

全国高等院校医学实验教学规划教材

环境卫生与职业卫生学 实习指导

唐焕文 主编



科学出版社
www.sciencep.com

全国高等院校医学实验教学规划教材

环境卫生与职业卫生学 实习指导

主 编 唐焕文

副主编 张青碧 于敬红

编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

戴娟秀(广东医学院) 甘仲霖(泸州医学院)

高羽亭(广东医学院) 罗 皓(广东医学院)

邵军丽(广东医学院) 唐焕文(广东医学院)

王洪艳(北华大学) 许爱芹(徐州医学院)

于敬红(北华大学) 张美荣(徐州医学院)

张青碧(泸州医学院)

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

环境卫生学、职业卫生与职业医学均为预防医学的分支学科,通过实验教学,使学生掌握环境卫生与职业卫生的基本知识、基本实验技能。本实习教材打破了原有传统“验证性”研究教学模式,将实习教学、理论教学与实际工作相结合,在精选和改进经典验证性实验的基础上,增加了综合应用性实验和拓展性实验。本实习教材包括四章,基本涵盖了环境卫生学和职业卫生与职业医学的主要实习内容,内容包括基本技术和方法、物理因素检测、化学分析、微生物检验、流行病学调查分析、环境质量评价、水厂及污水处理厂参观、案例和X线尘肺片分析等。

本实习教材主要供预防医学专业学生使用,也可供临床、影像、麻醉、护理、基础、口腔、法医等专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境卫生与职业卫生学实习指导 / 唐焕文主编. —北京:科学出版社, 2011. 1

(全国高等院校医学实验教学规划教材)

ISBN 978-7-03-029308-4

I. 环… II. 唐 III. ①环境卫生学-实习-医学院校-教材参考资料 ②劳动卫生-实习-医学院校-教学参考资料 IV. ①R12-45 ②R13-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 205699 号

责任编辑:周万灏 许贵强 李国红 / 责任校对:冯琳

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年1月第一次印刷 印张:9

印数:1—4 000

字数:236 000

定价:24.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《全国高等院校医学实验教学规划教材》 编写指导委员会

主任	丁元林				
副主任	施建明				
委员	刘仿	唐湘涓	吴斌	李果明	黄培春
	苏汝好	唐焕文	贾振斌	庄海旗	
总策划	刘仿				
秘书	徐美奕	林华胜	余海波		

总 序

随着 21 世纪经济与社会的发展,科学技术既向纵深发展、不断分化,又互相渗透、不断融合;同时,新兴学科与边缘学科的兴起、新技术的应用、信息量的剧增,对医学的发展产生了重大而深远的影响,这些必将促进医学教育的全面改革。实验教学作为高等教育的重要组成部分,是学生实践能力和创新能力培养的重要途径,其重要性已受到越来越广泛的关注。

目前,传统实验教学模式仍占主导地位,存在不少弊端和不足:以学科为基础构建的课程体系,忽略了生命科学的整体性、系统性;学科体系繁多,相互孤立,学科间联系不够;实验室分散,功能单一,设备重复购置,资源浪费,效率低下,调配困难;实验教学内容陈旧,手段落后,方式老化,实验内容以验证理论为主,缺少现代医学实验内容;医学生学习的积极性、主动性不强。这些明显滞后于现代医学的发展,影响教学质量,不利于大学生创新意识和实践能力的培养,难以培养出高素质、创新型的医学人才。如何改革传统的实验教学体系,培养具有创新精神、知识面广、动手能力强的新型医学人才,已成为当务之急。教育部、卫生部《关于加强医学教育工作,提高医学教育质量的若干意见》(教高[2009]4号)明确提出“高等学校要积极创新医学实践教学体系,加强实践能力培养平台的建设。积极推进实验内容和实验模式的改革,提高学生分析问题和解决问题的能力”,进一步明确了医学实验教学的重要性和改革的必要性。根据教育部文件精神,要对传统医学实验教学模式进行改革,最大限度地整合有限资源,优化重组教学实验室,依托相关学科优势,与学科建设相结合,构建开放共享的实验教学中心,力求突出和贯彻执行教育部提出的“三基”、“五性”和注重实用性的要求,以培养学生的探索精神、科学思维、实践能力和创新能力。构建新型的医学实验教学体系,要求我们从根本上改变实验教学依附于理论教学的理念,理论教学与实验教学要统筹协调,既有机结合又相对独立,建立起以能力培养为主线,分层次、多模块、相互衔接的实验教学体系。

以教学内容和课程体系改革为核心、培养高素质、创新型人才为目标,科学整合实验教学内容,打破既往学科框架,按新构建的科学体系,编写适合创新性实验教学体系的配套实验教材已显非常迫切。在科学出版社的大力支持下,《全国高等院校医学实验教学规划教材》编委会以广东医学院为主体,协同重庆医科大学、中山大学等全国 33 所高等医药院校相关专业的 167 名专家、教授共同编写了这套实验教学系列教材。全系列教材共 26 本,分别是《医学物理学实验》、《医用基础化学实验》、《医用有机化学实验》、《系统解剖学实验》、《医学机能学实验教程》、《病原生物学与医学免疫学实验》、《生物化学与分子生物学实

