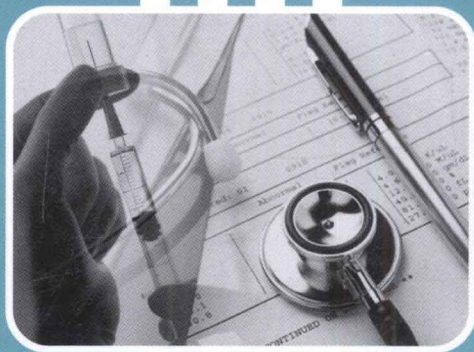


21世纪高等医药院校规划教材

# 预防医学 实习指导

(第二版)

范 杉 郭怀兰 邓 青 主编



科学出版社

预防医学与公共卫生学院

# 预防医学 实习指导

（第二版）

主编 王 强 副主编 王 强



21 世纪高等医药院校规划教材

# 预防医学实习指导

(第二版)

范 杉 郭怀兰 邓 青 主编

科学出版社

北 京

## 版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

### 内 容 简 介

本指导分为卫生学、医学统计学、流行病学三部分。其中实习一至实习七为卫生学实习内容;实习八至实习十四为医学统计学的实习内容;实习十五至实习十八为流行病学的实习内容。另附有计算器的使用、SPSS 统计软件使用、卫生学复习题、医学统计学复习题、流行病学复习题 5 个附录。

本书主要供五年制临床医学等专业使用,也可供医学其他专业学生及专科生选择使用。

#### 图书在版编目(CIP)数据

预防医学实习指导/范杉,郭怀兰,邓青主编. —2 版. —北京:科学出版社,2011.9  
21 世纪高等医药院校规划教材  
ISBN 978-7-03-032287-6

I. 预… II. ①范…②郭…③邓… III. 预防医学—医学院校—教材 IV. R1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 182893 号

责任编辑:张颖兵 程欣/责任校对:闫陶  
责任印制:彭超/封面设计:苏波

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>

武汉市科利德印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2007 年 3 月第 一 版

2011 年 9 月第 二 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 9 月第三次印刷 印张:16

印数:8 001-13 000 字数:364 000

定价:27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 《预防医学实习指导》(第二版)编委会

**主 编** 范 杉 郭怀兰 邓 青  
**副主编** 詹季红 牟素华 覃 思 王南平 王 静  
**编 委** (以姓氏拼音排序)  
陈 晋 陈 雅 陈子敏 邓 青 段 鹏  
范 杉 郭怀兰 郭友峰 胡启托 蒋汝刚  
刘 颖 牟素华 覃 思 阮 芳 王 静  
王南平 余立萍 余志娟 詹季红 郑 弘

# 前 言

预防医学已居于现代医学三大支柱(预防医学、临床医学、康复医学)之首,21世纪将是预防医学的世纪。在新的世纪,预防医学将面临诸多新的挑战。临床医学等专业学生学习预防医学,重点是认识环境—人群—健康的关系,树立环境、群体、预防的观念,掌握预防医学的知识和技能,培养开展社区卫生服务和临床、预防的工作能力,为以后运用预防医学的思维方法,开展医疗卫生服务打下基础。

预防医学是一门实践性很强的应用科学,在研究方法上注重微观和宏观相结合。为此,要求医学生通过预防医学的学习,达到以下目的。

第一,加深巩固预防医学观念、知识和技能,树立预防为主、防治结合的思想。

第二,掌握预防医学的微观和宏观相结合的研究方法,能较全面地观察及分析问题。

第三,培养自己良好医德,提高理论联系实际和独立工作的能力。

因此,学生在实习前必须复习相关理论知识和预习本实习指导,实验中要认真操作、细致观察、实事求是、客观分析。每次实习完毕,及时并独立完成实习报告。

在编写中,我们充分考虑了学科的发展趋势,与时俱进。实验课程设置突出知识性、科学性、系统性、新颖性和应用性,适应教学体系改革的需要,保证新的教学方案的实施,以培养医学专门人才为发展目标,以培养学生的实际工作能力为基础,以提高学生分析问题与解决问题的能力为重点,力求做到概念明确、语言简洁、通俗易懂,并强调理论联系实际。

