



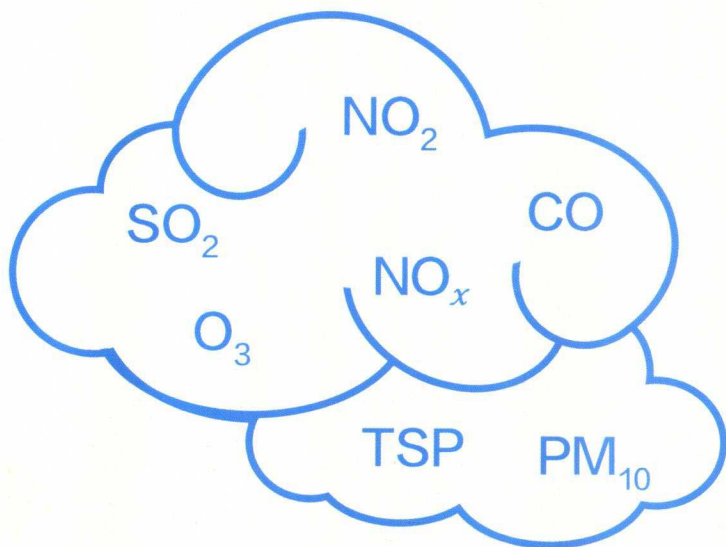
闽西职业技术学院
MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

国家骨干高职院校项目建设成果
——环境监测与治理技术专业

苏蓉 © 主编

大气监测

AQI JIANCE



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位



闽西职业技术学院

MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

国家骨干高职院校项目建设成果
——环境监测与治理技术专业

大气监测

主 编 苏 蓉

副主编 陈碧美



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

大气监测/苏蓉主编. —厦门: 厦门大学出版社, 2015. 7

(闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果. 环境监测与治理技术专业)

ISBN 978-7-5615-5605-4

I. ①大… II. ①苏… III. ①大气监测-高等职业教育-教材 IV. ①X831

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 138084 号

官方合作网络销售商:



责任编辑 眭蔚

封面设计 蒋卓群

责任印制 许克华

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总编办电话:0592-2182177 传真:0592-2181406

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

厦门市明亮彩印有限公司印刷

2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:8.5 插页:2

字数:208 千字

定价:26.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

“闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果”编委会

主任：来永宝

副主任：吴新业 吕建林

成员（按姓名拼音字母顺序排列）：

陈建才 董东明 郭 舜 李志文 林茂才

檀小舒 童晓滨 吴国章 谢 源 张源峰

总序

国务院《关于加快发展现代职业教育的决定》指出,现代职业教育的显著特征是:深化产教融合、校企合作、工学结合,推动专业设置与产业需求对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、毕业证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接,提高人才培养质量。因此,校企合作是职业教育办学的基本思想。

产教融合、校企合作的关键是课程改革。课程改革要突出专业课程的职业定向性,以职业岗位能力作为配置课程的基础,使学生获得的知识、技能满足职业岗位(群)的需求。至2014年6月,我院各专业完成了“基于工作过程系统化”课程体系的重构,并完成了54门优质核心课程的设计开发与教材编写。学院以校企合作理事会为平台,充分发挥专业建设指导委员会的作用,主动邀请行业、企业“能工巧匠”参与学院专业规划、专业教学、实践指导,并共同参与实训教材的编写。教材是实现产教融合、校企合作的纽带,是教和学的主要载体,是教师进行教学、搞好教书育人工作的具体依据,是学生获得系统知识、发展智力、提高思想品德、促进人生进步的重要工具。根据认知过程的普遍规律和教学过程中学生的认知特点,学生系统掌握知识一般是从对教材的感知开始的,感知越丰富,观念越清晰,形成概念和理解知识就越容易;而且教材使学生在学习过程中获得的知识更加系统化、规范化,有助于学生自身素质的提高。

专业建设离不开教材,一流的教材是专业建设的基础,它为课程教学提供与人才培养目标相一致的知识与实践能力的平台,为教师依据教学实践要求,灵活运用教材内容,提高教学效果,完成人才培养要求提供便利。由于有了好的教材,专业建设水平也不断提高,因此在福建省教育评估研究中心汇总公布的福建省高等职业院校专业建设质量评价结果中,我院有26个专业全省排名进入前十名,其中有15个专业进入前五名。麦可思公司2013年度《社会需求与培养质量年度报告》显示,我院2012届毕业生愿意推荐母校的比例为68%,比全国骨干院校2012届平均水平65%高了3个百分点;毕业生对母校的满意度为94%,比全国骨干院校2012届平均水平90%高了4个百分点,人才培养质量大大提升。



