

21

世纪高等院校教材

大学化学教程

谢克难 主编

 科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

大学化学教程

谢克难 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

《大学化学教程》是教育部“面向 21 世纪工科化学系列课程改革的研究与实践”的成果,是四川大学国家工科基础化学教学基地的系列课程改革之一。

全书分为 8 章,分别论述了化学反应的一般规律、化学热力学和动力学的基本知识、物质结构的基本理论、大气污染与防治、水污染及其处理,以及化学与能源、化学与材料、化学与生命、化学与生活等内容。

本书可作为高等院校非化工类各专业学生的教材,也可供相关工程技术人员使用、参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学教程/谢克难主编. —北京:科学出版社,2006. 8

21 世纪高等院校教材

ISBN 7-03-017542-5

I. 大… II. 谢… III. 化学-高等学校-教材 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 071280 号

责任编辑:杨向萍 周巧龙 吴伶伶 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006 年 8 月第一次印刷 印张: 21 插页:1

印数: 1—5 000 字数: 406 000

定价: 27.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

前 言

化学是中心学科,化学教育是大学生素质教育的必备课程。国内著名大学的文、理、工、管专业均开设不同类型的化学课程。大学化学(普通化学)阐述化学学科的一般原理,是高等工科学校必不可少的一门基础课,是具有综合素养的现代工程技术人员知识结构和能力培养的重要组成部分,在化学和工程之间起着重要的桥梁作用。

《大学化学教程》体系及内容的改革是四川大学国家工科基础化学教学基地的系列课程改革之一。为适应现代科技的发展和对高素质人才培养的需要,教育部把基础课程重新定位为学生科学素质培养的手段,在其功能与作用上要求实现三个转变:由依附性转变为相对独立性,仅为专业课服务的思想必须得到根本改变;由被动性转变为相对主动性,由专业需要的被动选择转变为人才培养和社会需要的主动模式;由单一性转变为相对多样性。根据这一精神,四川大学国家工科基础化学教学基地大学化学教研室和西南科技大学材料学院普化教研室一起,在原有教材的基础上,基于以下原则进行编写:

(1) 本书是在重庆大学和原成都科技大学普化教研室(现四川大学化学教研室)联合编写的《工科大学化学教程》(第二版)(1995年,重庆大学出版社)的基础上,精选核心内容,合并、压缩或删除陈旧内容,吸收现代科技发展成果,重组知识单元编写而成。力求使学生在理解化学科学基本核心内容的基础上,通过进一步学习了解化学与其他学科领域的关系,以及化学在这些学科领域所发挥的重要作用,掌握化学科学的思想与方法,并能用化学的理论观点和方法去思考和解决诸如环境、能源、材料、资源以及生命现象等领域中公众广泛关注的焦点社会问题。

(2) 在编写过程中,对内容的选择参考了高等学校普通化学课程指导小组扩大工作会议有关文件精神 and 普通化学基本教学内容(讨论稿),并结合了工科各专业的特点和对学化学素养的不同要求。在教学过程中,可针对不同专业的学生分层次进行教学。

(3) 为了进一步培养学生的学习兴趣,以及与实际应用紧密联系的学风,拓宽学生的知识面,把握现代科技的脉搏,培养具有综合素质的创新型人才,本书编入了大气污染与防治、化学与能源、化学与材料(包括超导材料、纳米材料、生物医学材料、功能复合材料、信息材料、有机功能高分子材料以及智能材料等新型材料),以及化学与生命、化学与生活等章节。

本书由以下同志合作完成:谢克难(四川大学,第1、6章)、肖玉梅(四川大学,

第 2 章)、龙沁(四川大学,第 3 章)、鲁厚芳(四川大学,第 4 章)、何菁苹(四川大学,第 5 章)、康明(西南科技大学,第 7 章)、钟国清(西南科技大学,第 8 章),最后由谢克难主编统稿并定稿。

