

水污染防治对策与城市污水资源化

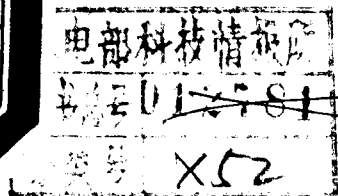
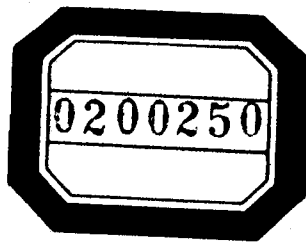
水污染防治对策 与城市污水资源化

全国环境保护科技长远规划组



海洋出版社

社



005811 水利部信息所

水污染防治对策 与城市污水资源化

全国环境保护科技长远规划组

海洋出版社

1984年·北京

2165/07

**水污染防治对策
与城市污水资源化**

海洋出版社出版

北京复兴门外海贸大楼
北京海淀东北旺印刷厂印刷

内部发行

1984年1月第一版 开本787×1092 1/16

1984年1月第一次印刷 印张：11 $\frac{1}{8}$

印数：1—5000 字数：130000

统一书号：13193·0354 定价：1.80元

前 言

为编制环境保护科技发展规划，环保专业规划组于3月28日至30日召开了选题讨论会，邀请专家、工程技术人员和环保工作者对规划的指导思想、规划目标和重点课题进行了评议，确定就重点经济开发区环境规划及城市生态、水污染防治对策与城市污水资源化、大气污染防治技术与能源环保对策、自然保护与农村生态、环境污染对人体健康影响等重点课题进行具体规划。四月底至五月初，对上述四个专题又分别召开了论证会，各部门、各地区、各单位的代表对七十年代和八十年代初发达国家的环境状况和环境科学技术水平，我国目前的环境状况、环境科技现状和差距，以及第七个五年计划和2000年的规划设想作了专题发言。现将这些发言和有关的资料汇编成册，由海洋出版社出版，内部发行。这些资料很不全面，有些看法也不太成熟，仅供有关方面参考和讨论。材料中涉及国内的情况和数据，请勿公开引用和翻印。

本专集的内容为水污染防治对策与城市污水资源化。由《全国环保科技长远规划参考资料》编辑组吴景学、刘双进、毛文永、张康生负责编辑。

全国环境保护科技长远规划组

一九八三年六月

目 录

1. 水污染防治对策及城市污水资源化·····	(1)
2. 国外城市污水治理概况·····	(14)
3. 国外工业用水的重复利用与密闭循环系统发展·····	(32)
4. 某些国家水回用的研究趋势·····	(48)
5. 美国、日本、西德、苏联水污染控制的主要研究 方向和课题·····	(68)
9. 国外土地处理系统发展概况·····	(76)
7. 造纸工业污染简介·····	(88)
8. 对解决我国城市污水问题的几点看法·····	(97)
9. 水污染治理 ·····	(103)
10. 我国污水灌溉中的某些问题·····	(109)
11. 我国地下水的污染问题·····	(119)
12. 城市污水污泥的处理和处置·····	(126)
13. 国外化工废水处理剩余污泥处置技术·····	(135)
14. 二十一世纪水厂·····	(145)
15. 美国七十年代水资源规划研究的技术水平·····	(159)

水污染防治对策及城市污水资源化

城市污水包括生活污水、工业废水和初期雨水，在我国已成为带有普遍性的、紧迫性的重大问题，它既污染了环境又加剧了水资源的紧张，造成了巨大的经济损失。如何根据我国国情和已有经验，并参照国外的科学技术成就和发展趋势，在解决我国城市污水问题上走出自己的道路，这是我们必须认真加以研究和解决的重要课题。

