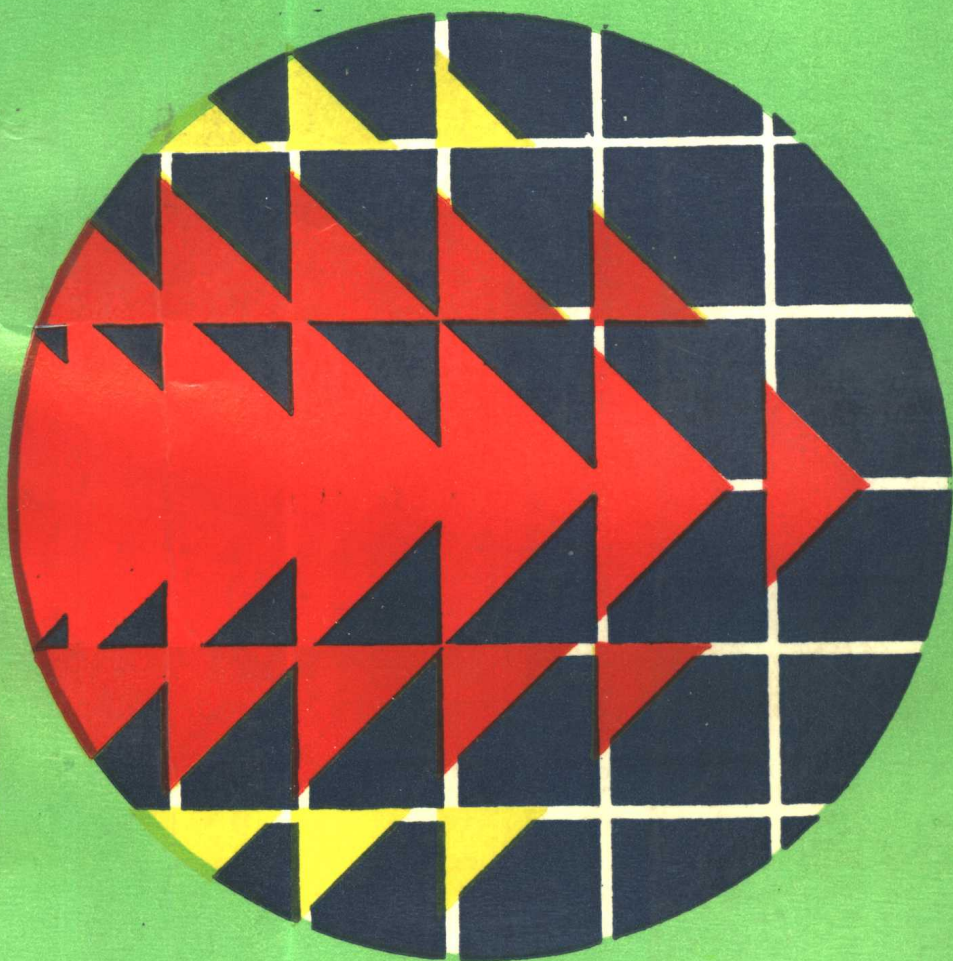


公害防止技术

大气篇

[日]《公害防止技术和法规》编委会 编

化学工业出版社



公害防止技术

大气篇

〔日〕《公害防止技术和法规》编委会 编

陈振兴 孙静珉 译
王 笠 邓引引

李崇理 审核

化学工业出版社

《公害防止の技術と法規》編集委員会

二訂・公害防止の技術の法規

大 気 編

丸善株式会社 1983年

公害防止技術

大 気 篇

陈振兴 孙静琨 译

王 笠 邓引引

李崇理 审校

责任编辑：袁珊堂

封面设计：任 辉

*

化学工业出版社 出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本850×1168 1/32 印张19⁷/₈ 插页1 字数545千字

1990年4月第1版 1990年4月北京第1次印刷

印 数 1—1,500

ISBN 7-5025-0261-0/TQ·213

定 价13.50元

内 容 提 要

《公害防止技术》包括水质篇、大气篇、噪声篇、振动篇四个分册，分别译自日文《公害防止の技術と法規》水質編、大気編、騒音編、振動編。这套书既涉及有关基础理论知识，又以大量篇幅介绍各种实用技术，取材比较丰富，在日本被指定为环境保护管理人员等的资格认定培训用书。

