

钢铁工业中

大气和水质污染

冶金工业出版社

钢铁工业中大气和 水质污染

《钢铁工业中大气和水质污染》翻译组

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书是根据联合国欧洲经济委员会编写的关于一些国家（包括世界主要产钢国家）钢铁工业的大气和水质污染问题的调查报告一书翻译的。全书共分五章，叙述了钢铁工业大气和水质污染概况、污染源、防治污染措施及其费用概况和今后防治污染的展望。

本书可供从事环境保护，特别是从事钢铁工业环境保护工作的技术人员和管理人员参考。

钢铁工业中大气和水质污染 《钢铁工业中大气和水质污染》翻译组

*

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32, 印张 $5\frac{3}{8}$ 字数 117 千字
1977年10月第一版 1977年10月第一次印刷
印数00,001~5,150 册
统一书号：15062·3315 定价(科三)0.44元

说 明

当前，工业公害已成为资本主义国家的一个重大社会问题。冶金工业是产生严重公害的产业部门之一。为了了解国外冶金工业污染状况，我们翻译了《钢铁工业中大气和水质污染》一书。本书着重介绍国外钢铁工业的污染源、净化装置以及在防治污染方面的投资概况等。书中可能有一些错误论点，请读者批判地参考。

在审校过程中，冶金工业部建筑研究院戴耀南、舒文龙两同志曾给予协助，特此致谢。

由于我们水平有限，错误和不当之处在所难免，望读者批评指正。

《钢铁工业中大气和水质污染》翻译组

一九七六年

32868

目 录

第一章	钢铁工业大气和水质污染问题的评述·····	1
第二章	钢铁工业的污染源·····	13
第三章	钢铁工业的空气和水净化装置·····	42
第四章	净化装置的费用概况 ·····	119
第五章	结论和展望 ·····	155

第一章 钢铁工业大气和水质污染 问题的评述

在人口稠密的地方和工业区容易受到有害的影响，主要是大气和水质污染。

由于过高浓度污染物对人类和动物的生命以及植物的正常生长相当有害，所以，必须采取措施，检测日益增长的污染，以防止此类严重污染发生，是当务之急。

大 气 污 染

大气污染的起因不仅有各种过高浓度化合物，如二氧化碳(CO_2)、一氧化碳(CO)和二氧化硫(SO_2)，而且还有过高含量的飘尘。工业区的这些污染现象显然和工业的发展有关，必须采取措施，即使不能完全杜绝，也应尽可能减少。新的工业技术不断发展，特别是现在，科学日益发达更是如此，采用新技术不一定是污染日益严重的唯一原因，而主要的威胁是随生产规模的不断扩大而产生的累积作用。

无论如何不能说工业是大气唯一的污染源。家庭冬季取暖是另一个很严重的污染源。第三个污染源是机动车的废气，这是难以解决的问题，所以不必强调大力发展机动车。下表列出的数字表明美国各种主要污染源的大体分配。不难看出，工业(包括发电)约占总污染物的 30%。

表中列举的百分比只不过表明总的情况罢了。几种主要污染源的结合，如工业中心或多种工业的集中地区，都会造

大 气 污 染

污 染 源	污染物排放量 (百万吨/年)	所占百分数 (%)
机 动 车	86	60.6
工 业	23	16.2
发 电 厂	20	14.1
取 暖	8	5.6
废 物 处 理	5	3.5
	142	100.0

资料来源：汽车和大气污染，美国卫生部，华盛顿，1966 年出版。

成非常不利的状况，因此必须加以控制。

由于工业和住宅建筑的增长，使某些地区植物的生命逐渐衰退，在本章中叙述一些有关污染总的情况。以世界上森林总面积为例，公元 1800 年为 450,000 万公顷，到 1960 年已减至 371,000 万公顷。人们知道，在光合作用下，植物能吸收二氧化碳而放出氧气，起到非常重要的净化空气的作用，这对保持大气自然平衡是十分有益的。

