

空气和废气 监测分析方法 指南

(下册)

《空气和废气监测分析方法指南》编委会 编

KONGQI HE FEIQI
JIANCE FENXI FANGFA
ZHINAN

中国环境出版社

空气和废气 监测分析方法 指南

(第三版)

生态环境部环境标准研究所 编

KONGQI HE FEIQU
JIANCE FENXI FANGFA
ZHINAN

生态环境部

空气和废气 监测分析方法 指南

(下册)

《空气和废气监测分析方法指南》编委会 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

空气和废气监测分析方法指南. 下/《空气和废气监测分析方法指南》编委会编. —北京: 中国环境出版社, 2014.7

ISBN 978-7-5111-1974-2

I. ①空… II. ①空… III. ①大气监测—指南
IV. ①X831-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 151290 号

出版人 王新程
责任编辑 丁 枚
文字编辑 安子莹
责任校对 唐丽虹
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112735 (环评与监察图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 7 月第 1 版
印 次 2014 年 7 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 52.5
字 数 1270 千字
定 价 129.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

“十二五”时期，我国大气环境将面临前所未有的压力，大气污染物排放负荷巨大，严重的大气环境污染，威胁着人民群众身体健康；随着重化工业的快速发展、能源消费和机动车保有量的快速增长，排放的大量二氧化硫、氮氧化物与挥发性有机物导致细颗粒物、臭氧、酸雨等二次污染呈加剧态势，因此复合型大气污染日益突出；随着城市规模的不断扩张，区域内城市连片发展，受大气环流及大气化学的双重作用，城市间大气污染相互影响明显，相邻城市间污染传输影响极为突出。因此，环境大气污染防治对策的制定与实施，都需要以对空气和废气的监测分析为前提和依据，对大气污染施以科学的、规范的控制和治理措施。

编写并出版《空气和废气监测分析方法指南》(下册)一书，目的在于扩大及提升在一线工作的监测技术人员和管理人员的知识视野和辨析解决问题的能力；并从本书中获取相关的重要技术信息。

参加编写工作的执笔人和审稿专家，他们多在第一线从事过相关项目的监测技术研究和实践工作，积累了较为丰富的实践经验，并有扎实的理论基础。在本书的每一章列出编写人员，目的在于肯定他们付出的辛勤劳动和所做出的贡献。在此向各位作者表示由衷的敬意和感谢。同时也为读者与作者之间的沟通和直接进行学术交流、探讨技术问题提供方便。

本书涉及的科技内容颇多，加之监测技术与方法又是实践性很强的技术科学，许多内容是从技术实践中总结出来的。由于我们的学识水平和实际经验的限制，不容置疑，本书定有不够全面、挂一漏万之处，甚至也存在不妥或错误的地方，望同行不吝批评指正。

编 者

2014年3月于北京

本书编委会

主 编：魏复盛

副主编：王瑞斌、李健军、曲健、王玉平、吴国平

编写和审稿人员（以编写章节先后为序）：

王薇、李晶、王男、张志强、王玉平、郑兴宝、卢迎红、曲健、朱媛媛、田靖、魏复盛、王璞、李英明、张兵、刘国瑞、张庆华、南淑清、许人骥、刘娟、多克辛、张霖琳、王琪、邢小茹、吴国平、陈纯、张乃英、邹强、姚玉刚、丁黄达、曾立民、解淑艳、郑皓皓、朱健、孟小星、王胜杰、郑宇秀、张卫东、杜丽、崔虎雄、张晓华、邵敏、王晓彦、胡敏、汪巍、刘冰、张晓春、刘文清、刘建国、谢品华、徐晋、范广强、魏秀丽、杨靖文、潘本锋、李亮、赵熠琳、张懿华、段玉森、王玮、叶华俊、俞大海、刘立鹏、姜雪娇、柯亮、孟磊、朱蓉、邱梦春、刘阳鹏、陈侠胜、丁俊男、李健军、王瑞斌、张欣、李钢、陈佳、钟流举、岳玎利、王帅、孟晓艳、王茜、邹宇飞、黄嫣旻、伏晴艳、翟崇治、余家燕、向运荣、朱燕玲、袁鸾、顾俊强、陆涛、宋宇