闽西职业技术学院院长、教授

2015年5月

前 言

大气监测是环境监测中的一个重要组成部分,是一门实践性很强的应用科学。本书重点突出高职高专人才培养目标和职业教育特点,探索基于工作过程导向教材编写的新方法,在总结多年的教学实践经验的基础上编写而成。编写过程中力求体现实用性、专业性和科学性。

本书具有如下特点:

1. 结合职业要求,遵循由简到繁、由易到难的教学规律,“以任务为驱动,以项目为导向”,选取了9个任务组成大气监测,分为四章:空气污染与空气环境监测、室外空气污染物的测定、室内空气污染物的测定和污染源的测定,同时编写了附录[紫外—可见分光光度法、原子吸收分光光度法、气相色谱法、林格曼烟气黑度图、崂应3012型自动烟尘(气)测试仪、环境空气质量标准、环境空气质量监测规范和室内空气质量标准],对实训任务中的通用技术做了必要补充。

2. 实训任务具有创新性,基本都经过编者实践检验,在教学和课程改革中经过多次教学实践,有较强的可操作性。

3. 采用了大量的图片,图文并茂,真实体现了学习情境,增强了教材的可读性、适用性、实践性。

4. 注意大气监测的广泛性、开放性,选取最新且简单易学的国家标准或部颁标准。

本书由闽西职业技术学院苏蓉任主编,陈碧美任副主编。第一章、第二章、第三章和附录由苏蓉编写,第四章由闽西职业技术学院王晓明编写,全书由苏蓉、陈碧美统稿。本教材在编写过程中得到了龙岩市环境监测站、新罗区环境监测站、城发水环境发展有限公司等多家企事业技术专家如陈克华、邱庆周、陆勇、林金峰的大力支持和帮助,并参阅了有关文献资料,在此一并表示感谢。

本书可作为高等职业院校环境监测与治理技术专业的教学用书,或工学结合生产实训教材,也可供企业生产技术工人培训和企业科技人员参考。

由于时间短促和编者水平所限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

2015年6月

目 录

第一章 空气污染与空气环境监测	1
1.1 空气污染基本知识	1
1.2 空气监测和监测项目	5
1.3 采样方法、仪器、时间、频次、记录、效率及评价	8
第二章 室外空气污染物的测定	19
任务一 空气中总悬浮颗粒物(TSP)的测定	19
任务二 空气中可吸入颗粒物(PM ₁₀)的测定	22
任务三 空气中二氧化氮的测定	26
任务四 空气中二氧化硫的测定	31
任务五 空气中铅的测定	36
任务六 空气中总烃和非甲烷总烃的测定	39
第三章 室内空气污染物的测定	43
3.1 室内环境监测的目的和要求	44
3.2 室内环境监测时间	44
3.3 室内环境监测条件	45
3.4 室内环境有害物质的危害及来源	46
任务一 室内空气中甲醛的测定	47
任务二 室内空气中总挥发性有机物的测定	51
第四章 污染源的测定	55
4.1 固定污染源监测(以烟道气监测为例)	55
4.2 流动污染源监测	63
任务一 固定污染源烟气黑度的测定	64
附录	69
附录一 紫外—可见分光光度法	69
附录二 原子吸收分光光度法	76
附录三 气相色谱法	87
附录四 林格曼烟气黑度图	99
附录五 崂应 3012H 型自动烟尘(气)测试仪	100
附录六 环境空气质量标准(GB 3095-2012)	111
附录七 环境空气质量监测规范(试行)	116
附录八 室内空气质量标准(GB/T 18883-2002)	124
参考文献	130

第一章 空气污染与空气环境监测

清洁的空气对于生命来说非常重要,我们时时刻刻都离不开周围的空气。据统计,一个成年人每天呼吸空气 2 万多次,吸入的空气量达 $15\sim 20\text{ m}^3$,其质量约为每天所需食物和饮水的 10 倍。如果我们每天吸入的空气被污染,那将会对人体健康造成极大的危害,所以要控制空气污染,对空气进行分析与监测是很重要的。

1.1 空气污染基本知识

1.1.1 大气、空气和空气污染

“大气”和“空气”从本质上来讲是一组同义词,所指的内容是一样的。在环境保护中,对特定场所或区域供人和动植物生存的气体称为“空气”;而以大区域或全球型的气流为研究对象时,则采用“大气”一词。

