

高等职业化学检验技能操作与实训

室内环境检测技术

王炳强 编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

高等职业化学检验技能操作与实训

室内环境检测技术

王炳强 编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

室内环境检测技术/王炳强编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 2

(高等职业化学检验技能操作与实训)

ISBN 7-5025-6598-1

I. 室… II. 王… III. 居住环境-环境监测-高等学校: 技术学院-教学参考资料 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 005134 号

高等职业化学检验技能操作与实训

室内环境检测技术

王炳强 编

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟

文字编辑: 刘莉珺

责任校对: 吴 静

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10½ 字数 266 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6598-1/O·93

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着人们生活水平的提高,室内空气质量对人体健康的影响已成为社会普遍关注的重要环境问题之一。

世界各国政府都在努力完善有关的法律法规和管理措施,加强该领域的理论研究和技术开发,进一步提高人们的生活质量。我国关注室内空气污染问题始于 20 世纪 70 年代末期,主要是针对以燃煤为主要污染的室内污染研究。随着各种装修材料、家具、日用化学品大量进入室内,使室内污染的来源和种类日益增多。20 世纪 90 年代以来,城市中以装饰装修为主要污染源的室内空气污染已越来越突出。

由于室内环境污染是新的研究课题,国家环保总局、卫生、建设、国家质监部门高度关注此项工作,相继出台了《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)、《室内装饰装修材料有害物质限量》(GB 18580~18588—2001)、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2001)、《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566—2001)等一些国家标准。科技部在“十五”立项中首次将室内空气污染研究列为攻关项目。

在高职院校首次开设室内环境检测技术正是为了培养更多的室内环境检测技术人员,客观、公平地评价室内空气质量和室内环境质量。

《室内环境检测技术》作为一本高职化学检测专业理论和实训教材,将系统地介绍室内空气主要污染物的来源、室内空气质量标准和室内环境质量检测方法。本书力图体现职业教育的特点,将基本知识、专业知识和操作技能有机地结合在一起。

同时，为配合化学检验工国家职业技能的培训，根据中、高级技术等级培训应该掌握不同等级理论、操作方法、操作技术的要求，较全面、系统地介绍了各种检测技术，读者可按实际情况选用。本书使用最新国家标准或国家推荐标准。

本书由王炳强编写，南开大学环境科学与工程学院博士生导师傅学起教授审阅全书，并提出很多宝贵意见。

本书在编写的过程中，得到了化学工业出版社的大力支持，也得到了天津工业大学博士生导师崔永芳教授的热情指导，同时也得到天津渤海职业技术学院现代分析检测专业、环境科学与工程专业老师们的帮助。书稿在编写过程中参考借鉴了大量国家标准、国内专家论著、国内高校的相关教材及文献资料(参考文献列于书后)，在此谨向原作者及上述各位专家表示衷心的感谢！

限于编者的水平，书中的缺点错误与不足在所难免，敬请批评指正。

编者

2004年11月

目 录

第一章 概述	1
第一节 室内环境检测	1
一、室内环境	1
二、室内空气污染	1
三、室内空气污染特征	1
四、室内环境检测	2
五、室内环境检测的目的和要求	2
第二节 室内环境检测依据	3
一、室内空气质量标准	3
二、公共场所的室内环境卫生标准	3
三、室内装饰装修材料中有害物质限量标准	5
四、民用建筑工程室内环境污染控制规范	5
第三节 室内环境检测技术	6
一、室内环境检测技术物理参数检测方法	6
二、室内环境检测技术化学参数检测方法	7
三、室内环境检测技术生物参数检测方法	8
练习题	8
第二章 室内空气主要污染物的来源	9
第一节 物理污染因素	9
一、静电污染	9
二、噪声污染	9
三、电磁辐射污染	10
第二节 生物污染因素	10
一、螨虫污染	10
二、军团菌污染	11
三、寄生虫污染	11

四、禽流感与疯牛病	12
五、狂犬病	12
六、呼吸系统病源、花粉	13
第三节 化学污染因素	13
一、化学污染因素	13
二、化学污染因素分类	13
第四节 建筑和装饰材料、家具的污染	14
一、建筑和装饰材料的污染	14
二、家具的污染	15
第五节 日用化学品、化妆品的污染	16
一、日用化学品的污染	16
二、化妆品的污染	19
练习题	20
第三章 室内空气质量参数	22
第一节 室内空气质量污染物参数	22
一、甲醛	22
二、氡	24
三、氨	25
四、二氧化碳	26
五、一氧化碳	27
六、可吸入颗粒物 (PM_{10})	28
七、苯并[a]芘	28
八、总挥发性有机化合物 (TVOC)	29
九、苯及其同系物	30
十、微生物	32
十一、臭氧	32
十二、氮氧化物	33
十三、二氧化硫	34
第二节 室内空气质量物理参数	35
一、温度	35
二、相对湿度	37
三、空气流速	38

