

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.33 No.1

# 广州环境科学

第33卷 第1期 (总第123期)



广州市环境科学学会 编印

1

2018

2018年6月30日出版  
准印证(粤A)L0160192  
内部资料·免费交流

## 《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主 编 罗家海

责任编辑 刘攸弘 陈 旻 辛东平

黄润潮 黄卓尔 琚 鸿

主管单位 广州市环境科学学会

编印单位 广州市环境科学学会

编辑出版 《广州环境科学》编辑部

地 址 广州市吉祥路 95 号

邮政编码 510030

电 话 (020) 83355374

E-mail: gzhjkx@126.com

印 刷 广州市丽彩印刷有限公司

厂准印证 (粤)新出印证字 4401003987 号

厂 址 广州市海珠区工业大道南

新业路 99 号之 10

电 话 (020) 62779811

刊 期 半年

发生对象 学会会员

印刷数量 700 份

准印证(粤A)L0160192

内部资料·免费交流

## 目 次

### 综述

广州开展第二次全国污染源普查工作的思考 ..... 邵李文 (1)

### 大气环境及污染防治

广州市空气重污染过程案例分析 ..... 邱晓暖, 梁桂雄, 张金谱, 等 (5)

秋季广州郊区大气 VOCs 污染特征 ..... 冯志诚, 周 炎 (10)

广州中心城区大气污染物“周末效应”分析 ..... 邱晓暖, 梁桂雄, 张金谱 (13)

某电力公司脱硝系统氨气输送管道伴热改造实例 ..... 张静雯 (17)

广州市轻型汽油车排放状况分析 ..... 李晓通, 何 杰 (21)

广州市营运车辆排放状况分析 ..... 甘广盛, 何明亮 (27)

### 环境管理与监理

广州市非道路移动机械管理现状和对策研究 ..... 叶子铭, 黄继章, 龚明睿, 等 (33)

### 环境检测与分析

广州市郊区农村土壤重金属含量监测与评价 ..... 林燕珍 (40)

钼酸铵分光光度法测定水质磷酸盐不确定度的评估 ..... 陈婉敏 (45)

### 环境评价

广州市“一江两岸三带”景观带建设中的环境保护和生态文明建设现状与对策 ..... 叶子铭, 张宝春, 解晨骥 (49)

### 环境法规

环保部门参与和推进环境民事公益诉讼机制研究 ..... 杨 今 (56)

### 动态信息与简讯

广州今年计划建成 5 座垃圾焚烧厂 ..... (4)

14 项措施打赢污染防治攻坚战 ..... (60)

### 封面摄影

落日余晖 ..... 张晋嘉

# 广州开展第二次全国污染源普查工作的思考

邵李文

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 本文对《广州市第二次全国污染源普查方案》中的五大内容、三个阶段进行了解读, 结合广州市实际情况, 对可能遇到的难点及解决方向进行了探讨, 并归纳出四大预期成果, 为广州即将开展的第二次全国污染源普查提供参考。

**关键词** 污染源普查 广州 大数据

## 1 引言

为摸清各类污染源基本情况, 了解污染源数量、结构和分布状况, 掌握国家、区域、流域、行业污染物产生、排放和处理情况, 国务院于2016年10月印发了《国务院关于开展第二次全国污染源普查的通知》, 正式拉开10年一次的全国污染源普查序幕。2017年12月4日, 广州市人民政府办公厅向相关部门印发了《广州市第二次全国污染源普查方案》, 全市区域内污染源普查工作随之全面铺开。

本次污染源普查的普查对象为全市各行政区域内有污染源的单位和个体经营户, 旨在全面掌握广州市11个行政区内各类污染源的数量、行业和地区分布, 主要污染物及其排放量、排放去向、污染治理设施运行状况、污染治理水平和治理费用等情况, 为污染治理和产业结构调整提供依据。整个普查方案包含了五大内容, 按时间可划分为三个阶段, 预计将取得四大成果。

## 2 污染源普查五大内容

广州市第二次全国污染源普查范围主要包括工业污染源、农业污染源、生活污染源、集中式污染

治理设施、移动源等五大内容。

### 2.1 工业污染源

本次普查的工业源对象为“产生废水污染物、废气污染物及固体废物的所有工业行业产业活动单位”。对比起第一次全国污染源普查的表述“主要普查《国民经济行业分类》第二产业中除建筑业(含4个行业)外39个行业中的工业污染源, 普查范围划分为重点普查范围(16个重点行业中规模以上企业)和一般普查范围(除重点普查范围以外的所有工业污染源), 分别做详细调查和简要调查”, 语言更精炼, 范围从“所有工业源”扩展为“所有工业行业产业活动单位”, 将一些进行工业行业活动的个人及家庭式作坊纳入了普查范围, 堵住了钻空子打擦边球逃避普查的漏洞。