(一)大气的组成

自然状态下的大气由干洁的空气、水蒸气和各种悬浮固体杂质组成。干洁空气的主要成分是氮气、氧气和氩,三者约占大气总体积的 99.96%,其他气体如二氧化碳、氦、氩、氢气、臭氧等,仅占 0.04%左右。

大气中的水蒸气含量平均不到 0.5%,主要来自地表的江、河、湖、海以及植物的蒸腾和潮湿表面的蒸发,并随时间、地区和气象条件的变化差异很大。大气中水蒸气的含量虽然不是太大,但它却是云、雾、雨、霜、露等各种天气现象的主导因素,并且水蒸气和二氧化碳一样具有较强的吸收地区表面长波辐射的能力,对地面保温起着重要的作用。

悬浮于大气中的固体物质主要来源于人类的活动以及地震、海啸、火山喷发、岩石风化等自然过程,如烟粒、盐粒、火山灰、尘埃等。它们多集中于大气底部,在大气中能充当水汽凝结的核心,引起天气变化。

(二)大气圈的结构

在自然地理学中,把随着地球旋转的大气层叫作大气圈。按照国际气象组织的建议,大气圈的结构范围是从地球表面向上到 1200~1400 公里高度,大气圈中大气的化学组分和物理性质都不是稳定的。它们在垂直于地球下垫面各个高度上有着不同的分布特点,根据气温随高度变化的特点,一般把大气圈分为五层,即对流层、平流层、中间层、暖层和散逸层。

(1)对流层:从地球表面向上到 12 公里,是大气中最活跃、与人类关系最密切的一层。

其厚度不稳定,随着季节和纬度的不同而变化,一般冬季比较薄,夏季比较厚。在高纬度的两极地区平均厚度为7~9公里,中纬度地区为10~12公里,低纬度地区17~18公里。此层的特点是:各种天气现象形成于此,是天气变化最复杂和对人类活动影响最大的一层;气温随着高度增加而递减,每向上1000 m 温度下降 6.5°C ;空气对流运动显著,因为该层中热量绝大部分来自地面,温度上低下高,差异大,冷热空气发生垂直对流,又由于地面有海陆之分,昼夜之分,以及纬度高低之差,因而不同的地区温度也就有差别,从而形成了空气水平方向的对流。

(2)平流层:从对流层顶到距离地面55公里左右,此层空气比较干燥,几乎没有水汽;下层气温基本不随高度变化,是一等温层,上层气温随高度升高而迅速上升,这是因为在平流层的上部存在一层约20公里厚的臭氧,能强烈吸收太阳紫外线辐射,导致平流层上部气层明显增温;空气几乎没有对流运动,大气透明性好,很难出现云、雨、雪等天气现象。

(3)中间层:从平流层顶到距离地面85公里左右,该层温度随高度的增加而下降,因此大气对流运动强烈,垂直混合明显。

(4)暖层:中间层顶到距离地面800公里左右,该层温度随高度增加而急剧上升,空气分子发生电离,又称电离层,能反射无线电波,对人类的无线电通信具有特别的意义。

(5)逸散层:处于距地面800公里以外的范围,是大气圈的最外层。该层大气稀薄,地心引力微弱,空气粒子运动速度极高,可以摆脱地球引力散逸到太空中去。

1.1.2 空气污染

(一)空气污染及空气污染物

空气污染是指由于人类活动或自然过程引起某些物质进入空气中,呈现出足够的浓度,达到足够的时间,并因此而危害了人体的健康、舒适和福利或危害了环境的现象。引起空气污染的有害物质称为空气污染物。空气污染物的种类繁多,目前常采取以下两种分类方法。

(1)根据污染物的存在状态分为颗粒污染物和气态污染物。颗粒污染物主要是指悬浮在大气中的固体、液体颗粒状物质的总称,如粉尘、烟尘、雾等;气态污染物主要指以分组状态存在的,大部分为无机气体,如二氧化硫、硫化氢、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳、非甲烷碳氢化合物、氯化氢、氟化氢等。

(2)根据行程过程可分为一次污染物和二次污染物。一次污染物是从污染源直接排放的原始污染物质,进入大气之后其物理性质和化学性质尚未发生改变,如二氧化硫、碳氧化物、氮氧化物、碳氢化合物等;二次污染物是指一次污染物经过化学或光化学反应而生产的新污染物质,这种污染物与一次污染物在物理化学性质上完全不同,对环境的危害通常比一次污染物大,如光化学烟雾、硫酸烟雾等。

