



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 大气污染控制工程

(第三版)

郝吉明 马广大 王书肖 主编



高等教育出版社  
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 大气污染控制工程

## Daqi Wuran Kongzhi Gongcheng

(第三版)

郝吉明 马广大 王书肖 主编



高等教育出版社·北京

HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

000 037 号  
00-30485 号

## 内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是由教学名师奖获得者、清华大学郝吉明院士,西安建筑科技大学马广大教授和清华大学王书肖副教授主编的。本书根据学科的发展和教学需求,针对我国城市大气污染由煤烟型污染转为机动车和煤烟复合型污染的特点,结合国内外大气污染控制技术和大气科学研究的最新进展,借鉴国外著名大学相关课程教学的特点,对第二版教材的内容进行了修订和调整。主要的修订内容包括大气扩散模式及应用、氮氧化物的控制技术、大气污染与气候变化、颗粒物性质及测量技术,精简了除尘部分的内容,改写了挥发性有机物污染控制一章;此外,还补充了气态污染物控制的工程案例,从整体上强化了清洁煤技术,精炼了最后两章内容。为便于教学,本书还附有例题和习题。

本书可作为高等学校环境类专业的教学用书,也可供从事环境保护工作的技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

大气污染控制工程/郝吉明,马广大,王书肖主编.  
北京:高等教育出版社,2010.1

ISBN 978-7-04-028406-5

I. 大… II. ①郝…②马…③王… III. 空气污染控制-高等学校-教材 IV. X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 221249 号

策划编辑 陈文 责任编辑 谭燕 封面设计 于文燕  
责任绘图 杜晓丹 版式设计 余杨 责任校对 王效珍  
责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印刷 高等教育出版社印刷厂

开本 787×960 1/16  
印张 38.75  
字数 730 000

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 1989年5月第1版  
2010年1月第3版  
印次 2010年1月第1次印刷  
定价 48.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28406-00

## 第三版前言

《大气污染控制工程》自出版以来,受到广大读者的好评,在国内高等学校获得广泛的应用。本书第一版于1989年出版,为推动我国的环境工程教育起到重要作用,在1992年获国家级优秀教材称号;第二版为普通高等教育“十五”国家级规划教材,于2002年出版,并相继配套出版了《大气污染控制工程例题与习题集》(高等教育出版社,2003),《大气污染控制工程实验》(高等教育出版社,2004),《大气污染控制工程多媒体自学课件》(高等教育出版社/高等教育电子音像出版社,2005),初步形成该课程的“立体化”教材。实践证明,同行对教材的修订是认同的。现在有百所以上学校、每年数以万计的环境类学生选用此教材,《大气污染控制工程》第二版于2004年被评为北京市精品教材。《大气污染控制工程》(第三版)为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

《大气污染控制工程》(第二版)自出版至今的过程中,人们对大气污染控制方面的认识在不断深化,大气污染控制的理论和技术也在不断发展。突出特点是面对气候变化和区域性复合大气污染,我们需要立足于多污染物协同控制,探索气候友好的空气质量控制战略,应更加关注二次污染物对人体健康效应。同时,为紧密配合教育部实施“质量工程”,深化教学改革,需要进一步优化课程体系和内容,更加重视实践教学和工程教学,提高课程教学质量。因此,根据学科发展现状和教学的要求,《大气污染控制工程》(第三版)在第二版的基础上进行了修改、补充和完善。

全书由郝吉明、马广大和王书肖担任主编,参加编写的人员有:清华大学郝吉明(第二、六、九、十章),王书肖(第七、八章),傅立新(第十一章),贺克斌(第十二章);西安建筑科技大学马广大与黄学敏(第一、三、四章),马广大(第五章)和张承中(第十三章)。

本书在编写过程中,得到国内同仁的热情鼓励和帮助,对教材的修订提出许多宝贵建议。高等教育出版社编辑陈文、谭燕为本书的出版付出了辛勤的劳动。清华大学和西安建筑科技大学的多届本科生和研究生为教材的修订提出过许多积极建议,在资料收集、图表加工等方面给予诸多帮助。在此,对上述同志表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,在本书的编写过程中难免会出现漏误之处,热忱希望读者提出批评和意见。

