



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

Principles and Processes
of Air Pollution
Control Engineering

大气污染控制 原理与技术

沈恒根 苏仕军 钟秦 主编

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社

全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-302-20420-6



9 787302 204206 >

定价：50.00元

内 容 简 介

本书是全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐的工程硕士研究生教育核心教材之一。本书全面和系统地阐述了大气污染控制的基本原理、工艺、设备与应用实例。全书共 16 章。主要内容包括大气污染物的产生、危害、性质、迁移扩散,大气污染源控制的理论与方法,颗粒污染物控制的基本原理、方法及设备的设计与选型,常见工业废气污染物以及主要气态污染物(硫氧化物与氮氧化物)控制的基本原理、方法及设备的设计与选型,大气污染控制工程的设计、调试与运行管理;还介绍了垃圾焚烧尾气净化、燃煤电站锅炉的烟气静电除尘、烟气脱硫、烟气脱硝等工程实例。

本书兼具系统性、新颖性、工程性和实用性,可作为环境工程领域工程硕士研究生的教材,也可供从事大气污染控制研究、设计与运行的管理人员和专业技术人员参考使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大气污染控制原理与技术/沈恒根,苏仕军,钟秦主编. —北京:清华大学出版社,2009.11
(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-20420-6

I. 大… II. ①沈… ②苏… ③钟… III. 空气污染控制—研究生—教材 IV. X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 104127 号

责任编辑:柳萍 洪英

责任校对:王淑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230

印 张:27.25

字 数:576 千字

版 次:2009 年 11 月第 1 版

印 次:2009 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:50.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:019940-01

目 录

第 1 章 导论	/1
1.1 大气及大气污染	1
1.2 大气污染物及其对人的危害	3
1.3 我国大气污染简况	5
1.4 我国大气污染控制法规与标准	6
1.5 我国大气污染控制技术对策	7
1.6 大气污染控制技术信息与文献源	8
第 2 章 大气污染物产生量的计算	/10
2.1 现场实测法	10
2.2 物料衡算法	11
2.3 排污系数法	11
2.4 类比分析法	15
2.5 通量产生量的估算方法	15
2.6 浓度反推法	16
第 3 章 污染物源控制	/18
3.1 污染物扩散过程	18
3.2 降低污染物的方法	19
3.3 密闭空间污染物的气流控制法	21
3.3.1 密闭罩	21
3.3.2 柜式排风罩(通风柜)	23
3.4 敞开空间污染物的气流控制法——外部吸气罩	26

第4章 粉尘和烟气的性质及其影响

/38

4.1	粉尘的基本性质	38
4.1.1	粉尘的分类	38
4.1.2	粉尘的粒径	39
4.1.3	粉尘物理化学特性	42
4.2	气体的基本性质	47
4.3	烟气理化性质	49

第5章 袋式除尘技术

/53

5.1	袋式除尘器的工作原理	53
5.2	袋式除尘器的主要类型	54
5.3	袋式除尘器的主要特点	55
5.4	袋式除尘器的滤料	56
5.5	主要技术指标	61
5.6	袋式除尘器的选用步骤	65

第6章 电除尘器技术

/66

6.1	工作原理	66
6.1.1	气体的电离	66
6.1.2	粒子荷电	68
6.1.3	荷电粒子的运动和捕集	70
6.2	除尘系统的设计	72
6.2.1	电除尘器的选择设计	72
6.2.2	排灰装置	74
6.2.3	电源的选型	74
6.3	设备与部件	76
6.3.1	电除尘器的基本类型	76
6.3.2	收尘极系统	77
6.4	粉尘比电阻	80
6.5	常见的几种电除尘器	82
6.5.1	管式电除尘器	82
6.5.2	敞开式抑制烟尘措施	83
6.5.3	电袋复合式除尘器	84