(二)空气污染源

污染源是指造成环境污染的发生源,一般把向环境空气中排放有害物质或能量的场所、设备、装置等称为空气污染源。空气污染源有自然污染源和人为污染源两种,后者是造成空气污染的主要来源。为了便于根据污染源的特点对污染物的排放进行监测控制,对人为污染源做了多种形式的分类。

污染源按存在的形式分为固定污染源和流动污染源。固定污染源是指位置或地点不变



的污染源,主要是工业、家庭炉灶与取暖设备的烟囱;流动污染源是指地点和位置变动的污染源,主要是行驶的交通工具。

污染源按空间分布分为点源、面源和线源。点源是指有固定排放点的污染源,如燃煤发电厂的烟囱和城市的供暖锅炉烟囱;线源是指污染呈条状,如行驶的汽车、火车和飞机;面源则没有固定污染排放点,而是在一定范围,如石油化工区和有众多小炉灶的居民区。

还可以按人类活动功能划分为工业污染源、生活污染源、交通污染源和能源污染源。

1.1.3 空气中污染物的浓度表示方法和污染物气体体积换算

(一)单位体积质量浓度

单位体积质量浓度是指单位体积空气中所含污染物的质量,常用 mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示。这种方法适用于各种状态污染物。我国环境空气质量标准中所用的浓度 mg/m^3 是指标准状态($0\text{ }^\circ\text{C}$, 101.325 kPa)下单位空气体积污染物的质量。

$$\rho = \frac{m}{V_0} \quad (1-1)$$

式中, V_0 ——换算成标准状态下的采样体积, m^3 ;

m ——污染物质量, mg 或 μg ;

ρ ——单位体积质量浓度, mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(二)体积比浓度

体积比浓度是指污染物体积与气样总体积的比值,常用 100 万体积空气中含污染气体或蒸气的体积数,常用 mL/m^3 (ppm) 或 $\mu\text{L}/\text{m}^3$ (ppb)。

$$C_V = \frac{V_1}{V_0} \quad (1-2)$$

式中, C_V ——被测污染物体积与气样总体积的体积比, $\mu\text{L}/\text{m}^3$ 或 mL/m^3 ;

V_1 ——换算成标准状况下的被测污染物体积, μL 或 mL ;

V_0 ——换算成标准状况下的采样总体积, L 或 m^3 。

上述两种表示方法可以相互换算,其换算公式如下:

$$C_V = \frac{22.4\rho}{M} \quad (1-3)$$

式中, C_V ——以 mL/m^3 表示的气体浓度;

ρ ——以 mg/m^3 表示的气体浓度;

M ——被测污染物的摩尔质量, g/mol ;

22.4——标准状态下气体的摩尔体积, L/mol 。

(三)污染物气体体积换算

气体体积随温度和空气压力的变化而不同,现场采样温度和空气压力各不相同,为使结果具有可比性,我国《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中规定采样体积采用标准状态($0\text{ }^\circ\text{C}$, 101.325 kPa)下的体积。将现场状态下的采样体积换算成标准状态下的采样体积,其换算公式为:

$$V_0 = V_t \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{101.325} \quad (1-4)$$

式中, V_0 ——换算成标准状态(0 °C, 101.325 kPa)下的采样体积, L 或 m^3 ;

V_t ——现场状态下的采样体积, L 或 m^3 ;

t ——采样时采样点的温度, °C;

P ——采样时采样点的大气压力, kPa。

$$V_t = Q \cdot m \quad (1-5)$$

式中, V_t ——现场状态下的采样体积, L;

Q ——气体流量, L/min;

m ——采样时间, min。

例1 测定某采样点大气中的 SO_2 含量时, 已知现场温度为 25 °C, 大气压力为 100 kPa。用溶液吸收法采样, 采气流量为 0.50 L/min, 采样时间为 30 min。采样后用分光光度法测得全部吸收液中 SO_2 的质量为 2.2 μg 。求标准状态时该采样点大气中 SO_2 的浓度, 用 mg/m^3 和 mL/m^3 表示。

解:(1)求采样体积 V_t 和 V_0

$$V_t = Q \cdot m = 0.50 \times 30 = 15 \text{ L}$$

$$V_0 = V_t \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{101.325} = 15 \times \frac{273}{273+25} \times \frac{100}{101.325} = 13.56 \text{ L}$$

