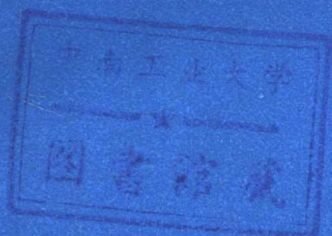


544893

空气质量监测网的设计

【加拿大】 穆恩著



95514

E

科学普及出版社广州分社

空气质量管理网的设计

〔加拿大〕穆恩著

李康敏 等 译

科学普及出版社广州分社

空气 质量 监测 网 的 设 计

【加拿大】 穆思著

李康敏 吴政奇 张岳星 林泽雄 李红郁 甘海章 译

科学普及出版社广州分社出版

广东省新华书店发行

江西省大余县印刷厂 印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4.125 字数：80千字

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

统一书号：15051·60312

定价：0.68元

内 容 简 介

大气环境监测技术是我国目前正在深入探讨和引进的科技项目，全国各大城市都已经建立了监测站，中小城市以及各县，也都在筹建或已经建立。这是一项关系环境保护工作、关系四化建设的重要课题，本书根据近十年来国外大气环境监测技术研究的情况，对开阔地区和城区空气监测站的建站规范，空气监测网设计的准则等问题作了比较系统的介绍。对于从事大气环境监测工作的技术人员和正在着手组织建设大气监测网的地方有一定的指导作用。

译 者 序

《空气质量监测网的设计》一书是加拿大多伦多大学环境研究院穆恩(R·E·Munn)博士所著的空气污染问题丛书之一。

本书根据近十年来国外大气环境监测技术研究的情况,对开阔地区和城区空气监测站的建站规范,空气监测网设计的准则等问题都作了比较系统的阐述。全书包括:历史的回顾;子站建设规范;监测网设计方法等五个主要部份,对从事大气环境监测工作的技术人员有一定的参考价值。对准备或正在着手组织建设大气监测网的地方更有一定的指导作用。本书也可作为环境保护工作人员业务参考书。

参加本书翻译工作的有李康敏、吴政奇、张岳星、林泽雄、李红郁等同志,甘海章同志负责全书译文校订,最后由广州市科技交流馆万保平同志负责总校订。

由于译校者水平有限,错漏之处欢迎指正。

1985年1月于广州

目 录

第一章	历史的回顾	(1)
第二章	空气质量监测规划的任务	(5)
一、	城市和工业区域空气质量监测规划的任务	(5)
二、	乡村和边远地区空气质量监测规划的任务	(7)
三、	统计设计方面的设想	(9)
第三章	空气质量的时、空变化	(11)
一、	空气质量时、空变化的基本情况	(11)
二、	时间变化	(12)
三、	空间变化	(14)
四、	相关分析	(15)
五、	频率分布、平均值和标准偏差	(19)
第四章	单一监测站的建站规范	(21)
一、	建设单一监测站的基本要求	(21)
二、	实际的设想	(22)
三、	仪器造成的采样变化率	(22)
四、	采样站附近的微气候环境	(24)
五、	空旷乡间建立空气质量监测站的规范	(29)
六、	城市空气质量监测站的建站规范	(37)
七、	预测的土地使用类型	(39)

第五章	几种较适用的监测网设计	(41)
一、	监测网设计的基本要求	(41)
二、	统计法	(42)
三、	模拟法	(71)
四、	使用统计和预测技术的综合方法	(90)
五、	满足复合目标的监测网设计	(94)
第六章	其他方面的讨论	(97)
一、	便携式和移动式监测系统	(97)
二、	遥 感	(99)
三、	有关健康的监测	(100)
四、	有关效果的监测 (非人体)	(103)
五、	气象范围的监测	(104)
六、	排放物的监测	(105)
七、	成本效率	(105)
八、	复合媒介的综合监测	(106)
第七章	城乡区域监测网设计的若干准则	(107)
一、	城乡区域监测网设计的基本要求	(107)
二、	CO 的监测	(107)
三、	SO ₂ 和颗粒物的监测	(111)
四、	与大气化学反应有关的污染物	(112)
五、	监测网密度的经验法则	(115)
六、	城市对照监测站	(122)
第八章	结论与建议	(123)

