

工业“三废” 的治理

GONGYESAN
FEIDEZHILI

河北人民出版社

工业“三废”的治理

包文瀚 夏巨敏

丛津生 张世平

河北人民出版社

一九七九年·石家庄

封面设计：齐 淳

工业「三废」的治理

工业“三废”的治理

包文瀚 夏巨敏

丛津生 张世平

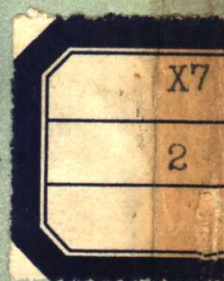
*

河北人民出版社出版
河北新华印刷一厂印刷
河北省新华书店发行

*

1979年10月第1版
1979年10月第1次印刷
印数 1—5,600

统一书号 15086·143 定价 0.46 元



前 言

工业“三废”——废气、废水、废渣与工农业生产和人民生活息息相关，是当前工业发展急待解决的问题。为了适应四个现代化的需要，我们编写了这本普及“三废”治理知识的小册子，以引起大家的兴趣和重视。

“三废”治理技术涉及到物理、化学、化工、生化、气象、机械等多种学科。本书仅就工业“三废”的产生过程，对环境的污染和对人类生活与生产活动所造成的危害作了介绍。其中着重地介绍了冶金、化工、电力、轻工等主要工业部门常见污染物的治理方法；对于将“三废”消灭于生产过程之中，采取综合利用，变废为宝写得比较具体一些。在编写过程中，我们尽量地使用形象的比喻，易懂的实例，来介绍治理“三废”的基本方法。如能引起大家对“三废”的关注，我们就感到十分欣慰了。

由于我们的水平所限，错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

1979.5.

目 录

第一章 不能放任“三废”横行	(1)
第二章 让天常蓝——降伏“废气龙”	(8)
第一节 “废气龙”侵入大气	(8)
第二节 “废气龙”的生成及危害	(10)
一、硫化物	(13)
二、氮氧化物	(16)
三、碳氧化物	(17)
四、其他有毒气体	(18)
第三节 监测大气污染的“侦察兵”	(24)
第四节 降伏“废气龙”	(27)
一、消烟除尘	(27)
二、硫化物的处理	(36)
三、氮氧化物的处理	(47)
第五节 绿化环境与大气净化	(55)
第三章 让水常清——治服“废水蛟龙”	(58)
第一节 可憎的“废水蛟龙”	(58)
第二节 治理工业废水的基本原则	(62)
一、改进生产工艺	(62)
二、减少废水排放量	(63)
三、清浊分流区别对待	(63)

四、无害化处理	(63)
第三节 锁住“蛟龙”	(64)
一、物理法	(65)
二、化学法	(82)
三、生化法	(99)
四、方法选择与实例	(113)
第四章 治服“渣老虎”	(132)
第一节 “渣老虎”的由来	(132)
一、燃料废渣	(133)
二、化工废渣	(134)
三、冶金渣	(135)
四、其它废渣	(135)
第二节 “渣老虎”的危害	(135)
一、喷尘吐雾 污染大气	(136)
二、淤塞河流 污染水质	(136)
三、破坏土壤 侵吞良田	(138)
第三节 治服“渣老虎”	(139)
一、建材不用愁 废渣显身手	(141)
二、农业天地广 废渣有作为	(153)
三、废渣献宝 贵重金属真不少	(162)
四、向废渣索取重要的工业原料和燃料	(165)
第四节 对“渣老虎”的处理	(171)
一、地下填埋	(172)
二、倾入海洋	(173)
三、焚烧	(173)

第一章 不能放任“三废”横行

人类在征服自然、发展生产的过程中，创造了越来越多的物质财富。这些财富既有天然存在的，如矿藏、森林、空气、水，也有人工合成的，如合成塑料、合成橡胶、合成纤维、合成洗涤剂、化肥、农药等。目前，仅人工合成的有机物就有50万种，总量在6,000万吨以上，再加上生产量逐年增加的天然物质，数量可达几十亿吨。工业生产的发展，给人类带来了繁荣与进步。

但是，在生产过程中，一些废物也与产品同时出现了。比如，冶金工业带来钢铁，也带来了炉渣；化学工业带来五光十色的化学产品，也带来了废水和废气；发电厂带来光明和动力，也带来了烟雾和飘尘……炉渣、废水、烟雾、飘尘就是工业生产过程中产生的废物，即废气、废水、废渣，通常管它们叫工业“三废”。

