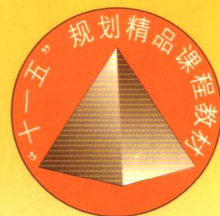


“十一五”规划精品课程教材

全国高等医药院校教材

供预防医学、卫生检验与检疫、临床医学、全科医学、社区护理学等专业用



预防医学实验指导

主编 唐明德



世界图书出版公司

“十一五”规划精品课程教材

全国高等医药院校教材

供预防医学、卫生检验与检疫、临床医学、全科医学、社区护理学等专业用

预防医学实验指导

主 编：唐明德

副 主 编：梁绍先 赵淑英

主 审：胡曼玲 刘树仁

参编人员：(按姓氏笔画排序)

刘 娟 吴小敏 杨新文

周光宇 易义珍 胡平成

赵淑英 唐明德 唐美秀

梁绍先 黄民主 曾 明

熊敏如 颜学军

世界图书出版公司

西安 北京 广州 上海

图书在版编目(CIP)数据

预防医学实验指导/唐明德主编. —西安:世界图书出版西安公司,2007.3

ISBN 978-7-5062-6891-2

I. 预... II. 唐... III. 预防医学-实验-医学院校-教材 IV. R1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019429 号

预防医学实验指导

主 编 唐明德
责任编辑 汪信武

出版发行 世界图书出版西安公司
地 址 西安市北大街 85 号
邮 编 710003
电 话 029-87285225(医学读者俱乐部) 87214941(市场营销部)
029-87235105(总编室)
传 真 029-87279675 87279676
经 销 各地新华书店
印 刷 陕西奇彩印务有限责任公司
开 本 889 mm×1194 mm 1/16
印 张 13.75
字 数 400 千字
印 数 1~3000 册

版 次 2007 年 3 月第 1 版
印 次 2007 年 3 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5062-6891-2
定 价 24.80 元

☆ 如有印装错误,请寄回本公司更换 ☆

前 言

预防医学是研究自然环境、生产生活环境、社会环境等与人类健康关系的科学,是现代医学的主要组成部分。因此,找出各种危害人类健康的因素,采取有效的防治措施,促进人类健康、提高生命质量是预防医学的重要任务。人群调查与实验研究是完成上述任务所使用的主要研究方法。环境卫生学、职业卫生与职业病学、营养与食品卫生学、儿少卫生学、卫生毒理学、卫生微生物学、流行病学、卫生统计学等都是预防医学的主干课程。卫生学是临床医学、全科医学、护理学(社区护理学)、医学检验等非预防医学本科专业的主干课程。它们所包含的实验内容对加深专业主干课程的理解和实践有着重要的作用。因此,学生掌握实验的基本操作方法和基本技能与学好理论知识同等重要。

本着实用的原则,我们在参照预防医学有关的实验指导、《食品卫生理化检验标准手册》等参考资料的基础上,按照教学内容和教学大纲的要求,长沙医学院公共卫生系组织编写《预防医学实验指导》。旨在供学生掌握本专业基本实验的原理、操作方法和技能,使学生更好地掌握预防医学各门课程的知识。同时也为今后的工作实践打下基础。

本实验指导分上、中、下篇。上篇为卫生学检验部分:包括理化检验(含环境卫生学、职业卫生与职业病学、营养与食品卫生学、卫生学的理化检验实验)和卫生微生物学的实验。中篇为方法学部分:包括流行病学、卫生统计学和卫生毒理学的实习(验)。下篇为其他部分:包括儿少卫生学的实验和有关课程的案例调查、讨论。本实验指导不仅能满足五年制预防医学本科专业、卫生检验与检疫技术专业,还适用于临床医学、全科医学、社区护理学、医学检验等非预防医学专业的本、专科学生实验教学需要,同时也可作为青年教师实验课带教的参考。

由于时间仓促,水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请批评指正。

编 者

2006年12月1日

目 录

上篇 卫生检验部分

第一章 理化检验	(1)
实验一 空气中有害物质采样方法	(1)
实验二 大气中颗粒物的测定	(6)
实验三 空气中生产性粉尘的测定	(8)
实验四 空气铅的测定——双硫脲分光光度法(单色法)	(10)
实验五 大气中氮氧化物(NO_x)的测定——盐酸萘乙二胺比色法	(12)
实验六 空气中苯的测定——乙醚-丙酮比色法	(14)
实验七 空气中甲醛浓度的测定——盐酸副玫瑰苯胺比色法	(17)
实验八 公共场所空气中二氧化碳的测定——红外线气体分析仪测定法	(19)
实验九 水样采集及水中“三氮”的测定	(20)
实验十 水中砷的测定——二乙氨基二硫代甲酸银分光光度法	(25)
实验十一 水中氟化物的测定——直接电位法	(26)
实验十二 漂白粉中有效氯含量、水的余氯量及需氯量的测定	(28)
实验十三 游泳池水卫生检验——池水中尿素的测定	(30)
实验十四 交通噪声的测定	(32)
实验十五 作业环境噪声的测定	(33)
实验十六 化妆品中铬的测定	(36)
实验十七 尿中铅的测定——热消化双硫脲分光光度法	(38)
实验十八 尿中 δ -氨基 γ 酮戊酸(δ -ALA)的测定——乙酸乙酯萃取-对二甲氨基苯甲醛比色法	(40)
实验十九 尿中肌酐的测定——苦味酸比色法	(41)
实验二十 儿童血锌的测定——火焰原子吸收法	(42)
实验二十一 核黄素的测定——分子荧光法	(43)
实验二十二 食物中蛋白质含量的测定——微量凯氏定氮法	(45)
实验二十三 食品中铁的测定	(47)
实验二十四 食物中亚硝酸盐含量的测定——盐酸萘乙二胺比色法	(49)
实验二十五 食物中化学毒物的快速检验——砷和汞的检验	(50)
实验二十六 食品中漂白剂的测定——亚硫酸盐副玫瑰苯胺法	(52)
实验二十七 复合食品包装袋中二胺基甲苯的测定——气相色谱法	(54)
实验二十八 酒中甲醇的测定——品红亚硫酸法	(55)
第二章 卫生微生物学	(57)
实验一 菌落总数测定	(57)

