

· 管理与改革 ·

## 广州市天地空一体化环境空气质量监测网络的建设

曾燕君 梁桂雄 刘叶新 董天明 琚鸿

(广州市环境监测中心站, 广东 广州 510030)

**摘要:** 简述了原有广州市环境空气自动监测网络情况, 通过对环境空气自动监测网络的集成优化, 增设站点、扩展监测项目和引入新技术, 建立了一个“金字塔形”的集天地空一体化的环境空气监测网络, 弥补了原有监测网络在反映环境空气质量总体水平、污染来源解析、预报预警所需的环境质量信息、对环境空气质量的评估等方面的不足, 该网络已成功应用于广州亚运会的空气质量保障。

**关键词:** 天地空一体化; 环境空气监测网络; 集成优化; 广州市

中图分类号: X502 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2012)05-0001-04

## Development of Guangzhou a Three-dimensional Ambient Air Monitoring Network

ZENG Yan-jun, LIANG Gui-xiong, LIU Ye-xin, DONG Tian-ming, JU Hong

(Guangzhou Environmental Monitoring Center, Guangzhou, Guangdong 510030, China)

**Abstract:** The original automatic monitoring network of ambient air quality in Guangzhou is introduced. The integration and modification of monitoring techniques had been performed in Guangzhou Environmental Monitoring Center to improve the ambient air quality monitoring network. A three-dimensional and pyramid ambient air monitoring network had been set up by adding new ambient air monitoring station, expanding the monitoring items and using new monitoring techniques. Make up the original monitoring network in reflect the environmental air quality general level, pollution source analysis, forecast warning the environment quality information, to the environmental air quality assessment of the deficiency. This network has been successfully applied to the Guangzhou Asian games for air quality guarantee.

**Key words:** Ground-and-air integration; Ambient air quality monitoring network; Integration and modification; Guangzhou

我国经30年的经济快速发展,京津冀、长三角、珠三角等城市群地区大气污染问题已日益突出,光化学污染、细粒子污染和酸雨已经成为特大城市及区域城市群面临的严重大气环境问题。珠江三角洲历年环境空气质量监测数据和某些项目的研究结果表明,快速的城市化发展导致大量污染物集中释放到大气中,多种污染物均以高浓度同时存在,并发生复杂的相互作用,在污染现象上表现为大气氧化性增强,大气能见度显著下降和环境恶化趋势向整个区域蔓延;大气复合污染的特征表现为同时出现高浓度 $O_3$ 和细颗粒物 $PM_{2.5}$ <sup>[1]</sup>。

广州市位于珠三角北缘,空气污染呈现明显的

复合型、区域性特征<sup>[2]</sup>,传统的煤烟型污染物( $SO_2$ 、 $PM_{10}$ )与机动车尾气型污染物( $NO_x$ )同时以较高浓度存在,由此引起臭氧( $O_3$ )和细粒子( $PM_{2.5}$ )等复杂的二次污染。空气污染的复合性和区域性污染特征,传统的以煤烟型污染指标为主的空气质量监测网络,已无法反映日益严重的大气复合污染现状,由此引起了大气氧化性增强、大气能见度降低、灰霾频繁出现等问题。吴兑等<sup>[3]</sup>研究成果也表明,广州地区气溶胶的污染,主要是细粒

收稿日期:2012-07-11;修订日期:2012-08-21

作者简介:曾燕君(1963—),女,广东广州人,高级工程师,学士,从事环境监测与管理工作。

子的污染,常规监测指标(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>)已不能完全反映环境空气质量变化特征和污染成因,加强网络建设是构建现代环境监测体系的保障<sup>[4]</sup>。

### 1 原有广州市环境空气自动监测网络情况

广州市环境空气质量自动监测网络由国控网和市控网组成。代表城市环境空气质量的 9 个国控点覆盖原城市建成区,但在“十一五”中期,广州城市建成区迅速扩大,对东部和东南部的环境空气质量带来了压力。2008 年广州市建成区面积超过 800 km<sup>2</sup>,但代表城市环境空气质量的 9 个国控点,有 4 个位于 54 km<sup>2</sup> 的老城区,城市中心区外围和新建区国控点位少,代表性不足。另外,广州市有 12 个区,2008 年市控空气质量自动监测点 8 个,只分布在番禺区、花都区、海珠区、萝岗区和南沙区,大部分区未设置空气自动监测点,因而无法全面反映城市空气质量的空况。

