## 第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

### 1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

### 2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

### 3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

### 4 空气污染物浓度的表示方法

* 质量体积表示法:
* 每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克
* 体积表示法:
* 每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)
* 个数、体积表示法
* 每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

### 5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

## 二、 空气样品的采集

### 2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

### 3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

### 4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

### 5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

### 6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

## 第三章气象参数的测定

### 1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

### 2 气温的测定

### 3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

### 4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

### 5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

### 6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

### 7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

## 第四章空气检验的质量保证

### 1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

### 2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

### 3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

### 4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

## 第五章空气中颗粒物的测定

### 1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

1. 总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。
2. PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。
3. PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

### 2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

### 5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

### 6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

### 7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

### 8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

## 第六章：空气中无机物染污的测定

### 1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

### 2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

### 3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

### 5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

### 6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

### 9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

### 10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

### 11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

## 第七章：空气中有机污染物的测定

### 1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

### 2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

### 3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

### 4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

### 5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

### 7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

### 8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

## 第八章：空气中有毒物质的快速测定

### 1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

### 2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

### 3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

### 4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物

第一章 概论

空气理化检验： 是一门以保护 人群健康 为目的， 应用现代理化科学技术，研究空气污染物采样和理化检验的原理、方法和技术 的科学， 它所涉及的空气包括：环境空气、工作场所空气、公共场所空气、室内空气。

1 基本任务和内容

1.意义

1、防止空气污染引起的急性中毒、慢性危害和远期作用  
2、评价环境空气质量状况，评价空气污染控制和管理效果  
3、为保护人体健康，治理空气污染提供科学依据

2.基本任务和分类

分类(根据检验对象)：  
1.环境空气质量检验  
2.室内空气检验  
3.公共场所空气检验  
4.工作场所空气检验  
  
根据检验目的不同：  
1 环境空气质量监测  
2 特定目的监测 包括事故性监测、仲裁监测、考核验证监测、咨询服务监测  
3 污染源的检测

3.主要内容

1.颗粒物的测定  
2.无机污染物的测定  
3.有机污染物的测定  
4.空气污染物的快速测定  
5.气象参数的测定

4.基本步骤

1 现场调查，收集资料，制定采样方案  
2 确定检验项目  
3 设计采样点、采样时间、采样频率和采样方法  
4 空气样品的保存与预处理  
5 样品的分析测定  
6 数据处理与结果报告

优先检验原则:

1.污染范围广  
2.污染严重  
3.对人体健康和生态环境危害大  
4.具有代表性的样品

2 空气污染及其危害

1 空气污染

是由于人类活动或自然因素，使一种或多种污染物混入空气 中，并达到一定浓度，超过了空气的自净能力，致使空气原有的正常组成、性状发生了改变， 对人体健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况

2 AQI的级别和意义

AQI 的取值范围位于 0-500 之间。  
分为六个级别，依次为 0-50、51-100、101-150、151-200、201-300、>300  
AQI 值的意义：根据 AQI 的大小，将空气质量分为六级，对应确定为本个类别，每个  
类别用一种颜色表示，指数值越大、级别越高，说明空气污染越严重，对人体健康的  
危害也就越大。

3 空气污染物的来源和分类

1.来源

1.自然污染源  
2.人为污染源中 工业企业是 主要污染源

2.分类

1.物理性污染物: 噪声、电磁辐射  
2.化学性污染物: 如二氧化硫、硫化合物等  
3.生物性污染物: 病原微生物、花粉  
4.放射性污染物: 氡、$\alpha$射线、$\beta$射线

根据形成过程的不同，空气污染物可分为一次污染物和二次污染物:

一次污染物（原始污染物）：由污染源直接排入空气环境中，其物理  
和化学性质均未发生变化的污染物称为一次污染物  
二次污染物(次生污染物): 污染物在大气中 与其他物质 发生化学反应，或在太阳辐射作用下 发生光化学反应 形成的新的污染物。