验指导》、《病理学实习指南》、《计算机应用基础上机与学习指导》、《预防医学实习指导》、《卫生统计学实习指导》、《流行病学实习指导》、《临床营养学实习指导》、《营养与食品卫生学实习指导》、《毒理学基础实验指导》、《环境卫生与职业卫生学实习指导》、《健康评估实验指导》、《护理学基础实验指导》、《内科护理学实验指导》、《外科护理学实验指导》、《妇产科护理学实验指导》、《儿科护理学实验指导》、《药理学实验教程》、《药学实验指导》、《临床免疫学检验实验》、《核医学实验教程》。

本系列实验教学规划教材是按照教育部国家级实验教学示范中心的要求组织策划,根据专业培养要求,结合专家们多年实验教学经验,并在调研当前高校医药实验室建设的实际情况基础上编写而成,充分体现了各学科优势和专业特色,突出创新性。同时借鉴国外同类实验教材的编写模式,力求做到体系创新、理念创新。全套教材贯彻了先进的教育理念和教学指导思想,把握了各学科的总体框架和发展趋势,坚持了理论与实验结合、基础与临床结合、经典与现代结合、教学与科研结合,注重对学生探索精神、科学思维、实践能力的培养,我们深信这套教材必将成为精品。

本系列实验规划教材编写对象以本科、专科临床医学专业为主,兼顾预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、中药学、检验、护理、法医、心理、生物医学工程、卫生管理、医学信息等专业需求,涵盖全部医学生的医学实验教学。各层次学生可按照本专业培养特点和要求,通过对不同板块的必选实验项目和自选实验项目相结合修选实验课程学分。

由于医学实验教学模式尚存在地区和校际间的差异,加上我们的认识深度和编写水平有限,本系列教材在编写过程中难免存在偏颇之处,敬请广大医学教育专家谅解,欢迎同行们提出宝贵意见。

《全国高等院校医学实验教学规划教材》编写指导委员会

2010年6月

前 言

环境卫生学和职业卫生与职业医学均为预防医学的分支学科,是预防医学的专业课程。前者是研究自然环境和生活环境与人体健康关系的学科;后者着重研究劳动条件及其对职业人群身体健康的影响规律和研究职业性疾病在个体的发生、发展规律及防治措施。

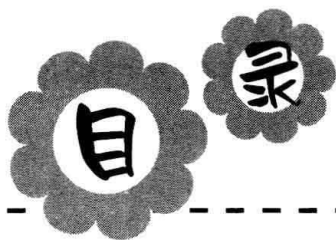
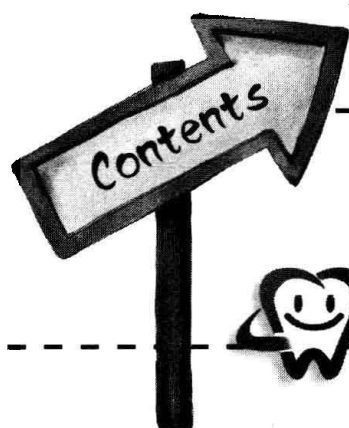
实习教学是培养学生实际操作技能、强化学生理论知识必不可少的教学过程。通过实习教学,使学生掌握环境卫生与职业卫生学的基本知识、基本研究技能,在实习教学过程中初步树立环境卫生与职业卫生工作方面的正确观点,熟悉其工作内容和方法,并注意培养学生的独立思考、独立工作的能力。

以往传统的实习课已不能适应新时代的要求,根据近年来教学改革的内容,结合本学科的专业研究方向、研究成果和编者的教学实践,我们对环境卫生学和职业卫生与职业医学的实习教学内容与形式进行了整合,尽可能与我国的环境卫生与职业卫生工作有机地结合起来,形成既具有系统、全面的实习内容,又做到具有针对性、实用性。目的在于培养学生的基本动手能力、综合分析能力、实验设计能力、检测结果评价能力等综合素质。

本教材打破了原有传统的教学模式,将实习教学、理论教学与实际工作相结合,并在编写中注意保持学科发展的连续性和教学秩序的稳定性的,尽可能体现科学性、先进性和实用性。在精选和改进经典验证性实验的基础上,增加了综合性和拓展性,形成了“验证性+综合性+拓展性”多种类型结合的层次化的实习教学,使学生能在掌握基本研究技能的基础上,锻炼自己的创新能力和实践能力。

本教材包括四章,基本涵盖了环境卫生学、职业卫生与职业医学课程的主要实习内容。内容包括基本技术和方法、物理因素检测、化学分析、微生物检验、流行病学调查分析、环境质量评价、水厂及污水处理厂参观、案例和 X 线尘肺片分析等。这些内容之间有着较为密切的联系,并相互渗透。

本教材由 4 所院校的专家、教授共同编写而成,作为《环境卫生学》和《职业卫生与职业医学》的配套实习教材,主要供预防医学专业使用。在编写过程中,参考并引用了有关教材的部分资料和图表,在此特作说明,并向原作者表示深深的谢意!由于编写时间仓促和编者水平有限,书中难免存在疏漏和错误。恳请各院校的同仁、专家及读者提出宝贵意见,以便在今后的教材修订中,使之不断完善。



婴幼儿篇(0~3岁)