一、国外在解决水污染问题上的主要经验和发展趋势

1. 主要经验

(1) 加强污染源的控制和治理，采用少排或不排污的先进工艺。主要有：控制单位产品（或产值）的排污指标，以压缩排水量，减少排污量。如纸浆造纸工业尽量采用无污染工艺，少用厂外二级生化处理；印染工业采用溶剂封闭循环系统，回收浆料达75%—80%；改变苯胺类染料的产品结构，采用代用品；禁止生产高毒农药；氯碱工业以隔膜电介法代替汞催化旧工艺，杜绝汞污染；电镀行业发展气相镀膜工艺；焦化厂采用干法熄焦代替湿法熄焦。此外在生产上采用高纯原料，减少杂质排出。对环境更为有害的氯代烃、有机溶剂、重金属及难降解化学毒物等严加控制，如美国确定129种化学物为重点控制对象。

(2) 普遍采用水的重复利用、循环回用技术，发展闭路循环系统。美国、苏联、日本等国家均把水的重复利用和循环回用作为保护水源，控制环境污染的重要技术措施。工业用水循环使用率均在65%以上。在机械、造船、造纸、化工、煤炭、钢铁、化肥等工业部门，都有实现工业废水封闭系统的实例，技术上已达到较高的水平，但尚未普及。美国在1975—2000年内，虽然工业仍在不断发展，但总取水量和工业废水排放量将逐年下降，提高新鲜水的循环使用量，并把城市污水开辟为新的稳定水源。

(3) 城市污水普遍采用二级处理。工业发达国家把普及和完善城市水道，大量兴建污水处理厂，普及污水二级（生化）处理厂作为控制水污染的重要技术措施。国外下水道普及率大都在50%以上，美国和欧洲国家高达75%以上。瑞典、法国平均每5千人有一座污水处理厂，西德、英国每7千至8千人有一座污水处理厂。目前世界各国城市污水处理厂朝大型化发展。

为提高处理效果和节能，近年来发展多类新型装置或设备。如微气泡曝气器、塑料制表面曝气器、多级串联式固定螺旋型曝气装置等。迄1980年，全世界共有131座污水处理厂采用纯氧曝气活性污泥工艺。还发展各种新型污水处理构筑物，如生物接触氧化池、生物转盘、塔式生物滤池等。日本建有直径为5米的超巨型生物转盘，用于处理工业废水。

许多污水处理厂采用新工艺、新设备、新材料，向定型化、商品化、高效化、简单化发展。近年来发展低能耗污水处理新工艺。应用厌氧过滤池处理沉淀后城市污水，以去除有机物并产生沼气；还有厌氧流化床、膨胀床等，以达到能源自给。使污水处理由耗能性转变为节能性，具有重要实用价值。

(4)城市污水的再利用。国外多年实践证明,城市污水经适当处理后,可用于工业、农业、渔业和城乡建设等方面。如用作工业冷凝水、锅炉补给水、冲洗水等,或灌溉牧草、饲料作物、大田作物、果园及市政草坪、庭院、运动场,并用于渔业和地下回灌等。其费用又经常低于开发新鲜水源。

1971年美国利用城市污水的工厂达358家,95%集中在西南部半干旱诸州,回用量达5.1亿立米;有九家火力发电站和核电站利用城市污水作冷却水系统的补给水,有的已连续使用二十多年。南非有三家发电厂利用城市污水作为冷却水。日本设置“中水道”(杂用水道)以扩大城市污水的使用量。

苏联把城市污水用于农田灌溉,1980年污水灌溉田150万公顷(2250万亩),年灌水量60亿立米,占全部污水量3.6%,目前还在继续发展。

目前一些经济发达国家越来越重视土地处理系统,它不仅可以有效地利用城市污水,而且已发展成为在一定条件下全部代替二级处理或代替三级深度处理的重要途径之一。在美国,澳大利亚等国已有较成功经验,取得显著效果。以色列、南非也建有大规模土地处理系统。

(5)污泥的处理与利用。过去污泥多用于化床脱水作农肥,现仍行之有效,但有环境卫生问题。污泥处理的目的在于减少污泥最终处置前的容积,使污泥卫生和稳定化,减少二次污染。目前通过污泥的厌氧消化、好氧分解、浓缩、脱水、干化等手段达到上述目的,便于最终处理。美国大力发展好氧污泥消化,苏联、英国、西德采用厌氧消化。不少国家充分利用污泥发酵产生的沼气作能源,在欧洲应用较为普遍,一般可解决污水厂用电量的