3.空气污染物的存在状态

1.气体  
2.蒸气  
3.气溶胶

气溶胶按照物理形态可分为固体气溶胶(尘)、液体气溶胶(雾)和固液混合气溶胶(烟)。

按照形成方式可分为

1.分散性气溶胶:  
由固体 或液体经 粉碎 或喷射，形成微小粒子，分散在空气中 形成的气溶胶  
2.凝聚性气溶胶:  
由气体 或蒸汽 在空气中冷却凝结成 液体 或固体颗粒 形成的气溶胶   
3.化学反应形成的气溶胶  
在空气中 有些一次污染物 发生化学反应 形成气溶胶

4 空气污染物浓度的表示方法

质量体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的质量，单位为 毫克每立方米或微克

体积表示法:

每立方米空气中所含污染物的体积，单位为ppm(百万分之一)

个数、体积表示法

每立方米空气中所含污染物的粒子数，每立方米 单位为个数

5 空气中有害物质的卫生标准

时间加权平均容许浓度(PC-TWA): 指以时间为权数 规定的8小时工作日、40小时工作周的平均容许接触浓度

最高容许浓度(MAC): 指工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质 均不应该超过的浓度

短时间接触容许浓度(PC-STEL): 指一个工作日内任何一次接触 不得超过的 15min时间加权平均 的容许接触水平

二、 空气样品的采集

2 气态污染物的采样方法

1 直接采样法

2 浓缩采样法

浓缩采集法是 大量空气样品 通过空气收集器时，其中的待测物被吸收、吸附或阻留， 富集在收集器中 的采样方式

2.1溶液吸收法

原理: 在动力作用下，空气样品被吸入吸收液，形成许多气泡。由于气泡中待测物的浓度高于气-液面上的浓度分子的高速运动和浓度梯度促使待测物分子迅速向气-液面扩散，接触吸收液后被吸收，并与空气分离。  
提高溶液吸收法采样效率的方法有:  
增加吸收管中液体的高度（H）  
减小气泡的直径（d）  
降低气泡通过吸收液的速度（vg）  
可以增加气-液接触面积（A）  
  
吸收液的选择原则  
①吸收液对待测物的溶解度较大，或与待测物快速反应。  
②采集的待测物在吸收液中应有足够长的稳定时间。  
③吸收液成分不影响分析测定。  
④选用价廉、易得的吸收液，尽量选用无毒无害的吸收剂。  
  
常用的采样容器有气泡 吸收管、多孔玻板 吸收管、冲击式 吸收管  
  
多孔玻板吸收管提高气体采样效率的原理是:   
采样时，空气进入吸收液形成气泡，经过多孔玻板上的微孔时，大气泡分散成为许多小气泡，增大了气-液接触面积，减缓了气泡的运动速度，从而提高了对空气污染物的采样效率，通常用单管采样就可满足采样效率的要求。  
即  
1 增大表面积  
2 增加接触时间  
3 提高传质速率  
4 增强选择性

2.2固体填充柱采样法

固体填充柱的性能指标有穿透容量和解吸效率  
  
当活性炭管后段为总含量（前后两端相加）的5%时，前段固体吸附剂采集的待测毒物的量，称之为穿透容量。以毫克(待测物)除以 克(活性炭)表示。此时通过采样管的体积为穿透体积即最大采气量。  
  
