

工业性环境污染 的防治

钱 易、郝吉明、吴天宝 编著



大学后教育书系

工程师必读丛书

中国科学技术出版社

工程师必读丛书

工业性环境污染的防治

大学后教育书系

钱 易 郝吉明 吴天宝 编著

中国科学技术出版社

内 容 提 要

工业的发展和由之而来的城市人口的集中,造成了严重的世界性环境污染,对人类健康造成了很大危害。工业性环境污染的防治,对于保护环境、保障人类健康、促进工业发展具有极为重要的意义。本书阐明了工业性环境污染的来源、危害以及对其进行防治的基本理论和方法,以期各行各业的工程师认识到环境污染问题的严重性,意识到自己对保护环境应尽的责任,并在防治污染、保护环境中发挥更大的作用。本书共分三篇:工业废水污染的防治、工业性大气污染的防治和工业固体废物污染的防治。

工程师必读丛书 工业性环境污染的防治 大学后教育书系

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

钱 易 郝吉明 新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

吴天宝 编著 安徽省阜阳印刷总厂制版 北京顺义李史山印刷厂印刷

责任编辑:王春霆 开本:850×1168/毫米 1/32 1989年7月第1版

封面设计:王小飞 印张:9.5625 字数:216千字 1989年7月第1次印刷

技术设计:王震宇 ISBN 7-5046-0079-2/X·2 印数: 1—5,010册

定价:5.50元

主 编 的 话

科学技术正在经历着一个新的发展时期。许多传统学科呈现出新的面貌，从知识结构到方法体系，都已经出现了重大的更新。各种新兴学科显示出强大的生命力，对现代的工程技术和生产工艺，日益产生着广泛和深刻的影响。各个学科间的相互渗透和集成应用，正成为一种普遍性的趋势，它对提高生产的柔性和增强产品的竞争将会展现出巨大的优越性。这一切是对工程技术界和工程教育界的一个崭新的挑战。

面对这种快速的发展和严峻的挑战，一项十分紧迫的工作是要为工作在各种技术和管理领域的广大工程师们提供机会和条件，使他们在不脱离现职工作的环境中，能够比较现实地和比较有效地扩充知识领域、完善知识结构、提高适应能力和增长开拓才能。广泛的社会性继续教育无疑是实现这个目标的一条重要的和可行的途径。

近年来，世界上许多国家，包括发达国家和发展中国家，都把继续教育作为大学教育的一种不可缺少的延伸和补充，给予充分的重视。在美国、联邦德国等一些国家，这些年来都相继出版了各种层次的以工程师为对象的大学后教育丛书，受到广泛欢迎。在我国，尽管各种形式的继续教育已有所开展，但至今还没有一套系统的、高质量的适合各

种层次工程师的大学后教育丛书。编辑和出版这样的一套丛书已经成为工程技术界和工程教育界广泛关注的一项刻不容缓的工作。

正是基于这种认识和考虑，不管是中国科学技术出版社还是编委同人，都早有愿望来组织编写和编辑出版一套适用于众多工程专业领域的、完整的、具有时代感的和便于自学提高的工程师必读丛书。在统一认识的基础上，通过协商成立了丛书编委会，拟订了短期选题计划并提出了长远的设想。现在，经过一年多的筹备，通过作者、编委和出版社同志的共同努力，本丛书的第一批读物将正式出版，我们这个愿望终于得以实现。

《工程师必读丛书》是中国科学技术出版社组织编辑和出版的《大学后教育书系》的一个组成部分。读者对象是工作在生产和管理第一线的各类工程师。针对各类专业工程师的共性问题，丛书从意识、方法、知识、技术工具等各种角度，按照不同层次的工程师的需要，进行选题和组织编写。丛书强调时代性、实用性和可读性，以期通过不太长的篇幅，按照特定读者的认识规律，有重点、有深度和有的放矢地介绍科学技术的新理论、新方法和新手段，并在介绍知识的同时给读者以解决实际问题的思路和方法。丛书是开放性的，将按照轻重缓急、需要与可能，分期分批地组织出版。衷心希望这套丛书的出版会得到广大工程师朋友们的喜欢。