编者

2009年8月

## 第二版前言

本书的第一版自1989年出版以来,深受广大读者喜爱,先后印刷6万余册,为推动我国的环境工程教育事业起到一定作用,本书于1992年获国家级优秀教材称号。

《大气污染控制工程》问世已逾13年,无论国内还是国外,人们对大气污染的关注已由局部的或区域的污染扩展至全球气候变化;关注的污染物也不仅是常规的一次污染物,人们越来越关注二次污染物和一些微量的有毒有害物质对环境和人体健康的影响;大气污染控制技术自身也由以末端控制为主发展为以清洁生产为中心的全过程控制。随着社会和经济的发展,我国大气污染控制的重点逐渐由燃煤污染控制扩展至机动车污染控制。最近,清华大学将“大气污染控制工程”列为首批“精品课程”建设计划。为满足21世纪教学的需要,充分体现本学科当前的发展水平,在众多同事及朋友的热情鼓励和催促下,我们对第一版教材作了较大的修改和补充。

在修订过程中,我们对教材的体例进行了新的尝试。在第一版中,对气态污染物的控制是以控制手段为主线展开的。实际上人们更希望对一些重要污染物的控制获得系统的知识。为此,我们在简要讨论气态污染物控制技术基础后,以控制主要污染物和主要控制对象为主线展开。第一版第10章“大气污染控制系统分析”,对于学生建立大气污染控制系统和综合控制的观念是重要的,但多数学校将这部分内容放到“环境系统分析”或类似的课程中,由于篇幅所限,第二版中删去了这部分内容。此外,教材中较多地引用了国外的最新研究成果,其中有些图表的单位不符合国际单位制,为保持原图表的风格和特色,不便对其转化,但在书后给出了相关的换算系数,以供读者参考。

全书由郝吉明和马广大担任主编,参加编写的人员有:

- 第一章 马广大、黄学敏;
- 第二章 郝吉明;
- 第三章 马广大、黄学敏;
- 第四、五章 马广大;
- 第六章 郝吉明;
- 第七章 郝吉明、王书肖;
- 第八章 陆永琪、郝吉明、王书肖;
- 第九章 郝吉明;
- 第十章 郝吉明、李国文;

第十一章 傅立新;

第十二章 贺克斌;

第十三、十四章 张承中。

本书编写过程中,得到教育部“高等学校环境工程教学指导委员会”同仁的热情鼓励和帮助,使用本书第一版的兄弟学校教师对第二版的编写提出了许多宝贵意见。高等教育出版社张月娥编审帮助审阅了部分书稿,本书的责任编辑陈文副编审对工作一丝不苟,为本书的出版付出了辛勤的劳动。清华大学和西安建筑科技大学的多届本科生和研究生为该教材的完善提出过许多积极建议。在此,对上述同志表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,热忱希望读者提出批评和建议。

编者

2002年4月

本书编写过程中,得到教育部“高等学校环境工程教学指导委员会”同仁的热情鼓励和帮助,使用本书第一版的兄弟学校教师对第二版的编写提出了许多宝贵意见。高等教育出版社张月娥编审帮助审阅了部分书稿,本书的责任编辑陈文副编审对工作一丝不苟,为本书的出版付出了辛勤的劳动。清华大学和西安建筑科技大学的多届本科生和研究生为该教材的完善提出过许多积极建议。在此,对上述同志表示诚挚的谢意。

- : 傅学黄, 大气区 章一章
- : 阳吉琳 章二章
- : 傅学黄, 大气区 章三章
- : 大气区 章正, 四章
- : 阳吉琳 章六章
- : 肖件王, 阳吉琳 章七章
- : 肖件王, 阳吉琳, 梅永胡 章八章
- : 阳吉琳 章九章
- : 文国幸, 阳吉琳 章十章

# 第一版前言

“大气污染控制工程”是高等学校环境工程专业的一门重要专业课。本书是根据国家教育委员会高等工业学校环境工程专业教材委员会制定的教学基本要求,结合清华大学和西安冶金建筑学院多年讲授“大气污染控制工程”的经验,在参考了各校教材讲义的基础上,为高等学校环境工程专业编写的一本教材。本书系统地阐述了大气污染控制的原理、方法和有关设计计算问题,并以国内常用的较为成熟的技术为主,适当介绍了国内外的先进实用技术,力求理论联系实际,注意培养学生分析问题和解决问题的能力。其内容适应80~100学时教学需要,也可供从事大气污染控制设备设计和使用的化学、环境及机械工程人员以及环境保护管理干部学习参考。