工业“三废”是现代工业生产的产物。随着工业生产的迅速发展，“三废”的数量也显著增加。比如，一个拥有二十五万瓩能力的火力发电厂，每天随烟气排放出的二氧化硫气体量竟达一万七千立方米左右。在炼铁厂，一个日产一万吨的大型烧结炉，每小时就有三千多立方米二氧化硫气体排出。一个日产二十吨纸的小造纸厂，每天要排出上万吨的废水；因此，在工厂林立的地方，烟气可以把整个工业区甚至整个城

市弄得昏暗无光，把许多建筑物熏黑。废水可以把江河染成五颜六色，使清洁的湖泊变得臭气熏天，甚至可以污染一个海域。废渣可以泛滥成灾，侵吞破坏土壤。这些废气、废水和废渣中，含有各种各样的有害物质，严重地污染环境。给人类的生存造成严重的威胁。

一九五二年十二月五日到八日，英国伦敦震惊世界的“毒雾事件”就是典型的一例。由于天气的变化，伦敦完全处于死风状态，工厂烟筒排出的烟尘和全市居民取暖排出的煤烟滞留不散，居民感到胸口窒闷，并有咳嗽、喉痛、呕吐症状发生。在四天烟雾里，竟造成四千人死亡。人们称它为“杀人烟雾”。其实不只是杀人，就连来伦敦准备展出的一批受奖牛也呼吸困难，有的发病而死。

由于水体污染造成的公害事件也是很多的。一九六四年夏天，一场暴雨过后，在美国佛罗里达西海岸，海水突然变成了红色，蓝蓝的海面上好象铺了一层红地毯，随着海风吹拂，出现了奇妙的花纹。原来这美丽的景色竟是一场灾祸。几天之后，铺着“红地毯”的海面上浮着大批的死鱼、死虾，连珍贵的珍珠贝和巨大的海龟也未能逃脱，几年、几十年的海产被毁得一干二净。这又是什么原因呢？原来是暴雨过后，城市里的废水、废渣及田里的肥料被大量冲入海里造成的。由于海水的有机质过于肥沃，一些海洋生物在短时间内大量繁殖，覆盖海面。“红地毯”是一种称为夜光虫的小生物，这些小生物耗去海水里大量的氧，鱼虾有的因缺氧而死，有的因呼吸系统被堵塞而死。再如，一九六六年苏联的贝加尔湖附近建造了造纸厂和轮胎帘线厂，大量废水排进湖里，仅

仅几个月之内，湖里的一千二百种生物死掉一半。单是水污染一项，使苏联每年损失就达六十六亿美元。在日本水体被汞污染，使人得了一种奇怪的“水俣病”，镉的污染使人得的一种“骨痛病”，都说明水污染对人的危害是很大的。

废渣淤积的危害也是相当严重的。如美国东部的阿巴拉契矿区，有三千座以上的煤矸石山，堆积着三十亿吨煤矸石，这些煤矸石不仅侵占二十二万多公顷土地，还要污染水源，淤塞河道，甚至造成更严重的后果。有人调查过美国宾夕法尼亚州的一百三十五座煤矸石山，其中有六十一座对河水有酸性污染，六十座造成河流淤塞。一九七二年二月，美国西弗吉尼亚州的布法罗山谷，一场大暴雨过后，五十万立方米的水和十七万立方米的煤矸石一起奔腾而下，造成一百一十六人死亡和四千人无家可归的惨案。

在我国，随着现代工业的发展，许多城市、江河湖海、土壤，以及职工劳动环境的污染都有发展，有的已达到相当严重的程度。

例如空气污染，由于向大气大量排放烟尘、废气，许多大中城市，特别是工矿区烟雾弥漫，空气污浊，降尘量和二氧化硫浓度，超过国家允许排放标准的几倍、几十倍，甚至几百倍。个别城市整日烟雾腾腾，能见度很低，甚至汽车白天行驶时也要开车灯。著名的天津市，在几十里之外观看，一片迷迷茫茫，素有“雾天津”之说。在河北省，有的城市降尘量竟超过国家标准四十多倍。有的城市大气中的飘尘含量连续几天超过“伦敦烟雾”事件的水平。

