

工业污染治理技术丛书

● 废水卷

化学工业 废水治理

国家环境保护局

中国环境科学出版社



工业污染治理技术丛书

废 水 卷

化学工业废水治理

国家环境保护局

中国环境科学出版社

1991

工业污染治理技术丛书
废 水 卷
化 学 工 业 废 水 治 理

国家环境保护局
责任编辑 李玲英

*

中国环境科学出版社出版
北京崇文区北岗子街8号
河北省香河县印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年1月第 一 版 开本 850×1168 1/32
1991年1月第一次印刷 印张 17

印数 精 1—350
平 1—2 870 字数 455千字

ISBN 7-80010-814-7/X·447 (精)

定价: 10.90元

ISBN 7-80010-651-9/X·346 (平)

定价: 7.90元

《工业污染治理技术丛书》编辑委员会

顾 问 曲格平
主任委员 陶葆楷
副主任委员 臧玉祥 (责任) 张崇华
叶奕森 宋东生
委 员 (按姓氏笔画为序)
王文兴 王育文 井文涌
石 青 朱荣胃 刘均一
刘成琴 刘兴华 朱 禄
严兴忠 李国鼎 李思宇
李学群 李献文 杨传芳
陈立友 林尤文 苗润生
孟承嘉 张淑群 张如彦
殷德洪 郭秀兰 龚铭祖
舒惠芬 阎鸿炳 雍永智
潘文燦 魏宗华

《工业废水治理技术卷》编辑委员会

主 编 李国鼎
编 委 (按姓氏笔画为序)
张淑群 殷德洪 阎鸿炳
龚铭祖 魏宗华

《化学工业废水治理》编辑组

主 编 张淑群

副主编 毛悌和 李政禹 郭绍敏

序

我国的工业污染在环境污染中占70%。随着工业生产的迅速发展,工业污染的治理工作越来越引起人们的广泛注意。

我国对工业污染的治理十分重视,从1973年建立环境保护机构起,各级环境保护部门就积极开展工业“三废”的治理和综合利用。十几年来,国家在工业污染治理方面进行了大量投资,建设了大批治理污染的设施,也取得了比较明显的环境效益。然而,我国工业污染治理的发展远远落后于工业生产的发展。到目前为止,我国工业污染的治理率还很低,工业废水治理率仅20%,工业废气治理率为56%,工业废渣治理率为50%。因此,解决我国工业污染的任务还相当艰巨。

进行工业污染的治理,需要有一系列行之有效的治理技术。我国很多工业企业就是因为找不到比较适合的治理技术,影响到治理设施迟迟不能上马;已经上了治理设施的,也有不少企业因治理技术不过关,结果消耗了物力而见不到环境效益。因此,加强对工业污染治理技术的开发和研究,特别是加强工业污染治理技术的信息交流,让那些行之有效的治理技术尽快传播,以便发挥更大的作用,这在当前是十分重要的。

《工业污染治理技术丛书》从我国经济建设的需要出发,对我国工业生产中大量治理污染的实例进行了系统的技术性的总结,把经过实践检验证明是行之有效的各种典型的治理技术汇编于书中,其目的就在于给我国从事工业污染治理和关心工业污染治理的广大环境科技工作者提供大量的可靠的技术信息。

《工业污染治理技术丛书》对我国老工业企业进行技术改造,解决环境污染问题;对新建工业企业实行“三同时”以及蓬勃兴起的大量乡镇企业开展污染治理是一套难得的技术资料。有

了它，工业企业可以很方便地从其中所提供的大量技术信息中找到比较适合的治理技术，可以避免到处调研，浪费大量的人力和物力。

《工业污染治理技术丛书》对各级环境保护部门从事环境管理和工业污染源监督，制定环境保护技术政策、工业污染源的排放标准以及区域环境污染综合防治规划等，也有重要的参考价值。不难想象，这套丛书对我国从事环境教学和环保科研工作的科技工作者也将是十分重要的参考书。

总结我国工业污染治理的经验并使其推而广之，这是我国广大环保科技工作者多年来的愿望。《工业污染治理技术丛书》编辑委员会的同志们为这项工作做出了巨大的努力，他们的工作是卓有成效的。

