·四川大学精品立项教材·

# 环境监测实验指导

HUANJING JIANCE SHIYAN ZHIDAO

王　安　曹植菁　杨怀金　编

四川大学出版社

·四川大学精品立项教材·

# 环境监测实验指导

HUANJING JIANCE SHIYAN ZHIDAO

王　安　曹植菁　杨怀金　编

四川大学出版社

责任编辑:唐　飞　段悟吾
责任校对:蒋　玙
封面设计:墨创文化
责任印制:王　炜

**图书在版编目(CIP)数据**

环境监测实验指导 / 王安，曹植菁，杨怀金编.
—成都：四川大学出版社，2016.2
四川大学精品立项教材
ISBN 978-7-5614-9315-1

Ⅰ.①环…　Ⅱ.①王…　②曹…　③杨…　Ⅲ.①环境监测-实验-高等学校-教材　Ⅳ.①X83-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 034291 号

书名　**环境监测实验指导**

编　　者　王　安　曹植菁　杨怀金
出　　版　四川大学出版社
地　　址　成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发　　行　四川大学出版社
书　　号　ISBN 978-7-5614-9315-1
印　　刷　郫县犀浦印刷厂
成品尺寸　185 mm×260 mm
印　　张　15.25
字　　数　369 千字
版　　次　2016 年 5 月第 1 版
印　　次　2016 年 5 月第 1 次印刷
定　　价　30.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023　邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
◆网址:http://www.scupress.net

# 前 言

“环境监测”是环境类专业学生的专业课和必修课。以基础课程有机化学、无机化学、分析化学、物理化学、生物化学等为其先修课程，同时又是学习环境类其他专业课的基础。“环境监测”是一门综合性的学科，内容涉及化学、物理、生物、物理化学等，是一门实践性很强的应用科学，既要求学生理论课掌握环境监测的基本理论和基础知识，又要求配套的实验课掌握环境监测的实践环节和锻炼动手能力。根据教育部环境科学与工程教学指导委员会制定的专业建设规范和环境监测核心课程基本内容与要点，并结合多年的实验教学经验，我们在原讲义的基础上不断进行修改、补充和完善，编写了这本《环境监测实验指导》。本书以环境要素为主线，重点介绍各环境要素代表值的监测方法，并引进一些环境监测的最新方法，结合实验室的实际，力求实验内容的实用性、适用性、简便性和先进性，同时加强了综合性、设计型实验的内容。

本书共分 4 章。

第 1 章环境监测实验室基础。主要介绍了环境监测实验前必要的准备知识和要求，包括环境监测实验准备，大气采样方法，水样的采集和保存，其他样品采样，实验室基础，实验室基本技能训练实验，监测分析基本概念及监测结果表述等。

第 2 章水污染监测。实验选取了水和废水监测中具有代表性的监测指标。

第 3 章大气污染监测。选取环境空气、车间空气、室内空气中具有代表性的污染物为监测指标，使学生掌握环境中典型污染物的测定原理及方法，旨在提高学生动手能力，培养基本素质。

第 4 章综合与创新性实验。选取了土壤、烟道气和学校周边的水和空气的综合监测，旨在培养学生独立、创新解决问题的能力及团队合作精神，提高学生综合运用知识解决问题的能力。

全书由王安（四川大学）编写第 1 章，第 4 章 4.2、4.3 节；曹植菁（四川大学）编写第 2 章，第 4 章 4.1 节；杨怀金（成都信息工程大学）编写第 2 章 2.10 节，第 3 章，第 4 章 4.4、4.5、4.6 节。本书可作为环境科学及工程专业本科生的实验教材，还可作为环保工作者的参考用书。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

