

Environmental hygiene

实习一 空气及室内空气采样方法

Department of
Environmental Health

阮 烨 兰州大学
2017.10

一、大气中有害物质的存在状态

大气中污染物大致分为气态和气溶胶两大类。

（一）气态

- 化学性质不稳定、沸点低。
- 常温常压下以气体形式分散在大气中。如常见的 O_2 、 CO 、 SO_2 、 NO_x 、 Cl_2 和苯等等。

（二）气溶胶

- 固体微粒或液体微粒（滴）以多种状态同时逸散于空气中形成的体系（分散系）称为气溶胶。粒子大小约在100~10000纳米之间,属于粗分散物系。
- 雾、烟、尘三类气溶胶。
 - 雾为液态，由气体蒸发到空气中遇冷凝聚而成；
 - 烟是由固态物质受热蒸发到空气中遇冷凝聚而成，
 - 尘是固态物质因机械粉碎或爆破时产生的微粒，能长期悬浮在空气中。（烟和尘都是固态物质）

二、大气采样方法

二、大气采样方法



大气
采
样

气态污染物采样

直接采样法

注射器采样

塑料袋采样

真空采气瓶采样

有动力采样

溶液吸收法

填充柱采样法

低温冷凝浓缩

被动式采样法 被动式个体采样

气溶胶采样方法

沉降法

自然沉降法

静电沉降法

滤料法

滤纸法

滤膜法

综合采样方法

浸渍试剂滤料法

泡沫塑料采样法

多层滤料法

环形扩散管和滤料组合采样法



二、大气采样方法

气体采样方法的选择与污染物在气体中存在的状态密切相关。

- ◆ 气体中的污染物从形态上分为气态和颗粒态两种。
- ◆ 大体的采样方法是：
 - **颗粒物**往往通过沉降、滤膜、滤筒过滤捕集。
 - **气态**污染物的采集方式则较多。最常用的是用容器直接取样和液体吸收。
 - ◆ 进行气态污染物监测，通常需要在采样时对污染物进行捕集或浓缩收集。

(一) 直接采样法 (方法和采样器)

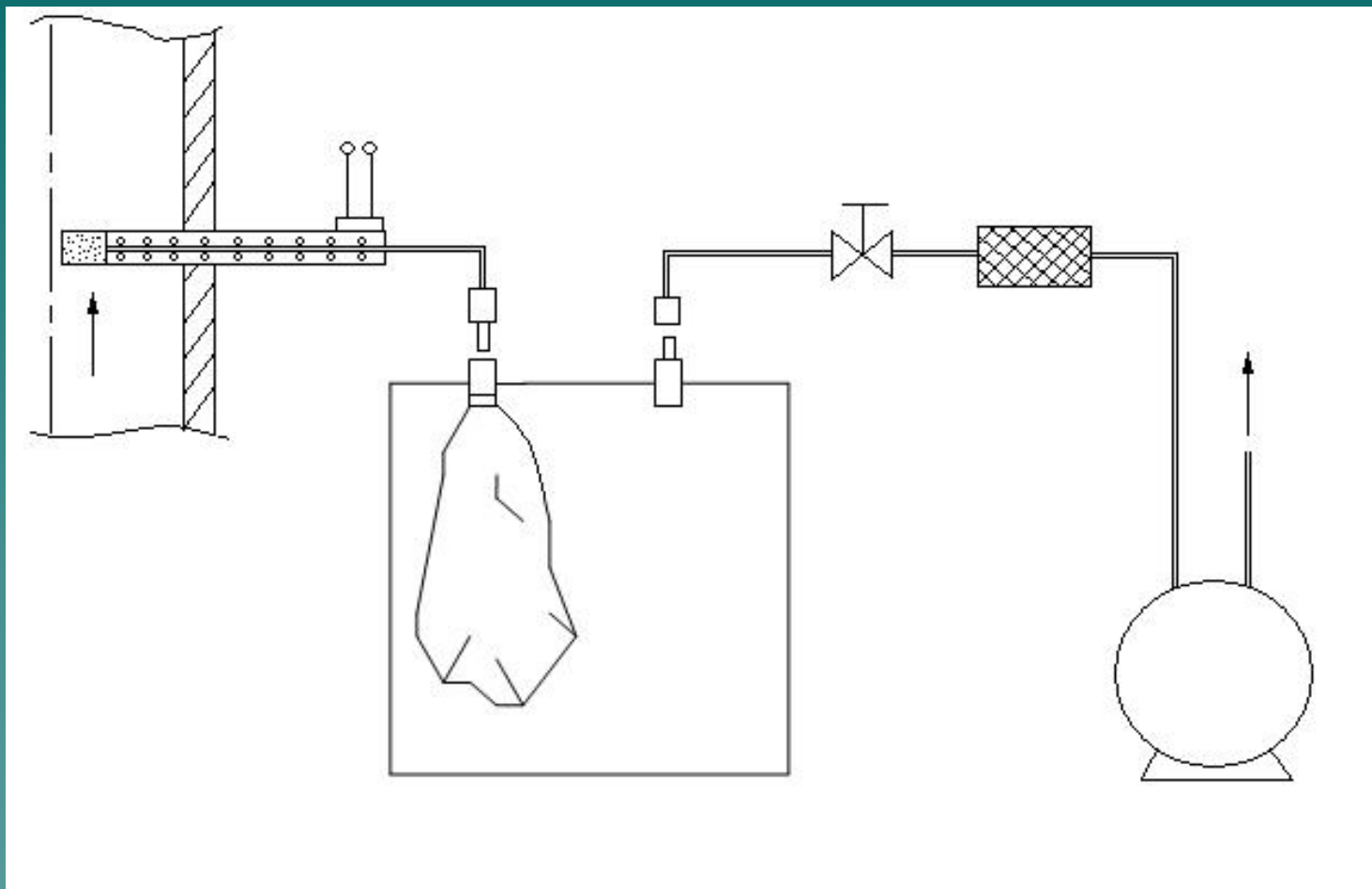
1. 注射器采样： 用100mL注射器连接一个三通活塞，适用于采集有机蒸气样品；采样时先用现场空气抽洗3~5次，然后抽样，密封进气口，将注射器进气口朝下，垂直放置，使注射器内压力略大于大气压；样品存放时间不宜太长，一般要当天分析完毕。

2. 塑料袋采样： 应选择与样气中污染组分既不发生化学反应，也不吸附、不渗漏的塑料袋。常用的有聚四氟乙烯袋、聚乙烯塑料袋及聚酯袋等。为了减少对组分的吸附，可在袋的内壁衬银、铝等金属膜。采样时，先用二连球打进现场气体冲洗2~3次，再充样气、夹封进气口，带回实验室尽快分析。

(一) 直接采样法 (方法和采样器)

3. 采气管采样：采气管是两端具有旋塞的管式玻璃容器，其容积为100~500ml，方法：打开两端旋塞，将二连球或抽气泵接在管的一段，迅速抽进比容积大6~10倍的欲采气体，使采气管中原有气体被完全置换出，关上两端旋塞，采气体积即为采气管的容积。

4. 真空瓶采样：真空瓶：用耐压玻璃或不锈钢瓶制成的固定容器，容积为500 ~ 1000ml。方法：先用抽真空装置将采气瓶内抽至剩余压力**达1.33KPa左右**，如瓶中预先装有吸收液，可抽至液泡出现为止，关闭活塞。采样时，在现场打开瓶塞被采气体充入瓶内，关闭旋塞，送实验室分析。



1—排放管道；2—玻璃棉过滤头；3—加热采样管；4—Teflon 采样管；5—快速接头阳头；6—快速接头阴头；7—聚氟乙烯薄膜采样气袋；8—真空箱；9—阀门；10—活性炭过滤器；11—抽气泵。