四、新风量	38
五、热辐射	39
练习题	39
第四章 室内空气中有机污染物检测方法	41
第一节 室内空气污染物采样方法	42
一、采样方法和采样仪器	42
二、采样时间和频率	49
三、采样效率及评价	50
第二节 室内空气中甲醛的测定方法	52
一、AHMT 分光光度法	53
二、酚试剂比色法	58
三、乙酰丙酮分光光度法	61
四、气相色谱法	65
五、电化学法	68
第三节 室内空气中苯系物的测定方法	70
一、室内空气中甲苯、二甲苯、苯乙烯的测定方法	70
二、室内空气中苯、甲苯、二甲苯的测定方法	76
三、室内空气中苯的测定方法	81
第四节 室内空气中总挥发性有机化合物的测定方法	84
一、总挥发性有机化合物的定义和室内有机污染物分类	84
二、室内空气中总挥发性有机化合物的测定方法	85
第五节 室内空气中苯并[a]芘的测定方法（高效液相色谱法）	90
一、测定方法的依据、测定范围、原理	90
二、仪器和设备	90
三、试剂和材料	91
四、采样和样品保存	91
五、操作步骤	92
六、结果的表示	94
练习题	95
第五章 室内空气中无机污染物检测方法	105
第一节 室内空气中二氧化硫的测定方法	105
一、四氯汞盐-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	105

二、甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法（方法一）	111
三、甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法（方法二）	118
第二节 室内空气中二氧化氮的测定方法	124
一、改进的 Saltzman 法（盐酸萘乙二胺比色法，方法一）	124
二、改进的 Saltzman 法（盐酸萘乙二胺比色法，方法二）	129
第三节 室内空气中一氧化碳的测定方法	134
一、不分光红外线气体分析仪法	134
二、气相色谱法	137
三、汞置换法	141
四、电化学法	145
第四节 室内空气中二氧化碳的测定方法	148
一、不分光红外法	148
二、气相色谱法	151
三、容量滴定法	154
第五节 室内空气中氨的测定方法	157
一、靛酚蓝分光光度法	157
二、纳氏试剂比色法	161
三、离子选择电极法	165
第六节 室内空气中臭氧的测定方法	168
一、紫外光度法	168
二、靛蓝二磺酸钠分光光度法	173
三、化学发光法	179
练习题	181
第六章 室内空气中颗粒物、菌落总数、放射性物质的测定	188
第一节 室内空气中可吸入颗粒物的测定方法（撞击式采样-重量法）	188
一、测定方法的依据、测定范围、原理	188
二、仪器和设备、试剂和材料	189
三、采样和样品保存	189
四、操作步骤	189
五、计算	189
六、注意事项	190

第二节 室内空气中菌落总数的测定方法	190
一、测定方法的依据、原理	191
二、仪器设备和材料	191
三、营养琼脂培养基	191
四、操作步骤	192
五、结果计算	192
第三节 室内氨的测量方法	193
一、瞬时测量法(空气中氨浓度的闪烁瓶测定方法)	193
二、连续测量法	199
练习题	202
第七章 室内空气物理参数的测量	206
第一节 室内热环境微小气候的测试要求	206
第二节 空气温度测定方法	207
一、玻璃液体温度计法	207
二、数显式温度计法	208
第三节 空气湿度测定方法	209
一、通风干湿表法	209
二、毛发湿度表法	210
三、氯化锂湿度计法	211
第四节 风速测定方法	212
一、热球式电风速计法	212
二、数字风速表法	213
第五节 辐射热测定方法	215
一、多功能辐射热计法	215
二、黑球温度计	216
三、单向热电偶辐射热计法	217
第六节 室内新风量测定方法(示踪气体法)	218
一、定义	218
二、原理	219
三、仪器和材料	219
四、测定步骤	219
五、结果计算	220

