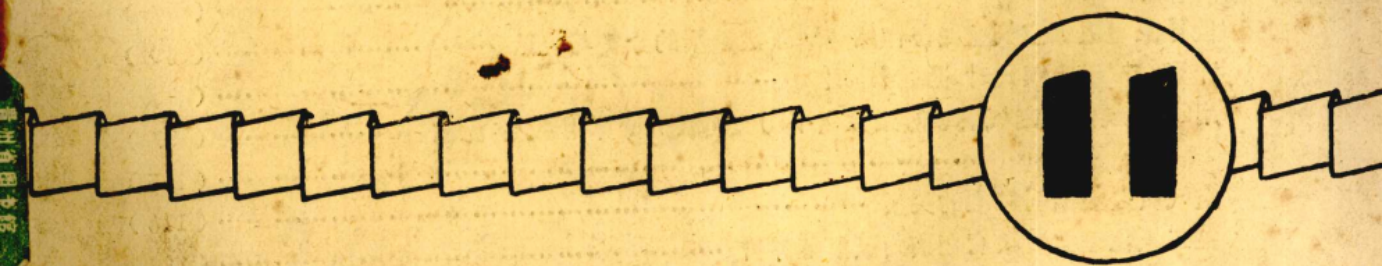


环境科学情报资料

空气质量自动监测系统



全国环境保护科技情报网

通 知

1. 本刊已在1978年8、9两辑上登出收款通知, 但至今仍有不少订户尚未交款。请见此通知后, 速将工本费汇来, 以便结算78年的帐目。具体事项请见本刊8、9辑上通知。

2. 凡是交款但未收到收据的订户, 都是因为汇款时用的单位名称与订刊时所用的名称(或代号)不符, 以致无法与原订单核对, 请未收到收据的单位, 来函告知正确的单位名称、代号及财务汇款用名称。

3. 1979年本刊的预订, 到4月底截止, 预订办法见本例第10辑。79年本刊除订阅外不再另售。

《环境科学情报资料》

环境科学情报资料

(内部发行)

第11辑 1978年12月

编辑: 中国科学院环境化学研究所
情报资料研究室
(北京市海淀区清华东路)

印刷: 河北省保定新生印刷厂

工本费: 0.75 元

空气质量自动监测系统述评

弗朗兹·J·伯曼

(美国环境保护局国家环境研究中心)

引 言

讨论空气质量自动监测系统以前,似乎有必要简单回顾一下为什么各国人民对空气的清洁极为关注。人类环境最必须的组成部分莫过于清洁的空气。没有食物和水,人尚能生存几天,但几分钟没有空气人即死亡。即使呼吸会使他死亡——象过去曾经发生过的那样——他还必须呼吸。

让我们回顾一下1930年首次报导的比利时马斯河谷发生的有60人亡命的空气污染惨案吧。再让我们回想一下,1948年宾夕法尼亚州多诺拉镇的空气污染使40%多的居民患病,22人丧生;1952年伦敦的空气污染四天内造成4000人的死亡;1966年纽约城的空气污染三天内便夺去了168人的生命。然而,只是在很多年以后,一般公众才怀疑到污浊的空气是造成多种呼吸道疾病的因素。

污浊的空气即使不致危害人的健康,也会使他们的生活变得糟糕乏味。空气污染带来了令人讨厌的臭味,造成了每年数十亿美元的金属、油漆、衣物等财产的损失,导致了从矮牵牛属植物到松树和橡树等各种植物的损伤和死亡。

工业加工和燃烧是空气污染的主要来源。空气污染物最大的单一源之一是汽车。工业化程度较高的国家在人口稠密地区广泛使用汽车更会迁到这个最大的问题。

空气质量监测已经成为任何空气污染控制部门的日显重要的职能。最初,空气污染控制部门必须确定该地区空气污染问题的性质和程度,收集数据以便制定标准并确定超过标准的程度。随着限制排放条例的实施,需要对空气进行监视以便评价为了达到环境空气质量标准所取得的进展。能够测定空气质量变化和趋势的、有效的空气监视计划,要求对环境空气污染进行长期的、可靠的测量。

空气监测活动

在本文中,空气监测活动分为三部分讨论:研究监测、监视监测及特定目的的监测。

研究监测

任何空气质量调查的第一步都是鉴定需要注意的污染物。这项任务中包括研究确定污染物由排放源至受体的运动。

为此目的服务的监测系统一般都相当复杂,并且需要技术娴熟的工作人员。如果收集

到的数据表明存在着问题，则必须确定污染物对人、其它生物体和各种物质影响的程度和性质。这些研究要求多学科的努力和许多计划的密切协作。

监视监测

环境空气监视可提供评定控制排放的效果所需要的资料；可用以评价向空气质量目标迈进所取得的进展；当制定有空气质量标准时，还可确定超过标准的程度。这项活动包括“趋势监测”。趋势监测基本都采用空气监视网，它能在设置地点长年累月地、不间断地收集环境空气数据；这样即可确定大城市、地区、州、国家或世界污染物的趋势。

特定目的的监测

在特定目的的监测任务中有流动监测活动；空中调查及对紧急事件做出反应，即对所有意外的高浓度污染发出警报，以便使其在造成危机前有所降低；确定各种形式的紧急污染，如事故性溢流所危及的范围。

协调上述三项监测活动以保证数据的一致性是个困难的问题。例如，为确定有关健康的污染物浓度而进行研究监测时，必须考虑到这些数据还可能被用于其它目的，如趋势分析。还必须考虑到这种可能性：即如果要根据调查结果制定标准的话，往往要求有大量的、能提供可比较的结果的监测站。因此，采用自动监测系统以前，必须明确地确定收集数据的目的，必须知道将来的细节，必须谨慎地选择方法。