(二) 富集采样法

◆ (二) 富集采样法

- ◆ 当空气被测物质的浓度很低（ppm-ppb数量级即 $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 数量级），而所用的分析方法又不能直接测出其含量时，需用富集采样法进行采集。采样时间一般都比较长，所得的分析结果是在富集采样时间内的平均浓度。从环境保护角度来看，它更能反映环境污染的真实情况，所以富集采样在空气污染监测中具有重要意义。

富集采样（浓缩采样法）的方法有：详见后

- 1、溶液吸收法
- 2、固体阻留法
- 3、低温冷凝法
- 4、自然积集法

详见后

1、溶液吸收法

当一定流量的空气样品以气泡形式通过吸收液时，气泡与吸收液界面上的物质或发生溶解作用或发生化学反应，很快的被吸收液吸收。采样后，倒出吸收液进行测定，根据测定的结果及采样体积即可计算出大气中污染物的浓度。吸收率主要决定于吸收速度和样气与吸液的接触面积。常用于采集大气中气态、蒸气态以及某些气溶胶污染物；

吸收液的选择原则：

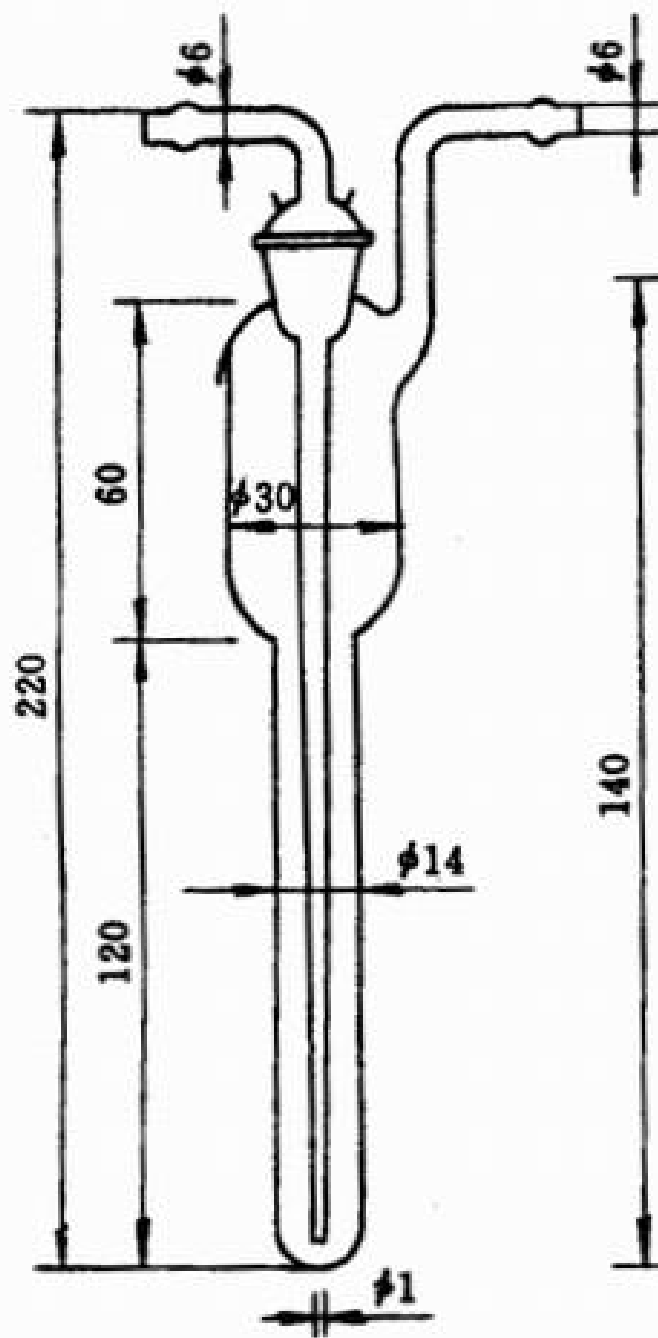
吸收液与被测物质发生化学反应快而且彻底，或者溶解度大；污染物被吸收后，要有足够的稳定时间，能满足测定的时间需要；污染物被吸收后最好能直接进行滴定；吸收液毒性小，价格低，易得且易回收利用。

常用的吸收管（瓶）：

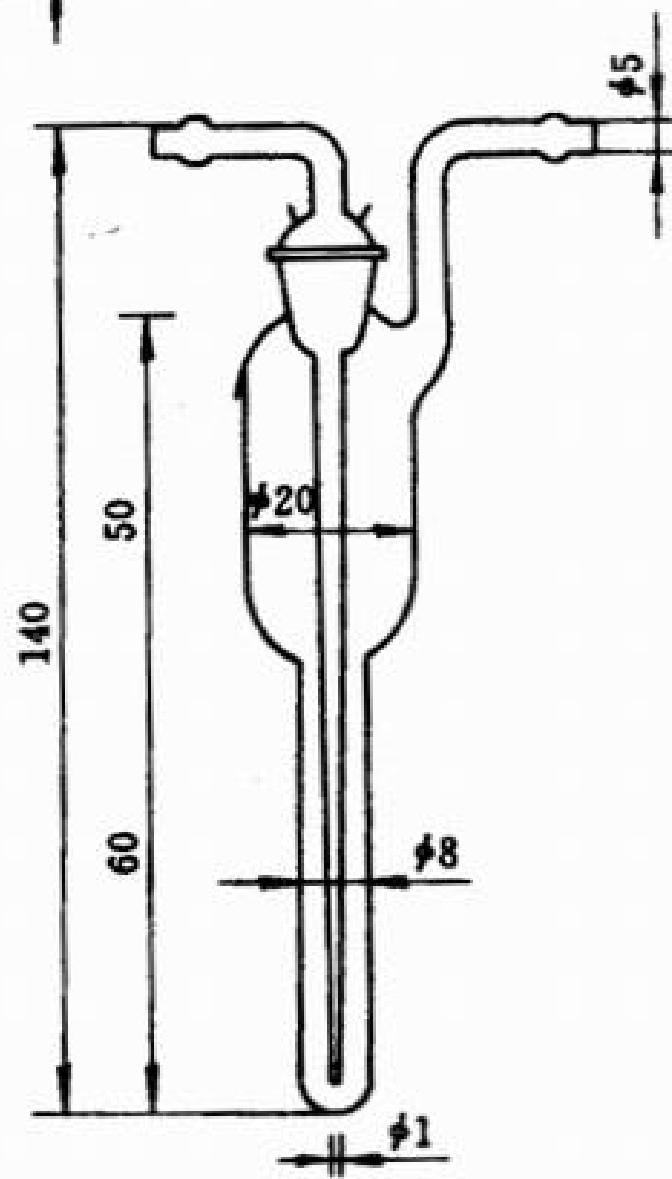
气泡式吸收管：适用于采集气态和蒸气态物质，吸收瓶内可装5~50mL吸收液，采样流量为0.5~2.0L/min，不宜采气溶胶态物质。

