

# 出国参观考察报告

美国水污染控制、英国水的区域管理  
及两国的工业废水处理情况

科学技术文献出版社

## 出国参观考察报告

美国水污染控制、英国水的区域管理  
及两国的工业废水处理情况

(限国内发行)

编者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

\*

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>。 印张：2 字数：44千字

1983年3月北京第一版第一次印刷

印数：1—855册

京内科：19—7

统一书号：13176·161 定价：0.34元

# 目 录

## 美国水污染控制及工业废水处理

- 一、美国水污染控制的对策和 经验····· ( 1 )
- 二、当前美国水污染控制的重点研究领域和 动向····· ( 5 )
- 三、对北京市水污染控制的一些想法和 建议····· ( 7 )

## 英国水的区域管理和工业废水处理

- 一、英国水的区域 管理····· (10)
  - (一) 英国的环境保护管理 机构····· (10)
  - (二) 英国水的区域 管理····· (11)
- 二、英国的工业废水预处理及水污染控制的科研和教学 机构·· (20)
  - (一) 工业废水预 处理····· (20)
  - (二) 有关水污染控制的科研和教学单位 ····· (21)
- 三、几点体会和 建议····· (26)

# 美国水污染控制及工业废水处理

徐树森 邓培植 龙期泰 郭扬善

(北京市环境保护科学研究所)

北京市环保局“水污染控制及工业废水处理”考察组一行四人在联合国开发计划署和世界卫生组织的安排下，于1981年4月27日至5月29日在美国进行了为期一个月的技术考察。

这次考察的主要目的，是了解美国一些大城市近几年来在水污染控制方面所取得的进展和基本经验，通过参观访问了解美国当前的研究动向并考察先进的实验装备和技术，以便针对北京市当前水污染方面存在的问题，提出如何控制的具体意见和建议。

考察组先后在美国华盛顿、纽约、辛辛那提、芝加哥、洛杉矶和旧金山等6个城市参观访问了近30个单位，其中有：

1. 环境保护的规划与管理部門——美国环境保护局及其下属二、五、九分区办公室，美国水污染控制协会，美国内务部水研究技术局，纽约、芝加哥、辛辛那提城市卫生区，俄亥俄州—肯塔基州—印第安纳州区域政府委员会（简称OKI）以及俄亥俄河流域水卫生委员会等。

2. 科研单位——美国环境保护局下属工业环境研究所，城市环境研究所和环境监测与支持研究所。

3. 高等院校——加利福尼亚大学贝克利分校、加利福尼亚州立大学、斯坦福大学和辛辛那提大学的环境工程系。

4. 设计工程公司——纳尔科化学公司、工程与科学公司和勃朗与卡德韦尔公司。

5. 污水处理厂——参观了7个城市污水处理厂，其中有目前世界上规模最大的芝加哥西西南区污水处理厂，萨克拉门托纯氧曝气处理厂，一个二级处理后回用于工业的洛杉矶格陵达莱回用水厂以及三级处理后回灌地下的21世纪水厂等。

6. 工业废水处理设施——纳尔科化学工厂和芝加哥西北电镀厂。

考察组在美国各地访问期间，受到了接待单位和美国朋友热情友好的接待，并同有关专家、教授以及工程技术人员进行了技术座谈和讨论。通过考察，取得了不少收获，收集了有关的技术资料，达到了预期效果。现将考察了解的主要情况介绍如下。

## 一、美国水污染控制的对策和经验

美国在七十年代对环境保护工作，特别在水污染控制方面曾作了不少努力，花了大量投资，取得了一定进展。就美国全国范围而言，七十年代尽管人口不断增加，城市建设与工农业生产继续增长，但河、湖水质并没有随之变坏。换句话说，全国性水污染基本上已控制住，而在许多局部地区的水质还有一定的改善。据报道，十年来美国的东北部、南部和大湖区水体中的溶解氧有明显的增加，磷的含量有所下降，大多数城市的水质有一定改善。大湖中磷的含量自1975年的2.6毫克/升下降到1978年的1.8毫克/升（要求达到1.0毫克/升）。我

们去俄亥俄河流管理委员会了解到，根据该河36个监测网点在1981年1月份的监测资料分析，河水最低的溶解氧含量为6.5毫克/升，而大部分都在10毫克/升左右，酚的含量一般都在2微克/升以下。按美国各地标准，河水中溶解氧一般不应低于4—5毫克/升，而酚的含量应小于10微克/升。由此可以看出，俄亥俄河的水质是比较好的。尽管取得了以上成绩，美国的环保专家们在展望美国水污染控制的前景时仍然忧心忡忡，危险毒物的扩散相当广泛，非点源污染的控制刚刚开始，在控制点源方面取得的成绩又受到目前经济萧条和日益上涨的能源价格的威胁。为改善与保持地面和地下水源的良好水质，今后势必还要作长时期的努力。