一、婴幼儿口腔健康的意义.....	2
二、健康完整的乳牙列是婴幼儿口腔健康的基础.....	2
1. 乳牙萌出的时间和顺序.....	2
2. 孩子长牙时的常见现象.....	4
3. 孩子的乳牙与成人的恒牙有什么不同.....	4
4. 正常的乳牙是什么样.....	4
三、平衡膳食和健康行为是维护婴幼儿口腔健康的必要条件.....	5
1. 平衡膳食.....	5
2. 提倡母乳喂养.....	5
3. 人工喂养注意事项.....	6
4. 限制含糖饮料和食物的摄入.....	6
5. 不要把细菌口-口相传传递给孩子.....	7
6. 警惕药物对牙齿发育的不良影响.....	7
7. 安慰奶嘴和吮指习惯.....	8
四、婴幼儿的口腔保健.....	8
1. 清洁口腔从出生开始.....	8

实习一 气象条件的测定和大气采样方法

一、气象条件测定方法

气象条件一般是指气温、气湿、气流、气压和热辐射的综合变化表现,天气是各种气象条件在一定的时间内变化的概括。天气发生改变,可直接或间接地影响人们的身体健康,特别是老人、儿童和病人,他们机体抵抗力相对较弱,适应能力差,受天气变化的影响更大。因此,学会测定微小环境中气象条件的测定方法,对了解居住环境、公共场所环境或办公场所环境、病人住院环境、劳动车间的环境等条件的优劣奠定良好的基础。

【实验目的】

- (1) 掌握环境气象条件测定仪器的正确测定操作。
- (2) 熟悉影响测定结果的重要环节和注意事项。
- (3) 了解认识常用仪器基本结构和工作原理。

(一) 气温、气湿的测定

测定气温通常采用普通干湿球温度计或通风温湿度计。干球温度计所示温度即为气温。通风温湿度计适用于有热辐射的车间。为了连续观察气温变动规律,可使用自计温度计。当多个测定点须同时进行测定时,可使用电偶温度计或电阻温度计。气温的表示分摄氏温度(°C)和华氏温度(°F)。我国法定采用摄氏温度(°C),而美国则常采用华氏温度(°F),两种温标的换算关系为

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [t(^{\circ}\text{F}) - 32]$$

$$t(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \times t(^{\circ}\text{C}) + 32$$

1. 普通干湿球温度计

【实验原理】 湿球温度计的球部包有纱布,纱布下端浸泡在盛水杯中;另一支为普通干球温度计。由于湿纱布上水分蒸发散热,使湿球上温度比干球的温度低,其相差度数与空气中相对湿度成一定比例(图 1-1)。

【使用方法】

- (1) 将湿球温度计纱布润湿后固定于测定地点约 5 分钟后,先读湿球温度,再读干球温度,记下两者的差数。
- (2) 转动干湿球温度计上的圆滚筒,在其上端找出干湿球温度差数(ΔF)。
- (3) 在实测湿球度数的水平位置作一水平线与中央圆筒旁竖行相交点的读数,即相对湿度百分数。干球所示的是空气温度。

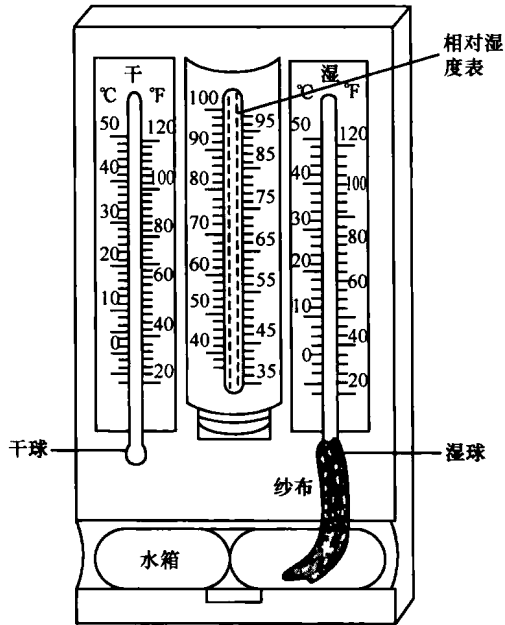


图 1-1 普通干湿球温度计

【注意事项】

(1) 有热辐射存在时,不宜使用本温度计。
 (2) 使用前须检查水银(酒精)柱有无间断。如有间断,可利用离心力、冷却或加热的方法使之连接起来。

(3) 测定时,应将温度计悬挂,不要靠近冷、热物体表面,并避免水滴沾在温度计上,以免影响测定结果;观察时,要避免接触球部和呼气对温度计的影响。

(4) 温度计固定在测定地点,5 分钟后进行读数。读数时,眼必须与液柱顶端成水平位置,先读小数,后读整数。

2. 通风温湿度计 (aspiration hygrometer)

【实验原理】 两支温度计的球部(一为湿球,另一为干球)分别装在镀镍的双金属风筒内,可反射大部分的热辐射,外管一象牙环扣接温度计,以减少传导热的影响。风筒与仪器上的小风机相连,当小风机开动时,空气以一定的流速(一般为 4m/s)自风筒下端进入,流经干、湿温度计的球部,以消除外界风速变化而产生的影响。同时,因金属筒的反射,使热辐射影响被抵消,故可测得较准确结果(图 1-2)。