例如广州拥有全国最大的布料市场, 下游纺织品制作、加工产业发达, 催生出大量加工小企业、小作坊, 其中不乏证照不全的个人及家庭式作坊, 隐匿于市郊、城中村等地区, 以出租屋为简易加工场从事生产活动, 此类工业活动单位的清查与入户恐怕会成为本次工业污染源普查的难点之一。

### 2.2 农业污染源

本次普查的农业源对象范围为种植业、畜禽养殖业、水产养殖业生产活动情况。对比第一次全国



污染源普查,增加了“秸秆产生、处置和资源化利用情况”和“化肥、农药和地膜使用情况”的内容,普查覆盖面变得更广。广州于2018年将全市划为“禁燃区”,秸秆等农林剩余物作为禁止直接燃用的生物质燃料之一,预计不会有太大的存量;化肥、农药及地膜的使用广州相较内陆大部分城市而言也相对较少,此次农业污染源普查的工作重点预计将依然是畜禽养殖业和水产养殖业。

### 2.3 生活污染源

本次普查的生活源对象范围为“除工业企业生产使用以外所有单位和居民生活使用的锅炉,行政区域内市政入河(海)排污口,以及城乡居民能源使用情况,生活污水产生、排放情况”,只对“锅炉”和“排污口”两方面进行普查,不再对发廊、旅馆、照片冲印、汽车保养等第三产业作逐一普查的硬性要求。作为生活污染源的主要群体,广州市的第三产业兴旺发达,数量庞大,但其排污能力却远低于工业污染源,这项改动相较于第一次全国污染源普查更具针对性。只针对排污设施展开普查,不打扰与污染无关的各类商户,这样既能令普查更高效开展,又能大幅节约基层参与普查的人力和时间成本,同时也体现了政府部门对企业登记审核及日常管理规范化程度的强大自信。

广州市地处南方水网地带,沟渠河涌纵横交织,各种排水管道更是交错复杂,要在短短几个月内全部查清是不具备可行性的,因此在排污口普查方面,尤其是入河排污口的普查工作过程中,普查部门应首先明确“排污口”的普查范围,切忌盲目铺开工作,要抓重点、抓典型,确保按期、按质、高效率地完成排污口普查工作。

### 2.4 集中式污染治理设施

本次普查的集中式污染治理设施对象范围为“集中处理处置生活垃圾、危险废物和污水的单位”,与第一次全国污染源普查范围基本一致。市内生活垃圾集中处理处置单位、危险废物集中处理处置单位和集中式污水处理单位均已纳入环保、水

务、城管等职能部门日常监管之中,这一部分普查工作相信将会顺利进行。

### 2.5 移动源

本次普查的移动源对象范围为“机动车和非道路移动源(飞机、船舶、铁路内燃机车和工程机械、农业机械等)”。值得注意的是,在第一次全国污染源普查中并没有将移动源单独作为一项列出,只在“生活源”部分中包含了一项“以市为单位的机动车排气污染情况”,这与近十年来迅速发展来的环境保护工作及市民对环境质量要求的改变有关。

2015年广州市环保局公布的广州市大气细颗粒物来源解析研究表明,机动车尾气源占比为21.7%,超过燃煤源(20.6%)和工业工艺源(11.5%),一跃成为影响空气质量的主因之一。本次普查中新增的移动源普查将对全市数量巨大、流动性强的道路移动源以及来源分散、格式多样的非道路移动源信息进行采集归纳,为未来开展关联分析,提升移动源污染物排放监管能力奠定基础,对未来环境保护工作发展有着重要的意义。

## 3 污染源普查三个阶段

本次普查主要分为三个阶段,分别为前期准备阶段、全面普查阶段和总结发布阶段。

### 3.1 前期准备阶段

首先需要成立各级普查机构,制定好普查方案,并落实好经费渠道。在此基础上,开展清查建库工作,同时组织普查人员进行培训。

建立强有力的组织机构,是普查工作顺利开展的保障。明确部门、人员职责,才能有利于各个职能部门的统一协作,有利于各项普查数据的上传下达,有利于相关污染源普查工作的全面同步开展。