我们的国家正处在一个飞跃发展的时代，科学技术是推动这个时代发展的原动力，新的科技成果层出不穷，工业污染治理技术的发展更是这样。因此，我们应该不断地总结，不断地充实，以便通过交流，让我国工业污染治理技术的发展跟上工业生产发展的要求。

曲格平

1988年6月30日

编 者 的 话

《工业污染治理技术丛书》是由工业废水治理卷、工业废气治理卷、工业固体废物治理卷、工业噪声治理卷和工业放射性污染治理卷五部分组成。各卷按行业又分若干分册。

《工业污染治理技术丛书》是一部总结性的实用技术丛书。它的内容主要是介绍我国各种工业生产中治理污染的典型实例。在丛书的每一分册中，都收集了大量的用不同工艺流程治理各种污染物的实例。这些实例，多是从连续运转时间一般在两年以上的、性质相似、治理工艺类同的若干实例中，根据技术可靠、经济合理、环境效益比较显著的原则筛选出来的。对每一实例，从污染源的情况、治理工艺、设计运行参数、主要设备型号和构筑物的尺寸、运行情况、投资及效益情况等都比较详细的介绍。为了使读者对工业污染治理技术的状况有一个全面的了解，丛书还对工业废水、废气、固体废物、噪声和放射性污染治理概况分卷加以介绍，作为总论放在各卷每一分册的前面；并在每一分册的第一章和每一产品类型的实例前，就全行业和每一产品类型的污染治理的技术现状进行了概述和评价。

《工业污染治理技术丛书》是为适应我国当前所面临的大量工业污染治理工作的需要而编写的，也可为我国各级环保管理部门实行有效的环境管理和监督提供科学依据。

《工业污染治理技术丛书》是在国家环境保护局的组织下，动员全国各工业部门的广大环保科技工作者和环境保护专家共同编写的。在编写过程中，得到了各工业主管部门和清华大学等单位的大力支持。在此，谨向为这套丛书的出版作出过贡献的单位和所有科技工作者表示衷心的感谢！

由于这类丛书的编写和出版还是第一次，经验不足，错误之

处，敬请读者指正。

《工业污染治理技术丛书》编辑委员会

1988年6月22日

工业废水治理技术总论

一 工业废水的含义和分类

工业各行业生产过程中排出的废水，统称工业废水，其中包括生产工艺排水，机器设备冷却水，烟气洗涤水，设备和场地清洗水等。工业废水的成分复杂，性质各异，它们所含有的有机需氧物质，化学毒物，无机固体悬浮物，重金属粒子，酸，碱，热病原体，植物营养物等均可对环境造成污染。

选择废水治理和利用的方案时，首先要进行水质和水量的调查。工业废水的水量大小多取决于用水情况，一般以同类工业的单位产品耗水量作为衡量与评比的标准。为了节约水资源，各工业发达国家均力求将此项指标降低。我国目前各行业单位产品耗水量，总的说来均偏高，因而节水的潜力很大。各行业的用水量，彼此有明显差异，其中以冶金、造纸、石油化工、电力等部门的耗水较多。对于工业耗水量的调查是一项基础性工作，需要细致而认真地进行，才能得出可靠的统计数值。

论及工业废水的性质则与废水来源有密切关联。由于工业各行业种类繁多，因而所产生的废水彼此互有悬殊，各不相同。从感官上可以察觉的，只是废水色度、臭味、浑浊度等所谓物理性状，对工业废水性质的确切了解，必须通过水质分析才能获得。表示水质的重要指标有：有机物质、有害物质、金属物质、悬浮物、pH值、耗氧量、溶解氧等。

为了区分工业废水的种类，了解其性质，认识其危害，研究其治理措施，通常进行废水的分类，一般有三种分类法。

第一种是按行业的产品和加工对象分类，如冶金废水、造纸废水、炼焦煤气废水、金属酸洗废水、纺织印染废水、制革废水、农药废水、化学肥料废水等。本废水治理卷所收集的实例即按此分

类编列。

第二种是按工业废水中所含主要污染物的性质分类，含无机污染物为主的称无机废水，含有机污染为主的称有机废水。例如电镀和矿物加工过程的废水，是无机废水，食品或石油加工过程的废水，是有机废水。这种分类方法比较简单，对考虑治理对策有利。如对无机废水一般采用物理化学的方法处理。有机废水则一般采用生物法处理。不过在工业生产中，一种废水往往既含无机也含有机成分。这样在考虑治理工艺时必须针对性地采用综合方法进行治理。