(2)求 SO_2 的浓度

用 mg/m^3 表示:

$$\rho = \frac{m}{V_0} = \frac{2.2 \times 10^{-3}}{13.56 \times 10^{-3}} = 0.16 \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

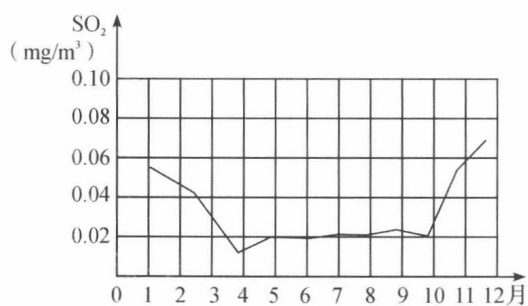
用 mL/m^3 表示:

$$C_v = \frac{22.4\rho}{M} = \frac{22.4 \times 0.16}{64} = 0.056 \text{ (mL/m}^3\text{)}$$

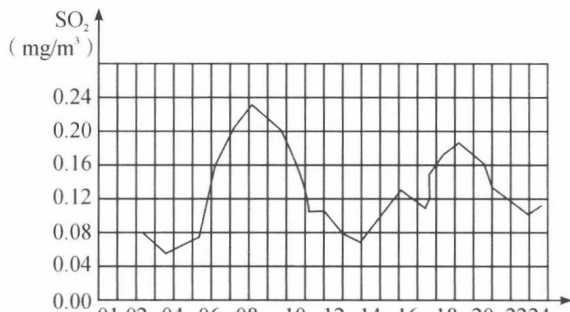
1.1.4 空气污染物特点

(一)时间性

某一地点大气污染物的浓度常随时间的变化而发生变化, 同一污染源对同一地点所造成的地面浓度随时间的变化会产生很大的差别, 这是因为污染物浓度的变化与污染源的排放规律和气象条件等有关, 如图 1-1(a)、(b)所示。一次污染物和二次污染物在大气中的浓



(a) 某城市 SO_2 浓度的时间变化曲线



(b) 某城市 SO_2 浓度的日变化曲线

图 1-1 某城市 SO_2 浓度变化曲线



度由于受气象条件的影响,它们在一天内的变化也不同。一次污染物因受逆温层、气温、气压等的限制,在清晨和黄昏时浓度较高,中午即降低;而二次污染物如光化学烟雾等由于是靠太阳光能形成的,故在中午时浓度增加,清晨和夜晚时降低。

(二)空间性

大气中的污染物随空气运动而迁移和扩散。各种污染物的迁移和扩散速度又与气象条件、地理环境和污染物的性质有关。因此污染物浓度就存在着空间上的分布不均匀。如质量轻的分子状态污染物和飘尘可以高度分散在空气中,易被扩散和稀释,影响范围大;质量重的降尘等扩散能力差,影响范围较小。

由于环境污染物有时空分布特性,因此在空气监测中除了注意选择适当时间外,还应选择合适的采样点,使结果更具代表性。这两方面的因素是决定采样时间、采样频率和选择采样点的主要依据,也是获得代表性监测数据的基础。

1.2 空气监测和监测项目

空气监测首先要根据监测目的进行调查研究,收集必要的基础资料,然后经过综合分析,确定监测项目,设计布点网络,选定采样频率、采样方法和监测技术,建立质量保证程序和措施,提出监测结果报告要求及进度计划等,然后经逐级审批后再按监测方案实施,最后写出监测报告,上报存档。

1.2.1 空气污染监测目的

(1)通过对环境空气中主要污染物质进行定期或连续监测,判断空气质量是否符合《环境空气质量标准》或环境规划目标的要求,为空气质量状况评价提供依据。

(2)为研究空气质量的变化规律和发展趋势、开展空气污染的预测预报以及研究污染物迁移转化情况提供基础资料。

(3)为政府环保部门执行环境保护法规、开展空气质量管理及修订空气质量标准提供依据和基础资料。

1.2.2 调研及资料收集

(1)污染源分布及排放情况:污染源类型、数量、位置、排放的主要污染物及排放量,所用原料、燃料及消耗量等;

(2)气象资料:风向、风速、气温、气压、降水量、日照时间、相对湿度、温度垂直梯度和逆温层底部高度;

(3)地形资料;

(4)土地利用和功能分区情况;

(5)人口分布及人群健康情况;

(6)以往的空气监测资料。



1.2.3 空气污染监测分类

依据不同的目的,空气污染监测可分为三类:室外空气监测、室内空气监测和污染源监测。室内、室外空气监测是对环境空气中影响环境质量的各项污染参数的测定,污染源监测则是对排放源各参数的测定以及排放污染物浓度的测定。