通过考察，我们认为美国在水污染控制的对策中，有以下几个主要的特点：

### 1. 重视立法，以法为据，逐步推行，不断完善

美国“联邦水污染控制法1972年修正案”（PL92-500）是美国从七十年代开始贯彻至今的最重要的水污染控制法令。它是在1948、1956、1965、1970年水污染控制法规的基础上形成的，但在内容上有重大发展。这是美国环境保护局1970年成立以来在水污染控制方面贯彻执行的各项政策与措施的依据。这项法令，到1977年进行了修改，称为“清洁水法”（PL95-217），但基本内容未变。1974年经国会修订颁布了“安全饮用法”，对保证饮用水的安全卫生与保护地下水源，提出了进一步的要求。概括说来，PL92-500包括下述两个方面的主要内容：其一为确定了三个不同时期的水污染控制目标，要求第一期水质目标于1977年7月1日前达到；中期水质目标即水体水质达到游泳与养鱼的标准，要求于1983年7月1日前达到；而最终目标是“不排污”或称“零排放”，要求于1985年达到。其二为实现上述不同时期的水污染控制目标，明确规定执行城市污水建设补助金、制订排放标准、人员培训、区域水质管理、运转维修、技术推广等六个实施计划，其中包括联邦政府拨出大量资金资助各州建设城市污水处理厂，授权各州单独或联合解决区域水质与有关的环境问题，以及地方行政当局监督污水的排放条款。中期水质目标，原规定在1983年7月1日前，所有水体水质都要达到游泳与养鱼的水平。目前看来，1983年达到此目标是有困难的，现已推迟到1987年。原规定1985年达到零排放的目标（指不排放任何污染物至水体），花钱太多，无论从经济与能源的角度来看都是难以实现的。因此，实际上已无限期地推迟其完成期限。在吸取了前一个阶段的经验教训以后，美国环保专家认为，确定水污染控制目标应从环境、经济与技术三方面综合考虑，目标订得太低，环境受到污染；反之，目标订得太高，技术复杂，经济也负担不起。他们认为，目前对水体污染控制的平均费用，一般控制在美国中等家庭收入的2%左右较为适宜。

### 2. 制订区域水质管理规划，远近结合，力求全面控制污染源

为了达到上述中期水质目标，PL92-500规定：除了要控制象城市污水处理厂、工业企业这类“点源”造成的污染以外，还必须控制城市雨水径流，建筑工地、农村等大面积上产生的“非点源”污染。就一个地区、一个流域或一条河流来说，往往跨越几个州或几个城市，“点源污染”和“非点源污染”交织在一起，因此必须从该地区或流域的现状出发，充分预测到2000年的发展，综合防治，统筹兼顾，制订该流域或地区的水质管理规划。美国建立了不少这样的跨地区的政府规划机构。我们访问过的俄亥俄州—肯塔基州—印第安纳州区域政府委员会就是包括三个州的部分相邻地区的水质和公路交通在内的规划机构。在制订该地区的水质管理规划时，它利用卫星摄影等先进技术收集了该地区地理、地质、水文、土壤、绿化、建筑等方面大量的基础资料，充分考虑了该地区至2000年的人口增长、工农业发

展、土地利用、森林覆盖、水资源利用、“点源污染”和“非点源污染”的负荷与分布等因素，进行了必要的科学研究工作，规划了达到预期的水质目标的具体实施措施。这项规划用了三年时间（1975—1977），耗资300万美元。他们编制的一套计算机程序已在美国其他地区规划水质时得到推广应用。

### 3. 发挥联邦与地方的积极作用，健全管理体制

美国1969年6月成立的直属于总统的环境质量委员会以及于1970年12月成立的环境保护局，对促进美国环保工作的开展均起了重要的作用。环保局负责制订控制气、水、渣污染的规划、政策、标准与拨款，下设10个分区办公室，管辖50个州。环保局还直属有15个研究所，为它制订规划、政策与标准，提供科学依据。环境质量委员会全面负责研究美国环境质量变化、政策实施、投资效果等情况，针对存在的问题，及时向国会和总统提出重大建议。为了充分发挥地方的积极作用，依据有关法律，许多城市、地区成立了卫生区，对该地区的水污染控制工作进行统一领导，负责排水管网与城市污水处理厂的运转和建设，并对工业企业排出的工业废水实行监督管理。各城市地区根据本地情况，分别制订了工业废水排入河道与排入城市下水道不同的排放标准，并规定了排污收费与罚款的办法。以纽约市为例：污水收费是自来水费的25%，如排放污水水质超出标准基数，另收超标费。水质标准基数规定BOD<sub>5</sub>为300毫克/升，悬浮固体为350毫克/升。超标收费额为：每100万立方英尺污水，每超标1毫克收费5.18美元（1万立方米污水/超标1毫克折合人民币2.93元），即： $R = 2.93 \times Q((SS - 350) + (BOD_5 - 300))$ 元。式中：Q=每天污水量，以万立方米计，SS和BOD<sub>5</sub>以毫克/升计。

### 4. 对工业废水的监督管理

(1) 对排入城市下水道的工业废水，一般只强调预处理，达到预处理标准后排入下水道，再与城市生活污水合并进行集中处理。据纽约市卫生区介绍，在纽约有几千个工厂，但是还没有一个在工厂内部进行生物处理的实例。

(2) 确定上述工业废水控制的预处理标准的依据和目的有二：一为不使有害物质影响下水道的养护和城市污水的生物处理；二为防止重金属和其他难以降解的有毒有机物质通过净化污水污泥的排放与利用对环境造成的污染。

(3) 对工业废水的预处理常用的措施有：

通过工艺改革消除有毒物质——例如芝加哥的电镀厂通过工艺改革基本上解决了镉的污染。

清污分流——我们参观的纳尔科化学工业公司把车间内部污水分成有油、无油、有酸、有碱或含有重金属、有机毒物等五种，然后分别采用酸碱中和、浮选和混凝沉淀等方法处理。

污水回用——美国对提高工业废水厂内的循环利用率十分重视。据介绍，芝加哥市的美国钢铁公司的冷却水量已基本不外排。

控制重金属的排放——一般采用混凝沉淀。沉淀污泥经脱水后由专门的废物处置公司拉去集中处理。我们参观的纳尔科化学工业公司的含铬废水和芝加哥西北电镀厂的含铬、镍、铜、锌等重金属废水均采用此法。

对难以处置的高浓度的有机污水采用集中焚烧——在辛辛那提城市污水处理厂设有焚烧场。从各厂拉来的高浓度污水进行集中处理并按污水的燃烧值的高低收取不同的费用。这种污水处理的社会化，从经济和管理角度看都是合理的。

## 5. 城市污水处理和水回用技术

(1) 据美国环保局介绍, 现在美国有城市污水处理厂24000个, 其中85%的污水处理厂流量小于1 MGD (约3,700吨/天), 到2000年以前美国还计划建造近5000个二级污水处理厂。

