

# 大气中工业排放 有害有机化合物手册

Я. М. 鲁格什科 著



# 大气中工业排放有害有机 化合物手册

Я.М.格鲁什科 著

张宏才 译

汪安璞 校

中国环境科学出版社

1990

## 内 容 简 介

本手册描述了工业排放物中污染大气的有害化合物的物理化学性质。指出了它们对人和动物的一般毒性作用、特殊作用和长期的慢性作用。提供了有害物质的最大容许浓度以及消除工业排放物危害及其废物利用的方法。

本手册既适用于化工和其它部门的化学工作者、工程技术人员、设计人员，又适用于卫生防疫监督机关及企业中环保部门的工作人员。

Я. М. ГРУШКО

### ВРЕДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРЕУ

ЛЕНИНГРАД «ХИМИЯ», ЛЕНИНГРАДСКОЕ

ОТДЕЛЕНИЕ, 1986

### 大气中工业排放有害有机化合物手册

Я. М. 格鲁什科 著

张宏才 译

汪安璞 校

责任编辑 丁枚

\*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京市朝阳区三环印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

\*

1990年2月第一版 开本 787×1092 1/32

1990年2月第一次印刷 印张 9 1/4

印数 1—3 000 字数 212千字

ISBN 7-80010-541-5/X.291

定价：3.90元

## 译 者 的 话

工业的发展，带来了大量的有害物质，污染了环境，危害人类、生物及其它。就某一种有害物质来说，人从空气中所摄取的比从食物、饮水中摄取的要高几百倍甚至几千倍。作者搜集了近1000种进入大气的有害有机化合物，并以大量的实验数据系统地论述了各种有害物质对各种器官、大脑及中枢神经系统的毒性作用，其中有近100种的有害有机化合物具有致癌、致畸作用。同时作者还指出了这些物质的来源、最大容许浓度、提取方法、检测方法及其防治方法。为此，将Я.М.格鲁什科所著《大气中工业排放有害有机化合物》一书译出，供广大读者，特别是环境科学工作者参考。

原书在印刷等方面的一些错误，在翻译中作了修正。由于本人外语水平有限，译文错误难免，敬请批评指正。

在翻译过程中，得到了臧道华、姚亚洲等同志的热情帮助，在此表示感谢！

译 者

## 目 录

序言 .....	( 1 )
常用代号及缩略语.....	( 3 )
工业排放物污染自然环境的防治方法 .....	( 5 )
手册正文 .....	( 21 )
参考资料 .....	(266)
汉语拼音索引.....	(275)

## 序 言

科学技术革命促使工业生产迅速发展，工矿企业制造出成千上万种化学化合物，并被人们所利用。这些化合物中，许多有毒物质降落到生物圈，分解为较简单的化合物或转变成其它化合物，参与生物作用过程，污染了生物圈。这些污染物质对人类、动物、土壤、植物、建筑物、古建筑和艺术古迹都有危害作用。它们沉积在土壤表层，随地表径流进入水体，增强了污水对鱼类及其饵料资源的危害性，并通过饮水对人和动物产生影响。

苏联特别注意环境保护问题，在党和政府的决定中，针对工业排放物问题指出了实现保护外部环境措施的重要性。这些措施已经制定在法律中，其实施经费列入到国民经济计划中，系统地把这些措施付诸于各种工业企业的实践中。但是，要实现这些措施还存在一定难度，如：对生产工艺中无废物生产流程和最大限度地利用有害物质的研究还不够充分，在许多工艺流程中，有害排放物的气体净化效率和除尘效率低，提取低浓度的有害物质的设施价格昂贵。

该书作者把国内外在工业排放物中所含有的有害物质的毒性和防止大气污染方面的知识系统化。物质的毒性大部分取决于它们的分子量、密度、在水中及其它最常用溶剂中的溶解度等物理化学性质，书中引用了这些知识，并提供了大气环境卫生评价的知识、工业排放物中有害物质的提取方法及其测定方法。