实验二	大肠菌群测定	(58)
附:	水与食品中大肠菌群最大可能数(MPN)的数学基础及计算 MPN 程序	(60)
实验三	一次性使用医疗用品产品细菌和真菌污染的检测	(62)
实验四	空气中溶血性链球菌的检测	(63)
实验五	奶粉中金黄色葡萄球菌的检测	(66)
实验六	物体表面乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的检测	(69)
附:	各种营养基的成分及制备方法	(71)

中篇 方法学部分

第三章	流行病学(疾病的研究方法)	(72)
实习一	疾病频率测量	(72)
实习二	疾病的分布	(74)
实习三	现况研究	(83)
实习四	筛检方法评价	(87)
实习五	病例对照研究	(88)
实习六	偏倚及其控制	(93)
实习七	队列研究	(97)
实习八	流行病学实验研究	(100)
实习九	疾病因果判断	(102)
实习十	爆发调查	(105)
附 1:	医学文献评价	(107)
附 2:	临床医学文献审阅提纲(BMJ, 1994)	(112)
附 3:	研究评价书审阅标准(Lancet, 1998)	(113)
附 4:	评价一份科学报告的提纲	(114)
第四章	卫生统计学	(116)
实习一	计量资料的统计描述、统计图表	(116)
实习二	计量资料的统计推断	(119)
实习三	计数资料与等级资料的统计分析方法	(122)
实习四	直线相关与回归	(125)
实习五	综合评价	(128)
实习六	调查设计	(129)
实习七	实验设计	(131)
第五章	卫生毒理学	(133)
实验一	动物毒理学实验的一般操作技术	(133)
实验二	实验动物生物材料采集和制备	(142)
实验三	经口 LD ₅₀ 的测定	(147)
实验四	小白鼠精子畸形试验	(150)
实验五	小白鼠骨髓嗜多染红细胞微核试验	(151)
实验六	鼠伤寒沙门菌回变试验	(153)
实验七	苯丙胺类毒品的检验	(157)

实验八 生物样品的采集及样品的预处理	(159)
--------------------------	-------

下篇 其他部分

第六章 儿少卫生学	(163)
实验一 生长发育标准的制定与发育评价	(163)
实验二 骨龄的评定	(168)
实验三 儿童青少年心理测验	(170)
实验四 学习疲劳的测定与评价	(174)
附: 相关回归的计算器($t_x - 3600$)使用及错误的纠正	(177)
第七章 案例调查、讨论	(182)
实验一 环境流行病学调查资料分析——饮水对村民消化道传染病影响的调查研究	(182)
实验二 公共卫生突发事件案例	(186)
实验三 尘肺 X 线胸片阅读	(186)
实验四 职业卫生调查	(188)
实验五 职业病病例讨论	(191)
实验六 食物中毒调查处理的讨论	(192)
实验七 食品安全性毒理评价方法的讨论	(194)
实验八 水井污染案例	(197)
实验九 膳食调查	(198)
实验十 临床营养评价——体格检查	(201)
附 1: 中国居民膳食宝塔	(203)
附 2: 论文撰写方法与步骤	(209)
附 3: 监测过程的质量保证	(210)
主要参考书目	(212)

上篇 卫生检验部分

第一章 理化检验

实验一 空气中有害物质采样方法

一、大气中有毒物质的采样方法

【大气中有毒物质的存在状态】 由于大气中各种有毒物质的理化性质不同,所以在空气中存在的状态就不一样。大气中污染物大致可分为气态和气溶胶两大类。

1. **气态** 气态是指在常温、常压下,以分子形式存在于大气中的气体。常见的有:CO₂、SO₂、NO_x、Cl₂等。

2. **气溶胶** 气溶胶是指有毒物质以固体微粒(颗粒内径为1~100 nm)或液体微滴形式逸散于大气中的分散系。分雾、烟、尘三类。雾为液态,是由液体蒸发至空气中遇冷凝聚而成;烟和尘为固态,是固态机械粉碎过程中产生的极小颗粒悬浮于空气中。

【大气采样方法】 大气采样方法归纳起来可分为直接采样法和浓缩采样法两类。

1. **直接采样法** 当空气中物质浓度较高,或该物质所用分析方法的灵敏度较高时,采少量气体就可以分析,多用直接采样法。

(1)塑料袋采样:用注射器取空气后,注入塑料袋中,用乳胶帽封口,尽快送检分析。

(2)注射器采样:用注射器取空气后,用乳胶管堵住注射器口,当天送检分析。

(3)真空瓶取样:将事先已抽真空的耐压玻璃瓶或不锈钢瓶带至现场,打开瓶阀采气,然后关闭阀门,迅速送检。

2. **浓缩采样法** 当空气中被测物质浓度低,需浓缩后方能满足分析方法的要求时,常采用浓缩采样法。

(1)溶液吸收法:主要是吸收空气中以气态与蒸汽态方式存在的物质。使用动力装置使空气通过装有吸收液的吸收管时,空气中被测物经气液界面浓缩于吸收液中。常用的吸收液有水、水溶液和有机溶剂等。选择吸收液时应注意:被测物在吸收液中的溶解度大,有足够的稳定时间,能与以后的分析步骤紧密衔接,不影响分析测定。吸收液应价廉易得。

(2)滤纸和滤膜阻留法:主要用来采集尘粒状气溶胶。通过使用动力,使空气通过滤纸(膜)被机械地阻留、吸附,从而采集到空气中的气溶胶。常用的滤纸(膜)有玻璃纤维滤料、有机合成纤维滤料等。膜的选择要求阻留效率高。选择膜料的种类要考虑待阻留物的性质,要求滤料的阻力尽量小,以提高采样的速度。此外,滤料的机械强度、本身重量和价格等均应符合一定要求。