本书以控制“煤烟型”大气污染为主要内容,不仅包括除尘技术和气态污染物控制等部分,而且对燃烧过程中污染物的产生及控制进行了较深入的论述;为了充分利用大气对污染物的稀释和扩散作用,列入了“大气扩散”一章;结合环境区域规划、综合防治,在单项治理技术的基础上,另列了“大气污染控制系统分析”一章。这些内容反映了国内外同类教科书的目前水平,也初步反映了我国大气污染控制的工业实践和科学研究的现状。

全书由郝吉明和马广大担任主编,参加编写的人员有:清华大学郝吉明(第二、五、六、七章),徐康富(第八章),俞珂(第十章);西安冶金建筑学院马广大(第一、三、四章)和张承中(第九章)。

在本书编写过程中,许多兄弟学校及研究单位给予了大力的支持和帮助,国家教育委员会高等工业学校环境工程专业教材委员会林肇信和叶昌仁主持了该书的审稿会,并对全书进行了认真的审校,付出了辛勤的劳动,在此一并致以衷心感谢。由于我们水平有限,实践经验不足,如有缺点、错误,欢迎读者批评指正。

编者

1988年3月14日

第二章 燃烧与大气污染	28
第一节 燃料的性质	28
一、煤	28
二、石油	34
三、天然气	36
四、非常规燃料	36
第二节 燃料燃烧过程	38
一、影响燃烧过程的主要因素	38

42	第一节 大气与大气污染	88
44	一、大气的组成	88
44	二、大气污染	89
44	三、全球性大气污染问题	90
44	第二节 大气污染物及其来源	91
44	一、大气污染物	91
44	二、大气污染物的来源和发生量	93
44	三、中国城市大气污染概况	93
44	第三节 大气污染的影响	94
44	一、对人体健康的影响	94
44	二、对植物的伤害	11
44	三、对器物和材料的影响	11
44	四、对大气能见度和气候的影响	16
44	第四节 大气污染综合防治	18
44	一、大气污染综合防治的含义	18
44	二、大气污染综合防治措施	19
44	第五节 环境空气质量控制标准	21
44	一、环境空气质量控制标准的种类和作用	21
44	二、环境空气质量标准	22
44	三、工业企业设计卫生标准	23
44	四、大气污染物排放标准	24
44	五、空气污染指数及报告	25
44	<b>第二章 燃烧与大气污染</b>	28
44	第一节 燃料的性质	28
44	一、煤	28
44	二、石油	34
44	三、天然气	36
44	四、非常规燃料	36
44	第二节 燃料燃烧过程	38
44	一、影响燃烧过程的主要因素	38



二、燃料燃烧的理论空气量 .....	39
三、燃烧产生的污染物 .....	42
四、热化学关系式 .....	44
第三节 烟气体积及污染物排放量计算 .....	46
一、烟气体积计算 .....	46
二、污染物排放量的计算 .....	47
第四节 燃烧过程硫氧化物的形成 .....	49
一、燃料中硫的氧化机理 .....	49
二、 $\text{SO}_2$ 和 $\text{SO}_3$ 之间的转化 .....	52
第五节 燃烧过程中颗粒污染物的形成 .....	54
一、碳粒子的生成 .....	54
二、燃煤烟尘的形成 .....	56
第六节 燃烧过程中其他污染物的形成 .....	59
一、有机污染物的形成 .....	60
二、一氧化碳的形成 .....	61
三、汞的形成与排放 .....	62
<b>第三章 大气污染气象学</b> .....	66
第一节 大气圈结构及气象要素 .....	66
一、大气圈垂直结构 .....	66
二、主要气象要素 .....	69
第二节 大气的热力过程 .....	73
一、太阳、大气和地面的热交换 .....	73
二、气温的垂直变化 .....	74
三、大气稳定度 .....	76
四、逆温 .....	77
五、烟流形状与大气稳定度的关系 .....	79
第三节 大气的运动和风 .....	80
一、引起大气运动的作用力 .....	80
二、大气边界层中风随高度的变化 .....	82
三、近地层中的风速廓线模式 .....	82
四、地方性风场 .....	83
<b>第四章 大气扩散浓度估算模式</b> .....	87
第一节 湍流扩散的基本理论 .....	87
一、湍流概念简介 .....	87
二、湍流扩散理论简介 .....	87