冲击式吸收管：适宜采集气溶胶态物质和易溶解的气体样品，而不适用于气态和蒸汽态物质的采集。管内有一尖嘴玻璃管作冲击器。

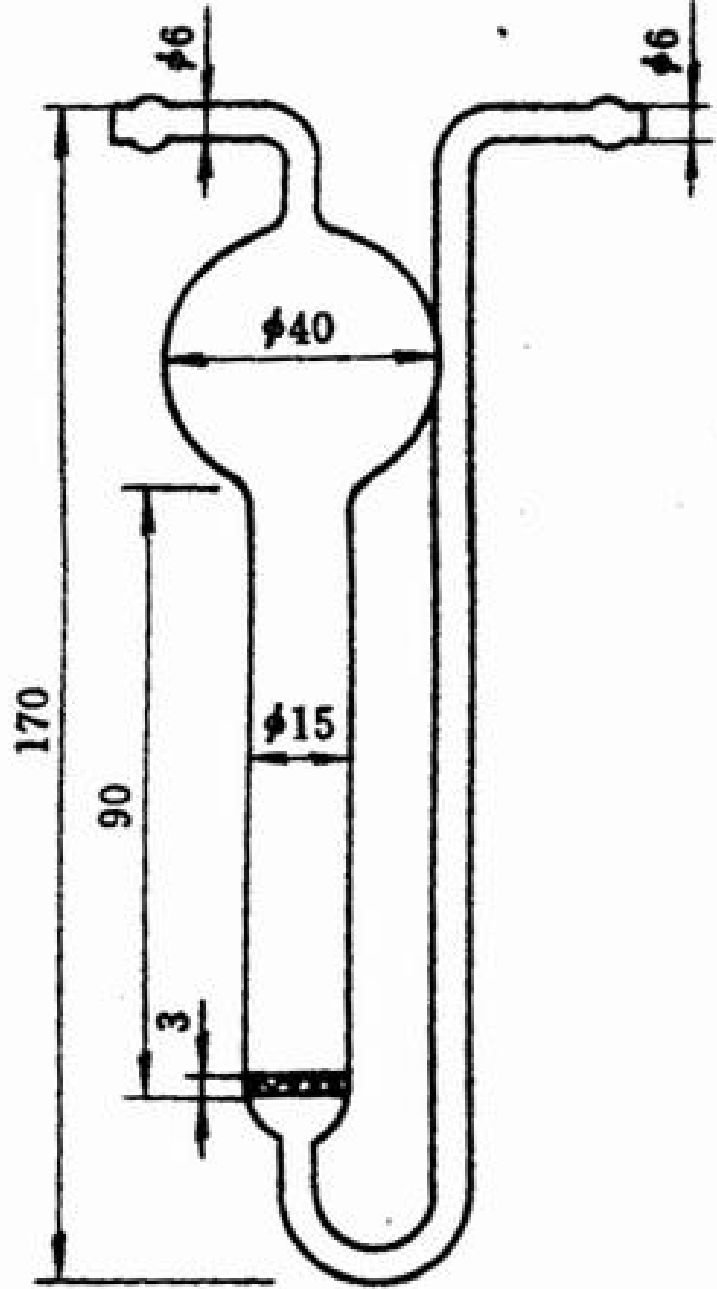
多孔筛板吸收管（瓶）：是在内管出气口熔接一块多孔性的砂芯玻板，当气体通过多孔玻板时，一方面被分散成很小的气泡，增大了与吸收液的接触面积；另一方面被弯曲的孔道所阻留，然后被吸收液吸收。所以多孔筛板吸收管既适用于采集气态和蒸气态物质，也适用于气溶胶态物质。适合采集气态和蒸汽态及雾态气溶胶物质。