(3)固体吸附剂阻留法:使空气通过装有固体吸附剂的采样管,被测物被固体吸附剂吸附而浓缩,送检时先经解吸作用再分析测定。常用的固体吸附剂有颗粒状吸附剂和纤维状吸附剂。

【采样器材】 大气采样器材通常是由样本收集器和采样器组成。

1. **收集器** 根据被测物在空气中存在的状态,选择合适的收集器。

学习记录

(1)气泡吸收管:气泡吸收管分为普通型和直筒型两种。每种类型的气泡吸收管又分为大、小两种。内可装 2~10 ml 吸收液,采气流量为 0.1~1.5 L/min(图 1-1)。

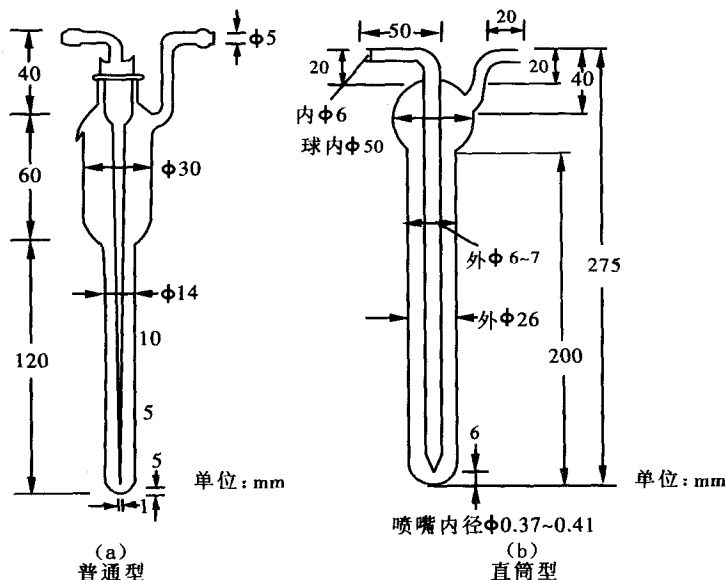


图 1-1 气泡吸收管

(2)多孔玻板吸收管:多孔玻板吸收管分为普通型和 U 型两种。普通型多孔玻板吸收管可盛 5~10 ml 吸收液;U 型多孔玻板吸收管可盛 5 ml 吸收液,二者均以 0.1~1.5 L/min 的流量进行采样。多孔玻板吸收管的优点是增加了气液接触界面,提高了吸收效率(图 1-2)。