练习题	221
第八章 室内装饰材料中有害物质的测定	223
第一节 室内板材	223
一、甲醛限量	224
二、甲醛含量测定	224
三、甲醛释放量	231
第二节 室内涂料	233
一、限量	234
二、挥发性有机化合物 (VOC) 的测定	234
三、游离甲醛的测定	237
四、可溶性重金属 (铅、镉、汞、铬) 的测定	240
第三节 室内用胶黏剂	242
一、限量	242
二、游离甲醛的测定	243
三、苯含量的测定	246
四、甲苯、二甲苯含量的测定	248
五、游离甲苯二异氰酸酯的测定	251
六、总挥发性有机化合物的测定	253
第四节 聚氯乙烯卷材地板	254
一、限量	254
二、挥发物的测定	254
三、氯乙烯单体的测定	256
四、可溶性重金属 (铅、镉) 的测定	259
第五节 木家具	260
一、限量	260
二、甲醛释放量的测定	261
三、可溶性重金属的测定	265
第六节 壁纸	267
一、限量	267
二、试样的采取、制备和预处理	267
三、重金属 (或其他) 元素含量的测定	268
四、氯乙烯单体含量的测定	270

五、甲醛含量的测定	270
第七节 地毯、地毯衬垫、地毯胶黏剂	274
一、限量	274
二、测试方法	275
三、测试结果的计算	277
第八节 建筑材料放射性核素	278
一、测定依据、适用范围	278
二、术语	278
三、限量	280
四、测定方法	281
第九节 混凝土外加剂中释放氨的测定	281
一、限量	281
二、测定依据、原理、适用范围	281
三、仪器和设备	282
四、试剂和材料	282
五、分析步骤	282
六、计算	283
练习题	284
第九章 厨房油烟污染物的测定	288
第一节 厨房污染物组分与鉴定	288
一、燃料燃烧产物	288
二、烹调油烟的产生和成分	291
三、厨房空气的甲醛浓度	291
四、油烟中苯并[a]芘浓度	292
五、厨房油烟冷凝物中苯并[a]芘含量	292
第二节 厨房油烟污染的采样与分析方法	292
一、采样和分析方法	293
二、油烟冷凝物中多环芳烃的测定	296
练习题	297
实训内容	298
实训一 涂料中苯、甲苯、二甲苯的测定	298
实训二 室内空气中二氧化硫的测定	301

实训三 室内空气中甲醛的测定方法（一）	306
实训四 室内空气中甲醛的测定方法（二）	311
参考文献	316

第一章 概 述

人的一生中有大约 70%~80% 的时间在室内度过, 接触室内空气污染物的时间多于室外。室内空气环境是人类赖以生存、接触最频繁的环境之一。

第一节 室内环境检测

一、室内环境

室内环境包括居住、办公学习、医疗、娱乐、体育、交通工具等人们生活、工作、社交和活动的密闭场所。

良好的室内环境对人们的身心健康特别重要, 这是因为人的一生中大部分时间是在室内度过的。如果室内环境差, 轻则会使人感到不舒服, 如咳嗽、过敏, 重则会引起不同癌症发病率的增加。

二、室内空气污染

室内空气污染是指在室内空气正常成分之外, 又增加了新的成分, 或原有的成分增加, 其数量、浓度和持续时间超过了室内空气的自净能力, 而使空气质量恶化, 对人们的健康和精神状态、生活、工作等方面产生影响的现

象。与室内空气污染有关的不良建筑综合征、建筑相关疾病, 以及过敏性疾病已经引起了国内外科学家的广泛关注。我国的《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002), 已于 2003 年 3 月 1 日起正式开始实施, 要求室内空气应无毒、无害、无异常的臭味, 并对室内小气候指标以及有毒有害物质共 19 种进行了限量。

三、室内空气污染特征

室内空气污染与大气空气污染由于所处的环境不同, 其污染特征也不同。室内空气污染具有如下特征。

1. 累积性

室内环境是相对封闭的空间，其污染形成的特征之一是累积性。从污染物进入室内导致浓度升高，到排出室外浓度渐趋于零，大都需要经过较长的时间。室内的各种物品，如建筑装饰材料、家具、家用电器、计算机、复印机、打印机等都可能释放出一定的化学物质。若不采取有效措施，它们将在室内逐渐积累，导致污染物的浓度增大，构成对人体的危害。而在通风环境较好的室内环境中污染物的浓度一般较低。