影响穿透容量和最大采气量的主要因素有 填充剂的性质和用量 、 采气流速、被采集组分的浓度、采样管的长度和直径。  
  
解吸效率是指被解吸下来的 待测物的量 占填充剂采集的 待测物总量的 百分数，是衡量解吸程度的 重要指标，通常要求≥90％  
  
热解吸: 是将填充柱采样管 插入加热器中，迅速加热解析，用载气吹出 并带入分析仪器中测定。  
  
用填充柱采样后，通常采用 热解吸 和溶剂解吸 两种方式洗脱待测物。

2.3低温冷凝浓缩法

2.4无动力采样法

3 简述直接采样法和浓缩采样法的适用范围和优缺点。

1 直接采样法:  
适用范围：适用于空气污染物浓度较高、分析方法灵敏度较高的场合，或者在不适合  
使用动力采样的现场进行采样  
优点：操作简单、快速，可测定瞬时浓度和短时间内的平均浓度  
缺点：无法对低浓度的污染物进行精确测量，且只能收集气体和蒸气状态的污染物  
2 浓缩采样法：  
适用范围：大量空气样品通过空气收集器时，其中待测物被吸收、吸附或阻留，富集  
在收集器中的采样方法  
优点：能够测定低浓度的污染物，并且能够同时检测多种不同类型的污染物  
缺点：需要较长的采用时间，而且操作较复杂，可能会受到吸附剂本身的影响

3 气溶胶污染物的采样方法

1 静电沉降法

2 滤料采样法

玻璃纤维滤纸、聚氯乙烯滤膜和微孔滤膜的特点分别是？

（1）玻璃纤维滤纸：  
优点：耐高温；吸湿性小；易提取  
缺点：必须过滤；消化困难  
（2）聚氯乙烯滤膜：  
优点：静电作用强；吸湿性小；阻力小；耐酸碱；重量轻；金属空白值低。  
缺点：不耐热：样品处理困难  
（3）微孔滤膜：  
特点：采样效率高，灰分低；适宜于采集气溶胶中的金属元素；通气阻力较大，采样速度显著低于聚氯乙烯滤膜和玻璃纤维滤纸。

3 冲击式吸收管法

4 气态和气溶胶两种状态污染物的同时采样法

1 浸渍滤料法

2 泡沫塑料采样法

3 多层滤料采样法

4 环形扩散管和滤料组合采样法

5 现场采样仪器

采集器 流量计 采气动力

确保现场空气 首先进入采集器，防止空气样品 受到流量计 和抽气动力的 吸附 和污染

6 最小采气量和采样效率

1 最小采气量

当空气中待测物的浓度为最大容许浓度时，所采用的分析方法能够检出待测物所需采集的最小空气体积

第三章气象参数的测定

1 概述

空气质量参数: 是指空气中与 人体健康有关的 物理性参数、化学性参数、生物性参数和放射性参数等。

物理性参数包括气温、气压、气湿、气流、新风量、换气率、噪声、振动、电离辐射、非电离辐射等。

2 气温的测定

3 气压的测定

空盒气压表是测定气压常用的仪器，由感应、传递、指示三个部分组成

4 气湿的测定

绝对湿度：一定气温下，单位体积空气中所含水汽的质量

生理饱和差:指在37℃时 空气的最大湿度与绝对湿度之差。生理饱和差越大，表明人体散热越容易，反之越难。

相对湿度：指在同一温度时的绝对湿度与最大湿度的比值，即空气中实际含水汽的量与饱和水汽量的比值，用百分比表示。

干湿球湿度计测定的原理:

一定温度的气流匀速通过干湿球温湿度计时,干球温度计显示空气的温度。湿球温度计由于水分蒸发,温度示值低于干球温度计。被测空气愈干燥,湿球水分蒸发越快,干、湿球温度计温差越大,利用温差值可以测定空气的湿度。温差值越大,说明空气越干燥,湿度越小。

5 气流的测定

空气的流动成为气流，测定气流就是测定风向和风速

何为风向和风速?简述测定气流的几种方法?

①水平气流来的风向称为风向 ②风的速率称为风速，指单位时间内空气在水平方向流过的距离 ③三杯 风向风速表 测定法，翼状 风速计 测定法，热球式 电风速计 测定法

6 新风量的测定

影响室内空气质量的首要因素是新风量。

新风量:指在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位为m³/h。

新风量不少于30立方米每人小时，

示踪气体：指能与空气混合，而本身不发生任何改变，并且在很低的浓度时就能被检测出的气体的总称。

采用示踪气体衰减法测定新风量的原理是什么？示踪气体该如何选择？

原理：在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体浓度呈指数衰减，根据其浓度随时间的变化值(空气交换率)计算室内的新风量。  
选择  
1.示踪气体必须是无色、无味;  
2.使用浓度无毒、安全;  
3.环境本底值低，易采样、易分析;