第一章 历史的回顾

建立空气质量监测网的设计准则是目前一个相当重要的课题，因为人们不断地意识到，减轻空气污染的效应是与监测活动紧密相关的。在通常情况下，人们只有对空气质量进行检测，并发现其质量已低于一定标准，才会着手进行污染控制，但选择采样点的最佳位置，常常要求有一个定性的判断。1976年Stern就指出：“近 期来，由于空气质量监测网的激增，因而对于在哪里监测，何时监测和监测什么都产生了疑问。”这正如其他环境学科的情形一样，成本和效益的问题变得日益重要了。

空气污染监测方案从上个世纪开始进行，1937—1939年才在英国的莱斯特市进行了第一次较大范围的测定（Meetham, 1945）。当时在莱斯特市展开了十五个采样点的监测活动。那时已认识到选择有代表性的监测点的重要性，莱斯特报告有这样的论述：“选择采样点要格外慎重，应把测量仪器尽量放在均匀划分的区域的中心位置。”在划分地区的时候，要根据周围环境的不同，是工业区、商业区、居住区，或是空旷的乡村，还是森林地带来考虑。在许多空气质量监测方案中，这一划分方法至今仍继续使用。

莱斯特报告在区分下述两类区域时表达了相当明确的概念。这两类区域是：（1）对监测点所测的浓度产生重大影响（这个区域随风向的变化而每天变化）；（2）

监测点具有代表性的区域（这个区域天天变化）。控制一个大区中均匀分布的小污染源，后类区域的可能性比前类区域大；而强的点源起主要作用时，则后类区域可能性比前类区域小。不过莱斯特报告未对这些概念作定量的阐述。

二十世纪五十年代开始，在全世界许多大城市建立了城市空气质量监测网。起初，监测规模是比较小的，后来，不论是监测点的密度，还是受监测的污染物的种类都不断地增加。现在，有些监测网不但要上千万元的投资进行实测工作，还要有受过专业训练的技术人员使用计算机来分析、解释监测结果。复杂程度的提高造成费用的增加，也提高了人们对监测网设计这个课题的兴趣。首先进行这种研究的有英国（Clifton 等人，1959）和美国（Keagy 等人，1961；Stalker 和 Dickerson, 1961, 1962；Stalker 等人，1962）。这些研究者试图回答这样的问题：为了估算城市各种污染物的平均浓度，需要多少采样点和多少采样时间？在其后十年，这方面没有更多的研究，直到七十年代初期，为了探讨空气质量的趋势和验证预报扩散模式，人们对监测网密度和选点等问题才又日益重视起来。

此外，关于如何正确选择监测点的问题，在六十年代中期，空气污染控制协会的气象委员会试图制订某些准则。然而经过两年多的讨论，委员会认为这些准则可能会引起误解而放弃了这项工作，唯一的结果是出版了一篇论及当时采样点和设计连续空气监测站的实践的论文（Yamada, 1970），文中附有 Charlson (1969) 的有关评论。

六十年代后期，世界气象组织（WMO）决定为研究下述受关注的课题，并建立区域性的和基准的空气化学监测

点。这些课题是：（1）微量物质，特别是 CO_2 和颗粒物对地球气候的影响；（2）在远离污染源五百公里以外的地区，酸雨对湖泊和土壤的影响。准备把这些监测点设在远离局部强的污染源的乡村。经过一系列的工作组会议和专家会议之后，编出了一本操作手册（WMO, 1974），并开始执行一个监测方案（de Koning和Köhler, 1978）。

随后，WMO开始关心其他城市以外的污染问题：（1）城市下风向有时出现高的氧化剂和硫酸盐浓度；（2）在边远地区的土地，重金属和农药（浓度）不断增加，这可能是风造成的转移；（3）农药和除草剂的施放使乡村、森林局部地方这些物质的浓度太高。根据这些情况，WMO在1976年决定扩大它的监测规划，把对生物及其它方面应用地带扩展项目的监测点也纳入扩大的规划。关于WMO方案，将在第四章的4、5节中给予更详细的论述。