在清查建库过程中,既要围绕国家和省市下达的、已有登记在册的清单名录,也要兼顾区后续摸查补充的清单,既要由上到下,也要自下而上。

在普查人员培训方面,须避免走过场式的材料

宣读讲课法，因为培训的目的不只是为了宣传普及，而是要落实到每一个人在培训过后都能够掌握相关的技能，能直接进行相关技术性工作，甚至能够给予其他未参加培训的人一定的技术指导。通过培训学习掌握普查的技能知识与技术要求，能有效减少普查工作中出现的差错，最大限度地减少返工，有效地提高普查各阶段的效率和成果质量。

### 3.2 全面普查阶段

主要开展入户调查与数据采集、数据审核、数据汇总工作，同时要开展质量核查与评估及建立数据库等相关工作。

在入户调查及数据采集、审核、汇总的环节，应结合地区实际情况，因地制宜地配备普查人员的工作量，充分考虑普查员和普查指导员在工作能力上、工作经验上、业务素质上和工作责任心上的特点，结合实际经验，开展针对性的技能培训，确保普查人员在思想认识、业务水平、工作责任心等各方面都能达到普查的技术要求，能胜任相应的普查工作。

在质量核查与评估环节，各普查机构应认真执行质量管理制度，建立健全普查责任体系，强化普查数据核查和质量评估力度，依法严惩普查违法行为，做好普查质量保证和质量管理工作。

### 3.3 总结发布阶段

总结发布阶段，主要为按要求总结发布普查成果，开展成果分析、验收与表彰等工作。根据《全国污染源普查条例》，广州市污染源普查公报将在通过广东省污染源普查领导小组办公室核准后发布。

## 4 污染源普查四大预期成果

本次污染源普查的开展，预计将取得以下四方面成果。

### 4.1 普查数据成果

第二次全国污染源普查的成果为一套污染源普查档案（包括全市污染源普查基础数据库、各区各

种污染源普查基本单位名录库）以及技术总结报告和工作总结报告。污染源普查档案包含全市排污工业企业、种植养殖业、锅炉、入河海排污口、集中式污染治理设施、机动车以及非道路移动源等存量信息，技术总结报告对区域环境质量影响因子及其排放源进行初步总结分析，工作总结报告对本次污染源普查全过程进行总结。

第二次全国污染源普查成果的总结发布，是整个普查工作进程的重点，也将是下阶段环保工作的起点，普查成果可用于提高环境监测工作水平、指导项目审批工作、科学实施污染治理和总量减排、建设生态环境大数据，也可为未来第三次全国污染源普查参考，为广州今后的环境保护工作提供有力支撑。

### 4.2 大数据的完善，后续开发利用的可拓性

在本次污染源普查过程中，需要调用工商、环保、水务、质监、城管等多部门数据，对每一个专项进行国部级、省厅级、市局级、区镇街级的数据整合排重；需要划分普查小区，以国家行政区划代码为基础编制全国统一的普查分区编码体系；需要融合高分影像图、矢量化地理信息和普查现场采集的信息，实现“普查结果一张图”的构建。在本次污染源普查结束完成后，还可以进一步开展区域大气和主要河流流域污染源情况及污染源空间分布现状分析。

摸清排放量仅是第二次全国污染源普查的最初级目标，通过汇总普查数据，实现环境影响因子数据资源的有机整合，将成为打破“信息孤岛”和“数据烟囱”的一大契机，有力地推动生态环境大数据的逐步完善。建立污染源普查数据库，绘制污染源地图，通过开发后续环境信息化应用将污染源普查数据融合到环境规划、产业准入审批、企业日常管理、预警预测、应急处置等各方面工作中，将大幅提升区域环境管理实力。

### 4.3 培养骨干人才，提升全民意识

普查过程中针对各专项开展的专业培训，将全面提升基层环保管理人员的综合素质和业务水平，

而全面普查的开展将是一块人才磨刀石，为基层环保管理部门将想干事、能干事、干成事、不出事的人才选拔出来。通过普查工作的宣传与实施，动员社会各界力量广泛参与污染源普查，可提高全民环境保护意识。

#### 4.4 部门长效协作机制的建立

第二次全国污染源普查的作用不应仅仅是设置一个 10 年数据的节点，同时也将成为创新污染源数据收集方式和渠道的契机。产业及技术发展水平具有周期性，企业的发展变化可通过部门之间信息更新的互动掌握，通过大数据筛选条件，针对不同污染物指标，形成动态审核更新机制，及时吸纳污染源信息的动态变化，实现行业发展和技术水平的动态更新，定期判断污染源发展的情况，将能有力支撑环境保护管理工作的发展。

