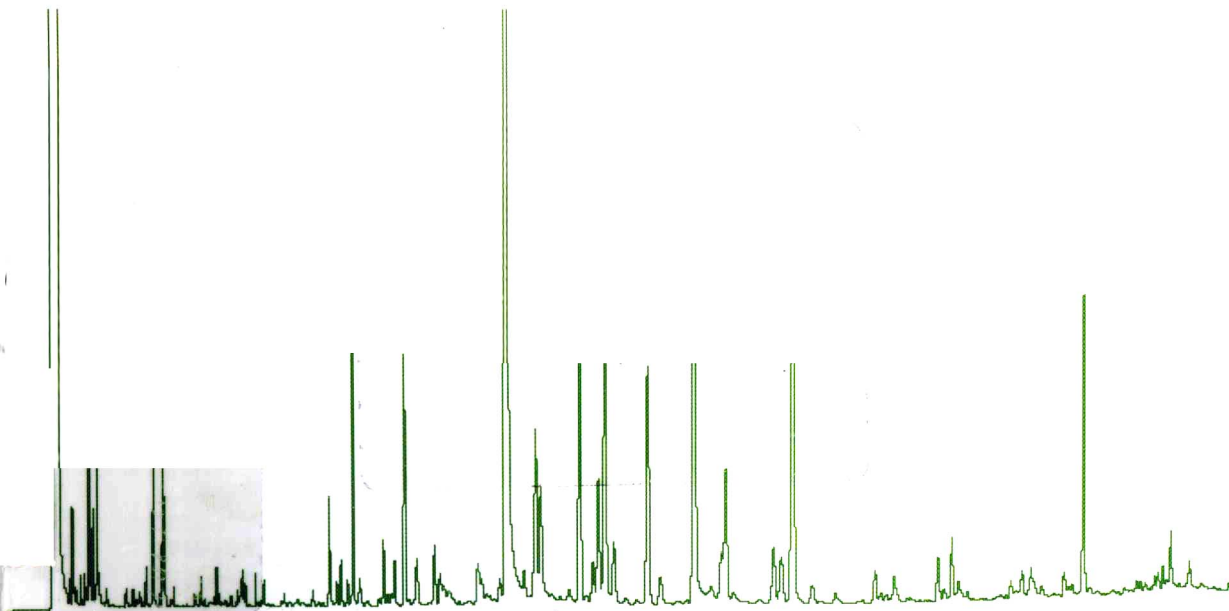


气相色谱 在环境监测中的应用

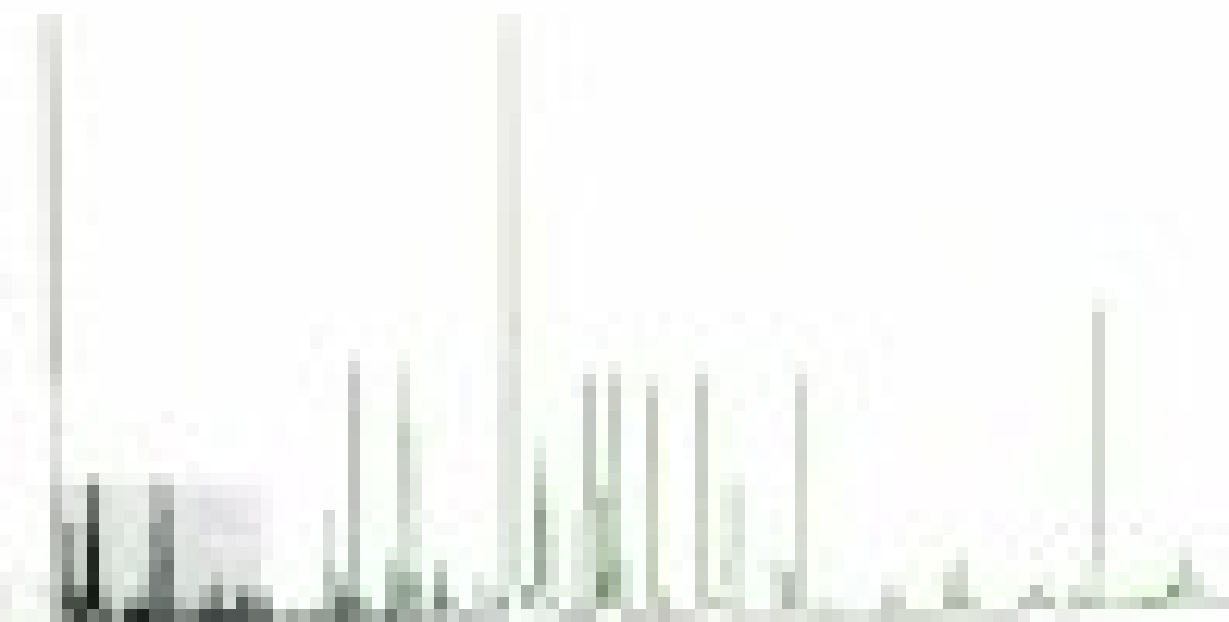
许行义 主编



化学工业出版社

气相色谱 在环境监测中的应用

陈利军 主编



中国石化出版社

气相色谱 在环境监测中的应用

许行义 ○ 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

气相色谱在环境监测中的应用/许行义主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.1
ISBN 978-7-122-12714-3

I. 气… II. 许… III. 气相色谱-应用-环境-监测
IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 221807 号

责任编辑: 刘兴春

装帧设计: 关 飞

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 13¼ 字数 246 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

《气相色谱在环境监测中的应用》编写人员

主 编 许行义

副 主 编 刘劲松 吴 斌 冯元群

参编人员 潘荷芳 傅 军 汪小泉

张建中 邵卫伟 钟光剑

邹巧莉 李秀芝 杨寅森

王 静 鞠伟伟 叶伟红

孙晓慧 马荻荻 刘铮铮

前 言

空气、水和土壤是人类生活和生产活动中不可缺少的重要物质，又是不可替代的重要自然资源，它不仅与工农业的发展、人民群众生活息息相关，而且关系到整个国民经济和社会的可持续发展。改革开放 30 多年来，随着我国社会经济的快速发展，逐渐积累的环境污染问题开始显现，各类污染事故、环境突发事件时有发生，发展经济与保护环境、保障人民群众身体健康的矛盾日渐突出，如何紧扣“说清环境质量现状及其变化趋势、说清环境污染源状况、说清环境潜在的风险”这一中心工作，进一步加强环境监测、重点污染源监测以及环境监测预警体系的建设，强化环境监测的基础支撑地位，充分有效地开展环境保护和环境监测工作，是当前我国环境保护工作者面临的一项艰巨任务。