**编 者**

**2015 年 6 月**

# 目 录

第 1 章 环境监测实验室基础……（1）
1.1 环境监测实验准备 ……（1）
1.2 大气采样方法 ……（6）
1.3 水样的采集和保存 ……（11）
1.4 其他样品采样 ……（14）
1.5 实验室基础 ……（23）
1.6 实验室基本技能训练实验 ……（42）
1.7 监测分析基本概念及监测结果表述 ……（46）
第 2 章 水污染监测……（50）
2.1 水中浊度的测定 ……（50）
2.2 水中 pH 值的测定 ……（54）
2.3 悬浮性固体的测定 ……（56）
2.4 水质色度的测定 ……（59）
2.5 水中化学需氧量（COD）的测定 ……（61）
2.6 生化需氧量（BOD）的测定 ……（65）
2.7 水中挥发酚的测定 ……（71）
2.8 水中氟化物的测定 ……（76）
2.9 水中氨氮的测定 ……（79）
2.10 水中镉的测定……（83）
2.11 水中汞的测定……（87）
2.12 红外光度法测定废水中的油……（92）
2.13 水中硫化物的测定……（97）
2.14 水中高锰酸盐指数的测定……（101）
2.15 水中磷的测定（总磷、溶解性磷酸盐和溶解性总磷）……（104）
2.16 水中阴离子表面活性剂的测定……（109）
第 3 章 大气污染监测……（114）
3.1 大气中 TSP 的测定……（114）
3.2 大气中 $PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$ 的测定 ……（117）
3.3 大气中 $PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$ 的自动监测 ……（121）
3.4 大气中二氧化硫的测定 ……（127）



此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

3.5 大气中氮氧化物的测定 …… (138)
3.6 大气中一氧化碳的测定 …… (143)
3.7 大气中臭氧的测定 …… (148)
3.8 空气中苯系物的测定 …… (158)
3.9 空气中总挥发性有机物（TVOC）的测定 …… (166)
3.10 空气中甲醛的测定 …… (175)
3.11 空气中氨的测定 …… (180)
3.12 空气中氟化物的测定 …… (187)
**第4章 综合与创新性实验** …… (195)
4.1 土壤总铬的测定 …… (195)
4.2 锅炉烟道气监测 …… (198)
4.3 环境噪声监测 …… (205)
4.4 校园空气质量监测与评价 …… (208)
4.5 室内空气质量监测与评价 …… (210)
4.6 地表水水质监测与评价 …… (212)
**附 录** …… (215)
附录Ⅰ 实验报告写作实例 …… (215)
附录Ⅱ 环境监测标准 …… (218)
**参考文献** …… (234)

# 第 1 章　环境监测实验室基础

## 1.1　环境监测实验准备

环境监测是通过对影响环境质量因素代表值的测定，确定环境质量或污染程度及其变化趋势。环境监测的全过程包括：布点、采样、保存、运输、实验室内分析、数据处理和修约、数据评价以及监测质量保证。

### 1.1.1　实验前要求

1. 实验准备

实验前必须做好预习准备，要求在通读实验指导书的前提下了解实验目的及基本原理，明确实验步骤，并准备好实验用的记录本和个人用具（如计算器等）。每次实验开始前，指导教师要检查学生的准备情况。

2. 实验操作

（1）在开始实验时，学生应先仔细听从指导教师的讲解。要检查药品、器皿，熟悉有关仪器及使用方法，严格遵守操作规程及注意事项，爱护实验所用仪器，避免其遭到损坏。

（2）在做每一个步骤时，要分工合作，互相配合。要充分认识到其目的和作用，不要盲目操作。

（3）实验过程中要注意安全，防止发生意外事故。注意安全和爱护仪器、设备，出现事故或意外时，要及时报告指导教师果断处理，损坏仪器设备的要酌情处理。在实验室里不得喧哗，自觉遵守实验室规则，保持室内清洁、安静。

（4）实验完后，检查所有数据是否完备，待确认无误后，清洗器皿，整理好药品、仪器，并认真写好实验报告，待指导教师检查后方可离开。

3. 记录和整理

记录数据要真实，不得任意涂改和编造，并记录在专门的记录本中，不得到处乱写，且要特别注意及时记录观察到的现象。在整理数据时，要忠于实验结果，认真作图、计算和思考问题。

4. 实验报告

按时完成实验报告，且内容要完整、书写整洁。参见附录Ⅰ实验报告写作实例，包括以下一些内容：

（1）实验名称、目的。

（2）主要实验仪器。

（3）实验原理、内容、步骤。

（4）实验数据记录、计算、图表及误差分析（要有典型计算过程）。

（5）问题讨论和思考题（主要按思考题和观察到的现象以及结果加以讨论）。

### 1.1.2 环境监测实验室安全

实验室因有化学药品、强电等，本身就存在着某些危险因素，但只要实验室人员严格遵守操作规程和规章制度，无论做什么实验都牢记安全第一，经常保持警惕，事故就可以避免。如果预防措施可靠，发生事故后处理得当，就可使损害减到最低程度。这里只将环境监测实验室可能存在的某些危险因素及注意要点作一简介。