(2) 国家规定二级处理厂的最低水质标准是不超过双“30”, 即BOD<sub>5</sub>不超过30毫克/升和悬浮固体不超过30毫克/升。全美国约50%的二级处理厂基本达到以上指标, 其余污水厂在除磷、氮和大肠杆菌等指标方面, 还有更高的要求。

(3) 美国联邦政府1972~1982年用于建设城市污水处理设施的补助金额为425亿美元。

其中1972—1977为180亿美元

1978为45亿美元

1979—1982为200亿美元

(4) 美国城市污水厂的工艺仍以普通活性污泥法为主, 对于高浓度污水或为扩建省地时也有采用纯氧曝气处理的。1979年在纽约州依萨卡建造了深井曝气的中型试验厂, 深井直径0.5米, 深133米, Q=760立方米/日, 污水停留时间为38分钟。

为节约能源洛杉矶格陵达莱二级处理回用水厂正在研究空气板扩散装置和布气方式。桔子县污水处理厂利用95%的甲烷和5%的柴油作为双燃料内燃机的燃料, 带动鼓风机, 然后再利用内燃机废气来加热消化池污泥, 以节省能源。

(5) 关于污水厂的建设规模, 在美国也有不同观点, 有人主张建大厂便于管理; 也有人主张规模不宜过大, 在城市各区适当分散建厂。其理由是:

第一, 可以避免污水远距离输送, 节省中间泵站的电能消耗;

第二, 有利于净化污水的就地回用;

第三, 便于按规划分期分区建设。

(6) 关于净化污水的回用

美国水资源委员会最近做了“第二次全国水资源评价”, 分析了美国21个主要水源地区与106个水源分区的用水现状, 规划了2000年的用水发展要求。由于预见到水资源与水污染的问题将日益突出, 在总用水量从1975年的18.92亿立方米/日增长到2000年的45.2亿立方米/日的情况下, 要求同期内总取水量基本保持不变(1978年为12.36亿立方米/日, 2000年为12.52亿立方米/日), 污水排出量从1975年的9.25亿立方米/日, 下降到2000年的6.91亿立方米/日。为了克服水资源供应的矛盾, 要求工业企业的循环用水量从1975年的5.26亿立方米/日增加到2000年的32.74亿立方米/日, 各地区的污水回用量从1975年的9.37亿立方米/年增加到2000年的66.43亿立方米/年。

美国对水回用的政策是“通过农业、林业生产和水产养殖循环利用污水中的污染物, 回收废水”。“清洁水法”(PL95-217)规定: 在1978年9月以后, 城市污水建设补助金的申请者, 必须充分研究与评价可以回收水与再循环有用物质的选择与革新工艺的可能性, 否则不考虑拨给城市污水建设补助金。全国的水回用开发与研究工作由内务部的水研究技术局负责, 依据公共法PL95-467开展工作。

净化污水回用在美国西部、中西部地区尤为普遍, 仅在洛杉矶地区就有九个污水回收工厂。这次我们参观了两个城市污水回用水厂。其中一个是经二级处理后用于农牧业和工业, 见图1。另一个是经三级处理后回灌于地下, 以防止海水入侵, 保护地下水资源, 见图2。

洛杉矶格陵达莱回用水厂的工艺，设计污水量71915立方米/日，预定二期扩建到13.2万立方米/日，三期扩建到18.9万立方米/日。回收水的成本为4美分/1立方米水。

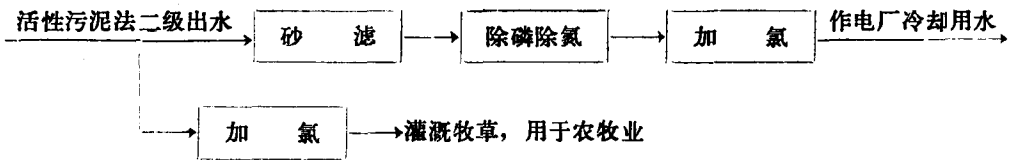


图1 洛杉矶格陵达莱回用水厂工艺

21世纪工厂回收水（包括使用反渗透）的成本为21美分/1立方米水，在经济上是合算的，与从外地引水费用相当或更便宜些。

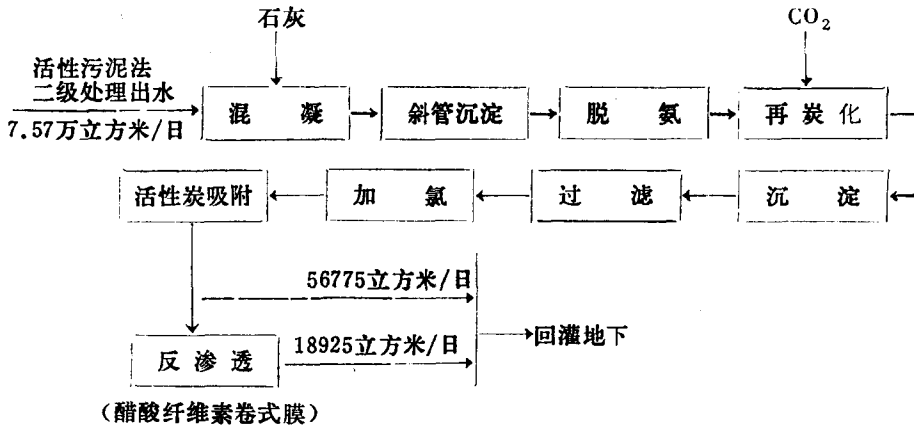


图2 桔子县21世纪回用水厂工艺

## 二、当前美国水污染控制的重点研究领域和动向

### 1. 重点污染物的控制

随着有机合成化学工业的发展，现在每年有数以千计的新的有机化合物不断问世。其中很多是有毒的化合物。这些新的有毒化合物的污染已严重地威胁着人类环境，因此联合国已将化学毒物的控制列为当前三大环境问题之一。