大型气泡吸收管



小型气泡吸收管

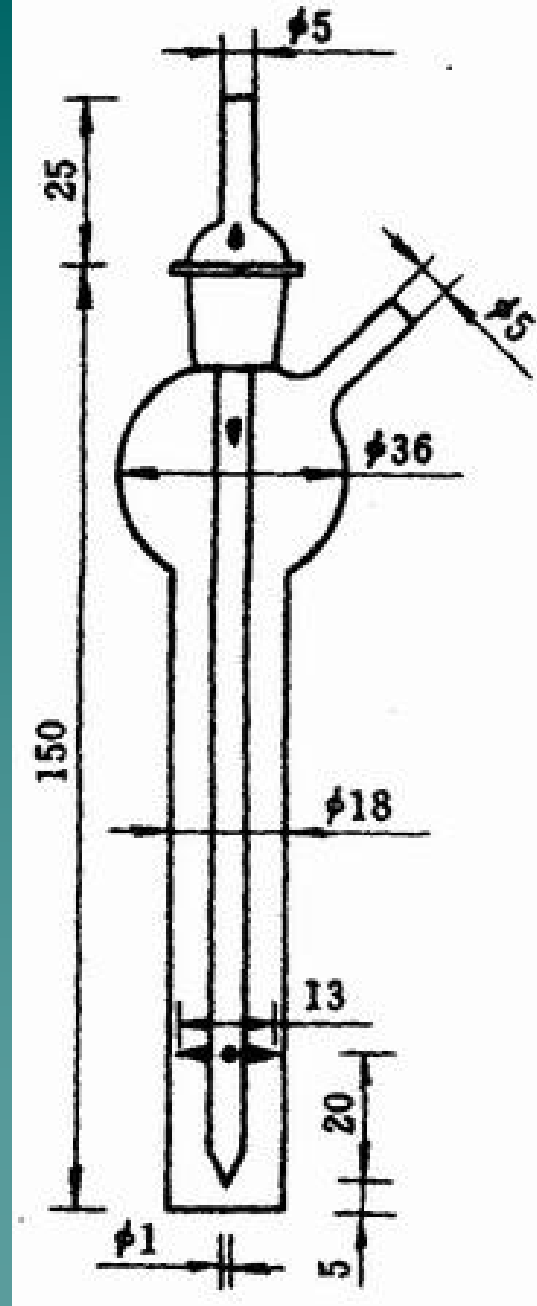


多孔玻板吸收管

实物图



实物图



冲击式气体采样瓶



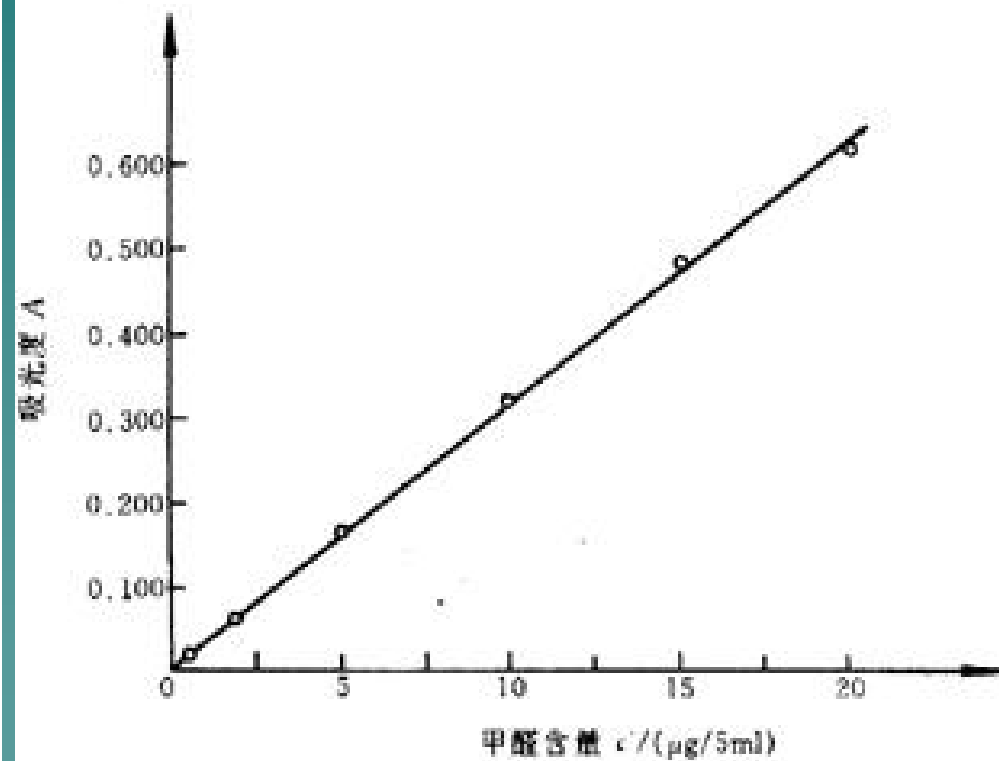


图 6-47 乙酰丙酮法标准曲线

2、固体阻留法

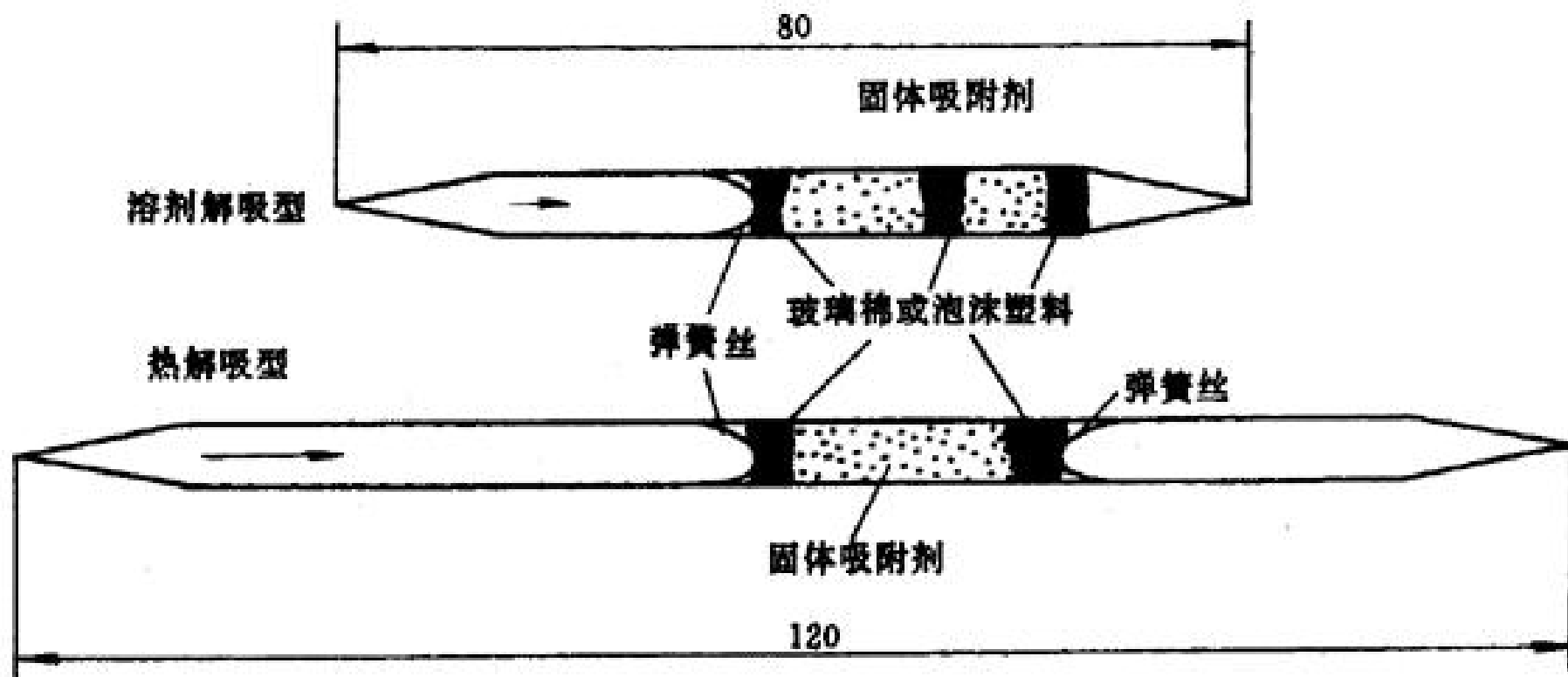
a. 填充柱阻留法：

用一根长6~10cm，内径为3~5mm的玻璃管或聚丙烯塑料管填装各种固体填充剂。采样时，气体样品以一定的流速通过填充柱，被测物质因被吸附、溶解、或发生化学反应等作用被阻留在填充剂上，达到浓缩气样的作用。采样后送实验室，经解吸或洗脱使被测物从填充柱上分离释放出来，然后进行分析测试。

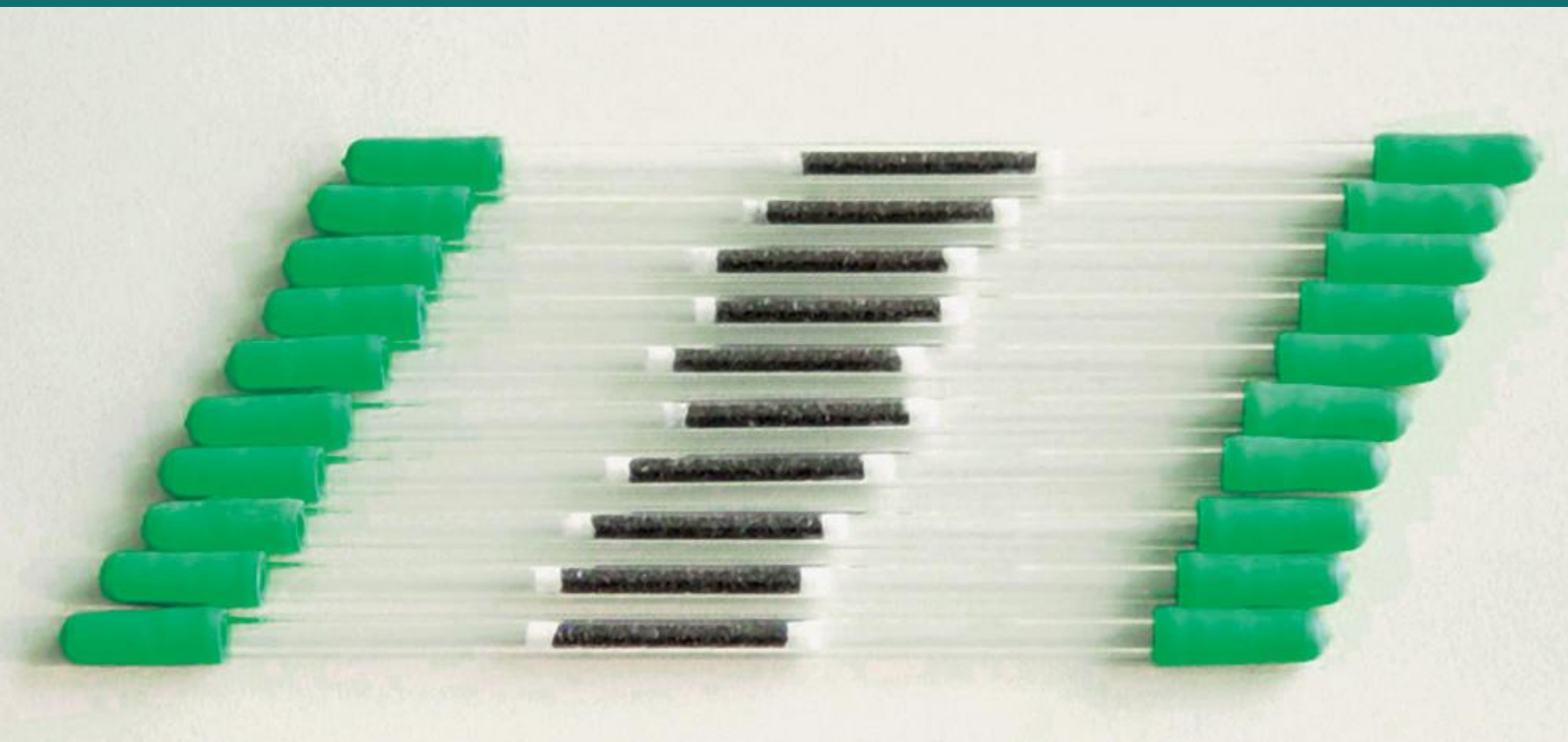
优点：①用固体采样管可长时间采样，测得大气中日平均或一段时间内的平均尝试值；溶液吸收法则由于液体在采样过程中会蒸发，采样时间不宜过长；