目 录

第一章 空气中 VOCs 的来源、污染现状、变化趋势及评价	1
第一节 空气中 VOCs 概述	2
一、空气中 VOCs 的定义和种类	2
二、VOCs 对环境和人体健康的危害	5
三、空气中 VOCs 的来源	13
第二节 空气中 VOCs 污染现状及污染源排放现状	17
一、空气中 VOCs 的污染现状	17
二、人为污染源排放现状	30
第三节 空气中 VOCs 的污染变化趋势	37
一、时间变化趋势	37
二、空间变化趋势	47
第四节 空气和废气中 VOCs 的控制标准	49
一、对 VOCs 污染源排放的限制	50
二、对涂料中 VOCs 含量的限制	55
三、环境空气和微环境空气中 VOCs 的标准限值	58
第二章 空气中 SVOCs 的来源、污染现状、变化趋势及评价	71
第一节 空气中 SVOCs 的概述	72
一、空气中 SVOCs 的定义和种类	72
二、空气中 SVOCs 对环境及人体健康的危害	72
三、各类 SVOCs 的典型来源	79
第二节 空气中 SVOCs 污染现状	86
一、环境空气中 SVOCs 的污染现状	86
二、室内空气中 SVOCs 的污染现状	100
第三节 空气中 SVOCs 的分布特征及变化趋势	104
一、空气中 SVOCs 的时空分布规律	104
二、空气中 SVOCs 的相际分布规律	106
三、气候条件对空气中 SVOCs 分布的影响	107
四、SVOCs 的多介质环境行为和归趋	108
第四节 空气中 SVOCs 的评价	112
一、空气和废气中 SVOCs 的控制标准	112
二、空气中 SVOCs 污染水平的评价	115
三、农药类的环境影响综合评价	118

四、农药类的生态风险评价	119
第五节 国内外空气和废气中 SVOCs 的分析方法标准	120
一、国内外环境空气中 SVOCs 的分析方法标准	120
二、国内外废气中 SVOCs 的分析方法标准	123
第三章 有机溶剂萃取技术及其应用	135
第一节 有机溶剂萃取技术	136
一、液体样品的萃取	136
二、固体和半固体样品的萃取(浸取)	139
三、各种萃取技术的比较	143
第二节 样品提取液净化技术	144
一、氧化铝柱净化	145
二、硅酸镁柱净化	148
三、硅胶柱净化	151
四、凝胶渗透净化	153
五、酸碱分配净化	159
六、脱硫净化	159
七、酸/高锰酸盐净化	161
八、浓硫酸净化	161
第三节 有机溶剂提取技术在空气和废气样品分析中的应用	161
一、空气和废气样品的提取	162
二、固相萃取技术在样品净化中的应用	169
第四章 环境空气和废气中多环芳烃监测分析方法的标准化	175
第一节 概 述	176
一、多环芳烃的结构特性及理化性质	176
二、控制标准	176
三、监测分析方法概述	178
四、标准分析方法及其主要性能指标	182
第二节 多环芳烃的测定 气相色谱—质谱法的标准化	185
一、适用范围	185
二、方法的原理	185
三、样品的采集	185
四、样品的提取	189
五、干扰及消除	190
六、样品分析	192
七、方法性能指标	194
第三节 环境空气和废气中多环芳烃的测定 液相色谱法的标准化	198
一、方法的原理	199
二、样品的提取	199

三、干扰及消除	200
四、样品分析	200
五、方法的性能指标	201
六、注意事项	204
第五章 环境空气中有机氯农药的监测分析方法的标准化	207
第一节 概 述	208
一、有机氯农药的使用历史	208
二、有机氯农药的物理化学性质	208
三、有机氯农药的相关控制标准	212
四、环境空气中有机氯农药监测分析方法的进展	212
五、标准分析方法简介	214
第二节 有机氯农药的测定 气相色谱—质谱法的标准化	215
一、目标化合物	215
二、方法的原理	216
三、样品的采集	216
四、样品的提取	216
五、净化方法与净化效率	217
六、样品的分析	220
七、方法的性能指标	226
第三节 环境空气中有机氯农药的测定气相色谱法的标准化	230
一、目标化合物	230
二、方法的原理	230
三、样品的采集	230
四、样品的提取	231
五、干扰和消除	231
六、样品的分析	232
七、方法的性能指标	234
第六章 环境空气中多氯联苯监测分析方法的标准化	241
第一节 多氯联苯概述	242
一、多氯联苯的使用历史	242
二、多氯联苯的物理化学性质	242
三、多氯联苯相关控制标准	244
四、多氯联苯分析方法概要	245
五、国外标准分析方法简介	247
第二节 环境空气中多氯联苯的测定 气相色谱—质谱法的标准化	248
一、目标化合物	248
二、方法的原理	249
三、样品的采集	249