若能把握时机升级数据统计管理机制，解决污染源数据动态更新等技术难题，建立污染源调查的长期跟踪管理机制，可为未来决策提供长期支持。

### 5 参考文献

[1] 张震, 赵银慧, 王军霞, 等. 对第二次全国污染源普查

的若干思考和建议[J]. 环境保护, 2017, 45 (7): 52-55.  
 [2] 白玉泽. 污染源普查成果在环境管理中的应用[J]. 中国城市经济, 2011, 2 (17): 254.  
 [3] 王建民. 《生态环境大数据建设总体方案》政策解读[J]. 环境保护, 2016, 44 (14): 12-14.  
 [4] 张厚美. 大数据要成为环保部门千里眼顺风耳[J]. 环境经济, 2016 (19): 28-31.  
 [5] 方大国. 国务院印发《促进大数据发展行动纲要》[J]. 工程机械, 2015 (10): 26.  
 [6] 朱京海, 魏文普, 郑宇, 等. 大数据何以助力环保? [J]. 环境经济, 2015 (34): 27.  
 [7] 陈民化. 关于第二次全国污染源普查设计建议[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41 (3): 101-102.  
 [8] 林骏, 颜海波. 关于第一次全国污染源普查工作的实践与思考[J]. 环境科学与管理, 2010, 35 (2): 31-33.  
 [9] 刘岗, 刘超. 关于污染源普查工作中的几点思考[J]. 环境与发展, 2013, 29 (1): 162-164.  
 [10] 陈海星, 朱丹丹. 第一次全国污染源普查对基层环境管理工作的启示 [J]. 中国环境管理丛书 (吉林环境), 2010 (1): 36-37.  
 [11] 朱杰. 从污染源普查看污染源监测工作有待改进的一些问题[J]. 中国环境监测, 2011, 27 (1): 14-17.  
 [12] 赵龙. 关于农业污染源与农业环境保护的探究[J]. 农业与技术, 2017, 37 (4): 256.

## Thoughts on the Second Time National Pollution Source Census in Guangzhou

Shao Liwen

**Abstract** This paper interpreted the five main content and three stages of "the second time national pollution source census program in Guangzhou", discussed the possible difficulties and solutions according to the actual situation of Guangzhou, and summed up the four expected results for providing a reference for upcoming second time national pollution source census in Guangzhou.

**Key words** pollution source census Guangzhou big data

### 广州今年计划建成 5 座垃圾焚烧厂

据省住建厅城市建设处处长郭建华介绍，现在广州每天的垃圾产生量是 2 万吨左右，全省是 9.1 万吨左右。据其介绍，今年全省会新建成 15 座垃圾场，广州市今年计划建成 5 座焚烧厂来增加垃圾处理能力，这样会较好地缓解垃

圾处理能力比较紧张的问题。

目前广州每天的垃圾处理能力是 1.86 万吨左右，今年可以建成的焚烧厂也可以增加将近 1 万吨的处理能力，能够解决广州今后一段时间发展的问题。

摘自《新快网》2018-05-23

# 广州市空气重污染过程案例分析

邱晓暖 梁桂雄 张金谱 陈瑜 冯彪

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 本文对广州市2017年9月26-28日的环境空气污染过程的空气质量和气象条件特征进行分析,发现该污染过程具有区域性特征,与天气形势的变化关系密切,过程中925 hPa和850 hPa高压中心叠加了暖中心,同时存在贴地气温逆温和露点逆温,逆温与高压南侧的东南气流有关。

**关键词** 空气质量 污染过程 暖中心 逆温

## 1 引言

近年来,广州市全方位开展大气污染综合治理,削减污染物排放,PM<sub>2.5</sub>治理成效显著,但是O<sub>3</sub>污染问题仍然突出,NO<sub>2</sub>浓度值亦有所反复,空气质量达标任务艰巨。环境空气质量与气象要素变化关系密切<sup>[1-6]</sup>,不利气象条件是污染持续甚至加重的重要原因<sup>[7-11]</sup>。本文着重对广州市一次环境空气污染过程的空气质量和气象条件特征进行分析,旨在找到空气质量预测预报的有效要素。