由于水平有限,书中难免有疏漏与不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者  
2011年7月

# 目 录

实验或实习过程的一般知识	1
实习一:环境污染案例讨论	3
实习二:空气中二氧化硫的测定	7
实习三:水质检验与消毒	15
实习四:营养调查及评价	25
实习五:糖尿病患者食谱编制及评价	39
实习六:食物中毒案例讨论	43
实习七:职业病案例讨论	48
实习八:统计图表	53
实习九:计量资料的统计描述	56
实习十:计量资料的统计推断	60
实习十一:方差分析	65
实习十二:计数资料的统计描述	69
实习十三:计数资料的统计推断	75
实习十四:秩和检验、直线相关与回归	79
实习十五:现况调查资料分析	84
实习十六:病例对照研究资料分析	87
实习十七:队列研究的资料分析	90
实习十八:诊断与筛选试验的评价	92
附录一:计算器的使用	97
附录二:SPSS 统计软件使用	102
附录三:卫生学复习题	178
附录四:医学统计学复习题	207
附录五:流行病学复习题	232

# 实验或实习过程的一般知识

## 一、目的要求

学生通过动手操作和讨论课,加深和巩固课堂上所学的医学统计学、流行病学、环境污染、饮水卫生、职业有害因素及合理膳食等方面的理论知识,同时对卫生监督、常用统计软件的基本操作技能有一个初步认识,培养动手能力。

## 二、实验室规则

(1) 实验前必须认真预习实验内容,明确本实验的目的、要求和实验原理、操作步骤和规程。医学统计学和流行病学实习前,要求复习教材中的有关内容,熟悉各项指标的基本概念、常用统计方法和计算步骤,避免盲从。

(2) 做实验以前,要检查实验仪器及药品是不是齐全,否则应请示老师及实验员添加补齐。

(3) 实验时,要保持安静,不准高声谈笑,不准吸烟,不准随地吐痰,不准乱丢杂物纸屑。

(4) 实验必须严格遵守操作规程,服从教师指导,不得随意改变指定的操作。如违反操作规程或不听从指导而造成仪器设备损坏等事故,按规定予以处理。

(5) 进行实验时,要认真、耐心、细致地观察实验现象,分析现象发生的原因。对于实验的内容、观察到的现象和得出的结论,要实事求是地随时做记录,不可抄袭、臆造实验结果。

(6) 要爱护公共财物和仪器设备,对于贵重仪器和不熟悉的仪器,须经教师讲解、指导后再动手操作。如仪器设备发生故障,应及时报告老师等候处理。注意节约药品,节约用水。

(7) 实验失败或中途发生问题时,不要盲目重做,应仔细分析,找出原因。必要时请示老师后再重做。

(8) 注意实验室的整洁安全,实验残液及其他一切废物应盛在废物缸中,不可随意倒在水槽、桌面及地上。回收试剂倒在指定的回收瓶里。

(9) 做完实验后,要根据实验内容认真完成实验报告。报告应如实反应实验情况,做到字迹工整、语句通顺、文字简练、图表清晰、数字对齐。按照实验报告的标准格式填写,并及时交给老师批阅。

(10) 实验完毕后,要将自己用过的所有器皿清洗干净,放回指定位置。把实验台面



收拾干净,放好凳子,保持实验室的整洁。每个实验人员实验完毕后须征得老师同意方可离开实验室。

(11) 值日生应进行全室的清洁卫生及安全检查,整理公用仪器、药品。打扫室内卫生,清除废物,清理公用台面和水槽,关好水电门窗。

(12) 上机实习时,要遵照老师的指示开机、听课、自由操作以及关机,否则可能造成局域网的正常运行,影响讲课和听课的正常进行。

### 三、实验室的安全

实验中所用药品,有的有毒性,有的有腐蚀性,有的易燃甚至有爆炸性。因此,要严格遵守实验操作规程,预防发生割伤、烧伤、中毒、火灾等事故。要求谨慎、妥善地处理腐蚀性物质和易燃、易爆、有毒物质,做到以下几点。