水 质 污 染

水质同样也受到污染。小溪、江河甚至大海的水质污染日趋严重，这主要是由于在工业生产过程中要用大量水的缘故。水中溶有某些化学物质，含有大量的悬浮物，或使水温升高。表 1 为 1966 年比利时工业用水情况，提供了各工业部门的总用水量和单位用水量的概况。当然必须区别每个工业部门的需水量和实际耗水量。耗水量系实际消耗的水量，如化学吸收或物理损失(蒸发)等。取自河流、城市供水或地

下水源的水，其中大部分，在用过后，或者排入原来的河流，或者排入下水道。但是，由于在用水过程中，水受到不同程度的污染，经过净化处理后，有时仍然可以再次使用。

人口增加也使水质受到很大的污染。人口增加使排入城

1966 年比利时工业用水情况

表 1

工业部门	总耗量 (百万立 方米)	排放百分数 (%)			净 耗 量		单位产量的耗水量 (立方米)		
		排至 河流	排至 下水道	总计	(百万立 方米)	(%)	产量 单位	总耗量	净耗量
采 矿	149	85.9	5.4	91.3	13	8.7	吨	6.4	0.64
采 石	48	65.0	33.0	98.0	1	2.0	—	—	—
化 学	404	74.4	13.6	88.0	49	12.0	吨	2.8	0.38
橡 胶	7	42.0	43.0	85.0	1	15.0	—	—	—
造 纸	95	69.6	23.0	92.6	7	7.4	吨	99	25
皮 革	5	80.0	—	80.0	1	20.0	吨	1,850	1,000
纺 织	58	67.4	24.0	91.4	5	8.6	吨	88	10
焦 化 厂	79	47.0	30.0	77.0	18	23.0	吨	13.4	2.7
热 电 厂	3,298	99.7	—	99.7	9	0.3	千瓦 小时	0.17	微量
玻 璃	21	66.0	24.0	90.0	2	10.0	—	—	—
陶 器	2	10.0	40.0	50.0	1	50.0	吨	0.44	0.25
陶 瓷	1	40.0	60.0	100.0	—	—	吨	1	0.3
钢 铁	1010	91.9	4.1	96.0	40	4.0	每吨 原钢	102	8.3
食 品	107	49.0	35.0	84.0	17	16.0	吨	36	5.2
有色金属	191	76.7	5.0	81.7	35	18.3	吨	214	34
水 泥	14	86.7	7.0	93.7	5	6.3	吨	1.9	0.6
木 材	2	30.0	70.0	100.0	—	—	吨	0.08	0.04
石 油	201	99.5	—	99.5	1	0.5	吨	19	0.06
金属构件	134	84.3	12.0	96.3	5	3.7	吨	0.024	0.001
总 计	5,826	92.0	4.4	96.4	210	3.6	—	—	—

资料来源：比利时国家统计学会。

市下水道系统的废水量增大，而且往往不经初步处理，就排入附近河流和湖泊。由于河流本身构成一种有生气的环境，它具有自净的能力，而微生物需要少量氧气来维持生命。因此，只要不往河流排入过量的需氧污水，就能保持河流的自净能力。

钢铁工业与污染

钢铁工业同其他工业部门一样，是大气和水质的污染源。多年来，工业部门做了不少努力来改善污染状况。技术的发展，使防治污染的措施更为有效。因此，随着钢铁工业的发展，现代冶金工厂配备了比较有效的防治污染装置。

钢铁工业与大气污染

现在，钢铁工业生产方法的改变使得大气污染现象有所减轻。如提高燃料的燃烧效率可使单位耗煤量大大降低，从而减少大气污染。燃料代用品，如煤取代液体燃料或用天然气代替煤，可能有助于降低污染。但是，除烟气量以外，还必须考虑代用燃料的含硫量问题。另一方面，新的生产工艺也能带来新的污染问题。例如高炉炉料现在都采用烧结矿，这样就要进行破碎和堆取，以保证精矿的均匀性，而后，用焦粉或贫煤在烧结机上使物料烧结成块。氧气炼钢，特别是顶吹转炉或斜吹转炉(卡尔度)，使排入大气的污染物在数量和种类上都发生变化。