目前许多气体测定技术都是以经典分析方法——化学法和物理法为基础的。在讨论主要适用于特定污染物的监测方法前，先对空气连续监测系统中广泛应用的原理做一简略介绍。

空气连续监测仪器的一般原理

电导原理

电导原理一直广泛应用于环境空气中二氧化硫的测量。最简单的应用是把空气导入水中，空气中的污染物即电离，因而降低了水的电阻。测定一对电极间溶液的阻值。由于电导率的增加与样品中的离子浓度近似成正比，因而可测得环境污染物的浓度。上述方法在连续及记录仪器中的应用已有50年的历史。

用去离子水做试剂的监测仪器易受二氧化碳、盐、气溶胶、卤化氢和碱性气体的干扰。在蒸馏水中加入一种氧化剂和少量的本底酸可使仪器更加有效。试剂系统的这种改变一般应用于连续监测仪器，它可降低二氧化碳的溶解度，从而减少其干扰。

采用比色或库仑技术的仪器，其性能有所改进，因而，近几年内美国用它们取代了电导技术。

比色原理

测定光通过已知组成的溶液时之相对吸收量即可测得比色计内有色组分含量。通常，

化合物在固体条件下同污染物按预定方式进行反应，生成一种有色化合物。色体对光的吸收与污染物浓度有关。

下述三种空气污染物的连续测量普遍采用这一原理：二氧化硫，采用韦斯特-盖克（West-Gaeke）技术；二氧化氮，采用萨尔茨曼（Saltzman）法；氧化剂，采用中性碘化钾法。每种方法还有许多派生形式。

库仑原理

库仑计用以测量氧化或还原一种已知组成的溶液所需要的电流量。研制发展了采用库仑法的商品仪器，用于氧化剂、二氧化硫和二氧化氮的连续测量。本原理最初应用于总氧化剂连续监测仪器。

为了用库仑法测量污染物，需要把样品气引入盛有卤化物的电解测定池。被氧化剂释放出来的游离卤素在电解池阴极上还原，使外电路产生电流。电流与释放出来的卤素量成正比，因而亦与进入溶液的氧化剂成正比。

测定二氧化硫的还原性质包括用卤素发生电极滴定。卤素和卤盐竟相同阴极和阳极反应，可保持电解池内卤素和卤盐的低浓度平衡。加入反应物质后卤素-卤盐的平衡即改变。用能将消耗了的卤素再生的第三电极可使溶液恢复平衡。再生所需电流与消耗了的卤素浓度成正比，因而亦和待测二氧化硫量成正比。

这种形式的库仑监测仪和上面介绍的电导监测仪一样易受干扰。进行氧化反应的物质呈负干扰；进行还原反应的物质呈正干扰。大多数商品库仑仪都采用前置过滤器滤去干扰组分，只让需要的组分通过。

近来，自动监测系统中又应用了三种新的测量原理：火焰光度原理、火焰离子化原理和化学发光原理。

火焰光度原理

商品火焰光度仪器的基本原理为：空气中的硫化物进入富氢火焰时发出300—425毫微米的光。光电倍增管通过一个窄带滤光片观测着火焰上方的区域并接收总硫的特征光谱。为了获得有效的二氧化硫值，二氧化硫以外的硫化物在进入仪器前必须除去。

火焰离子化原理

原来为气相色谱仪设计的火焰离子化鉴定器已广泛应用于总碳氢化物连续监测仪器。氢气、助燃空气和样品气以稳定的流速进入鉴定器的燃烧咀，在此被点燃并燃烧。当气流中存在有机化合物时，火焰即产生离子化的碳原子，使火焰和接收电极间产生离子流，此微弱电流经放大后被检测。其值对总碳氢化物的响应呈线性关系。

化学发光原理

适当的试剂与待测组分间发生的化学发光反应产生的光能由光电倍增管测量。产生的电流根据仪器的不同或经放大被记录，或存储起来以备进一步处理。在环境空气连续监测

仪器中，用臭氧与若丹明B染料，或近来采用的臭氧与乙烯间的化学发光反应测定环境空气中臭氧的浓度；用一氧化氮（NO）与臭氧的反应测定一氧化氮的浓度。

气体污染物的环境空气监测技术

上述各原理均广泛应用于空气连续监测仪器。为了防止忽略了普遍感兴趣的方法，应当根据选定的污染物来概述一下应用技术，叙述的重点为各种方法的特点。

二氧化硫

美国一直采用比色法——改进的韦斯特-盖克法，亦称付玫瑰苯胺碱法作为空气质量标准检测的参考方法。这种参考技术属于累积式，在25~1050微克/米³（0.01~0.40ppm）的浓度范围内，取样时间长达24小时亦可使用。这种基本技术还被世界卫生组织（WHO）国际咨询中心推荐为WHO的比较方法。

二氧化硫被稀四氯汞钾（TCM）水溶液吸收，生成的二氯汞汞离子与付玫瑰苯胺碱和甲醛反应生成红紫色的付玫瑰苯胺甲基磺酸。用分光光度计测定溶液的吸收率。

这种参考方法的主要优点是特效、灵敏、应用范围广及费用较低，适用于部分或全部自动化操作。

以合成的空气样品（取样时间为30分钟）为基础的对比测试结果表明：1. 同一实验室的标准偏差呈线性变化，范围是15微克/米³（零点）至36微克/米³（浓度为1000微克/米³）；2. 不同实验室间的标准偏差也呈线性变化，范围是从29微克/米³（零点）至70微克/米³（浓度为1000微克/米³）。