60—70%。

欧美各国对污泥最终处置逐渐改用土地处理或卫生填埋。近年来发展城市有机废物（垃圾）与城市污水污泥混合堆肥（或高速堆肥），能杀死病原菌，消灭寄生虫，且有良好肥料价值。

（6）综合防治是水污染控制的重要发展方向。进入七十年代以来，系统工程学得到很大的发展，电子计算逐步普及。水污染控制工程与系统工程相结合，使水污染控制进入了综合防治的新阶段。对于保护水源和水污染防治，国外曾经历了从局部治理发展到区域治理，从单项治理到综合治理。对多种因素进行综合规划，以求得整体上的最优防治方案，以较少投资获得最大经济效果。综合防治是水污染控制技术软科学和水污染防治工程的有机结合。水污染防治主要有三个特点：

①系统工程方法与环境紧密结合，对水系防治和水环境工程所涉及的各方面（自然过程、工艺流程等）进行了数学模型化工作。

②采用各种综合技术。

③技术措施、经济措施和行政立法措施相结合。

在开发综合治理以后，美、英、苏等国一些严重污染河流（如美国特拉华河、英国泰晤士河等）均有明显好转。

（7）水质检测技术的发展。七十年代以来，为了检测复杂的污染物，先进的检测技术和仪器设备有了较大发展。分析的灵敏度和精度已达ppb级，此外还研究了样品的浓缩预制备等方法。各国都建立了周密的监测网络，采用遥测遥感技术，电子计算机在监测数据处理中得到广泛应用。日本大阪市对各工业污染源排出口的废水水质采用监测报警系统，当排污超标时即能报警，以便采取相应的管

理或技术措施。目前监测技术不断向连续化、自动化、网络化发展。

2. 国外水污染控制的发展趋势

(1) 加强水资源评价。目前水资源的问题已是“许多国家的一个技术、经济和政治上的复杂问题，而且是日益深化的问题”。有人预测：“九十年代，水资源问题将取代能源问题而居於首位”。当前迫切需要准确评价水资源，以求合理利用和节约淡水资源。美国在六十、七十年代作了二次水资源评价；苏联绘制了世界水资源图集，并编写了“全球水资源与世界水量平衡”的科学报告。准确评价水资源，对其保护、合理开发及利用具有重要意义，有利于全面规划，合理分配和使用水资源。

(2) 水污染控制的重点由传统的点源污染转向非点源污染（化肥、农药、酸雨、矿山排水等）。控制对象从一般的有机污染物（耗氧有机物）、病原微生物、酚、氰和酸碱无机物转向有毒的、难降解有机物和重金属污染物。

目前不少国家加强对化学毒物（如杀虫剂、除莠剂、有机合成药物或有机溶剂、化肥）的监督和控制；加强对金属毒物污染控制及对水域有毒底泥的控制。

(3) 因地制宜发展污水净化系统，发展回收生物能的污水处理技术。近年来，国外积极利用当地适宜条件发展各种类型的氧化塘、生物稳定塘、氧化沟及生态工程和土地处理系统，依靠天然净化能力从污水中回收有用物质，并使之无害化、资源化。传统的二级处理投资大、耗能高，日本用於污水净化的能耗占全国总耗电量的0.4%；法国为0.45%；美国为1.0%。因此，从污水有机物中回收生物能，降低能耗，或达自给自足，也是近年来污水处理的发展趋势。

(4)排放标准日益严格。从美、日、西欧诸国历年通过和颁布的各类排放标准看,其要求逐年提高,标准日益严格。环境标准、生态系统、天然净化能力之间关系的研究在不断加强。

