCDD <sub>s</sub> )	11	大流量采样, 玻璃纤维滤膜和 PUF(聚氨基树脂) 吸附, 索氏 提取	1. 大流量采样器 2. 带 PUF 采样管的采样系统	GC/MS
T10	含氯农药	28	小流量采样, 玻璃纤维滤膜和 PUF 吸附, 索氏提取	1. 低流量采样器 2. 带 PUF 采样管的采样系统	GC/ECD、FPD、 HECD、N- P GC/MS HPLC/UV
T11	甲醛	1	大流量采样, 涂有 DNPH 的 固体吸附剂, 用乙腈洗脱	大流量采样器, 包括涂有 DNPH 固体 吸附剂采样管的空气采样系统	HPLC/UV
T12	非甲烷有机烃		现场冷阱捕集, 热挥发, 冷阱 捕集, GC 柱头(- 70 °C) 冷凝 捕集或用球形采样罐采样, 带 回实验室分析	1. 带有冷阱的自动采样系统 2. 自动分析系统 3. 球形采样罐的清洗系统 4. Dewar 瓶(液 Ar 罐) 5. 动、静态配气装置 6. 标气 7. 零气 8. Nafion 管(去水)	GC/FID
T13	多环芳烃	17	大流量采样, 玻璃纤维滤膜和 PUF(或 XAD- 2) 吸附, 索氏 提取	1. 大流量采样器 2. 带 PUF(或 XAD- 2) 的采样系统 3. 索氏提取	GC/FID HPLC/UV GC/MS
T14	高挥发性极性有机物 沸点: - 30 °C~ 200 °C	41	1. 带球形采样罐的积分式采 样系统 2. 自动分析系统	1. 自动采样系统 2. 自动分析系统 3. 球形采样罐的清洗系统 4. Dewar 瓶(液 Ar 罐) 5. 动态配气装置 6. 标气 7. 零气 8. Nafion 管(去水)	GC/FID、 ECD、FPD、 HECD、N- P GC/MS

- 30 °C~ 200 °C范围的有机物, 不管它是否具有极性, 皆可以用 T14 方法进行分析。

④EPA T01~ T14 系列中, 分析挥发性非极性

有机物的方法 5 个(T01、T02、T03、T12、T14); 分析挥发性极性有机物的方法 6 个(T05、T06、T07、T08、T11、T14); 既能分析非极性挥发性有机物又

能分析极性挥发性有机物,既能分析挥发性有机物又能分析某些特定的半挥发性有机物的方法 1 个(T14)。应用 GC 的分析方法 8 个(T03、T04、T07、T09、T10、T12、T13、T14);应用 GC/MS 的分析方法 7 个(T01、T02、T07、T09、T10、T13、T14);应用 HPLC 的分析方法 5 个(T05、T06、T08、T11、T13);既能用 GC,又能用 GC/MS 的分析方法 4 个(T07、T10、T13、T14);既能用 GC,又能用 GC/MS 和 HPLC 的分析方法 1 个(T013)。

⑤EPA T01~T14 系列所分析的目标化合物约 120 个,主要集中在具有“三致”活性的氯代烃(氯代烷烃、氯代烯烃、氯代芳烃)和芳香族及多环化合物(苯系物、苯酚类、有机氯农药、多环芳烃、多氯联苯、二恶英)方面。这些化合物与“净水法”中提出优先控制的 114 种有机物相吻合,90 年代初美国颁发的“清洁空气法”补充法案中公布的 191 种空气中重点控制的有毒有害化合物也是参考、借鉴这 120 种目标化合物提出来的。EPA T01~T14 系列与 ISC《空气采样与分析方法》系列的重要区别之一是前者的目标化合物主要集中在有毒有害化学物质上,其次是具有其他活性的一些小类别有害化合物(破坏臭氧层的罪魁祸首氟利昂、具有光化学活性的有害气体非甲烷烃类和强极性化合物醛、酮、N-亚甲基二胺等)。

⑥应用先进的采样和分析技术是 EPA T01~T14 系列最为突出的特点。在空气中挥发性有机化合物的分析过程中,应用 80 年代最为先进的采样技术、分析测定技术、采样系统、分析测定系统,实现了从采样到分析测定整个过程、采样系统和分析测定系统的现代化、自动化。可以说 EPA T01~T14 系列集中展示了 80 年代美国在该领域各种先进技术和现代化装置的最完美组合。