失踪气体法的测定步骤是什么？

1 测定室内空气总量  
2 调试仪器  
3 采样与测定  
4 计算新风量

7 换气率的测定

换气率:指在一个小时内 由室外进入室内 的空气量与 该室室内空气量的百分比。

第四章空气检验的质量保证

1 标准物质

标准物质的三大基本特性：均匀性、稳定性和溯源性。

1 标准物质的定义、分类和分级

简述标准物质的分类方法。

1 按技术特性分类：（1）化学成分标准物质，（2）物理化学特性标准物质（3）工程技术特性标准物质  
2 按用途分类（1）用于产品交换，即国内外贸易使用得标准物质（2）用于质量控制，即用于生产流程的检测、产品的检验的标准物质（3）用于特性测定的标准物质（4）用于科学研究的标准物质  
3 按学科或专业分类，可分为地质学，物理化学，环境科学等学科或专业所用的标准物质。

2 作用

具有复现、保存和传递量值的基本功能，主要用于  
1 校准仪器、仪表  
2 评价测量方法  
3 计量标准的传递 和量值仲裁等

3 气体标准物质

又称标准气体，是指以混合气体，纯气或高纯气体形式 存在和使用的标准物质，是高度均匀，稳定性良好和量值准确的气体。  
气体标准物质的基本特性：均匀性、稳定性和有效期。

2 标准气体的配制

标准气体的配制法：静态法和动态法

1 静态配气法

包括大瓶配气法、注射器配气法、塑料袋配气法和高压钢瓶配气法。

静态法适用于配置少量、化学活泼性较差的标准气。

2 动态配气法

定义

动态配气法：是将已知浓度的原料气以较小的流量恒定不变的送入气体混合器中，同时将稀释气以较大的流量，恒定不变的送入气体混合室与原料气混匀并将其稀释

配置化学性质活泼物质的标准气时，必须选用动态配气法。

方法

动态配气法包括：渗透膜法、气体扩散法、饱和蒸汽法。

动态配气法中渗透膜法的渗透率测定方法有称量法、化学分析法和电量法。

简述渗透管法的配气原理，简述称重法测定渗透率的操作步骤 （1）渗透管法的原理：利用原料液体分子通过惰性塑料薄膜，渗透进入稀释气流，根据渗 透量和稀释气的流量计算浓度。 （2）称重法测定渗透率： 称量法测定原理： 1、渗透管放入干燥瓶中，同时放入干燥剂和吸收剂，用多孔隔板将其与滲透管隔开。 2、盖好干燥瓶，放入恒温水浴中，每隔一个时间段周期性地取出渗透管用精密天平快速称 量，两次称量结果之差力渗透量；

气体扩散法和渗透管法两种配气法有何异同？ （1）相同： 1 原理相似：原料气分子从液相进入气相配制标准气体； 2 两法的配气装置几乎相同 （2）不同：进入的原理不同：气体扩散法经扩散口扩散进入，渗透膜法通过渗透膜渗透进 入

3 采样的质量保证

包括采样仪器的检验和校正、采样系统气密性检验、现场空白检验、平行样品检验以及采样效率界限的有关规定。

什么是平行样品测定？进行平行样品测定有什么意义？

1 定义：平行样品测定一般是指将同一样品分为两份或多份，按完全相同方法和条件同步测定。  
2 意义：可以反映测定结果的精密度，可以检查同批测定结果的稳定情况

4 空气检验的质量控制

空气理化检验质量控制包括：实验室内部质量控制；实验室外部质量控制

1 实验室内部质量控制

什么是比较实验？实验室内比较实验有什么意义？

1 定义：对同一样品采用不同的方法进行测定，比较其结果符合的程度来估计测定的准确度  
2 意义：对于难度较大、不易掌握的方法，或对测定结果有争议的样品，常常应用比较实验。  
如果必要，还可以进一步交换仪器、操作者并将测定结果加以比较，以检查检验过程的稳定性和存在的问题。

