

室内空气 质量检验 方法指南

曲建翘 薛丰松 蒙 滨 主编



中国标准出版社

室内空气质量 检验方法指南

主
编

曲建翹
薛丰松
蒙 滨

中国标准出版社

2002

图书在版编目(CIP)数据

室内空气质量检验方法指南/曲建翹等主编. —北京:
中国标准出版社, 2002
ISBN 7-5066-2914-3

I. 室… II. 曲… III. 室内空气-质量检验-指南
IV. TU834.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 064765 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 19 $\frac{3}{8}$ 字数 563 千字

2002 年 12 月第一版 2002 年 12 月第一次印刷

*

印数 1—3000

定价 48.00 元

网址 www.bzcs.com

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

编委会名单

主 编 曲建翘 薛丰松 蒙 滨

副主编 韩少杰 樊荣涛 赵素莲

编 者 (按姓氏笔画顺序)

于爱民 于延玲 孔 建

石莉雯 兰声发 刘 江

刘海华 朱一川 李友民

李宝成 李连元 李晓巍

吴世安 孟庆兰 张全生

张 晶 张晓明 张富国

周铁生 施 文 赵 一

赵寿堂 邵 力 徐忠毅

徐业林 唐青云 黄子翰

黄铭行 韩春生 韩耀昭

前言

人的一生约有 80% ~ 90% 的时间是在室内度过的。因此,室内环境空气质量状况是关系着人民群众健康的大事,也是全世界各国所关心的重要问题。

由于国民经济的发展,人民生活水平不断提高,城乡建设迅猛发展,各地区危旧房屋改造加速,居民住宅楼、写字楼、宾馆、饭店不断增多,这些新建筑物均需装修。许多装修人员及居民并不十分了解所用装修装饰材料的性能、特点及装修装饰后给人们带来的诸多健康问题。如国际上称之为的“不良健康综合征”(或称之为“病态建筑综合征”),目前在我国也出现了。其原因是在通风不良的情况下,在多种因素的联合作用下所致的人群非特异症候群,主要表现为眼、鼻、咽和皮肤的刺激症,咳嗽、胸闷、疲劳和工作效率下降,但离开建筑物后,这些症状立刻消失。室内装修装饰带来的健康问题已引起党中央和国务院的关心。中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和建设部于 2001 年 11 月 26 日联合发布了《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2001)。卫生部和国

家环保局也都制定了相应的《室内空气质量标准》。

如何判断经装修后室内环境空气达到卫生标准,必须用相应的卫生标准检验方法及质量可靠的检测仪器进行现场监测,这样才能提供具有法律依据的检测数据。

本书除介绍对室内空气质量的化学法测定外,主要介绍现场检测仪器的原理、技术指标、操作步骤及维修等内容。这些化学法和仪器法除检测室内空气质量浓度外,还可在公共场所、学校、劳动作业环境等检测所用。

该书旨在向监督检测人员提供开展室内空气质量检测方法,提高检测人员的技术水平,也可作为从事卫生、环保人员的参考书。

该书在编写过程中,得到了环境检测仪器生产厂家、代理商、研究所等有关科技人员的大力支持,在此表示衷心的感谢。

编者

2002 年 3 月

目 录

第一部分 化学污染物监测

第一章 一氧化碳	3
第一节 理化性质、来源及健康效应	3
第二节 仪器法测定	4
一、不分光红外线法	4
二、置换汞法——一氧化碳测定仪	30
三、气相色谱法	46
四、电化学法	51
第二章 二氧化碳	57
第一节 理化性质、来源及健康效应	57
第二节 化学法测定——容量滴定法	58
第三节 仪器法测定	61
一、不分光红外线法	61
二、手持式二氧化碳测定仪(GM-70 型) ...	69
三、手持式二氧化碳测定仪(Testo-535 型) ...	72
四、气相色谱法	77
第三章 可吸入颗粒物	92
第一节 理化性质、来源及健康效应	92
第二节 仪器法测定	93
一、滤膜称重法	93
二、光散射法及相关测尘仪器	106
三、 β 射线吸收法测尘仪	126

四、压电晶体差频法——压电天平粉尘仪(MODEL 3511) …	146
五、激光法测尘仪	155
第四章 二氧化硫	174
第一节 理化性质、来源及健康效应	174
第二节 化学法测定	175
一、四氯汞盐溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺比色法	175
二、甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	183
第三节 仪器法测定——库仑滴定法	189
第五章 氮氧化物	196
第一节 理化性质、来源及健康效应	196
第二节 化学法测定	197
第三节 仪器法测定——化学发光法	203
第六章 臭氧	208
第一节 理化性质、来源及健康效应	208
第二节 化学法测定——靛蓝二磺酸钠分光光度法	209
第三节 仪器法测定——化学发光法	212
第七章 氨	216
第一节 理化性质、来源及健康效应	216
第二节 化学法测定	217
一、靛酚蓝分光光度法	217
二、纳氏试剂分光光度法	221
三、空气质量——氨的测定离子选择电极法	224
第三节 仪器法测定	226
一、便携式 1015 型现场氨测定仪(纳氏试剂法 原理制作)	226
二、袖珍式电化学原理氨测定仪	232
第八章 苯并[a]芘	234
第一节 理化性质、来源及健康效应	234

