

上海市环境空气质量监测体系规划设计

徐捷, 段玉森, 黄嫣旻, 潘骏, 魏海萍, 高松
(上海市环境监测中心, 上海 200030)

摘要: 简述了上海市环境空气质量监测的历史和现状, 指出了环境空气质量监测发展需求, 构建了上海市空气质量监测系统规划框架; 提出应构建上海市环境综合信息和公共数据平台, 建设发展地基遥感探空、空基和天基遥感反演技术, 建立长三角区域大气复合污染监测体系。

关键词: 空气质量; 监测体系; 发展规划; 上海

中图分类号: X831 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2009)01-0005-03

Planning and Design for Ambient Air Quality Monitoring System in Shanghai

XU Jie, DUAN Yu-sen, HUANG Yan-min, PAN Jun, Wei Hai-ping, GAO Song
(Shanghai Environmental Monitoring Center, Shanghai 200030, China)

Abstract: The current situation and development planning were described for the ambient air quality monitoring system in Shanghai. It put emphasis on the establishment of a Shanghai air quality monitoring system planning framework to meet the needs ambient air quality monitoring development. It proposed to set up a platform of Shanghai environmental comprehensive information and public IT data. It was to develop inversion techniques of ground-based remote sensing and radiosonde observation, air-based and space-based remote sensing for the establishment of atmospheric complex pollution monitoring system in the Yangtze River Delta.

Key words: Air quality; Monitoring system; Development and planning; Shanghai

1 上海市环境空气监测的历史与现状

上海市环境空气质量监测体系建设始于 20 世纪 80 年代, 由 5 个自动监测子站和 2 个手工监测子站组成国控空气质量监测网。随着城市建设规模扩大、污染源空间分布演变及监测技术的发展, 目前已形成 45 个自动监测站点并网运行格局。监

测项目在最初 SO₂、NO_x、CO 的基础上, 增加了 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 指标。上海市空气质量自动监测网运行 20 余年来, 在大气污染控制工作中发挥了重要作用, 为政府决策和评估空气污染治理措施的效果提供了重要科学依据。上海市环境空气质量自动监测体系的发展过程见表 1。

表 1 上海市环境空气质量自动监测发展情况

| 年份 | 自动监测站 | | 手工监测站 | |
|---------------|------------------|--|------------------|---|
| | 子站数 <i>n</i> / 个 | 监测项目 | 子站数 <i>n</i> / 个 | 监测项目 |
| 20 世纪 80 年代 | 5 | TSP、SO ₂ 、NO _x | 2 | TSP/Pb、SO ₂ 、NO _x 、酸雨、SO ₄ ²⁻ 、F ⁻ |
| 20 世纪 90 年代 | 14 | PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO _x | | |
| 2000 年—2005 年 | 24 | PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO _x 、CO、O ₃ | 23 | TSP/Pb、酸雨、SO ₄ ²⁻ 、F ⁻ |
| 2006 年—2008 年 | 45 | PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO _x 、CO、O ₃ 、PM _{2.5} 、VOCs | | |

由表 1 可见, 45 个站点中 43 个为评价点, 2 个对照点, 分为国控点、市控点和区控点 3 个层次, 功能上涵盖区域清洁对照、污染趋势观察、文教居住

收稿日期: 2008-10-23; 修订日期: 2008-11-25
作者简介: 徐捷 (1974—), 女, 上海人, 工程师, 学士, 从事环境空气监测工作。

区监测、工业区监测等,遍布全市的各区、县,基本实现了对区域环境空气质量的全覆盖和实时监测。上海环境空气质量自动监测站点分布见图 1。

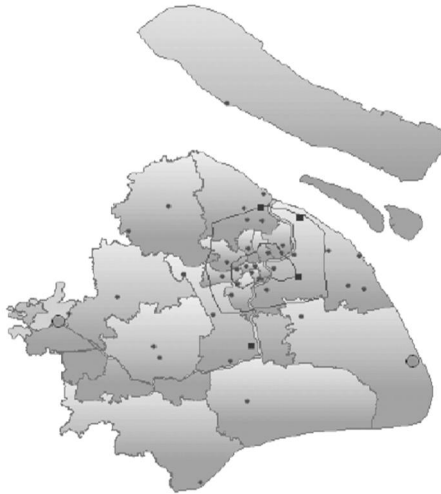


图 1 上海环境空气质量自动监测站点分布

2 环境空气质量监测发展需求

2.1 针对空气污染类型转变的发展需求

近年来城郊卫星城建设进程加快,相应建成区面积及人口密度在不断加大,随着产业结构调整及扬尘等一次污染治理措施的实施,空气污染类型正逐步由一次污染主导向一次污染和以(超)细颗粒及臭氧光化学污染等为特征的二次污染并存的形式转变。空气污染的区域均一化特征日益明显,并由单一型局地污染向复合型区域污染转变^[1]。