七十年代初期，世界卫生组织（WHO）决定在城市和工业区域进行一项空气污染监测联合方案（de Koning和Köhler, 1978）。1973年至1975年，有十四个国家参加了这一项试验研究（WHO, 1976），取得了统一的测定方法，后来出版了关于悬浮颗粒物（SPM）、 SO_2 、 CO 、 NO_2 和悬浮颗粒物中铅含量的操作手册（WHO, 1977）。1977年又发表了进一步的报告（WHO, 1977），这个报告包括在城市和工业区域设点，估算所需采样点数目的一般性准则。这个报告为污染控制部门提供了有用的意见，也是一份值得推荐的读物。其他新近出版的书刊也可以证明，人们对这个领域的兴趣不断增长：如Noll和Miller（1977），Peny和Young（1977）的著作，Bryan（1976），Gruper

和Tutye (1976) 的文章等。

空气质量监测系统的设计包括测定方法、标定步骤、质量控制、数据贮存与检索等课题。当然，在这方面已有不少综合性的刊物和工作文件可以使用（例如：WMO, 1974; WHO, 1976; Stern, 1976等）。因此，本书只论述选点标准（第四章）和监测网密度（第五章）的问题，即使在研究监测网设计准则这个有限的领域里，也涉及到各种不同的学科知识，例如：流行病学、化学、气象学、植物生理学和工程学等，也都能在许多不同的杂志里找到有关的资料。我们在准备编写这篇专论的期间，也查找了数百条论证。然而，奇怪的是，几乎找不到阐明它们互相之间的考证，研究者似乎不知道还有其他的研究（或者说，觉得不值得提起！）。因此，我们认为有必要将这些资料综合起来，并略述其主要的研究以补空缺。这就是本专论的任务。

第二章 空气质量监测规划的任务

一、城市和工业区域空气质量监测规划的任务

设计监测系统需要考虑的最重要的问题就是规划的任务。国际标准化组织认为，设计准则“仅对承担相同任务的空气质量监测系统才有可能建立”（IOS, 1975）。但遗憾的是，空气质量数据都被用作其他目的，超出了系统设计部门原来的意图。事实上，监测数据一旦进入公共领域，这种情况是难以避免的。

城市空气质量监测规划有如下七个主要任务。

（一）进行常规控制（监督性监测）

在制订空气质量标准的地方，管理部门和市民组织需要得到规章中规定的物质浓度的情报，这种情报可以从监测网那里得到，而监测网普遍被认为能代表城市情况。有时，监测网的设计和采样点设置的标准都在条例或地方法中有所规定。

（二）测定污染现状和趋势（探索性监测）

为了下列相互关联的原因，可以建立监测网，用以监测污染现状和趋势。

1. 决定是否需要进行常规控制;

2. 作为一种牵制性策略, 推迟因政治原因难以制订的控制排放决策;

3. 促进公共关系。通过提供一城市中不同区, 甚至不同城市的空气质量对比, 使市民知道他们呼吸的空气没有过分污染而感到放心;

4. 连续观察, 监测发展趋势, 提供早期报警系统, 对不采取控制措施则空气质量标准就有被突破的危险情况, 及时发出警告。

(三) 进行短期(1—15天)的预报

为了研究、验证和应用预测污染事件的数学模式, 也需要进行监测, 但研究、验证教学模式与应用数学模式所要求的数据可能是不同的。

(四) 模拟各种土地利用对于空气质量的影响

为了研究和验证复合源的空气污染模式, 用以预告各种气候周期的浓度分布, 需要进行监测。这种数学模式是准备为工业、运输业和发电厂等各种土地利用方案使用的。正如任务三指出的那样, 研究、验证数学模式与应用数学模式所用的数据可能是不同的。

(五) 研究剂量响应关系

剂量响应的研究需要各种空气质量数据与这些影响相互联系;

1. 健康影响(流行病学研究);

2. 作物影响;

3. 原料的污染, 金属的腐蚀, 对表面涂层、橡胶、尼龙等的损坏;

4. 经济效益(财产价值的降低等)。对于每一种情况,重要的应是接受物附近的空气质量,而不是一个城市的一般污染水平。因此,需要研究污染事件的极端值和长时间的平均值。

(六) 为大范围的、跨学科的城市模式提供有关空气质量的数据

有时需要为一个“大”的城市模式提供一些相对小的空气污染数据。模式的其他成份包括运输、能量生产力、给水、垃圾处理和社会经济因素。有些情况,只要求一个单项的数据,甚至容许一年一个数据(与模式其他成份资料反映的深度相配合),代表一个城市的平均空气质量。