水的污染也相当可观，水本身是不能燃烧的，可是北

运河的水，曾燃起熊熊大火，烧着河岸上的树木，幸亏消防队及时赶到，才没造成更大的灾祸。这里的水为什么能着火呢？原来是沿岸一家工厂的苯，随着废水排放到河里造成的。苯是无色透明的液体，在水上燃烧就象水着了火一样。由于大量工业污水未经处理就直接或间接排进江河湖海，使国内主要水系和湖海，以及城市地下水源，都不同程度遭到污染。由于污染，使长江、松花江、图门江、阳澄湖、白洋淀一些名贵的水产产量下降。河北省每天排放工业废水几百万吨，大部分未经处理就直接或间接排入河流、湖泊、水库、海洋，造成地面水的污染。有的河已成为城市的“下水道”、“排污河”。再如，我国某滨江小城市，建立了大型石油化工厂，由于一开始对“三废”治理搞得不好，结果，废气、废水“并驾齐驱”，——整个城市终日笼罩在烟雾中，夜间居民们经常被一股股浓烈的臭蛋味呛醒。座落在这个厂附近的一个湖，过去湖边曾是绿柳婆娑，菱藕满湖，几里外就能闻到沁人肺腑的阵阵清香。但是由于污水不经治理就排放到湖中，使得湖水发黑变臭，荷叶枯焦，菱角、芡实、蒿瓜等发莠、坏死。湖中的藕吃起来有腥臭味。湖中的鱼腮发紫，鳞变青黑色，吃起来有煤油味。就连岸边垂柳也变成黄色。

工业废渣的污染也同样存在。全国每年排放的工业废渣大部分丢弃未用，有的排入江河，淤塞河道，有的则堆积如山，霸占着大量的土地。

由此可见，放任“三废”横行，真不得了。所以，保护和改善环境，防止和消除工业“三废”的污染，是关系到人民健康，造福子孙后代，巩固工农联盟，多快好省地发展社

会主义生产的大事，也是实现四个现代化过程中必须注意的一个重要问题。

不要认为我们工业还不够发达，就可以掉以轻心，不重视“三废”的危害，实际上，环境污染用不了多久就会形成，而消除这种污染则需要较长的时间。我国面临着工业大发展的局势，如果不注意保护环境，当工业、农业、国防和科学技术实现现代化的时候，“三废”污染将达到令人发指的地步。到那时再回过头来治理，将给国家带来不必要的损失，给人民身体健康造成更严重的危害。所以说，治理工业“三废”，是实现四个现代化的一项重要任务，也是夺取工业高速度发展、保证四个现代化顺利进行的重要环节。

五届人大通过的宪法中明确规定：“国家保护环境和自然资源，防治污染和其他公害。”在《中共中央关于加快工业发展若干问题的决定》中也指出：“新建和改建企业，要坚决执行主体工程 and “三废”治理工程同时设计，同时施工，同时投产，这就是说要把工业“三废”消灭在工业发展的过程中。不能一边建厂发展生产造福人民，又一边让“三废”祸害人民。发展生产和治理“三废”、保护环境是一个统一体的两个方面，处理得当，就能互相促进。那种只顾生产而让“火炬”冲天烧，黄烟滚滚冒，污水遍地流，废渣到处跑的现象是违背宪法的，必须尽快消除。

近年来，我国的“三废”治理工作取得了一些经验，如工业部门研究成功并推广了无汞仪表、无氰电镀、酶法脱毛、亚铵法制纸浆造纸、油田污水处理回注等消除污染的无害或少害工艺。另外对官厅水库系、白洋淀、蓟运河、鸭儿

湖、淄博工业区污染，进行了大规模的治理，都取得了一定成效。更为可喜的是，大部分省、市都有了一定规模的“环保队伍”促进了环境事业的蓬勃发展。

“三废”怎样治理呢？“三废”是未被利用的资源，弃而不用，才为害的。炭黑厂从烟囱跑掉污染大气的，是高级炭黑，大气中为害的二氧化硫回收可以制硫酸，造纸厂的废水可以回收烧碱和制造肥料，就是化工厂排出的铬渣也可以制造磷肥、砖瓦、铸石等。在各种各样的“三废”中，有不少是含有宝贵的原料的，用则为利，弃则为害。如氰化物是一种极毒的物质，且毒效极快，由口腔粘膜吸进一滴氢氰酸，一瞬间即可致死。但在纤维工业、塑料工业及一些轻工业部门，它却是重要的原料。如又轻又保暖的腈纶毛线，它是由丙烯腈聚合制得的，而丙烯腈又以氢氰酸为原料。炉渣又是制造水泥、砖、玻璃等的好原料。充分利用“三废”不仅利于保护环境，而且能增加物质财富。因此，治理“三废”要在不产生或少产生“三废”和综合利用上下功夫。