1.2.4 空气污染监测项目

环境空气质量常规监测项目应根据监测目的和现行国家《环境空气质量监测规范》(2007年试行),从环境空气质量标准规定的污染物中选取。

表 1-1 空气污染常规监测项目

类别	必测项目	按地方情况增加的必测项目	选测项目
空气污染物监测	TSP、SO ₂ 、NO _x 、硫酸盐化速率、灰自然沉降量	CO、总氧化剂、总烃、PM ₁₀ 、F ₂ 、HF、B(a)P、Pb、H ₂ S、光化学氧化剂	CS ₂ 、Cl ₂ 、氯化氢、硫酸雾、HCN、NH ₃ 、Hg、Be、铬酸雾、非甲烷烃、芳香烃、苯乙烯、酚、甲醛、甲基对硫磷、异氰酸甲酯等
空气降水监测	pH、电导率	K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、NH ₄ ⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Cl ⁻	

1.2.5 采样点的布设

空气监测是为了调查一个区域或一个城市的大气污染现状,是观察分析空气中有害物质的来源、分布、数量、迁移转化及消长规律的重要手段。如何获得有代表性、能符合实际状况的大气样品,是保证监测数据准确可靠的重要环节。根据大气污染物的时空分布规律,通过正确地确定采样点数目、正确地选择采样点的位置、正确地确定采样时间和频率等手段,保证获取具有代表性的大气样品。确定采样点布设之前,应进行详细的调查研究,其内容包括:①对本地区大气污染源进行调查,初步分析出各块地域的污染源概况;②了解本地区常年主导风向,大致估计出污染物的可能扩散概况;③利用群众来信来访或人群调查,初步判断污染物的影响程度;④利用已有的监测资料推断分析应设点的数量和方位。

(一)布设采样点的原则和要求

(1)采样点应设在整个监测区域的高、中、低三种不同污染物浓度的地方。

(2)污染源比较集中、主导风向比较明显的情况下,应将污染源的下风向作为主要监测范围,布设较多的采样点,上风向布设少量点作为对照。

(3)工业较密集的城区和工矿区,人口密度及污染物超标地区,要适当增设采样点;城市郊区和农村,人口密度小及污染物浓度低的地区,可酌情少设采样点。

(4)采样点的周围应开阔,采样口水平线与周围建筑物高度的夹角应不大于 30°。

(5)各采样点的设置条件要尽可能一致或标准化,使获得的监测数据具有可比性。

(6)采样高度根据监测目的而定:对于手工间断采样,其采样口离地面的高度应在 1.5~15 m;对应自动监测,其采样口或监测光束离地面的高度应为 3~15 m;对道路交通的污染

监控点,其采样口离地面的高度应在 2~5 m;若所选点位周围半径 300~500 m 范围内建筑物平均高度在 20 m 以上,无法满足上述高度要求设置时,其采样口高度可以在 15~25 m 选取;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。

(二) 采样点的数目

采样点的数目设置是一个与精度要求和经济投资相关的效益函数,应根据监测范围大小、污染物的空间分布特征、人口分布密度、气象、地形、经济条件等因素综合考虑确定。各城市区域内国家环境空气质量采样点的设置数量应符合表 1-2 的要求。

表 1-2 国家环境空气质量监测点设置数量

市区人口/万人	SO ₂ 、NO _x 、TSP	灰尘自然沉降量	硫酸盐化速率
<50	3	≥3	≥6
50~100	4	4~8	6~12
100~200	5	8~11	12~18
200~400	6	12~20	18~30
>400	7	20~30	30~40

表 1-3 WHO 推荐的的城市空气自动监测站(点)数目

市区人口/万人	可吸入颗粒物	SO ₂	NO _x	氧化剂	CO	风向、风速
≤100	2	2	1	1	1	1
100~400	5	5	2	2	2	2
400~800	8	8	4	3	4	2
>800	10	10	5	4	5	3

(三) 采样点布设方法

(1) 网格布点法:适用于监测地区的范围内有多个污染源且污染源分布较均匀的地区。将监测区域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,如图 1-2 所示。网格大小和采样点数目根据所监测区域大小、污染源强度、人口分布、监测目的和监测力量而定,一般是 1~9 km² 布设一点。如果主导风向明确,采样点主要设在下风向。