144	第二节 高斯扩散模式	88
145	一、高斯模式的有关假定	88
146	二、无界空间连续点源扩散模式	89
146	三、高架连续点源扩散模式	90
147	四、地面连续点源扩散模式	91
149	五、颗粒物扩散模式	92
150	第三节 污染物浓度的估算	92
151	一、烟气抬升高度的计算	92
151	二、扩散参数的确定	95
152	第四节 特殊气象条件下的扩散模式	103
152	一、封闭型扩散模式	103
152	二、熏烟型扩散模式	105
152	第五节 城市及山区的扩散模式	107
160	一、城市大气扩散模式	107
160	二、山区扩散模式	111
162	第六节 区域大气环境质量模型	113
163	一、箱式大气环境质量模型	113
163	二、多源大气环境质量模型	114
171	三、《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》中排放总量 限值的计算方法	114
171	第七节 烟囱高度的设计	117
172	一、烟囱高度的计算	117
177	二、烟囱设计中的几个问题	119
182	第八节 厂址选择	120
182	一、厂址选择中所需的气候资料	120
190	二、长期平均浓度的估算	122
192	三、厂址选择	123
	<b>第五章 颗粒污染物控制技术基础</b>	127
200	第一节 颗粒的粒径及粒径分布	127
202	一、颗粒的粒径	127
203	二、粒径分布	129
208	三、平均粒径	134
210	四、粒径分布函数	136
211	第二节 粉尘的物理性质	143
211	一、粉尘的密度	143

88	二、粉尘的安息角与滑动角	144
88	三、粉尘的比表面积	145
88	四、粉尘的含水率	146
88	五、粉尘的润湿性	146
88	六、粉尘的荷电性和导电性	147
88	七、粉尘的黏附性	149
88	八、粉尘的自燃性和爆炸性	150
88	第三节 净化装置的性能	151
88	一、净化装置技术性能表示方法	151
88	二、净化效率的表示方法	152
88	第四节 颗粒捕集的理论基础	156
88	一、流体阻力	156
88	二、阻力导致的减速运动	159
88	三、重力沉降	160
88	四、离心沉降	162
88	五、静电沉降	162
88	六、惯性沉降	163
88	七、扩散沉降	165
88	<b>第六章 除尘装置</b>	171
88	第一节 机械除尘器	171
88	一、重力沉降室	171
88	二、惯性除尘器	175
88	三、旋风除尘器	177
88	第二节 电除尘器	189
88	一、电除尘器的工作原理	189
88	二、电晕放电	190
88	三、粒子荷电	193
88	四、荷电粒子的运动和捕集	197
88	五、被捕集粉尘的清除	200
88	六、电除尘器的结构	202
88	七、粉尘电阻率	205
88	八、电除尘器的选择和设计	208
88	九、热端电除尘器	210
88	第三节 袋式除尘器	211
88	一、袋式除尘器的工作原理	211

333	二、袋式除尘器的压力损失	213
334	三、袋式除尘器的滤料	215
335	四、袋式除尘器的清灰	216
336	五、袋式除尘器的选择、设计和应用	219
336	六、电袋除尘器	222
336	第四节 湿式除尘器	226
339	一、概述	226
345	二、湿式除尘器的除尘机理	227
345	三、喷雾塔洗涤器	232
345	四、旋风洗涤器	234
322	五、文丘里洗涤器	235
322	第五节 除尘器的选择与发展	239
323	一、除尘器的合理选择	239
323	二、除尘设备的发展	242
	<b>第七章 气态污染物控制技术基础</b>	250
370	第一节 吸收法净化气态污染物	250
378	一、吸收原理	250
378	二、物理吸收传质计算	258
380	三、化学吸收传质计算	266
380	四、吸收设备	276
	第二节 吸附法净化气态污染物	278
385	一、吸附原理	278
385	二、吸附剂	282
388	三、吸附速率	286
388	四、吸附工艺与设备计算	289
390	第三节 催化法净化气态污染物	303
394	一、催化原理与催化剂	304
398	二、气固催化反应动力学	307
400	三、SO <sub>2</sub> 催化氧化动力学方程	313
404	四、气固相催化反应器的设计	315
	<b>第八章 硫氧化物的污染控制</b>	324
404	第一节 硫循环及硫排放	324
404	第二节 燃烧前燃料脱硫	328
404	一、煤炭的固态加工	328
404	二、煤炭的转化	329