(5)水污染监测技术日益精确、快速,水污染分析已实现标准化、仪器化、并朝连续化、自动化、网络化、遥感遙控方向发展。电子计算机技术引入环境监测和信息储存系统。

(6)在水污染控制方面,立法、经济和管理的重要性更加突出。水污染综合治理是行政、管理、经济和技术协同作用的结果。立法,使水污染控制有法可循,确保各项措施贯彻执行;管理,能加强领导,妥善经营,有利于计划的制定与执行,使各项措施行之有效,在这种情况下,技术才能发挥其最大效能。

二、我国水污染防治的状况和分析

1. 基本情况

水污染是我国当前的主要环境问题之一。据近两年对全国5.3万公里河段的监测评价,鱼虾绝迹成为“死水”的河段有2400公里,占4.5%;水质污染不能用于灌溉的约占23.3%。目前,城市地表水一级支流普遍污染,二级支流严重污染,干流在靠近城市排放口一侧也有几公里甚至几十公里的污染带。大量的污染物是有机物,重金属污染也较普遍。城建部门曾对166个城市的饮用水源作过调查,发现有45%的城市受到不同程度的污染。

目前我国水污染程度已相当于国外经济发达国家六十年代的严重状况。近年来黄浦江黑臭天数越来越长,1981年达151天。第二松花江扶余以上江段底泥沉积汞约达200—300吨。吉林、黑龙江两省

沿江居民中已经出现慢性甲基汞中毒的病人。第二松花江的吉林江段(丰满到舒兰县共102公里)从1975年到1982年查出有机物364种,其中致癌致突变物有26种。

我国水体污染,从污染源来看,主要是工业污染源造成的。在城市污水中,工业废水约占76%,而且成分复杂。

(1)产品单耗水量大,水的复用率低。炼钢、炼油、造纸等行业吨产品的耗水量高出国外先进水平10—20倍。我国1979年除大连和青岛外,水的复用率均在50%以下,有的城市只有10%左右。而国外经济发达国家一般在50—60%以上。在水资源不足和水污染地区,为了保证供水,取水距离越来越远,引蓄水工程越搞越大,水处理成本越来越高,矛盾日益尖锐。

(2)城市污水基本上未经处理。解放前我国仅有三座城市污水处理厂(三十年代建于上海),总处理能力4万米³/日。解放后在15个城市新建污水处理厂27座(其中一级污水厂13座;2级污水厂14座),已投入运行的有21座,总处理水量57.44万米³/日,占全国城市污水排放量4474万米³/日的1.28%,其中二级处理水量16.96万米³/日,为总排放量的0.38%。我国1980年污水处理普及率平均只有5.45%,许多城市,包括江南的一些旅游城市如无锡、苏州、常州、杭州的旧城区等均无完善的下水道系统,赶不上发达国家四十年代的水平。国外一些经济发达国家城市污水治理工程费用大致占本国每年国民经济年总值的0.25—0.5%,英国在二次大战期间仍保持0.26%,六十年代以来日本按0.62%,每年保持不变。我国1973年城市下水道和城市污水厂列为国家基建大中型项目的投资仅有2800万元,约占当年工农业总产值的0.006%。这几年来投资有所增加,但比例仍然不高。

(3)重视城市污水再利用,我国污水灌溉面积1980年是800万亩,1982年猛增到2000万亩。污灌虽然有助于解决一些地区的缺水缺肥问题(如西安丰惠渠灌区利用城市污水灌溉20万亩农田,每年可节省硫酸2000万斤,净增产粮食15000万斤),但我国广大污灌区生活污水同工业废水混合而又未经任何处理,其中主要毒物如重金属、油和酚等对农田造成污染。据不完全统计,全国受到重金属污染的耕地面积已达30余万亩,其中受镉污染地区共十九处,总面积近20余万亩,年产“镉米”(含镉1毫克/公斤以上的糙米)或严重污染的大米近1亿斤。

