

美国水污染控制和发展概况

袁铭道 编著



中国环境科学出版社

美国水污染控制和发展概况

袁 铭 远 编著

中国环境科学出版社

1 9 8 6

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了美国水污染控制法的演变过程、执行情况及其存在的主要问题；美国在水污染控制工作中，如何处理与合理利用水资源的关系；美国土地处理与水生植物塘技术的进展。

本书可供从事环境保护和给排水专业有关的技术管理、设计、科研、教学人员和有关领导干部参考。

美国水污染控制和发展概况

袁铭道 编著

责任编辑 李玲英

*

中国环境科学出版社 出版

北京右安门外大街201号

二二〇七工厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1986年4月第一版 开本：787×1092 1/32

1986年4月第一次印刷 印张：4 1/16

印数：0001—1,000 字数：90,000

统一书号：15255·0031

定价：0.95元

前 言

水污染已经成为当今世界各国共同关心的重大问题之一。它不仅影响了环境质量,而且使水资源不足的矛盾更加尖锐。因而有人预言,继石油危机之后,人类将面临水源危机。水资源短缺不可避免地带来一系列生态环境问题。因此控制水污染对经济发展的重要意义得到了公认,联合国把八十年代作为“供水和卫生工程十年”便是明证。

在水污染控制技术方面有必要引进国外先进技术。作者在工作中曾收集并分析了美国有关的文献资料,1983年秋又有机会赴美进行短期专业考察。在考察期间,结合水污染控制工作需要,与美方一些专家、学者和政府官员等各界人士进行了技术座谈,并收集了一批新的技术资料,获得了不少新的信息,从而对美国水污染控制现状及发展过程有了进一步的了解。

美国自六十年代后期开始,投入了相当大的人力、财力从事水污染控制,取得了良好的效果,然而,水污染控制的任務仍十分艰巨,尚有不少问题有待于今后的努力。因此认真研究它们工作中的经验及存在的问题,从中得到启示,定能有所裨益。

本书主要包括:美国水污染控制法演变过程,执行情况及存在的主要问题;美国在水污染控制工作中,如何处理与合理利用水资源的关系;美国土地处理与水生植物塘技术的进展。

由于作者了解的情况不够全面，加之水平有限，书中不妥甚至错误之处在所难免，谨请读者批评指正。

作 者

1985年9月

目 录

一	美国的水污染控制法	1
	(一) 美国水法的演变概况	1
	(二) 美国水法修正的主要内容	2
	(三) 美国控制水污染的成效	5
	(四) 美国控制水污染的任务十分艰巨	10
	(五) 美国水污染控制中的主要问题	16
	(六) 美国水污染控制的启示	28
二	水资源合理利用与水污染控制	31
	(一) 美国对水资源的重视	31
	(二) WRC 对美国水资源的两次评价	35
	(三) 美国1983年公布的用水数据	41
	(四) EPA 重视减少污水量的工作	44
	(五) 美国的污水回用	53
	(六) 控制水污染要以合理用水为前提	62
三	美国的土地处理技术	65
	(一) 美国土地处理技术的发展概况	65
	(二) 土地处理与污水灌溉	71
	(三) 美国土地处理系统的总体设计	73
	(四) 美国土地处理技术的具体设计	76
	(五) 马斯基根县SR土地处理工程实例	89
	(六) 土地处理技术与污水处理	93
四	美国水生植物塘的进展	95
	(一) 美国水生植物塘的发展概况	95
	(二) 基础试验结果及讨论	104

(三) 毒性试验结果及讨论	112
(四) 技术经济分析	116
主要参考文献	122
英文索引	123

一 美国的水污染控制法

(一) 美国水法的演变概况

美国自1948年开始有了水污染控制法（以下有时简称水法）。1948年水法的简称为PL80-845（PL系公共法 public law 的缩写。80-845中，前者表示通过该项法律的国会届数，后者为该届国会通过该项法律的编号，不同时期通过的水法均用这种形式表示）。从六十年代后期开始，美国水污染日益严重，原有水法已不能适应控制水污染的需要，制定新的水法势在必行。经过近3年的酝酿和协商，终于在1972年10月18日通过了著名的 PL92-500，使美国的水污染控制进入了一个新的历史阶段。在美国公众习惯于把水法叫做净水法（Clean Water Act），而官方正式称呼为联邦水污染控制法（Federal Water Pollution control Act），两者实际上是一回事。

截止到1983年底，水法已进行了30次修正，从PL92-500之后修正了20次。1972年规定水法每4年重新审定一次，1977和1981年先后进行了两次重新审定，相应通过的 PL95-217和 PL97-117都对水法作了重大修正。其余的修正都是次要的。1985年的水法重新审定正在进行之中，预期水法又将有重大修正。美国环保局（EPA）根据水法制定了一系列相应的法规，以保证水法的贯彻实施。