②只要选择合适的固体填充剂，对气态、蒸气态和气溶胶物质都有较高的富集效率，而溶液吸收法一般对气溶胶吸收率要差些；

③浓缩在固体填充柱上的待测物质比在吸收液中稳定时间要长，有时可放置几天或几周也不发生变化。所以，固体阻留法是大气污染监测中具有广阔发展前景的富集方法。



标准活性炭管和硅胶管

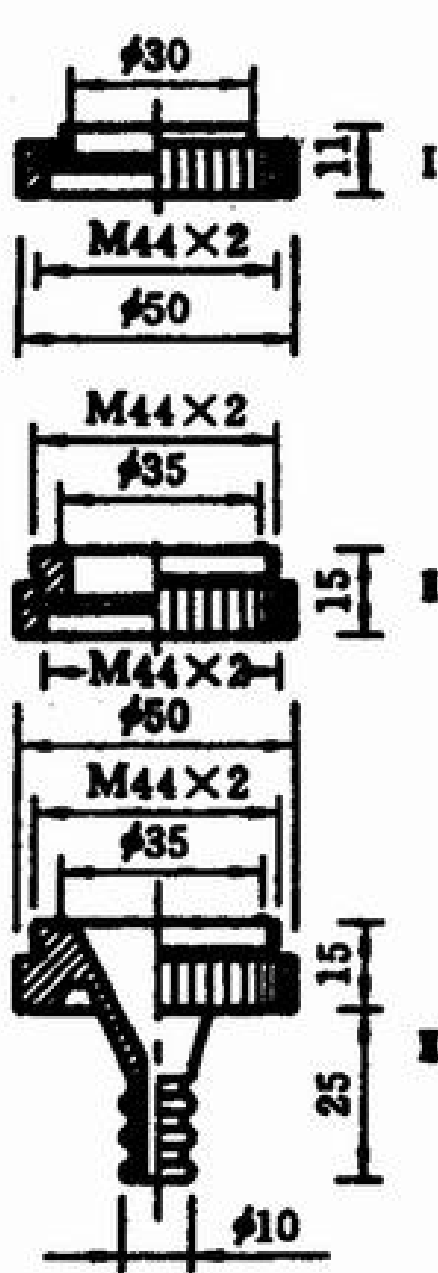


◆ 活性炭采样管

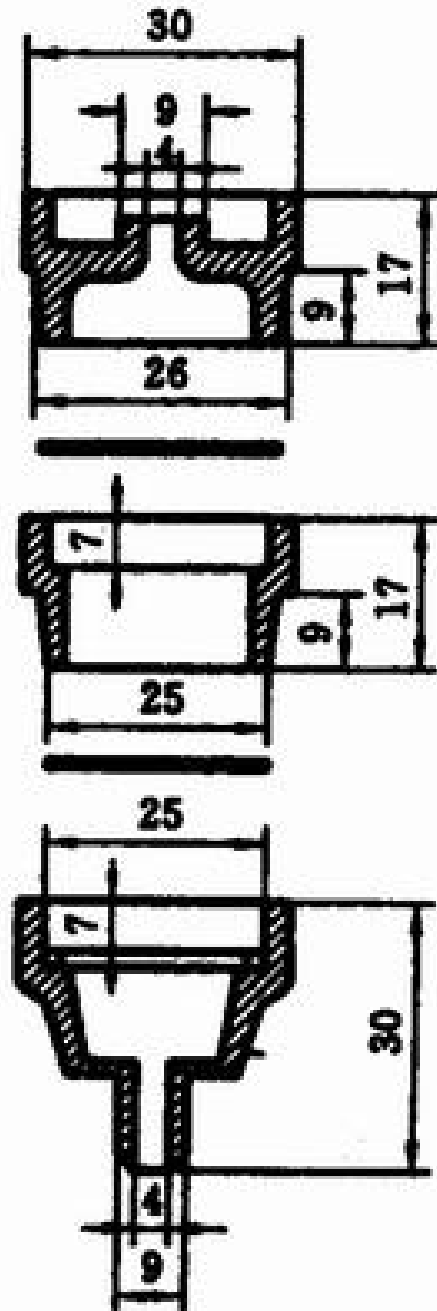
2. 固体阻留法

b. 滤料阻留法

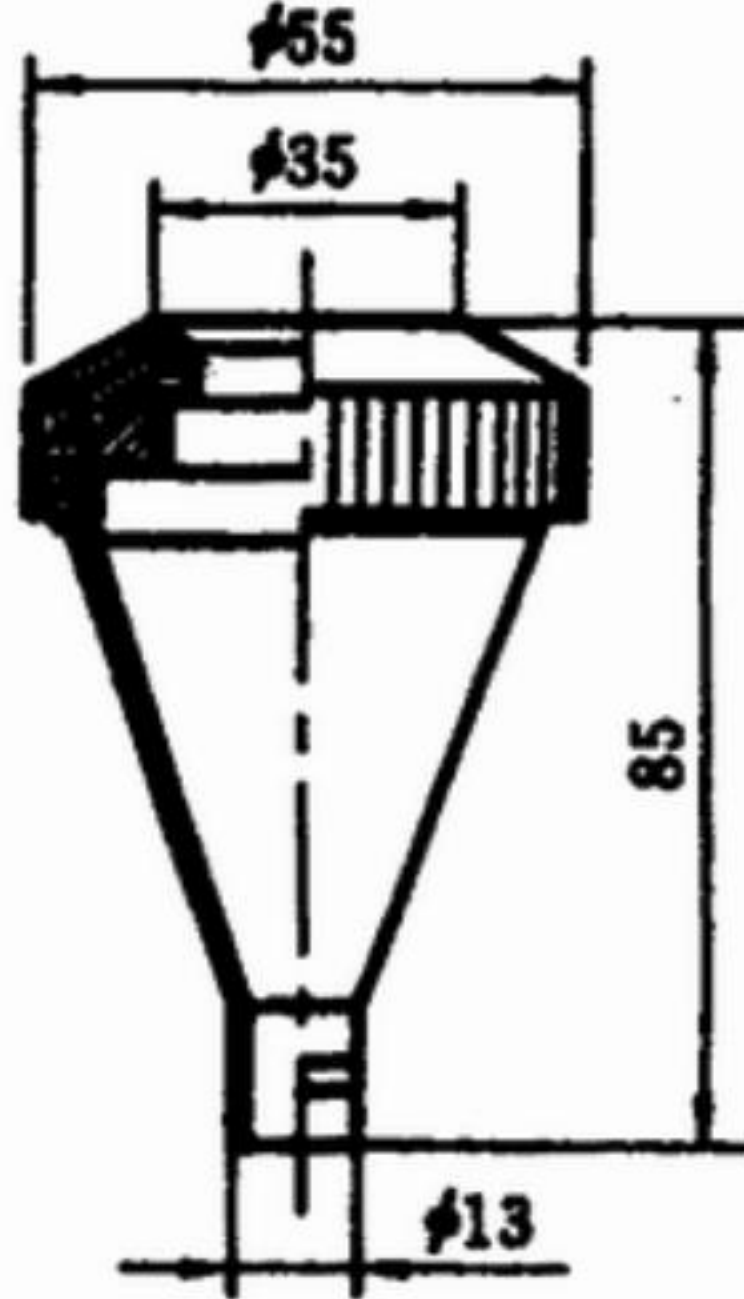
把过滤材料（滤纸、滤膜）夹在采样夹上，用空气装置抽气，则空气中的颗粒物被阻留在过滤材料上，称量过滤材料上富集的颗粒物质质量，根据采样体积，即可计算出空气中颗粒物的浓度。