从初稿开始，一直到印刷期间，始终得到苏联科学院通

院院士М.Г.沃尔科夫、化学候补博士В.А.巴布金、生物学博士О.М.卡若娃和А.А.迈博罗达、医学博士И.Б.沙干等学者的有价值指导，作者致以深切的感谢。

## 常用代号及缩略语

**Извлечение**——工业排放物中有害物质的提取方法。

**Класс опасности**——危险毒物分级。I——非常危险的物质；II——高度危险的物质；III——中等危险的物质；IV——危险性小的物质。

**КПВ**——爆炸极限浓度，体积百分数（%）。

**ЛД<sub>50</sub>**——实验动物的半数致死量。

**ЛК<sub>50</sub> (ЛК<sub>100</sub>)**——实验动物（小鼠吸入2小时，大鼠吸入4小时）的半（全）数致死浓度。

**M**——物质的分子量。

**Нижн.**——下限。

**ОБУВ**——以计算法确定的大气中化学物质的安全水平（时间标准为3年）。

**Определение**——大气中物质的测定方法（简称测定方法）。

**ПДВ**——进入大气中污染物质的最大容许排放量。在扩散条件非常不利的居民区，这种排放量能保证大气质量符合卫生标准。

**ПДКМ.Р**——居民区大气中化学物质一次最高浓度的最大容许值。在这种浓度的大气环境中30分钟时间内不应引起人体组织内的反射（其中包括次敏感的）反应。

**ПДКсс**——居民区大气中化学物质日平均浓度的最大容许值。长期（常年）不定期地生活在这种浓度的环境中，不应对人发生直接的和间接间的有害影响。



**ПК**——阈（影响最小的）浓度。

**ППК**——阈下（无影响的）浓度。

**ППКодор и ПКодор**——有气味感的阈下浓度及其阈浓度。

**ППКост и ПКост**——实验动物一次吸入时有强刺激作用的阈下浓度及其阈浓度。

**ППКр и ПКр**——对人和实验动物有刺激作用的阈下浓度及其阈浓度。

**ППКсв.ч и ПКсв.ч**——影响眼睛感光性的阈下浓度及其阈浓度。

**ППКхр и ПКхр**——根据实验动物长期吸入而确定的慢性作用的阈下浓度及其阈浓度。

**ППКцнс и Кцнс**——影响中枢神经系统功能活动的阈下浓度及其阈浓度。

**$\rho$** ——室温时测定物质的相对密度（简称密度）。

**С разл.**——分解。

**Т.пл., Т.кип., Т.воспл., Т.всп., Т.свспл.**——熔点，沸点，燃点，闪点，自燃温度，分解温度。

**Термический катализ**——高温下借助于催化剂化学物质的分解作用。

**ЦНС**——中枢神经系统。

# 工业排放物污染自然环境 的防治方法

## 一. 大气的污染源

由于工业排放物对自然环境的污染，从而影响了人、动物、生物、土壤、建筑物，降低了大气的透明度，提高了空气的湿度，增加了烟雾的天数，降低了能见度，引起金属制品的锈蚀。

在党和政府的决定中对环境污染的防治措施已作出规定。

目前，在许多企业中已经实施了这些防治措施。把它们列入到国民经济计划中，拨给经费来实行这些措施，并由监督机构检查政府决定的完成情况。化学家、工艺师、卫生工程师、卫生学家、气象学家对这些措施进行详细地研究。

由于采取了一系列措施，因而污染源的数量及所排放出的有害物质数量都有所减少。

**污染源的辨别** 天然污染源——决定于天然过程（火山喷发、土壤扬尘、地球表层矿源逸出的气体及其它物质）；人为污染源——由人类活动产生（燃烧固体燃料、液体燃料、气体燃料的热电厂、日常生活炉灶、汽车运输、冶金工业、化工企业），毫无疑问，后者是污染环境的主要因素。