用湿法净化设备处理钢铁工业中采用新技术而引起的污染气体还会引起水质污染。大气和水质污染密切相关，这种

互相联系，多年来一直存在，特别是在高炉煤气的湿法处理中表现更为突出。本文对大气和水质污染现象两者都加以叙述，而有的文献一般则只提及一种。

钢铁工业与水质污染

钢铁工业生产过程，不论炼焦、炼铁或轧钢，都使用大量的水；还有处理废气用的湿法装置，如用于处理高炉煤气或钢厂废气的洗涤器，也需供给大量的水。美国1964年统计，钢铁工业用水量为2,080,000万吨，而同年的原钢产量为11,550万吨，即每生产一吨钢的耗水量约为180吨^①。在苏联，某些情况下，由于采取降低大气污染的措施，每生产一吨钢的耗水量增至250~300吨^①。如表1所示，1966年比利时钢铁工业各个部门用水量，不包括焦化厂，每生产一吨原钢的耗水量为102吨。

所谓污染物，就是指对环境有害的物质。

大气污染物

大气污染物无非是化学物质或物理物质。最普通的化学污染物是硫化物、一氧化碳(CO)和二氧化碳(CO₂)。最普通的硫化物是二氧化硫(SO₂)，它的来源很广，主要产生于固体或液体燃料(煤、焦炭、焦油、重油产品)的燃烧，因为这些燃料通常都含有硫。另一个来源是矿石的焙烧，如闪锌矿或黄铁矿，这都是锌和铁的硫化物，然而这个来源仅限于炼

① 这两个数字包括发电厂用水量。如不包括发电厂用水量，则生产每吨钢的耗水量约减少30%。

锌和硫酸生产。空气中的二氧化硫在一定条件下会氧化成三氧化硫(SO_3)，后者易形成酸雾。在任何完全燃烧的过程中，都会产生二氧化碳。在不完全燃烧时，则生成有毒的一氧化碳。

二氧化碳虽然无毒，但也会引起一些问题。燃料用量的不断增加使得大气中二氧化碳含量也不断增大。如果地面植物和海藻的光合作用不足以恢复大气中的氧气含量，则会产生严重的危险。尽管光合作用和海洋中的化学与物理作用维持着二氧化碳的平衡，但大气中二氧化碳的含量每年仍约增加0.25%。所以，保护植物的生存和使海洋不受污染，以免破坏海藻，是很重要的。其他化学污染物有氮的化合物：一氧化二氮、氧化氮和二氧化氮(N_2O 、 NO 和 NO_2)。这些化合物都有把 SO_2 氧化生成 SO_3 的特殊催化性能。有些工业生产过程中还产生氟化物和碳氢化合物，后者不论是气态或未燃状态都起污染物的作用。物理污染物大部分是矿物或有机物质小的固体或液体微粒，有活性的，也有惰性的。

在文献中，这些微粒按其平均直径和形状分类。虽然名称不标准，但已有通用的定义。为了区分大气飘尘中的有害微粒，把直径小于1微米(1/1000毫米)的微粒定为细粉尘。而“烟气”通常指直径小于1微米的大量固体微粒。燃烧烟气是由悬浮固体微粒(大部分是碳化物，直径一般小于20微米)和燃料不完全燃烧所产生的焦油滴混合而成。直径小于70微米的微粒，一般称为灰尘。可沉降物料是直径为70~500微米的较大微粒。烟雾是雾气和燃烧生成的固态污染物组成的混合悬浮物。雾的存在妨碍稀释，从而使污染物(特别是二氧化硫和硫酸)的浓度增大。

水 污 染 物

水污染物的种类繁多，且来源甚广：可氧化组分、污染剂、化肥元素、有机—合成化学物、无机化合物、矿物质和放射性物质。水温升高对细菌有影响，同样会产生问题。钢铁工业所产生的主要污染物是悬浮固体微粒、碳氢化合物和废酸。焦化厂产生氰化物、硫氰酸盐及酚等。