#### A 采样技术。

对空气中有毒有害有机物的分析测定,采样引起的误差有时比分析测定造成的误差还要大。空气中有毒有害有机物的浓度一般都处在  $\mu\text{L}/\text{m}^3$  数量级,这种低浓度的样品必须先经过有效的富集,才能用仪器进行分析。因此采样(富集)技术的优劣直接关系到分析测定的成败。

(a)挥发性有机物(VOCs)的采样和富集。美国早在 80 年代就有商品化的,与 EPA T01~T14 系列相配套的,对 VOCs 进行采样和富集的各种装置,以及由它们组合成的半自动和自动的采样系统。

当 VOCs 是非极性化合物且沸点差不超过  $140\text{ }^\circ\text{C}$  时,一般采用固体吸附剂 Tenax-GC 或 CMS(碳分子筛)进行常温下吸附,再热解吸,冷阱捕集,热挥发,直接进样,在 GC 柱头冷凝( $-70\text{ }^\circ\text{C}$ )捕集。配套的装置有 PE 公司的 ATD 400 型自动热脱附仪和商品化的 Tenax-GC, CMS 采样管。

当 VOCs 是非极性化合物且沸点在  $-10\text{ }^\circ\text{C}\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$  时,用冷阱(液 Ar)进行采样,富集,再热挥发,直接进样,在 GC 柱头冷凝捕集。配套的装置主要是带有冷阱的采样系统。

当 VOCs 是非极性化合物时,可以用专用的球形采样罐(SUMMA<sup>TM</sup>)现场采集,然后带回实验室冷阱富集。配套的装置是带积分式操作程序的(定时、定流量)自动采样系统(含采样罐)。

当 VOCs 既含非极性化合物又含极性化合物时,用 SUMMA<sup>TM</sup> 现场采集,然后带回实验室冷阱富集。与采样罐配套的装置是带积分式操作程序的(定时、定流量)自动采样系统。

当 VOCs 是极性化合物时,可以采用液体吸收法或固体吸附法采样。

(b)半挥发性有机物(SVOCs)的采样和富集。在美国是应用与 EPA T01~T14 系列相配套的自动(或半自动)的商品化的采样系统进行 SVOCs 采样和富集。

用玻璃纤维滤膜采集颗粒状物质,用 PUF(聚氨酯树脂)或 XAD-2 吸附气态物质,再带回实验室进行提取、富集。配套的装置是带玻璃纤维滤膜和 PUF(或 XAD-2)采样管的采样器。

个别情况可以用液体吸收法(如甲酚的采集)。

B 分析测定技术。

分析测定技术的现代化、大型仪器化和分析系统的自动化是 EPA T01~T14 系列另一个最为突出的特点。

(a)分析测定技术的现代化。分析仪器全是可以计算机程序控制的大型仪器,包括:GC-MS-SIM(选择离子质量)分析系统,它对某些重点化合物既能准确定性,又能准确定量;GC-MS-SCAN 分析系统可以对样品中所有目标化合物进行准确定性;HRGC/HRMS(毛细管 GC/聚焦式质谱仪)可分辨二恶英(PCDDs、TCDDs)的同分异构体;GC/MD(气相色谱/多检测器)分析系统(GC/FID、ECD、N-P、FPD、HECD)可以高选择

性、高灵敏度、高灵活性、低成本地完成除了含氧极性化合物(醛类、酮类、酚类)之外所有项目的分析测定工作;此外还有带紫外、荧光分光光度计和电化学检测器的液相色谱仪(HPLC)分析系统。

(b) 分析系统的自动化。大型分析仪器(GC、GC/MS)配上自动化带有冷阱的前处理系统,构成自动分析测定系统。它是由 Nafion 干燥器、冷阱、气相色谱分析系统(柱温-70℃)组成的。

现场分析时,气体样品通过自动采样系统后,经过冷阱富集,然后升温挥发,进入 GC 或 GC/MS 分析系统。

实验室分析时,把在现场用固体吸附剂采样管采集的空气样品带回实验室进行热解吸,使空气样品进入冷阱富集,再加热挥发,直接进入 GC 或 GC/MS 分析系统;如果在现场是用金属采样罐采集空气样品,则取一定量(一定体积,如 400 mL)空气样品进入冷阱富集,再加热挥发,直接进入 GC 或 GC/MS 分析系统。

⑦方法的灵活性、适应性和可选择性。凡是能用 GC/MS 分析的项目,也可用 GC/MD(FID、ECD、N-P、FPD、HECD)分析。在 EPA T01~T14 系列中这两套分析系统一直是平行发展的,这就给实验室的分析测定工作提供了方便,可根据不同类别的目标化合物及其对灵敏度的要求和样品的特点(如是熟悉的样品还是新样品),结合实验室的条件选择最适用的分析系统。