【使用方法】

(1) 先将湿球纱布湿润。

(2) 用钥匙旋转风扇发条,风扇开始转动。将仪器悬挂在测定地点。

(3) 经 3~5 分钟,读取湿球及干球温度的读数,结果可查表得到相对湿度。干球所示为空气温度。

【注意事项】 除上述普通温湿计测定注意事项外,还应注意以下几点。

(1) 湿润湿球时应避免水流入仪器。

(2) 测毕,待风机停止转动后,仪器方能放平。

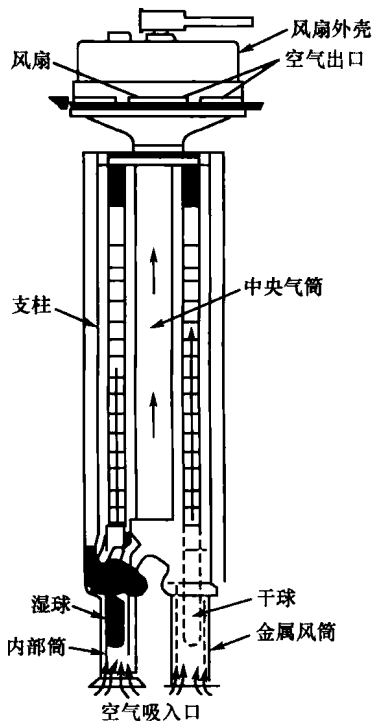


图 1-2 通风温湿度计

(二) 气流测定

杯状风速计、翼状风速计原理相同,杯或翼随风旋转,通过机械连接带动表盘指针旋转,并指示风速(m/s)。查校正表后得出测定结果。

1. 杯状风速计 (cup anemometer)

【实验原理】 利用风力使风杯转动,从指针转动的周数及所用时间算出空气流动的速度(图 1-3)。

【使用方法】

(1) 使用前先记下风速计的原始读数。

(2) 将风速计放置测定地点,纵轴与空气流动方向垂直,等风杯转动后开动启动开关,并同时用秒表记录时间。

(3) 经 100 秒,将风速及秒表同时关闭。记录指针读数和时,算出风速。

2. 热球式电风速计

【实验原理】 本仪器的探头部装有热电偶的热端(切勿触碰和摔振),另一端暴露于空气中,在不同风速下热电偶的热端散热量不同,因而其温度下降的程度不同,风速小时,下降的程度小,反之程度大。下降程度的大小通过热电偶在电表上指示出来。经校正后,即可从电表读数,表示风速,该仪器测定范围 0.05~10m/s(图 1-4)。



图 1-3 EDK-1A 杯状风速仪

【使用方法】

(1) 使用前指针是否指于零点,否则调“机械调零螺丝”进行调零。

(2) 将“校正开关”置于“断”位,将测杆探头的插头插在插座上(注意方向,否则损坏插头),此时测杆不要打开。

(3) 再将“校正开关”转至“满度”位,慢慢调整“满度调节”旋钮,使电表指针在满度位。

(4) 将“校正开关”置于“零”位,慢慢调整“粗调”或“细调”旋钮,使电表指针在零点位。(调整“粗调”或“细调”旋钮,如果电表指针不能回到零点位,说明串联的 3 节电池已耗尽,应更换。)

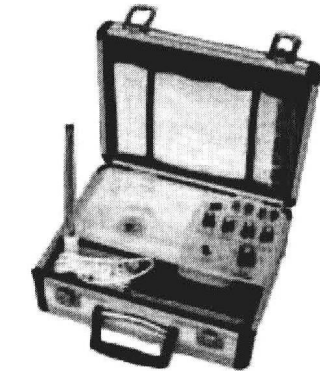


图 1-4 QDF-2B 热球式电风速计

(5) 完成以上步骤后,轻轻拉出测杆探头,并使探头上的红点面对风向,根据电表读数,查阅校正曲线得出被测风速。

(6) 在测定若干分钟后(10 分钟左右),必须重复(3)、(4)步骤一次,使仪表内电流得到标准化。

(7) 测毕,应将“校正开关”置于“断”位,以免耗费电池。

【注意事项】

(1) 热辐射对测定有影响,注意避免。

(2) 不要用手或用口吹探头部位。

(三) 热辐射强度测定

常用单向热电偶辐射计(thermal pile radiation detector)来用作辐射强度的测定。

【实验原理】 单向热辐射计的测头是由黑(涂有烟黑)白(包有铝箔)相间的热电堆(240 对热电偶)组成,由于烟黑和铝箔对热辐射的吸收率不同,造成的温差使 240 对热电偶上产生电动势(用毫伏计即可指示出热辐射强度),其大小与辐射强度成正比,通过经换算过的电表读数,可直接表示热辐射的强度,即单位时间内、单位面积上所受到的辐射能量 [$\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$](图 1-5)。