(1) 取用药品,应严格按照实验说明的规定用量。不得马马虎虎,草率从事。

(2) 使用浓酸、浓碱等腐蚀性药品,必须特别小心,防止沾到皮肤上或洒在衣服上。

(3) 易燃、易挥发的有毒物质,应远离火源,不可倒入废液缸内,应倒入指定容器中集中处理。

(4) 给试管里的液体加热时,不可将试管口对着有人的地方,不可加热过猛,以免试管里的液体暴沸飞溅伤人。同时注意被加热的玻璃容器外壁不能有水,防止容器炸裂。

(5) 每个实验人员都应熟悉实验室的安全设施及使用处理方法。如电源闸刀、医用药棉、胶布等,以防万一。

### 四、仪器的使用规则

对于实验、实习所用贵重仪器(如计算器、计算机、分光光度计等)使用时要小心对待。

(1) 用计算器,随用随借。爱惜使用,按键要轻,不可用硬物如铅笔、钢笔等按键,以免损坏键帽。由于操作不当或坠地造成的损害由当事人照价赔偿。实习完毕,立即归还计算器。

(2) 使用分光光度计时,不可用力来回旋转各种旋钮,应轻拉和轻推比色皿拉杆。比色皿使用完毕后应洗净,吸干后放回比色皿盒内。不可将酸、碱或者强氧化剂等溶液洒在仪器上,以免腐蚀损坏仪器。

(3) 上机实习时,不要插入自带的 U 盘、移动硬盘。否则,可能造成局域网系统的染毒、瘫痪,影响教学的正常进行。

# 环境污染案例讨论

## 一、目的要求

熟悉环境污染案例的调查分析方法；了解环境污染所致公害事件的危害性及防治；掌握室内空气污染的主要来源及其对人体的主要危害。

## 二、实习内容

### 案例一：水俣病公害事件

#### （一）资料 1

水俣湾位于日本九州岛西侧海岸。水俣市是以新日本氮肥厂为中心建立起来的市镇，人口大约 10 万。

1956 年 4 月，一名 5 岁 11 个月的女孩被送到水俣工厂附属医院就诊，其主要症状为脑障碍：步态不稳、语言不清、谵语等。在以后的 5 周内，病人的妹妹和近邻中的 4 人也出现了同样的症状。1956 年 5 月 1 日，该院院长向水俣市卫生当局作了报告，说“发生了一种不能确诊的中枢神经系统疾病的流行”。因这些人的症状和当地猫发生的“舞蹈病”症状相似，又因病因不明，故当地人称其为“猫舞蹈病”或“奇病”。

经过工厂附属医院、市卫生当局、市医院及当地医师会的调查，发现儿童及成年人中都有病例发生，初步调查共发现了 30 例患者，其中一部分自 1953 年就已发病并多数住在渔村。过去对这些患者的诊断不一，有的被诊断为乙型脑炎，有的被诊断为酒精中毒、梅毒、先天性运动失调及其他。因患者发病正赶上各种传染病流行期，且呈地方性和聚集性，故判定为一种传染病并采取相应的措施。

#### 问题讨论

- （1）上述病例可能是什么原因引起的？
- （2）为什么当时会判定“奇病”为传染病？
- （3）要找出引起本事件的原因，应做哪些方面的调查？

#### （二）资料 2

1956 年 8 月熊本大学医学部成立水俣病研究组，对流行原因进行了调查。他们发现早在 1950 年，在这一水域就曾发现异常现象：鱼类漂浮海面，贝类经常腐烂，一些海藻枯

萎。1952年发现乌鸦和某些海鸟在飞翔中突然坠入海中。有时章鱼和乌贼漂浮于海面,呈半死状态,甚至儿童可直接用手捕捞。到1953年,发现猫、猪、狗等家畜中出现发狂致死的现象。特别引人注目的是当地居民称为患有“舞蹈病”的猫。即猫的步态犹如酒醉,大量流涎,突然痉挛发作或疯狂兜圈,或东蹿西跳,有时又昏倒不起。到1957~1958年,因这样病死的猫很多,以至于水俣湾附近地区的猫到了绝迹的程度。但是,水俣湾中的鱼类,大部分仍能继续生存,渔民照样捕鱼,居民仍然以鱼为主要食品。