(二) 美国水法修正的主要内容

1972年以来水法虽然作了多次修正，可是现行水法仍以 PL92-500为基础，基本骨架没有什么变动。PL 92-500 第 1 条第 1 款为：“本法的目的是恢复和保持国家水体原有的化学、物理和生物特性”，因而提出了很高的水污染控制目标。到1985年要消除污染物排入国家通航水体，出现了零排放的提法。作为过渡要求，到1983年水体水质要达到养鱼和游泳标准。为此需要建设大量城市公有污水处理工程（public owned treatment works，简称POTWs），联邦政府不惜重金给予资助。对工业废水的处理也提出了严格的要求。同时确立了国家污染物消除排放系统（NPDES），实行污染物排放许可证制度。

1. 城市污水

1) PL92-500规定，所有城市污水处理厂都要于1977年达到二级处理出水水质限值（EPA的规定为：连续30天的处理出水水质，BOD和SS的平均浓度均符合 30mg/l 的要求；同时BOD和SS的去除率均达到85%）。可是到规定期限，主要POTWs能达到这个要求的仅30%，不得不把实现期限推迟到1983年。1981年的调查情况表明，全国包括106个较大城市在内的POTWs，达不到二级处理出水水质限值的仍然超过50%，只能再次把实现期限推迟到1988年，比原定期限后延11年之久。

2) 沿海城镇污水排海的，只要不影响海洋环境质量，允许POTWs采用低于二级处理的工艺。使二级处理为

POTWs最低处理要求的规定遭到了突破。

3) 1981年水法修正时规定：经氧化塘、氧化沟及生物滤池处理的污水相当于二级处理。在相应的法规中规定，氧化塘及生物滤池的处理要求，以去除率表示，对BOD和SS的去除率不得低于65%。

4) 为了节省城市污水处理费用，水法规定必须努力减少处理的污水量。EPA要求在确定POTWs处理容量时，必须对减少三个方面的水量进行分析：a. 减少工业排水量；b. 减少地下水入渗水量（美国称为infiltration/inflow，简称I/I）；c. 减少住宅区排水量。

5) 1977年的 PL95-217 决定，在建设 POTWs时应优先采用革新/代用（innovative/alternative，简称I/A）技术。对采用I/A技术的POTWs，在拨款金额及其他方面给予优惠条件，以资鼓励。I/A技术的内容比较广泛，其中最主要的当推土地处理技术，EPA对此十分重视，并大力推广。

6) POTWs能够去除工业废水中某些污染物质，从而降低了工业废水处理要求。工业排放者应交纳费用，在美国称为回收工业费用（industrial cost recovery，简称ICR）。EPA不断完善ICR体系，以便在总体上减少处理费用。

2. 工业废水

工业排放者运用最佳实用技术（BPT）取得较好的处理效果。BPT只控制BOD等常规污染物，不包括有毒污染物。水法规定EPA于1980年前提出最佳可用技术（BAT）的处理要求，BAT必须包括129种重点污染物；工业排放者实现BAT处理要求的期限为1984年。制定BAT出水水质限值，涉及到34个主要工业行业，及下属700多个子行业，工作量很

大，而且在技术上存在很多困难，EPA无法按期完成任务。提出BAT处理要求的期限推迟到1984年，EPA仍感困难重重。对工业排放者于1984年达到BAT出水水质限值的要求已无法实现。同时，工业界对EPA提出的BAT处理要求，经常表示不满，并诉诸法院，法院因缺乏这方面的专门知识，往往要EPA提供更多的依据，使EPA在制定限值时必须十分慎重。

上述情况表明，1972年PL92-500对城市污水和工业废水规定了过高的处理要求，都未能实现。美国在经济上无力承担水污染控制费用，是出现这种情况的一个主要原因。在FY（财政年度，下同）1973—1975年联邦政府曾拨出大量资金资助POTWs的建设，然而因财政上的困难，此后拨款金额每况愈下。据最近得到的信息，联邦政府虽然降低了对建设POTWs拨款份额和金额，并公开表示，对于POTWs1988年达到二级处理出水水质限值所需拨款无法完全满足。除此之外，管理工作跟不上也是十分重要的原因。至于原定很高的水污染控制目标，更是严重脱离实际。现行水法中虽然保留了原有的提法，只能说是照顾政治上的需要，条文的实质内容已有很大改变，两者存在着明显的矛盾。

在1985年水法重新审定前夕，联邦政府正式声明，在经过一段过渡时期后，不再对建设POTWs给予拨款，从而结束联邦政府资助建设POTWs的历史，由州和地方政府承担筹集建设资金的责任。鉴于州和地方政府财力不足，已有人提议建设POTWs应吸收大量私人投资，EPA支持这种观点。这些无疑会对美国今后的水污染控制产生重大影响。