在各企业排放物中所含有的有害物质严重地污染了大气。根据有关资料，现有180万种化学物质，每年要合成25万种新的化合物，其中有3000种有致癌作用。化学工业每年

要生产2万—3万种化学物质。资料表明，工业中采用了5万多种有害有机物质，并且每年要合成几千种新的有害有机物质。但是，只能测出其中极少部分致癌性和致畸性的物质。在美国，每年要生产60亿磅（注：1公斤=2.205磅）氯乙烯和100亿磅二氯化乙烯。许多种有害有机物质很容易进入到工业产品中，它们对人体组织的致癌作用已被证实。很多杀虫剂有致癌作用、致畸作用，对胚胎、生殖腺也有影响。在巨大的工业中心，空气中的致癌物质占污染物总量的80%；特别是许多致癌物质都含在石油化工企业的排放物中。根据有关资料，美国、英国、比利时和其他工业发达国家的城市中，大气污染非常严重。在这种情况下，这些城市的大气中一般都含有几十种有害物质。在洛杉矶（美国）城市的大气中，能检测出60种有害物质（烷烃、烯烃、乙炔、芳烃）；这些物质不仅有毒性作用，并且还有光化学作用。

根据世界卫生组织的资料，在世界工业生产中使用了60万种有毒化学物质，并且每年增加3000种新的有毒化学物质；美国工业中使用了64000种有害物质。

## 二、大气中有害物质的特征

根据排放物质的聚合状态分成各种类型，并按其化学成分分成各个组，再按其颗粒的大小分成各副组。

按照排放物的特性可分为：烟雾——是气体和固体的混合物。并与它们形成的液态或固态气溶胶并存在一起使大气受到严重污染；光化学烟雾——是由大气中的混合物之间在太阳光的作用下，相互作用而形成的；灰尘（或粉尘）——是固体物质在机械粉碎时进入气体介质中形成的固体微粒；烟——空气分散体系中低蒸汽压，在重力作用下低速沉降的

微粒；雾——蒸汽凝聚或液体雾化在空气中形成的液滴；氧化剂——在大气中有氮氧化物和活性碳氢化合物存在时所形成的氧化物质。

为了论证保持大气不受有机物质污染的必要措施，必须要有高灵敏度的监测方法，这种灵敏度不高于居民区大气中化学物质的最大容许浓度。

吸入空气中的有害有机化合物会产生一系列的作用：毒性作用、致癌作用（引起恶性肿瘤）、诱变作用（影响到遗传性）、畸形形成作用（生怪胎婴儿）、变态作用等。

毒性作用在志愿军中和动物实验中已证实，并且，在科学研究所和医学院卫生教研室正在研究这种毒性作用。这些研究成果为确定居民区大气中有害物质的最大容许浓度提供了依据。同时，不仅有必要证实吸入空气对生命有机体产生的毒性作用，而且还要证实通过其它途径——如喝水和吃饭对有机体产生的总作用。这种研究有可能确定毒性物质通过各种途径进入到有机体的最大容许量。

本书中对美国吸入空气中某些杀虫剂及饮用水和饮食中每日的最大危险剂量推荐值进行了比较。从引用的资料可以看出，例如七氯，美国推荐居民区空气中吸入的最大容许浓度为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，8小时内进入到有机体中的七氯为 $7\text{mg}$ ；饮用水中最大容许浓度为 $0.0001\text{mg}/\text{L}$ ，当一昼夜消耗 $2\text{L}$ 水时，进入到有机体中的七氯为 $0.002\text{mg}$ ；从粮食中吸收的最大容许浓度为 $0.0005\text{mg}/\text{kg}$ （人平均体重以 $70\text{kg}$ 计），每天进入到有机体中的七氯为 $0.035\text{mg}$ 。可见，一昼夜从空气中吸入、从水中喝进、从粮食中吃进的七氯分别为 $7\text{mg}$ 、 $0.0002\text{mg}$ （比空气中低35000倍）、 $0.035\text{mg}$ （比空气中低200倍）。而对其它杀虫剂来说，作者得出了同样的规劝性，即与饮水和饮食比较，一昼夜从空气中吸入的杀虫剂比喝进和吃进的