由于编者水平所限,书中不当之处在所难免,诚望广大读者指正。

编 者

2006 年 6 月

科学出版社高等教育分社

教学支持说明

科学出版社高等教育分社为了对教师的教学提供支持,特对教师免费提供本教材的电子课件,以方便教师教学。

获取电子课件的教师需要填写如下情况的调查表,以确保本电子课件仅为任课教师获得,并保证只能用于教学,不得复制传播用于商业用途。否则,科学出版社保留诉诸法律的权利。

地址:北京市东黄城根北街16号,100717

科学出版社 高等教育分社 相凌(收)

联系方式:010-6401 1593 010-6403 3787(传真)

xiangling@mail.sciencep.com

请复印后签字盖章,邮寄或者传真到本社,我们确认销售记录后立即赠送。

如果您对本书有任何意见和建议,也欢迎您告诉我们。意见一旦被采纳,我们将赠送书目,教师可以免费选书一本。

证 明

兹证明_____大学_____学院/_____系第_____学年上/下学期开设的课程,采用科学出版社出版的_____
_____(书名/作者)作为上课教材。任课教师为_____
共_____人,学生_____个班共_____人。

任课教师需要与本教材配套的电子课件。

电话:_____

传真:_____

E-mail:_____

地址:_____

邮编:_____

学院/系主任:_____ (签字)

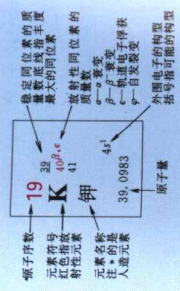
(学院/系办公室章)

_____年_____月_____日

元素周期表

族 周期	s 区		p 区										d 区										ds 区										f 区																																																																															
	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																		
1	1 H 氢 1.00794 (7)	2 He 氦 4.002602(2)	3 Li 锂 6.941(2)	4 Be 铍 9.012182 (3)	5 B 硼 10.811(7)	6 C 碳 12.0107(8)	7 N 氮 14.0067(2)	8 O 氧 15.9994(3)	9 F 氟 18.9984032(6)	10 Ne 氖 20.1797(6)	11 Na 钠 22.989770 (2)	12 Mg 镁 24.3050 (6)	13 Al 铝 26.981538(2)	14 Si 硅 28.0855(3)	15 P 磷 30.973761(2)	16 S 硫 32.065(5)	17 Cl 氯 35.453(2)	18 Ar 氩 39.948 (1)	19 K 钾 39.0983(1)	20 Ca 钙 40.078(4)	21 Sc 钪 44.955910(8)	22 Ti 钛 47.867(1)	23 V 钒 50.9415(1)	24 Cr 铬 51.9961(6)	25 Mn 锰 54.938049(9)	26 Fe 铁 55.845 (2)	27 Co 钴 58.933200(9)	28 Ni 镍 58.6934 (2)	29 Cu 铜 63.546 (3)	30 Zn 锌 65.39 (2)	31 Ga 镓 69.723(1)	32 Ge 锗 72.64(1)	33 As 砷 74.92160(2)	34 Se 硒 78.96(3)	35 Br 溴 79.904(1)	36 Kr 氪 83.80 (1)	37 Rb 铷 85.4678 (3)	38 Sr 锶 87.62(1)	39 Y 钇 88.90585(2)	40 Zr 锆 91.224 (2)	41 Nb 铌 92.90638(2)	42 Mo 钼 95.94 (1)	43 Tc 锝 98.9062(1)	44 Ru 钌 101.07 (2)	45 Rh 铑 102.90550(2)	46 Pd 钯 106.42(1)	47 Ag 银 107.8682(2)	48 Cd 镉 112.411(8)	49 In 铟 114.818(3)	50 Sn 锡 118.710(7)	51 Sb 锑 121.760(1)	52 Te 碲 127.60(3)	53 I 碘 126.90447(3)	54 Xe 氙 131.293(6)	55 Cs 铯 132.90545 (2)	56 Ba 钡 137.327 (7)	57 La 镧 138.9055(2)	58 Ce 铈 140.116(1)	59 Pr 镨 140.90765(2)	60 Nd 钕 144.24 (3)	61 Pm 钷 144.9128(2)	62 Sm 钐 150.36 (3)	63 Eu 铕 151.964(1)	64 Gd 钆 157.25(3)	65 Tb 铽 158.92534(2)	66 Dy 镝 162.50(3)	67 Ho 铈 164.93032(2)	68 Er 铒 167.259(3)	69 Tm 铥 168.93421(2)	70 Yb 镱 173.04(3)	71 Lu 镥 174.967(1)	72 Hf 铪 178.49 (2)	73 Ta 钽 180.9479(1)	74 W 钨 183.84 (1)	75 Re 铼 186.207(1)	76 Os 铱 190.23 (3)	77 Ir 铱 192.217(3)	78 Pt 铂 195.078(2)	79 Au 金 196.96655(2)	80 Hg 汞 200.59(2)	81 Tl 铊 204.3833(2)	82 Pb 铅 207.2 (1)	83 Bi 铋 208.98038(2)	84 Po 钋 209	85 At 砹 210	86 Rn 氡 222	87 Fr 钫 223	88 Ra 镭 226	89 Ac 锕 227	90 Th 钍 232	91 Pa 镤 231	92 U 铀 238	93 Np 镎 237	94 Pu 钚 244	95 Am 镅 243	96 Cm 锔 247	97 Bk 锫 247	98 Cf 锿 251	99 Es 镄 252	100 Fm 镆 257	101 Md 镅 258	102 No 镎 259	103 Lr 铹 260	104 Rf 𨭈 261	105 Db 𨭉 262	106 Sg 𨭊 266	107 Bh 𨭋 268	108 Hs 𨭌 277	109 Mt 𨭍 276	110 Uun 𨭎 289	111 Uuu 𨭏 288	112 Uub 𨭐 288