改革生产工艺、操作条件，使其不产生或少产生“三废”是能做到的。例如采取改革工艺的办法，不用或少用对环境有污染的原料。另外还可以采用闭合工艺，来减少产生“三废”。即：生产中甲过程产生的废物为乙过程的原料，而乙过程的废物又可为另一工艺过程的原料。比如采用丙烯、氨气、氧气为原料，生产丙烯腈时，会产生付产物氢氰酸。而另一过程，是使用乙烯、氧气、氢氰酸为原料进行反应，也制得了丙烯腈，二者组成闭合工艺，把第一个过程产生的氢氰酸拿来作为第二过程的原料，既提高了丙烯腈的得率，又

控制了可能由氢氰酸造成的污染。利用这种办法，可以把“三废”最大限度地利用起来。

对于那些尚不能消除“三废”的生产过程，要千方百计地将污染物化害为利变废为宝，在这方面各行各业都已经创造出了许多好办法。例如生产纯碱时要产生大量的氯化氢，以前氯化氢是做为没有用的东西用水吸收后排掉的，因此产生大量的含酸废水；可是现在这种废物已经不废了，它被用来生产盐酸，广泛地使用在各个生产部门中。又如过去炼焦过程中产生的煤焦油也是做为无法利用的废物扔掉的，而今天从这种废物中已经能够提取出好几百种宝贵的化工原料。还有一些至今尚未被利用的和一时尚不能利用的“三废”，必须开展试验研究工作，积极地进行治理，使其达到允许排放标准再进行排放。“三废”治理，综合利用，有广阔的前景，只要我们认真贯彻执行：“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”的方针，“三废”治理工作就会逐渐取得成效。使我国工业和农业，生产和生活，发展经济 and 环境保护协调发展，为人民创造一个清静而舒适的工作与生活环境。

第二章 让天常蓝—— 降伏“废气龙”

第一节 “废气龙”侵入大气

人们常说“空气是无限的”，其实这种说法并不正确。空气和其他资源一样，也是有限的，它存在于地球表面至高空数百公里的范围内。空气的重量约为六千万亿吨，其中95%集中在距地球表面10~20公里的地方，就是通常所说的“对流层”。天气的各种变化：刮风、下雨、下雪……都是发生在这一层内。“对流层”以上叫做“平流层”，再往上是“电离层”。在“电离层”中空气就几乎不存在了。

空气除了有一定的数量以外，还有一定的组成。在通常的情况下，空气中含氮78.09%、氧20.95%、氩0.93%、二氧化碳0.027%。这四种成分占了空气组成的99.997%。剩下的一小部分，便是氦、甲烷、氦、二氧化氮、氢和氙等（如表2-1所示）。

除此以外空气中还含有水蒸汽。空气中的水蒸汽含量因季节、地区的不同而异，如夏季的水蒸汽含量比冬季高；沿海地区比内陆地区高。当空气中含有水蒸汽时，空气的其它成份所占的比例就要下降，不过各个成份之间的比例关系并

表 2-1 通常情况下的空气组成

成 分	体 积%	成 分	体 积%
氮	78.09	甲 烷	0.00022
氧	20.95	氦	0.0001
氩	0.93	二氧化氮	0.0001
二氧化碳	0.027	氢	0.00005
氟	0.0018	氙	0.000008
氪	0.00052		