因为二氯汞络合物在二氧化硫中暴露前是稳定的，所以改进的韦斯特-盖克法特别适用于从许多监测站取样。暴露后样品可储存在中心实验室，22℃时每天损失相当于1%的二氧化硫，5℃时储存30天检测不到二氧化硫的损失。本分析可自动进行，每个技术人员每天能分析200个样品。

这种基本技术已用于自动化系统，但仪器响应时间较长。响应时间的定义为：从改变仪器入口处的输入浓度开始到记录下最终输出的95%为止的一段时间。

自动电导法测二氧化硫操作简单，费用少，并且有多种响应时间：从几秒到几分。由于这种方法缺点多，性能差，在美国已很少采用。

连续火焰光度仪器操作简便，可提供对数或线性输出，响应时间极短，特别适用于硫化物的测量；据称这种仪器加上适当的过滤器后特别适用于二氧化硫的测量。但这种仪器需要氢气源，这是个潜在的不安全因素。

连续库仑仪由于其所用试剂是自生的，因而通用性强，仪器的设计既有十分简单的，也有相当复杂的。有一种商品库仑仪既可在现场亦可用遥控指令校正零点和跨度。这种仪器是目前有商品供应的二氧化硫测定仪器中唯一带二氧化硫标准源的，它可用来验证仪器的工作状态。库仑仪的响应时间适中，最长达10分钟。仪器最大的缺点为固有的干扰，即对氧化和还原物质有响应，因而必须将其除去。

采用电化学技术的监测仪器也是可行的，但应用不普遍。传感器主要由电化学池组

成，池上盖有对二氧化硫有选择性渗透的薄膜。换能器把污染物浓度转换为电流信号。电化学池输出信号基本呈线性并且对较小的流量变化不敏感。仪器的最大缺点为灵敏度低，易中毒，池寿命有限。优点为便宜，易于携带。

气相色谱技术可用来分离ppm级的二氧化硫、硫化氢、甲基硫醇和二硫化碳。分离后的硫化物用火焰光度鉴定器测量。这种分离方式和紧接着对被分离的硫化物的火焰光度检测，导致发展了一种新型的测定含硫气体的半连续监测仪器，此类仪器的特效性好且不受干扰。

碳氢化物

总碳氢化物的分析方法不多，通常采用气相色谱法火焰离子化技术。火焰离子化鉴定器(FID)本质上是一个碳原子计数器，其响应同样品内有机碳原子数大致成正比。因此FID数据通常以所用的标定气表示，即以ppm碳(以甲烷计)表示。由于自然界中甲烷本底浓度较高，致使所得数据的价值受到严重影响，为了测得环境中非甲烷碳氢化物的浓度，改进了测定总碳氢化物的方法。改进的方法使用两台仪器，其一测定总碳氢化物浓度；另一台有一个用甲烷预处理过的炭涂气器。由于色谱柱吸附非甲烷碳氢化物，因而此仪器变成了只测定甲烷的分析器。两台仪器并联工作测定总碳氢化物和甲烷浓度。二者之差即为非甲烷碳氢化物浓度。

最近，采用气相色谱法火焰离子化鉴定器的环境非甲烷碳氢化物连续检测仪器已有供应。此仪器有一个脱杂质柱，可除去干扰组分，只让一氧化碳和甲烷通过，到分析柱进行分离。甲烷被直接测定；一氧化碳于控温反应器内在镍催化剂和氢气存在下被转化为甲烷，再由火焰离子化鉴定器测定。总碳氢化物的直接测定无需经色谱分离。总碳氢化物(甲烷除外)被认为是活泼碳氢化物的一个尺度。上面介绍的气相色谱仪是一种复杂的仪器，只是经过最近的改进才可用它测得可靠的数据。美国环境保护局(EPA)采用这种技术作为非甲烷碳氢化物监测的参考方法。

供应的仪器有不同的测定范围。通常，大气分析用仪器的总碳氢化物范围为0—13.1毫克/米³(0—20ppm)碳(以甲烷计)；甲烷范围为0—6.55毫克/米³(0—10ppm)。还有供特殊应用的测定范围更低和更高的仪器。

环境非甲烷碳氢化物浓度测量用的一个崭新系统是采用双火焰离子化鉴定器。一个鉴定器直接接收一部分样品，以便测定总碳氢化物。另一部分样品先流经一个转换器，除甲烷外，全部碳氢化物在此被选择性地燃烧生成水和二氧化碳，然后再被另一个鉴定器接收。本仪器可提供甲烷、非甲烷及总碳氢化物的连续模拟输出。

另外，有一种仪器经减法运算后亦可提供非甲烷浓度。此仪器仅有一个火焰离子化鉴定器，工作为周期性的。本仪器先分析经色谱柱分离的甲烷含量，然后再分析总碳氢化物。每三分钟出现一个非甲烷浓度信号。仪器的另一特点是每周期内都输出一个鉴定器自动标定信号，可确保仪器长期工作时基线稳定。

一氧化碳

根据一些气体和蒸汽的红外吸收特性，有可能用连续分析仪器来测定和分析它们。环

境一氧化碳测定用最常见的自动装置为非分散红外分析器 (NDIR)。这些连续性测试仪器采用的方法基于一氧化碳对红外辐射的吸收。绝大部分商品仪器包括: 热丝红外辐射源, 旋转切光扇或斩光器, 样品池, 参考池和鉴定器。通常, 鉴定器对膜片两边气体的压力变化很敏感。这种压力变化被转换为电信号, 放大后输出。