环境监测化学的发展依赖于科学技术的进步，气相色谱作为一种经典的分离技术和分析方法，在过去的几十年中，以其强大的分离效能、快速灵敏的检测能力和准确有效的测定结果，极大地推动了环境监测化学的发展，在各种常规有机污染物监测分析，包括持久性有机污染物监测分析等方面取得了巨大的成功，已为国内外众多环境监测标准方法和技术规范所采用。

近年来，有关气相色谱的各类专著国内外已出版了一些，但在我国国民经济高速发展、社会环境保护意识日益增强的今天，作为在环境有机污染物监测方面应用最为广泛的气相色谱分析技术，尚缺少一本面向广大基层环境监测技术人员，比较全面、系统地介绍该技术在环境有机污染物监测应用方面的书籍。为此，我们本着通俗易懂、科学实用的原则，根据浙江省环境监测中心举办的“全省环境监测系统气相色谱应用技术”培训班和“全省集中式饮用水源地 80 项特定项目分析技术（气相色谱分析部分）”培训班讲义编写而成；书中所列各类环境样品中有机污染物气相色谱分析条件和气相色谱分析图例，均来自作者多年来从事环境中有机污染物监测分析和评价研究经验的积累。

全书共分为四章：第一章简要介绍了水、气、土壤和固体废物等各种环境有机样品的采集和保存方法及其前处理技术；第二

章重点介绍了环境空气、工业企业厂界无组织排放废气和污染源废气中常见有机污染物的气相色谱监测分析方法；第三章以地表水、饮用水和生产废水中常见有机污染物的气相色谱监测方法为主要内容；第四章对土壤和固体废物中几种目前常见有机污染物的气相色谱监测分析方法进行了讨论。全书包括了 20 多类水、气、土壤和固废中常规有机污染物和持久性有机污染物的监测分析方法，共附典型气相色谱图例 80 余幅，这些有机污染物主要包括非甲烷总烃、苯系物、环氧烷类、醇类、酰胺类、醚类、脂肪族醛类、脂肪族酮类、酚类、饱和脂肪族酯类、不饱和脂肪族酯类、腈类、饱和卤代烃类、不饱和卤代烃类、卤代芳烃类、硝基苯类、有机氯农药、有机磷农药、杂环农药、多氯联苯、多环芳烃、邻苯二甲酸酯、多溴联苯醚等。