流行病学调查后,专家们认为该地区的疾病不是传染性疾病,而是因长期食用水俣湾中鱼贝类后引起的一种重金属中毒,毒物可能来自化工厂排出的废水。进一步调查发现,当时工厂废水中含有多种重金属,如锰、钒、砷、汞、硒、铜和铅等。尽管研究人员在环境和尸体中检出了大量的锰、硒、钒,但以猫进行实验时却不能引起与“奇病”相同的症状。虽然研究组未能找到原因物质,但他们在1957年的研究中发现,从其他地区移来放到水俣湾中的鱼类,很快蓄积了大量的毒物,用这些鱼喂猫时,也引起了水俣病的症状。即受试猫每日3次,每次喂以捕自水俣湾中的小鱼40条,每次总量为10g。经过51天(平均),全部受试猫出现了症状。由其他地区送来的猫,喂以水俣湾的鱼贝类后,在32~65天内也全部发病。

### 问题讨论

(1) 该次中毒事件可否定为环境污染? 通过实验研究为什么能证明水俣湾水域受到了严重污染?

(2) 请以上述事例说明食物链在生物富集中的作用。

### (三) 资料 3

1958年9月,熊本大学武内教授发现水俣病患者的临床表现和病理表现与职业性甲基汞中毒的症状非常吻合。因此,研究组开始用甲基汞进行实验,结果投给甲基汞的猫出现了与吃水俣湾的鱼贝类后发病的猫完全相同的症状。与此同时,研究组进行了第一次环境汞的调查。结果表明,水俣湾的汞污染特别严重,在工厂废水排出口附近地质中含汞量达 $2.010 \times 10^{-6}$ ,随着与排水口距离的增加,含汞量也逐渐减少。水俣湾内鱼贝类的含汞量也很高,贝类含汞量在 $11.4 \times 10^{-6} \sim 39.0 \times 10^{-6}$ 之间,牡蛎含汞量为 $5.61 \times 10^{-6}$ ,蟹为 $35.7 \times 10^{-6}$ 。当地自然发生的病猫和投给甲基汞的实验性病猫的含汞量为:肝 $37 \times 10^{-6} \sim 145.5 \times 10^{-6}$ (对照组为 $0.9 \times 10^{-6} \sim 3.6 \times 10^{-6}$ );肾 $12.2 \times 10^{-6} \sim 36.1 \times 10^{-6}$ (对照组 $0.09 \times 10^{-6} \sim 0.82 \times 10^{-6}$ );脑 $8.05 \times 10^{-6} \sim 18.6 \times 10^{-6}$ (对照组 $0.05 \times 10^{-6} \sim 0.13 \times 10^{-6}$ );毛发 $21.5 \times 10^{-6} \sim 70 \times 10^{-6}$ (对照组 $0.51 \times 10^{-6} \sim 2.12 \times 10^{-6}$ )。

23名水俣病死者脏器中含汞量也很高。1960年调查发现患者的头发中含汞值高达 $96.8 \times 10^{-6} \sim 705 \times 10^{-6}$ 。停止吃鱼后,该值逐渐下降;健康者中含量高达 $100 \times 10^{-6} \sim 191 \times 10^{-6}$ 。1960年9月内田教授等从引起水俣病的贝类体中提取出了甲基汞。

### 问题讨论

(1) 水俣病是由哪种环境污染物引起的? 发病机制及其对人体的主要危害有哪些?

(2) 通过什么方法可发现机体接触了汞或甲基汞?

#### (四) 资料 4

尽管做了大量的调查,但由于未采取实际防治措施,病例仍不断出现。另一方面,氮肥公司却反驳说,在生产流程工艺中根本不使用甲基汞,只使用无机汞,所以拒绝承认该工厂是污染来源。1962年末,熊本大学的入鹿山博士在实验室中发现了一瓶该厂乙醛生产过程中形成的渣浆,并从中测出了氯化甲基汞。这个发现确凿无疑地证实,用做催化剂的无机汞是在乙醛生产过程中转化为甲基汞,然后排入水俣湾中。

1962年底,官方承认的水俣病患者为121人,其中死亡46人。进一步调查发现,患者家属中84%的人具有和水俣病有关的某些症状,55%的人在日常生活中存在着某些精神和神经系统方面的障碍。对污染最严重的水俣地区进行的调查结果表明:居民中有28%出现感觉障碍;有24%出现协调障碍;有12%出现言语障碍;有29%出现听力障碍;有13%出现视野缩小;有10%出现震颤以及其他神经症状。调查还发现了一些出现率较高,过去却不认为是与本病有关的神经症状,如肌萎缩、癫痫性发作、四肢痛等。这些被认为是甲基汞中毒的慢性类型。

截至1974年12月,已正式承认的患者为798名,其中死亡107人。另外,还有2800人左右已提出申请,等待承认。

##### 问题讨论

- (1) 为什么氮肥公司认为水俣病与污染没有关系,拒绝承认是污染源?如何去证实?
- (2) 通过对水俣病的讨论来分析,如何防止类似公害事件的发生?