二氧化碳和水蒸汽对非分散红外法测一氧化碳有干扰。采用过滤池和滤光片来减少干扰; 绝对湿度高的样品需要用空气干燥器处理。市售仪器的响应特性良好, 一般不到几分钟。还能买到带自动调零、调跨度的仪器。

检测范围为 $0-58$ 毫克/米³ ($0-50$ ppm) 的非分散红外法已被美环保局接受为参考方法。WHO 国际咨询中心亦推荐此法为 WHO 的比较方法。

16 个实验室参加了 NDIR 法的对比实验。同一实验室 95% 置信度的标准偏差为 1.6 毫克/米³。实验室间 95% 置信度的标准偏差是非线性的, 浓度范围为 $0-60$ 毫克/米³ 时, 最大偏差为 4.3 毫克/米³; 浓度为 20 毫克/米³ 时, 最小偏差为 2.3 毫克/米³。实验证明, 采用干燥剂和冷冻方法可大大降低水蒸汽的干扰。仅仅采用窄带滤光片则不足以消除干扰。

最近市场上又出现了两种仪器, 其一采用双-同位素-荧光, 其二采用电化学池。目前尚无有关评论。

二氧化氮

近来的研究表明, 需要对美国采用的二氧化氮分析方法进行全面的重新评价, 因而空气中二氧化氮浓度的监测面临着一个特殊问题。多年来一直应用的所谓雅各布斯-霍克海色 (Jacobs-Hochheiser) 法采用 $0.1N$ 的氢氧化钠水溶液收集二氧化氮, 生成亚硝酸钠。亚硝酸离子与磺胺和正-1-萘基乙二胺反应生成偶氮染料, 再用比色法测定。

详细研究表明其收集效率为 $15-70\%$, 是非线性的, 并且一氧化氮呈正干扰。因此正在积极研究合适的代用方法。主要考虑了三种方法: 连续比色法, 改进的间歇 (累积) 比色法和连续化学发光法。

连续比色法基于格里斯-萨尔茨曼 (Griess-Saltzman) 法。环境二氧化氮首先被转换为亚硝酸离子 (NO_2^-), 再与重氮化偶合试剂反应生成深色偶氮染料, 连续地测定其吸收率。此方法适用的浓度范围为 $18.8-1880$ 微克/米³ ($0.01-1$ ppm)。当臭氧与二氧化氮之比等于或大于 $2:1$ 时, 臭氧呈负干扰, 这是本法的最大缺点。

这里考虑的累积式比色法即所谓的带筛孔鼓泡器的亚硝酸盐法 (ASOB)。此法本质上是改进的雅各布斯-霍克海色法。用稀亚硝酸钠和氢氧化钠水溶液收集样品; 其化学分析手续与通常的雅各布斯-霍克海色法相同。在环境二氧化氮浓度范围内此法的收集率为 85% , 是恒定的。此法的测定范围为 $5-740$ 微克/米³ 二氧化氮; 浓度为 100 微克/米³ 时其精度约为 6% 。

这里考虑的化学发光法基于减压或接近常压条件下臭氧与一氧化氮的反应。测定二氧化氮时要先转换为一氧化氮以后再测定。仪器首先确定环境一氧化氮的浓度, 然后环境空气被一个转换阀引至转换器, 二氧化氮在此被转换为一氧化氮。从氮氧化物 (NO_x) 信号内减去一氧化氮信号即为二氧化氮量。用此法可测量的二氧化氮浓度为 $9.4-18,800$ 微

克/米³(0.005—10PPm)。本方法在灵敏度最高时的精度优于9.4微克/米³(0.005PPm)。未发现环境空气中常见的污染物有干扰。

经NO₂和SO₂干扰校正的氧化剂(臭氧)

化学发光法基于臭氧和乙烯的反应,反应生成短寿命的臭氧化物,原则上后者将分解成两个分子的甲醛。释放出来的化学发光能的测量如前所述。

有几种市售的化学发光仪器是令人满意的。它们有多种响应时间,灵敏度高,零点稳定,尚未发现有干扰。其缺点为需用乙烯。仪器使用前要用中性磷酸盐缓冲的碘化钾法校准。EPA已选用化学发光法作为空气中氧化剂(经二氧化氮和二氧化硫干扰校正)测定的参考方法。测量范围从9.8微克臭氧/米³到大于1950微克臭氧/米³(从0.005到大于1PPm臭氧)。

至少有一种商品仪器是通过测定对2537Å的紫外光的吸收来连续测量臭氧的。仪器测量的特点为对环境空气和除去臭氧的空气交替取样,二者之差即为气体样品中臭氧浓度的测量值。因此,环境空气可被连续地周期性地取样和测量。

连续比色分析器通常采用10—20%碘化钾缓冲溶液作为吸收介质。碘化物先被氧化成碘和三碘化合物离子,再用比色法于3520Å测定。二氧化硫呈严重的负干扰,可用三氧化铬前置过滤器消除之。二氧化氮呈正干扰,使得测量进一步复杂化了。CrO₃过滤器可把一氧化氮氧化成二氧化氮,因而必须使用校正因子。此外, CrO₃过滤器对湿度敏感,效能变化明显。

库仑法也一直广泛地应用于氧化剂的检测。环境空气被引入盛有碘化钾溶液的电解检测池。如讨论库仑法时所述,阴极上游离碘还原产生的电流与进入溶液的氧化剂成正比。响应时间可以很短,取决于电解池的大小。仪器费用和工作费用便宜,但性能欠佳。