## (2) EPA T01~T14 系列的 QA/QC。

①EPA T01~T14 系列为保证测定数据准确可靠,提出了一整套空气监测全过程的 QA 措施、规定和要求以及每个实验室应建立的且每个操作者应熟知和掌握的标准操作程序。

A 提出了一整套空气监测全过程的 QA 措施、规定和要求。

包括:规定了采样仪器、分析测定仪器及采样系统、分析系统的性能标准和技术指标;规定了特殊设备及其他辅助设备和材料的性能标准和技术指标;规定了化学试剂、标准物质和其他有关材料的技术指标;规定了采样计划的制定程序和操作步骤、分析测定方案的确定原则;提出了在采样和分析测定的全过程必须完成的各类空白样的规定。

B 提出了一套标准操作程序(SOP)。

规定了采样仪器、分析测定仪器及采样系统、分析系统组装、校准和操作程序;规定了特殊设备

的制备程序,金属采样罐的清洗程序及其他辅助设备的安装、校准和操作程序;规定了样品贮存、运输、制备与前处理的要求和操作程序;规定了数据记录、处理与报告的各项要求。

②采样过程的 QC:在采样方案确定后,应进行采样系统校准和采样过程的 QC。

A 采样系统校准包括采样器的流量校准和采样系统的性能校准。

采样器的流量校准:用标准孔板单点校准,要进行最初校准和定期校准。出现下列情况之一的每个采样器都要进行单点校准:新的;大修和保养之后;任一检查点偏离校准曲线超过 7% 时;采样介质与原标定所用介质不同时;使用次数超过用户标准操作程序规定次数时;使用期限每到 6 个月时。定期校准是指每 6 个月用标准孔板单点校准一次;每一年用多点校准一次。

采样系统的性能校准:用动态校准法。在 T01~T14 系列中,方法 T14 所用的以金属采样罐为中心的采样系统是最具特色和代表性的。其性能校准程序如下:首先清洗和校准金属采样罐(略);再清洗采样系统各个部件,校准采样系统(下面将重点介绍);再将湿零空气在相等于正常采样操作程序和分析的条件下注入采样系统和分析系统,如果所有的目标化合物测定浓度皆低于  $0.2 \mu\text{L}/\text{m}^3$ ,则采样系统是清洁的;然后把湿零标气在相等于正常采样和分析操作程序条件下注入采样系统和分析系统,如果所有的目标化合物回收率都在 90%~110% 之间,则采样系统通过性能校准。

B 采样过程的 QC。

例行(日常)校准:每次采样前后,必须单点校准;采样过程中,每 6 h 需核查一次流量(用质量流量控制器、皂膜流量计、湿式气体流量计)。

采集现场空白样:随每一批样品,至少采集一个现场空白样(或 10% 样品数的现场空白样)。

加标样和平行样的采集:随每一批样品,至少采集一个加标样和平行样(或 10% 样品数的加标样和平行样)。

③分析测定过程的 QC。

A 在分析方法确定后进行分析系统的校准。

动态校准法:以 T14 方法中 GC/FID、ECD 系统性能校准为例。加湿零空气检验,当分析系统受目标污染物的污染小于  $0.2 \mu\text{L}/\text{m}^3$  时为合格;GC 的最初校准,用多点动态校准法。用含目标化合物

的 3 个不同浓度的标准混合物的加湿零空气进行多点校准,取分析结果平均值,再计算出每个目标化合物的校准因子。根据每个目标化合物 3 次保留时间值确定 GC 保留时间窗口。保留时间窗口定义为 3 次保留时间的平均值  $\pm 3s$ 。

静态校准法:用校准物质在不同于样品分析条件下校准分析系统。如向分析系统直接注入高浓度的校准物质,以避免采样与前处理过程中的样品富集与浓缩步骤。

例行(日常)校准:单点校准法,以校核初始校准(即校准曲线)。

B 分析过程的 QC 程序:以 T14 方法中 GC/FID、ECD 系统为例说明。

首先严格执行标准方法上规定的操作程序,选择最佳的色谱操作条件。其次要进行日常校准,其步骤是:在样品分析之前,先用单点动态校准法验证分析系统是清洁的;每 12 h 或分析完毕后,再一次用单点动态校准法进行校准,以确认分析系统是稳定的;72 h 分析工作后,必须重新确定保留时间窗口。