大气和水质污染的影响

概括地说，大气污染对生物、矿物和经济三方面均会产生影响。大气污染的范围和严重性在很大程度上取决于气象因素，如风速、风向、降雨量、温度、湿度等。另一个因素是大气中的“气温逆转”（热空气层下面形成冷空气层）。这种现象大大地妨碍冷空气层的正常循环，使其处在接近地面的状态，从而使灰尘和烟雾也处在同样的悬浮状态。

大气污染对人类和动植物都有影响。对人的有害影响是各种各样的，如影响人们的健康。长期处在含有有害悬浮物的大气中，会危害人的身体，最重要的是损害人的呼吸系统、消化系统、皮肤和眼睛。由于工业中心远离农业区，因而对家畜的影响较小，但对动物仍有影响。总的来说，植物比人类更容易受到大气污染的影响，特别容易受氧化硫（即使浓度低）的影响。此外，大气污染物能妨碍植物接受大量阳光（植物接受的阳光不得低于一定的限度）。粉尘的降落会堵塞植物叶子的呼吸系统，其细胞经常被大气污染物中的硫酸破坏。植物对二氧化硫的抵抗力主要取决于空气的湿度。在干

燥大气中，二氧化硫含量比在潮湿大气中那怕增加一倍，植物就能保持更长时间不受损害。

大气污染的矿物影响系化学和物理两方面。大气中的烟灰和飘尘使市区，特别是建筑物的饰面和内部装饰受污染，同时常常会使生产设备和机构的使用寿命缩短。在污染地区金属腐蚀得更快，在工业中心，要比受污染小的地区大得多。建筑物的损坏主要受硫酸和硫化氢(特别侵蚀涂层)的影响，而机器的运动机件易受到灰尘沉积的损坏。

解决燃料不完全燃烧的问题，可以获得有效的经济利益，因为燃料含有废料，往往降低能量和燃烧效率。在固体燃料的各种用途中，燃烧热量的损失平均约为2%。下例可说明消耗量的大小，1967年波兰钢铁工业的原钢产量为1040万吨，粉尘排放量约为150万吨，其中除尘装置捕集120万吨，而剩余30万吨排入大气中。这相当于损失8000万兹罗提(波兰货币)的物料。英国比弗(Beaver)委员会于1954年估计，大气污染每年费用(包括对财产和健康的损害以及工作时间的浪费)为250万英镑^①。

由于人口集居在卫星市镇的趋势不断增长，高浓度废物排入有限的大气层中，使污染问题更加严重。美国提供了一个人口高度集中的实例。1960年美国约有53%的人口集中在不到国土面积1%的地区。

工业废水排入小溪、江河、湖泊和近海而引起的副作用相当可观。事实上，很多江河已不再是乡间优美风景区和洁净的水源。大部分江河和湖泊已经污染到鱼虾无法生存，草木因之凋零的程度。另一方面，不经任何处理的工业废物对

① 《钢铁工业中大气和水质的污染》，钢铁研究院，伦敦，1958年。

现有的排水设施极为不利。其危害在于使排水设施本身的效能减低，增加污水厂处理废水的困难以及提高污水回收利用的费用。

污染控制措施

在大多数国家，特别是工业发达国家，已经注意到污染问题，并已采取措施把污染控制在可以接受的限度。下面列举苏联采用的一些措施实例。公共卫生研究院对大气污染的生物影响的研究有三个目的：

通过实验室来研究给定浓度对人类和动物机体的影响，以便从试验上确定居民区大气中有害物质的允许浓度；

通过现场的生物学实验，直接研究生理器官对大气污染物的反应；

对一个工业区和一个非污染区进行一次比较性的病情统计调查。

此外，对各种钢铁厂附近的城镇进行了详细的调查。调查所得的资料可作为研究防治污染措施及工业发展规划中减少住宅污染面积的依据。公共卫生研究院的努力得到技术部门的支持，他们力求设计一种最有效的净化工艺，建立合理的给水系统及研究最适宜的设备。