空气 VOCs 及有毒有害物质、机动车尾气及光化学烟雾污染等新问题的出现,对监测网络的纵深发展提出了更高要求^[2]。因此,需在现有基础上对全市环境空气质量监测网优化完善,增加灰霾、VOCs 及有毒有害等物质的监测,发展建设交通监测网、光化学监测网等专用监测网络。

2.2 满足环境空气质量监测技术发展的需求

借鉴发达国家大气环境监测科学、技术与监测重点及我国珠江三角地区的环境空气监测经验,未来环境空气质量监测呈现如下趋势:由通用常规因子监测向专业化非常规因子监测网络发展;研究和开发 VOCs 在线监测技术,针对光化学烟雾等二次污染问题,开展前体物 VOCs 连续自动监测;研究和开发气体-气溶胶在线监测技术,包括 HCl、HNO₂、HNO₃、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NO₂⁻、NH₄⁺等;开展细

颗粒及超细颗粒的粒径和组分监测,配合辐射、湿度、能见度等气象参数进行灰霾等复合型空气污染监测;由小尺度城市环境空气质量监测网向大尺度区域性环境空气质量监测网络发展;由地面空气质量监测向高空垂直及遥感监测技术发展。

3 上海市空气质量监测系统规划框架

3.1 规划目标

全面提升环境空气质量监测能力和水平,构建国内一流、国际先进的环境空气质量预警监测体系。

3.2 规划原则

(1) 兼顾近期和中长期环境管理的需求,具有前瞻性;(2) 体现监测技术指标的系统性和完整性;(3) 体现监测技术的先进性和可行性。

3.3 系统组成

为进一步提升监测与科研水平,更好地为环境管理决策服务,拟开展上海市环境空气质量监测能力建设中长期规划(2015年—2020年)。结合能力建设及上海市地方环境管理的需求,初步设计的上海市环境空气质量监测网络系统是一个既包括常规因子监测网(包含国控点及市控点),又涵盖交通污染监测网、光化学监测网、全因子站(超级站)及(超)细颗粒加强站等专用网的“1+6”网络体系,见图 2。

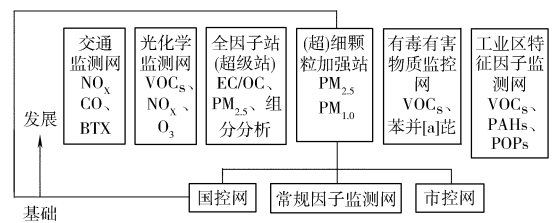


图 2 上海市环境空气质量监测系统发展规划结构

各子监测网间功能既相对独立又交互兼容,以便于节约监测成本。例如,交通监测网同时可作为光化学前体物监测点;光化学监测网中的 VOCs 监测可作为有毒、有害物质监测点;(超)细颗粒加强站同时可作为区域灰霾监测点;工业区特征因子监测网同时可作为光化学前体物监测点;全因子站同时可作为其他子网的兼用站点。

3.4 重点工作

3.4.1 优化完善环境空气质量常规监测网络

随着城市建设高速发展,建成区面积迅速扩

展,城市人口稳步增加,特别是近年郊区卫星城镇发展非常迅速,国控点集中于中心城区已不能满足环境管理需要。因此,必须优化调整网络结构以完善其空间代表性,适应上海市城市建设发展规划需求。全市初步规划在现有自动监测站点的基础上,适当调整、增加或撤销国控点位。

近年来,上海市的酸雨频率逐年上升,酸雨的 pH 值不断下降,降水中硝酸根的比例也逐步上升^[3]。为此,有必要加强对酸雨的监测力度,完善全市酸沉降监测网络。规划更新酸雨监测点和酸雨自动采样器,并尝试酸雨成分分析自动化。

3.4.2 建设交通监测子系统

随着上海市机动车保有量的迅速增加,导致机动车尾气排放增加,交通污染日益严重,存在光化学污染潜在威胁。而目前尚未建立针对交通道路机动车尾气排放污染的固定监测站,仅每年在主要交通路口实施流动监测,存在监测频率低,获取数据量少,时间代表性不足等问题,无法实施对道路交通污染物的连续监控,无法全面反映交通源对环境空气质量的影响。规划拟分期在上海市典型交通道路新建约 10 个空气自动监测路边站,初步建立交通监测网并与移动式自动监测车组成交通干线空气自动监测网络。重点监测项目为 NO_x 、 PM_{10} 、CO、苯系物或 THC 及气象参数。