铝合金采样夹



小型塑料采样夹



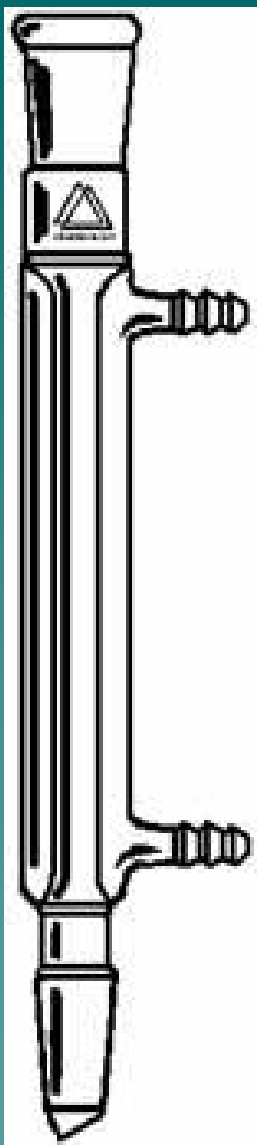
粉尘采样夹

3、低温冷凝法

借致冷剂的致冷作用，使空气中某些低沸点气态物质被冷凝成液态物质，以达到浓缩的目的。适用于大气中某些沸点较低的气态污染物，如烯烃类、醛类等。

常用致冷剂：冰、干冰、冰－食盐、液氯－甲醇、干冰－二氯乙烯、干冰－乙醇等。

优点：效果好，采样量大、利于组分稳定。



直型冷凝管



直型、蛇形冷凝管



球型冷凝管

4、自然积集法

利用物质的自然重力、空气动力和浓差扩散作用采集大气中的被测物质，如自然降尘量、硫酸盐化速率、氟化物等大气样品的采集。

优点：

不需动力设备，简单易行，且采样时间长，测定结果能较好反映大气污染情况。

三、气体样本采集方法

- ◆ 按气体的分布不同，我们常见的样本总的是来自以下三种：

1. 污染源采样（监测）

- ◆ 主要是了解这些污染源所排出的有害物质是否符合现行排放标准的规定，分析它们对大气污染的影响，以便对其加以限制。
- ◆ 排放口的监测还应对现有的净化装置的性能进行评价，确定在排放时失散的材料或产品所造成的经济损失。
- ◆ 通过长时间的定期监测积累数据，也可为进一步修订和充实排放标准及制定环境保护法规提供科学依据。
 - 污染源有害物质的测定，通常是用采样管从污染源的烟道中抽取一定体积的烟气，通过捕集装置将有害物质捕集下来，然后根据捕集的有害物质的量和抽取的烟气体积，计算得出烟气中有害物质的浓度。根据有害物质的浓度和烟气的流量计算其排放量。

◆ 2. 环境气体采样（监测）

- ◆ 监测对象是整个大气，目的是了解和掌握环境污染的情况，进行大气污染质量评价，并**提出警戒限度**。
- ◆ 通过长期监测，为**修订或制定国家卫生标准**及其他环境保护法规积累资料，为预测预报创造条件。
- ◆ **研究有害物质在大气中的变化**，如二次污染物的形成（光化学反应等），以及某些大气污染的理论，也需要进行大气监测。
- ◆ 此外，**制订城市规划、防护距离等**，均需要以监测资料为依据。
 - 根据被测物质在空气中存在的状态和浓度，以及所用分析方法的灵敏度，可选择不同的采样方法。
 - 采集空气中样品的方法一般分为直接采样法和富集采样法两大类。

◆ 3. 室内空气采样（监测）

- ◆ 是近年来的热点。它主要是通过采样和分析手段，研究室内空气中有害物质的来源、组成成分、数量、动向、转化和消长规律。它是以消除污染物的危害，改善室内空气质量和保护居民健康为目的的。
- ◆ 同环境气体采样，只是因为不同与外界大环境而采样的要求不同。

四、大气采样的基本要求

1. 采样点现场的要求

- ☞ 采样点设在空旷地点；气体采样器放置高度为**1.5m**左右，即呼吸带高度；颗粒物采样器放置高度为**3~5m**，避免地面扬尘。

1. 采集的样品在时间空间上都具有代表性

- ☞ 室内空气采样点的数量根据监测对象的面积大小来定，大气采样点的选择和布置与调查监测的目的和污染源的类型有关。

1. 采样速度能保证最佳吸收效率，且采样量应能满足分析方法的需要。

2. 记录现场采样条件

- ☞ 采样点及其周围环境；采样器类型及编号；采气流量；采样持续时间；采样者；采样日期；现场气候条件（晴天、雨天、气温、气压、气温等）

附：

⌘ 采样点的选择和布置与调查监测的目的和污染源的类型有关。一般有以下几种方式：

（1）点源监测

- a. 四周布点
- b. 扇形布点
- c. 捕捉烟波布点

（2）区域性污染监测 采样点的设置通常有三种方法：

- a. 按城市功能分区布点 选择具有代表性的地区布点，每个类型的区域内一般设置2~3个采样点，应设置清洁对照点；
- b. 几何状布点：将整个监测区划分为若干个方形或三角形小格，在交叉点和小格内布点；
- c. 根据污染源和人口分布以及城市地形地貌等因素设置采样点。

五、室内空气采样

1. 采样点

- ① 公共场所可按**100m²**设**2~3**个点；居室面积小于**10m²**设**1**个点，**10~25m²**设**2**个点，**25~50m²**设**3~4**个点；
- ② 两点间距**5**米左右，采样点离墙不得少于**1m**；
- ③ 采样分布均匀，离开门窗一定距离，高度**1.5**米；
- ④ 设置室外对照。

2. 采样时间

- ① 长期累积浓度的监测→**人体健康影响研究**、**24**小时以上甚至连续几天累积性采样，求一定时间内的平均浓度；
- ② 短期浓度的监测：**瞬时或短时间内浓度变化**，时间几分钟至**1**小时；
- ③ 监测持续时间安排：采暖期与非采暖期，每次监测时间不少于**7**天（含**1**个星期天）。如用短期采样方法，其采样频率一般每天不少于**8**次，每次不少于**30min**（**0.5—3**小时），或根据室内污染的规律和特点，安排采样时间。

六、标准状态下的采样体积换算

- ⌘ 如果是直接采样（塑料袋、真空瓶、注射器等）时，校准这些器具的容积就行。如果是有动力的采样，就得校准气体流量计，流量稳定后，乘以采样时间即得体积。
- ⌘ 由于空气的体积随温度、气压等气象因素的变化而变化，因此，需换算成标准状况下的空气体积，以便于资料的可比性。

$$V_0 = V_t \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P}{101.3\text{kPa}}$$

$$1\text{mmHG} = 133.22\text{Pa}$$

七、采样体积的测量和流量计的校准

◆ 流量计的校准

- 通常用的是转子流量计，为了获取正确的采样体积，需对采样器的流量计进行校准，校准时使用皂膜流量计来校准。
- 该方法简便，可靠，常用于校准流量小的流量计。





简易皂膜流量计

八、采样效率及其评价

- ◆ 前面讲过了不同的被测组分，选用不同的收集方法和收集器，确定不同的采集速度和采集时间（采气量）。
- ◆ 公认的规律是：一个方法的采样效率**在90%以上**，才适合实际应用。下面是采样效率的几种评价方法：