2. 长期性

大多数人大部分时间处于室内环境，即使浓度很低的污染物，在长期作用于人体后，也会影响人体健康。因此，长期性也是室内污染的重要特征之一。

3. 多样性

室内空气污染的多样性既包括污染物种类的多样性，又包括室内污染物来源的多样性。室内空气中存在的污染物既有生物性污染物，如细菌；化学性污染物，如甲醛、氨气、苯、甲苯、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等；还有放射性污染物氡及其子体。

四、室内环境检测

室内环境检测就是运用现代科学技术方法以间断或连续的形式定量地测定环境因子及其他有害于人体健康的室内环境污染物的浓度变化，观察并分析其环境影响过程与程度的科学活动。

五、室内环境检测的目的和要求

1. 室内环境检测的目的

室内环境检测的目的是为了及时、准确、全面地反映室内环境质量现状及发展趋势，并为室内环境管理、污染源控制、室内环境规划、室内环境评价提供科学依据。具体可概括为以下几个方面。

- ① 根据室内环境质量标准, 评价室内环境质量;
- ② 根据污染物的浓度分布、发展趋势和速度, 追踪污染源, 为实施室内环境监测和控制污染提供科学依据;
- ③ 根据检测资料, 为研究室内环境容量, 实施总量控制、预测预报室内环境质量提供科学依据;
- ④ 为制定、修订室内环境标准、室内环境法律和法规提供科学依据;
- ⑤ 为室内环境科学研究提供科学依据。

2. 室内环境检测的要求

室内环境检测的要求可大致概括为五个方面。

(1) 代表性 采样时间、采样地点及采样方法等必须符合有关规定, 使采集的样品能够反映整体的真实情况。

(2) 完整性 主要强调检测计划的实施应当完整, 即必须按计划保证采样数量和测定数据的完整性、系统性和连续性。

(3) 可比性 要求实验室之间或同一实验室对同一样品的测定结果相互可比。

(4) 准确性 测定值与真实值的符合程度。

(5) 精密性 测定值有良好的重复性和再现性。

第二节 室内环境检测依据

一、室内空气质量标准

国家质检总局、卫生部、国家环保总局于2002年11月19日联合发布了GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》(见表1-1)。

二、公共场所的室内环境卫生标准

《公共场所卫生标准涉及到旅店卫生标准》(GB 9663—1996), 《文化娱乐场所卫生标准》(GB 9664—1996), 《理发店、美容店卫生标准》(GB 9666—1996), 《体育馆卫生标准》(GB 9668—1996), 《图书馆、博物馆、美术馆、展览馆卫生标准》(GB 9669—1996), 《商场(店)、书店卫生标准》(GB 9670—1996), 《医院候诊室卫

生标准》(GB 9671—1996),《公共交通等候室》卫生标准(GB 9672—1996),《公共交通工具卫生标准》(GB 9673—1996)等諸多场所的卫生标准,涉及室内环境的各个方面。

表 1-1 室内空气质量标准

序 号	参数类别	参 数	单 位	标 准 值	备 注
1	物理性	温度	℃	22~28	夏季空调
				16~24	冬季采暖
2		相对湿度	%	40~80	夏季空调
				30~60	冬季采暖
3		空气流速	m/s	0.3	夏季空调
				0.2	冬季采暖
4		新风量	m³/(h·人)	30	
5		化学性	二氧化硫(SO ₂)	mg/m³	0.50
6	二氧化氮(NO ₂)		mg/m³	0.24	1h 均值
7	一氧化碳(CO)		mg/m³	10	1h 均值
8	二氧化碳(CO ₂)		%	0.10	日平均值
9	氨(NH ₃)		mg/m³	0.20	1h 均值
10	臭氧(O ₃)		mg/m³	0.16	1h 均值
11	甲醛(HCHO)		mg/m³	0.10	1h 均值
12	苯(C ₆ H ₆)		mg/m³	0.11	1h 均值
13	甲苯(C ₇ H ₈)		mg/m³	0.20	1h 均值
14	二甲苯(C ₈ H ₁₀)		mg/m³	0.20	1h 均值
15	苯并[a]芘(B[a]P)		mg/m³	1.0	日平均值
16	可吸入颗粒(PM ₁₀)		mg/m³	0.15	日平均值
17	总挥发性有机物(TVOC)		mg/m³	0.60	8h 均值
18	生物性	菌落总数	cfu/m³	2500	依据仪器定
19	放射性	氡(²²² Rn)	Bq/m³	400	年平均值 (行动水平)