目前，美国着重对129种重点有毒物质开展研究，进行控制。近年来，特别是对其中117种有机化合物进行了分析方法和水质标准的研究，并开展了水处理工艺的评价研究。

对淡水生物、海洋生物和人体健康的影响，分别确定了三种水质标准，到目前为止已完成了其中65种重点有毒物的指标。对有机化合物的处理，根据不同性质，分别研究了它们的可挥发性，可生化性以及可吸附性能等。

### 2. 地下水污染的控制

在美国大约占25%的淡水源依靠地下水供给，因此地下水的污染问题已日益引起了美国环保部门的重视。

引起地下水污染的原因是多方面的，主要是由于化学毒物的洩漏与溢流，卫生填土引起



的地下水渗透,农业污染,污水坑塘的渗漏,净化污水在土地利用或回灌地下过程中受重金属和微量有机物的污染以及非点源污染引起的入渗等。美国总共有各类有害物堆积场所17.6万处,其中属工业的为25749处,城市污泥卫生填地1.4万处。美国加州圣地亚哥等城市由于海水倒灌入侵,使当地地下水资源已遭到破坏。目前圣地亚哥的用水量的90%需要依靠外地远距离输送供应。

当前美国在保护地下水资源、控制地下水污染方面的主要措施是:

(1) 加强对污泥的处理和管理。

(2) 加强对非点源污染的控制。

(3) 加强对重点毒物的防护和处理。

(4) 以深井将三级处理后的城市污水注入地下,以增加地下水压力,防止海水倒灌入侵,保护地下水源。

(5) 研究土壤对有毒物质的生物降解能力以及它们在土层中的迁移转化规律。

### 3. 非点源污染的控制

据统计,在美国的区域水质管理分为246个区,其中受到点源污染的占89%,受非点源污染的比例分别为:

农业污染	占68%
城市径流	占52%
采用化粪池(目前美国有30%人口使用化粪池)而产生的非点源污染	占43%
矿床	占30%
森林破坏	占15%
水文条件的改变	占15%
固体废物填土	占14%
施工径流	占9%

美国在非点源污染方面侧重研究农业污染的控制,防止水土流失造成河流缺氧或富营养化。为防止暴雨径流造成的污染,正在研究初期雨水的预处理以及防止合流管雨水溢流造成的水体污染。为控制雨水溢流造成的非点源污染,最好的办法是将合流制改成分流制。OKI地区计算过,需化11.4亿美元,认为投资太贵,他们决定采用储存与处理相结合的办法,但仍需投资1.2亿美元。

### 4. 关于节约能源问题

美国环保局城市环境研究所和康奈尔大学都在开展厌气流化床污水处理的研究。斯坦福大学环境工程系正在进行高浓度工业废水的厌气处理。厌气处理模型采用圆筒转盘和长方形隔板式两种,污水停留时间一般采用一天。加州大学贝克利分校研究高负荷生物氧化塘,利用藻类的絮凝生物分解作用净化污水,氧化塘水深1.5英尺,污水在池内停留时间为3—4天。此外,他们还开展了兼性氧化塘的研究,池深15英尺,其上部为好气处理,下部为厌气,并可回收沼气。这种方法可节省投资2/3,耗用能源为一般生物处理的1/10。

美国利用动物排洩物发酵回收沼气。据介绍,体重1,400磅的奶牛,每天可产沼气60立方英尺;体重100磅的猪,每天可产沼气10立方英尺。

美国韦尔登污水处理厂,处理规模为1700立方米/日,利用太阳能加热消化池污泥,可节约能源70—80%。

根据美国1977年公布的清洁水法规定,必须把污水土地处理作为一种必要的选择方案来

考虑。因为，这是回收水资源及其肥效、保护水体和节约能源的一项重要措施。美国环保局还规定，凡是污水进行了土地利用的，联邦补助金可以从75%增加到85%，以资鼓励。

### 5. 污泥的处置和管理

污水处理厂排出的污泥中一般不可避免地会含有各种重金属和难以降解的有机物质。这些物质，通过土地利用或卫生填土的办法处理，都将对环境产生危害。据介绍，美国目前污泥处置情况是：

处理方法	1972年	1985年
填土	40%	40%
土地利用	20%	25%
焚烧	25%	35%
投海	15%	0

通过对美国200多种城市污泥进行分析，得出美国镉和锌的平均含量分别为16和1760毫克/公斤。但对于象芝加哥这样的工业城市，其重金属的含量则远远超过此数，见下表。

重 金 属 种 类	干污泥中浓度 (毫克/公斤)
Cd	100
Cr(总)	1000
Cu	900
Mi	200
Pb	1800
Zn	3500

## 三、对北京市水污染控制的一些想法和建议

目前，北京市区每天排放污水将近200万吨，其中工业废水占60%左右。这些污水除部分经高碑店和酒仙桥两个污水处理厂进行一级处理外，其余全部排入河道，严重地污染了市区河道和地下水。北京市水污染控制的任务十分繁重，百废待兴，问题很多，究竟从何抓起？我们认为：

### 1. 首先要确定一个近期和远期的水污染控制目标

北京市的水污染防治工作，应该根据中央对首都建设的四项指示精神，分阶段提出不同时期的环境目标。水污染控制目标的确定，要统筹兼顾，适合国情，要与当前的社会、经济发展相协调。目标订得太低，水污染得不到应有的控制，将会严重影响人民健康，阻碍生产力的发展。相反，如果目标订得过高，势必脱离实际，无法实现。或者勉强去做，就将超越当前经济发展水平，反过来影响生产的发展，破坏经济的平衡。总之，水污染控制目标的确定，必须随着国民经济的不断发展和人民生活水平的不断提高，分阶段地由低级到高级，逐步提高。