1. 实验室的一般注意事项

（1）实验前，应检查仪器是否完整无缺，装置是否正确，全部装妥后再着手实验。

（2）初次实验应严格按照要求进行，不得擅自改变实验条件。

（3）做实验时要严肃认真，集中注意力进行观察，要经常注意仪器有无破碎、漏气，反应是否正常。

（4）将玻璃管、玻璃棒或温度计插入塞子时，应注意塞孔大小是否合适，然后涂些甘油，就容易插入塞子。

（5）为防止玻璃管插入时折断而割伤皮肤，要在手上垫上抹布，并握住玻璃管靠近塞子的部分，慢慢地旋转而进。

（6）废酸等废液应倒入指定的废物缸中，不要倒入水槽，以免侵蚀水管和发生事故。有机溶剂要倒入回收瓶中，集中处理。

（7）实验室要保持整齐、清洁，桌上不要放不用的仪器或药品，要保持水槽、仪器、桌面、地面的干净整洁，废纸、火柴梗等应放入指定的废物缸，切勿丢入水槽，以免堵塞下水管道。

（8）公用工具要轻拿轻放，用后放回原处，并保持其整洁完好。

（9）实验时观察到的现象及实验结果要随时记录在实验报告本上。

（10）做完实验后，将仪器洗净、放好，并清理实验台。值日生负责打扫实验室，清理水槽和药品台、地面，切断所有水、电、煤气，关好门窗。

2. 实验室安全规则

（1）实验室内严禁饮食、吸烟，一切化学药品禁止入口。

（2）切不可用湿润的手去接触开启电闸和电器开关。

（3）浓酸、浓碱具有强烈的腐蚀性，切勿溅在皮肤和衣服上。使用浓 $HNO_3$、$HCl$、$H_2SO_4$、$HClO_4$、氨水等易挥发的试剂时，均应在通风橱内操作，绝对不允许在实验室加热。如不小心将上述溶液溅到皮肤上和眼睛内，应立即用水冲洗，然后用5%碳酸氢钠溶液（酸腐蚀时采用）或5%硼酸溶液（碱腐蚀时采用）冲洗，最后用清水冲洗。

（4）使用 $CCl_4$、乙醚、苯、丙酮、三氯甲烷等有机溶剂时，一定要远离火焰和热

源。使用完后将试剂瓶塞紧，并放在阴凉处保存。

（5）若发生烫伤，可在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液（2，4，6－三硝基苯酚）或烫伤软膏。严重者应立即送医院治疗。实验室如发生火灾，应根据起火的原因进行针对性灭火。酒精及其他可溶于水的液体着火时，可用水灭火；汽油、乙醚等有机溶剂着火时，用砂土扑灭，此时绝对不能用水，否则反而会扩大燃烧面积；导线或电器着火时，不能用水及二氧化碳灭火器，而应首先切断电源，用四氯化碳灭火器灭火；衣服着火时，切忌奔跑，而应就地躺下滚动，或用湿衣服在身上抽打灭火。

3. 易燃易爆物质

1）易燃液体

实验室常用的有机溶剂中除少数几种外，大多数都是易燃易爆的。它们的沸点低、挥发性大、闪火点都在室温甚至 0℃ 以下，极易着火。在使用闪火点低于室温的溶剂时，应遵守以下防火安全规定：

（1）不准用明火加热蒸发，尽可能用水浴加热，如果用电炉加热，电炉丝应密封，不裸露在外面。

（2）不准在如烧杯、三角瓶之类的敞口容器中加热或蒸发。

（3）溶剂存放或使用地点距明火源至少 3 m 以上。

（4）减压蒸馏时，应先减压后加热，蒸馏完毕准备结束实验时，应先停止加热，待冷至适当温度无自燃危险时再关闭真空泵。

（5）实验室内应装有防爆抽气通风机，每日在进实验室前应抽 5～10 min，再使用其他电器，包括电灯。

（6）在实验室内易燃溶剂的存放量一般不应超过 3 L，特别是在夏天，大量存放易燃溶剂既不安全，对人又有较大的危害。装易燃溶剂的玻璃瓶不要装满，装 2/3 左右即可。