目前,氧化塘和土地处理系统在我国已受到相当重视。我国在五十年代就对氧化塘开展过一些研究。为了控制水污染、改善污水的水质,七十年代各地又陆续建立了一些氧化塘。湖北省鄂城县的鸭儿湖氧化塘工程,采用藻菌共生系统净化有机农药废水,效果显著。但目前全国现有20座氧化塘,大多是利用天然地形稍加整治建立起来的,尚缺乏有效的管理。由于氧化塘基建投资低、管理方便、耗能少,且符合废水资源化方向,各地建氧化塘的积极性很高,预计东北地区近一、两年内将要建设30座以上,华北和江南地区也将有较大的发展。

土地处理系统是在本世纪七十年代利用“改良污水”实行科学灌溉发展起来的,它可作为代替三级深度处理的重要途径之一,一定条件下也可以全部代替二级处理。我国河北省石家庄市郊西三教大队通过民办公助,五年总投资8万元,建成了比较简易的接触曝气法和三级氧化塘系统,占地19亩,灌溉农田2000亩,日处理废水5000吨,每年可增产粮食40万斤,节约硫酸20万斤,节电12万度,实际上不到2年就收回了全部投资费用。目前对于土地处理系统应结

合我国国情，参照美国、澳大利亚的经验，继续深入研究。

(4) 污泥的处置和利用比较落后。国内城市污水厂从五十年代开始建设污泥消化池，目前已建有17座消化池，总容积13793立米，每天处理污泥265立米，生产沼气2654立米，消化池容积利用率为19.24%，有机负荷为0.42—2.5公斤/米³池日（平均为1.05公斤/米³池日，国外一般为1.8—2.5公斤/米³池日）。国内的消化池目前仅西安污水厂正常运转，该厂为中温厌气消化，有机物分解率为50%，分解每公斤有机物可产沼气500—750升。投配合水率为93%的初沉池污泥一般1立米污泥可产沼气8—10立米，所产沼气燃烧热量足以维持消化池中温消化的热平衡，若能在现有条件下加强管理，提高有机负荷，减少漏气，还可多产沼气。沼气发电方面，西安污水厂于1965年曾进行20千瓦的沼气发电试验，每立米沼气可发电1.0—1.2度。鞍山污水厂也进行过50千瓦的发电试验，每立米沼气1.2—1.5度。但国内污水厂至今没有一个生产性发电装置。国外利用污水厂的污泥消化产生沼气发电，一般可以解决本厂能耗的60—70%。

城市污水厂的污泥也被农民称为“黑粪”用作农肥。污泥虽有肥效，但当混有工业污染物时可能存在污染问题。如西安污水厂的污泥中含镉55毫克/公斤（干泥）、六价铬800毫克/公斤、酚356毫克/公斤，已不能用作粮田肥料。为此必须加强有毒物污染源的厂内处理。同时，中温消化只能杀死一半左右的寄生虫卵，对此也应引起重视。农民到污水厂装运污泥带有季节性，因此应研究如何将污泥适当干化或同有机垃圾堆沤造粒成为颗粒肥料有偿地供应农用。

我国在城市污泥焚烧或热解方面尚属空白。机械脱水干化等虽

属一般化工技术，但在国内尚未应用于城市污泥。

(5) 注意城市水环境和水系防治。对某些城市的水环境、大中水系的一级支流或有限的河段着手综合防治研究，如长江水系的黄浦江、湘江，鸭绿江水系的大沙河，松花江水系的第二松花江，京杭大运河的常州、无锡、苏州河段等，综合防治研究工作正在进行中。

2. 主要差距和优势

综上所述，对照我国同经济发达国家的状况，主要差距表现在：

(1) 我国在单元处理技术方面的研究虽比国外起步略晚几年。但国外有什么新技术，国内均进行了研究。设备比较简单的，一般也能较快用于生产（如斜板斜管沉淀装置的研究与应用）；设备稍为复杂的则往往停留于小试或中试阶段，在沉淀与过滤的基础研究、水处理的节能技术和设备、土地处理系统等方面开发研究较少。

(2) 生产技术方面，各行业、各地区很不平衡，总的说来，在一般工业的水循环使用技术和废水处理技术上，我国与国外的差距并不大，但却往往由于这些工业部门本身的工艺、设备及投资、管理等原因，而落后于国外。