本分册译自《二訂・公害防止の技術と法規》大気編的公害防止技术部分，内容包括：公害概论（大气污染现状、产生机理、影响、有关对策）；燃烧与排烟控制（燃料及燃烧计算、排烟控制方法、排烟脱硫、氮氧化物防治技术）；排烟在大气中的扩散（污染浓度推算和排烟扩散、排烟扩散的基本特点、扩散的基本计算方法、扩散与气象条件、扩散浓度的计算方法、扩散模型和污染模拟）；污染大气的有害物质处理技术（有害物质的产生过程及处理方式、特定物质事故的处理措施）；除尘和集尘技术（粉尘粒度与集尘性能、集尘装置的原理与性能、排烟性状与有关对策、集尘装置维护管理、集烟、烟管和通风机）；测定技术（燃料测试方法、有关计量测试仪器、排气中硫氧化物和氮氧化物的分析方法、烟尘量的测定、有害物质的测定、环境中的大气污染物测定法）。

译者的话

日本出版的《公害防止技术和法规》以日本的实际环境保护管理工作为出发点，系统介绍了日本的环境污染情况、污染原因、防治技术及法律依据，有水质篇、大气篇、噪声篇及振动篇四个分册，本书是其中的一册。考虑到目前我国环境保护工作的实际需要，仅译出其公害防止技术部分，法规部分未译。

本书原译文系根据1979年版本译出，以后又根据1983年新版本对译文作了修改补充。

着重实际是本书的一个特点。无论是对防止大气污染技术，还是对有关检测手段，都一一作了详细介绍。这些有用的资料都是参考了大量文献、进行了广泛的调查研究工作之后写成的。这对于从事环保工作的技术人员很有参考价值。

由于本书内容涉及许多工业部门和自然科学学科，加之译者的专业知识面有限，译文中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

译者

一九八八年一月

《二订·公害防止技术和法规》编委会

委员长	春日 进	社团法人、产业公害防止协会副会长
委员	川口 融	通商产业省立地公害局公害防止企画课长
委员	咲山 忠男	通商产业省立地公害局公害防止指导课长
委员 (大气分科会)	盐泽 清茂	早稻田大学教授
委员 (大气分科会)	大野长太郎	社团法人、产业公害防止协会参事
委员 (水质分科会)	洞泽 勇	社团法人、产业公害防止协会顾问
委员 (水质分科会)	井出 哲夫	爱媛大学教授
委员 (噪声、振动两分科会)	守田 荣	日本大学讲师
委员 (噪声分科会)	松井 昌幸	东京工业大学教授
委员 (噪声、振动两分科会)	时田 保夫	(财)小林理学研究所所长
委员 (法令分科会)	铃木 登	社团法人、产业公害防止协会专务理事

执 笔 者

川口 融 通商产业省立地公害局

咲山忠男 通商产业省立地公害局

春日进 社团法人、产业公害防止协会

盐泽清茂 早稻田大学

横山长之 工业技术院公害资源研究所

河合操 工业技术院公害资源研究所

平泽信三 工业技术院公害资源研究所

官岛邦男 工业技术院公害资源研究所

田森行男 工业技术院公害资源研究所

坂部孜 新能源综合开发机构

白泽忠雄 埼玉大学

香川顺 东海大学

大野长太郎 日立工厂建设株式会社

浅川照彦 产业公害医学研究所

山田刚 社团法人、产业公害防止协会

目 录

第一章 公害概论	1
1.1 大气污染现状	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 大气中各种污染物的污染状况	1
1.2 大气污染的产生机理	13
1.2.1 大气污染物的成因	14
1.2.2 大气污染物的产生	15
1.2.3 大气污染物与工业	16
1.2.4 污染源类别	23
1.3 大气污染造成的影响	31
1.3.1 对人体的影响	31
1.3.2 对植物的影响	59
1.3.3 其他影响	70
1.4 国家和地方公共团体针对大气污染的对策	71
1.4.1 概述	71
1.4.2 法令控制的主要情况	72
1.4.3 针对硫氧化物的对策	73
1.4.4 针对氮氧化物的对策	77
1.4.5 针对烟尘的对策及其他	83
1.4.6 对产业公害防止活动的资助	84
1.4.7 公害防止技术的开发	87
1.4.8 通过调查指导防止公害于未然	88
1.4.9 产业选址政策	88
1.4.10 健全监测体制	89
1.4.11 其他对策	89
第二章 燃烧与排烟控制	90