### 2 天地空一体化空气质量监测网络的集成与优化

为准确反映广州市空气环境质量状况,研究区域大气复合污染问题,需建立完善环境空气质量监测网络。同时 2010 年广州亚运会也提出了所有环境空气质量监测国控点和亚运会场馆监测点每天空气质量达到国家二级标准的目标<sup>[5]</sup>,对空气质量监测网络设计提出了更高的目标要求。

#### 2.1 地面监测网络集成优化

##### 2.1.1 空气自动监测国控点和市控点的完善

2008 年,广州城市建成区迅速扩大,城市向东、东南方向迅速发展,国控点的优化根据“十一五”广州市城市发展重点和行政区域的地理分布状况,拟在东部萝岗增设一国控点。采用数学模拟与统计为基础的扩充性综合技术方法,分析萝岗区空气质量状况,污染源清单包括工业源面源和点源、民用面源、机动车污染源,选用 ADMS - urban 大气扩散模型作为此次在萝岗区增设国控点的环境空气污染分布数学模拟模型。优化结果是在萝岗九龙镇区域增设一个国控点。

市控点网络设计,主要通过 2 类方法选取。一类是通过网格加密布点实测,优化布点研究选取,如花都区、萝岗区、番禺区、南沙区、天河区、增城市;第二类是通过专家技术论证,在建成区人口密度大和敏感区域中选取,如黄埔区、海珠区和从化市等。2008 年至 2011 年,环境空气质量自动监测

市控点由 8 个增加到 28 个。南沙区和萝岗区分别新增 5 个自动站,增城市新增 3 个,番禺区、天河区和从化市各新增 2 个,黄埔新增 1 个。自动监测点与广州市环境监测中心站(以下简称广州站)管理的国控点实行联网,实现数据共享。

##### 2.1.2 空气质量研究性专项监测点整合

2007 年底,在广州市内环路黄沙大道、中山一路整合了 2 个交通干线路边监测站(杨箕站和黄沙站),开展了交通道路对环境空气质量影响的专项监测,为空气质量预测预警来源分析提供依据。能够反映不同高度层机动车、不同道路与风向夹角下机动车排放对低层环境空气质量的影响,为空气质量预报预警提供及时的判断依据。

在广州站和九龙镇镇龙站点建立了 2 个灰霾监测点,在广州站站点建立温室气体监测站,研究城市中心和郊区细粒子污染特征、组分、来源及对环境质量的影响,并提供我国温室气体大气水平的第一手资料。

至 2011 年,广州市环境空气自动监测站点共 40 个,其中国控点 10 个(包括灰霾监测点和温室气体监测点)、市控网站点 28 个,路边站点 2 个,布点情况见图 1。

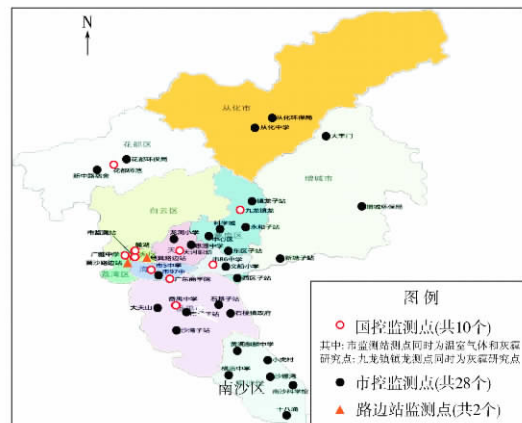


图 1 广州市空气自动监测站点示意

Fig. 1 Guangzhou sampling sites of ambient air automatic monitoring station

##### 2.1.3 监测项目的拓展

为实现环境空气质量保障,需要在常规污染物监测的基础上,建立用于补充现有环境质量监测能力的不足,能够支持快速进行污染来源解析的研究性监测项目,从而实现短时间内迅速判断污染来

源,及时采取污控措施。到2010年,广州站空气自动监测项目由原来的18项扩展到96项,增设项目内容涵盖颗粒物细粒子( $PM_{2.5}$ 和 $PM_1$ )质量浓度与粒径分布、挥发性有机物(VOCs)、能见度、有机碳/无机碳等监测指标。在满足常规污染监测的基础上,可进行大气复合污染的研究性监测,并引入了激光雷达、风廓线雷达、温廓线仪、云高仪、全自动太阳分光光度计和被动多轴差分吸收光谱等大气边界层监测技术和多源卫星遥感手段。