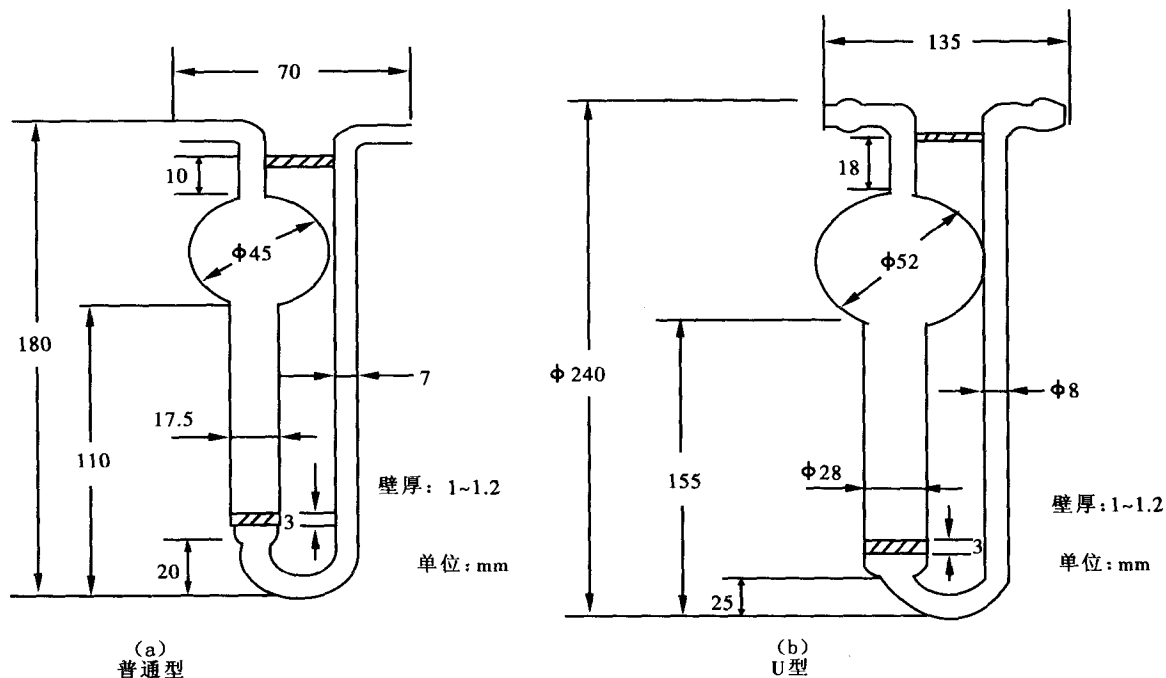


图 1-2 多孔玻板吸收管

(3)冲击式吸收管:冲击式吸收管分大型和小型两种。主要是用来采集空气中的气溶胶物质。其采样的效率取决于中心管嘴尖大小及与瓶底的距离(图 1-3)。

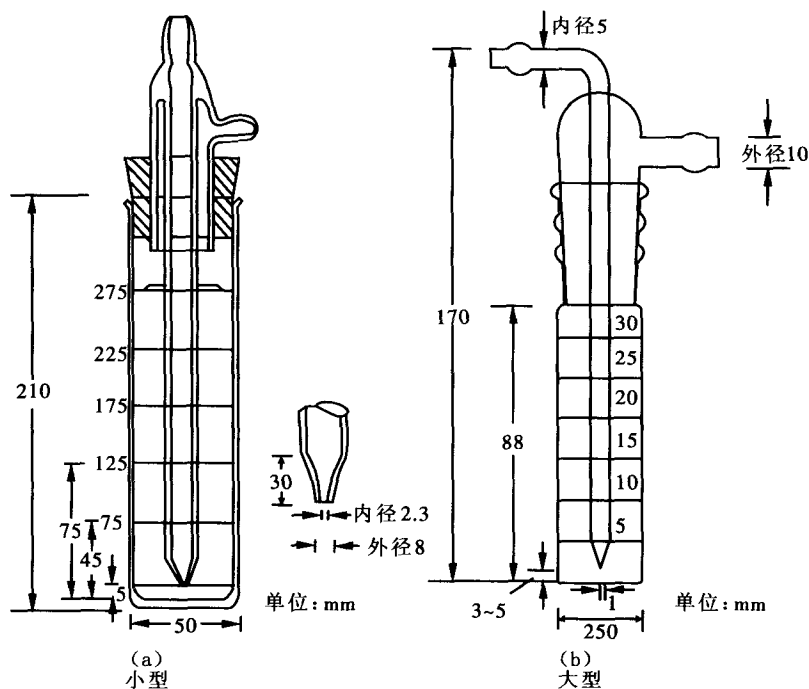


图 1-3 冲击式吸收管

(4)采集气溶胶有毒物质和粉尘时应使用滤料(如纤维滤料、微孔滤膜等)。

2. 采样器 空气采样器由流量计、抽气动力和连接装置组成。

(1)流量计:流量计的种类很多,常用的有孔口流量计和转子流量计。空气采样常用转子流量计,它又分为大转子流量计和小转子流量计。大转子流量计一般用于采集颗粒物,小转子流量计用于采集气态性物质。

(2)抽气动力:小流量采样器的动力一般为微型电机,而大流量采样器的动力为电动机。

3. 现场监测仪 现场监测仪是对现场中的被测物直接监测,读数,如红外线 CO_2 监测仪、甲醛自动监测仪、可吸入颗粒物监测仪等。这是一种快速的监测方法,是开展室内外环境中有害物质监测的发展方向。

【空气体积的测量】

1. 直接采样 直接用塑料袋或注射器采样,只要校准采样器具的容积,就可得出准确的采气体积。

2. 动力采样 在采样前对气体流量计进行校准。采样时根据采样的流量乘以采样的时间,即可得到采样体积。

3. 标准状态下的采气体积 由于采气体积受空气中的温度、气压等因素的影响,因此,需要将气体体积换算成标准状态下的采气体积。换算公式为:

$$V_0 = V_t \times \frac{T_0}{T} \times \frac{P}{P_0} = V_t \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P}{760}$$

V_0 为标准状况下的采样体积(L或 m^3); V_t 为实际采样体积(L或 m^3); T_0 为标准状况下的绝对温度 273 K; t 为采样时的摄氏温度($^{\circ}\text{C}$); P_0 为标准状况下的大气压(101.325 kPa 或 760 mmHg); P 为采样时的大气压(kPa 或 mmHg)。

【空气中有害物质浓度的表示方法】 单位体积空气中有害物质的含量,称为该有害物质在空气中的浓度。浓度表示方法有两种:一种是重量浓度,如毫克/升及毫克/立方米(两者相差 1 000 倍);一种是体积浓度,如体积百分数($\text{v}\%$)及百万分数(ppm)(两者相差 10 000 倍)。

根据阿佛加德罗定律和气体摩尔体积,可将两种浓度表示方法进行换算。

由百万分之几(ppm)换算成毫克/立方米的公式:

学习记录

$$X = \frac{M \times C}{22.4} (\text{mg/m}^3)$$

C:被测物质的百万分之几浓度(ppm);M:被测物质的摩尔质量(g/mol)。

【现场空气采样】

1. 采样体积的要求

(1)采样效率的要求:为提高采样效率,必须根据被测物在空气中的存在形式和理化特性。选用合适的收集器、吸收液、气流量和采样时间。一般认为一个方法的采样率应在90%以上,评价采样效率的方法有:

1)评价气态和蒸汽态采样效率

A.绝对比较法:精确配制一个已知浓度的标准气体,然后用所选定的采样方法采集标准气体,并测其浓度:

$$K = \frac{C_1}{C_0} \times 100\%$$

K:采样效率;C₁:实测浓度;C₀:标准浓度。

B.相对比较法:先配置一个恒定浓度的气体,然后用2个或3个采样管串联采样,分别测各管的浓度,计算第1管含量占各管总量的百分比,即为采样效率K。

$$K = \frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_3} \times 100\%$$

2)评价气溶胶采样效率的方法:采集气溶胶常用滤料采样法。其采样效率有两种表示法:一种是颗粒采样效率,指所采集到的气溶胶颗粒数目占总的颗粒数目的百分比;另一种是质量采样效率,指所采集到的气溶胶质量数占总质量的百分比。

(2)采气量的要求:在进行大气采样时,采气量的多少涉及人力、物力、时间和分析结果的评价。因此,选用最少采样量具有实际意义。最少采气量的公式为:

$$V = A \cdot \frac{B}{C} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{Y}$$