(三) 美国控制水污染的成效

自1972年至今，美国控制水污染取得明显成效，这是得到公认的，尽管对成效的大小存在着不同的估价。美国总统高级环境顾问班子——环境质量委员会（Commission on Environmental Quality，于1969年成立，每年发表有关环境质量的白皮书），在1980年的白皮书中指出：水污染控制取得了成效，1975—1980年的5年中，人口增长、工业发展，水污染基本上得到了控制。美国水污染控制的效果，表现在下列几个主要方面：

1. 水体水质在总体上有了改善

美国的州及州际水污染控制管理者协会（Association of State and Interstate Water Pollution Control Administrators，简称ASIWPCA）根据1983年6月到10月，由州、领地与州际机构提供的56份报告，总结出1972—1982年美国控制水污染取得的进展。美国河流总长度约 $290 \times 10^4 \text{ km}$ ，这次评价的河流长度约 $122 \times 10^4 \text{ km}$ ，占总长度的42%，其中大约 $27 \times 10^4 \text{ km}$ 在1982年监测了水质，以了解水质发展趋势。美国湖泊与水库总面积 $13.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 左右，评价范围接近总面积的1/2，为 $6.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中1982年监测水质的达 $3.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。美国在此期间人口增长11%，工业也有相应发展。

1) 河流水质达到使用要求状况见表1-1。

1982年各州河流水质改善状况见表1-2。

2) 1982年湖泊和水库水质状况见表1-3，说明湖泊水质有所下降。另据美国民间组织北方湖泊管理协会（North

表 1-1 河流水质达到使用要求状况

各种状况	1982年		1972年	备 注
	河流长度 ($\times 10^4 \text{km}$)	(%)	河流长度 ($\times 10^4 \text{km}$)	
达到使用要求	78.5	64	43.8	1972年评价 范围较小, 难以与1982 年进行对应 比较
部分达到使用要求	26.9	22	12.5	
未达到使用要求	5.6	5	4.8	
不 详	10.9	9		
总 计	111.9	100		

表 1-2 1982年河流水质改善状况

各种状况	河流长度($\times 10^4 \text{km}$)	(%)
水质维持原状	47.6	66.6
水质有所改善	7.6	10.6
水质有所下降	1.8	2.5
水质变化不详	14.5	20.3
总 计	71.5	100

表 1-3 1982年湖泊和水库水质状况

达到使用要求 状 况	面 积 ($\times 10^4 \text{km}^2$)	(%)	水质改善 状 况	面 积 ($\times 10^4 \text{km}^2$)	(%)
达到使用要求	5.58	84	水质维持原状	4.10	62.0
部分达到使用要求	0.69	10	水质有所改善	0.16	2.4
未达到使用要求	0.18	3	水质有所下降	0.67	10.1
不 详	0.16	3	不详或没有报告	1.68	25.4
总 计	6.59	100	总 计	6.61	99.9

American Lake Management Society) 1984 年的报告, 认为近十多年来湖泊水质退化状况相当严重。美国拥有约

36800个湖泊和水库（面积大于 $40 \times 10^4 \text{m}^2$ ），通过他们1983年的调查，有4200个湖泊和水库的水质已影响使用，12000个生长有害的水草和藻类，500个存在泥砂淤积问题，123个受到有毒物质的污染。与EPA1971年进行的相似调查结果相比，虽然因调查方法、范围及内容等有所不同，两者无法直接对比，但是水质下降是十分明显的。报告还指出，非点源污染是造成这种状况的主要原因。

3) 17个州报导的 $4.49 \times 10^4 \text{km}^2$ 河口水质改善状况见表1-4。

表 1-4 1982年河口水质改善状况

水质改善状况	面积($\times 10^4 \text{km}^2$)	(%)
水质维持原状	3.31	74
水质有所改善	0.98	21
水质有所下降	0.15	3
不详	0.05	1
总计	4.49	100

综上所述，1972—1982年美国水体水质状况，总起来说不仅没有下降，而且稍有改善。湖泊和水库的水质虽然达到使用要求的为84%，然而水质有所下降。

2. 城市污水排污量基本上得到了控制

根据EPA公布的材料，1973—1980年城市污水处理效果见表1-5。结果表明1980年进入城市污水处理厂的BOD和SS总量，虽然比1973年增加40%以上，由于每日去除 $1.5 \times 10^4 \text{t}$ BOD和 $1.75 \times 10^4 \text{t}$ SS，去除量比1973年均提高近58%，因此排污量增加非常有限。城市污水造成的污染基本上得到了控

制。建设大量 POTWs 对此起到了重要作用。可是无论从出水水质限值，还是从去除率来衡量，距二级处理出水 30/30mg/l 和 85% 去除率的要求尚有一定距离。