第二节 仪器法测定	235
一、高效液相色谱法	235
二、纸层析——荧光分光光度法	241
第九章 甲醛	245
第一节 理化性质、来源及健康效应	245
第二节 化学法测定	247
一、居住区大气中甲醛卫生检验标准方法—— AHMT 分光光度法	247
二、酚试剂分光光度法	251
三、乙酰丙酮分光光度法	258
第三节 仪器法测定	259
一、气相色谱法	259
二、便携式 101 型现场甲醛测定仪(酚试剂法原理制作)	263
三、甲醛气体快速检测管法	264
四、电化学法	266
第十章 挥发性有机化合物	282
第一节 理化性质、来源及健康效应	282
第二节 仪器法测定	283
一、热解吸/毛细管气相色谱法	283
二、光离子化检测器(PID)测总挥发性有机化合物 (TVOC)(以美国 RAE 公司产品 PGM-3 型介绍)	288
三、光离子化检测器(PID)测 TVOC(10^{-9} 级的 PGM-7240 型)	310
第十一章 苯及苯系物(甲苯和二甲苯)	341
第一节 理化性质、来源及健康效应	341
第二节 居住区大气中苯、甲苯和二甲苯卫生检验标准 方法——气相色谱法	342
第十二章 氨及其子体	349

第一节	理化性质、来源及健康效应	349
第二节	有关放射性知识	350
第三节	仪器法测定	353
一、	闪烁瓶法测氦仪	353
二、	闪烁瓶法测氦仪的刻度	355
三、	闪烁瓶法测氦衰变修正系数表	358
四、	RCW-II 型测氦仪	359
五、	美国 1027 型测氦仪	364
六、	FD-216 测氦仪	370

第二部分 物理因素监测

第十三章	小气候测定仪	379
第一节	空气温度测定仪	380
第二节	空气中风速测定仪	383
第三节	手持式风速仪(N962A)	386
第四节	空气中相对湿度测定仪	388
第五节	空气压力测定仪	405
第六节	辐射热测定仪	409
第十四章	照度测定仪	416
第一节	概述	416
第二节	光辐射简介	416
第三节	照度计	419
第十五章	噪声测定仪	423
第一节	概述	423
第二节	声级计	424
第三节	声级计的结构	427
第四节	几种声级计原理介绍	435
第五节	标准声源	438

第六节	使用与维护	441
第七节	噪声频谱分析系列	449
第八节	频率计权特性及公差	458
第十六章	石材放射性测定仪	464
第一节	袖珍智能化石材放射性测定仪(JFY-1 型)	464
第二节	智能化 γ 辐射仪(HD-2000 型)	469
第十七章	电磁辐射监测	479
第一节	电磁辐射来源及对人体健康的危害	479
第二节	全向智能场强仪(H-2 型)	480
第十八章	空气离子浓度测定仪	486

第三部分 生物污染物监测

第十九章	空气微生物采样器	493
第一节	空气微生物	493
第二节	撞击式空气微生物采样器	494
第三节	固体撞击式多功能空气微生物监测仪 (新型JWL-ⅡB)	503
第四节	撞击式(二级)空气微生物采样器	509
第五节	撞击式(六级)空气微生物采样器	512

第四部分 空气采样器

第二十章	主动式采样器	517
第一节	有动力的空气采样器	517
第二节	QC-2 型空气采样器(主动式双气路采样)	522
第二十一章	被动式个体采样器	526
第一节	简介	526
第二节	被动式甲醛个体采样器	531

附 录

附录一	便携式不分光红外线法 CO / CO ₂ (二合一)测定仪	539
-----	--	-----

附录二	手持式风速温度湿度测定仪(N962 三合一)	544
附录三	地下停车场有害气体测定仪	547
附录四	霍加拉特(Hopcalite)制备	556
附录五	木质板材中甲醛的卫生规范	557
附录六	室内用涂料卫生规范	563
附录七	公共场所空气中可吸入颗粒物(PM10)测定方法 光散射法 (WS/T 206—2001)	589
附录八	安徽省地方标准 室内空气中可吸入颗粒物卫生检测标准 方法—— β 射线吸收法	595
附录九	不同温度下水的饱和蒸气压	598
附录十	室内空气中污染物浓度限值	600
附录十一	室内主要空气污染物检验方法及相关参数	601
附录十二	室内空气中氡的测量	604

第一部分

化学污染物监测

第一章

一氧化碳

第一节 理化性质、来源及健康效应

一、理化性质

一氧化碳为无色无味气体,相对分子质量为 28.0,对空气相对密度为 0.967。在标准状况下,1L 气体质量为 1.25g,100mL 水中可溶解 0.0249mg 一氧化碳(20℃),燃烧时为深蓝色火焰。