注：
1. 原子量来自1987年国际原子量表，以¹²C=12为基准。原子量未位数的准确程度加在其后括号内。
2. 商品名的原子量范围在6.94~6.99。
3. 放射性元素列有天然丰度的同位素；天然元素只有半衰期最长的同位素。
4. 原子量未位数的准确程度加在其后括号内。
5. 商品名的原子量范围在6.94~6.99。
6. 放射性元素列有天然丰度的同位素；天然元素只有半衰期最长的同位素。



目 录

前言

第 1 章 气体 大气污染与防治	1
1.1 气体定律	1
1.1.1 理想气体状态方程式	1
1.1.2 道尔顿分压定律	1
1.1.3 真实气体状态方程式——范德华方程	3
1.2 大气及大气污染	3
1.2.1 大气的组成和层次	3
1.2.2 大气污染	4
1.3 大气污染的防治	9
1.3.1 环境空气质量标准	9
1.3.2 大气污染的防治方法	11
习题	12
第 2 章 化学反应的基本规律	14
2.1 化学反应中的能量关系	14
2.1.1 化学热力学的基本概念	14
2.1.2 热力学第一定律	16
2.1.3 化学反应的热效应与焓	17
2.2 化学反应的方向	21
2.2.1 自发过程	21
2.2.2 吉布斯自由能	22
2.2.3 熵	24
2.2.4 吉布斯-亥姆霍兹公式	26
2.3 化学反应的限度——化学平衡	28
2.3.1 化学平衡	28
2.3.2 平衡常数	29
2.3.3 化学平衡的移动	31
2.4 化学反应速率	33
2.4.1 化学反应进度与反应速率	33
2.4.2 影响化学反应速率的因素	35