## 案例二:室内空气污染案例

#### (一) 资料 1

某市区一座20层的高档写字楼,自1996年投入使用以来,入住客户的单位员工感觉到办公室质量不好,发闷,呼吸不畅;有强烈刺激性气味,眼睛有刺激感,甚至流泪;很多人感觉咽喉痛、头痛、头晕、恶心。入住时间较长的客户单位人员还出现皮肤过敏、皮疹的症状。1998年该写字楼物业管理部门为查明原因,委托中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所对该写字楼办公室污染事件进行调查。

##### 问题讨论

领导派你对此事件进行调查时,你应该如何开展现场调查?

#### (二) 资料 2

该写字楼于1994年开工建设,1995年12月经设计、施工、建设等单位共同验收合格,1996年正式投入使用,开始对外招租。大楼位于市区交通干道旁,其周围为商用、公共建筑和居住区,四周无工业污染源。因此,可以认为由工业污染物排放引起室内污染的因素可能性很小。

按照检测规范要求的布点原则,确定对该楼28处办公室空气进行采样和室内微小气候

参数的测定。结果发现办公室内空气中甲醛浓度平均值超过卫生标准(标准: $<0.08\text{ mg/m}^3$ )的有10处;各室内空气中甲醛平均浓度超标倍数为0.01~0.66倍。被测的28处办公室内空气中氨浓度平均值均超过室内卫生标准(标准: $<0.20\text{ mg/m}^3$ ),超标率为100%;各室内空气中氨浓度均值在0.47~4.86  $\text{mg/m}^3$ 之间波动,室内空气中氨浓度超标倍数为1.4~22.3。室内对照点空气样品中均未检出氨和甲醛。室内风速测定表明:绝大多数被测办公室断面风速仅为0.01~0.12  $\text{m/s}$ ,近乎静风状态。

### 问题讨论

- (1) 依据上述的描述,你能判断该污染物质是什么?
- (2) 简述室内空气污染的来源及主要特点。
- (3) 分别简述室内甲醛和氨污染物的来源及其对健康危害有哪些。

### (三) 资料 3

调查与检测发现,该写字楼办公室内空气中存在氨和甲醛污染,是室内强烈刺激性气味的主要来源,且这一室内污染与工业污染物排放无关。经调查分析,该写字楼在冬季施工过程中,为了保证施工的进行,使用了含尿素的混凝土防冻剂。这类含有大量尿素的防冻剂在墙体中随着温度、湿度等环境因素的变化而形成氨气,并从墙体中缓慢释放出来,造成室内空气中氨的浓度大量增加,特别是夏天气温较高,氨从墙体中释放速度较快,造成室内空气中氨浓度严重超标。另外,该大楼部分办公室内空气中甲醛浓度高,甲醛主要是源于室内的装修材料,办公用家具和饰物。该大楼部分新入住客户室内装修不久,添置了新家具,是引起局部房间甲醛浓度较高的原因。另一些较早进驻的客户室内虽然也进行了装修,但由于经过了一段时间的释放和衰减,所以测定室内甲醛浓度并不高。

该大楼为中央空调形式,从节能角度考虑,要求建筑物内具有良好的密闭性能,故自然通风使室内换气达不到要求,依赖大楼集中空调系统满足室内通风。调查发现,办公室内近乎处于静风状态,计算结果表明室内空气换气次数小于5次/小时,空气流通差,通风量和新风量不足;另外,室内结构不合理,不利于自然通风。有组织的机械排风量很少,造成较低浓度的氨和甲醛等有害物质滞留室内,久而久之,导致室内空气质量恶化,长期工作在此环境的人员因缺乏新鲜空气而引起对人的健康影响。

### 问题讨论

- (1) 发生此次室内空气污染事件的主要原因是什么?
- (2) 通过此次事件,请你谈谈如何预防室内空气污染?