以上仅是关于防火安全方面最主要的，也是经常遇到的一些应注意的事项。万一不慎失火时，首先要冷静，并迅速切断电源，用石棉布或防火砂子将火扑灭。绝对不可用水去灭火，用水不但不能灭火，反而会助长火势。这是因为水的比重较大，会使有机溶剂上浮更易燃烧，应特别注意。在可能的情况下，最好不要用泡沫或四氯化碳灭火器去灭火，前者污染环境，后者易在高温下生成对人体有害的光气，只有在火势较大，用简单的方法难以扑灭时，才用这类灭火器。

2）强氧化剂

这类物质都是氧化物或具有很强氧化能力的含氧酸及其盐类，在适当条件下会发生爆炸，如硝酸铵、硝酸钾（钠）、高氯酸（也属强腐蚀剂）、高氯酸钾（钠）、过硫酸铵及其他过硫酸盐、过氧化钠（钾）、过氧化钡、过氧化二苯甲酰等。这类物质严禁与还原性物质，如有机酸、木屑、炭粉、硫化物、糖类等易燃、可燃物质或易被氧化的物质接触，并应严格隔离，存放在低于 30℃ 的阴凉通风处。

对于实验中常用的高氯酸与硝酸或硫酸的混酸消解有机物，实验时要小心操作，严禁将高氯酸加到热的含有机物的溶液中去（注意：在加高氯酸之前，先用硝酸进行预消解，将大量还原性的有机物破坏之后，才能加入高氯酸做最后消解）。高氯酸盐常积聚

在通风橱或排气系统中，积聚的高氯酸盐与有机物相遇会发生猛烈爆炸，故应定期进行清洗。

3）压缩及液化气体

压缩及液化气体，如氢气、氧气、乙炔气、二氧化碳、氮气、液化石油气等，在受热、撞击、日光照射、热源烘烤等条件下易发生爆炸。压缩氧气与油类接触也会燃烧爆炸。这类物质应储存于防火仓库，并应避免日晒和受热，放置要平稳，避免震动，运输时不许在地面上滚动。

4. 剧毒和致癌物质

1）砷及其化合物

无机砷的化合物用于制备标准溶液，也可能存在于工业废水中。砷的毒性很大，特别是有机砷化物，可引起肺癌和皮肤癌，要避免吸入口中和接触皮肤。

2）汞及其化合物

汞盐常用于制备标准溶液。液态汞是一种具有毒性的挥发性物质，有机汞的毒性更大，因此对含汞的废水样品处理要在通风橱内操作，避免汞的蒸气污染环境。如有液态汞洒落在地上时，要立即将硫黄粉撒在汞上面以减少汞的蒸发量。

3）氰化物

氰化物常用作络合剂或滴定钙镁时的掩蔽剂，大多数氰化物是有毒的。氰化物常存在于工业废水中，因此处理含氰化物的样品时要在通风橱内进行操作，防止吸入。因含氰的酸性溶液会产生有毒气体氰化氢，所以切忌酸化氰化物溶液，严禁将氰化物直接倒入下水道。

4）叠氮化合物

叠氮化钠应用在很多分析方法中，包括溶解氧的测定。它有毒，并能与酸反应产生毒性更大的叠氮酸，当排入下水道时，可以与铜质或铅质管配件起作用并蓄积起来，形成容易发生爆炸的叠氮化合物。采用10%氢氧化钠溶液浸泡处理可消除蓄积在排水管和存水弯头中的叠氮化合物。