### 2. 制定水污染防治规划

水污染控制目标确定之后，就需要为实现目标制定分阶段实施的防治规划，并要体现：

(1) 远近结合, 以近为主的原则。我们认为: 对北京市来说, 当前为了迅速控制水污染的发展, 改善市区地面水系和地下水的水质, 首先要逐步提高市区下水道的普及率(目前普及率仅32%), 加速河道截留管道的建设, 防止工业废水和其他污水未经处理直接入河; 同时要加强对工厂排放工业废水的监督与管理, 促进工业企业对工业废水采取综合利用和必要的处理, 特别要控制对重金属和难以降解的有毒有机物质的排放。

(2) 水污染控制规划, 要从本地区水系、流域的自然条件出发, 综合考虑人口增长、工业发展、水资源情况、土地利用与整治、土壤覆盖、点源污染的分布和非点源污染的来源与负荷等各种因素进行区域性的全面规划, 充分利用自然净化条件, 并提出控制点源和非点源污染的技术措施与步骤。

### 3. 建立合理的管理体制

水污染防治是一项涉及面很广而且又是十分复杂的工作。为了落实规划, 实现既定的环境目标, 需要从管理体制上采取必要的调整和改革。现在环保、市政和工业企业之间的领导隶属关系不同, 对某些问题的考虑角度往往又不太一致, 因此使有些区域性的水污染防治工作难以推动, 或者不能得到合理的解决, 例如现在有不少相邻的工厂企业, 污水处理大都是各搞一套, 各行其事, 造成了极大的浪费。这些问题必须从管理体制上进行根本性的改革, 才能得到合理的解决。

### 4. 正确处理工业废水与城市污水处理的关系

在一个大城市区域范围内工业废水处理与城市污水处理的关系, 实质上就是分散处理与集中处理的关系。实践证明, 工业废水经过预处理, 达到排入城市下水道的标准以后, 再与其他污水进行集中混合处理, 这从技术上、经济上和管理上来说都是合理的。二十多年来由于北京市在城市污水处理方面的工作进展缓慢, 至今仍然只有高碑店和酒仙桥二个一级污水处理厂。这样使大多数工厂的工业废水都直接或间接地排入河道, 这是造成地面水系和地下水源严重污染的主要原因之一。在市区有相当数量的工厂为了达到目前排入河道的水质要求, 不得不在厂区单独地、分散地修建污水生物处理厂, 造成了目前在污水处理的总体结构上的不合理现象, 同时大大增加了污水处理的建造费和运转维修费用。为了妥善解决这一问题, 我们认为, 首先对工业废水要求做好预处理工作。预处理要求包括清污分流、压缩水量、改革工艺、减少排污、综合利用、化害为利, 在必须排污情况下, 要严格控制污水中重金属和难降解的有毒有害物质的排放标准。与此同时, 要逐步完善市区排水管网, 加速城市污水处理厂的建设。

### 5. 关于城市污水处理和建立水回用系统的设想

城市污水处理厂的建设, 应根据不同时期已经确定的水污染控制目标分阶段地进行, 根据投资分配和环境效益进行综合分析, 一般总是由简单到复杂, 由低级到高级, 逐步提高标准。为了减少能源消耗, 应该考虑开展采用厌气或兼气法处理城市污水的研究, 在有条件的地区可以利用已有的坑塘和污水库, 如房山地区的牛口峪水库等, 开展污水氧化塘或兼性氧化塘的研究。

在规划城市污水处理厂的布点时, 应充分考虑净化污水的再利用问题。再利用的途径主要有污水灌溉, 浇灌花草树木, 冲刷路面以及工业冷却用水等。通过污水的土地利用, 既可缓和本地区水资源不足的矛盾, 也能节约能源, 回收氮磷肥效, 防止净化污水排入水体, 对地面水系造成污染的弊病。

# 英国水的区域管理和工业废水处理

北京市环境保护科学研究所林华庆、邓培植、

北京市环境保护局陈子久

## 前 言

北京市环境保护局于1981年6月15日至7月14日派出一个3人小组到英国对水的区域管理及工业废水处理作为期一个月的考察。在英国期间考察小组共访问了伦敦、布赖顿、曼彻斯特、依初利、伯恩默思、伯明翰、格拉夏、斯蒂文内基、雷丁、爱斯沃尔斯等十个城镇。22个单位（其中包括机关6个，城市污水处理厂5个，污泥处置厂1个，水厂1个，工厂4个，公司2个，大学2个，研究所1个）。负责接待的单位是英国环境运输部。

英国是英格兰、威尔士、苏格兰和北爱尔兰联合王国的简称。总面积约24.4万平方公里，位于北纬50至60度之间。全境由大不列颠岛（包括英格兰、苏格兰、威尔士三部分）、爱尔兰岛东北部及附近许多小岛组成。大不列颠岛东南部为平原，泰晤士河东流经平原入北海，西部和北部为中等山地和丘陵。北爱尔兰为熔岩高原。南北相距约1,000公里，东西最宽部分约500公里。全境属海洋性温带阔叶林气候，多雨雾，年平均降雨量为900毫米。人口约5600万（英格兰占83%，威尔士5%，苏格兰9%，北爱尔兰3%）。