习题	41
第3章 水溶液和水污染及其处理	44
3.1 水的物理、化学特性	44
3.1.1 水的熔点、沸点	45
3.1.2 水的温度体积效应	45
3.1.3 水的比热容、熔化热、汽化热	46
3.1.4 水的介电常数及溶解特性	47
3.2 水溶液的酸碱性	47
3.2.1 酸碱质子理论	48
3.2.2 水的质子自递反应	49
3.2.3 一元弱酸弱碱水溶液的 pH	50
3.2.4 多元弱酸和弱碱的 pH	52
3.2.5 缓冲溶液	53
3.3 水溶液中的沉淀-溶解平衡	55
3.3.1 溶度积	55
3.3.2 溶解度	56
3.3.3 溶度积规则	57
3.3.4 沉淀转化	60
3.3.5 分步沉淀	61
3.4 水的污染	61
3.4.1 酸、碱、盐等无机物污染	63
3.4.2 重金属污染	63
3.4.3 有机物污染	64
3.4.4 热污染	66
3.5 水质指标与水处理	66
3.5.1 评价水质的工业指标	66
3.5.2 水处理	70
习题	77
第4章 物质结构基础	80
4.1 原子结构	80
4.1.1 原子核外电子的运动特性	80
4.1.2 核外电子运动状态描述	82
4.1.3 核外电子的分布	88
4.1.4 原子结构和元素周期表	91
4.1.5 元素基本性质的周期性	93

4.2 化学键与分子结构	99
4.2.1 离子键	100
4.2.2 共价键	101
4.2.3 分子的几何构型	104
4.2.4 配位键与配位化合物	110
4.2.5 分子间力和氢键	114
4.3 晶体结构	119
4.3.1 晶体及其结构	119
4.3.2 离子晶体	121
4.3.3 原子晶体、分子晶体和金属晶体	123
4.3.4 混合型晶体	125
4.3.5 实际晶体	126
习题	128
第5章 化学与能源	131
5.1 能源概述	131
5.2 煤、石油和天然气	133
5.2.1 煤	133
5.2.2 石油和天然气	134
5.3 电化学原理及化学电源	135
5.3.1 原电池与电极电势	135
5.3.2 元素电势图及其应用	146
5.3.3 化学电源	148
5.4 核能	153
5.4.1 核裂变能、核电站	153
5.4.2 核聚变能	156
5.5 新能源	157
5.5.1 太阳能	157
5.5.2 氢能	159
5.5.3 生物质能	162
5.5.4 地热能	162
5.5.5 海洋能	163
5.5.6 风能	164
习题	164
第6章 化学与材料	167
6.1 概述	167

6.2	金属材料	169
6.2.1	金属材料概述	169
6.2.2	金属元素通论	170
6.2.3	重要金属结构材料	176
6.2.4	重要金属功能材料	185
6.2.5	金属的腐蚀与防腐	190
6.3	无机非金属材料	194
6.3.1	概述	194
6.3.2	新型陶瓷材料	195
6.3.3	激光材料	196
6.3.4	耐磨、耐高温材料	197
6.3.5	纳米材料	198
6.4	有机高分子材料	202
6.4.1	高分子概述	202
6.4.2	聚合物的结构与性质	210
6.4.3	传统高分子材料	214
6.4.4	新型功能高分子材料	218
6.5	新型复合材料	220
6.6	信息材料	223
6.6.1	半导体材料	223
6.6.2	光导纤维	225
6.6.3	化学传感器	226
6.7	生物材料	229
6.7.1	生物材料的发展历史	229
6.7.2	几类重要的生物材料	230
6.7.3	生物材料发展现状与展望	232
6.8	智能材料	233
6.8.1	智能材料的概念及其功能	233
6.8.2	智能材料的应用前景	235
	习题	238
第7章	化学与生命	241
7.1	化学与生命的关系	241
7.1.1	化学是生命运动的基础	241
7.1.2	生命起源于化学	242
7.2	生命的物质基础	243