A:分析方法的最低检出量;B:样品管吸收液的量;C:分析时吸收液的量;D:待测物的最高容许浓度;Y:采样效率;V:最少采气量。

2. 气体采样其他要求

(1)采样点现场:采样点应设在空旷无遮挡物处。采气的高度应距地面1.5 m。采取颗粒物的高度应距地面5~10 m,且相对高度应为1.5 m。

(2)采集的样品:要求采集的样品在时间和空间上具有代表性。

(3)采样流量:要求采样前进行流量计校正,采样中流量要稳定、准确。

(4)采样速度:要求采样的速度能保证最佳的吸收效率和满足分析方法的需求。

(5)现场采样记录:要求采样时记录周围的环境状况、采样地点、样品编号、采样仪器、流量、时间、采样的气象条件、采样者及采样日期等。

二、生产场所的空气采样

【现场调查】 为了正确选择采样点、采样方法和分析方法,确保监测结果准确,采样前必须深入生产现场做调查。调查内容如下:

(1)生产中使用的原料和辅助材料,包括它们的名称、理化性质、使用数量等。

(2)生产工艺流程,了解中间体、副产品、成品的名称和可能产生的废弃物及逸散物。

(3)生产过程的情况,了解工人生产操作方式,工人经常停留的地点、时间,作业姿势和劳动习惯等。

(4)了解工作地点空气中有毒物质的存在状况,包括有毒物质的种类、在空气中存在的状态、估计浓度以及产生、分布和消散的规律或趋向等。

(5)了解卫生防护措施。

【采样点的选择】 采样点是指工人在生产过程中经常操作、观察、接触有害物质,能反映作业环境污染程度和工人接触水平有代表性的作业地点。

1. 选点原则

(1)采样点应设在有代表性的工作地点,尽可能靠近工人,但不影响工人的正常操作。

(2)选择的采样点必须包括空气中有毒物质浓度最高、工人接触时间最长的工作地点。

(3)采样器上的收集器高度应设在工人工作时的呼吸带处(约 1.5 m),且应注意防止待测物质直接飞溅入收集器内。

2. 采样点的确定 应结合作业现场具体情况因地制宜。例如:①同一车间,同一有害因素,不同工种,不同设备,不同工序,需分别设采样点。凡有待测毒物逸散的作业点应分别设采样点,如配料、混料、投料、反应、出料、粉碎、过筛、包装和装运等每个环节都应设点。②同一车间、同一有害因素、同一工种、同类设备或相同操作,至少设一个采样点。凡有待测毒物逸散的作业点也应分别在每个环节都设采样点。③管道化、自动化车间,除在进料、取样和出料口要设监测点外,其他可逸散待测毒物处也应设采样点。④工人移动作业时,可按经常移动的长度,10 m 以下设一个采样点,10 m 以上设两个采样点;或可将采样器架设于移动设备上,跟随工人移动。

如果要评价卫生防护措施的效果,可在车间内均匀布点,也可在有害物质的排放口、密闭装置内外和可能逸散毒物的缝隙口设点,并在使用安装防护设施前后采样对比。每个采样点必须采集两个平行样品,测得的结果之差不得超过 20%。

【采样方法的选择】 必须在现场调查的基础上,根据被测物在空气中存在的形态(气体、蒸汽、粉尘)、理化性质(脂溶性、水溶性)和分析方法的灵敏度(分析方法的灵敏度决定了采样仪器和采气体积的大小,采气体积一般要求在能够检测到最高容许浓度以下或接近最高容许浓度的有害物质的量)选择适宜的采样方法和相应的吸收液、吸附剂,以达到采样的高效率。

三、采样持续时间的确定

采样持续时间应满足测定方法的要求,可根据空气中待测毒物的估计浓度、采样速度和测定方法的线性范围来确定采样时间。一般采样时间为 15 min,测得的结果为 15 min 内的平均浓度。采样时间最少不得短于 5 min,最长不得超过 60 min。当生产操作时间不足 5 min 时(例如瞬时排毒),宜在同一采样器内连续采样 3 次,每次采集所需空气样品的 1/3,累计时间为 15 min,测得的结果为 15 min 的平均浓度。用监测仪器、检气管等测定时,可每 3 min 采样 1 次,15 min 内测定 5 次,测定结果取其平均值。

【采样频率的确定】

(1)对于经常性职业卫生监测,每年至少采样监测 1 d,上、下午各采样 1 次。对于超过了国家最高容许浓度的监测点,应每隔 3 个月复查 1 次,直至有害物质降到最高容许浓度以内。

(2)对新建、改建、扩建的工矿企业,在进行验收或对劳动卫生防护效果进行卫生学评价时,要连续采样 3 d,每日上、下午各采 1 次。

【采样时机和样本数目】 每个采样点、每个工作日内采样 3 次,每次均应采集平行样品。工作班内浓度变化不太大的采样点,可在工作开始 1 h 后的任何时间采样 2 次;浓度变化较大的采样点,应采样 2 次,一次在浓度较高时采样,另一次在浓度最高时进行采样。采集空气样品时,应注意采集空白样品,以消除采样及操作误差,空白样品数一般为样品总数的 1/10。

四、流量计的校正——皂膜流量计校正法

【目的】 掌握流量计校正的原理和操作步骤。

在进行现场采样前,首先必须对采样器的流量计内的流量进行校正,以保证所采集样品体积的准确性,从而使结果可靠。现以皂膜流量计来校正气体采样器所带的小转子流量计(图 1-4)。