## 2 环境空气质量分析

图1给出2017年9月25日至30日广州市空气质量指数(AQI)及首要污染物。图2给出2017年9月27日广东省各市AQI。

从图1可见,2017年9月26-28日广州市出现了一次空气质量轻度至重度污染过程,过程中首要污染物均为O<sub>3</sub>最大8小时均值平均值(O<sub>3-8h</sub>),其中26日AQI等级从25日的优上升至轻度污染,AQI为115,27日飙升至203,达到重度污染程度,28日AQI稍有回落,但也仍然达到191,属于中度污染临近重度污染,29日AQI直降至良,空气质

量明显好转。此次污染过程中,从图2可见,9月27日除广州外,东莞亦达到重度污染,佛山、深圳、江门、中山AQI也属于中度污染,这是一次区域性污染过程。

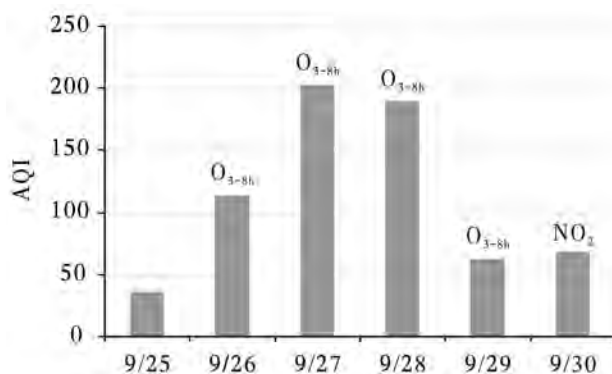


图1 2017年9月25-30日广州市AQI及首要污染物

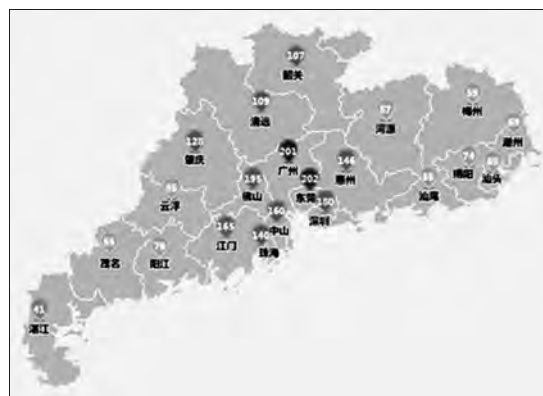


图2 2017年9月27日广东省各市AQI



图3给出2017年9月25日至30日广州市NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>日均值和O<sub>3</sub>最大8小时均值平均值(O<sub>3-8h</sub>)。

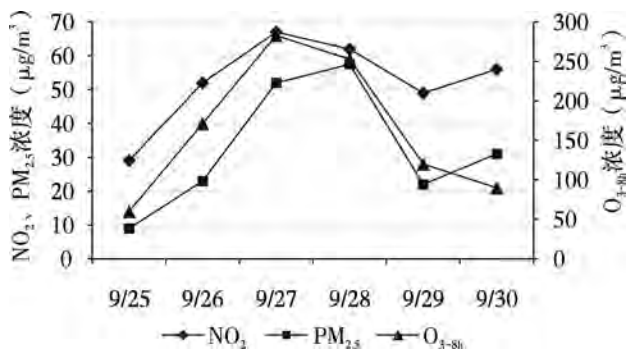
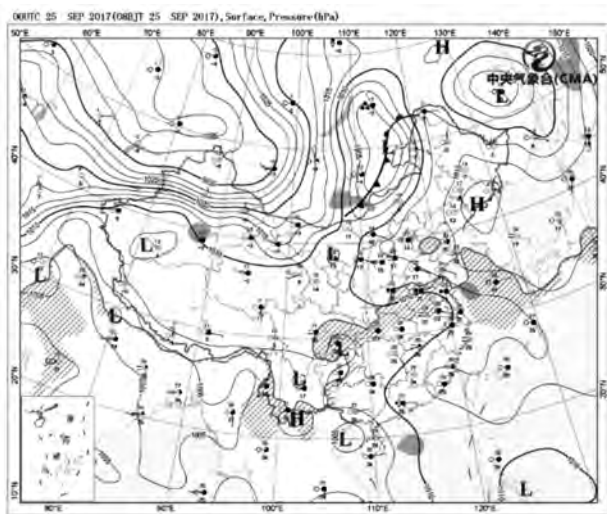