英国的水污染控制工作具有一定的基础。过去英国的环境污染比较严重，伦敦是世界闻名的“烟雾之都”，由1873至1965年的90余年中，仅有据可查的就发生过12次严重的大气污染事件，其中最严重的是1952年12月的烟雾事件，在5天内即死亡4,000余人，在毒雾过后的两个月内，还陆续有8,000人病死，成为震动世界的伦敦烟雾事件。水的污染也很严重。由于工业发展，城市人口增加，工业及生活用水量增加，从1945年至1973年供水量就增加了50倍。目前，仍以每年3%的速率增长。城市污水量也随之大量增加，每天约排出工业废水及生活污水2000万吨。供水水源约2/3依靠地面水，一般城市水源常是使用过几次的河水。由于污水任意排放，对河流和水源造成严重的污染。泰晤士河是英国第二大河，河长215英里，原为闻名的鲑鱼产地，香鱼、银鱼的产量也很大，后来因水体受到污染，河中鱼类一度绝迹，沿岸曾多次流行霍乱，其中一次死亡即达两万余人，直到1950年泰晤士河水仍呈黑色，严重缺氧，有臭鸡蛋味。春特河是英国第三大河，河长180英里，横贯英格兰北部工业区，水体严重受到工业污水污染，是英国最脏的一条河。针对这些情况，英国政府采取了一系列的措施使河道污染情况有了显著的好转，河水水质逐年有所改善。据1972—1975年进行的河流污染调查，英格兰与威尔士境内的非潮汐河流总长度的76%已无污染。在采取的一系列措施中，很重要的一条就是对水进行全面的综合管理，实行水的区域管理。

# 一、英国水的区域管理

## (一) 英国的环境保护管理机构

英国的环境保护工作由以下的部门分管：

### 1. 环境及运输部

负责协调中央政府有关污染控制、空气净化政策，控制工业对大气的排放，控制内陆运输中对环境有危害的货物在运输过程中的污染，制订清除海岸沿线及近海海域中带油及有危害物质的政策，制订有关处置废物的政策（包括有毒及放射性废物），与工业部门结合制订废物管理政策，制订有关噪声的政策（除飞机噪声外），制订对水、污水及污泥处置的政策并提出建议，协调有关污染方面的研究、有关环境污染情报及监测数据的交换。

### 2. 农业、渔业及食品部

负责渔业的保护，包括对海中倾倒入物的控制；负责控制农业对环境污染的影响，包括对农业及园艺上使用的农药的控制。

### 3. 商业部

负责有关海洋污染的防止，在海洋中对有毒害货物的控制以及飞机噪声的控制。

### 4. 工业部

负责有关工业方面的环境污染的控制。

### 5. 健康与社会安全部

负责有关医药方面的环境污染的控制。

### 6. 能源部

制订能源政策，提出对核电站的厂址、安全及运行的建议，并通过卫生安全部门提出有关核装置的安全设备。

### 7. 劳工部

负责工作时间内个人的健康、安全与福利以及保护有关危及健康与安全的工作活动。

### 8. 教育及科学部

批准研究理事会提出的科研基金。

### 9. 联邦外交部

负责有关国际的环境政策。

### 10. 国防部

支持有关部分的大气污染研究。

### 11. 皇家环境污染委员会

皇家环境污染委员会建立于1970年，是咨询建议机构，对国家及国际有关环境污染提出建议。对这个领域的科研以及对将来危害环境的可能性提出建议。

### 12. 国家水委员会

国家水委员会建立于1973年，是一个咨询顾问机构，其职责如下：

(1) 向国务大臣提出有关水方面政策的建议，向国务大臣及水管理局提出对重大问题的建议；

(2) 协助水管理局有效地工作，尤其是对有关科研及规划的工作；

(3) 与有关单位商议在联合王国建立试验及批准水配件的工作,以防止浪费、滥用及污染水的现象发生;

(4) 对从事水的工作人员制订有关训练及教育的计划。

在水委员会下建立了各种联合技术委员会,如水质标准技术顾问委员会、处置污泥标准委员会、合成洗涤剂标准委员会、分析标准委员会、水回收标准委员会。这些委员会向环境部及国家水委员会提出与水污染控制有关的政策、科研的要求及落实科研成果的要求。

## (二) 英国水的区域管理

### 1. 水的区域管理的背景

英格兰重视水污染控制已有悠久的历史,远在1876年即第一次公布了河流污染防治法。自此以后,为了适应社会情况的变化与技术的发展,在立法与行政管理机构方面经过了几次大的变动。随着英国工业的发展,城市人口不断增加,生活及工业用水量日益增长,小的给水企业已无法适应发展的需要,加之燃料及新产品原材料性质的改变,带来了环境污染问题。同时,对环境质量的控制提出了更高的要求。因此,常常为水源及污染等问题发生矛盾,这就促使水的管理工作必须加以调整改革。1945年通过水法后,对给水企业进行了改组。给水企业从1945年的1186个及1956年的1036个调整为260个,至1974年4月1日前已调整为187个,服务人口为5000万,英格兰及威尔士的给水普及率已达到99%,自来水已送到乡村地区。这是走向水的区域管理的第一步,为1973年水法的调整变革初步奠定了基础。由于英国的河道比较多,而在河道管理上存在的矛盾又不少。1948年通过河道委员会法后,提出在英格兰及威尔士建立32个河道委员会,负责内陆排水、防洪、航运、渔业及污染控制等工作。直至1951年及1961年通过河道(防止污染)法以后,对河道排污加以限制。1963年通过水资源法以后,建立了29个河道局以代替河道委员会,除了负责该管区内的内陆排水(包括防洪)、渔业、航运以及污染控制以外,增加了发展水源及调配水源的任务。这是由单目标向多目标发展又迈进了一步。虽然迈进了一步,但是有的矛盾仍不好解决。由于单位分散,又不健全,使得水资源管理及水污染控制的工作仍然比较混乱,一直到1973年通过水法后,才有所改善。取消了29个河道局、157个给水企业单位和1,393个污水管理机构,并根据自然分水岭的特点,把英格兰和威尔士划分为十个区域性的水管理局,综合管理该管区内的水源、供水、污水、污水处理、河道的污染控制、内陆排水、防洪、航运、渔业及娱乐用水等。由于这次重新划区,规模较大,又比较彻底,西方有人对之评价较高,称之为英国水管理方面的一次“现代革命”。