学习记录

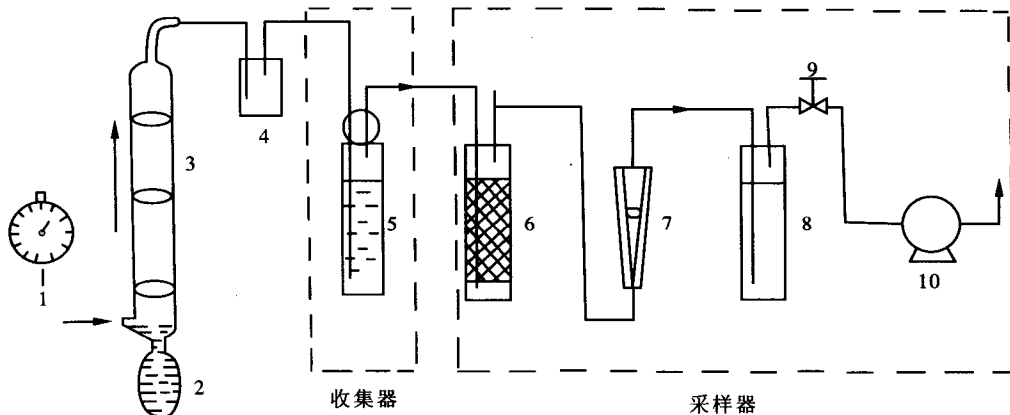


图 1-4 用皂膜计校准采样系列中转子流量计

1. 秒表 2. 装有皂液的橡皮球 3. 皂膜计 4. 皂膜捕集器 5. 吸收管 6. 滤水井
7. 转子流量计 8. 缓冲瓶(500 ml) 9. 针阀 10. 抽气泵

【原理】 当空气由进气管进入皂膜流量计时,轻轻捏一下橡皮球,使产生一个皂膜,流动的气体就带动皂膜向上移动,用秒表记录该皂膜通过一定容积刻度所用的时间,计算出待校流量计的流量。

【器材】 大气采样器,皂膜流量计,秒表及冷凝管夹,橡皮球及橡皮管。

【试剂】 皂液。

【操作步骤】

- (1) 连接皂膜流量计和待测流量计。
- (2) 接通电源,启动动力,检查连接装置是否漏气。
- (3) 加皂液于皂膜流量计的橡皮球内,并捏橡皮球,使产生皂膜润滑皂膜流量计的管壁。
- (4) 将待测流量计调至某刻度,轻捏橡皮球,使产生单个皂膜,用秒表记录一个皂膜,上移至容积刻度所需的时间,每个待测流量的刻度反复校正 3 次。
- (5) 计算待测流量计待测刻度的流量。
- (6) 绘制流量计的校正曲线:以待测流量计的刻度为横坐标,以皂膜流量计的流量为纵坐标,绘制一条校正曲线。

【注意事项】

- (1) 待测流量计与皂膜流量计之间的连接不能漏气。
- (2) 记录一个皂膜上升至某刻度容积的时间要准确。
- (3) 要求气流稳定,皂膜上升的速度不宜太快。

实验二 大气中颗粒物的测定

一、总悬浮颗粒物(TSP)的测定——重量法

【目的】

- (1) 掌握总悬浮颗粒物的测定原理。
- (2) 熟悉总悬浮颗粒物的测定技术。

【原理】 将已恒重的玻璃纤维滤膜安装在采样器的滤膜夹上,使空气通过采样头,总悬浮颗粒物(TSP)被阻留在滤膜上,根据采样前后滤膜重量差和标准的采样体积,计算大气中总悬浮颗粒物的浓度。

【器材】 总悬浮颗粒物测定仪;空盒气压计;干湿球温度计;热球风速仪;分析天平;感量

0.1 mg;干燥器:变色硅胶为干燥剂;滤膜玻璃纤维滤膜:上海红光造纸厂“49”型,200 mm×250 mm;无齿镊;仪器手套;滤膜盒。

【操作步骤】

(1)采样:将玻璃纤维滤膜放入干燥器8 h,准确称重,恒重 W_1 (前后两次重量差小于0.2 mg)。采样时戴仪器手套,用无齿镊将已恒重的玻璃纤维滤膜平放于采样夹上,滤膜毛面向上,放正、铺平、压紧、固定。将采样器置于5 m高度(相对高度1.5 m)处。接通电源,调节流量为 $1.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 进行采样,采样时间根据需要而定。

(2)采样中记录当时的气象条件。

(3)采样结束时,用无齿镊小心取下玻璃纤维滤膜,并折好放入滤膜盒内带回实验室。然后将已采集总悬浮颗粒物的滤膜放入干燥器中平衡12 h,恒重 W_2 。

(4)计算:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{V_0} \times 1000$$

C:总悬浮颗粒物的质量浓度(mg/m^3); W_2 :采样后滤膜的重量(g); W_1 :采样前滤膜的重量(g); V_0 :换算成标准状态下的采气体积(m^3)。

【注意事项】

(1)采样前的滤膜应光照检查。若发现有针孔或任何瑕疵的滤膜,均不能使用。

(2)若空气中颗粒物污染严重,采样时间避免过长。

(3)在安装、取下、称重滤膜的过程中,防止人为增重或减重滤膜。

(4)在采样过程中,要保证采样头至流量计之间不漏气。同时在采样过程中,随时调节流量,保持流量稳定。

二、可吸入颗粒物(飘尘)的测定——重量法

【目的】

(1)掌握可吸入颗粒物的测定原理。

(2)熟悉可吸入颗粒物的操作步骤。

【原理】 将已恒重的玻璃纤维滤膜,装入采样器的滤膜夹上,使空气通过采样器将可吸入颗粒物粒子阻留在玻璃纤维滤膜上。根据采样前后滤膜容量之差和采气量,计算出空气中可吸入颗粒物浓度。

【器材】 高容量采样器:流量范围在 $1.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 左右;玻璃纤维滤膜:上海红光造纸厂“49”型,200 mm×250 mm;干燥器:变色硅胶为干燥剂;分析天平:感量0.1 mg;无齿镊;仪器手套;空盒气压计;干湿球温度计;热球风速仪;滤膜盒。

【操作步骤】

(1)采样取200 mm×250 mm的玻璃纤维滤膜放入干燥器中8 h,准确称重至恒重 W_1 。采样时,戴仪器手套,用无齿镊将已恒重的玻璃纤维滤膜放在采样夹上,使滤膜的毛面向上,铺平、压紧、固定。将采样器置地面5 m的高度(相对高度为1.5 m)处,接通电源,以 $1.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 左右的流量进行采样,采样时间根据可吸入颗粒的浓度和需要而定。