2.1 燃料	90
2.1.1 燃料概述	90
2.1.2 气体燃料	90
2.1.3 液体燃料	95
2.1.4 固体燃料	101
2.2 燃烧计算	104
2.2.1 燃烧计算的意义	104
2.2.2 燃烧计算方法	104
2.2.3 燃烧需用的空气量	106
2.2.4 燃烧气量	109
2.2.5 理论空气量和理论燃烧气量的近似值	111
2.2.6 排气分析和空气比	113
2.3 排烟控制方法	118
2.3.1 燃烧管理的意义	118
2.3.2 燃烧装置的容量	119
2.3.3 气体燃烧及其装置	121
2.3.4 油燃烧及其装置	125
2.3.5 粉煤燃烧及其装置	130
2.3.6 炉排燃烧及其装置	132
2.3.7 流化床燃烧及其装置	134
2.3.8 排烟的产生及其防止	135
2.3.9 燃烧过程的故障防止对策	139
2.3.10 通风及通风装置	141
2.4 排烟脱硫	142
2.4.1 湿法	143
2.4.2 干法	159
2.5 氮氧化物防治技术	161
2.5.1 概述	161
2.5.2 氮氧化物的生成机理	164
2.5.3 氮氧化物抑制技术	168
2.5.4 排烟脱硝	183
第三章 排烟在大气中的扩散	195

3.1 污染浓度的推算和排烟的扩散	195
3.2 排烟扩散的基本特点	195
3.2.1 烟囱出口周围的排烟扩散和气流下沉	196
3.2.2 排烟上升和有效烟囱高度	196
3.2.3 地面浓度	197
3.3 扩散的基本计算方法	198
3.3.1 平均风和扩散浓度	198
3.3.2 湍流扩散	199
3.3.3 扩散系数和扩散微分方程	200
3.4 扩散与气象条件	203
3.4.1 气温梯度、大气稳定度和自然对流	203
3.4.2 风速梯度与强制对流	206
3.4.3 风向的变化与气流的蛇形蔓延	209
3.4.4 大气边界层	209
3.4.5 海陆风和城市热岛风	213
3.5 扩散浓度的计算方法	213
3.5.1 排烟上升高度公式	213
3.5.2 扩散公式	216
3.6 扩散模型和污染模拟	226
3.6.1 污染模拟及防止对策	226
3.6.2 总量控制用的扩散模型	226
3.6.3 箱式模型	228
3.6.4 对复杂地形采用的扩散模型	228
第四章 污染大气的有害物质处理技术	231
4.1 有害物质的产生过程	231
4.1.1 镉及其化合物	231
4.1.2 铅及其化合物	232
4.1.3 氟、氟化氢及四氟化硅	233
4.1.4 氯及氯化氢	236
4.2 有害物质的处理方式	242
4.2.1 气体吸收及吸收装置	242
4.2.2 气体吸附及吸附装置	253
4.2.3 氟、氟化氢及四氟化硅	257

4.2.4 氟及氟化氢	265
4.3 特定物质事故的处理措施	272
4.3.1 有关行业	272
4.3.2 特定物质的性状和危害	273
4.3.3 发生事故时采取的措施	282
第五章 除尘和集尘技术	285
5.1 粉尘的粒度与集尘性能	285
5.1.1 概述	285
5.1.2 粉尘的特性、粒度	286
5.1.3 粉尘的粒径分布和平均粒径	288
5.1.4 集尘性能	295
5.1.5 串联运转和总集尘效率	303
5.2 集尘装置的原理与性能	305
5.2.1 集尘装置的分类	306
5.2.2 重力集尘装置	307
5.2.3 惯性集尘装置	310
5.2.4 离心集尘装置	313
5.2.5 洗涤集尘装置	324
5.2.6 过滤集尘装置	335
5.2.7 静电除尘装置	350
5.3 排烟的性状及针对排烟的对策	368
5.3.1 烧煤锅炉、烧重油锅炉及黑液焚烧锅炉	368
5.3.2 炼钢用烧结炉、转炉、电炉和铸铁用化铁炉	374
5.3.3 水泥窑和骨料干燥炉	380
5.3.4 非铁金属冶炼	384
5.3.5 非铁金属熔化炉	388
5.4 集尘装置的维护管理	391
5.4.1 粉尘的性状和集尘性能	392
5.4.2 排气的性状和集尘性能	397
5.4.3 集尘装置的选用	401
5.4.4 运行管理通则	405
5.4.5 旋风分离器的维护管理	407
5.4.6 洗涤集尘装置的维护管理	411