7.2.1 蛋白质	243
7.2.2 生物酶	245
7.2.3 核酸	247
7.3 生命的遗传	250
7.3.1 遗传现象	250
7.3.2 DNA 的复制	252
7.3.3 蛋白质的合成	254
7.3.4 基因	257
7.4 化学与仿生学	261
7.4.1 概述	261
7.4.2 仿生酶	261
7.4.3 仿生固氮	262
7.4.4 仿生膜	264
7.4.5 仿生昆虫信息素	265
习题	267
第 8 章 化学与生活	268
8.1 化学与衣、食、住、行	268
8.1.1 服装与化学	268
8.1.2 饮食与化学	270
8.1.3 居家环境与化学	276
8.1.4 行与健康	277
8.2 化学与健康	278
8.2.1 健康与化学的关系	278
8.2.2 矿物质与健康	282
8.2.3 维生素与健康	287
8.3 药物与疾病	289
8.3.1 概述	289
8.3.2 常用的化学药物	290
8.3.3 癌症与基因治疗	294
8.4 日用化学品	296
8.4.1 洗涤剂	296
8.4.2 化妆品	299
8.4.3 口腔卫生用品	304
习题	305
参考文献	306
附录	307

第 1 章 气体 大气污染与防治

物质可以固态、液态、气态和超临界流体等状态存在。物质所处的状态取决于它的温度、压力、密度、组成等状态参数。通常所说的气体、液体、固体是指常温常压下的聚集状态,而气体的性质最简单。

空气是人类和一切生物赖以生存的必要条件。了解大气污染的原因,提出防治措施,是工程技术人员的重要任务之一。

1.1 气体定律

1.1.1 理想气体状态方程式

为了使研究的问题理想化,可以把气体分子设想为只有位置而无体积的几何点,其相互之间无任何作用力,这种气体称为理想气体。我们所接触的空气或其他一些气体,其分子都有体积,分子之间也存在着相互作用力,这些气体称为真实气体。

当真实气体处于压力较低(如不高于 100kPa),温度较高的情况下,其表现出来的性质接近于理想气体的性质,这样,就可以用描述理想气体的一些定律来处理真实气体。

对于理想气体来说,压力 p 、体积 V 、物质的量 n 和热力学温度 T 之间的关系为

$$pV=nRT$$

此式叫做理想气体状态方程式,其中 R 为摩尔气体常量,其值为 $8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

1.1.2 道尔顿分压定律

在日常生活和工业生产中,经常遇到能以任意比混合的气体混合物。例如,空气就是氧气、氮气、二氧化碳、稀有气体等几种气体的混合物;合成氨的原料是氢气、氮气的混合物。通常把混合气体中的每一种气体称为组分气体。混合气体中各组分气体的相对含量,可以用气体的分体积或体积分数来表示,也可以用组分气体的分压来表示。

1. 分体积、体积分数、摩尔分数

分体积是指在相同温度下,组分气体具有和混合气体相同压力时所占的体积。

混合气体总体积($V_{\text{总}}$)等于各组分气体分体积(V_i)之和,即

$$V_{\text{总}} = \sum_i V_i = V_1 + V_2 + \cdots + V_i$$

每一种组分气体的体积分数就是该组分气体的分体积与总体积之比。体积分数常用 φ_i 表示,即

$$\varphi_i = \frac{V_i}{V_{\text{总}}}$$

某组分气体“物质的量”与混合气体的总“物质的量”之比,称为该组分气体的摩尔分数,用符号 x_i 表示,即

$$x_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$$

2. 分压定律

1801年,道尔顿(Dalton)指出:混合气体的总压力等于各组分气体的分压力之和,即

$$p_{\text{总}} = \sum_i p_i = p_1 + p_2 + \cdots + p_i$$

组分气体的分压力是指在同一温度下,它单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力。这叫做道尔顿分压定律。

可以推导出:混合的理想气体与单一的理想气体的状态方程式有相同的形式,即

$$p_{\text{总}} V = n_{\text{总}} RT \quad (1-1)$$

由 $p_i V = n_i RT$ 及式(1-1),可得

$$p_i = p_{\text{总}} \frac{n_i}{n_{\text{总}}} = p_{\text{总}} x_i \quad (1-2)$$

即组分气体 i 的分压等于混合气体的总压与组分气体 i 的摩尔分数之积。

同理可得

$$p_i = p_{\text{总}} \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = p_{\text{总}} \varphi_i \quad (1-3)$$