2009年在广州站和九龙镇镇龙2站点设立了灰霾研究实验室,在常规监测项目的基础上,增测了能见度、 $PM_{2.5}$ 和 $PM_1$ 、有机碳和元素碳、颗粒物光散射系数和颗粒物粒径谱分布等与灰霾成因紧密相关的项目。在所有国控点和路边点增加了对 $PM_{2.5}$ 的监测。2003年,广州市已在国控点开展 $O_3$ 监测,实现了 $O_3$ 浓度的全网实时监测。

## 2.2 空间监测技术的引入

全方位大气监测网络的完善和前瞻性监测项目的拓展,提高了广州站对广州市及周边地区大气污染的监测能力。然而,大气污染成因复杂,污染物在高空的垂直输送和长距离传输很难通过地面的观测全面洞悉,无法准确判断和科学预测环境形势,核定污染物排放总量和科学判断节能减排工作的成效。现实工作对现有的监测网络提出了更高的要求,即在地面观测的基础上引入高空观测的项目,弥补地面观测的不足,建立天地空一体化的监测网络。

### 2.2.1 卫星遥感监测技术

为了大尺度、立体化的反演广州及周边地区环境空气的质量,广州站建立了广州空气质量卫星遥感监测和空气污染条件预报系统。该系统能够建立基于多源卫星遥感数据库,包括MODIS(空间分辨率1 km,可满足区域尺度的大气污染遥感监测需求)、TM(空间分辨率30 m,可以满足城市尺度的大气污染遥感监测需求)以及我国的环境卫星HJ-1A/B(空间分辨率300 m)、SCIAMACHY(扫描成像大气吸收光谱仪)、OMI(臭氧观测仪)等。通过卫星遥感监测技术的运用,目前已能够逐日提供广州市和其他珠三角城市及周边地区等多种空间尺度的AOD、 $NO_2$ 、 $O_3$ 、 $SO_2$ 、 $PM_{10}$ 浓度的时空分布图,这些大区域的环境质量分布,为灰霾和光化学烟雾等大气污染事件的空间分布及其扩散、传播提供直观的图解。

### 2.2.2 大气边界层监测技术

为了研究大气污染物的机理和开展大气污染预报,广州站引入大气边界层技术,包括风廓线监测技术、温廓线监测技术、云高、混合层高度监测技术、大气气溶胶激光雷达监测技术,用于观测与研究城区、郊区大气边界层和大气污染物质的垂直结构的变化规律<sup>[6]</sup>,揭示城市大气边界层热力和动力结构参数对大气污染形成的影响机理,提高空气质量预报模式的预测精度。

## 2.3 环境空气质量监测综合示范站的建设

由于大气污染成因的复杂性,通过对个别项目的监测显然无法全面反映大气污染的真实情况,因此,需要在全方位监测网络和多元化污染物监测的基础上,建设监测项目齐全、监测能力强大的空气监测综合示范站(也称超级站<sup>[7]</sup>),以点带面的实现大气污染监测从污染浓度监测向污染全过程监测发展,从城市常规监测向区域尺度污染诊断监测发展。

为此,在完善国控点、市控点,不断增加各种专项监测和自动监测布点密度的基础上,在广州站建立了可开展全方位、立体化监测的综合示范监测站,除常规监测项目以外,重点开展研究性观测。

环境空气质量综合监测示范站开展的监测项目及主要监测仪器可分为五类。

(1) 常规的环境空气质量监测项目,包括 $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $PM_{10}$ 、 $NO_x$ 、 $NO$ 、 $CO$ 、 $O_3$ 等;

(2) 对能见度影响最大,可产生灰霾的颗粒物及其成分监测项目,包括大气细粒子 $PM_{2.5}$ 和 $PM_1$ 、颗粒物粒径分布和数浓度、颗粒物中的有机碳与无机碳(OC/EC)、颗粒物和大气成分的垂直分布、气溶胶光吸收系数和光散射系数、影响能见度的颗粒物水溶性化学组成等;

(3) 与光化学烟雾有关的 $O_3$ 前体物、气溶胶特征项目,包括总氮氧化物( $NO-NO_x$ )、过氧化氢( $H_2O_2$ )、挥发性有机物(VOCs)、氨气( $NH_3$ );

(4) 与温室效应相关的气体 and 颗粒物项目,包括二氧化碳( $CO_2$ )、甲烷( $CH_4$ )和黑炭(BC)等;