十个水管理局所管辖的面积及服务人口见表1。表1表明,泰晤士水管局是十个水管理局中服务人口(1150万人)最多的一个局,首都伦敦在这个局的管区内,有全国最大的贝克顿污水处理厂。其次为塞文春特水管理局,服务人口约800万人,是英国的工业区,工业中心伯明翰在这个局的管区内。服务人口最少的有韦塞克斯水管理局,人口约230万。西南水管理局的服务人口约为140万,是英国西南部的旅游区。

### 2. 水管理局及污水水处理厂

十个水管理局中,我们访问了设在伯明翰的塞文春特水管理局,韦塞克斯水管理局的一个区及泰晤士水管理局的贝克顿污水处理厂。

塞文春特水管理局是规模仅次于泰晤士水管理局的第二大水管理局,是英格兰的工业

区。该局所辖区污染较严重。全局分为8个区，共有职工10900人。这个局是由过去的236个企业单位合并而成（包括25个给水公司，2个河道局，209个污水管理机构）。这个局的人口集中在东部及西部，包括主要的工业中心伯明翰。水管理局由48名委员组成，其中主席及15名委员由环境部任命，4名委员由农业、渔业、食品部任命，11名委员由市、县议会任命，16名委员由区议会任命。每年开4次会，讨论决定有关的政策问题及重大问题。水管理局的常设机构设在伯明翰。有4名主任分管运行、财务、科学服务及管理等业务。

表1 水管理局管辖的面积及服务人口

区 域	面 积 (平方公里)	服务人口 (千人)	给 排 水 普 及 率	
			给 水 (%)	排 水 (%)
1. North West 西北水管局	14.445	6,928	99.1	97.0
2. Northumbrian 诺森伯林水管局	9.191	2,638	99.5	98.4
3. Severn-Trent 塞文春特水管局	21.600	8,177	99.3	96.0
4. Yorkshire 约克夏尔水管局	13.503	4,517	99.3	97.4
5. Anglian 安格里安水管局	27.358	4,872	99.3	91.3
6. Thames 泰晤士水管局	13.100	11,545	99.9	97.6
7. Southern 南方水管局	10,946	3,801	99.8	95.8
8. Wessex 韦塞克斯水管局	9.620	2,285	99.3	93.3
9. Southwest 西南水管局	10,884	1,392	93.6	90.9
10. Welsh 威尔士水开发管理局	21,411	3,015	97.6	91.7
英格兰及威尔士	152,058	49,170	99.2	95.8

这个局的管辖范围内共有48个水厂，1084个污水厂（最小的厂处理20人的污水，最大的厂处理100万人的污水），799个水源，715个水库，河道长度共3340公里。每日供水量为190万吨，其中60%为生活用水，40%为工业用水。此外，工业用水从河中直接取水，约3倍于此值。污水量约为284万吨。全年总开支约为2.5亿英镑，基建投资约为8000万英镑。

近年来，塞文春特水管理局做了以下几项工作：(1)将主要的水源地互相连接起来，可以给较大面积内一个以上的区及人口集中的地区供水，同时几个区也可以从几个水源地取水，这样可以充分利用现有的水源及设备，以最经济的方式满足消费者与环境的需要。1980

年,在Stourbridge附近进行半生产性的人工回灌地下水的试验,即在适当的时候从河中抽水,将水储存在地下水含水层中,以检查运行中的问题,同时与从河中抽水和处理的费用及储存在水库中相比较,从而评价其经济性。(2)重视对旧管网系统及污水厂的维护管理,如调查下水道的使用寿命、位置、设计与结构及损坏的原因,用电视检查,对管道系统的更新给以评价。加强对污水厂的运行管理,控制出水的水质。在给水管网上成功地消除了漏水率增长的问题。(3)污泥处置的第一个目标就是消除未经处理的污泥用于农业土地上,长远的目标就是使环境上能接受,整个需要投资4000万英镑。研究工作表明,只要改进操作技术,就有可能提高现有污泥消化厂的处置效率,就可以减少新厂的建立,从而节省基建投资。

### (1) 科尔希尔 (Coleshill) 污泥焚烧厂

塞文春特水管局的科尔希尔污泥焚烧厂是一座工艺较新的污泥处置工厂。英国污泥处置的情况:29%的污泥排入海中,45%作肥料,22%填地,小于1%袋装供花园用,4%燃烧。如在大工业城市中,污泥中含有有毒物质或重金属,不适合用于农业上作肥料或用于土地上,可以采用燃烧的方法。这个污泥处置厂位于伯明翰附近,主要处置来自明沃思(Minworth)污水处理厂及科尔希尔污水处理厂的污泥,污泥量约为2200立方米/日。燃烧炉及辅助设备估计总值为500万英镑,占地2.5公顷;如采用污泥干化床,则需占地54.6公顷。污泥燃烧后灰的体积仅为自然干燥污泥体积的1/8。污泥处置的工艺流程见图1。污泥由污水厂用管道输送至污泥厂,污泥含水率95%,首先通过格栅将粗的固体物去掉,然后流入储存池进行初步脱水,再用泵送入有刮泥及空气搅拌设备的混合池,以保证完全的拌和。污泥通过量水槽时投加化学药剂( $Al_2O_3$ )帮助脱水。投药量为干固体物的2.7% (即100吨干固体物需加2.7吨 $Al_2O_3$ )。再将污泥送入压滤室,用34个板框压滤机脱水,先用60磅/英寸<sup>2</sup>压力加压1小时,再用100磅/英寸<sup>2</sup>压力加压5小时,加压脱水后成为含水65%的污泥饼。污泥饼经粉碎,送入多段燃烧炉。燃烧炉共有3座,一般是两座工作,一座备用。每座炉子高15米,有7个炉膛。炉膛中央的空心轴是气流循环的通道。在每个炉膛的中轴上都装有旋转臂,臂上有叶片,转速是每分钟3转。第一炉膛是气体燃烧的炉膛,污泥进入第二炉膛,由上至下;上部炉膛的温度控制在800℃。主要是防止污泥臭味从烟囱中排出;中部炉膛的温度为900℃。开始燃烧时用石油液化气,一旦燃烧后则不需再加燃料,靠污泥中的有机物自行燃烧。燃烧后的灰约35吨/日,用车运走,作混凝土的掺合料。滤过水用生物滤池处理。烟气用电除尘器处理,排气的含尘量小于每立方米0.23毫克,基本上不污染空气。