绘制质控图时应注意那些？

1 如果测定结果中有超出控制限者，应予剔除，如剔除过多，其数据点少于20个时，应补充新的测定数据，重新计算各参数并绘制控制图，直至落在控制限内的数据不少于20个为止  
2 落在上下辅助线范围的数据点应约占总数的68%，如果少于50%，说明数据分布不合理  
3 连续7个数据点位于中心线的同一侧时，表明所测数据失控.此图不能用  
4 绘制控制图时的测定条件应和样品的测定条件相同。出现以上数据分布不合理或数据失控的情况时，应立即查明原因，加以纠正，然后测定更多数据、重新绘制控制图。

2 实验室间质量控制

实验室间质量控制具体操作为：统一分析方法、进行实验室质量考核、实验室误差检验。

第五章空气中颗粒物的测定

1 空气颗粒物

是悬浮在空气中的固态或液态颗粒状物质的总称，是空气中的不定组分之一。

1 空气颗粒物的来源和化学成分

2 空气颗粒物粒径表示方法和粒度分布

空气动力学当量直径：在通常的温度、压力和相对湿度下，层流气流中，与单位密度（克每立方厘米）球体 具有相同沉降速度的 颗粒直径。

颗粒物的空气动力学直径：在通常温度、压力、相对湿度的空气中，在重力作用下 与实际颗粒具有相同末速度、密度 为球体的直径。

颗粒物的扩散直径：在通常温度、压力、相对湿度条件下，与实际颗粒物 具有相同扩散系数的 球形直径。

MMD的含义是什么？其卫生学意义是什么？

质量中值直径 表示悬浮颗粒物体系的几何平均粒径，常用 D50表示。  
指在颗粒物粒度分布曲线中，颗粒物的累积质量占总质量一半(50%)时所对应的空气动力学粒径。  
MMD 的卫生学意义：  
MMD 反映颗粒物在空气中的停留时间、沉降速度、进入呼吸道的可能性及在呼吸道沉积的部位，

3 空气颗粒物的分类

根据粒径大小分类：

总悬浮颗粒物(TSP)：空气动力学当量直径小于100微米的颗粒物。

PM10(可吸入颗粒物)：空气动力学当量直径小于10微米的颗粒物。

PM2.5：空气动力学当量直径小于2.5微米的颗粒物。

二次颗粒物：进入大气中的颗粒物通过化学反应或物理化学过程转化形成的颗粒物。

生产性粉尘：在生产过程中形成的，并能较长时间漂浮在空气中的固体微粒。

2 PM10和PM2.5的测定

1 重量法

重量法测定环境空气中 PM10 和 PM2.5的原理是什么？ 原理：在规定的流速下，用具有 PM2.5（或 PM10）切割器和采样系统的采样器进行采样，抽 取一定体积的空气，将 PM2.5（或 PM10）截留在恒重的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差 和采样体积，计算 PM2.5（或 PM10）的浓度

2 光散射法

3 微量振荡天平法

4 射线法

5 生产性粉尘

1 来源和分类

无机粉尘、有机粉尘、混合性粉尘

6 粉尘浓度的测定

粉尘浓度的测定包括 总粉尘浓度 的测定和 呼吸性粉尘 的测定

7 粉尘分散度的测定

常用 质量分散度 分散度表示粉尘分散度

粉尘分散度的测定中每个样本测量的粉尘颗粒的数量不得少于 两百 个

1 自然沉降法

2 滤膜溶解涂片法

采用滤膜溶解涂片法测定粉尘分散度时，应选择 聚氯乙烯 滤膜。

8 粉尘中游离二氧化硅的测定

1 焦磷酸质量法

用焦磷酸质量法测定粉尘中游离二氧化硅，为何用焦磷酸溶解样品时要严格控制温度和 时间？

用焦磷酸溶解样品时，必须严格控制温度和时间在 245-230 摄氏度，15 分钟。温度低、时间短时， 硅酸盐等化合物 溶解不彻底，可能残留在二氧化硅中，使测定结果偏高；时间过长时，已溶解的硅酸盐可能 脱水形成胶体。