二、来源

一氧化碳是炼焦、炼钢、炼铁时以及家庭用燃气灶或小型煤油加热器等燃料不完全燃烧的产物。汽油在发动机中燃烧时也可排放出大量的一氧化碳,吸烟也会产生一氧化碳。

三、健康效应

一氧化碳是有毒气体,它主要作用于人体的血液系统和神经系

表 1-1 一氧化碳卫生学意义

一氧化碳浓度/%	人 体 症 状
0.01	即使吸入几小时之后,也无明显作用
0.02	吸入 1.5h 后引起轻度的头痛
0.04~0.05	吸入 1.0h 后头痛、呕吐,耳鸣
0.06~0.10	吸入 1.0h~1.5h 后失去意识
0.15~0.20	吸入 0.5h~1.0h 后头痛,有剧烈的恶心,失去意识
≥0.40	即使短时间吸入也有生命危险

统。它随着空气进入人体后,通过肺泡进入血液循环,在血液中同血红蛋白结合,形成碳氧血红蛋白,破坏血红蛋白结合氧和输出氧的能力。一氧化碳对人体的危害主要取决于空气中一氧化碳的浓度和接触的时间。当浓度越高,接触的时间越长,血液中的碳氧血红蛋白含量就越高,中毒就越严重(见表 1-1)。

第二节 仪器法测定

仪器测定法有:不分光红外线法;置换汞法;气相色谱法及电化学法。不分光红外线一氧化碳测定仪系北京分析仪器厂生产的 QGS-08 型(检测器是采用薄膜微音器),这种仪器固定在实验室内,现场用采气袋采样,拿回实验室分析。采用不分光红外线法的仪器有本章介绍北京市电脑应用技术研究所生产的 GXH-3011A 型和北京均分理化科技研究所生产的 BFS-8310 型(采用气体滤波相关红外的原理)、置换汞法 CO-II 型测定仪由江苏金坛分析仪器厂生产。气相色谱法所用氢火焰离子化检测器可测定一氧化碳。电化学测定一氧化碳的仪器介绍德国德尔格公司生产的 MiniPAC-190 型。

一、不分光红外线法

由不同原子组成的分子,其振动光谱在红外波段。不同的分子有不同的光谱吸收带,例如,在 $2.0\mu\text{m}\sim 14.5\mu\text{m}$ 范围内,二氧化碳(CO_2)有 3 个吸收峰, $2.78\mu\text{m}$, $4.28\mu\text{m}$, $14.3\mu\text{m}$ 。一氧化碳(CO)的吸收峰在 $4.65\mu\text{m}$ 处。二氧化硫(SO_2)的吸收峰有 2 个, $4.0\mu\text{m}$ 和 $7.35\mu\text{m}$ 等。

(一)串联型光声式检测器的红外仪

不分光红外仪的核心是光声式气动检测器,它可分为两大类:并联型(图 1-1)和串联型(图 1-2)检测器。现只对串联型检测器加以介绍。

串联型检测器中有两个吸收室,前吸收室的光路较短,它只能吸收被测气体的吸收光谱的中心部分,后吸收室采用光锥结构,使其吸收深

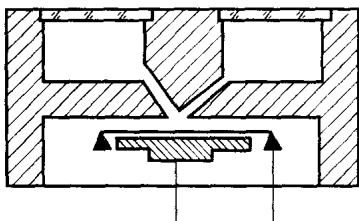


图 1-1 并联型检测器

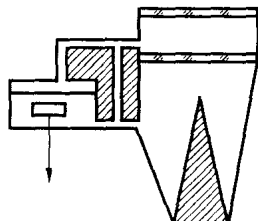


图 1-2 串联型检测器

度很长,从前室透过的吸收光谱的边带部分在其中全部被吸收。若检测器中充的气体浓度合适,则前、后吸收室的能量相等,薄膜微音器处于初始位置。因此,这种检测器的零点稳定性特别好。当工作气室中存在被测气体时,工作光路中吸收谱带的中心部分被吸收掉一部分。因而,工作光束到达检测器时,前吸收室接收到的能量减小,而后室接收到的能量不变,两个吸收室产生的压力差使薄膜变形,检测器电容量发生变化。

由于串联型检测器增加了后吸收室,当背景气体的吸收光谱与被测气体的吸收光谱发生重叠时,其边带部分的吸收使检测器后室接到的能量减小,造成检测器的反向灵敏度。因此,干扰气体对串联型检测器吸收灵敏度的影响可能是正向的,也可能是反向的。在一定条件下,干扰气体对仪器的横向灵敏度可能完全消除。与并联型检测器相比,串联型检测器有两个优点:(1)选择性好;(2)零点稳定性好。现以 QGS-08 型不分光红外线分析仪(串联型检测器)为例进行介绍。

1. 原理(见图 1-3)

气体对红外辐射的吸收遵循朗伯-比尔定律:

$$I = I_0 e^{-KCL} \dots\dots\dots (1-1)$$

式中: I ——红外辐射被气体吸收以后的能量;

I_0 ——红外辐射的初始能量;

K ——与气体及辐射波长有关的常数;

C ——被测气体的浓度;

L ——辐射通过气室的长度。