不改变，例如氮与氧的比例仍然是 78.09:20.95。

但是，“废气龙”进入大气，空气组成就变得异常复杂了，比例也随着发生了变化。“废气龙”又是什么呢？简单地说，就是工厂烟囱冒出的各种烟气，它们是工厂排放的废气，形状好似条条翻滚的“巨龙”，所以称为“废气龙”。“废气龙”的颜色很多，有黑的、黄的、白的……也有无色的，它们野蛮地将有毒的气体、粉尘带到空气的大家庭里，造成空气组成比例失调，给人类带来极大的危害。比如，氯碱厂附近有一股特殊的刺激味，会呛得人眼泪横流，喘不过气来。这是空气中有了氯气的缘故；离农药厂很远就会恶心，这是因为农药厂生产过程中泄漏出的含有硫化物、磷化物的气体，随风漂到空气中的恶果；假如你穿着一件白的确良衬衫从碳黑厂附近走过，雪白的衬衫就会失去光泽，领口、袖口也变黑了。这些现象都说明，在生产过程中泄漏的气体和排的烟气、灰尘，排放到空气中之后，使空气中含有了通常不该有的成份，象氯气、硫化物、磷化物、碳黑等。另外，大

量使用燃料的工厂、车间、机器，如火力发电厂、锅炉房、汽车等，也能使空气的组成发生变化。由于燃料在燃烧时需要消耗空气中的氧气，并且产生二氧化碳气、水蒸汽、一氧化碳气以及二氧化硫、氮氧化物、碳氢化物等气体。在这些气体中还包含了没有燃烧尽的小碳粒和灰份等。这就使空气中的氧含量下降，而使二氧化碳等有毒气体的含量上升。由此可见，改变空气组成、污染大气的罪魁祸首是“废气龙”！

可恶的“废气龙”又是怎样生成的呢？

第二节 “废气龙”的生成及危害

前面说过，当“废气龙”侵入大气以后，就会使空气受到污染。人们不禁想到“废气龙”是怎样生成的？它的危害又是怎样的呢？回答这个问题还得从粉尘和各种有毒气体是如何跑入空气的谈起。

粉尘是人们很熟悉的东西，房屋中的器具一天不打扫就会沾满灰尘，人一天不洗脸也会灰尘满面。所谓粉尘，就是空气中的灰尘。粉尘有落尘和飘尘两种。如果把粉尘颗粒看成是一个个的小圆球，那么直径大于10微米的，能在本身重力的作用下逐渐降落的叫做落尘。直径小于10微米，肉眼看不到，能在空中飘浮几小时、几天、甚至几年的叫做飘尘。

空气中的粉尘，主要在工厂烟囱排放的烟气中。烟气除了含有在燃烧过程中产生的各种气体之外，还夹杂有未燃烧尽的小碳粒——煤烟和不能燃烧的部分——灰份。黑色的浓

烟，就是煤烟染成的。煤烟和灰份的排放量随燃料品种不同而异，有的只占燃料重量的1%左右，有的竟达50%（当然这种情况不多了）。一般来说，液体燃料比固体燃料的灰份少，轻质燃料油比重质燃料油的灰份少。灰份和煤烟的含量不仅与燃料有关，而且与锅炉的型式结构以及燃烧的情况有关。使用装有旋风除尘器等除尘设备的锅炉，烟气中大部分灰份和煤烟会被收集下来，从锅炉的底部排出。可是，使用普通型式的煤粉锅炉时，就会有75%以上的灰尘，随烟气一起排放到大气中。

空气中粉尘的另一个来源，是容易产生粉尘的各种工厂——水泥厂、石棉厂、金属冶炼厂、碳黑厂等。这些工厂如不注意除尘，就会使生产过程中产生的大量粉尘跑到空气中去。

空气中的粉尘是人体健康的大敌。它不但能缩短人的视程，更严重的是，它可以和空气一起进入人体。直径大于5微米的粉尘进入鼻腔后，会被鼻毛和粘液阻止而排出体外。小于半微米的也会被上呼吸道的粘液粘附，然后随痰排出体外。但是直径在半微米至5微米之间的粉尘却随空气一起进入人体，到达肺泡，并透过肺泡进到血液中，然后随血液循环送往全身。当粉尘在肺泡中逐渐沉积时，就会影响肺的机能。人长期在粉尘含量高的环境中工作，就有可能得“尘肺病”。另外，煤粉尘上经常带有一种叫做3,4-苯并吡的芳香族化合物，这种化合物进入人体后，会使各个器官致癌。粉尘中半微米至5微米的粉尘含量，就其重量来说并不多，但若按数量来讲却是很大的。从表2~2所示的一种煤的灰份