(5) 气象与大气边界层有关项目的监测,包括气象5参数、能见度、太阳辐射、降雨、云高、边界层高度、风温廓线等。

环境空气质量监测综合示范站主要的设备仪器包括风廓线雷达、温廓线仪、气溶胶激光雷达、云高仪、全自动太阳分光光度计、黑炭分析仪、有机物

(VOC) 分析仪、气溶胶及气体成分离子色谱在线分析仪等监测仪器设备。

#### 2.4 “金字塔形”空气质量监测网络

至2011年,广州市环境空气自动监测网络已得到全面优化,目前已建成了“金字塔形”的大气监测网络,见图2。

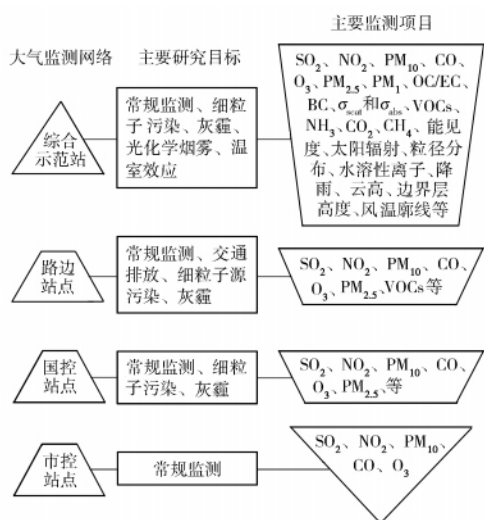


图2 广州市空气质量监测的“金字塔形”网络

Fig.2 Pyramid type network for Guangzhou air quality monitoring

在满足常规大气监测任务的基础上,充分挖掘现有监测网络在热点科学问题方面的研究潜力。其中28个市控监测点主要负责空气质量的常规监测;10个国控站点在完成常规监测的基础上,拓展了细粒子污染和大气灰霾方面的研究应用;2个路边站点的设立不仅完善了常规监测网络,促进了细粒子和灰霾方面的深入研究,更提升了对于交通源污染排放的研究能力;最后,建立了监测项目齐全、监测能力强大的天地空一体环境空气质量监测综合示范站,以全方位立体化的观测数据,极大地促进了在细粒子污染、灰霾、光化学烟雾和温室效应等前沿科学问题方面的研究实力。

#### 3 监测网络的管理模式

早期自动监测的管理模式是谁建谁管。随着环境监测工作的日益加重,这种管理模式已难以适应整个形势的发展<sup>[8]</sup>。目前广州市空气自动监测网络的运行机制分2种,国控点由市环境监测中心

站负责管理及运营维护;路边站点和市控点由各投资政府(市或各区县)的环保部门管理,负责质量监督、数据审核和发布,但站点运营维护则通过招标途径,由专业运营公司负责。后一种运行机制有利于调动监测人员的积极性,满足不断增长的自动监测工作的需求,是一种趋势。

#### 4 结语

广州站为应对我国特大城市复杂的大气复合污染问题而建立的天地空一体化的环境空气监测网络,弥补了原有监测网络在反映环境空气质量总体水平、污染来源解析、预报预警所需的环境质量信息、对环境空气质量的评估等方面的不足。

(1) 准确反映城市环境空气质量总体水平和变化趋势,同时也能全面反映各个区域的环境空气质量现状和趋势,监测站点的布设反映了城市建设发展的方向;

(2) 为环境空气质量预报预警提供详尽的环境质量、气象、卫星遥感等技术资料;

(3) 反映城市空气污染时空分布特征和污染源分布特点,起到对污染源的监视作用;

(4) 满足开展环境空气质量变化特征和污染源研究的需要,为环境空气污染来源解析提供准确和可靠的环境质量信息,为政府提出污染控制措施提供技术依据,并进行质量评估和验证。

#### [参考文献]

- [1] 贺克斌,杨复沫,段凤魁. 大气颗粒物与区域复合污染[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [2] 张振铎,钟流举,向运荣. 区域空气监测网络建设策略与实践[J]. 中国环境监测, 2005, 21(5): 6-8.
- [3] 吴兑,邓雪娇,毕雪岩,等. 细粒子污染形成灰霾天气导致广州地区能见度下降[J]. 热带气象学报, 2007, 23(1): 1-6.
- [4] 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]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(3): 6-8.
- [5] 王少毅,曾燕君,璐鸿,等. 广州市环境空气监测与预警体系在亚运会中的应用[J]. 广州环境科学, 2011, 26(2): 1-3.
- [6] 范绍佳,王安宇,樊琦,等. 珠江三角洲大气边界层特征及其概念模型[J]. 中国环境科学, 2006, 26(suppl.): 4-6.
- [7] 徐捷,段玉森,黄嫣旻,等. 上海市环境空气质量监测体系规划设计[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(1): 5-7.
- [8] 陈建江. 对我国环境自动监测发展的思考[J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(1): 1-3.