严格执行标准方法上规定的 QA 程序(美国 EPA 实验室都建立了 QA/QC 执行表格)<sup>[41]</sup>。为确保数据质量,在每日的分析工作中,通过对试剂空白样、湿零空气样、现场空白样、平行样、加标样的分析测定,确保分析系统、玻璃器皿、试剂干扰处于受控状态;确保采样现场、运输及存储现场对样品采集和保存的干扰处于受控状态;确保前处理系统、分析测定系统及操作系统处于受控状态;确保分析测定的精密度和准确度。

### 5.1.2.3 室内空气监测的 EPA IP1~IP10 系列

#### (1) 室内空气污染状况。

室内一般指人们居住的房间、办公室和交通车辆内。室内空气污染的重点是放射性元素氡、有毒有机化合物。室内空气污染除来自室外环境外,还来自各种室内活动和室内微(小)环境。其特征污染物通常有:家电泄漏的氟里昂,来自建筑材料的氡、玻璃纤维、石棉,装饰材料散发的氯乙烯、甲醛,家具表面散发的芳香族溶剂,吸烟产生的尼古丁,厨房产生的多环芳烃(特别是 3,4-苯并芘),燃气(甲烷等烃类),燃烧产生的尾气(CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>)和化妆品中的有机溶剂,此外还有杀虫剂、铅、汞、O<sub>3</sub>、HCN 及其他气体(H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>)等。

#### (2) 室内空气监测。

1993 年,美国 EPA 推出《室内空气污染物的分析测定方法》,它不作为官方推出的正式标准方法,仅供有关专业人员监测室内空气污染物时参考。

该系列有 10 个分析方法,即 EPA IP1~IP10。EPA IP1——分析测定挥发性有机物;IP2——测定尼古丁;IP3——测定 CO、CO<sub>2</sub>;IP4——测定空气转化率;IP5——测定 NO<sub>x</sub>;IP6——测定醛、酮;IP7——测定多环芳烃;IP8——测定农药;IP9——测定气溶胶;IP10——测定颗粒物的分散度。

在采样方面,采集氟里昂和氯乙烯等高挥发性气体(沸点: -30℃~80℃)用特制的 SUMMA™ 罐(不锈钢的、表面经过钝化处理的);采集氯烃、芳烃等挥发性有机物(沸点:80℃~200℃)和尼古丁用固体吸附管(剂);采集颗粒物用经过特殊处理的滤膜;采集 NO<sub>x</sub> 用扩散管方式的被动(无动力)采样法;采集多环芳烃和农药用 PUF 采样管;测定气体转化率和颗粒物分散度用专用仪器;采集醛、酮使用固体吸附管或被动采样器。

分析仪器有 GC、GC/MS、HPLC、化学发光检测器(测定 NO<sub>x</sub>)、连续比色分析仪(测定醛、酮)、离子色谱仪(测定 NO<sub>x</sub>)、非分散红外仪(测定 CO)、电化学法氧化仪(测定 CO),采样和分析测定硝酸盐、硫酸盐、氨使用专用仪器。

随着 EPA IP1~IP10 系列的推出,室内空气污染的监测必将受到人们广泛的重视,它将与环境空气污染监测、全球大环境空气污染监测和车间空气污染监测一样,成为空气监测的重要领域之一。

### 5.1.2.4 美国新“清洁空气法”补充法案对空气污染监测的重大影响

美国 1970 年颁布的“清洁空气法”存在许多问题,主要是依法控制的有毒污染物太少。1990 年美国国会颁布的新“清洁空气法”补充法案对原“清洁空气法”进行了重大修订和补充。新“清洁空气法”补充法案主要由五大部分组成:国家新的环境空气标准;机动车和清洁燃料;酸雨的控制;保护臭氧层;空气中有毒物质的控制。它的突出特点是把空气中有毒污染物的控制放到了非常重要的位置,并推出了一份刊有 189 种有毒化合物的清单,同时要求 EPA 对这些有毒化合物制定相应的国家排放标准、管理措施及采样和分析方法。这份清单经过公众讨论和有关专家的调查研究后,在科学依据的基础上(排放量、影响范围、毒性数据、转化情况等),排出了污染物的优先顺序,公布了最终名单。

为贯彻新的“清洁空气法”补充法案, EPA 于 90 年代初研制、开发了与其配套的 189 种污染物的采样与分析方法系列, 该系列将继续对美国的空气监测工作产生重大导向作用和深远影响。关于这 189 种污染物的采样与分析方法的详细情况可参见“ Ambient Measurements Methods and Properties of 189 Title Hazardous Air Pollutants. Final Report to USA EPA March 1994。”