6.6	电除尘器的运行管理	85
6.6.1	电除尘器的安装	85
6.6.2	设备管理	86
6.6.3	电除尘器运行操作	86
6.6.4	电除尘器的维护	89
6.6.5	电除尘器的检修	89
第7章	机械预除尘技术	/90
7.1	沉降室	90
7.1.1	重力沉降室	90
7.1.2	惯性除尘器	92
7.2	旋风除尘器	96
7.2.1	旋风器的结构	97
7.2.2	旋风器的使用	98
7.2.3	压力损失计算	98
7.2.4	除尘效率计算	99
7.2.5	旋风器选用	100
第8章	吸收和吸附法控制有害气体原理	/101
8.1	吸收和吸附法的适用范围	101
8.2	吸收法控制有害气体原理	101
8.2.1	吸收法基本原理	102
8.2.2	吸收工艺	106
8.3	吸附法控制有害气体原理	109
8.3.1	吸附原理	109
8.3.2	吸附剂	116
8.3.3	吸附工艺	121
8.4	吸收和吸附设备的选型	122
8.4.1	吸收设备	122
8.4.2	吸附设备	125
第9章	二氧化硫控制技术	/129
9.1	脱硫技术基本原理	129
9.2	燃烧前脱硫技术	130

9.2.1	物理法	130
9.2.2	化学法	131
9.2.3	微生物法	131
9.3	燃烧中脱硫技术	132
9.3.1	工业型煤固硫技术	132
9.3.2	循环流化床燃烧脱硫技术	133
9.4	烟气脱硫技术及装置	135
9.4.1	湿法烟气脱硫技术及装置	136
9.4.2	半干法烟气脱硫技术及装置	156
9.4.3	干法烟气脱硫技术及装置	168
第 10 章	氮氧化物控制技术	/174
10.1	氮氧化物控制技术基础	174
10.1.1	氮氧化物的性质	175
10.1.2	NO _x 的形成机理	175
10.2	燃烧时氮氧化物减排技术	180
10.2.1	空气分级燃烧技术	181
10.2.2	燃料分级燃烧技术	182
10.2.3	高级再燃技术	183
10.2.4	烟气再循环技术	183
10.2.5	低过量空气燃烧技术	184
10.3	燃烧后氮氧化物控制技术	185
10.3.1	选择性催化还原技术	186
10.3.2	热力脱硝技术	189
10.3.3	非选择性催化还原技术	191
10.4	其他氮氧化物处理技术	193
10.4.1	液体吸收法	193
10.4.2	吸附法	199
10.4.3	等离子体去除法	201
10.4.4	生物法	201
10.4.5	小结	202
第 11 章	大气污染控制工程系统及设计	/204
11.1	大气污染控制工程设计概述	204

11.1.1	设计原则	204
11.1.2	大气污染控制工程系统的组成和分类	206
11.1.3	大气污染控制工程设计内容与设计程序	206
11.2	高温烟气的冷却	209
11.2.1	高温烟气冷却方式	209
11.2.2	烟气冷却过程的计算	212
11.2.3	烟气冷却过程的设计原则	214
11.3	集气罩设计	215
11.4	除尘系统的设计	219
11.4.1	除尘系统的构成、分类及选择	219
11.4.2	除尘系统的设计程序	224
11.5	管道系统的设计	226
11.5.1	管道系统的设计与计算	226
11.5.2	管网的压力平衡	233
11.5.3	管网的布置	235
11.5.4	废气净化系统风量的确定	236
11.6	风机的选择、安装与运行调节	237
11.6.1	风机的类型	237
11.6.2	风机的性能参数	238
11.6.3	风机的命名	239
11.6.4	风机与配套电机的选择	240
11.6.5	风机的安装	241
11.6.6	风机的运行调节	241
11.7	烟囱的设计	243
11.7.1	烟囱直径	243
11.7.2	烟囱的高度	244
11.7.3	烟囱的设计原则	244
11.8	净化系统的防爆、防腐与防振	247
11.8.1	净化系统的防爆	247
11.8.2	净化系统的防腐	250
11.8.3	净化系统的防振	253
11.9	系统的调试及运行维护管理	253
11.9.1	调试	253
11.9.2	运行调节	255
11.9.3	日常运行管理	257

第 12 章 工业烟气污染物控制工艺及设计

/259

12.1	燃煤电站锅炉烟气电除尘	259
12.1.1	火电厂的燃料构成及特点	259
12.1.2	电厂粉尘污染治理	262
12.1.3	火电厂除尘设备的选择	262
12.2	矿热炉	272
12.3	水泥窑	277
12.3.1	回转窑	277
12.3.2	机械立窑	280
12.4	铸造	281
12.4.1	工艺简介	281
12.4.2	铸造车间常用参数	282
12.4.3	产生污染物的主要设备	289