杀虫剂要高得多。

进入到大气中的某些多环芳烃、芳香胺、树脂化合物、醛和亚硝胺等有害物质对机体有致癌作用或产生真性瘤作用。

在大型工业的中心分布着许多化学工厂，致癌物质占大气污染总量的80%；石油化工企业周围有大量的致癌物质排放到大气中。

在确定出现恶性肿瘤危险性时应当指出，当大气中有害有机物质进入有机体产生影响，许多物质的致癌作用要经过很长时间才能反映出来。某些致癌物质从开始进入人体到出现第一期临床症状往往要有20年时间的潜伏期，甚至要更长时间。这就是为什么一定要在已知有排放到大气中致癌的化学物信息时，必须完全消除这些致癌物，或在生产工艺过程中用无害的物质来代替它们。

合成化学家们在决定实际采用合成物质的问题和拟定用它来生产的工艺流程时，必须要求他们具有检验化学物质致癌性的知识。当然，肿瘤专家对合成有机化合物致癌的安全性应该作出结论。

对有机体产生诱变作用的有如下化学物质：某些芳香胺，其中包括亚硝胺、醛、卤代烷烃及其衍生物、氯乙烯。活性诱变物是由于大气中含有的诱变前驱物反应而生成的。特别是由臭氧、二氧化氮、硝基化合物与1, 2-苯并芘、多环芳烃发生反应。人的遗传性对于由外部环境中进入到机体内的诱变物质是不可能适应的，而且对这种由外部环境来的诱变物质会进行对抗；诱变物质中有某些是致癌物质，其中如3, 4-苯并芘。

同时，在研究物质的诱变性和评价其诱变性的文献资料时，应当注意对有机体产生作用的诱变物质的剂量和浓度。如果有害物质的阈剂量或阈浓度大大超过其毒性，那末要证

明它们是诱变物质并从生产中去除掉则是缺乏根据的。在这种情况下，诱变作用对其它有生命机体和组织的作用一样，对生殖腺也可能产生毒性影响。

化学物质能使机体产生高度敏感的变应作用，而许多有机化合物也显示了这种作用。它们或者诱发一般疾病（支气管性哮喘及其它疾病），或者诱发皮肤病（皮炎、湿疹及其它）。

有机化合物由工业排放沉降后，对土壤中的微生物群落及生物产生毒性作用。稳定性特别高的化合物危害性最大。土壤中物质的半衰期（与原始浓度比较，进入到土壤中的毒性物质在一定时期内，其浓度降低了50%）和消失了99%的完全消失期可作为其稳定性的判断标准。

进入到大气中的工业排放物在重力作用下，沉积在土壤表层，而后，有一部分随地表径流进入到水体，增强了含有机化合物污水的有害作用。有害有机化合物通过土壤而渗透到地下水中，这是工业排放物降落到土壤表层而造成的。在平水期，水位低时这些有机化合物流入地表水中。因此，进入大气中的工业排放物的多少直接影响到水源中有害物质的含量。

工业排放物对城市中的建筑物、纪念性建筑物、艺术品产生危害作用，使其改变外形而失真。由于进入大气中的有害排放物对城市中有价值的纪念性建筑物的影响，使这些建筑物的外形发生很大变化。