215	三、重油脱硫	333
215	第三节 流化床燃烧脱硫	334
215	一、流化床燃烧技术概述	334
215	二、流化床燃烧脱硫的化学过程	336
225	三、流化床脱硫的主要影响因素	336
225	四、脱硫剂的再生	339
225	第四节 高浓度二氧化硫尾气的回收与净化	339
225	第五节 低浓度二氧化硫烟气脱硫	342
225	一、烟气脱硫方法概述	342
235	二、石灰石/石灰法湿法烟气脱硫技术	345
245	三、喷雾干燥法烟气脱硫技术	355
245	四、氧化镁湿法烟气脱硫技术	359
245	五、海水烟气脱硫技术	363
245	六、湿式氨法烟气脱硫技术	366
255	七、干法烟气脱硫技术	368
255	八、烟气脱硫技术的综合比较	370
	<b>第九章 固定源氮氧化物污染控制</b>	<b>378</b>
255	第一节 氮氧化物性质及来源	378
255	第二节 燃烧过程中氮氧化物的形成机理	380
255	一、热力型 $\text{NO}_x$ 形成的热力学	380
255	二、热力型 $\text{NO}_x$ 形成的动力学——泽利多维奇 (Zeldovich) 模型	383
255	三、瞬时 $\text{NO}_x$ (prompt $\text{NO}_x$ ) 的形成	387
255	四、燃料型 $\text{NO}_x$ (fuel $\text{NO}_x$ ) 的形成	388
255	第三节 低氮氧化物燃烧技术	389
255	一、低 $\text{NO}_x$ 燃烧技术	390
255	二、先进的低 $\text{NO}_x$ 燃烧器	394
255	第四节 烟气脱硝技术	399
255	一、选择性催化还原法 (SCR) 脱硝	400
255	二、选择性非催化还原法 (SNCR) 脱硝	402
255	三、吸收法净化烟气中的 $\text{NO}_x$	403
255	四、吸附法净化烟气中的 $\text{NO}_x$	403
255	第五节 烟气同时脱硫脱硝技术	404
255	一、电子束辐射法	404
255	二、湿法同时脱硫脱硝技术	407

174	三、干法同时脱硫脱硝工艺	409
174	第六节 氮氧化物控制的经济评价	411
	<b>第十章 挥发性有机物污染控制</b>	<b>414</b>
174	第一节 定义与排放源	414
174	第二节 蒸气压及蒸发	416
184	一、蒸气压	416
184	二、挥发与溶解	420
184	第三节 VOCs 污染预防	422
184	一、高性能环保产品的替代	423
190	二、工艺改革	425
191	三、蒸发散逸控制	425
191	第四节 燃烧法控制 VOCs 污染	429
191	一、VOCs 燃烧转化原理及燃烧动力学	429
201	二、燃烧工艺	433
203	第五节 吸收(洗涤)法控制 VOCs 污染	439
203	一、吸收工艺及吸收剂	439
203	二、吸收设备	440
203	第六节 冷凝法控制 VOCs 污染	442
212	一、冷凝原理	442
212	二、气态污染物的冷凝分离	443
212	三、VOCs 的冷凝	444
212	四、冷凝类型和设备	446
212	第七节 吸附法控制 VOCs 污染	450
250	一、吸附工艺	450
250	二、吸附容量	451
250	三、多组分吸附	452
252	四、活性炭的吸附热	455
252	五、沸石转轮吸附浓缩技术	458
252	第八节 生物法控制 VOCs 污染	459
252	一、生物法控制 VOCs 污染的原理	459
254	二、生物法处理 VOCs 工艺	460
256	三、生物法工艺性能比较及其应用前景	468
	<b>第十一章 城市机动车污染控制</b>	<b>471</b>
256	第一节 机动化交通的环境影响	471

904	一、机动车保有量的持续增长	471
114	二、交通源对城市空气污染的影响	471
414	第二节 汽油车污染排放的形成与控制	473
414	一、汽油机的工作原理与污染来源	473
014	二、燃烧过程中污染物的形成	476
014	三、降低污染排放的发动机技术	482
054	四、汽油车尾气排放后处理技术	484
354	五、曲轴箱的污染物排放与控制	488
354	六、燃油蒸发排放控制	489
254	七、汽油车排放污染控制的最新进展	490
254	第三节 柴油发动机污染物的形成与控制	491
054	一、四冲程柴油机的工作原理	491
054	二、柴油机污染物的形成过程	493
334	三、控制柴油机污染物排放的发动机技术	497
034	四、柴油车排气后处理技术	501
034	第四节 新型动力车	503
044	一、电动汽车	503
444	二、燃料电池汽车	505
444	三、混合动力车	509
444	第五节 城市交通规划与管理措施	512
444	一、城市交通的综合规划	512
444	二、城市交通规划方法	513
444	三、关键的战略措施	513
450	四、减少空气污染的交通管理措施	516
124	第十二章 大气污染与全球气候	520
124	第一节 温室气体和气候变化	520
424	一、全球气候变化问题	520
424	二、影响气候变化的大气成分	527
428	三、应对措施与策略	531
424	第二节 臭氧层破坏问题	532
024	一、大气臭氧层的主要特征和臭氧层破坏现象	532
004	二、平流层臭氧形成及破坏机理	534
804	三、臭氧层破坏的危害	536
174	四、消耗臭氧层的物质	538
174	五、制定臭氧层破坏的应对措施与策略	539