即组分气体 i 的分压等于混合气体的总压与组分气体 i 的体积分数之积。

在实际工作中,常采用气体分析法,在 100kPa 下,测量混合气体的总体积和各组分气体的分体积,再根据式(1-3)计算各组分气体的分压。例如,烟道气(只含 CO_2 一种酸性气体)样品为 100.0cm^3 ,通过 KOH 溶液吸收后,剩下 86.00cm^3 ,则 CO_2 气体的体积分数

$$\varphi(\text{CO}_2) = (100.0\text{cm}^3 - 86.00\text{cm}^3) / 100.0\text{cm}^3 = 0.1400$$

根据式(1-3), CO_2 在烟道气中的分压为

$$p(\text{CO}_2) = 100\text{kPa} \times 0.1400 = 14.00\text{kPa}$$

1.1.3 真实气体状态方程式——范德华方程

实验证明,将理想气体状态方程式应用于真实气体会出现偏差。当温度一定时,某些真实气体在高压下,其可压缩性比理想气体要小,而在低压下,其反而比理想气体更容易压缩,这种偏离理想气体的性质,表明真实气体的分子占有体积,分子之间存在着相互作用力。

1873年,范德华(van der Waals)等考虑到真实气体与理想气体发生偏差的两个因素,提出一个可用于真实气体的方程,称为范德华方程。即

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT \quad (\text{对 } 1\text{mol 气体})$$

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad (\text{对 } n\text{ mol 气体})$$

式中: a, b ——范德华常数;

V_m ——1mol 真实气体的体积。

1.2 大气及大气污染

1.2.1 大气的组成和层次

1. 大气的组成

大气圈包围在地球之外。构成大气圈的物质总称为大气,它是空气、水蒸气和杂质组成的混合物。空气成分以氮、氧、氩为主,按体积分数计,氮为 0.7809,氧为 0.2095,氩为 0.0093,三者共占的体积分数在 0.999 以上,成为大气的主要成分。此外,大气中还有少量的 CO_2 、稀有气体及臭氧等。水蒸气是大气中的一种特殊成分,它的含量随季节、气象等的变化而不同。在通常情况下,水蒸气含量为 4%(质量分数)以下。

人类生活在大气圈中,靠空气中的氧来生存,所以大气与生命的关系甚为密切。一般成年人每天需要呼吸 $10 \sim 12\text{m}^3$ 的空气,它相当于一天食物质量的 10 倍,饮水质量的 3 倍。一个人可以几周不吃食物,几天不喝水,但断绝空气却几分钟也不行,可见空气对维持生命的重要性,而清洁空气则是健康的重要保证。

2. 大气的主要层次

大气上层含有的物类与下层迥然不同。由于下层区的组成是相对均匀的,因而有一种分层法是把大气分成均质层(组成几乎不变)和非均质层(组成变化很大)。

最常用的分层法,是按照温度随海拔高度变化而变化的情况划分大气层。按此法划分的各个温度层区及其特性列于表 1-1 中。

表 1-1 大气的主要层次及其特征

层 区	温度范围/°C	海拔高度范围/km	其中有意义的化学物类
对流层	15~-56	0~(10~16) ¹⁾	N ₂ 、O ₂ 、CO ₂ 、H ₂ O
平流层	-56~-2	(10~16)~50	O ₃
中间层	-2~-92	50~85	O ₂ ⁺ 、NO ⁺
热成层(电离层)	-92~1200	85~500	O ₂ ⁺ 、O ⁺ 、NO ⁺

1) 对流层与平流层之间界限在 10~16km 海拔高度间变动。

1.2.2 大气污染

1. 大气污染概况

所谓大气污染,就是指大气中的有害物质含量超过了一定的指标,使大气质量恶化,对人体、动植物、设备财产造成危害的现象。那些达到一定浓度以后,能对人体或设备发生物理、化学作用,影响、破坏人体、设备的正常功能,引起暂时或永久性病变或破坏的物质叫做大气污染物。大气污染物的种类很多,目前已产生危害,或者已受到人们注意的污染物大致有 100 种,其类别大体如表 1-2 所示。