四、样品的提取	250
五、净化方法与净化回收率	251
六、样品的分析	251
七、方法的主要性能指标	255
八、注意事项	259
第三节 环境空气中多氯联苯的测定 气相色谱法的标准化	261
一、目标化合物	261
二、方法的原理	261
三、样品的采集	261
四、样品的提取	261
五、干扰和消除	262
六、样品的分析	266
七、方法的性能指标	270
第七章 环境空气和废气中邻苯二甲酸酯类的监测分析方法的标准化	277
第一节 概 述	278
一、邻苯二甲酸酯的理化性质	278
二、邻苯二甲酸酯在空气和废气中的控制标准	280
三、监测分析方法	280
四、标准分析方法及其主要性能指标	283
第二节 环境空气中邻苯二甲酸酯类的测定 气相色谱—质谱法	284
一、目标化合物	284
二、方法原理	284
三、样品的采集	284
四、样品的提取	285
五、干扰和消除	286
六、样品的分析	287
七、方法的性能指标	288
八、方法的质量控制指标	290
九、注意事项	291
第三节 固定源废气中邻苯二甲酸酯类的测定 气相色谱法	291
一、目标化合物	291
二、方法原理	291
三、固定源废气中邻苯二甲酸酯类的采集	291
四、样品的提取	293
五、干扰和消除	294
六、样品的分析	297
七、方法的性能指标	299
八、注意事项	300
第四节 环境空气中邻苯二甲酸酯类的测定 液相色谱法	301

一、目标化合物	301
二、方法原理	301
三、环境空气中邻苯二甲酸酯类的采集	301
四、样品的提取	301
五、干扰消除与溶剂更换	301
六、样品分析	303
七、方法的性能指标	305
八、注意事项	308
第八章 空气和废气中醛、酮类化合物监测分析方法的标准化	311
第一节 概 述	312
一、物理化学性质	312
二、主要污染来源及环境危害	313
三、控制标准	314
四、监测分析方法	315
五、标准分析方法及其主要性能指标	317
第二节 空气中醛酮类的测定 固相吸附 液相色谱法	320
一、适用范围和目标化合物	320
二、方法原理	321
三、样品的采集和保存	321
四、样品的洗脱和预处理	322
五、干扰及消除	322
六、样品的分析	323
七、方法的性能指标	325
八、注意事项	327
第三节 空气和废气中醛酮类的测定 溶液吸收 液相色谱法	327
一、适用范围和目标化合物	327
二、方法原理	327
三、吸收液的配制	327
四、样品的采集和保存	328
五、样品的预处理	330
六、干扰及消除	331
七、样品的分析	331
八、方法的性能指标	331
九、注意事项	336
第九章 空气和废气中二噁英类污染物的监测分析技术	341
第一节 二噁英概述	342
第二节 监测分析方法评述	343
一、样品采集	344

二、样品的前处理与净化方法	345
三、样品的分析方法	346
第三节 高分辨气相色谱—高分辨质谱法 (HRGC/HRMS) 介绍	347
一、目标化合物	347
二、方法概述	347
三、样品的采集	347
四、样品的前处理与净化	348
五、仪器分析	351
六、样品的定性	353
七、样品的定量	353
八、质量控制	355
第十章 空气和废气中阿特拉津监测分析技术	359
第一节 概 述	360
一、阿特拉津的理化特性	360
二、阿特拉津在环境中的迁移转化	360
三、阿特拉津对环境生态及健康的影响	361
四、有关的环境与卫生标准	362
第二节 空气和废气中阿特拉津的采样技术	363
一、采样设备	363
二、采样用吸附材料及其采样前的处理	366
三、样品采集	366
四、样品的保存和运输	367
五、质量保证和质量控制	367
第三节 样品的前处理	367
一、滤膜和吸附剂样品	367
二、干湿沉降样品	368
三、衍生	368
四、富集浓缩	368
第四节 阿特拉津定性定量测定方法	369
一、色谱和检测器	369
二、其他方法	369
第五节 监测技术的最新进展	371
第十一章 ICP-MS 分析方法及在颗粒物元素测定中的应用	377
第一节 电感耦合等离子体质谱法简述	378
一、方法原理与仪器结构	378
二、ICP-MS 特点	379
三、仪器参数和样品测定	379
第二节 颗粒物元素分析的需求及方法评述	382