在筹备和组织本丛书的过程中，国家教委、中国科协、清华大学等有关单位的领导

同志和各个专业领域的许多专家给予了很大支持和鼓励，参加本丛书工作的作者、编委和编辑同志作了大量的工作并付出了辛勤的劳动，对此一并表示谢忱。限于水平和时间，丛书中一定会有不少未能尽如人意的地方，诚恳希望广大读者批评指正，以便不断提高丛书的质量。

常 週

1988 年 5 月于清华大学

绪 论

当今世界上,环境问题已成为人们所关心的一大焦点。但是,究竟什么是环境?环境污染是如何造成的?工业发展与环境污染有什么关系?怎样才能防治污染保护环境?作为工程师,对保护环境又应尽什么责任?……却不是人人都清楚的。本书的目的正在于回答这一系列问题,使各种不同专业的工程师都能建立起强烈的环境意识,明确自己对环境的职责,掌握必需的环境知识,在防治工业性环境污染和保护环境中发挥更大的作用。

一、环境的定义与分类

人类生存的环境可分为社会环境和自然环境。社会环境是指人们生活的社会经济制度和上层建筑等条件,是社会经济基础和相应的国家机构以及政治、法律、宗教、艺术、哲学等,这些都不在环境科学讨论的范围之内。环境科学讨论的是自然环境,因此我们这里所说的环境是指围绕着人类的空间,以及其中直接或间接影响人类生活和发展的各种自然因素的总和。

环境是一个非常复杂的体系,常可按照其主体、范围、功能对其进行分类。

例如，按照环境中主体的性质，可将其分为水生环境和陆生环境。陆生环境的范围小于水生环境，但其内部的差异和变化却比水生环境大得多，而且人类居住在陆地上，生活资料和生产资料大多直接取自陆生环境，因此人类对陆生环境的依赖和影响远大于对水生环境的依赖和影响。陆地上的河流和湖泊属于水生环境，是淡水环境，受人类的影响很大，对人类的影响也大，其中环境质量的变化相当复杂。

又如，按照环境的范围大小，可把环境分为宇宙环境、全球环境、区域环境、城市环境、生活区环境、生产区环境和特定空间环境等。宇宙环境包括整个地球直到大气圈以外的宇宙空间，是人类自然环境的极限。全球环境又称地球环境，包括大气圈中的对流层和平流层的下部、水圈、土壤-岩石圈和生物圈。区域环境可以是流域环境，也可以是行政区域环境。城市环境系指整个城市范围内的环境，其中常包括生活区环境、生产区环境、文化区环境、娱乐区环境等。生活区环境中又可分为院落环境、居室环境等不同级别。生产区环境中也有厂区环境、矿山环境、车间环境之分。特定空间环境，则指航空、航天的密封舱内的环境等。显然，环境范围越小，与人类的关系也越密切，但是大环境的质量无时不在对小环境施加影响，因此，人类只注意改善自己的小屋小院的时代已经过去，当今世界各国环境保护的重点，已经扩大到区域环境和城市环境，也开始注意到宇宙环境对人类的影响。

从实用的角度出发，《中华人民共和国环境保护法》对环境所下的定义是更重要的。它指出：“本法所称环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”这正是与人类关系最密切的，必须首先加以保护的那一部分自然环境。

二、人类与环境

人类与环境休戚与共，密切相关。人类既是环境的产物，又可成为环境的主宰。环境既养育了人类，却受害于人类，又进而可能危害人类。

为什么说人类是环境的产物呢？因为，人类的出现是自然环境进化的结果，同时，人类在生存过程中，要不断地通过新陈代谢与周围的环境进行物质交换，例如，人要从空气中吸入氧，呼出二氧化碳，以维持本身的生命活动；要从环境中摄取水及各类营养物质供人体发育、生长和遗传的需要，又将无用的排泄物排放至外部环境。人体的物质组成往往与环境的物质组成十分相似，并保持着一定的平衡关系，一旦这种平衡关系遭到破坏，人体健康必将受到危害。

但人类也并不是处于依赖环境和从属于环境的被动地位。从原始社会到现代工业社会，人类不断地与自然作斗争，谋求生活环境的改善，在利用和改造自然环境方面取得了巨大的成就和进步。刀耕火种变成了机械化农业生产，水利工程和化肥农药在一定程度上制服了自然灾害，各类工业的发展为人类提供了原有环境所没有的大量有用物质，人们建成了比过去舒适得多的生活环境，生活水平有了显著的提高。这一切都说明，人类已逐步变成了环境的主宰。