(2)采样中记录当时的气象条件。

(3)采样结束时,戴仪器手套,用无齿镊小心取下玻璃纤维滤膜,折好后放滤膜盒内带回。然后将已采样的玻璃滤膜放入干燥器内12 h,称重至恒重 W_2 。

(4)计算:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{V_0} \times 1000$$

C:可吸入颗粒物(飘尘)浓度(mg/m^3); W_2 :采样后滤膜的重量(g); W_1 :采样前滤膜的重量(g); V_0 :换算成标准状况下的采气体积(m^3)。

【注意事项】 同本实验“一、总悬浮颗粒物的测定”。

实验三 空气中生产性粉尘的测定

一、粉尘浓度的测定——重量法

【目的】 生产性粉尘是在生产中形成的,并能较长时间悬浮在空气中的固体微粒,容易被作业人员吸入,劳动者在生产过程中长期反复接触一定量的粉尘可对人体健康产生危害,甚至引起各种尘肺。因此,粉尘是重要的职业性有害因素之一。为了评价工作场所粉尘的危害,加强防尘措施的科学管理,保护劳动者的身体健康,需对工作场所空气中的粉尘进行检测。

生产环境中粉尘的测定是劳动卫生监测的一个重要方面,包括:粉尘浓度的测定、粉尘分散度的测定和粉尘游离二氧化硅的测定等。本实验要求掌握粉尘采样及粉尘浓度测定的方法。

【原理】 抽取一定体积的含尘空气,将粉尘阻留在已知重量的滤膜上,由采样后的滤膜增重,求出单位体积空气中粉尘的质量(mg/m^3)。

【器材】 粉尘采样器:FC-2型粉尘采样器、采样器支架、接线板;直径4 mm的过氯乙烯滤膜、滤膜盒;采样箱、无齿镊;干湿球温度计;气压计;电子分析天平等。

【采样滤膜的准备】 对于粉尘、烟、气溶胶等固体状物质,一般用滤料(过氯乙烯滤膜、玻璃纤维滤纸、滤膜等)作为收集器。选择何种滤料,应根据粉尘的性质、收集的效果、实验的要求以及在实验的条件下能否保持其滤过性和待测物的完整性等条件来选择。滤料采样除了测定粉尘浓度外,还可用于粉尘分散度的测定,而过氯乙烯滤膜具有对气流的阻力低、收集效果高、亲电性、疏水性。能较牢固地吸附粉尘和可溶于有机溶剂等特点,适合做粉尘浓度分散度的测定。但是,该滤膜的机械强度差、容易破损、不耐高温,操作时应注意。

1. 称滤膜 用镊子取下滤膜两面的衬纸,将滤膜放在已调好零的电子分析天平上称量,将滤膜的重量记录在滤膜衬纸上,放在滤膜盒内以备查。

2. 装滤膜 用镊子夹住滤膜,毛面向上平铺于滤膜夹的锥形环上,旋紧固定环,装好滤膜,使之无褶皱、无裂缝,放入滤膜盒内,并记住各自滤膜盒的编号,并将滤膜盒保存在采样箱内待用。

3. 粉尘采样器的调试 FC-II型采样器为交直流两用的单采样头采样器,其优点是体积小,可交直流两用,适合于带到工厂或无电源的采样点采样(但事先必须先充电)。

流量的调节:先将粉尘采样器安装在支架上,将一个已装好的未称量的滤膜的滤膜夹安放在采样头上,接通电源,练习流量的调节及各种旋钮的使用。调试完毕后,将仪器和支架收好还原,以备带到现场。

(1)选择采样点:到工厂后认真听取厂方技术人员介绍工厂情况(要求学生做好笔记,详细的记录厂方技术人员所介绍的情况),参观生产工艺流程,了解生产中产品、副产品、可能的有害因素及粉尘的种类。在参观的同时确定采样点。采样点应设在工人经常停留、且粉尘分布较均匀的地方,采样头尽量靠近工人呼吸带,但不能影响工人操作。

(2)采样流量的调节:取装有滤膜的滤膜夹(未称量的、专门用来调流量的)安装在采样头上,接通电源,启动采样器,将流量调到所需要的刻度。采样流量的大小应视采样点粉尘浓度的大小而定,粉尘浓度大,流量调低,适当缩短采样时间;反之,当粉尘浓度较低时,流量可相对调高一些,采样时间稍延长,一般流量应控制在15~40 L/min,采样时间最少不应短于5 min,最长也不应超过60 min。不要用已称量的待采样的滤膜调节流量,以免造成采样误差。因此,在采样准备时应多装几个未称量的滤膜,作为调流量用。

(3)采样:取下调流量的滤膜,换上已称量好的滤膜,开始采样。同时记录采样时间和流量,并测定采样时的气温、气压。采样时不能随意离开采样点,应随时观察流量的变化,因随着采样时间的延

长,粉尘的增加,流量有可能下降,必须使流量保持恒定不变。采样时间的长短视粉尘含量而定,一般控制在1~10 mg之间,粉尘量太多,滤膜承受力有限,容易掉下来而影响测定结果,当滤膜上肉眼可见一层薄薄的粉尘时可停止采样。采样完毕,将采样头的受尘面向上,轻轻地取出采样夹,放回到滤膜盒内,装入采样箱,带回实验室备用。记录采样的持续时间、采样流量、采样地点、样品编号、劳动条件及气象条件等。

粉尘浓度是指单位体积空气中所含粉尘的质量或数量,我国的卫生标准中粉尘的最高容许浓度是采用质量浓度(mg/m^3)。

【分析步骤】 将存放采样滤膜的滤膜盒打开,旋开滤膜夹,用镊子小心地将滤膜取下(注意受尘面应始终向上),放在电子天平上称量,计数。

【结果计算】

$$C = \frac{m_2 - m_1}{Q \cdot t} \times 1000$$

C:粉尘浓度(mg/m^3); m_1 :采样前滤膜质量(mg); m_2 :采样后滤膜质量(mg); t :采样时间(min); Q :采气流量(L/min)。