5）有毒和致癌性的有机试剂

在许多测定实验中需用到一些有毒和致癌性的有机试剂，如氯仿、乙醚、苯、萘胺、666等。使用时注意避免通过口、肺、皮肤而引起中毒。

### 1.1.3　实验报告编写

**环境科学与工程实验室环境类专业实验报告**

课程名称：_____

_____级_____班　学号_____实验人_____合作者_____

实验台编号：_____　实验名称：_____

批阅教师：_____　实验日期：_____年_____月_____日

实验条件：室温_____℃　相对湿度_____%　大气压_____mmHg

**环境科学与工程实验室数据记录表**

| 实验课程 | | | | | | | | | | | 考核教师 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 实验项目 | | | | | | | | | | | | |
| 班级 | 学号 | 姓名 | 预习（20%） | 操作（50%） | 报告（30%） | 态度（负分） | 成绩 | 室温（℃） | 大气压（mmHg） | 相对湿度（%） | 实验台编号 | 实验时间 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 实验数据记录 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 态度：<br>1. 旷课，该实验零分。<br>2. 编造假数据，该实验不及格。<br>3. 抄别人的报告，或将自己的报告给别人抄，双方实验不及格。<br>4. 无故迟到、早退，该实验扣分。<br>5. 不专心做实验，看与实验无关的书报或做其他事，该实验扣分。<br>6. 不注意实验室清洁、整洁，该实验扣分。<br>7. 不遵守实验规章制度，无故损坏仪器，该实验扣分，酌情赔偿。 | | | | | | | | | | | | |



此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

## 1.2 大气采样方法

### 1.2.1 环境空气质量监测点位布设要求

各城市环境空气质量评价城市点的最少监测点位数量应符合表 1－1 的要求。当建成区城市人口和建成区面积确定的最少监测点位数不同时，取两者中的较大值。

表 1－1 环境空气质量评价城市点设置数量要求

| 建成区城市人口（万人） | 建成区面积（$km^2$） | 最少监测点位数 |
|---|---|---|
| <25 | <20 | 1 |
| 25～50 | 20～50 | 2 |
| 50～100 | 50～100 | 4 |
| 100～200 | 100～200 | 6 |
| 200～300 | 200～400 | 8 |
| >300 | >400 | 按每 50～60 $km^2$ 建成区面积设 1 个监测点，并且不少于 10 个点 |

### 1.2.2 监测点周围环境要求

监测点周围环境应符合下列要求：

（1）应采取措施保证监测点附近 1 000 m 内的土地使用状况相对稳定。

（2）点式监测仪器采样口周围，监测光束附近或开放光程监测仪器发射光源到监测光束接收端之间不能有阻碍环境空气流通的高大建筑物、树木或其他障碍物。从采样口或监测光束到附近最高障碍物之间的水平距离，应为该障碍物与采样口或监测光束高度差的 2 倍以上，或从采样口至障碍物顶部与地平线夹角应小于 30°。

（3）采样口周围水平面应保证 270°以上的捕集空间，如果采样口一边靠近建筑物，采样口周围水平面应有 180°以上的自由空间。

（4）监测点周围环境状况相对稳定，所在地质条件需长期稳定和足够坚实，所在地点应避免受山洪、雪崩、山林火灾和泥石流等局地灾害影响，安全和防火措施有保障。

（5）监测点附近无强大的电磁干扰，周围有稳定可靠的电力供应和避雷设备，通信线路容易安装和检修。

（6）区域点和背景点周边向外的大视野需 360°开阔，1～10 $km^2$ 范围内应没有明显的视野阻断。

（7）应考虑监测点位设置在机关单位及其他公共场所时，保证通畅、便利的出入通道及条件，在出现突发状况时，可及时赶到现场进行处理。

### 1.2.3 采样口位置要求

采样口位置应符合下列要求：

（1）对于手工采样，其采样口离地面的高度应在 1.5～15 m 范围内。

（2）对于自动监测，其采样口或监测光束离地面的高度应在 3～20 m 范围内。

（3）对于路边交通点，其采样口离地面的高度应在 2～5 m 范围内。

（4）在保证监测点具有空间代表性的前提下，若所选监测点位周围半径 300～500 m 范围内建筑物平均高度在 25 m 以上，无法按满足（1）、（2）条的高度要求设置时，其采样口离地面的高度可以在 20～30 m 范围内选取。

（5）在建筑物上安装监测仪器时，监测仪器的采样口离建筑物墙壁、屋顶等支撑物表面的距离应大于 1 m。

（6）使用开放光程监测仪器进行空气质量监测时，在监测光束能完全通过的情况下，允许监测光束从日平均机动车流量少于 10000 辆的道路上空、对监测结果影响不大的小污染源和少量未达到间隔距离要求的树木或建筑物上空穿过，穿过的合计距离不能超过监测光束总光程长度的 10%。