3.4.3 建设光化学监测子系统

光化学监测网的建设可借鉴美国 EPA PAMS 方法,试点阶段选择包含上风向背景点、高密度人口区代表性点位及下风向最大浓度点的初步的臭氧监测子系统。规划拟在现有监测网的站点中选择适当的点位,增加挥发性有机物 (VOCs)、参与光化学反应的含氮氧化物 (NO_y)、太阳辐射、含氧挥发性有机物 (OVOCs) 的监测,完善光化学监测子系统。

3.4.4 建立有毒、有害物质,工业区特征因子监测子系统

为研究工业区有毒有害污染物对人体健康的影响,监控工业区特征因子的排放,需建立有毒、有害物质,工业区特征因子等专业监测站点。如在钢铁工业区、化工区、电子产业园区等建立监测站点。

钢铁工业区监测站点重点关注颗粒物污染,增加 $\text{PM}_{2.5}$ 、重金属、颗粒物粒径谱、颗粒物动力学粒径、颗粒物生物毒性及 VOCs 等项目的监测。化工区监测站点重点关注有毒有害污染,增加 POPs、HAP、苯并 (a) 芘、Hg、 $\text{PM}_{2.5}$ 、VOCs、EC/OC、颗粒物

生物毒性及光氧化活性自由基等项目的监测。

3.4.5 建设超细颗粒加强站和全因子超级站

针对目前上海市细颗粒等复合污染较严重的状况,规划设计在城市中心区域、远郊清洁对照点和城市最高浓度点初步建立二三个超细颗粒加强站。监测项目包含 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、湿度、能见度,并对颗粒物粒径和颗粒物组分及来源分析^[4]。

此外,为提高空气质量日报和预报的准确度,摸清空气污染垂直分布和变化规律,需要设置高空污染垂直监测和特征污染物监测站并配置相应的自动监测仪器设备,开展对高空污染和特征污染物的监测。监测因子包括: H_2O_2 、 HNO_3 、VOCs、太阳辐射、EC/OC、 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 、颗粒物粒径分布、组分分析、羰基化合物、逆温层及风廓线等^[5]。

3.4.6 软件建设

如何将数以万计的数据转化成有用的信息,提高污染预测、预报、预警准确率,评估污染治理的效果,提高政府管理和决策的科学性也是亟待解决的问题。因此,除了硬件建设外,相关的软件建设也极为重要。

建立从污染源、环境质量到污染预测、预报、预警、环境信息发布为一体的环境监测信息化平台,不断改进和提高数据采集、数据传输、数据审核与数据综合分析手段,规划采用数值、统计模式与概念模型相结合的方法,建立一个包含空气质量多模式集成预报系统,提高空气质量预测、预报质量,评估污染减排措施的效果。

4 对环境空气监测能力建设远期规划的建议

4.1 上海市环境综合信息和公共数据平台建设

针对复合型污染物和有毒、有害污染物,为充分、合理利用上海的大气环境监测科研资源,发挥整体优势,有必要搭建具备相应监测能力和侧重不同研究领域的高校、科研机构、工业区单位参加的合作监测网络,确定合作机制,运用网络传输、数据库、地理信息系统 (GIS) 等计算机技术建立环境监测数据共享平台^[5]。

4.2 发展地基遥感探空、空基和天基遥感反演技术

未来的环境监测系统将由平面式监测向立体式监测发展,除地面站点监测外,还将发展地基遥感探空、空基和天基遥感反演技术。

(下转第 35 页)

表 1 精密度与加标回收试验结果

| 指标 | 贾第鞭毛虫孢囊 | | | | | 隐孢子虫卵囊 | | | | |
|-------------|---------|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| 镜检计数 n /个 | 31 | 37 | 40 | 39 | 45 | 36 | 42 | 35 | 43 | 41 |
| 平均回收率 /% | 38.8 | | | | | 40.2 | | | | |
| RSD /% | 13.0 | | | | | 9.0 | | | | |

2.3 实际样品测定

用该方法于 2008 年 5 月—7 月对南方某市 3 家自来水厂和 2 家污水处理厂水中“两虫”污染状况作调查,自来水厂的水源水和出厂水均采用现场过滤方式,污水厂出水为采样抽滤,样品测定结果见表 2。