由于大气污染而降低了空气的透明度、能见度、日光的辐射强度和住宅的照明度，提高了空气的湿度，增加了烟雾量；因而影响了大气的光化学反应，形成了光化学氧化剂、尘和烟。

天然的、人为的大气污染的程度，影响的气候和气象要素有：大气温度、逆温、风向和风速、排放物的垂直混合度及其扩散程度。对有害物质扩散最不利的条件是在冬季，这

时地区的气候和地形对大气的扩散也有影响。

在许多城市和工业中心，许多生产中排入大气的有害物质，其中每种中都含有若干种组分。资料表明，工业城市大气中，检测出挥发性的有机化合物从41种增加到了126种。

在大气中共同存在几种综合影响的物质时，按折算公式计算这些物质浓度的和，且和不应超过1：

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1$$

这里：

$C_1, C_2, \dots, C_n$ ——大气中物质的实际浓度；

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ ——同一物质的最大允许浓度。

当毒性物质有综合作用时，必须考虑它们中多数毒性物质的加和效应。根据有关资料，下列化合物具有加和效应：

丙酮、丙烯醛、邻苯二甲酸酐；

丙酮和酚；

丙酮和苯乙酮；

乙醛和乙酸乙烯酯；

苯和苯乙酮；

戊酸、己酸、油酸；

臭氧、二氧化氮和甲醛；

二氧化碳、二氧化氮、甲醛、正己烷；

异丙基苯、异丙基过氧化氢；

二氧化硫和酚；

硫化氢和二尼尔热载体；

二氧化硫、二氧化碳、酚和转炉生产的粉尘；

2, 3-二氧-1, 4-萘醌和1, 4-萘醌；

丙酮、糠醛、甲醛和酚；

醋酸和醋酐；

酚和苯乙酮；

糖醛、甲醇和乙醇；

666和伏杀磷；

酚，二氧化硫、二氧化碳和二氧化氮；

环己烷和苯；

乙烯、丙烯、丁烯、戊烯；

1, 2-二氯丙烷, 1, 2, 3-三氯丙烷、四氯化乙烯。

当大气中共同存在：1) 邻苯二甲酸酐和顺丁烯二酐、1-苯醌；2) 二硫化碳、硫化氢时，对于它们的每一种有毒物质的最大容许浓度应单独计算。当大气中暂时地共同存在 *n*-氯苯异硫氰酸酯和 *m*-氯苯异硫氰酸酯时，并且是在研究它们的分离方法之前，按毒性最大的物质，即 *n*-氯苯异硫氰酸酯制定标准。在连续采用六六六、伏杀磷、бутифос (丁硫磷) 的情况下，依然单个保留每一种物质的最大容许浓度。苏联卫生部制定了关于有害物质在各种具体情况下最大容许浓度的暂行规定。

如果在排放物中存在着加和效应或单一效应的物质，那末排放物的净化使这些有害物质排放到大气中的浓度水平应当按规定的最大容许浓度小几倍来计算。

在评价进入到每个居民点大气中有害物质的总量时，必须考虑到分布在居民点的所有企业、汽车运输和天然排放源的排放物。仅对 2—3 种毒性组分的复合效应进行了实验研究。实际上大气中毒性物质有几十种，甚至几百种。在这少数几种组分试验的基础上查明了某些有害物质的加和效应，并导出了确定最大容许浓度的公式。最好在排放有机化合物很多的工业部门（石油化工工业、硫酸纸浆工业、有机合成企业、合成橡胶企业等）对这一规律性进行验证。



### 三、大气污染的防治

在发表的资料中对防治有害工业排放物的基本措施，其中包括有机物污染源以及无排废生产工艺、生产过程中工艺本身的封闭、有害废物的利用等以及其它措施已有所介绍。另外还介绍了气体净化、除尘、建立高烟囱使有毒物在大气中扩散、在生产过程中用无害物代替有害物、用湿法代替干法处理原料等大气治理的设计方案。苏联H. H. 谢麦诺夫、И. В. 彼得里亚诺夫-索科拉夫、Б. Н. 拉斯科林、Н. М. 查沃罗科夫及其它学者在建立无废物生产工艺、减少工业废弃物的技术等方面的成果有很大意义。

许多企业中，把火炬气用作楼房的供暖，而其余热集中到供热中心。生产沥青排出的废气在炉中700~750℃时3秒钟内可以完全燃烧完。在化肥生产中推广气体重复循环利用的工艺流程。在染料生产中，把加氯作用的碳氢化合物转化为氯气，再把它利用到工艺过程中。关于类似的经验见O-15、O-19、O-21、O-23、O-31、O-32、O-68、O-104等文献。企业要建在住宅区的下风方向；工业区和住宅区之间保持最小的间隔，在这两者之间应有绿化保护带。

### 四、工业排放物中有害物质的提取方法

工业排放物中的有机物，特别是呈潮湿状态的物质，当它们为高浓度时则采用催化燃烧或热燃烧法进行提取；当它们为低浓度时则采用吸附的方法来提取；当它们的浓度极低时则采用跟踪燃烧吸附法来提取。用活性炭、活性焦炭、活性氧化铝及其它物质作为吸附剂。