（7）当某监测点需设置多个采样口时，为防止其他采样口干扰颗粒物样品的采集，颗粒物采样口与其他采样口之间的直线距离应大于 1 m。若使用大流量总悬浮颗粒物（TSP）采样装置进行并行监测，其他采样口与颗粒物采样口的直线距离应大于 2 m。

（8）对于环境空气质量评价城市点，采样口周围至少 50 m 范围内无明显固定污染源，为避免车辆尾气等直接对监测结果产生干扰，采样口与交通道路之间最小间隔距离应按表 1－2 的要求确定。

**表 1－2　仪器采样口与交通道路之间最小间隔距离**

| 道路日平均机动车流量（日平均车辆数） | 采样口与交通道路边缘之间最小距离（m） | |
|---|---|---|
| | $PM_{10}$、$PM_{2.5}$ | $SO_2$、$NO_2$、CO 和 $O_3$ |
| ≤3000 | 25 | 10 |
| 3000～6000 | 30 | 20 |
| 6000～15000 | 45 | 30 |
| 15000～40000 | 80 | 60 |
| >40000 | 150 | 100 |

（9）开放光程监测仪器的监测光程长度的测绘误差应在±3 m 内（当监测光程长度小于 200 m 时，光程长度的测绘误差应小于实际光程的±1.5%）。

（10）开放光程监测仪器发射端到接收端之间的监测光束仰角不应超过 15°。

### 1.2.4　采样点的布设方法

环境空气气体样品布设采样点的常用方法有功能区布点法和几何图形布点法，其中几何图形布点法又包括网格布点法、同心圆布点法和扇形布点法。

1. 功能区布点法

按功能区划分布点法多用于区域性常规监测，一个城市或区域可以按其功能分为工业区、居民区、交通稠密区、商业繁华区、文化区、清洁区、对照区等。各功能区采样

点数不要求平均，一般在污染集中的工业区、人口密集的居民区和交通稠密区多设采样点。同时应在对照区或清洁区设置 1～2 个对照点。

2. 几何图形布点法

目前常用的几何图形布点法有以下三种方法。

1）网格布点法

网格布点法是将监测区域地面划分成若干均匀网状方格，采样点设在两条直线的交点处或方格中心（见图 1－1）。网格大小视污染源强度、人口分布及人力、物力条件等确定。若主导风向明确，下风向设点应多一些，一般约占采样点总数的 60%。对于有多个污染源，且污染源分布较均匀的地区，常采用这种布点方法。它能较好地反映污染物的空间分布；如将网格划分得足够小，则将监测结果绘制成污染物浓度空间分布图，对指导城市环境规划和管理具有重要意义。

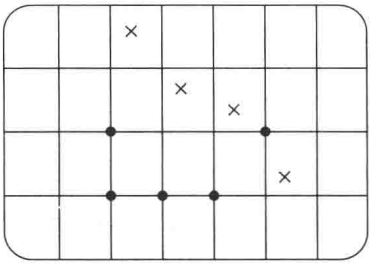

**图 1－1　网格布点法**

2）同心圆布点法

同心圆布点法主要用于多个污染源构成污染群，且大污染源较集中的地区。先找出污染群的中心，以此为圆心在地面上画若干个同心圆，再从圆心作若干条放射线，将放射线与圆周的交点作为采样点（见图 1－2）。不同圆周上的采样点数目不一定相等或均匀分布，常年主导风向的下风向比上风向多设一些点。例如，同心圆半径分别取 4 km、10 km、20 km、40 km，从里向外各圆周上分别设 4、8、8、4 个采样点。

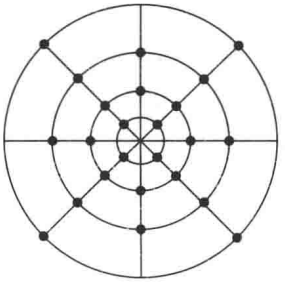

**图 1－2　同心圆布点法**

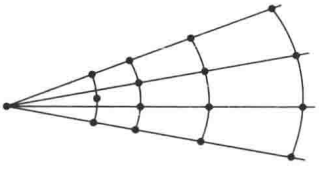

**图 1－3　扇形布点法**

3）扇形布点法

扇形布点法适用于孤立的高架点源，且主导风向明显的地区。以点源所在位置为顶点，主导风向为轴线，在下风向地面上画一个扇形区作为布点范围。扇形的角度一般为 45°，也可更大些，但不能超过 90°。采样点设在扇形平面内距点源不同距离的若干弧线