颗粒物监测仪器

直径大于10微米的颗粒物

过去一直用降尘瓶收集直径大于10微米的颗粒物。考虑到包括费用在内的各种因素,目前尚无性能优于降尘瓶的直径大于10微米的颗粒物检测仪器。遗憾的是,通常的检测都没有和污染物的排放联系起来。

另一种应用的装置是一个圆筒形容器,外部有胶粘剂涂层。这种装置可用来确定尘含量最大的风向,以便确证主要的尘源。欧洲国家喜欢采用水平设置的表面涂胶粘剂的平板作为尘收集器。

直径小于10微米的颗粒物

大气颗粒物最主要的组成部分是直径0.1—10.0微米的微粒。此范围内的微粒光学效应最大。一种简单的光学方法系采用光度计测定空气浊度。另外一种较复杂的方法采用散射浊度计测量一定体积空气内飘尘的光散射。其它光散射仪器有全部向前散射和直角散射光度

计以及对单个微粒计数和划分粒度的仪器。

美国采用的串联冲击器,可对0.1—10.0微米范围内的微粒同时进行收集和划分粒度。串联冲击器收集了某些化学组分,包括硫酸盐、铅以及其它金属等城市气溶胶粒度分布方面的大量资料。

尽管采用了上述方法测定空气中的颗粒物,但美国较常用的大气飘尘测定方法是测定经过滤的沉积物之光密度变化或采用重量分析。

美国普遍应用AISI(美国钢铁学会)取样器。还有几种改型取样器,但功能大体相同。采样管和真空接头间装有连续的滤纸,通常为纸带。空气经滤纸吸入,过一段预定的时间后,一部分新纸带即移入位置,并重新开始取样。

采集的样品是利用光学手段来评价的。用光度计法测定反射比或将光通过滤纸及沉积物的透射比同光经过滤纸的清洁部分的透射比进行比较。反射比的测量系测定沉积物的黑度,透射比是全部被收集的微粒的一个函数。一般说来,反射比与透射比在短时间有很好的相关关系。经较长时间后,新样品的进入和老样品的除掉可能改变微粒的组成,因而使这两种方法的测定结果出入很大。

美国应用最广的方法是测量与光密度有关的透明度,通常将其换算为每流经过滤器1000英尺空气的Coh单位数。单位Coh(烟雾系数)的定义为:测量光透射时能产生0.01光密度的颗粒物数量。通常将Coh的测量值简化成每千英尺空气通过滤带的Coh数,将未简化的Coh数除以试验中实际通过滤带的空气千英尺数即可。

可用“Ruds”实验来测定反射比。通常是测定滤带反射比的百分数,再化为1000英尺空气的量度。用清洁纸带的反射比做参考标准,在反射计上定为100。“Ruds”是“污物阴影反射比单位”的缩写,许多欧洲国家用它来计算“烟雾”或“黑色悬浮物”的浓度。

美国环境保护局测定大气悬浮微粒的参考方法为大容量法。大容量取样器的设计至今无实质性改变,此处不再赘述。大容量取样器习惯采用水平过滤器,其表面有护罩保护,可防止雨、雪及直径大于100微米的微粒进入。过滤材料由玻璃纤维制成,对直径0.3微米以上的微粒收集效率不低于99%。

推荐的流速为1.132—1.698米³/分(40—60英尺³/分),允许直径小于100微米(Stokes等效直径)的飘尘通过并到达过滤器表面。收集的飘尘直径为0.1—100.0微米。取样前后过滤器必须先于15—35℃、相对湿度低于50%的环境内平衡24小时后再称重。取样时间通常为24小时,开始取样和取样结束时测定取样速度。

收集的样品代表大约2000米³空气内微粒的含量,足够用于各种类型的分析。如欲对微粒进行深入分析,必须采用待测污染物本底浓度低的过滤器。精确的质量控制要求测定过滤器的本底值。

欧洲实践中普遍采用“国际通用标准校正曲线”,该曲线表示纸带污斑的透射比与悬浮物浓度(微克/米³)间的关系。由于本方法没有说明未曾用重量法测定过的实际飘尘浓度,因此用上述转换曲线来进行国际间的比较是有潜在危险的。此问题应予以考虑,因为美国空气质量标准规定用重量单位,并且用以确定符合标准与否的参考方法为大容量取样器法。

尽管有上述限制,纸带取样器的相对价值还是不容忽视的。然而,使用纸带取样器的

结果时应了解：不论采用什么测量单位都是武断的、人为的和无绝对意义的。因此，仍推荐重量法为环境空气颗粒物质量标准的测定方法。

有12个实验室参加的大容量取样器法对比试验的结果如下：1. 同一实验室的相对标准偏差为3%；2. 实验室间的相对标准偏差为3.7%；3. 颗粒物的最小检出量为3毫克，相当于1—2微克/米³（取样24小时）。

世界卫生组织“空气污染监测分析方法和数据处理会议”推荐以重量法作为国际间的比较方法，并且以美国环境保护局改进的大容量取样器为基础。

新仪器

一种比较新的装置即压电传感器，可对浓度高达1000微克/米³、粒度范围为0.01—15微米的微粒进行实时测量。此传感器可用于环境大气、烟囱流出物和汽车排放物的监测，待测空气由辅助真空泵吸入仪器。气体进入聚四氟乙烯室时微粒被充以静电。气流被导入压电传感器，电场迫使全部微粒与传感器接触。粘附的微粒可降低（与微粒的质量成正比）传感器的固有频率。聚四氟乙烯室内另装有一块参考压电传感器。测试传感器和参考传感器接成桥式电路，因而两个传感器间的频率差只能由测试传感器上累积的微粒引起。仪器的输出信号由两个传感器间的频率差产生。输出频率的变化率与微粒的质量浓度成正比。