一、颗粒物元素分析需求	382
二、现有分析方法和标准方法	383
三、我国环境空气质量标准	386
第三节 颗粒物的采集和分析测定	387
一、样品采集	387
二、样品前处理	388
三、ICP-MS 测定	389
四、应注意的问题	394
第十二章 大气降尘及重金属元素沉降通量与评价技术	397
第一节 概 论	398
第二节 大气降尘样品采集方法	402
一、监测点位的基本要求	402
二、采样器选择	402
三、采样周期	403
四、样品采集方法	403
五、采样过程的质量保证/质量控制	404
第三节 大气降尘及重金属元素沉降通量的评价技术	404
一、大气降尘及重金属的沉降通量的计算	404
二、降尘中重金属污染程度的评价方法	407
第四节 实例分析——鞍山市大气降尘及金属元素沉降通量和污染特征	408
一、样品的采集及处理	408
二、大气尘的沉降通量	409
三、鞍山大气降尘中金属元素含量及沉降通量	409
四、大气降尘中无机元素的富集系数	411
五、大气降尘对表层土壤质量的影响	411
第五节 大气降尘研究存在的问题与展望	412
第十三章 汞的自动在线监测	417
一、概述	418
二、自动在线监测方法和仪器	418
三、冷蒸气原子吸收光谱法测定环境空气中气态总汞	420
四、冷蒸气原子荧光法分类测定环境空气中的汞	421
第十四章 酸沉降监测	425
第一节 酸沉降概述	426
一、研究历史	426
二、酸沉降定义	426
三、酸沉降形成机理	427
四、酸沉降危害	428

	五、酸性物质的来源及防治	428
	六、酸沉降监测发展回顾	429
	七、我国酸雨的类型	431
第二节	湿沉降监测	431
	一、全国酸雨监测网的组成和目的	431
	二、监测点位	432
	三、监测项目和频率	433
	四、监测过程	433
	五、监测分析方法	434
	六、质量保证和质量控制 (QA/QC)	441
	七、数据处理与报告的形成	449
第三节	干沉降采样和分析测试技术方法	451
	一、简介	451
	二、测量方法	452
	三、监测点	452
	四、监测频率	452
	五、监测项目	452
	六、空气中污染物浓度监测方法	453
	七、多层滤膜采样法	454
第十五章	光化学烟雾监测技术	459
	一、概述	460
	二、光化学烟雾监测点位布设	463
	三、臭氧及其前体物的自动监测	467
	四、空气中的 NO_y 监测分析方法	477
第十六章	颗粒物粒径谱的监测技术	483
第一节	大气颗粒物粒径谱监测技术简介	484
	一、颗粒物粒径谱监测的需求	484
	二、颗粒物粒径谱监测发展现状	487
	三、颗粒物粒径谱监测技术发展展望	489
第二节	颗粒物粒径谱的监测技术方法分析	490
	一、粒径谱仪原理和方法	490
	二、粒径谱监测的质量保证及质量控制	501
第三节	颗粒物粒径谱在环境监测中应用	501
	一、颗粒物成分谱分析	501
	二、颗粒物源解析	502
	三、大气能见度影响分析	502
	四、人体健康风险评价	503