第三节	致酸前体物与酸雨	541
一、	酸雨问题	541
二、	致酸前体物	543
三、	控制措施与策略	544
第四节	大气棕色云	546
第十三章	净化系统的设计	549
第一节	净化系统的组成及设计的基本内容	549
一、	局部排气净化系统的组成	549
二、	局部排气净化系统设计的基本内容	550
第二节	集气罩设计	551
一、	集气罩的基本形式	551
二、	集气罩性能参数及计算	555
第三节	管道系统设计	557
一、	管道系统压力损失计算	557
二、	管道系统布置及部件	564
三、	管道系统保温、防腐和防爆	568
主要参考文献		571
附录		579
附录一	空气的物理参数(101 325 Pa)	579
附录二	水的物理参数	582
附录三	《环境空气质量标准》规定的各项污染物的浓度限值 (摘自 GB 3095—1996)	583
附录四	大气污染物综合排放标准(摘自 GB 16297—1996)	584
附录五	锅炉大气污染物排放标准(摘自 GB 13271—2001)	596
附录六	几种气体或蒸气的爆炸特性	598
附录七	几种粉尘的爆炸特性	598

表 1-1 干洁空气的化学组成

成分	相对分子质量	体积分数/%	成分	相对分子质量	体积分数/ $10^{-4}$
氮( $N_2$ )	28.01	$78.084 \pm 0.004$	氖(Ne)	20.18	18
氧( $O_2$ )	32.00	$20.946 \pm 0.002$	氦(He)	4.003	5.2
氩(Ar)	39.94	$0.934 \pm 0.001$	甲烷( $CH_4$ )	16.04	1.2



表 1-1 大气污染

成分	相对分子质量	体积分数/%	成分	相对分子质量	体积分数
氮(N <sub>2</sub> )	28.01	78.084 ± 0.004	氖(Ne)	20.18	18
氧(O <sub>2</sub> )	32.00	20.946 ± 0.002	氦(He)	4.003	5.2
氩(Ar)	39.94	0.934 ± 0.001	甲烷(CH <sub>4</sub> )	16.04	1.2

# 第一章 概 论

## 第一节 大气与大气污染

### 一、大气的组成

#### 1. 大气与空气

按照国际标准化组织(ISO)对大气和空气的定义:大气(atmosphere)是指环绕地球的全部空气的总和(the entire mass of air which surrounds the earth);环境空气(ambient air)是指人类、植物、动物和建筑物暴露于其中的室外空气(outdoor air to which people, plants, animals and structures are exposed)。可见,“大气”与“空气”是作为同义词使用的,其区别仅在于“大气”所指的范围更大些,“空气”所指的相对小些。大气(或空气)污染控制工程的研究内容和范围,基本上都是环境空气的污染与防治,而且更侧重于和人类关系最密切的近地层空气。即使研究大环境的大气物理学、大气气象学等,主要研究范围也是对流层空气,很难将大气与空气截然区分开。本书以后的论述中,无论使用“大气”或“空气”,皆主要指“环境空气”。

#### 2. 大气的组成

大气是由多种气体混合而成的,其组成可以分为三部分:干燥清洁的空气、水蒸气和各种杂质。干洁空气的主要成分是氮、氧、氩和二氧化碳气体,其体积分数占全部干洁空气的 99.996%;氦、氖、氫、甲烷等次要成分只占 0.004% 左右。表 1-1 列出了乡村或远离大陆的海洋上空典型的干洁空气的化学组成。

表 1-1 干洁空气的化学组成

成分	相对分子质量	体积分数/%	成分	相对分子质量	体积分数/10 <sup>-6</sup>
氮(N <sub>2</sub> )	28.01	78.084 ± 0.004	氖(Ne)	20.18	18
氧(O <sub>2</sub> )	32.00	20.946 ± 0.002	氦(He)	4.003	5.2
氩(Ar)	39.94	0.934 ± 0.001	甲烷(CH <sub>4</sub> )	16.04	1.2