遗憾的是长时期以来，人类只知道不断地向环境索取，却不知道保护环境，更对环境横加“摧残”，肆意破坏。终于，环境质量的下降及退化，使人类到了自食苦果的境地。人类开始感觉到：地球上的人口竟是如此的“拥挤”，环境中的资源竟不再是那么丰富，空气、水和土壤也不如从前那么洁净了。这就是目前存在的人口膨胀、资源开发过量和环境污染加重三大环境问题。

解决这些环境问题，是现代人类所面临的挑战。只有勇

敢地迎接这些挑战，解决人类与环境的矛盾，人类才有可能主宰自己的命运，世世代代生存不息。

三、工业发展与环境污染

虽然引起环境污染的原因俯拾即是，诸如人类的生命活动和生产活动，以及自然的变迁和灾害等，都会在一定程度上引起环境质量的变化，但究竟什么原因是引起环境污染的元凶呢？

在生产力尚不发达的年代，人类生存的环境是相当洁净的，这是因为当时人类的生命活动和生产活动排放的污染物数量很有限，而且它们在自然界物理、化学和生物作用下，可以得到同化，使环境达到自然净化。产业革命后，工业生产排放的污染物骤然增加，在某些地区发生了一些严重的环境污染事件，例如，1850年起英国伦敦泰晤士河中水生生物大量死亡和1893年伦敦发生的烟雾事件等，但当时人类尚未警觉。直到20世纪50年代以后，工业进一步发展，在更多地区酿成了更为严重的环境污染事件，甚至使人类的生存受到了威胁，这才使人类认识到，工业的发展以及由之而来的城市人口的集中，是造成环境污染的主要根由，从而环境污染及其防治问题才被人类提到议事日程上来。

纵观地球环境污染的演变史可以发现，它正是世界工业发展史的缩影，环境污染的性质、规模及范围正决定于工业发展的性质、规模及范围。在西方工业发达国家，环境污染的发展经历了三个时期。第一时期是18世纪到19世纪。由于当时的主要工业为纺织、造纸、制革等轻工业及煤炭、发电、钢铁等基础工业，所以当时的污染为煤烟尘和二氧化硫造成的空气污染，以及酸、碱和需氧有机物造成的水污染。本世纪20年代到40年代可划为第二个时期。由于炼焦、煤化学工业和石油工业的迅速发展，油、酚、氰等化学污染日益严重，

烟气和二氧化硫排放量也与日俱增。第三个时期是本世纪50年代以后。由于现代化学工业，特别是有机合成工业的发展，产生了大量人工合成有机化合物，如合成塑料、合成纤维、合成橡胶、有机农药、表面活性剂、有机卤素化合物和有机金属化合物等。因此，废水、废气、废渣的性质愈加复杂，排放量也很大。这些人工合成有机物，有的极难分解或不能分解，有的具有剧毒，有的则能致癌、致畸、致突变，对人类及环境的危害及威胁极为严重。

本世纪以来世界上几樁突出的环境污染事件——公害事件，可以更清楚地揭示工业发展对环境污染所应负的不可推卸的责任。

1930年12月在比利时马斯河谷发生了震惊世界的马斯河谷烟雾事件。该山谷内有一工业区，多为重型工业。该年12月1日至5日间，由于气温逆转而使大量有害气体在近地面处积累（据事后推测，当时大气中二氧化硫浓度达 $25\sim 100$ 毫克/米³），加上氟化物、粉尘等的综合作用，几千人出现咳嗽、呼吸困难、胸痛、呕吐等症状，一周内有60人死亡。

1948年10月美国宾夕法尼亚州多诺拉镇又发生一起烟雾事件，其原因与比利时马斯河谷事件十分相似，主要为工厂的有害气体在逆温天气下不能向高空放泄。二氧化硫及其氧化作用的产物与大气中尘粒相结合是主要的致害因素。当时，发病者5911人，占全镇人口43%。症状是综合性的，有咳嗽、喉痛、胸闷、呕吐、腹泻等，重患者占11%，死亡17人。发病率和严重程度与性别、职业无关。