# 空气中二氧化硫的测定

## 一、目的要求

- (1) 了解空气中有害物质的存在形式,根据污染物的理化性质及存在形式选择适当的采样仪器和方法。
- (2) 掌握空气采样器的使用方法,并能现场采样。
- (3) 了解空气中二氧化硫的测定原理及方法。

## 二、实习内容

### (一) 空气中有害物质的存在状态

大气中污染物大致可分为气态和气溶胶两大类。

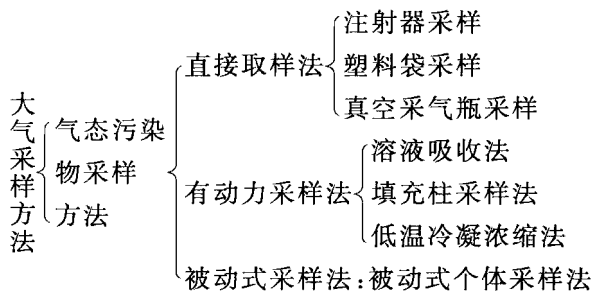
#### 1. 气态

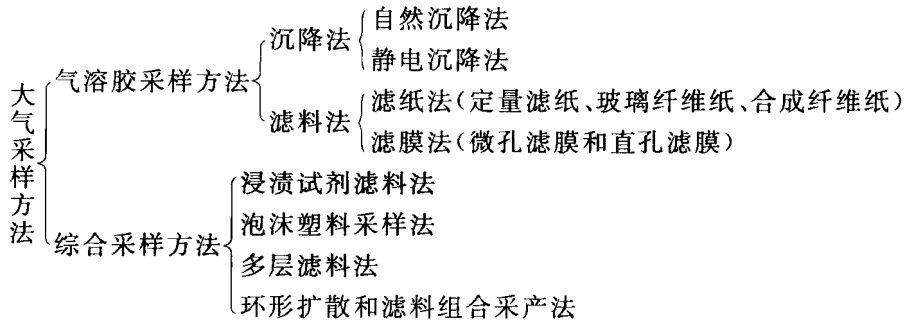
指某些污染物质,因其化学性质不稳定、沸点低等因素的影响,在常温常压下以气体形式分散在大气中。常见的气态污染物有  $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{Cl}_2$  和苯等。

#### 2. 气溶胶

指有害物质的固体微粒或液体微滴逸散于空气中以多种状态同时存在的分散系称气溶胶。有雾、烟、尘三类气溶胶。雾为液态物质蒸发至空气后遇冷凝聚而成。烟由固态物质受热蒸发到空气中遇冷凝聚而成,尘是固态物质在机械粉碎或爆破时产生的微粒,能长期悬浮于空气中。

### (二) 大气采样方法





上述采样方法可归纳为直接采样法和浓缩采样法两类:

### 1. 直接采样法

当空气中被测组分浓度较高,或者所选用分析方法的灵敏度较高时,采用直接采样法采取少量空气样品就可满足分析需要。

(1) 注射器采样,如图 2-1 所示。选用一支 100 ml 注射器连接一个三通活塞,事先检查注射器的气密性并校正刻度。现场采样时先抽洗 3~5 次,然后采样、密封,当天送检。

(2) 塑料袋采样,如图 2-2 所示。专用塑料袋或铝箔袋连接一个特制的采气用二联球,在采样现场首先对采气袋用空气冲洗 3~5 次,然后采样,用乳胶帽封口,尽快送检分析。