表 2 实际样品测定结果

| 样品 | 水样 体积 V/L | 浊度 /NTU | 余氯 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 贾第鞭毛 虫孢囊 / ($\text{个} \cdot 10\text{L}^{-1}$) | 隐孢子虫 卵囊 / ($\text{个} \cdot 10\text{L}^{-1}$) |
|--------|-----------------|------------|---|---|--|
| A 厂水源水 | 20 | 20.6 | <0.01 | — | — |
| A 厂出厂水 | 100 | 0.230 | 0.70 | — | — |
| B 厂水源水 | 20 | 15.3 | <0.01 | — | — |
| B 厂出厂水 | 100 | 0.190 | 0.80 | — | — |
| C 厂水源水 | 20 | 18.1 | <0.01 | — | — |
| C 厂出厂水 | 100 | 0.200 | 0.75 | — | — |
| 1# 污水厂 | 10 | 7.52 | 0.15 | 9 | 8 |
| 2# 污水厂 | 10 | 4.65 | <0.01 | 2 | 4 |

(上接第 7 页)

在长三角区域构建由 EOS - MODIS, Landsat/ETM+, 车载 DOAS^[6]、气象卫星及航空遥感、地基遥感监测(如太阳辐射计、气溶胶雷达、风廓线仪等)多平台、多时空及高光谱分辨率遥感资料所组成的遥感信息平台。这对掌握污染物时空分布规律、跟踪污染物在边界层内的迁移输送、反映污染物分布与化学动力学扩散迁移具有相当的优势,可协助突发性污染事故的跟踪监测。

4.3 建立长三角区域大气复合污染监测体系

上海市空气污染类型正由单一型局地性污染向复合型区域性污染转变,长江三角洲地区城市密集,又常处于同一天气条件下,空气污染变化具有很强的同步性。目前,珠江三角地区已建立区域环境空气质量监测体系,建议在条件成熟时建立长三角区域监测网络,包括城市空气监测子站、区域空

3 结语

采用滤囊过滤、振荡洗脱、离心浓缩、免疫磁珠分离、荧光染色和微分干涉相衬镜检计数等方法,检测水体中贾第鞭毛虫孢囊和隐孢子虫卵囊,精度与加标回收率均符合要求,可用于城市水环境中“两虫”污染状况调查。

[参考文献]

- [1] ALEXANDER A. Disinfection of cryptosporidium parvum with polychromatic UV light[J]. Journal AWWA, 2001, 93(6): 95 - 109.
- [2] 宗祖胜, 胡洪营, 卢益新. 隐孢子虫和贾第鞭毛虫的成套分析方法介绍[J]. 给水排水, 2005, 31(6): 8 - 11.
- [3] EPA-821-r-99-006, Method 1623, Cryptosporidium and giardia in water by filtration/MS/FA[S].
- [4] DEERE D. Evaluation of fluorochromes for flow cytometric detection of cryptosporidium parvum oocysts labelled by fluorescent in situ hybridization[J]. Lett Appl Microbiol, 1998(27): 352 - 356.
- [5] MACKENZIE W R. Massive outbreak of waterborne cryptosporidium infection in milwaukee Wisconsin: recurrence of illness and risk of secondary transmission[J]. Clinical Infection Disease, 1995(21): 57 - 62.
- [6] 宋宏, 钟赛贤, 余淑苑, 等. 饮用水中肠贾第鞭毛虫和隐孢子虫卫生标准的研究[J]. 环境与健康杂志, 2004, 21(6): 417.
- [7] 孙媛媛. 荧光光谱法在环境监测中的应用[J]. 环境监测管理和技术, 2000, 12(3): 12 - 16.

气监测子站、超级站、移动监测子站、数据中心和质控中心,具有对当地污染深入监测分析的功能,以及对污染物时空分布的跟踪监测功能。

[参考文献]

- [1] 陈明华. 上海市环境空气质量改善措施研究[J]. 上海建设科技, 2006, (3): 31 - 32.
- [2] 唐雅萍, 陈宝琳, 张丹宁. 构建南京市现代环境监测体系的思考[J]. 环境监测管理和技术, 2008, 20(3): 6 - 8.
- [3] 郑晓红. 上海市酸雨污染状况及成因分析[J]. 仪器仪表与分析监测, 2007, (1): 63 - 64.
- [4] 赵金平. 广州市灰霾期间大气颗粒物中无机元素的质量浓度[J]. 环境化学, 2008, 27(3): 324 - 325.
- [5] 陈建江. 对我国环境自动监测发展的思考[J]. 环境监测管理和技术, 2007, 19(1): 1 - 3.
- [6] 杜晓勇. 车载激光雷达探测低层大气中的 NO_2 [J]. 大气与环境光学报, 2006, 1(2): 99 - 100.

本栏目责任编辑 陈宝琳