上（见图 1－3）。每条弧线上设 3～4 个采样点，相邻两点与顶点连线的夹角一般取 10°～20°。在上风向应设对照点。

在实际工作中，为做到因地制宜，使采样点布设得完善合理，往往采用以一种布点方法为主，兼用其他方法的综合布点法。

### 1.2.5　采样时间和采样频率

环境空气质量监测中的采样时间和采样频率应按《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193—2005）或《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194—2005）的要求执行。

《环境空气质量自动监测技术规范》中监测采样频率及采样时间按以下要求进行：

（1）环境空气质量自动监测系统采集的连续监测数据应能满足每小时的算术平均值计算。在每小时中采集到监测分析仪器正常输出一次值的 75%以上时，本小时的监测结果有效，用本小时内所有正常输出一次值计算的算术平均值作为该小时平均值。

（2）每日气态污染物有不少于 18 个有效小时平均值，可吸入颗粒物有不少于 12 个有效小时平均值的算术平均值为有效日均值，日均值的统计时间段为北京时间前日 12:00至当日 12:00。

（3）每月不少于 21 个有效日均值的算术平均值为有效月均值。

（4）每年不少于 12 个有效月均值的算术平均值为有效年均值。

《环境空气质量手工监测技术规范》中规定对环境空气中的总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（$PM_{10}$）、铅（Pb）、苯并（a）芘［B(a)P］及氟化物，其采样频次及采样时间应根据《环境空气质量标准》（GB 3095—2012）中各污染物监测数据统计的有效性规定确定（见表 1－3）；对其他污染物的监测，其采样频次及采样时间应根据监测目的、污染物浓度水平及监测分析方法的检出限确定。但要获得 1 h 平均浓度值，样品的采样时间应不少于 45 min；要获得日平均浓度值，气态污染物的累计采样时间应不少于 20 h，颗粒物的累计采样时间应不少于 20 h。

**表 1－3　《环境空气质量标准》中污染物浓度数据有效性的最低要求**

| 污染物 | 平均时间 | 数据有效性规定 |
|---|---|---|
| $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、$NO_x$ | 年平均 | 每年至少有 324 个日平均浓度值，每月至少有 27 个日平均浓度值（二月至少有 25 个日平均浓度值） |
| $SO_2$、$NO_2$、CO、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、$NO_x$ | 24 h 平均 | 每日至少有 20 h 平均浓度值或采样时间 |
| $O_3$ | 8 h 平均 | 每 8 h 至少有 6 h 平均浓度值 |
| $SO_2$、$NO_2$、CO、$O_3$、$NO_x$ | 1 h 平均 | 每小时至少有 45 min 采样时间 |
| TSP、B（a）P、Pb | 年平均 | 每年至少有分布均匀的 60 个日平均浓度值，每月至少有分布均匀的 5 个日平均浓度值 |

续表1－3

| 污染物 | 平均时间 | 数据有效性规定 |
| --- | --- | --- |
| Pb | 季平均 | 每季至少有分布均匀的15个日平均浓度值，每月至少有分布均匀的5个日平均浓度值 |
| TSP、B(a)P、Pb | 24 h平均 | 每日应有24 h采样时间 |

### 1.2.6 空气的采样方法

根据被测物质在空气中存在的状态和浓度，以及所用分析方法的灵敏度，可选择不同的采样方法。空气的采样方法一般分为直接采样法和富集采样法两大类。

1. 直接采样法

直接采样法一般用于空气中被测物质浓度较高，或者所用的分析方法灵敏度高，直接采样就能满足环境检测的要求，如用氢焰离子化检测器测定空气中的苯系物，置换汞法测定空气本底中的一氧化碳。用这类方法测得的结果是临时或者短时间内的平均浓度，可以比较快地得到分析结果。直接采样法常用的采样器有注射器、塑料袋和一些固定容器。这类方法具有经济和轻便的特点。