(3) 设备制造及材质方面，日本在六十年代由国家采取一系列政策支持一些企业转向环保设备的制造。近年来我国虽有不少单位承担一些环保常用设备的研制及生产，但制造环保设备和仪器的专业工厂却很少。有些常用设备如污泥泵，没有专门工厂制造，有时用砂浆泵代替。有的设备参照国外先进设备仿制，但加工精度及所用材质不佳，使用效果及寿命经常达不到设计指标。

(4)技术管理水平方面，国外目前已发展到区域管理、系统分析、综合防治、监测手段与仪器装备的自动化和网络化，水污染处理设施的运行管理水平也较高。而我国在综合防治方面还刚刚起步，管理体制正在逐步完善，监测网初步建立，各地不太平衡，水处理设施的操作人员经专门训练的甚少，管理水平较低。

我国在水污染控制方面的优势是：

(1)我国陆疆广大，海域辽阔，自然净化条件优越。我国有一万八千公里长的海岸线，海域大多与外洋沟通，东南沿海一带的城市有条件利用海洋稀释净化污水。我国淡水水域总面积约十六万七千平方公里，天然湖泊星罗棋布，亦有一定的自净能力。大江河水深流急（如长江）自净能力较大。全国还有144亿亩耕地，53.4亿亩草地，18.3亿亩林地，用作污水的土地处理系统潜力很大。

(2)我国实行计划经济，解放后曾先后建立了长江、黄河、珠江、淮河等水利委员会或规划办公室，如再加以适当调整充实，有可能实现在中央领导下，对各大水系进行统一规划、合理开发和科学管理，充分利用水资源，全面防止水污染。

(3)我国农村早有利用人畜粪便、垃圾、污泥等制造堆肥或直接施于农田的传统。这种运用生态系统本身的调节能力来维护环境质量，同时又促进农业生产的方法一直沿用至今。近年来我国大规模推广农村沼气和污水灌溉农田方面又取得了不少经验。

(4)我国城市居民对防治工业污染，回收利用废物是十分重视的。城镇普遍设有废物回收系统，有的城市还有废酸废碱回收商店。近年来对于一些含有毒物质工业废水的防治（如炼油厂废水、电镀废水等）也取得了显著成绩。节约用水、废物资源化已越来越深入人心。

(5)十多年来,我国的环境保护事业,在领导重视和群众支持下,已经形成一支不小的队伍。现在,各省市都有环保管理部门和科研机构。在水环境监测、评价、治理、系统分析等方面的物质条件和技术队伍正在逐步充实壮大。例如,全国已建有600多个环境监测站,初步形成了比较完整的环境监测体系,对于全国的水环境系统正在开展相当广泛的监测。

三、解决我国城市污水问题的指导思想及今后主要科技研究项目的设想

根据我国国情,并参照国外的经验教训,在解决我国城市污水问题上的指导思想是:节约用水,减少排污量,严格控制工业污染源,特别是生物难以降解的有机毒物、重金属和致癌物质等,必须实行厂内治理。逐步实现工业废水的资源化、封闭化、无害化。这是解决我国城市污水问题最根本的路子。要将城市污水作为一种资源加以利用,在解决城市污水问题上应该是建设城市污水处理厂和积极发展各种类型氧化塘及土地处理系统工程设施并举,实行科学的污水灌溉,充分利用污水中的水、肥资源;发展城市污水再利用技术,在严重缺水的地区或城市,应将城市污水开辟为第三资源,不仅解决对水体的污染,而且能缓和水资源的紧张。在高度城市化地区,或城近郊区没有广大土地,或水资源比较丰富的地区,对城市污水采取自然净化和人工处理相结合的、投资少经济效益高的综合防治途径。

根据上述指导思想,设想今后的主要科技任务应该是:

(1)重点行业污染源厂内控制技术的研究。在对已有治理技术的总结和技术经济评价的基础上发展厂内处理工艺系列化、定型化、