(3) 真空瓶取样,如图 2-3 所示。用耐压玻璃瓶或不锈钢瓶,事先抽真空至 133 Pa 左右,将真空瓶携带至采样现场。打开瓶阀采气,然后关闭阀门,迅速送检。

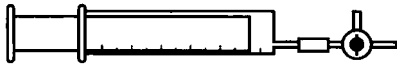


图 2-1 注射器

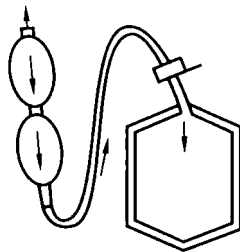


图 2-2 采气袋及二联球

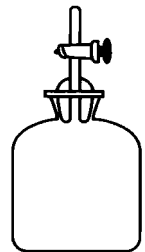


图 2-3 真空采气瓶

### 2. 浓缩采样法

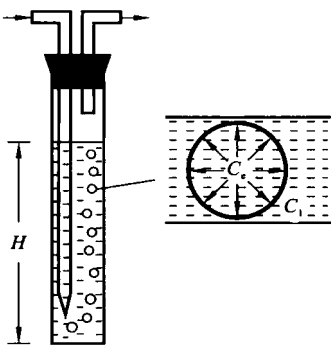


图 2-4 气体吸收过程

当空气中被测组分浓度较低,需浓缩后方能满足分析方法的要求时应用此法。

(1) 溶液吸收法:使用动力装置使空气通过装有吸收液的吸收管时,空气中的被测组分经气液界面浓缩于吸收液中,常用于采集气态或蒸气态的污染物,如图 2-4 所示。

常用的吸收液有水、水溶液和有机溶剂等,选择吸收液时应考虑到以下几点:被测物质在吸收液中溶解度大,化学反应速度快;被测组分在吸收液中要有足够的稳定时间;选择吸收液还要考虑到下一步化学反应,应与以后的分析步骤紧密衔接起来;吸收液要价廉易得。



(2) 滤纸和滤膜阻留法:主要用于采集尘粒状气溶胶。它是使用动力装置使空气通过滤料,通过机械阻留、吸附等方式采集空气中的气溶胶。常用的滤料有玻璃纤维滤料、有机合成纤维滤料、微孔滤膜和浸渍试剂滤料等。

针对空气中被测组分选择合适的滤料是一个关键性问题,通常应考虑以下几方面的要求:①所选用的滤料和采样条件要能保证有足够高的采样效率;②滤料的种类,如分析空气中无机元素应选用有机滤料(因本底值低),而分析空气中有机成分时,应选用无机玻璃纤维滤料;③滤料的阻力要尽量小,这样可提高采样速度,且易解决动力问题;④滤料的机械强度、本身重量以及价格等也要考虑。

### (三) 采样仪器

大气采样设备通常由样本收集器和采样动力装置所组成。

#### 1. 收集器

根据被测组分在空气中的存在状态,选择合适的收集器。现介绍几种常用的收集器。

(1) 气泡吸收管:分普通型和直筒型两种。如图 2-5 所示普通型吸收管内可装 10 ml 吸收液,采气流量为 0.5~1.5 L/min;直筒型吸收管可装 50 ml 吸收液,采气流量 0.2 L/min,用于 24 h 采样。

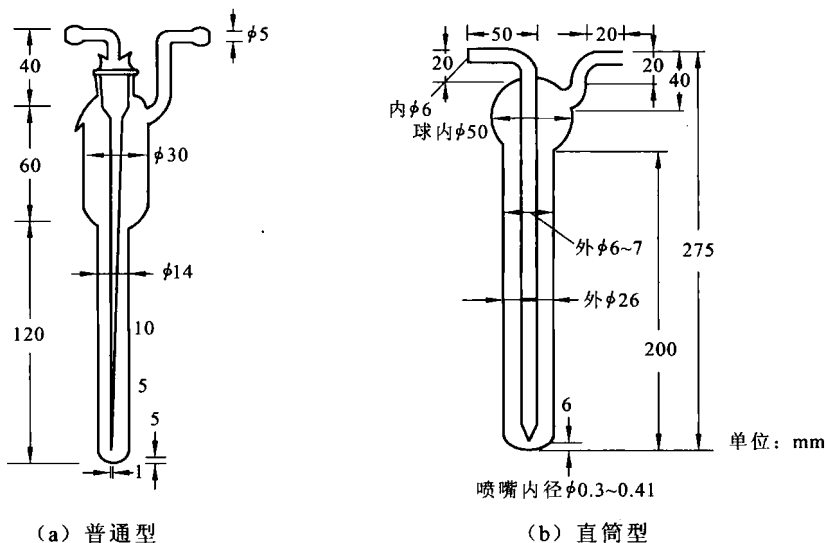


图 2-5 气泡吸收管

(2) 多孔玻板吸收管:分普通型和大型两种。如图 2-6 所示普通型装入 10 ml 吸收液,采气流量为 0.1~1.0 L/min,用于短时间采样;大型装 50 ml 吸收液,采气流量为 0.1~1.0 L/min,用于 24 h 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。