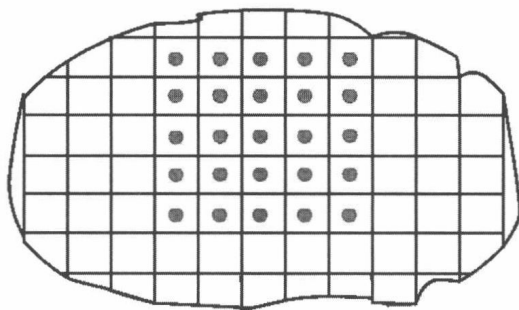


图 1-2 网格布点法

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,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。

(2)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。先找出污染源中心,以此为圆心画同心圆,其半径分别为 4 km、10 km、20 km、40 km;再从圆心作若干条放射线,射线与圆的交叉点为采样点位置(射线至少五条),如图 1-3 所示。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。

(3)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。以点源为顶点,主导风向为轴线,在下风向地面上画出一个扇形区域作为布点范围,如图 1-4 所示。扇形角度一般为 $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。采样点设在距点源不同距离的若干弧线上,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 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$,在上风向应设对照点。

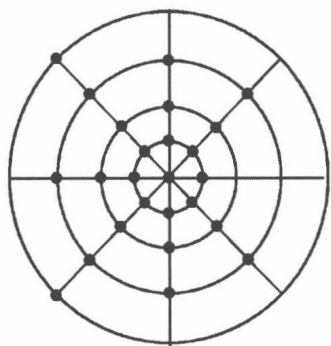


图 1-3 同心圆布点法

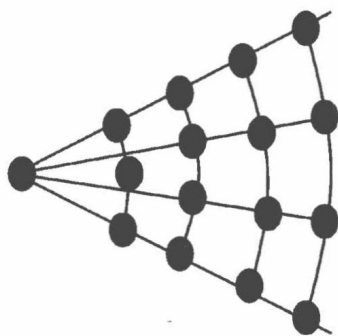


图 1-4 扇形布点法

(4)功能区布点法:多用于区域性的常规监测。先将监测区域划分成工业区、商业区、居住区、工业和居住混合区、交通稠密区、清洁区等,再根据具体污染情况和人力、物力条件,在每个功能区设若干采样点(各功能区的采样点数不要求平均,在污染源集中的工业区和人口密集的居住区多设采样点),同时在对照区或清洁区设置 1~2 个对照点。

(四)布点注意事项

(1)采用同心圆和扇形布点法时,应考虑高架点源排放污染物的扩散特点(点源脚下的污染物浓度最低,随着距离增加,很快出现浓度最大值,然后按指数规律下降。因此,同心圆或弧线不宜等距离划分,而是靠近最大浓度值的地方密一些,以免漏测最大浓度的位置)。

例如,对平坦地面上 50 米高的烟囱,污染物最大地面浓度出现的位置与气象条件的关系大致为:不稳定时为 5~10 倍(相当于烟囱高度的倍数),中性时为 20 倍左右,稳定时为 40 倍以上。

(2)在实际工作中,常采用一种布点法为主,兼用其他方法的综合布点法。

1.3 采样方法、仪器、时间、频次、记录、效率及评价

1.3.1 采样方法

空气样品的采集方法一般分为直接采样法和富集采样法,应根据污染物的存在状态、浓



度、物理化学性质及监测方法灵敏度的不同,选择不同的采样方法。

(一)直接采样法

直接采样法适用于大气中被测组分浓度较高或监测方法灵敏度高的情况,这时不必浓缩,只需用仪器直接采集少量样品进行分析测定即可。此法测得的结果为采样瞬间大气污染物浓度或短时间内的平均浓度,常用容器有注射器、塑料袋、采气管、真空瓶等。

(1)注射器

注射器如图 1-5 所示,常用 50 mL 或 100 mL 医用注射器。采样时,先用现场气体抽洗 2~3 次,然后抽取气样至满刻度,密封进气口,带回实验室分析。样品存放时间不宜长,一般当天分析完。气相色谱分析法常采用此法取样。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。

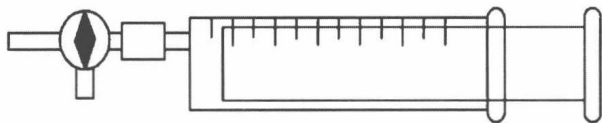


图 1-5 注射器

(2)采气袋

采气袋如图 1-6 所示,容积一般为 50~1000 mL。应选不吸附、不渗漏,也不与样气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、聚氯乙烯袋和聚酯袋等,还有用金属薄膜作衬里(如衬银、衬铝)的塑料袋。