【使用方法】

(1) 测定前盖上测头的盖板,以隔绝热辐射的作用,然后调“机械调零螺丝”进行调零。

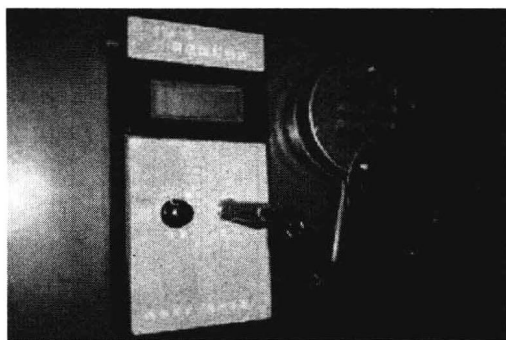


图 1-5 单向热电偶辐射计

(2) 拨动“调零”开关,旋转“零点调整”旋钮,使指针指在零位。

(3) 根据热辐射源情况适当选择“10 卡”或“2 卡”档(未知时先用“10 卡”档)。

(4) 将测头的插头插入面板的插孔内,打开测头的盖板,对准热辐射源方向,偏差不超过 5° ,经过 3~5 秒,待电表指针稳定后即可读数。

(5) 测毕,将测头的盖板关好,按下开关于“断”位,拔下插头。

【注意事项】

(1) 当热辐射强度超过 $7.5\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 时,测量不要超过 3 分钟,以免损坏仪器。

(2) 测毕即盖好盖板,保护铝箔,防止损坏。

(3) 当调节“零点调整”旋钮,指针不能到达零时,应更换电池。

(四) 气压测定

气压的单位是 mmHg(毫米汞柱)或 kPa(千帕)

$1\text{kPa} = 7.5\text{mmHg}$

常用的仪器有空盒气压计、水银气压计等。

【实验原理】 DYM-3 空盒气压表(平原型)具有弹性的波状薄壁金属空盒构成,盒内有极稀薄的空气。当气压增高时,盒壁内凹,气压降低时,盒壁隆起。这种变化借助于杠杆及齿轮的转动以指针传递到刻度盘上即可直接读出大气压力(mmHg)(图 1-6)。



图 1-6 DYM-3 空盒压力表

【使用方法】 使用前,须用水银气压计进行校正。使用时,为防止机械摩擦的误差,须轻轻叩打 2~3 下,待指针稳定后,再记下读数,应精确到 0.5mmHg。在玻盖中央,有另一可转动的指针,将此指针与气压计指针对准后,可观察一定时间后的气压变化。

【注意事项】

(1) 在进行车间一般情况调查的基础上,绘出生产设备、工作地点及门窗位置的简明平面图,并注明测定地点。

(2) 根据生产过程、热源的布局和生产车间的建筑物特征以及工人工作地点进行气象条件的测定。检查工人的休息条件及休息时生理机能的恢复情况,还应在休息地点测定。测定一般应在距离地面约 1.5m 处进行。若工作地点热源分布不均匀时,则应在不同高度、不同方位分别进行热辐射强度的测定,如开炉门时,应在炉前工作地点于工人头部、胸部、腿部等不同水平上测定。

(3) 选定测定时间

1) 调查生产环境气象条件对人体的影响时,应于不同季节进行室内外气象条件的测定。一般可在冬、夏两季进行测量。如要调查炎热季节高温作业对人体的影响时,则只需

在夏季进行测定。至于炼钢铸造等气象条件变化较大的车间,一年四季均应进行测定。测定时间一般不应少于3天,并须注意测定日期的代表性。

2) 按生产特点而确定每天测定的时间和次数。生产过程较均衡、气象条件较稳定的车间,可在一个班开始时测1次,中间测2次,下班前再测1次;而在生产过程呈周期性变动、气象条件变化较大的车间,则应按生产过程多次测定,如铸造车间的加料、熔炼、浇铸和开箱等,应分别进行测定。若有条件最好早、中、晚三班中每小时测1次,以便动态观察生产地点气象条件的变化规律。

(4) 测定生产环境气象条件的变化条件时,需对室外气象条件进行测定,借助比较并评价室内、外气象条件的变化的差别。

(5) 测定气温、气湿、气流、气压和热辐射强度等应在同一时间、同一地点进行。

(6) 如评定不同工种工人工作时间的的气象条件,以便改进劳动组织方式等。必须进行工时测定,记录他们在一个班中各项生产操作的时间,所受热辐射作用的时间、部位和强度,并计算加权平均值。同时测定生理指标及询问其主观感觉。

(7) 每次测定后,应将各项测定结果填入气象条件测定记录表内,注明当时的生产情况,周围环境的变动以及隔热、通风措施的使用情况,以便在分析、评价时有所依据。

【实验结果】

(1) 记录实验时间、地点、测定位置、测定结果,并进行综合性评价(表1-1)。

表 1-1 车间内外气象条件测定记录

厂名:		车间名:		测定日期: 年 月 日				天气					
时间	地点	操作名称	干球温度	湿球温度	风速	平均温度	平均辐射强度	单向辐射强度				备注	
								头部	胸部	腿部	平均		

注:温度单位为 $^{\circ}\text{C}$,辐射强度单位为 $\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。