第 13 章 垃圾焚烧过程大气污染物的生成和控制

/294

13.1	二噁英的产生与控制	294
13.1.1	二噁英的产生	294
13.1.2	二噁英类毒性当量(TEQ)	296
13.1.3	二噁英的控制	297
13.2	HCl 的生成与控制	298
13.2.1	HCl 的生成	298
13.2.2	HCl 的控制	299
13.3	垃圾焚烧过程中 NO_x 和 SO_2 的产生与控制	301
13.3.1	NO_x 的生成	301
13.3.2	SO_2 的生成	302
13.3.3	垃圾焚烧过程中几种典型污染控制技术	302
13.4	垃圾焚烧过程中颗粒物、重金属的控制	303
13.4.1	颗粒物的产生机理与控制	303
13.4.2	重金属的控制	304
13.5	垃圾焚烧过程中 CO 的产生与控制	306
13.6	垃圾焚烧污染控制设计要点	306
13.7	垃圾焚烧厂实例	308

第 14 章 大气污染物的流动扩散

/312

- 14.1 气象要素对污染物大气扩散的影响..... 312
 - 14.1.1 风对污染物大气扩散的影响..... 312
 - 14.1.2 湍流对污染物大气扩散的影响..... 316
 - 14.1.3 大气稳定度对污染物大气扩散的影响..... 317
- 14.2 污染物的大气扩散模式..... 322
 - 14.2.1 高斯扩散模式..... 322
 - 14.2.2 有上部逆温时的扩散模式..... 324
 - 14.2.3 熏烟扩散模式..... 325
 - 14.2.4 扩散参数的确定..... 326
 - 14.2.5 烟气抬升高度的确定..... 329
- 14.3 烟囱的设计计算..... 332
 - 14.3.1 烟囱高度的计算..... 332
 - 14.3.2 烟囱出口直径的计算..... 334

第 15 章 工业烟气污染物控制设计实例

/336

- 15.1 案例 1——电除尘器的选型计算和设计实例..... 336
 - 15.1.1 设计依据和内容..... 336
 - 15.1.2 电除尘器选型计算..... 338
 - 15.1.3 电除尘器的保温和防腐..... 347
 - 15.1.4 电除尘器的安装、调试、操作及维护..... 349
 - 15.1.5 电气..... 349
 - 15.1.6 工程概算..... 350
 - 15.1.7 工业卫生与安全消防..... 351
 - 15.1.8 劳动定员..... 352
- 15.2 案例 2——循环流化床烧结烟气脱硫工程实例..... 352
 - 15.2.1 概述..... 352
 - 15.2.2 设计方案..... 353
 - 15.2.3 设计计算..... 354
 - 15.2.4 循环流化床系统的其他构件..... 357
 - 15.2.5 系统阻力计算与风机的选择..... 364
- 15.3 案例 3——火电厂锅炉烟气脱硫工程实例——扬州发电有限公司
石灰石/石膏湿法烟气脱硫工程..... 365

15.3.1	概况	365
15.3.2	FGD 系统设计依据	366
15.3.3	技术标准及脱硫系统性能指标	368
15.3.4	烟气脱硫系统的主要子系统及其功能	369
15.3.5	项目实施情况	370
15.3.6	调试及效益分析	370
15.3.7	问题及解决方案	371
15.3.8	加强对脱硫系统运行的管理	373
15.3.9	脱硫系统主要设备及规范	373
15.4	案例 4——燃煤电站锅炉烟气选择性触媒还原脱硝(SCR 法)工程实例	377
15.4.1	福建漳州后石电厂概况	378
15.4.2	后石电厂烟气脱硝流程及设计参数	378
15.4.3	SCR 法脱硝工艺设计中应注意的典型事项	383
15.4.4	SCR 法脱硝工艺工程应用小结与展望	385
第 16 章	实验	/386
16.1	实验 1——环境空气质量测定	386
16.1.1	环境空气中可吸入颗粒物 PM ₁₀ 的测定	386
16.1.2	环境空气中二氧化硫的测定	390
16.1.3	环境空气中氮氧化物的测定	395
16.2	实验 2——粉尘粒径分布测定实验	398
16.3	实验 3——旋风除尘器性能测定(质量法)	403
16.4	实验 4——旋风除尘器性能测定(浓度法)	407
附录 A	干空气的物理参数	/415
附录 B	《环境空气质量标准》规定的各项污染物的浓度限值	/417
附录 C	居住区大气中有害物质最高容许浓度	/419
参考文献	/421	