5.4.7 袋式过滤器的维护管理	415
5.4.8 静电除尘装置的维护管理	418
5.5 集烟、烟管和通风机	424
5.5.1 发生源粉尘的集烟	424
5.5.2 厂房内粉尘的集烟	429
5.5.3 粉尘的输送	431
5.5.4 通风机的选用	433
第六章 测定技术	438
6.1 燃料测试方法	438
6.1.1 固体燃料测试方法	438
6.1.2 液体燃料测试方法	446
6.1.3 气体燃料测试方法	468
6.1.4 液化石油气测试方法	473
6.2 燃烧管理用的计量测试仪器	474
6.2.1 气体分析仪	474
6.2.2 温度计	479
6.2.3 流量计	485
6.3 排气中硫氧化物的分析方法	490
6.3.1 总硫氧化物的分析方法	491
6.3.2 二氧化硫的分析方法	502
6.3.3 分析值的整理方法	518
6.4 排气中氮氧化物的分析方法	519
6.4.1 化学分析法	519
6.4.2 连续分析法(自动测试仪)	529
6.4.3 分析值的整理方法	533
6.5 烟尘量的测定	533
6.5.1 测定目的和测定方法	533
6.5.2 烟尘与标准样板进行对比确定烟尘浓度的方法	534
6.5.3 JIS Z 8808“排气中粉尘浓度的测定方法”中规定的 方法	534
6.5.4 JIS规定的测定方法要点	554
6.5.5 特殊的测定方法	561
6.6 有害物质的测定	564

6.6.1 排气中含氟化合物的分析方法	564
6.6.2 排气中氯的分析方法	570
6.6.3 排气中氯化氢的分析方法	579
6.6.4 排气中镉和铅的分析方法	589
附录: 环境中的大气污染物测定法	601
1. 粉尘测定法	602
2. 二氧化硫 (SO ₂) 测定法	605
3. 二氧化氮 (NO ₂) 测定法	610
4. 一氧化碳 (CO) 测定法	613
5. 氧化剂 (O _x) 测定法	615
6. 烃测定法	620

第一章 公害概论

1.1 大气污染现状

1.1.1 概述

大气污染是由工厂一类的固定污染源及汽车一类的移动污染源所排出的硫氧化物、氮氧化物、烟尘、有害物质、粉尘、一氧化碳、烃类等所造成的。

从日本的大气污染趋势看，硫氧化物（几乎都来源于工厂）的环境浓度，由于采取了各项相应的对策，自1967年达到高峰后，一直在递降。截至1981年，达到环境标准要求的已占常规环境大气监测站总数的99%。

汽车和工厂都是氮氧化物的污染源。此外，大型建筑物和家庭住户之类的排放源也不能忽视。由于采取对策困难多，虽然常规环境大气监测站的监测数据1981年已有97%达到了环境标准的要求，但大城市和公路沿线仍然有高浓度污染区。从其环境浓度的变化情况看，近年来已出现了大致稳定的趋势。目前，氮氧化物的环境浓度尽管趋于降低，但仍然维持在较高的浓度级上。考虑到这么高的浓度级仍然是光化学氧化剂的成因之一，因此，在急待解决光化学大气污染问题的同时，首先应该探明其生成过程和反应机理。

至于一氧化碳，常规环境大气监测站的监测结果近年来已全部达到了环境标准。

非甲烷烃的环境浓度尽管已趋于降低，但其浓度级仍然是较高的。

较大粒径降尘量，从整个日本国土来看，还是比较稳定的。但是，粒径很小的悬浮颗粒物（飘尘），按常规环境大气监测站统计，达到环境标准的只有30%左右这一相当低的水平。

1.1.2 大气中各种污染物的污染状况

(1) 硫氧化物

可造成大气污染的硫氧化物 (SO_x) 有二氧化硫 (SO_2 , 又称亚硫酸酐) 和三氧化硫 (SO_3 , 又称硫酸酐)。

硫氧化物主要产生于工厂中燃烧重油的过程。对于相当一部分能源依赖于重油的日本来说, 它已优先被列为大气污染物的重点治理对象。

1969年2月12日制定的“关于硫氧化物的环境标准”是日本最早的环境标准。经1973年5月16日修改, 对以往所用的“硫氧化物”一词改为“二氧化硫”。日本对其规定的现行环境标准如下:

1小时值的日平均值应低于0.04ppm。同时, 1小时值应低于0.1ppm。

注: 该标准不适用于以下地区:

- 一、工业区 (包括工业用地);
- 二、临海地区 (执行港湾法);
- 三、公路的车道部分;
- 四、其他, 如填海造陆、原野、火山地带等不考虑有一般居民生活场所的地区和场所。

关于环境标准中所规定的环境浓度的评价方法, 请见以下所摘录的日本环境厅大气保全局局长的通知〔见昭和48年(1975年)6月12日环大企第143号的附件〕。

以环境标准为依据进行大气污染评价

(摘录)

(1) 短期评价

对照环境标准短期评价二氧化硫等对大气污染的情况, 是指根据连续或随时监测的结果, 按日或按小时对其进行评价。

在此情况下, 若参照当地的实际污染程度以及浓度随时间的变化等具体情况, 认为得出的监测值异常, 就应对监测仪器的维修保养状况、气象条件、污染源的状况等进行仔细认真的检查。一旦发现这种异常监测值是由监测仪器等造成的, 所得的监测值就不能正确地反映该地区的实际大气污染状况, 当然也就不能作为评价的依据。

在以日平均值进行评价时, 如果一天(24小时)中的1小时监测值的漏测数(包括上述不能作为评价依据的监测值)超过4小时, 那么, 这一天的数据也不能作为评价的依据。

(2) 长期评价

凡根据本环境标准进行评价, 为了对被评价地区所采取的防治大气污染措施的效果进行确切的判断, 有必要对一年中的连续监测结果进行长期的观察和评价。但是, 鉴于目前监测体系中的监测精密程度有一定的限度, 为了直接反映在监测的某一小时或某一天所出现的特殊情况, 应按如下方法进行长期评价。

在日平均值监测值[不包括上述(1)项中不能作为评价依据的监测值]记录中, 如果监测值偏高的日数在2%的范围以内(即一年365日组的监测值中允许有7日组这样的监测值), 可将其舍去后进行评价。但是, 当超出环境标准的日平均值连续达两天以上时, 就不能按这种方法进行评价。

① 达到环境标准要求的情况

从常规环境大气监测站的数据看, 达到环境标准(长期评价)要求的(即达标率)每年都有所提高。如表1.1所示, 在1981年的1586个有效监测站中, 已有1569个监测站达到了环境标准的要求, 其达标率为98.9%。

表1.2中所列的是没有达到环境标准的监测站名称。其中, 日

表 1.1 常规环境大气监测站二氧化硫浓度的达标情况
(长期评价)

项 目 \ 年 度	1976	1977	1978	1979	1980	1981
监测站总数	1353	1415	1457	1532	1571	1586
达到环境标准的站数	1185	1316	1366	1485	1546	1569
达标率, %	87.6	93.0	93.8	96.9	98.4	98.9

(环境厅调查资料)

注: 未达到有效监测小时数(一年6000小时)的监测站均未统计在内。

表 1.2 1981年二氧化硫浓度未达标的常规环境大气监测站

都道府县	市 町 村	监 测 站
北海道	旭 川	中央监测站
岩 手	官 古	• 藤原监测站
枳 木	足尾町	• 町公所监测站
东 京	中 央	晴海监测站
	港	• 港监测站
	江 东	• 城东监测站
	目 黑	目黑监测站
	荒 川	荒川监测站
	葛 饰	葛饰监测站
新 泻	颈城村	西福岛监测站
奈 良	御 所	御所监测站
冈 山	备 前	• 冲浦监测站
长 崎	长 崎	西浦上支所监测站
鹿儿岛	鹿儿岛	• 谷山福社会馆监测站
		• 有村监测站
	鹿 屋	• 市官署监测站
	樱岛町	• 町公所监测站

(环境厅调查资料)

注: 1. 带有 * 号的监测站据认为是受到樱岛火山活动的影响。

2. 带有 • 号的监测站是日平均值除允许有2%可偏高外超过 0.04PPm 的监测站。

平均值除允许有2%可偏高外超过0.04ppm 的监测站有7个(占41.2%), 日平均值除允许有2%可偏高外虽低于0.04ppm、但连续两天以上超过0.04ppm的监测站有10个(占58.8%)。

② 年平均值的逐年变化情况

日本15个监测站自1965年起连续监测二氧化硫浓度, 其监测结果的逐年算术平均值如图1.1所示。从图中可见, 二氧化硫浓度自1967年达到0.059ppm这一最高值后, 逐年都在降低, 1981年已降到0.014ppm, 仅为1967年高峰值的四分之一。

1980、1981两年期间, 超过有效监测小时数的1532个监测站继续进行监测, 其年平均值的增减情况列于表1.3。