◆ （一）评价气态和蒸气态采样效率的方法：

- 1. 绝对比较法 配制一个标准气体（ C_0 ），用选定的方法采集标准气体，测定其浓度（ C_1 ），实测浓度与标准浓度之比，即为采样效率K。

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

- 2. 相对比较法 配制一个恒定浓度的气体（浓度不一定已知），然后用2个或3个采样管串联起来采样，分别测定各管的浓度，计算第一管含量占各管总量的百分比，即为采样效率K。

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

(二) 评价气溶胶采样效率的方法

◆ 1. 颗粒采样效率

- 所采集到的气溶胶颗粒数目占总的颗粒数目的百分比。

◆ 2. 质量采样效率

- 所采集到的气溶胶质量占总的质量的百分比。
- 只有当气溶胶全部颗粒大小完全相同时，上述两种方式所表示的采样效率才一，但实际情况下不会出现。故在大气监测中一般用质量采样效率表示。
- 具体方法是：用一公认的高效率的方法，与所选择的方法同时采样，你测得的质量与高效方法测得的质量的百分比即为采样效率。

九、被测组分浓度的表示方法

- ⌘ 在计算大气中被测组分浓度时，需将实际采气量换算成标准状态下（**0°C, 101.325kPa**）的空气体积。
- ⌘ 常用的大气浓度表示方法有以下两种：
 - ⌘ 物质的质量浓度（ g/m^3 , mg/m^3 ）
 - ⌘ 物质的相对浓度（ mol/m^3 , 个/ m^3 ）

学生作业中出现的问题

- ◆ 有些同学不写题目
- ◆ 对第9题不作简单的分析。
 - 只写了个公式
- ◆ 表格表头未写
- ◆ 表格里数据的星号标记 “*”
- ◆ 四舍五入的问题
 - 0.040658955 4.1%
- ◆ 小数点的问题：
 - 和表中的小数点保留一致 129.96——130.00
- ◆ 有些同学忘了题未做完
- ◆ 2班作业写的好的同学：
- ◆ 1班作业整体比较好，大多数同学对答案进行了补充

结束！

九、气体监测中常用的定义术语

- ◆ (1) 总悬浮颗粒物 (TSP)：指能悬浮在空气中，空气动力学当量直径 ≤ 100 微米的颗粒物。
- ◆ (2) 可吸入颗粒物 (PM10)：指悬浮在空气中，空气动力学当量直径 ≤ 10 微米的颗粒物。
- ◆ (3) 氮氧化物 (以NO₂计)：指空气中主要以一氧化氮和二氧化氮形式存在的氮的氧化物。
- ◆ (4) 总挥发性有机化合物 (TVOC)：利用Tenax GC或Tenax TA采样，非极性色谱柱 (极性指数小于10) 进行分析，保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物。

九、气体监测中常用的定义术语

- ◆ (5) 铅 (Pb)：指存在于总悬浮颗粒物中的铅及其化合物。
- ◆ (6) 苯并[a]芘 (B[a]P)：指存在于可吸入颗粒物中的苯并[a]芘。
- ◆ (7) 氟化物 (以F计)：以气态及颗粒态形式存在的无机氟化物。
- ◆ (8) 年平均：指任何一年的日平均浓度的算术均值。
- ◆ (9) 季平均：指任何一季的日平均浓度的算术均值。
- ◆ (10) 月平均：指任何一月的日平均浓度的算术均值。

九、气体监测中常用的定义术语

- ◆ (11) 日平均：指任何一日的平均浓度。
- ◆ (12) 一小时平均：指任何一小时的平均浓度。
- ◆ (13) 植物生长季平均：指任何一个植物生长季、月平均浓度的算术均值。
- ◆ (14) 环境空气：指人群，植物，动物和建筑物所暴露的室外空气。
- ◆ (15) 标准状态：指温度为**273K**，压力为**101.325kPa**时的状态。

十、涉及气体监测的现有国标

- ◆ 环境空气质量标准（**GB 3095-1996, 2000**年部分修订）
- ◆ 大气污染源排放标准（若干）
- ◆ 室内空气质量标准（**GB/T18883-2002**）

十二、大气环境质量监测分析方法

- ◆ 大气中的有害物质是多种多样的，不同地区污染类型和排放污染物种类不尽相同，因此，在进行大气质量评价时，应根据各地的实际情况确定需要检测的大气环境指标。
- ◆ 大气中常见的污染物有总悬浮颗粒物、降尘、可吸入颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、总烃、铅、氟化物、臭氧和苯并[a]芘。

a. 颗粒物质的测定

- 颗粒物质是大气污染物中数量最大、成分复杂、性质多样、危害较大的一种，它本身可以有有毒物质，还可以是其他有毒有害物质在大气中的运载体、催化剂或反应床。在某些情况下，颗粒物质与所吸附的气态或蒸气态物质结合，会产生比单个组分更大的协同毒性作用。所以，对颗粒物质的研究是控制大气污染的一个重要内容。
- 大气中颗粒物质的检测项目有：总悬浮颗粒物的测定、可吸入颗粒物浓度及粒度分布的测定、降尘量的测定、颗粒中化学组分的测定。



a. 颗粒物质的测定

- 其中，颗粒物浓度的测定最常用的是重量法，原理是：使一定体积的空气进入切割器，将大于某一粒径的微粒分离，小于这一粒径的微粒随着气流经分离器的出口被阻留在已恒重的滤膜上。根据采样前后滤膜的重量差及采样体积，计算出颗粒物浓度，以 mg/m^3 表示（ m^3 指标准状况下）。

6. 二氧化硫的测定

- 大气中的含硫污染物主要有 H_2S 、 SO_2 、 SO_3 、 CS_2 、 H_2SO_4 和各种硫酸盐。他们主要来源于煤和石油燃料的燃烧、含硫矿石的冶炼、硫酸等化工产品生产排放的废气。
- 作为大气污染的主要指标之一，二氧化硫在各种大气污染物中分布最广、影响最大，因此，在硫氧化物的检测中常常以二氧化硫为代表。
- 二氧化硫对人体健康、生活和工农业生产等各方面的影响。

6. 二氧化硫的测定

- 测定二氧化硫的方法主要有四氯汞钾溶液吸收—盐酸副玫瑰苯胺分光光度法（GB 8970-88）、甲醛缓冲溶液吸收—盐酸副玫瑰苯胺分光光度法（GB/T 15262-94）、钼试剂分光光度法、紫外荧光法、电导法、库仑滴定法、火焰光度法、定电位电解法（HJ/T57—2000）。
- 甲醛缓冲溶液—副玫瑰苯胺分光光度法测定二氧化硫
- 二氧化硫被甲醛缓冲溶液吸收后，生成稳定的羟甲基磺酸加成化合物。在样品溶液中加入氢氧化钠使加成化合物分解，释放出二氧化硫与副玫瑰苯胺、甲醛作用，生成紫红色化合物，用分光光度计在577nm处测定。



c. 氮氧化物的测定

- 氮氧化物主要来源于石化燃料高温燃烧和硝酸、化肥等生产排放的废气，以及汽车排气。
- 氮氧化物包括NO、NO₂、N₂O、N₂O₃、N₂O₄、N₂O₅等，这些氧化物中占主要成分的是一氧化氮和二氧化氮。
- 氮氧化物及其在空气中的反应产物对人体健康的影响。



c. 氮氧化物的测定

- 大气中氮氧化物的测定可分为化学法和仪器法两类。
- 化学法中最常用的是Saltzman法(GB/T 15435-95)、酸性高锰酸钾溶液氧化法、三氧化铬-石英砂氧化法。其中Saltzman法仅适于测二氧化氮的含量，酸性高锰酸钾溶液氧化法和三氧化铬-石英砂氧化法可以检测大气中氮氧化物总量。
- 仪器法有化学光化法和库仑原电池法等。

c. 氮氧化物的测定

Saltzman法测定二氧化氮的基本原理

- 空气中的二氧化氮与吸收液中的对氨基苯磺酸进行重氮化反应，再与N-（1-萘基）乙二胺盐酸盐作用，生成粉红色的偶氮染料，于波长540～545 nm之间用分光光度计测定其吸光度。