【注意事项】

(1)本方法为我国现行卫生标准采用的基本方法。如果使用其他仪器或方法测定粉尘质量浓度时,必须以本方法为基准。

(2)过氯乙烯纤维滤膜表面呈细绒毛状,不易脆裂,具有明显的静电性和增水性,能牢固地吸附粉尘,但不耐高温,易溶于有机溶剂。

(3)采样后,受尘面应始终向上,避免粉尘滤膜脱落影响结果。

(4)已称量的滤膜可留作测定粉尘分散度或作为碱熔钼蓝比色法测定粉尘中游离二氧化硅的材料。

(5)在55℃以上现场采样测定粉尘质量浓度时,不宜用过氯乙烯纤维滤膜,可改为玻璃纤维滤膜。

(6)采样现场空气中有油雾时,可用石油醚或航空汽油浸洗滤膜,晾干后再称量。

二、粉尘分散度的测定——滤膜溶解涂片法

【目的】 粉尘分散度是指空气中粉尘不同大小颗粒分布的程度,用百分构成表示。有数量分散度和质量分散度两种,我国现行卫生标准采用数量分散度。掌握粉尘分散度测定的原理及方法。掌握显微镜测微尺的使用。

【原理】 采样后滤膜溶解于有机溶剂中,形成粉尘粒子的混悬液,制成涂片标本,挥干后在显微镜下测量尘粒的大小。

【器材】 小烧杯或小试管;小玻棒;玻璃滴管或吸管;载玻片;生物显微镜;目镜测微尺;物镜测微尺。

【试剂】 醋酸丁酯。

【操作步骤】

1. 涂片 将已采有粉尘的过氯乙烯纤维滤膜放入小烧杯或试管中,用吸管或滴管加入醋酸丁酯1~2 ml,用玻棒充分搅拌,制成均匀的粉尘悬液,立即用滴管吸取一滴置载玻片上,均匀涂布,自然挥干成透明膜,贴上标签,注明编号、采样地点和日期。

2. 目镜测微尺的标定 目镜测微尺是一标准尺度,其总长为1 mm,分为100等分刻度,每一分度值为0.01 mm,即10 μm (图1-5)。

将待标定的目镜测微尺放入目镜筒内,物镜测微尺置于载物台上。先在低倍镜下找到物镜测微尺的刻度线,移至视野中央,然后换成400~600倍放大倍率,调至刻度线清晰,调整目镜或移动载物台,使物镜测微尺的任一刻度线与目镜测微尺的任一刻度线相重合;然后找出另外一条重合的刻度线,分别数出两条重合刻度线间物镜测微尺和目镜测微尺的刻度数(图1-6)。计算目镜测微尺每刻度的间距(μm):

学习记录

$$j = \frac{a}{b} \times 10$$

a:物镜测微尺刻度数;b:目镜测微尺刻度数;10:物镜测微尺每刻度间距(μm)。

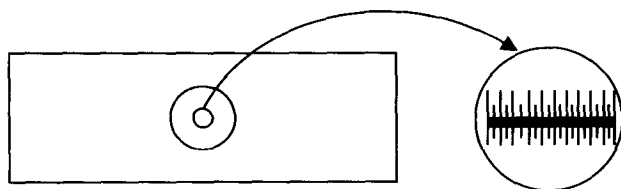


图 1-5 目镜测微尺

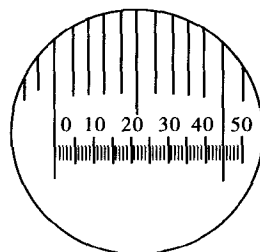


图 1-6 物镜测微尺的标定

如图 1-6 中,目镜测微尺 45 个刻度相当于物镜测微尺 10 个刻度,则目镜测微尺 1 个刻度相当于:

$$\frac{10}{45} \times 10(\mu\text{m}) = 2.2 \mu\text{m}$$

3. 粉尘分散度的测定 取下物镜测微尺,将制成的粉尘标本放在载物台上。先用低倍镜找到粉尘粒子,然后在标定目镜测微尺时所用的放大倍率下,用目镜测微尺测量每个粉尘粒子的大小(图 1-7),移动标本,使粉尘粒子依次进入目镜测微尺范围,遇长径量长径,遇短径量短径,依次测量每个尘粒的大小。每个标本至少测量 200 个尘粒,按表 1-1 分组记录,并计算出各组的百分数。

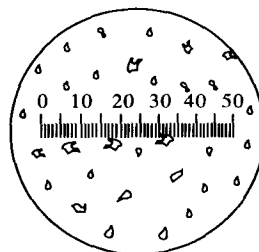


图 1-7 粉尘分散度的测量

表 1-1 粉尘数量分散度测量记录表

粒径(μm)	< 2	2 ~	5 ~	> 10
尘粒数(个)				
百分数(%)				

单位_____ 采样地点_____ 采样时间_____ 滤膜编号_____ 测量者_____

【注意事项】

- (1)所用仪器在使用前必须擦洗干净,避免粉尘污染。
- (2)已制好的涂片标本应置玻璃平皿内保存。
- (3)当发现涂片标本尘粒过密,影响测量时,可将样品再加适量醋酸丁酯稀释,重新制作涂片标本。
- (4)已标定的目镜测微尺,只能在标定时所用的目镜和物镜放大倍数下使用。
- (5)应选择涂片标本中粉尘分布较均匀的部位进行测量,以减少误差。
- (6)本法不适用于可溶于有机溶剂中的粉尘和纤维状粉尘,此类粉尘应选用自然沉降法。

实验四 空气铅的测定——双硫腙分光光度法(单色法)

【目的】

- (1)掌握空气中铅的采样方法。