(2) 写出检测报告。

二、大气的采样方法

采集大气中污染物样品或受污染空气样品的过程称为大气采样。大气采集方式一般分两大类:直接采样法和浓缩采样法。直接采样法适用于大气中被测物质浓度较高或者所用的检测手段非常灵敏的情况,此时直接采取少量气体就可以满足分析测试的要求。用直接法采样测得的样品结果能够反映大气污染物瞬时浓度或者短时间内的平均浓度。而浓缩采样法多用于大气中污染物的浓度较低,直接取样不能满足分析测试要求,需要将大气中的污染物进行浓缩,才能满足监测方法的要求。因为浓缩采样所需时较长,所得分析结果一般能反映大气污染物在浓缩采样时间内的平均浓度。根据检测污染物的种类和性质、浓度高低以及检测方法的要求,正确选择符合要求的、科学的、可靠的、高效率的采样方法进行大气样品的采集。

【实验目的】

- (1) 掌握常见的大气污染物的采样方法, 采样设备的正确操作使用。
- (2) 熟悉大气采样时的注意事项, 能根据所测项目正确选择采样方法。
- (3) 了解空气采样质量保证的重要性, 不同采样方法的原理、优缺点和适宜范围。

(一) 大气中有害物质的存在状态

1. 气态和蒸汽态 以分子形式分散在大气中的有害物质称气态或蒸汽态物质。常温下呈气态的有 CO、SO₂、SO₃、NO_x、Cl₂、H₂S、HF、HCl、NH₃、PAN、醛、酮等, 常温下汞、苯呈液态, 碘是固体, 易挥发、蒸发到大气中。这类物质的特点如下。

- (1) 以单分子存在, 与空气分子随意混合, 随大气的流动而流动。
- (2) 在大气中的扩散状况, 取决于相对密度。相对密度小的向上漂浮, 反之则向下沉降。

2. 气溶胶 有害物质以固体微粒或液体微滴分散于空气中的分散系称气溶胶。气溶胶粒径多在 0.01~100 μ m, 是一个复杂的非均匀体系。根据所含成分不同可分为: 雾(液态)、烟(固态)、尘(固态)。尘是固态物质机械粉碎或爆破时产生的微粒, 能长期悬浮于空气中。根据颗粒物在重力作用下的沉降特性分为两大类。

(1) 降尘: 粒径大于 10 μ m 的颗粒, 如水泥粉尘、金属粉尘、飞尘等一般颗粒大, 相对密度也大, 在重力作用下, 易沉降, 危害性相对较小。

(2) 飘尘: 是粒径小于 10 μ m 的粒子, 可长期漂浮在大气中, 具有胶体性质, 又称气溶胶。易随呼吸进入人体, 危害健康, 因此也称可吸入颗粒物(IP 或 PM₁₀), 通常所说的烟、雾、灰尘均是用来描述飘尘存在形式的。

(二) 表示大气中有害物质浓度的方法

1. 重量浓度法(适用于各种状态的物质, 常用) mg/m³ 或 μ g/m³。
2. 体积浓度法(只适用于气态和蒸汽态的物质) ml/m³ (ppm)。

当有害物质为气态或蒸汽态时, 重量浓度和体积浓度可以互相换算。浓度单位 ppm 与 mg/m³ 的换算公式为

$$\text{ppm} = (22.4 \times \text{mg/m}^3) / \text{分子质量或} \\ \text{mg/m}^3 = M / 22.4 \cdot \text{ppm} \cdot [273 / (273 + T)] \times (Pa / 101325)$$

式中: M, 被测物质的分子质量(g); T, 温度; Pa, 气压; 22.4, 任何一种气态物质, 在标准状态下时, 1mol 的体积为 22.4ml。

3. 颗粒物 一般用 mg/m³、t/km²·月、颗粒数/cm³ 表示量值的大小。

(三) 常用的大气采样方法

1. 直接采样法 适用于大气中被测组分浓度较高, 或检测方法灵敏度高, 只需用仪器直接采集少量样品就可进行分析的样品采集。此方法测得的结果为瞬时浓度或短时间内的平均浓度。

【实验方法】 常用的容器包括注射器、塑料袋、采气管、真空瓶等。

(1) 注射器采样: 通常用 100ml 注射器采集有机蒸汽样品。采样时, 先用现场气体抽洗 2~3 次, 而后抽取 100ml 空气, 密封进气口后, 带回实验室分析。样品存放时间不宜长, 一

般当天分析。用气相色谱分析法多采用此法取样。

注意:取样后,应将注射器进气口朝下,垂直放置,以使注射器内压略大于外压。

(2) 塑料袋采样:应选择 不吸附、不渗漏,也不与空中污染组分发生化学反应的塑料袋,如聚四氟乙烯袋、聚乙烯袋、聚氯乙烯袋和聚酯树脂袋等,还有用金属薄膜作衬里(如衬银、衬铝)的塑料袋等。

注意:采样时,先用二联球打进现场气体冲洗 2~3 次,再充满样气,封闭进气口,回实验室尽快分析。

(3) 采气管采样:采气管容积一般为 100~1000ml。采样时,打开两端旋塞,用二联球或抽气泵接在管的一端,迅速抽进比采气管容积大 6~10 倍的欲采气体,使采气管中原有气体被完全置换出,关上旋塞,采气管体积即为采气体积。