### (2) 明沃思污水处理厂 (Minworth Works)

该厂在伯明翰附近,每天可处理污水35万吨,是英国第三大污水处理厂。这个厂的特点是,一半以上的污水用生物床处理,共有6组,每组有8个生物床。占地面积约为45英亩,生物床的有效总面积为17.5万平方米。滤料的总体积为33万立方米,深度为1.7米至2.4米。所有的生物床均装有由电力带动、钢丝绳牵引的污水布水器。设计的处理污水量为27万吨/日。但卫生条件不甚好,有蚊蝇滋生。其余的污水用曝气池处理,处理能力可达18万吨/日。厂内还有处理雨水的雨水池6座,总容积为6.9万立方米。每座池子有刮泥板及污泥斗,共容积为350立方米。

### (3) 霍尔登赫斯特污水处理厂 (Holdenhurst Works)

我们访问了韦塞克斯水管局的一个区。这个局管辖的面积为9,600平方公里。服务人口为230万。位置在大不列颠岛的南部,是服务人口较少的一个水管局。我们在伯恩默思地区参观了霍尔登赫斯特污水处理厂。这个污水厂进行过深井曝气的半生产性试验。这种工



来自明沃思污水厂的  
污泥 1160立方米/日

来自科尔希尔污水厂的  
污泥 1040立方米/日

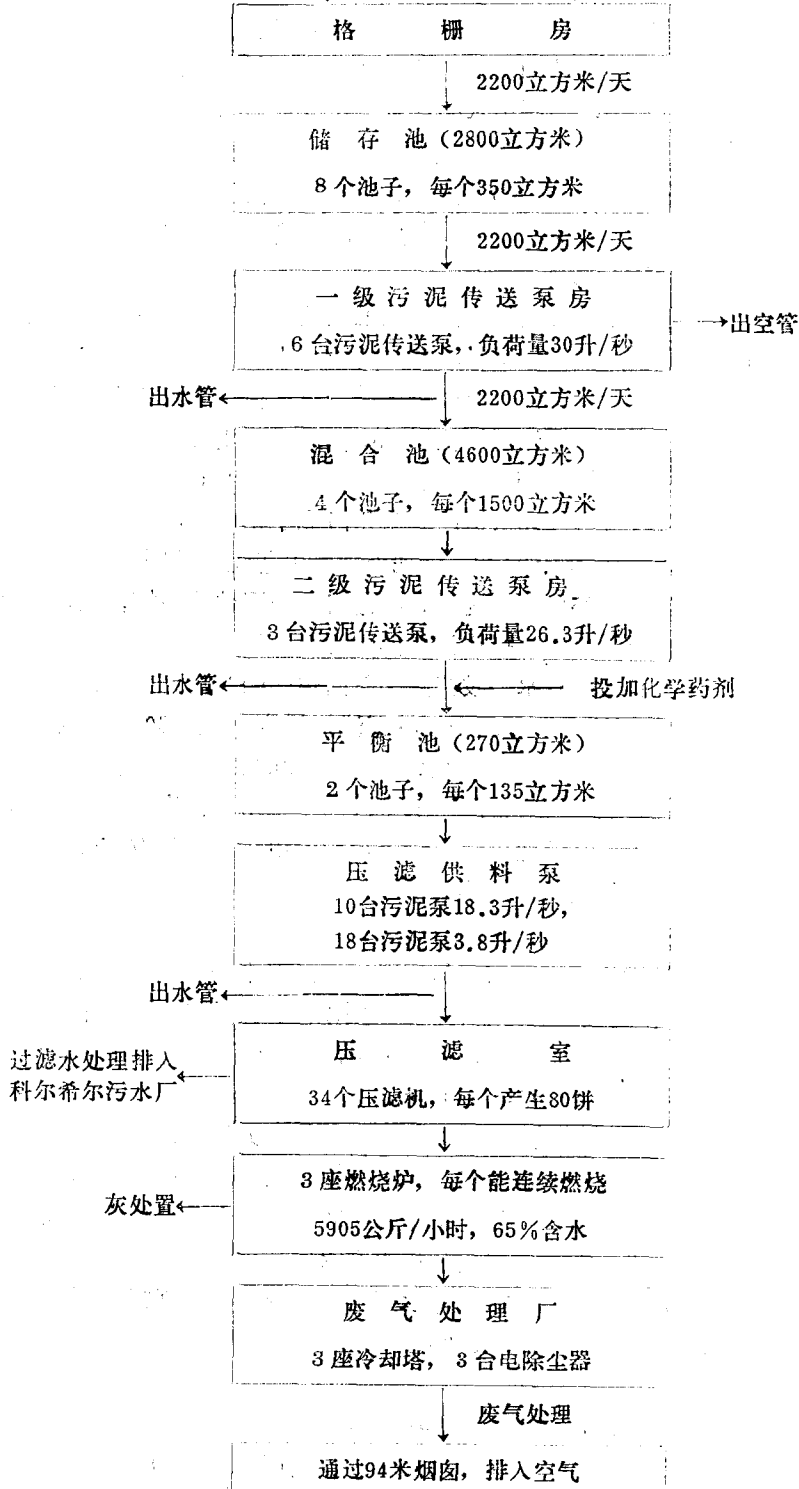


图1 科尔希尔污泥处置厂工艺流程图