此外，有一种β吸收带监测器近来也已用于总悬浮微粒的检测。颗粒物在仪器内的纸带上停留一段预先设定的时间。纸带污斑连续地暴露于一个小放射源发出的β粒子流中。β粒子与样品作用，鉴定器测得的β粒子的减少量与样品中电子数成正比。因而这种仪器可测定与质量成正比的参数。

关于自动监测系统

环境空气监测工作中普遍迁到的问题是缺乏仪器野外工作性能方面的数据。造成这种窘境的一个原因是可用仪器的种类繁多。美国应用的连续性测定仪器不下一百多种。空气污染控制部门面临的问题是选择一套完整的仪器。

仪器评价

尽管多次尝试对仪器进行评价，但由于仪器种类繁多，并且不断改型，几乎不可能对指定的仪器进行客观地评价。为此，必须掌握两部分数据。第一部分数据应当包括仪器实验室运行的评价，例如在精确控制测试条件下测得的仪器技术性能。第二部分数据应当包括在野外条件下长期运行的数据，还应包括保养、校正及维修要求方面的数据。

过去常有这种情况：在实验室条件下性能良好的仪器到了野外即很难工作。其原因错综复杂，超出了本述评的范围。然而，应当简单提一下由于仪器工作环境不同而引起的这种问题的主要原因。

实验室内仪器的评价是由高度熟练的科学工作者，在严格控制的条件下对单台仪器进行有限时间的测试得出的，仪器制造厂商对这种测试亦表示极大兴趣并予以大力支持。

对绝大多数收集环境空气质量数据的部门说来，他们工作的环境条件是极不相同的。

操作人员可能是对所用仪器只受过初步训练或者是根本未经训练的技术员，因而不得不依靠一本可能是很不完善的仪器说明书进行工作。此外，他们在没有环境控制的站房内工作而且得不到仪器制造厂商的帮助。

在这方面存在的最大误解之一是这种想法，即认为空气监测仪器能够不太困难地在野外安装和校正，并且能一直正常地工作，只要略加关照即可得到有用的数据。空气分析仪器工作中迁到的问题有：维持稳定的流速，有效地气-液输送，稳定的电气响应和合乎质量的试剂和（或）气体。为了确保数据有效，需要有严密的质量控制和维持计划。适当的校正是任何测量的先决条件。定期校正空气连续监测器也十分重要，因为仪器的某些缺陷在日常运行时并不明显，只有在校正时才能发现。空气质量数据常常由于没有可用的定期校正数据而受到怀疑。成功的环境空气监测要求有行之有效的质量控制计划，并由足够的经过适当培训的人员来执行这一计划。

准确的监测技术是控制空气污染物及制定方针或标准所必须的和首要的条件。

同多种多样的仪器打交道时，一个棘手的问题是它们的规格及其它性能大不相同。1968年，国家空气污染控制局进行了仪器的实验室和野外对照实验。实验的主要结果有两方面，一方面用户清楚了仪器技术性能的不稳定性；另一方面厂商也了解到仪器的缺陷并进行了某些必要的改进。

环境保护局最近正积极考虑一种方法，对于指定的方法和（或）仪器说来，用这种方法可以得到与颁布的参考方法等效的结果。提出要求的单位要负责证明候选方法和参考方法是等效的，还必须证实此候选方法符合一定的技术指标，和（或）能得出与参考方法有固定关系的和有效的空气质量数据。

自动监测系统的选择

为了满足一项指定任务的监测要求，必须清楚细致地了解其目的，以便据此选择监测系统。一个时常提出的问题是：选用什么型号的仪器？显而易见，如果没有适当的背景资料是很难回答这个问题的。因此，应当简单地讨论一下两个更显而易见但常常被忽略的因素。

第一是感测器的选择。为了做出正确的决定，必须回答下述问题：

1. 为了适应待研究的污染物浓度，仪器测量范围应该多大？
2. 要求什么样的平均时间，分钟、小时、还是日？
3. 由什么人使用和维修及（或）校正仪器？
4. 存在着或可能存在着何种对所方法有干扰的其它污染物？
5. 有没有适用的实验室或维修设备？

第二个问题与选择记录系统有关。空气连续监测仪器习惯上与高质量长图记录仪连用。长图记录仪具有最尖端的数据探测系统所不能代替的某些优点。

长图记录仪的优点简述如下：1. 它可提供仪器性能的直观记录；2. 每天都可进行零点漂移校正（一般说来零点漂移比跨度漂移更严重），每天都可获得小时平均值数据；3. 可提供永久性记录供工作人员使用，并可用原始数据做出日报；4. 需要时可在法庭上提出证据。当然也存在着缺点，最大的缺点为需要人力。在美国，使用志愿人员和年轻

人来承担这种较为简单的任务，要比雇佣训练有素的人员管理运行正常的全自动系统经济得多。

可应用磁带或穿孔纸带等半自动媒介系统来避免阅读长图记录纸和计算平均值等枯燥无味的工作。本人认为，为了使计算机打印系统能根据原始记录提出最后证据，长图记录纸仍然是需要的。

必须记住，尽管使用了记录装置，数据的正确与否仍然取决于传感器。至少在过去传感器并不能非常可靠地接收产生的数据。目前，可以极其小心谨慎地采用遥测和数据集合系统，但这只是例外而不是规定。然而，既然当代可以在家中收到发自月球的电视片，那么希望有一套所谓的实时系统以便把遥测数据送到中心设备是可以理解的。