(4) 真空瓶采样:真空瓶是一种具有活塞的耐压玻璃瓶,容积一般为 500~1000ml。采样前,先用抽真空装置把采气瓶内气体抽走,使瓶内真空度达到 1.33kPa,之后在测定地点,打开旋塞即可采样,采完立即关闭旋塞,则采样体积即为真空瓶体积。

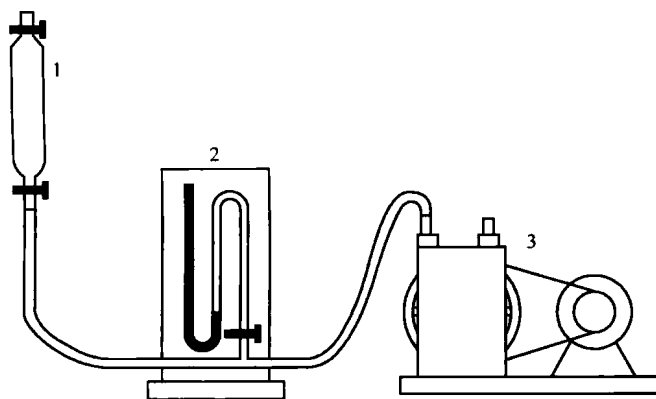


图 1-7 真空采气瓶的抽真空装置

1. 真空采气瓶;2. 闭管压力计;3. 真空泵

2. 浓缩采样法及其装置 浓缩采样法又叫做富集采样法,是使大量气体通过吸收液或固体吸收剂得到浓缩或阻留,以便于分析测定。

该方法适用于大气中污染物质浓度较低的情况或没有很灵敏的检测手段的空气污染物采样。采样时间较长,测得结果可代表采样时段的平均浓度,能反映大气污染的真实情况。

【实验方法】 具体采样方法有溶液吸收法、固体阻留法、液体冷凝法、自然积集法等。

(1) 溶液吸收法:该方法适用于采集大气中气态、蒸汽态及某些气溶胶态污染物质。

采样时,用抽气装置将欲测空气以一定流量抽入装有吸收液的吸收管(瓶),空气通过吸收液时,形成气、液界面,有害物分子溶解或经化学反应很快进入吸收液中,位于气泡中间的气体分子,能迅速运动、扩散到气液界面上而被吸收。使被测物质的分子阻留在吸收液中,以达到浓缩的目的。

采样结束后,倒出吸收液进行测定,根据测得的结果及采样体积计算大气中污染物的浓度。吸收效率主要决定于吸收速度和样气与吸收液的接触面积。因此,根据所检测的空气污染物种类不同,正确选择吸收液非常重要。

吸收液选择的原则：①吸收液与被采集的物质发生不可逆化学反应，且要速度快，对其溶解度大。②污染物质被吸收液吸收后，要有足够的稳定时间，满足分析测定所需时间的要求。③污染物质被吸收后，便于下一步分析测定，最好能直接测定。④应选择毒性小、价格低、易于购买、并尽可能回收利用的吸收液。

常用的空气采样吸收管包括以下几种。

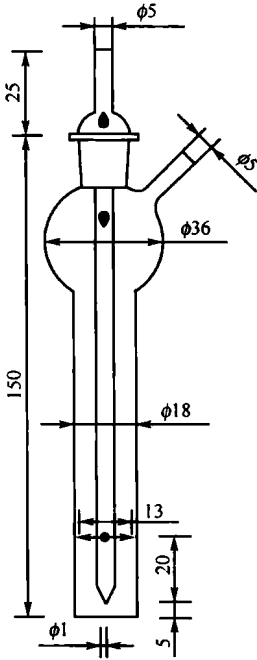


图 1-8 冲击式吸收管

1) 气泡式吸收管：适用于采集气态和蒸汽态物质，不宜采气溶胶态物质。

2) 冲击式吸收管：适宜采集气溶胶态物质和易溶解的气体样品，而不适用于气态和蒸汽态物质的采集。管内有一尖嘴玻璃管作冲击器。

性能要求：内管和外管的接口应是标准磨口；内管应垂直于外管管底，出气口的内径为 $1.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，管尖距外管底 $5.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ；固定小突应牢固(图 1-8)。

3) 多孔玻纱吸收管(瓶)：是在内管出气口熔接一块多孔性的砂芯玻板，当气体通过多孔玻板时，不但能分散成很小的气泡，增大了与吸收液的接触面积；而且还能被弯曲的孔道所阻留，有利于被吸收液吸收。所以多孔玻纱吸收管既适用于采集气态和蒸汽态物质，也用于采集气溶胶态物质。

(2) 固体吸附剂法：常用于气体和尘粒共存时采样。

固体吸附法原理：填充柱是用一根 6~10cm 长，内径 3~5mm 的玻璃管或塑料管，内装填充剂。采样时，气样以一定流速通过填充柱，欲测组分被吸附、溶解或化学反应而被阻留在填充剂上，达到浓缩采样的目的。采样后，通过加热解吸、吹气或溶剂洗脱，使被测组分被释放出来，再进行测定。

固体吸附法结构见图 1-9。溶剂解吸型活性炭管：管长 80mm，内径 3.5~4.0mm，外径 5.5~6.0mm；前段装 100mg 活性炭，后段装 50mg 活性炭。热解吸型活性炭管：管长 120mm，内径 3.5~4.0mm，外径 $6.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ；内装 100mg 活性炭。