据 1969 年 11 月份美国《钢铁纪事》报导，美国钢铁工业正在加强对大气和水质污染的控制，大型控制设备的投资费用已达到最高水平。美国钢铁研究院的研究表明，到 1966 年，约占美国钢产量 98% 的钢铁厂对改善空气和水的质量的投资费用超过 32700 万美元。这个总额比上一年度所规定的费用增加 2000 万美元。新设备安装投产后，钢铁工业用

于控制大气和水质污染的设备投资费用，从1951年以来将超过100,000万美元。这个数字不包括科研费用和环境监测设备操作的数百万美元。在1969年规定的费用中，用于水和大气污染控制设备的投资分别为17,200万美元和15,500万美元。最近三年控制污染的费用列于下面：

污染控制费用(百万美元)

年 份	大 气	水 质
1968 年	40	61
1967 年	39	55
1966 年	38	19

多年来，钢铁工业一直鼓励高等院校和科研单位进行环境监测设备的研究。这项研究工作，特别是在研制装置方面取得了成果，如研究出自动测定烟气中固体微粒的烟气取样器、大气粉尘记录器和测定静电除尘器和洗涤器效率的连续测定仪表。

应该强调指出，在各种工业集中的工业区，只有各个工业中心都分别尽力解决自己的特殊问题，污染控制才能真正有效。为此，许多国家各工业部门，如钢铁、煤炭、石油、化工和电力等，正在联合解决污染问题。

测定污染的方法和采用的标准

根据研究的目的，测定污染可在排放物中或在环境中进行。测定大气污染的目的在于确定有害固体或气体物质的浓度，并将测定的浓度与制定的标准进行比较。根据有关国家现有的规定，有些标准各国的差别很大。测定气态污染物的浓度比测定固态污染物的浓度容易，固态污染物的测定方法

不是到处都相同的。采用不同的固体微粒测定法所获得的数据，在大多数情况下不能进行比较，亦不能换算。测量技术系以各种原理为依据的，如沉淀、过滤、惯性、电力沉降或热沉降、光学测定，有时甚至是离子辐射吸收。微粒的含意，无论其类型、大小，都以现代分析技术为依据。

排放物测定旨在检验工业净化设备(分离器、过滤器、净化器)的性能和决定排放的残余量。由于污染源的排放物是在指定点排入大气，所以测量原则上应尽可能靠近污染源，但污染源的范围很广，污染源位置和污染物种类的不同，有时要同时提出这种类型的测定，极为困难。

环境测定旨在确定污染物的组份、分布以及污染源的总浓度比。在大部分情况下，环境测定是在建新厂或对指定污染区污染程度进行一般调查时方才采用。只要选定了污染物一个单一的污染源的排放物与邻近区获得的数据间的互相关系的确定是较容易的。反之，如果有许多不同的污染物，就显得特别困难。例如，要鉴定一个城市汽车造成的污染程度，只测定二氧化碳即可；而鉴定总的污染状况，则需测定二氧化硫浓度。有关当局建立二氧化硫连续监测站，以监测大城市的大气污染情况。根据从适当选择的监测站网中所获得的测量数据，可以绘出粉尘沉降或气体浓度的等污染线和等污染区的图表。

法 规

许多国家已经制定了控制大气和水质污染的法规。

上述表明，环境污染问题既严重又复杂。无论是工业化国家还是发展中国家，都应该研究和分析这一问题。可以看

出,工业化国家的污染问题已经成了一个急待解决的问题,应立刻解决;至于发展中国家,他们应该把这个项目提到日程上来,以保证其社会不遭遇同样的污染,看来这些污染是同工业发达和社会文明分不开的。

这就是促使欧洲经济委员会的钢铁委员会在 1966 年举行的第 34 届会议上决定着手进行这一研究的原因。