除非出于科学的或经济的原因，否则不要考虑带中心数据集合装置的遥测系统。虽然对仪器性能进行了改进，但目前绝大多数仪器都具有漂移特性，几乎每天都得校正。我们正在取得飞速的进展，即将可使仪器连续两、三天地提供可靠的数据。如果仪器或自动系统本身要求每天巡查一次以便进行零点和跨度调整，则除非是在同一地区操纵大量监测站，否则遥测技术就不是那么富有魅力了。

最后，但并不是最不重要，还会遇到选择地点和站房的困难。仪器和记录装置的选择应尽量不受地点选择标准的限制。不幸的是，地点的选择常受限于没有适用的站房，而站房的适用性又决定于所选用的仪器。因此，监测站地点的确定极为重要，对于打算长期使用的监测站来说更是如此。

检测是否恰当决定于取样点的选择，因而时刻牢记研究的目的至关重要。不仅要考虑到气象条件，而且要考虑到目前的和将来的个别污染源的影响。如果发现了一个理想的地点，则应进一步考虑选用合适的站房。

站房可采用活动房屋、流动实验室、公共服务设施或租用私人房屋。我们的经验说明，如果没有所在地污染源的影响，消防站、警察亭、学校或医院等公共设施是安装连续监测系统的最好场所。选择所需地点时至少要考虑到下述三点：1. 每天都必须到此地来；2. 有适当的电源可供应用（常常需要安装专用线路）；3. 房间应有适当的恒温。

此外，由于许多新型仪器要使用易燃易爆气体，因而要求有预防破坏、确保附近建筑安全的措施。所有这些考虑都对自动监测系统的选择有影响。

环境空气进入取样器入口前如果有阻塞现象则会影响测定，因而必须考虑到取样器入口的位置。鉴于污染源和结构的不同，究竟将取样口设置在何处为好尚无令人满意的标准。一氧化碳即为一种典型的对现场和取样探头位置极为敏感的污染物。

此外应考虑到样品管线的设计和结构，使其能向分析人员提供有代表性的样品。为防止污染物与管线反应，管线应采用惰性材料如玻璃或聚四氟乙烯等。人们喜欢采用玻璃管，这是因为透过玻璃可以看到管内水和颗粒物等异物的沉积，便于采取相应的处理措施。

环境污染控制系统及其外围装置

康 昌 熊 泽

(日本大阪府环境污染控制中心)

引 言

环境污染控制系统由遥测系统和计算机系统组成,用于连续监测和应急检测。遥测系统经有线电或无线电将测定数据从各个独立的监测站输送到环境污染控制中心的中心监视室。计算机系统的作用是整理、收集、综合、保持和存储这些数据并予以显示或打印。

本系统的连续监测最初用于有效地实施紧急行动,特别是发生空气污染时。紧急行动是“空气污染防止法”授权地方政府采取的。目前正在扩大本系统,以便连续监视空气污染源、水污染源及噪声源。系统的规模和活动依各地的污染情况及予算拨款的不同而有所差异。

连 续 监 测

连续监测的目的是对空气污染状况保持连续的观测和监视,当然也涉及到测定数据与国家标准的比较,污染年度变化的调查,特殊排放源的污染物和污染趋势的调查以及地区间污染物扩散情况的调查。污染遥测系统的数据必须准确、及时地输送出去,这项工作必须用联机处理的方法实时地进行,不允许事后从记录图纸上测定数据。因此,各站上的自动分析仪器的连续性和可靠性对连续监测说来是绝对必要的。全部分析测定必须根据国家环境厅规定的方法于设在各地的监测站进行。气象条件,如风速、风向、温度、湿度和日射也在各监测站同时测定。测定数据每十分钟输送到与计算机系统相接的中央遥测接收机并显示于显示盘,或由高速打印机每小时打印一次。

紧 急 行 动

污染物浓度超过紧急水平时即发布紧急命令,要求或命令各工厂改用低硫燃料;或通过安装在二百个指定工厂内的警报接收机要求或命令减少某些机器的运转。与此同时,向各市的机关单位和居民发出通知,请他们躲避有毒的污染物。为发布此紧急命令,中心指示室在整个紧急时期内必须自始至终地完全了解空气污染状况。因此,连续监测和紧急行动唇齿相依,这也是必须通过遥测及时输送数据的理由。为了顺利地实施紧急行动,连续监测的可靠性至为关键。此外,由于必须不间断地输送测定数据,遥测输送的重要性就更

加突出。根据“环境污染保护局”的规定，紧急时需要特别测定的污染物有下列五种：二氧化硫、飘尘、二氧化氮、氧化剂和一氧化碳。发布紧急命令的同时，有关政府官员应坐上装有遥测设备的巡逻车到各工厂视察，检查其减轻污染的措施执行得如何。

数据的利用

连续监测不但对检查环境状况是极其重要的，而且可以积累数据，用于各种统计目的。统计调查污染引起的危害、评价污染控制措施的有效性、与其它县的污染情况进行比较等，都不可缺少连续监测所获得的数据。因而必须将这些数据存储于存储器，以便需要时易于取用，或在各县之间或大阪府同政府之间进行自动情报交流。为此，正在为建立数据库而执行着一系列计划。

环境污染调查所需要的实际活动

连续监测着眼于长期地改善环境，紧急行动通过降低污染物的高浓度从而暂时减轻污染。这两项工作由下列实际活动伴随进行。

公布数据

基本原则是将环境污染数据公诸于众，有时是实时公布。因此需要把数据显示于安装在繁华街道上的电子显示盘。目前的压力在于环境污染数据的公布而不在于其显示。但是，常常有人给控制中心打电话或来信询问数据。知道了公开的数据后他们还想了解更多详细的情况。为了使设备能够显示出准确的数据须要将其维护好。测定的数据每小时打印一次，不但可以回答公众的询问，而且可以为发布紧急命令的时间提供判断。