(3) 冲击式吸收管:分小型和大型两种。如图 2-7 所示小型管其进气中心管的出气口内径为 1 mm,至底的距离为 5 mm,可装 10 ml 吸收液,采气流量为 2.8 L/min;大型管





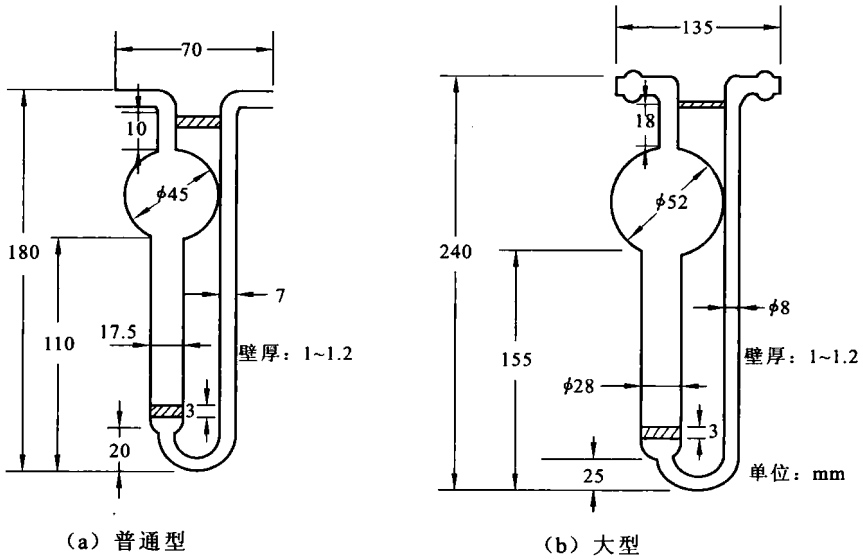


图 2-6 多孔玻板吸收管

其进气中心管的出气口内径为 2.3 mm, 至底端的距离为 5 mm, 可装 50~100 ml 吸收液, 采气流量为 28 L/min。

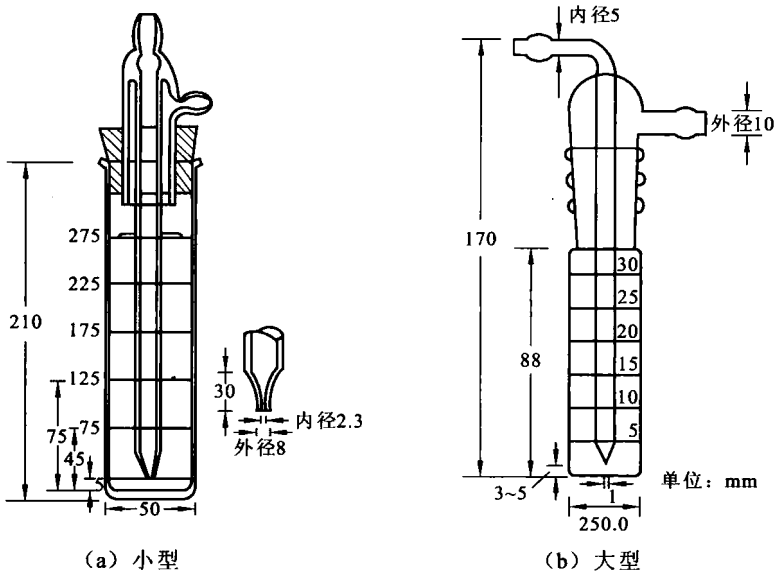


图 2-7 冲击式吸收管

冲击式吸收管主要适用于采集气溶胶状物质。采样准备效率主要取决于中心管嘴尖大小(决定气流冲击速度)及其与瓶底的距离。

## 2. 采样器

由采气动力和流量计组成, 有以下几种常见的采样器。

(1) 小流量气体采样器具: 常用的小流量采样器的流量范围为 0.1~3.0 L/min, 其体