2. 富集采样法

当空气中被测物质的浓度很低，而所用的分析方法又不能直接测出其含量时，需用富集采样法进行空气样品的采集。富集采样的时间一般都比较长，所得的分析结果是在富集采样时间内的平均浓度。从环境保护角度来看，它更能反映环境污染的真实情况。

富集采样法可分为溶液吸收法、固体吸收法、低温冷凝法和滤料采样法等。在实际应用时，可根据检测目的和要求、污染物的物化性质、在空气中存在状态，以及所用的分析方法来选择。这里只介绍溶液吸收法，其他富集采样法请参阅有关资料。

溶液吸收法是用吸收液采集空气中气态、蒸气态以及某些气溶胶的方法。当空气样品通过吸收液时，气泡与吸收液界面上的被测物质分子由于溶解作用或化学反应，很快地进入吸收液中。同时气泡中的气体分子因存在浓度梯度和运动速度极快，能迅速地扩散到气—液界面上。因此，整个气泡中被测物质分子很快地被溶液吸收。各种气体吸收管就是利用这个原理而设计的。常用的吸收液有水、水溶液和有机溶剂等。吸收液的选择是根据被测的物化性质及所用的分析方法而定。理想的吸收液物化性质稳定，在空气中和采样过程中自身不会发生变化、挥发性小，并能够在较高气温下经受较长时间采样而无明显的挥发损失，有选择性地吸收，吸收效率高，能迅速地与被测物质起化学反应。理想的吸收液中含有显色剂，边采样边显色，不仅采样后易于比色定量，而且可以控制采样的时刻，使显色强度恰好在测定范围内。溶液吸收法采集污染物时，通常使用气泡吸收管、多孔玻板吸收管、多孔玻璃吸收管、多孔玻板吸收瓶和冲击式吸收等。

3. 专用采样装置

为了采样方便，将收集器、流量计和抽气动力组装在一起，成为专用采样器。根据实际需求，有交流、直流和交直流两用等不同供电方式的采样器。有的采样器上装有自动计时装置，用来控制采样时间。按用途和构造不同，可分为气体采样器、颗粒物采样

器和个体剂量器等。

（1）气体采样装置：用于采集空气中气态和蒸气态物质，采样流量为 2.0 L/min。一般为携带式采样器，具有体积小、重量轻、便于现场使用等优点。常用的大气采样装置如图 1－4 所示。

图 1－4　常用的大气采样装置图

大气采样器工作原理如图 1－5 所示。

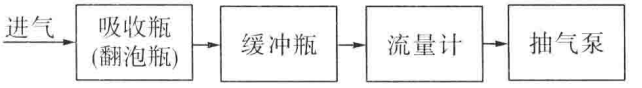


图 1－5　大气采样器工作原理图

（2）颗粒物采样器：又分为总悬浮颗粒物（TSP）采样器和可吸入颗粒物（IP）采样器。总悬浮颗粒物采样器可分为大流量采样器（流量 1.1～1.7 $m^3$/min）及中流量采样器（流量 50～150 L/min）。在这里我们只介绍大流量采样器，其他采样器请参阅有关资料。

大流量采样器采用水平过滤装置，滤膜夹可安装 20 cm×25 cm 的玻璃纤维滤膜，采样流量为 1.1～1.7 $m^3$/min。利用水柱压力计测量流量或配备压差变送器和自动电位差计记录器连续记录流量，采样时间可持续 8～24 h。表面有护罩保护，可防止雨、雪及粒径大于 100 μm 的颗粒进入。当采气量为 1500～2000 $m^3$时，样品滤膜可用于测定颗粒物中的金属元素（如 Pb、Cd、Cr、Mn、Be 等）、无机盐离子（如 $SO_4^{2-}$、$NO_3^-$、$F^-$、$NH_4^+$等）及有机污染物［如苯并（a）芘］等组分。

## 1.3　水样的采集和保存

为了能够真实反映水体的质量，除了分析方法标准化和操作程序规范化之外，还要注意水样的采集和保存。首先，采集的样品要代表水体的质量。其次，采样后易发生变化的成分需要在现场测定，带回实验室的样品在测试之前要妥善保存，确保样品在保存期间不发生明显的物理、化学、生物变化。

采样的地点、时间和频率应根据检测目的、水质的均一性、水质的变化、采样的难易程度、所采用的分析方法、有关的环保条例，以及人力、物力等因素综合考虑。



此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com