予报

情况紧急时，要求每个工厂都必须改用无污染的燃料或降低燃烧量、减少机器运转。这些紧急措施给各企业带来相当大的经济负担。他们希望紧急命令下达得越少越好。为使各企业承受最小的经济负担，污染控制管理机构必须予报高浓度的污染并提前要求各工厂做好减少污染的准备。通过对过去的和当时的遥测数据及由无线电输送来的中央气象观测站的天气予报做出判断来进行污染予报。另一方面，正在研究和发展高水平污染的予报方法，供实际应用。通过予报工作中应用的单触自动转换操作，不准把过去四十八小时的污染移动平均值、污染水平每十分钟的变化值及其它予报所必须的数据打印出来。

大量通讯

近来对环境污染资料的大量通讯装置日感兴趣。紧急情况的记录、污染物过去的最高浓度、受光化学烟雾危害的人数以及紧急情况下的污染物浓度，诸如此类的资料不论何时需要均应能随时取出。当记者需要时，此类资料必须用专门提供的程序原原本本地打印出来。地方政府议会要认真讨论控制环境污染的对策。因而当议员询问时必须立即给他们提

供准确的资料。为了回答议会讨论中提出的各种特殊问题，需要进行大规模的检测，因而需要大型计算机系统。

监测排放源

防止环境污染的基本概念是在污染物扩散前控制排放源，它已成为当前的主导思想。各工厂的排放源数据经遥测输送到中心指示室以便集中控制。监测排放源的子系统用来证实根据紧急情况而采取的降低污染的措施。如果本系统运行良好，除了能评价环境污染以外，还能有效地实现未来的计划并对排放源进行每日的检测。

大规模计算

积累的数据整理成日报和月报，每年统计其符合环境标准的程度。此外，环境容量的估价、未来污染物浓度的长期和短期预报、污染源的监测、扩散方程的计算、光化学烟雾所致危害的统计处理，这些工作都需要大规模计算。这种计算需要一台具有数据库的大型计算机并应配备一名操作人员。

环境污染监视系统的职能

为了实现前述职能，下述各点对计算机系统来说是主要的：

1. 各监测站输送来的全部数据经实时、联机处理，每小时由高速打印机打印并显示于显示盘。需要时还将测定数据与紧急浓度相比较并予以指示。
2. 在每天零点，把最大值、最小值和平均值打印在标准格式内。
3. 必须能检验分析仪器的误差和遥测装置产生的错误。
4. 可以随时给出过去八、十二、二十四小时的移动平均值。
5. 须有备用系统，在计算机处理系统发生故障时存储数据。
6. 必须能自诊系统的故障并予以指示。
7. 来自环境监测和排放源监测的数据须能自动存储于一个尽可能大的存储器内。
8. 公众管理局所需要的资料，例如发布紧急命令的次数（以天数和总计小时数表示）、紧急污染时指定的工厂名单以及排放标准，必须存储起来，可能时存储于数据库。
9. 存储的数据必须易于增减和校正，能够快速选取和显示。
10. 无论何时，来自报界、议会及公共情报活动的询问均需立即欣然答复。
11. 能同其它县政府和城市交流情报。
12. 能使用存储的数据进行各种大规模的计算，例如未来的计划、模拟、扩散方程的计算及环境容量的估价。
13. 大阪府政府和各市、镇、村办事处指定的、在发生紧急污染时必须采取措施的工厂都要安装警报接收机，以便接收口头通知。

上述职能令人满意地实现后，控制中心将有一个大规模的监视系统，其核心为一台大型中心计算机，外围装置有阴极射线管（CRT）（显示仪器）、显示盘、打字机、磁盘、高速打印机、磁带、 x, y 轴绘图器、卡片读出器、中心控制台、话筒、标准钟、中心遥测

装置、磁鼓、数据交换设备及卡片穿孔机。

外 围 分 析 仪 器

勿庸赘述，环境污染监测系统的成败主要取决于在终端监测站工作的各种分析仪器的可靠性和再现性。因此，分析仪器必须具有下述特点：

可靠性

自动分析仪器可靠性的最重要的一个标志是它们在长期内对环境空气变化的响应精度如何。伴随自动分析仪器的是取样流速的漂移、零点的漂移及灵敏度的降低。因此，各台仪器都必须经常进行检查，至少每周两次。否则数据将不可靠。此类误差越少，可靠性越好。

耐用性

自动分析仪器的平均寿命是二至五年。地方政府没有能力每两年将其更新一次。必须进一步改进它们，将其寿命延长至五年以上。但无论如何，由于这些仪器往往一年到头每天二十四小时地不付工作，两三年后其灵敏度难免会降低。在这种情况下，可更换某些零部件。自然，这种弥补措施会受到某些限制。

易于维修

气瓶的更换、干燥剂的再生、吸收液的补充、活性炭的更新以及记录纸、记录墨水的更换等工作是要花费气力的。例如，有时干燥剂因连续使用而变质，使分析仪器的灵敏度降低。在此情况下，进一步研制一种不使用干燥剂的仪器比依靠对原仪器进行定期维修要好些。易于维修能大大减少测定数据因停机造成的间断。每周维修两次即能满足要求。更理想的是研制灵敏度高、每周只需检验一次的仪器。

灵敏度

分析仪器的灵敏度也是重要的，但不应为提高灵敏度而牺牲可靠性和耐用性。为了研制能更灵敏地检测二氧化硫和二氧化氮的新型仪器，人们已经做出了各种各样的努力。