当前,对环境质量影响较大被列入空气质量标准的污染物,除粉尘外,主要有 SO₂、CO、NO_x、碳氢化合物和 O₃ 等。

表 1-2 大气污染物

分 类	成 分
粉尘	碳粒、飞灰、CaCO ₃ 、ZnO、PbO ₂ 、各种金属尘粒
含硫化合物	SO ₂ 、SO ₃ 、H ₂ SO ₄ 、H ₂ S、CS ₂ 、硫醇等
含氮化合物	NO、NO ₂ 、NH ₃ 等
臭氧及过氧化物	O ₃ 、过氧化物
碳氧化合物	CO、CO ₂
氟及卤化物	Cl ₂ 、HF、HCl、SF ₄
有机化合物	烃类、甲醛、有机酸、焦油、有机卤化物、酮类、稠环化合物、酚类、醚类

2. 大气污染源

大气污染来源于人类活动与自然过程,自然过程造成暂时的、局部的污染,而人类活动造成的污染则是长期的、广泛的。因此,这里所说的大气污染源是指人为

因素形成的,一般分为三类:

1) 工业污染源

工矿企业的生产过程和燃料燃烧过程中,排放的有害物质是造成大气污染的污染源,称为工业污染源。

2) 生活污染源

人类为了满足生活的需要,使用家庭炉灶及取暖设备等排放的有害物质,称为生活污染源。

3) 交通污染源

汽车、飞机、火车等交通工具排放的尾气称为交通污染源。

根据国家环境保护总局的统计:2004年,全国二氧化硫排放量为2254.9万t,其中工业排放量为1891.4万t,生活排放量为363.5万t;烟尘排放量为1095.0万t,其中工业排放量为886.5万t,生活排放量为208.5万t;工业粉尘排放量为904.8万t。全国近年废气中主要污染物排放量统计结果见表1-3。

表1-3 全国近年废气中主要污染物排放量(单位:万t)

项目	二氧化硫排放量			烟尘排放量			工业粉尘 排放量
	合计	工业	生活	合计	工业	生活	
2000	1995.1	1612.5	382.6	1165.4	953.3	212.1	1092.0
2001	1947.8	1566.6	381.2	1069.8	851.9	217.9	990.6
2002	1926.6	1562.0	364.6	1012.7	804.2	208.5	941.0
2003	2158.7	1791.4	367.3	1048.7	846.2	202.5	1021.0
2004	2254.9	1891.4	363.5	1095.0	886.5	208.5	904.8
年度增减率/%	4.5	5.6	-1	4.4	4.8	2.9	-11.4

3. 大气污染的危害

烟是引起大气污染最明显、最常见的毒物,是一种含有固体微粒和液体微粒的气溶胶。固体微粒有烟黑、粉尘、重金属及其化合物等;液体微粒为水滴和酸滴等。烟黑是燃烧不完全而产生的小黑颗粒,含碳、氢、氧多种元素,有的烟黑带有多种稠环芳烃——公认的致癌物。粉尘直径大于 $10\mu\text{m}$ 的为落尘,小于 $10\mu\text{m}$ 的为飘尘。落尘容易自行沉降,飘尘会长时间在空气中飘浮,特别是直径 $5\mu\text{m}$ 内的飘尘比细菌还小,可以在人和畜的肺部沉积,甚至由肺泡进入血液被送至全身;有的飘尘粒子本身就是重金属或非金属氧化物,表面还会吸附一些致癌性很强的芳香烃化合物。所以,世界各国都视飘尘为大气污染之首。

大气中硫氧化物(SO_x),是指 SO_2 和 SO_3 ,它们主要来自燃烧含硫的燃料[煤含硫 $w(\text{S})=0.005\sim 0.05$,石油含硫 $w(\text{S})=0.005\sim 0.03$]。 SO_2 是无色有臭味的