本书由许行义主编并统稿和定稿，刘劲松、吴斌、冯元群任副主编，潘荷芳、傅军、汪小泉、张建中、邵卫伟、钟光剑、邹巧莉、李秀芝、杨寅森、王静、鞠伟伟、叶伟红、孙晓慧、马荻荻、刘铮铮等参与了本书部分内容的编写工作。本书编写过程中参考了部分专家、学者的数据资料，在此表示衷心的感谢；同时还要向本书所引用参考文献的作者，以及为此书出版给予支持、帮助的人们一并致以诚挚的谢意。

限于编写时间和作者学识水平，书中不足和疏漏之处在所难免，敬请读者指正，并提出修改意见。

编者

2011 年 11 月于杭州

目 录

第一章 环境有机样品的采集和前处理技术	1
第一节 分析方法选择与质量控制	3
一、有机样品分析方法的选择	3
二、有机分析的质控要素	3
三、气相色谱分析的质控要求	5
第二节 有机样品的采集和保存	6
一、气样的采集	6
二、水样的采集	11
三、土壤和固废样品的采集	12
第三节 有机样品的提取	14
一、液液萃取法	14
二、顶空分析技术	15
三、吹扫捕集技术	16
四、固相微萃取法	17
五、索式提取法	17
六、自动索式提取法	18
七、超声波萃取法	18
八、快速溶剂萃取法	18
九、热解吸与溶剂洗脱技术	19
十、冷阱预浓缩技术	20
十一、衍生化技术	20
第四节 有机样品的净化	21
一、柱层析净化法	22
二、硫净化法	23
三、浓硫酸/高锰酸钾净化法	23
四、凝胶渗透净化法	23
参考文献	24
第二章 空气和废气中有机污染物的监测	25
第一节 非甲烷总烃	26
一、监测依据	26

二、仪器和试剂	26
三、样品的采集和保存	26
四、典型气相色谱分析条件	27
五、分析步骤	27
六、典型气相色谱图	28
七、定性定量分析	28
八、注意事项和质量保证措施	29
第二节 苯系物	30
一、监测依据	30
二、主要仪器和试剂	30
三、样品的采集和保存	31
四、典型气相色谱分析条件	31
五、分析步骤	32
六、典型气相色谱图	32
七、定性和定量分析	33
八、注意事项和质量保证措施	33
第三节 醇类化合物	34
一、监测依据	35
二、仪器和试剂	35
三、样品的采集和保存	35
四、典型气相色谱分析条件	36
五、分析步骤	36
六、典型气相色谱图	37
七、定性和定量分析	38
八、注意事项和质量保证措施	39
第四节 腈类化合物	39
一、监测依据	39
二、仪器和试剂	40
三、样品的采集和保存	40
四、典型气相色谱分析条件	40
五、分析步骤	40
六、典型气相色谱图	41
七、定性和定量分析	42
第五节 氯苯类化合物	42
一、监测依据	42

二、仪器和试剂	42
三、样品的采集和保存	43
四、典型气相色谱分析条件	43
五、分析步骤	43
六、典型气相色谱图	44
七、定性和定量分析	45
第六节 硝基苯类化合物	45
一、监测依据	45
二、仪器和试剂	46
三、样品的采集和保存	46
四、典型气相色谱分析条件	46
五、分析步骤	46
六、典型气相色谱图	47
七、定性和定量分析	47
八、注意事项和质量保证措施	48
第七节 酰胺类化合物	48
一、监测依据	48
二、仪器和试剂	49
三、样品的采集和保存	49
四、典型气相色谱分析条件	49
五、分析步骤	49
六、典型气相色谱图	50
七、定性和定量分析	50
八、注意事项和质量保证措施	51
第八节 酚类化合物	51
一、监测依据	51
二、仪器和试剂	51
三、样品的采集和保存	52
四、典型气相色谱分析条件	52
五、分析步骤	52
六、典型气相色谱图	52
七、定性和定量分析	53
八、注意事项和质量保证措施	53
第九节 联苯-联苯醚	54
一、监测依据	54