美国洛杉矶市于1943年持续数月的光化学烟雾事件，也是世界著名的公害事件。主要原因是该市250多万辆汽车每天向大气中排放大量碳氢化合物，而该市又处于盆地中，在5至10月阳光强烈的时期，汽车排出的废气在紫外线作用下生成以臭氧为主的光化学烟雾。当时洛杉矶市大多数居民有眼

病及喉头炎症状，65岁以上老人死亡400人。

1952年12月，英国伦敦发生了一起损失更为惨重的烟雾事件，短短四天内死亡人数较常年同期多4000人左右，一周内因支气管炎、冠心病、肺结核和心脏衰竭症死亡的人数分别为事件前一周同种病死亡人数的9.3倍、2.4倍、5.5倍、2.8倍。显然，是烟雾事件加速了病人的死亡。当时，在40~150米的低空有一逆温层，致使燃煤产生的烟雾不断积累，使英国全境几乎都为浓雾所覆盖。空气中尘粒浓度达4.46毫克/米³，为平时的10倍；二氧化硫达1.34毫克/升，为平时的6倍；烟雾中的三氧化二铁促使二氧化硫氧化形成硫酸泡沫，凝结在烟尘上形成酸雾。生活在这样恶劣的环境里，又有谁能逃脱厄运？

以上几起公害事件都是由工业废气造成的空气污染事件，同样，工业废水也曾在世界环境污染史上留下了劣迹。例如，1953年至1956年间，在日本水俣镇发现了大批奇怪的病人，轻者口齿不清，步态不稳，重者耳聋眼花，全身麻木，最后则发展到精神错乱，直至死亡。经过多年调查研究，证实了这种疾病是汞中毒引起的。当地上游氮肥厂采用氯化汞和硫酸汞作催化剂，排出大量含甲基汞的废水，污染了水体，又通过鱼类进入人体，使人中毒。据1972年日本环境厅统计，水俣湾和新泻县等地有汞中毒症状者为283人，死亡60人。水俣病事件震惊了世界。

1955年开始在日本富山发现的骨痛病，是另一件工业废水造成的严重公害事件。锌、铝冶炼厂排出的含镉废水，污染了神通川水体，两岸居民利用河水灌溉农田，使稻米含镉，居民食用含镉稻米和饮用含镉水后，初期中毒症状为关节痛、神经痛，以至全身骨痛，更逐渐发展到骨骼软化萎缩、自然骨折、饮食不进，最后则在衰弱疼痛中死去。据不完全统计，日本的骨痛病患者已超过280人，死亡81人。

工业发展带来的污染也是我国环境污染的主要原因。据1980年统计,在我国废水总排放量中,工业废水量所占比例高达74%,所排放的二氧化硫、氮氧化物、颗粒物质和一氧化碳,分别占相应污染物总排放量的60%、87.4%、88.4%和72%。至于氟化物、汞、镉、铬、砷、铅、酚、氰化物、石油类物质等污染物,则几乎全部来自工业的排放。统计数字表明,在我国环境污染中,工业性污染物所占比重比西方工业发达国家高。我国“四个现代化”的建设正在蓬勃发展,控制工业污染在我国环境保护事业中的作用就更显得突出和重要。

四、工业性环境污染的防治途径

工业性环境污染量大、面广、种类繁多、性质复杂、对人类危害极大。究竟怎样才能有效地对其进行防治呢?

事实证明,采取“先污染,再治理”或是“只治理,不预防”的方针,都是有害的,既会使污染的危害加重和扩大,还会使污染的治理更加困难。总结国内外失败的教训和成功的经验,可以看出,防治工业性环境污染的有效途径是,将“防”和“治”结合起来,并强调以“防”为主,采取综合性的防治措施。

工业性环境污染的综合性防治措施包括:

1. 合理地进行工业布局,最大限度地减少污染及其影响。例如,在城镇生活区、水源保护区、名胜古迹区、风景游览区、温泉、疗养区和自然保护区,绝不能建立污染环境的企业和事业单位。乡镇小企业设备落后,技术水平较低,应选择发展没有污染或污染较少的项目。过去曾有一个时期,我国片面地强调“靠山、隐蔽、进洞”的工业布局方针,使工业生产的大量有害废弃物积聚在狭窄的山谷中,又没有足够大的水体或土地接纳和同化这些废物,因此需要花费巨额投资才能使其得到治理,这是工业布局不合理加剧环境污染的