第六章：空气中无机物染污的测定

1 二氧化硫

SO2主要损伤人体的呼吸器官

在进行盐酸副玫瑰苯胺分光光度法中SO2采样步骤时，短时采样应选取 多孔玻板吸收管

GB中，二氧化硫的浓度限值为日平均值一级标准 零点零五 毫克每立方米，二级标准0.15 mg/m³，三级标准0.25 mg/m³。

二氧化硫遇水产生荧光猝灭现象，造成负误差

甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺测定SO2的原理是什么?干扰因素有哪些?

原理  
空气中的SO2被甲醛缓冲溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸加成化合物,后者与盐酸副玫瑰苯胺反应,生成紫红色络合物,其最大吸收波长为570nm,吸光度与二氧化硫含量正相关  
干扰因素  
在测定过程中,主要干扰物为氮氧化物、臭氧和某些重金属元素。

2 氮氧化物

空气中氮氧化物的测定方法主要有 盐酸萘乙二胺分光光度法、库仑原电池法、化学发光法、差分吸收光谱分析法和联邻甲苯胺检气管比长度法等。 纳氏试剂光度法测定空气中的氨时，在吸收管前加 乙酸铅棉花管 可消除 硫化氢 的干扰。

3 氨

室内空气质量标准对二氧化氮的浓度限值为1小时均值 零点二 mg/m3

5 臭氧

零空气：指不含臭氧、碳氢化合物、氮氧化合物及任何能使臭氧分析仪产生紫外吸收的其他物质的空气

6 硫化物

硫酸盐化速率：在空气中，含硫污染物 经过一系列氧化还原反应后 形成对人类危害更大的 硫酸雾、硫酸盐雾的 演化过程，称为盐酸盐化速率，它可以反映城市空气污染的程度

9 铅

二硫腙光度法测定空气中的铅时，所用的玻璃仪器必须用稀硝酸浸泡，进行除铅处理

火焰原子吸收光谱法测得的是 总铅 ,不能分别检测铅尘、铅烟和铅化合物。

10 汞

汞齐：汞容易与钠、钾、银、锌、镉、锡、铅等大部分普通金属形成汞合金，又称汞齐

用原子荧光光谱法测定空气中的汞时，盐酸羟胺的作用是什么？

还原加入的过量的高锰酸钾

11 锰

磷酸-高碘酸钾分光光度法测定空气中的锰时，磷酸的作用是什么？

1.掩蔽 Fe 3+,形成稳定的无色络合物，消除其干扰  
2.也和其他金属络合，避免一些盐类析出产生浑浊  
3.催化锰离子与高碘酸钾的氧化还原反应

第七章：空气中有机污染物的测定

1 甲醛

酚试剂分光光度法测得的是样品中以甲醛表示的 总醛 含量

AHMT分光光度法测定空气中的甲醛时，吸收液中的 焦亚硫酸钠 吸收甲醛， EDTA 用于掩蔽金属离子的干扰。

室内空气中，甲醛最高容许浓度（1小时均值）为 零点零八 毫克每立方米

工作场所 零点五

2 苯、甲苯、二甲苯

苯、甲苯、二甲苯主要以 蒸汽 状态存在空气中，经呼吸道进入人体

简述溶剂解析-气相色谱法测定空气中苯、甲苯、二甲苯的原理。 用溶剂解析型活性炭采样管采样，二硫化碳洗脱后进样，色谱柱分离，火焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

3 挥发性有机化合物

WHO根据化合物的沸点不同，把空气中的有机化合物分为 挥发性 有机化合物、 半挥发性 有机化合物、 高挥发性 有机化合物和 颗粒 有机化合物。

什么是挥发性有机化合物？可以分为哪几类？ （1）定义：常压下，沸点为 50~250°C 的各种有机化合物的总称，具有较快的蒸发速率和 较低的分子量。VOCs 是室内空气质量检测的重要指标之一。 （2）按其化学结构，VOCs 可进一步分烷烃类、烯烃类、芳烃类、卤烃类、酯类和醛酮类等；