二、仪器和试剂	54
三、样品的采集和保存	54
四、典型气相色谱分析条件	54
五、分析步骤	55
六、典型气相色谱图	55
七、定性和定量分析	55
第十节 饱和脂肪族酯类化合物	56
一、监测依据	56
二、仪器和试剂	56
三、样品的采集和保存	57
四、典型气相色谱分析条件	57
五、分析步骤	57
六、典型气相色谱图	58
七、定性和定量分析	58
第十一节 不饱和脂肪族酯类化合物	59
一、监测依据	59
二、仪器和试剂	59
三、样品的采集和保存	60
四、典型气相色谱分析条件	60
五、分析步骤	60
六、典型气相色谱图	60
七、定性和定量分析	60
八、注意事项和质量保证措施	61
第十二节 脂肪族酮类化合物	61
一、监测依据	62
二、仪器和试剂	62
三、样品的采集和保存	62
四、典型气相色谱分析条件	62
五、分析步骤	63
六、典型气相色谱图	63
七、定性和定量分析	63
八、注意事项和质量保证措施	65
第十三节 脂肪族醛类化合物	65
一、监测依据	65
二、仪器和试剂	65

三、样品的采集和保存	65
四、典型气相色谱分析条件	66
五、分析步骤	66
六、典型气相色谱图	66
七、定性和定量分析	66
八、注意事项和质量保证措施	67
第十四节 卤代不饱和烃类化合物	68
一、监测依据	68
二、仪器和试剂	68
三、样品的采集和保存	69
四、典型气相色谱分析条件	69
五、分析步骤	69
六、典型气相色谱图	70
七、定性和定量分析	70
第十五节 环氧化合物	71
一、监测依据	72
二、仪器和试剂	72
三、样品的采集和保存	72
四、典型气相色谱分析条件	72
五、分析步骤	72
六、典型气相色谱图	73
七、定性和定量分析	73
八、注意事项和质量保证措施	73
第十六节 邻苯二甲酸酯	74
一、监测依据	74
二、仪器和试剂	74
三、样品的采集和保存	75
四、典型气相色谱分析条件	75
五、分析步骤	75
六、典型气相色谱图	75
七、定性和定量分析	75
八、注意事项和质量保证措施	76
第十七节 多环芳烃	77
一、监测依据	77
二、仪器和试剂	77

三、样品的采集和保存	78
四、典型气相色谱分析条件	78
五、分析步骤	78
六、典型气相色谱图	79
七、定性和定量分析	80
八、注意事项和质量保证措施	80
第十八节 有机氯农药	80
一、监测依据	81
二、主要仪器和试剂	81
三、样品的采集	81
四、典型气相色谱分析条件	81
五、分析步骤	82
六、典型气相色谱图	83
七、定性和定量分析	84
八、注意事项和质量保证措施	84
第十九节 多氯联苯	85
一、监测依据	85
二、主要仪器和试剂	85
三、样品的采集和保存	86
四、典型气相色谱分析条件	86
五、分析步骤	87
六、典型气相色谱图	87
七、定性和定量分析	87
八、注意事项和质量保证措施	89
第二十节 有机磷农药	90
一、监测依据	90
二、主要仪器和试剂	90
三、样品的采集和保存	91
四、典型气相色谱分析条件	91
五、分析步骤	91
六、典型气相色谱图	92
七、定性和定量分析	92
八、注意事项和质量保证措施	93
参考文献	93