表 1-5 1973—1980年城市污水处理效果汇总

项 目		1973年	1980年	增长(%)
总 污 水 量 ($\times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$)		0.7043	0.9560	+ 36
BOD	进入处理厂总量(t/d)	14041	15666	+ 40
	处理厂排放总量(t/d)	4508	4640	+ 3
	去除总量(t/d)	9533	15020	+ 58
	平均去除率(%)	67.9	76.4	
	平均进水浓度(mg/l)	199	206	
	平均出水浓度(mg/l)	64	49	
SS	进入总量(t/d)	15404	21974	+ 43
	排放总量(t/d)	4319	4472	+ 4
	去除总量(t/d)	11085	17502	+ 58
	平均去除率(%)	72.0	79.6	
	平均进水浓度(mg/l)	219	230	
	平均出水浓度(mg/l)	61	47	

有关城市污水处理设施情况见表1-6。

根据最近报导，1982年达到或高于二级处理厂的服务人口又增加到1.42亿，低于二级处理厂的服务人口则进一步下降为0.23亿。而在1972年，达到或高于二级处理厂的服务人口仅0.85亿。

美国城市污水处理厂服务的人口普及率几年来有了很大提高，达到或高于二级的处理厂比例也迅速上升。不过还不能说美国已经普及了城市污水二级处理厂。而且城市污水二级处理厂实际运行效率，达不到出水水质限值的仍然为数

表 1-6 1976—1980年城市污水处理设施进展情况

项 目	1976年	1980年	变化(%)
全国人口 (亿)	2.165	2.238	+3.4
处理厂服务人口 (亿)	1.444	1.567	+8.5
处理厂人口普及率 (%)	67	70	+3.0
下水系统服务人口 (亿)	1.574	1.594	+1.3
下水系统人口普及率 (%)	73	71	-2.0
低于二级的处理厂服务人口 (亿)	0.491	0.373	-11.8
占处理厂总服务人口数的比例 (%)	34.0	23.8	-10.2
达到或高于二级的处理厂服务人口 (亿)	0.953	1.194	+25.3
占处理厂总服务人口数的比例 (%)	66.0	76.2	+10.2
全国处理厂总数①	13220(100)②	15251(100)	+15.4
低于二级处理的厂数量	4557(34.5)	3343(21.9)	-26.6
达到二级处理的厂数量	4944(37.4)	7852(51.5)	+58.8
高于二级处理的厂数量	2719(20.6)	2694(17.7)	-0.9
出水不排入水体的厂数量	1000③(7.6)	1361(8.9)	+36.1

① 估计系领取许可证城市污水处理厂数量。

② () 内数值表示各类处理厂所占百分比 (%)。

③ 为估计数。

不少。

3. 工业废水处理状况也有很大的进展

大约有81%的主要工业排放者，在1977年规定期限达到BPT出水水质限值。到1982年有96%工业排放者已建成或已安排日程建设必要的处理设施，与1972年排污量相比，BOD、SS、油脂以及溶解性固体排放量的削减率，依次为69%、80%、71%和52%，同时也去除相当量的有机毒物及重金属。

4. 积累了基础数据，取得了经验教训

通过十多年的实践，对水污染控制的认识不断提高，逐步形成了立法—执法—回顾评价—修正水法这样一个循环过程，使水法更加切合实际。在此过程中培养了一大批比较熟悉业务的专业人员。公众关心控制水污染，在广度和深度上都是1972年无法比拟的。同时，还积累了大量基础数据，取得了经验教训，对搞好管理工作奠定了基础。目前美国对实施NPDES许可证制度日益完善，在制定工业废水预处理水质标准等方面，有了较成熟的方法。

(四)美国控制水污染的任务十分艰巨

美国取得上述水污染控制成效来之不易，付出了巨大的代价。单是从经费说，1972—1982年全国城市污水处理设施投资高达562亿美元（1956—1972年联邦政府拨款56亿美元），相当每个美国人负担260美元。工业废水处理的支出缺乏统计数据，估计比这个数字低不了多少。而且这些投资尚不能满足需要，今后所需资金仍相当惊人。根据EPA1983年1月3日公布的“需要调查”结果，仅以建设城市污水处理厂而言，若要满足1980和2000年全国人口对污水处理厂的需要，尚需分别投资239和369亿美元。如包括下水道系统等投资费用在内，则分别为926亿和1183亿美元。具体数据见表1-7。2000年人口预计比1980年增加21.3%，同时城市污水处理按人口普及率，要求从1980年的71%提高到2000年的92%，所以按2000年人口的投资比1980年有较大增加。若按美国人口分摊，每人负担超过400美元。实际上控制城市污水还应包括Ⅵ