第十七章 温室气体自动监测	507
第一节 概 述	508
一、温室气体及温室效应	508
二、主要温室气体的源与汇	508
三、温室气体监测的必要性	509
第二节 温室气体网络化监测进展	509
一、国外温室气体浓度监测网络	510
二、国内温室气体监测网络	512
第三节 温室气体自动监测技术简介	513
一、非分散红外分析法 (NDIR)	513
二、气相色谱法 (GC)	514
三、可调谐半导体激光吸收光谱 (TDLAS)	515
四、光腔衰荡法 (CRDS)	517
五、激光差分中红外法 (IRIS)	518
六、傅里叶变换红外光谱法 (FTIR)	519
七、温室气体监测数据应用	520
第十八章 遥感遥测技术在空气及污染源监测中的应用	523
一、立体监测技术简介	524
二、被动 DOAS 测试技术和发展	528
三、激光雷达测试技术和发展	539
四、傅里叶变换红外光谱技术	551
五、大气温压垂直廓线测试技术和发展	559
第十九章 颗粒物监测新进展和技术	569
第一节 颗粒物监测的现状和发展需求	570
第二节 飞行时间质谱法测定颗粒物中的化学成分	570
一、飞行时间质谱仪的工作原理简介	571
二、飞行时间质谱仪在环境监测中的应用	572
第三节 在线离子色谱法测定颗粒物中的可溶性阴阳离子	573
一、蒸汽喷射气溶胶采集—在线离子色谱法的原理	573
二、在线离子色谱法在环境监测中的应用	576
第四节 颗粒物中的元素碳和有机碳分析	576
一、大气颗粒物中的 EC、OC	576
二、EC 的来源以及对环境及健康的影响	577
三、OC 的来源以及对环境及健康的影响	577
四、热光法测量 EC、OC 的方法	577
第五节 颗粒物中重金属在线监测	579
一、大气颗粒物中重金属元素的来源及种类	579
二、对环境与健康的危害	579

	三、目前重金属监测方法简介	579
第六节	大气黑碳颗粒物的监测技术	582
	一、大气黑碳颗粒物检测技术分类	582
	二、光声光谱法在检测大气黑碳颗粒物中的应用	583
	三、光声光谱法检测大气黑碳颗粒物的基本原理	584
第七节	光散射法测量颗粒物质量浓度	586
	一、光散射法测量颗粒物的方法原理	586
	二、光散射法在测量颗粒物中的应用	588
第八节	颗粒物与环境能见度	588
	一、大气消光与能见度	588
	二、能见度监测方法	589
	三、颗粒物组分对能见度的影响	590
第二十章	空气和废气监测新技术新方法进展	593
第一节	概 述	594
第二节	空气、废气中污染物可调谐半导体激光分析新技术	594
	一、可调谐半导体激光气体分析技术原理及特点	594
	二、空气中污染物开路激光气体分析新技术	596
	三、废气中污染物原位激光气体分析新技术	598
	四、废气中污染物旁路激光气体分析新技术	599
第三节	空气、废气中重金属分析新技术	602
	一、空气中重金属在线分析新技术	602
	二、废气中重金属手动采样技术	607
	三、废气中重金属汞在线监测新技术	609
	四、废气中铅、镉、铬等重金属在线分析新技术	614
第四节	空气中挥发性有机物便携式分析新技术	617
	一、空气中 VOCs 便携式分析新仪器	618
	二、便携式仪器的典型应用	622
第五节	废气中二噁英指示物在线分析新技术	623
	一、二噁英传统检测技术现状	624
	二、二噁英在线监测趋势	624
	三、二噁英在线监测技术	625
	四、典型应用	628
第二十一章	环境空气监测网络	633
第一节	环境空气监测网络回顾	634
	一、历史沿革	634
	二、现实需求	636
第二节	环境空气监测网络设计	638
	一、总体思路	638

	二、功能定位	638
	三、网络组成和分类	639
第三节	空气监测网络的发展趋势	641
	一、区域联防联控	642
	二、超级站	642
	三、公共服务	643
	四、在线质控	643
	五、科研型监测	643
第二十二章	环境空气质量评价与表征技术	645
第一节	空气质量评价的目的和意义	646
第二节	空气质量评价	646
	一、空气质量评价的发展历程	646
	二、空气质量标准的制定和修订	650
第三节	空气质量评价方法	652
	一、按时间尺度评价	652
	二、按空间尺度评价	654
第四节	其他评价方法	654
	一、综合指数法(综合污染指数法)	654
	二、空气质量级别	655
	三、达标与超标	655
	四、超标率	655
	五、超标倍数	655
第五节	环境空气质量日报	656
	一、国外环境空气质量日报进展	656
	二、我国空气质量日报	658
第二十三章	环境空气质量预报	663
	一、目的和意义	664
	二、预报内容	664
	三、环境空气质量预报方法	665
第二十四章	全国环境空气背景监测站网络设计与建设运营	677
	一、背景监测发展回顾	678
	二、背景站网络建设总体思路	685
	三、环境空气监测背景站的点位选址原则与规范	686
	四、监测项目设计	688
	五、国家背景监测站数据传输	689
	六、背景监测数据分析方法	690
	七、站房建设标准	695