第一节 苯系物	96
一、方法一：液液萃取-气相色谱法	96
二、方法二：吹扫捕集-气相色谱法	98
三、方法三：顶空-气相色谱法	101
第二节 挥发性卤代烃	103
一、方法一：吹扫捕集-气相色谱法	103
二、方法二：顶空-毛细管气相色谱法	105
第三节 氯苯类化合物	107
一、方法一：液液萃取-气相色谱法	107
二、方法二：吹扫捕集-气相色谱法	110
三、方法三：顶空-毛细管气相色谱法	112
第四节 甲醇、乙醇	113
一、监测依据	113
二、样品的采集和保存	113
三、仪器和试剂	113
四、典型气相色谱分析条件	114
五、分析步骤	114
六、典型气相色谱图	114
七、定性和定量分析	114
第五节 酰胺类化合物	115
一、监测依据	115
二、主要仪器和试剂	115
三、样品的采集和保存	115
四、典型气相色谱分析条件	116
五、分析步骤	116
六、典型气相色谱图	116
七、定性和定量分析	117
第六节 硝基苯类化合物	117
一、监测依据	117
二、主要仪器和试剂	117
三、样品的采集和保存	117
四、典型气相色谱分析条件	118
五、分析步骤	118

六、典型气相色谱图	118
七、定性和定量分析	118
第七节 饱和脂肪族酯类化合物	119
一、主要仪器和试剂	119
二、样品的采集和保存	119
三、典型气相色谱分析条件	120
四、分析步骤	120
五、典型气相色谱图	120
六、定性和定量分析	120
第八节 脂肪族酮类化合物	121
一、主要仪器和试剂	122
二、样品的采集和保存	122
三、典型气相色谱分析条件	122
四、分析步骤	122
五、典型气相色谱图	122
六、定性和定量分析	122
七、精密度和准确度	123
第九节 脂肪族醛类化合物	123
一、方法一：直接进样气相色谱法	124
二、方法二：吹扫捕集-气相色谱法	126
第十节 丙烯醛、丙烯腈	128
一、方法一：吹扫捕集-气相色谱法	128
二、方法二：直接进样色谱分析法	130
第十一节 三氯乙醛	132
一、监测依据	133
二、样品的采集和保存	133
三、仪器和试剂	133
四、典型气相色谱分析条件	133
五、分析步骤	133
六、典型气相色谱图	134
七、定性和定量分析	134
八、注意事项和质量保证措施	134
第十二节 吡啶	134
一、方法一：顶空-气相色谱法	135
二、方法二：直接进样气相色谱法	137

第十三节 苦味酸	138
一、监测依据	138
二、样品的采集和保存	139
三、仪器和试剂	139
四、典型气相色谱分析条件	139
五、分析步骤	139
六、典型气相色谱图	140
七、定性和定量分析	140
八、注意事项	140
第十四节 松节油	141
一、监测依据	141
二、样品的采集和保存	141
三、仪器和试剂	141
四、典型气相色谱分析条件	141
五、分析步骤	141
六、典型气相色谱图	142
七、定性和定量分析	142
第十五节 甲基汞	143
一、监测依据	143
二、样品的采集和保存	143
三、主要仪器和试剂	143
四、典型气相色谱分析条件	144
五、分析步骤	144
六、典型气相色谱图	144
七、定性和定量分析	144
八、注意事项和质量控制	145
第十六节 多菌灵	145
一、监测依据	146
二、样品的采集和保存	146
三、主要仪器和试剂	146
四、典型气相色谱分析条件	146
五、分析步骤	146
六、典型气相色谱图	147
七、定性和定量分析	147
八、方法精密度和准确度	148

九、注意事项和质量控制	148
第十七节 阿特拉津、三唑酮	148
一、监测依据	149
二、样品的采集和保存	149
三、主要仪器和试剂	149
四、典型气相色谱分析条件	149
五、分析步骤	149
六、典型气相色谱图	150
七、定性和定量分析	150
第十八节 氟虫腈、吡虫啉	151
一、监测依据	151
二、样品的采集和保存	151
三、主要仪器和试剂	151
四、典型气相色谱分析条件	152
五、分析步骤	152
六、典型气相色谱图	152
七、定性和定量分析	152
八、精密度和准确度	153
第十九节 多环芳烃	153
一、监测依据	154
二、主要仪器和试剂	154
三、样品的采集和保存	154
四、典型气相色谱分析条件	154
五、分析步骤	154
六、典型气相色谱图	155
七、定性和定量分析	155
第二十节 有机氯农药	156
一、监测依据	156
二、主要仪器和试剂	156
三、样品的采集和保存	157
四、典型气相色谱分析条件	157
五、分析步骤	157
六、典型气相色谱图	158
七、定性和定量分析	159
八、注意事项和质量控制	160