严重教训。

2. 将发展生产与环境保护结合起来, 不能只顾发展生产, 不顾环境保护, 应在促进经济发展的同时, 尽力减少污染和改善环境质量。例如, 应大力发展无废、少废生产技术, 不生产和不采用有毒有害的产品及原料; 应最大限度地利用资源、能源, 使废物流失量减至最少; 应改革生产工艺, 使污染消灭在生产过程之中; 应努力实现综合利用, 化害为利; 应把减少污染物的排放作为企业管理的重要指标之一。事实上, 工业性环境污染在很大程度上是由于管理不善造成的, 加强企业管理既可大大减少污染物的排放量, 又可收到降低成本、提高生产率的效益。

3. 加强环境规划和环境管理, 使环境污染得到有效的控制。各工业部门和各工厂都应制订积极可行的污染防治规划, 其内容包括: 对基本环境状况的评价分析; 对环境变化情况的预测; 对发展生产引起的环境影响的评价; 提出恰当的环境目标; 对废水、废气、废渣污染的防治措施及其实施方案。环境规划的实现主要依靠环境管理。管理的手段包括: 制订法规和政策; 加强对环境质量的监测; 对污染防治措施的监督等。

4. 对工业性环境污染源进行严格控制和妥善治理, 确保环境的安全。以上种种措施可以大大减轻工业性环境污染, 但是往往不能彻底消灭污染。因此, 对于污染源必须严加控制, 妥善治理。可分别情况采取就地处理、厂内集中处理和与城市废物合并处理。在决定治理方案时, 应考虑到环境效益、经济效益与社会效益的统一。

五、工程师的环境责任

环境工程师对于防治污染、保护环境负有不可推卸的责任, 这是不言而喻的。但是这里要强调的是, 各行各业的工

程师对于防治污染、保护环境也都应负起神圣的责任来。为什么要这样说呢？

这首先是因为，环境问题已经成为当今世界上的一大问题，与社会发展、人类命运休戚相关，因此，“保护环境，人人有责”。

其次还因为，工业的发展是环境受到污染破坏的主要根源，工业污染源的控制又必须从工业部门内部做起。因此，各行各业的工程师对环境的责任就比一般人更为重大了。

同时也因为，工业发展与防治污染二者并不矛盾，反而会互相促进。例如，污染的防治往往会提高产品的收率和原材料及能量的利用率，因而使产品成本大大降低。因此，工程师本岗位的职责与其对环境的职责是一致的。

各行各业的工程师不仅应对环境保护负起一定的责任，而且也有条件在保护环境的事业中发挥巨大的作用。这是因为，减轻工业污染的最有效措施，是尽可能将污染消灭在工业生产过程中，大力推广无废少废生产技术，大力提高资源、能源的利用率，大力开展废物的综合利用。这一切都只有熟悉并精通本行业生产工艺的工程师才能做到。加强生产管理也是减少污染的重要环节，这也必须由各行各业的工程师加以贯彻执行。

编写本书的目的，就在于阐明工业性环境污染的来源、危害以及对其进行防治的基本理论和方法，以期千千万万各行各业的工程师认识到环境问题的严重性，意识到自己对保护环境应尽的责任和可以发挥的巨大作用，使防治污染、保护环境的队伍更为壮大，使工作更为深入。

因为工业性环境污染具体地表现在工业废水对水环境的污染，工业废气对大气环境的污染，以及工业固体废物对环境的污染三个方面，所以本书拟分三篇分别讨论工业性环境污染的防治，即：“工业废水污染的防治”、“工业性大气污染

的防治”和“工业固体废物污染的防治”。

目 录

绪 论	
一、环境的定义与分类	1
二、人类与环境	3
三、工业发展与环境污染	4
四、工业性环境污染的防治途径	7
五、工程师的环境责任	8
第一篇 工业废水污染的防治	
第一章 工业废水的来源、性质及危害	3
第一节 工业废水的来源及种类	3
第二节 工业废水中的主要污染物及其危害	4
第三节 工业废水的性质特征	15
第二章 工业废水污染防治的有关法规	20
第一节 有关工业废水污染防治的法律措施	20
第二节 有关工业废水污染防治的环境标准	24
第三章 工业废水污染源的控制	30
第一节 积极开发无废少废工艺	31
第二节 大力推广循环用水系统	34
第三节 实行污染物排放总量控制	39