采样时,先用二联橡皮球打进现场气体冲洗 2~3 次,再充满样气,夹封进气口,带回实验室尽快分析。

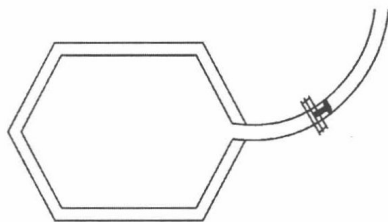


图 1-6 采气袋

(3)采气管

采气管是两端带有旋塞的玻璃管,容积一般为 100~500 mL,如图 1-7 所示。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。

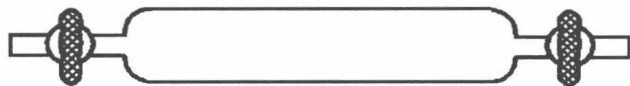


图 1-7 采气管

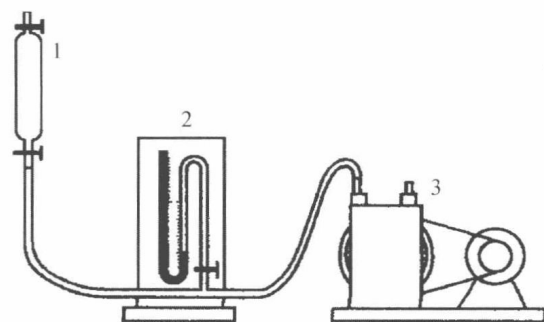
(4)真空瓶

真空瓶是一种具有活塞的耐压玻璃瓶,容积一般为 500~1000 mL,如图 1-8 所示。采

样前,先用抽真空装置(如图 1-9 所示)把采气瓶内气体抽走,使瓶内真空度达到 1.33 kPa,之后,便可打开旋塞采样,采完即关闭旋塞,则采样体积即为真空瓶体积。



图 1-8 真空瓶



1—真空采气瓶; 2—压力计; 3—抽气泵

图 1-9 真空采气瓶抽真空装置

(二)富集(浓缩)采样法

富集(浓缩)采样法是使大量的样气通过吸收液或固体吸收剂得到吸收或阻留,使原来浓度较小的污染物质得到浓缩,以利于分析测定。此法适用于空气中污染物浓度低,所选分析方法灵敏度达不到时选用;一般采样时间较长,测定结果为富集采样时段的平均浓度,更能反映空气污染的真实情况。包括溶液吸收法、固体阻留法、低温冷凝法、自然积集法等。

(1)溶液吸收法

溶液吸收法是采集大气中气态、蒸气态及某些气溶胶态污染物质的常用方法。

采样时,用空气采样器设置一定采样时间和流量,然后将装有一定体积的、对被测组分选择性好的吸收液的吸收管(瓶)的出气口用胶管与采样器的进气口相连,打开电源开关,使气体经吸收管(瓶)的进气口进入吸收管(瓶)内,在流经吸收液时,气样中的待测组分溶于吸收液中而被浓缩,其他气体从仪器的排气口排放,从而达到浓缩待测组分的目的。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。

常用吸收液有水、水溶液和有机溶剂。溶液吸收法的吸收效率对测定结果的准确影响很大,要提高吸收液的吸收效率主要在于提高吸收液的吸收速度和气样与吸收液的接触面积,因此要根据被吸收组分的性质选择吸收液,并且根据吸收原理的不同选择合适的吸收管。

吸收液的选择原则:

- ①与被采集的物质发生不可逆化学反应快或对其溶解度大;
- ②污染物质被吸收液吸收后,要有足够的稳定时间,以满足分析测定所需时间要求;
- ③污染物质被吸收后,应有利于下一步分析测定,最好能直接用于测定;
- ④吸收液毒性小,价格低,易于购买,并尽可能回收利用。

根据吸收原理不同,常用吸收管(瓶)有气泡式、冲击式、多空筛板式,如图 1-10 所示。

①气泡式吸收管:适用于采集气态和蒸气态物质,不宜采气溶胶态物质,气溶胶微粒表面附有一层蒸气,气泡通过溶液时,微粒不易被完全吸收,扩散到气—液界面上的速度慢。

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气态物质的采集,原因是该吸收管的进气管喷嘴孔径小,距瓶底又很近,当被采气样快速从喷嘴喷出冲向管底时,则气溶胶颗粒因惯性作用冲击到管底被分散,从而易被吸收液吸收;对