根据填充剂阻留作用的原理，填充柱可分为吸附型、分配型和反应型三种类型。

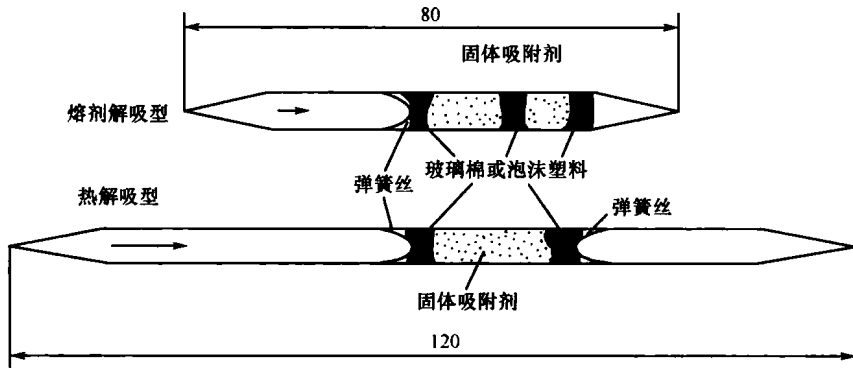


图 1-9 标准活性炭管和硅胶管(单位:mm)

1) 吸附型填充柱：所用填充剂为颗粒状固体吸附剂，如活性炭、硅胶、分子筛、氧化铝、

素烧陶瓷、高分子多孔微球等多孔性物质,该类型对气体和蒸汽吸附力强。

2) 分配型填充剂:所用填充剂为表面涂有高沸点有机溶剂(如甘油异十三烷)的惰性多孔颗粒物(如硅藻土、耐火砖等),适于对蒸汽和气溶胶态物质(如六六六、DDT、多氯联苯等)的采集。气样通过采样管时,分配系数大的或溶解度大的组分阻留在填充柱表面的固定液上。

3) 反应型填充柱:其填充柱是由惰性多孔颗粒物(如石英砂、玻璃微球等)或纤维状物(如滤纸、玻璃棉等)表面涂渍能与被测组分发生化学反应的试剂制成。也可用能与被测组分发生化学反应的纯金属(如金、银、铜等)、丝毛或细粒作填充剂。采样后,将反应产物用适宜溶剂洗脱或加热吹气解吸,然后再进行分析。

固体阻留法优点:①用固体采样管可以长时间采样,测得大气中日平均或一段时间内的平均浓度值(溶液吸收法则由于液体在采样过程中会蒸发,采样时间不宜过长)。②只要选择合适的固体填充剂,对气态、蒸汽态和气溶胶态物质都有较高的富集效率,而溶液吸收法一般对气溶胶吸收效率要差些。③浓缩在固体填充柱上的待测物质比在吸收液中稳定时间要长,有时可放置几天或几周也不发生变化。

注意事项:①所用的硅胶柱应有足够的吸附容量,能满足检测的需要。在气温 35℃、相对湿度 80% 以下的环境条件下,穿透容量不低于 0.5mg 被测物。②硅胶的两端和前后两段之间用玻璃棉或聚氨酯泡沫塑料等固定材料加以固定和分隔,在进气口端的固定材料前和热解吸型的固定材料后各用一个弹簧钢丝固定。装好的硅胶不应有松动;所用的玻璃棉等固定材料不影响采样或检测物的浓度。③在 200ml/min 流量下,硅胶管的通气阻力应 2~4kPa 为宜。④硅胶管的空白值应低于标准检测方法的检出限。⑤硅胶柱两端密封性良好,且不易脱落。

(3) 滤纸和滤膜阻留法:适用于采集颗粒物或气溶胶。

滤纸和滤膜阻留法原理:将过滤材料(滤纸、滤膜等)放在采样夹上,用抽气装置抽气,则空气中的颗粒物被阻留在过滤材料上,称量过滤材料上富集的颗粒物质量,根据采样体积,即可计算出空气中颗粒物的浓度。

常用滤料包括:纤维状滤料,如定量滤纸、玻璃纤维滤膜(纸)、氯乙烯滤膜等;筛孔状滤料,如微孔滤膜、核孔滤膜、银薄膜等。

优点:效果好、采样量大、组分稳定。

(4) 其他大气采集的方法

1) 自然积集法:利用物质的自然重力、空气动力和浓度差扩散作用采集大气中的被测物质,如自然降尘量、硫酸盐化速率、氟化物等大气样品的采集。

2) 低温冷凝法:原理是借制冷剂的制冷作用使空气中某些低沸点气态物质被冷凝成液态物质,以达到浓缩的目的。适用于大气中某些沸点较低的气态污染物质,如烯烃类、醛类等。

常用制冷剂包括冰、干冰、冰-食盐、液氯-甲醇、干冰-二氯乙烯、干冰-乙醇等。

优点:不需动力设备,简单易行,且采样时间长,测定结果能较好反映大气污染情况。

(四) 采样仪器

工艺流程:空气→收集器→流量计→抽气动力→排气

1. 收集器 气泡吸收管、多孔玻板吸收管,可吸入颗粒采样器。