十三、大气污染源监测分析方法

- ◆ 大气污染源包括固定源（工业污染源和固体、气体及液体燃料）、流动源（液体、气体燃料）、无组织排放源（工艺过程、扬尘、自然尘等）和天然源（ NO_x 、 SO_2 、 CO 、 VOC_s 、 TSP 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ）。

十四、对固定源进行分析监测的内容

- ◆ 测定典型固定源（锅炉、工业、餐饮、居民生活等）的主要污染物（ NO_x 、 SO_2 、 CO 、 VOC_s 、 TSP 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ）的排放因子，研究固定源的季节变化及日变化规律，监测分析固定源排放的细颗粒（ PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ）和 VOC_s 的化学组分，调查固定源的地理分布，编制固定源排放清单。

对流动源进行分析监测的内容

- ◆ 测定交通源（汽油车、柴油车）和非交通源（内燃型工程车）的**NOX**、**SO2**、**CO**、**VOCS**、**TSP**、**PM10**、**PM2.5**的排放因子，研究其周、日变化规律，监测分析代表性机动车（柴油车）细颗粒（**PM10**、**PM2.5**和**VOCS**）的化学组分（包括交通路口停时污染排放），按道路调查机动车流量和车型分布，按区域调查非交通源的地理分布，研究机动车在使用清洁燃料和双燃料后对污染物排放的影响。

对工业无组织排放源、扬尘源进行分析监测的内容

- ◆ 测定典型工业无组织排放源（包括电厂）、交通道路、建筑工地（包括管道施工、搅拌站）、固体物品（燃料、原料和废物）堆场、裸露或半裸露地面（包括城乡结合部）等的扬尘（细分为 **TSP**、**PM₁₀**、**PM_{2.5}**）排放因子，研究其排放特征，监测分析其中 **PM₁₀**、**PM_{2.5}** 的化学组分，调查扬尘污染源地理分布。

对溶剂、涂料、加油站进行分析 监测的内容

- ◆ 测定溶剂、涂料、加油站、燃料气站的**VOCS**排放因子，分析各类源**VOCS**化学构成，研究其排放特征，调查地理分布，建立排放模型。

对VOC_S天然源进行分析监测的内容

- ◆ 测定VOC_S天然源的排放因子，分析VOC_S的化学构成（C₂-C₁₂），研究其排放特征，调查地理分布，编制排放清单。

室内空气监测

- ◆ 概述：在空气质量较差的环境中生活，对人体健康的危害很大。许多室内空气污染物都是刺激性气体，这些物质会刺激眼、鼻、咽喉以及皮肤，引起流泪、咳嗽、喷嚏等症状。在污染的空气中长期生活，还会引起呼吸功能下降、呼吸道症状加重。一些常见的病毒、细菌引起的疾病如流感、麻疹、结核等呼吸道传染病都会借助空气在室内传播。

室内空气监测

- ◆ 室内空污染物的来源主要有两个方面：一方面来自室外空气的污染，另一方面来自室内本身的污染。
- ◆ 室内空气污染物分为可吸入颗粒物、生物活性粒子污染物和气态化学污染物 3 类。
- ◆ 可吸入颗粒物也称“飘尘”，能长时间悬浮且易被人体呼吸系统吸入，除了携带细菌、病毒等生物活性污染物外，还是多种致癌化学污染物和放射性物质的主要载体；

室内空气监测

- ◆ 生物活性粒子有细菌、病毒、花粉等，空气中的细菌、病毒是大多数呼吸道传染病和过敏性疾病的元凶；
- ◆ 空气中的气态化学污染物包括多种挥发性有机物和无机物。
- ◆ 挥发性有机物有常见的甲苯、甲醛、苯和多种烃类、酯类、酮类等物质。室内空气中已检测出挥发性有机物 3 0 0 多种，其中 2 0 多种为致癌物或致突变物。
- ◆ 无机气体通常为二氧化硫、臭氧、氡等，这些气体对人体都有危害。
- ◆ 大多数室内空气质量指标的分析方法采用了与环境空气质量监测相同的方法，一些则引用了原工业或居住区卫生防护的一些测试方法。

总挥发性有机物（TVOC）的监测

- ◆ **TVOC**是指可以在空气中挥发的有机化合物，按其化学结构可以分为八类，造成室内空气污染的有害气体氨、苯及甲苯、二甲苯等都属于**TVOC**范畴。
- ◆ **TVOC**对人体健康的危害及其来源。

热解吸/毛细管气相色谱法测定 TVOC的基本原理

- ◆ 选择合适的吸附剂（**Tenax GC**或**Tenax TA**），用吸附管采集一定体积的空气样品，空气流中的挥发性有机化合物保留在吸附管中。采样后，将吸附管加热，解吸挥发性有机化合物，待测样品随惰性载气进入毛细管气相色谱仪进行定性、定量分析。

热解吸/毛细管气相色谱法

- ◆ 本法适用于室内、环境和工作场所空气，也适用于评价小型或大型测试舱室内材料的释放。该法监测空气中VOCs的浓度范围为 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。其检测下限为：采样量为10L时，检测下限为 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

菌落总数的检验

- ◆ 室内空气生物污染是影响室内空气品质的一个重要因素，它对人类的健康有着很大危害，能引起各种疾病，如各种呼吸道传染病、哮喘、建筑物综合症等。
- ◆ 室内空气生物污染的来源主要有病人、空调、宠物等。

菌落总数的检验

- ◆ 室内空气生物污染主要包括细菌、真菌（包括真菌孢子）、花粉、病毒、生物体有机成分等。在这些生物污染因子中有一些细菌和病毒是人类呼吸道传染病的病原体，有些真菌（包括真菌孢子）、花粉和生物体有机成分则能够引起人的过敏反应。迄今为止，已知的能引起呼吸道病毒感染的病毒就有**200**种之多，这些感染的发生绝大部分是在室内通过空气传播的，一年四季均可发生，冬春季更为多见。

菌落总数的检验

- ◆ 撞击法监测室内空气中菌落总数的基本原理
- ◆ 采用撞击式空气微生物采样器采样，通过抽气动力作用，使空气通过狭缝或小孔而产生高速气流，使悬浮在空气中的带菌粒子撞击到营养琼脂平板上，经**37℃**、**48h**培养后，根据采样器的流量和采样时间，换算成每立方米空气中的菌落数。以**cfu/m³**报告结果。

概 念

- **Total suspended particulates, TSP**
- 空气动力学当量直径（**D_p**）：是指在低雷诺数的气流中与单位密度球具有相同终末沉降速度的颗粒直径。也就是指在较平静的气流中被测颗粒的直径相当于与其具有相同终末沉降速度的密度为1的球形标准颗粒物的直径。
- 雷诺数：测量管内流体流量时往往必须了解其流动状态、流速分布等。雷诺数就是表征流体流动特性的一个重要参数。流体流动时的惯性力**F_g**和粘性力(内摩擦力)**F_m**之比称为雷诺数。用符号**Re**表示。**Re**是一个无因次量。
- **particulate matter, PM10**
- **Tenax-TA**吸附剂：**2,6**二苯呋喃多孔聚合物