(七) 研究污染对城市气候的影响

空气污染物进入一个城市上空的气柱,就改变了辐射平衡,因而对垂直的稳定度,风场、颗粒物及气态污染物的扩散都产生影响。

二、乡村和边远地区空气质量 监测规划的任务

乡村和边远区域监测的任务与城市监测的任务没有什么不同,只是较少考虑控制方面的问题。可分为如下五点。

(一) 对局部和全球气候进行研究和模拟

悬浮颗粒物和各种气态物质(特别是水蒸汽、 CO_2 和氟氯甲烷),对大气辐射平衡有影响,会同时也影响局部和

全球的气候。描绘长期的气候倾向是非常重要的。

（二）记录和模拟污染物跨越国界和其他辖界的运动

在许多情形下，有必要估计空气污染物跨越国界的长距离迁移。最值得注意的例子就是西欧经济合作与发展组织（OECD）的研究（Ottar, 1978）。

（三）研究剂量响应关系，特别是关于酸雨和局部氧化剂污染事件的情况

一些国家正在开展缓冲较差的淡水湖对酸雨的响应的研究。同时，也密切注视着有时在污染源下风的几百公里的地地区出现氧化剂对作物的损坏和硫酸盐造成的能见度的降低。在这些情况下，需要有一个与生态影响规划相协调的大气监测系统。

（四）用乡村空气质量监测补充城市空气质量的研究

基于下述原因，这种补充是需要的：

1. 当验证污染模式时，从测得的城市浓度减去本底负载；
2. 把排放变化与气候变化造成的长期影响区分开，以色列（1977）强调将城市参考点与乡村参考点“配对”研究；
3. 在公共关系方面，给市民提供城乡空气质量的比较。

（五）研究和模拟局部与全球的微量物质生物

地球化学循环

近年来，人们对于地球周围微量物质的运动，包括通过生物圈的途径感到兴趣。生物化学循环总是存在的，但人类活动正在干扰这些循环，有时使某些物质在远离污染源的地

方累积。例如，经过较长时期之后，农药和重金属的浓度可能在遥远的湖泊和冰川累积。要特别注意的是碳、硫和氮的循环，在这三种情形下，人类的干预总可能有一天会对气候（由于 CO_2 排放量的增加），雨水的酸度（由于硫排放量的增加），皮肤癌发病率（由于破坏了平流层的 O_3 层，造成紫外辐射的增加，这在一定程度上与氮和氟氯甲烷的循环有关）等产生深远的影响。

三、统计设计方面的设想

人们总不能完整地对环境进行采样，因此就需要估计所容许的不完整程度，用来考虑使用者提出的设计要求。这些要求可以用几种方式来表达，也可以用几种不同的方法优选合适的监测网。对于在指定的区域里浓度随时间、空间变化的特定污染物，设计监测网时必须考虑下列准则：

1. 区域的平均值用各段的平均时间按给定的精确度进行估计；

2. 一个区域内（例如，在一定的网格范围内）违反空气质量标准事件的不可检测的可能性比给定的可能性要小；

3. 在固定的网格范围内，各点的浓度可由实际监测点测得值用内插值法求得，但其均方根插入误差值必须精确到不超过设计值；

4. 对现有的监测网，采样点的位置要适当调整，使之比同样规模的其他设计更好。这里，“更好”二字就是在某种意义上符合上述 1、2 或 3 点的要求；

5. 对现有的监测网, 若增加监测点, 其位置要用合适的方法优选;

6. 对现有的监测网, 若删去一个监测点应使监测规划受到的影响最小;

7. 如在 Y 年时间内, 能以95%的置信水平探测到的区域平均浓度的变化 $X\%$, 则监测网密度视为合适。当然, 也可考虑其他的标准。对上述各种情况, 不应忽视这样的可能性, 即不同污染物的最佳监测网的设计是不同的, 并且随季节而变化。

综上所述, 一个空气质量监测网的设计, 首要的一步就是要确定监测规划的目的, 决定方案的性质, 以及估计允许误差的大小。系统若有多项任务, 则有时只有选出用于单项任务的最佳子监测网方案后, 才能对系统作为整体进行优选。