4 苯并[a]芘

苯并(a)芘采样前，将 玻璃纤维滤纸 不重叠、平放在马弗炉内，350℃灼烧2h，置于干燥器中保存。

5 总烃和非甲烷烃

总烃：在标准规定条件下，用氢火焰检测器所测得气态碳氢化合物及其衍生物的总量，以甲烷计

直接进样-气相色谱法测定测定样品中的总烃和甲烷时，用GC仪并联的双柱，空柱（非分离柱）是测定 总烃 ；GDX-502柱（分离柱）是测定 甲烷

7 拟除虫菊酯类农药

空气中拟除虫菊酯的测定方法主要有 薄层色谱法 、气相色谱法 和 高效液相色谱法

8 液化石油气

以 正戊烷 为标准气源，配制液化石油气标准气体

第八章：空气中有毒物质的快速测定

1 概述

快速测定有何意义和特点？ （1）定义：快速测定是一种应用简便的分析方法或便携式的简易仪器，在现场短时间内检 测出空气中有害物质浓度的测定方法。 （2）意义： 当发生有害气体泄漏等突发性环境污染事故时，需要及时了解现场空气中有毒物质的瞬间浓 度和危害程度时，需要简便快捷的分析测定方法，以满足现场快速测定的需要。因此，在实 际工作中，快速测定是处理突发污染事故和公共卫生事件的常用检验手段，具有重要的意义。 （3）特点： 1.一方面快速测定着重于现场快速分析，因此，它必须具备设备简单、易于操作、便于携带、 反应快速、采样量少等特点，测定结果具有一定的准确性。 2.另一方面，受现场条件的限制，快速测定方法的灵敏度和准确度难以达到常规测定方法要 求，通常是定性或半定量测定方法

快速测定四大方法：试纸法、溶液法、检气管法、仪器法

2 简易比色法

试纸比色法的特点是操作简单，快速，仪器简单，便于携带；但它的测定误差较大，是一种 半定量 的方法

简述简易比色法中溶液法的两种测定方法。

①吸收液兼做显色剂，当代测空气通过吸收液时，边吸收边显色，根据颜色的深浅与标准色管比较，在现场测出待测物质的浓度。  
②待测物质的显色反应速度慢，不能在吸收的同时完成显色反应，或不宜在采样时显色。可先用吸收液将待测物质吸收，然后加入显色剂显色，再比色定量。

3 检气管法

通过让被测空气通过检气管，被测组分与试剂发生显色反应，根据显色情况测定空气中待测组分的浓度的方法叫检气管法

检气管的测定原理是什么？它的准确性与哪些因素有关？

（1）选用适当的试剂浸泡载体颗粒，制备成指示粉后装入玻璃 管中，当待测空气以一定流速通过检气管时，待测组分与试剂发生显色反应，根据生成有色 化合物颜色的深浅或变色柱的长度确定待测组分的浓度。

检气管有比长型和比色型两种，其中比长型检气管读数误差小、使用方便，是检气管技术的发展方向。

H2S检测管以硅胶为载体，醋酸铅为显色剂，当空气样品通过检测管时，硫化氢与显色剂反应生成黑色的硫化铅。

CO2检测管以硅胶为载体，NaOH和百里酚酞为显色剂，当被测空气通过检测管时，CO2与NaOH反应使其pH值变化，蓝色指示粉褪色

比色性检气管根据指示粉的颜色或颜色深浅的变化进行定量；比长型检气管根据指示粉的变色柱长度进行定量

影响检气管变色柱长度的因素 ①抽气速度的影响②采样体积的影响③温度的影响④采样器的影响⑤装管技术的影响

4 便携式仪器测定法

便携式快速检测仪针对待测物质的物理性质或化学物理特性测定待测物