第三种是按废水中所含污染物的主要成分分类，如酸性废水、碱性废水、含氟废水、含酚废水、含镉废水、含铬废水、含有机磷废水、含放射性废水等。这种分类法的优点是突出了废水的主要污染成分。根据其中所含的主要成分，可以针对性地考虑处理手段，或者进行有效的回收。

除此之外，还可以根据工业废水处理的难易程度和废水的危害性，将废水中的主要污染物归纳为三类。第一类为生产工艺过程中的热排水或冷却水，对其稍加处理后可以回用。第二类为常规污染物，无明显毒性，含有易于生物降解的物质，可作为生物营养素的化合物和悬浮固体。第三类为有毒污染物，含有毒性又不易生物降解的物质，包括重金属，有毒化合物和生物难以降解的有机化合物。

实际一种工业可以排出几种不同性质的废水，而一种废水又会含有不同的污染物和不同的污染效应。例如染料工业，既排出酸性废水，又排出碱性废水。纺织印染废水由于织物和染料的不同，其中的污染物和污染效应往往有很大差别。即使是一套生产装置排出的废水，也可能同时含有几种污染物。在不同的行业，虽然产品、原料和加工过程截然不同，但可能排出性质类似的废水。

在研究工业废水的治理方法时，废水的分类只能作为了解污染源时的参考，更重要的应是同时考虑排出的废水水质和水量，

加以恰当的分析,并进行必要的实验室工作,直至扩大的中间性试验研究,以取得可信赖的数据资料,然后确定治理方案,处理流程,设计构筑物尺寸,计划处理厂(站)的规模大小,安排所需要的占地面积,并估计其投资额。

二 工业废水的污染现状及治理情况

水污染是我国面临的主要环境问题之一。随着我国工业的发展,工业废水的排放量在日益增加。1987年全国工业废水排放量为264亿t,占当年污水排放总量349亿t的77%。据《中国2000年水环境预测与对策研究》预测,我国在1990年的污水总量为414亿t,工业废水为298亿t,2000年污水总量为790亿t,工业废水为601亿t。从这种情况看,工业废水量所占总污水量的比例也都在70%以上,反映了我国工业生产的迅猛发展。但截至1987年全国工业废水的处理率只有26%,可见工业废水数量大,处理率低,是我国当前水体污染的主要原因。实际上每年都有数以万吨计的酚、氰、砷、汞、铬、镉、铅、石油类等有毒有害物质从工业废水中排出,而且其中的绝大部分是未经处理便进入水体的,这就不仅直接污染着地表水,并且也在一定程度上污染着地下的潜水。

天津市评价的532条(个)江、河、湖、水库中,已受到污染的达82.3%,大城市附近的大小河流都受到较重的污染。在长江以北的地区,找不到一条未被污染的主要江、河。值得注意的是,水体一旦受到污染,要恢复到原来的状态就极不容易。水体被污染,不仅使水质不符合饮用水、渔业用水的卫生标准,在工业发达、人口集中的繁华地区,多数水系的严重污染,加上地下水的过量开采,地下水位急剧下降,水源濒临枯竭,还使地下水中的化学有害物和水的硬度逐年增加。我国的水资源并不丰富,若按人口平均占有的径流量计算,只相当于世界人均值的1/4,若按耕地每亩平均占有的径流量,只相当于世界平均数的1/2。而地表和地下水体的污染,进一步使可供利用的水资源数量日益减少,势必影响工农业生产的发展和渔业的大幅度减产,直接或间接对人民生活

和身体健康带来严重危害。尤其在我国北方缺水地区，水污染加剧了水资源危机，使城乡之间、工农之间的矛盾时有出现。总的说来，由于水污染引起的一系列问题和因此而造成的经济损失是十分可观的。

我国早在60年代初就十分注意工业废水的治理工作，20余年来先后修建了2万余套工业废水处理设施，尤以电镀、焦化、炼油、化工、印染等行业的废水治理工作更受关注。1985年与1980年相比，在工业产值增长65%，工业废水排放量增加27亿t/a的情况下，工业废水中的有毒有害物质总排放量有较大幅度的降低，其中汞减少79.4%，镉28.2%，六价铬76.5%，砷83.6%，铅51.8%，酸73.9%，氰化物57.9%。