EPA 重点控制空气中有毒有害污染物名单见文献[42]。

## 5.2 水质监测

### 5.2.1 背景

进入 80 年代, 美国水体污染面临着新问题: 有毒化学物质的污染、地下水的污染、以城市径流和农田径流为主体的面源污染、海洋污染等。它是造成美国 64% 的河流、57% 的湖泊污染的罪魁祸首; 1986 年, 美国有 32 个州水体中有毒化学物质超标; 35 个州发现地下水被杀虫剂污染。80 年代末, 仍有 5% 的化学废物直接倒入江河湖海。许多城镇的污水也只是达到二级处理水平, 85% 的常规污染项目合格。面对这种形势, 美国政府采取了一系列重大措施:

#### (1) 强化法规建设。

美国在 1981 年重新强调了废水处理的重点是加强对有毒污染物的控制, 并规定 1982 年全国污水实施最佳可行处理技术(BAT), 至 1983 年使各类水体的水质达到游泳和渔业用水的要求, 1985 年终止一切废弃物向河流排放。1987 年“水质量法”要求含有毒物质的工业废水在进入污水处理系统之前, 须先进行预处理, 以确保有毒物质达标排放。

#### (2) 加强管理和加大执法力度。

80 年代 EPA 规定由水、农药和毒品办公室负责防治和控制水污染。根据“净水法”和“水质量法”, 美国采取限制与控制相结合的强制性管理方法, 从 80 年代初期开始实施第 3 轮许可证制度, 严格执行有毒物排放标准, 监视污染点源, 惩罚违法者。到 80 年代中期, 美国已颁发了 6 万多个排污“许可证”。

#### (3) 加大资金投入, 完善污水处理网。

80 年代, 美国每年支出 400 亿美元以上用于污水治理和废水的深度处理(三级处理), 强化水质监测系统的建设, 为许可证制度的实施提供技术支

持。到 90 年代, 美国已拥有不同类型的城市污水处理厂 23 000 个, 其中一级占 14%, 二级占 81%, 三级占 5%, 形成了一个比较完整的污水处理网。

#### (4) 加强环境科研工作。

把保护地下水, 加强地下水中污染物迁移转化规律的研究列为美国水环境科研重点。同时列入水环境科研重点课题的还有: 饮用水中化学物质对健康潜在危害的评价, 饮用水分析测试质量保证的研究; 同水污染有关的生态评价模型的研究, 非点源模型河口海湾多维动态模型的研究; 综合性水质模型的研究; 复杂高难度处理工业废水技术的研究; 有毒物质安全评价及其对健康的影响; 农药转化规律及农药污染防治的研究; 面源对于湖泊富营养化的影响及其防治措施的研究; 质量保证技术的研究等。

80 年代初, 由于污水处理技术尚不过关, 监测能力跟不上, 控制有毒有机物的规划落空。直到 1985 年, EPA 才向美国国会报告水质污染减轻, 河湖大多达到渔业和游泳的标准。1988 年有 70% 的河流符合可渔业和游泳的水质标准。进入 90 年代, 美国水质污染的源头控制和有毒有害污染物的控制已经取得了决定性的成功。在地表水的质量进一步改善的新形势下, EPA 把工作重点放到了防治饮用水的污染、防治农药和杀虫剂的污染、防治面源污染和地下水污染上面。

### 5.2.2 特点与进展

80 年代, 美国在水质监测领域全面达到了标准化、规范化、法规化水平, 同时向城市排水、工业废水、地表水、饮用水、公共水域、地下水等多个领域全方位展开。监测的重点进入更深的层次, 即以 129 种优先控制的具有“三致”毒性的污染物为中心, 以 200 多种有毒有机物、近 40 种金属、70 多个常规项目及放射性和微生物等项目为重点; 分析测试手段进一步大型仪器化、现代化; 以监测公共水域常规项目为主的自动监测系统更加完善, 及时对全国各主要水域污染形势进行监控和预报; 一批高水平的水质分析中心逐步建立, QA/QC 工作达到科学化、标准化、程序化水平。

体现、影响和规范这一时期水质监测工作全局的标准方法系列主要有 EPA 600 系列、EPA 500 系列、EPA 200 系列和水质标准检验法委员会推出的《水质标准检验法》15 版~ 20 版。

(未完待续)