虽然我国对工业废水的治理做了许多有益的工作，但治理能力的增长还赶不上工业废水带来的污染增长，工业废水的污染仍有蔓延之势，这种情况应引起高度重视。

据对全国3147个企业的5556套废水处理设施实际考察，统计出各行业已建装置的年处理量平均不足设计量的70%，造成这种现象的原因，有：

（一）在技术方面

由于设计和技术上的问题。影响到处理设施运行率低，甚至停运或报废。其原因主要是缺少可供遵循的工业废水处理设施设计规范，没有严格的设计审核制度，对设计单位没有履行严格的资格审查手续。另外，在设计中所选用的处理工艺有一定的盲目性，对生产过程变化的适应能力较差，使得处理设施的净化效率降低或者无法继续使用。这些问题，造成了运行和维修上的困难。

（二）在管理方面

突出的问题在于废水治理的管理水平落后，使已修建的治理设施未能充分发挥环境效益。具体的表现有：（1）主管部门对工业废水处理设施状况缺乏全面深入的了解；（2）较多的企业废水处理设施未纳入正常的企业管理计划之内；（3）基层环保

人员在业务能力和设施运行管理水平上有待进一步提高。这些都在一定程度上影响了废水处理设施的有效运转。

(三) 在治理设备方面

目前我国尚缺少研制废水处理设备的大型企业，许多生产环保设备的工厂技术力量和生产能力均相当薄弱，生产的产品没有国家的审核验收程序。已投产的处理设备维护困难，特别是一些较复杂的设备，用户无维修能力，厂家无维修责任，社会无维修服务，备品备件又十分缺乏，一旦设备出现运转失灵，只有放置。

(四) 在污泥的处理和处置方面

目前我国工业废水处理设施只有10%左右有较确切的污泥处理或处置数据记录。绝大多数的设施中连污泥的处理装置也没有建立起来。对于产生的污泥一般都是采取简单的填埋方式，有的就露天堆放或施于农田，有的竟又投入下游水域，这样的处置特别对含有重金属的污泥来说，往往要造成二次污染。

以上情况，只是目前我国工业废水治理的部分调查结果，反映出这项工作的艰巨性和复杂性。因此，工业废水的治理不仅在技术上而且在管理上都有很多问题，亟待我们加倍努力去解决。

三 我国水污染防治的技术政策

环境保护是我国的一项基本国策。我国的环境保护实行“防治结合，以防为主，综合治理”的方针，这一方针对防治水污染是同样适用的。另一方面，我国水资源不足，从长远看，这种局面今后还会加剧，因此保护水资源具有重大的战略意义，有效的办法是节约用水，减少排污，净化处理，合理利用。

根据以上方针和战略，对水污染防治的技术措施包括以下内容。

(1) 加强对新建工程项目水污染防治的宏观控制。坚持执行“三同时”和环境影响报告制度，防止新污染源的发展，使建设项目所产生的不良环境影响尽量缩小，并得到应有的控制。

(2) 通过制订规划、调整布局、环境补偿、技术改造等手段根治老污染源，防止新污染源。

在工业废水治理方面，需要注意抓好：

A) 鼓励和组织相邻工厂建立联合废水处理及综合利用设施，以节约费用，提高管理水平，各工厂的废水经预处理达到集中处理要求的水质后，进入联合集中处理设施，避免分散重复兴建处理装置。

B) 工厂企业可把经预处理后、水质符合市政部门规定排放标准的工业废水排入市政下水道，然后进入城市集中污水处理厂进行集中处理。

C) 工矿企业应实行清污分流，建立分流制下水道系统。对不同水质的水分别对待，实现一水多用，串联复用，以节约用水，减少排污量。

D) 在工业废水治理中，应重视污泥的处理、处置和综合利用，防止产生二次污染。对量少分散的污泥，应实行无害化处理或处置。

E) 乡镇企业的废水治理应利用当地的自然和地理条件，发展合适的污水处理塘（氧化塘等）、污水灌溉、污水养鱼、污水养殖水生生物、土地处理等不同组合形式的生态工程系统。对高浓度的有机废水和废渣，提倡采用厌氧生物处理技术，开发生物能源。

(3) 实施经济发展与环境保护相协调的技术政策，推行污染源的定额排污总量控制制度。采用经济手段对超标单位征收排污费，以促进企业加强管理，节约和综合利用资源，治理污染，改善环境。

(4) 鼓励企业对“三废”的综合利用，使其资源化，减少各类污染物质的排放量。

四 国外水污染防治对策

工业废水治理是水污染防治的组成部分。许多工业发达国家

对工业废水造成的环境影响，经历了一段“先污染，后治理”的弯路，在“公害危机”的浪潮冲击下，方采取有效的行政、技术措施，经过一二十年的努力，才使污染问题和水环境质量有明显好转。例如日本在50年代由于含甲基汞和含镉废水排放造成环境污染的所谓公害事件是举世闻名的，经过一系列的努力，其中包括工业废水和生活污水的排放均严格遵循排放标准，到了70年代中期，水污染现象已基本得到控制。又如英国泰晤士河的污染，已有明显好转。欧洲莱茵河的污染也已有所控制、部分河段有明显改善，美国环保局宣称，全国70余条河流的水质有较大改善，五大湖已从死亡边缘复生，鲟、鲑等名贵鱼种重又出现，许多关闭过的海滨浴场重又开放。其他如苏、德、法等国曾受严重污染的河流，通过治理，逐年有所缓减。

国外在水污染治理方面所进行的工作，大致有以下数项。

(1) 加强污染源的控制和治理，采用不排或少排废水的先进工艺。主要的技术对策有：控制单位产品(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，印染工业采用溶剂循环系统。改变苯胺类染料的产品结构，禁止生产高残毒农药；氯碱工业以离子膜法或隔膜电解法代替汞电解法工艺，杜绝汞污染；电镀行业开发气相镀膜工艺；焦化厂采用干法熄焦代替湿法等。

(2) 推广水的重复利用技术，发展闭路循环系统。不少国家如美、苏、日本等以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，工业用水的循环使用率一般在85%以上。在机械、造船、造纸、化工、煤炭、钢铁、化肥等工业部门，有不少实现工业废水闭路系统的实例，在技术上已达到相当水平，目前正在推广应用中。由于水的重复利用率的不断提高，即使工业继续发展，而总的取水量和工业废水排放量仍将逐年有所降低，因而在一定程度上减缓了水源不足的紧张局面。

(3) 开发多种水处理新工艺、新设备、新材料，并向定型化、商品化、高效化、简单化方向发展。为了提高工业废水的处理效果和

节约能耗,近年来研究发展了多类新型装置或设备。如微气泡曝气器、塑料表面曝气器、多级串联式固定型螺旋曝气装置、反渗透膜处理装置,以及各种新型污水处理构筑物等。日本建有直径为5m的超巨型生物转盘,用于处理工业废水,还发展了许多新的水处理系统。

(4) 重视污泥的处理、处置与利用,并注意卫生化、稳定化、减少二次污染。污泥处理的目的在于减少其最终处置前的容积,使之卫生化和稳定化,目前采用的手段有厌氧消化、好氧分解、浓缩、脱水、干燥等,不少国家特别在欧洲多采用污泥发酵产生沼气作能源。对于含有毒害性或放射性的污泥则在事前进行适当的固化处理,并注意它的贮存、堆置或填埋带来的环境影响。

除了以上的工作外,随着技术的发展,还在以下三方面有所开拓。

第一、重视水资源评价,加强水资源保护与合理开发利用。

目前水资源保护已成为许多国家的技术、经济和政治上的复杂问题,并日益深化。当前迫切需要准确评价全世界各地区、各国乃至全球的淡水资源,以求合理和节约地利用。

除水量以外,加强水质保护 also 具有重要意义,因而对水源水质采取了日益严格的技术和管理措施,包括根据水体和水质情况及其功能,提出分级的水质标准,对集中的公共水源和疗养用温泉、游览和游泳水域,建立卫生防护带,严禁在该地带建设工矿企业,以严防地下水质受到污染。如美国普林斯顿大学,用 γ 射线和荧光光导纤维先进方法,对污染物在土壤中迁移,建立数学模型等。

第二、水污染防治由局部走向区域,由单项走向综合,控制污染由点源转向非点源。

随着系统工程学的发展和应用于水污染治理,现代的水污染控制进入了新的阶段。体现在从局部治理发展到区域整体性治理,从单项治理发展到综合治理。把区域规划、资源利用、能源改造有害污染物的净化处理、水体自然净化等多种因素进行综合考虑。