图3 广州市NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>日均值和O<sub>3</sub>最大8小时均值平均值(O<sub>3-8h</sub>)

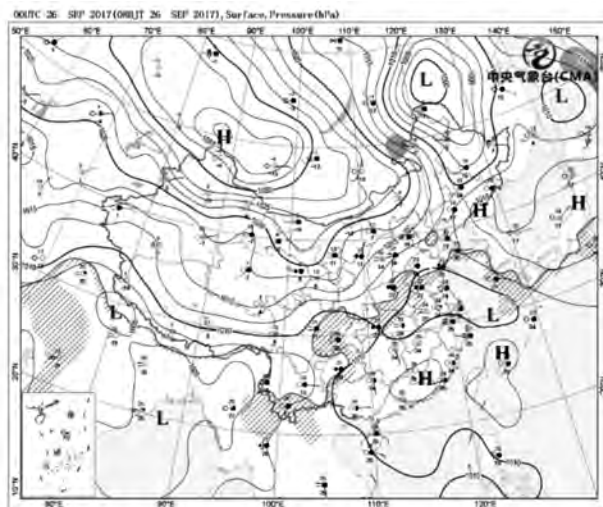
从图3可见,此次O<sub>3</sub>轻度至重度污染过程中,NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>日均值浓度也同步上升,但NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>日均值未超过二级标准,其AQI分指数未超标。短期内,各项污染物浓度同步上升,分析其原因,气象要素的考量至关重要。

### 3 气象条件分析

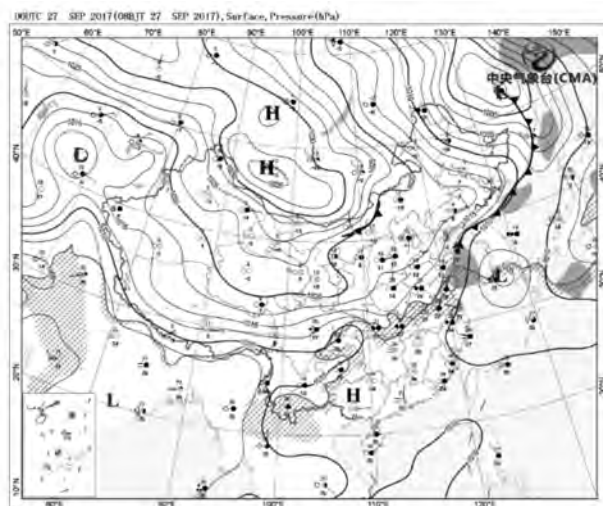
图4给出2017年9月25-28日08时地面天气形势场。



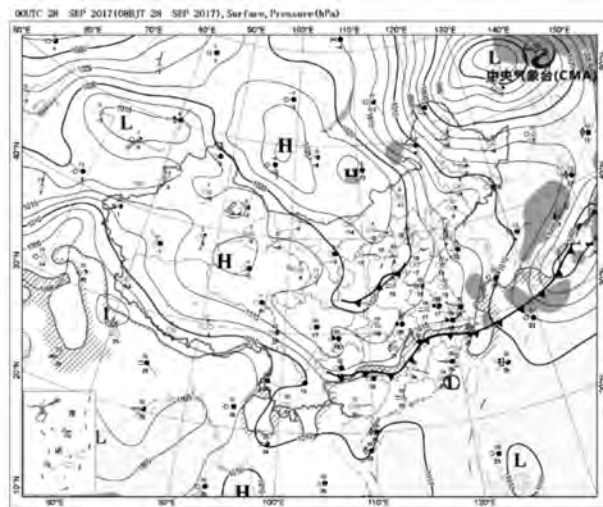
(a)



(b)



(c)



(d)

图4 2017年9月25-28日08时地面天气形势场



图 4 可见, 25 日广东省西南部地区受热带低压影响, 其余地区处于脊后槽前, 广州市受热带低压外围环流影响, 大气扩散条件较好; 26 日, 热带低压减弱消散, 广东省地面受弱高压脊控制, 气压梯度减弱, 大气扩散条件转差; 27 日, 高压范围扩大, 但气压梯度进一步变弱, 广东省处于均压

场中, 不利于扩散; 28 日 08 时, 均压范围稍有减小, 冷锋伴随弱冷空气南压, 接近南岭, 28 日白天, 广州市扩散条件仍然不利; 29 日弱冷空气影响广州, 扩散改善。

图 5 给出 2017 年 9 月 26-29 日 08 时 925 hPa 天气形势场。

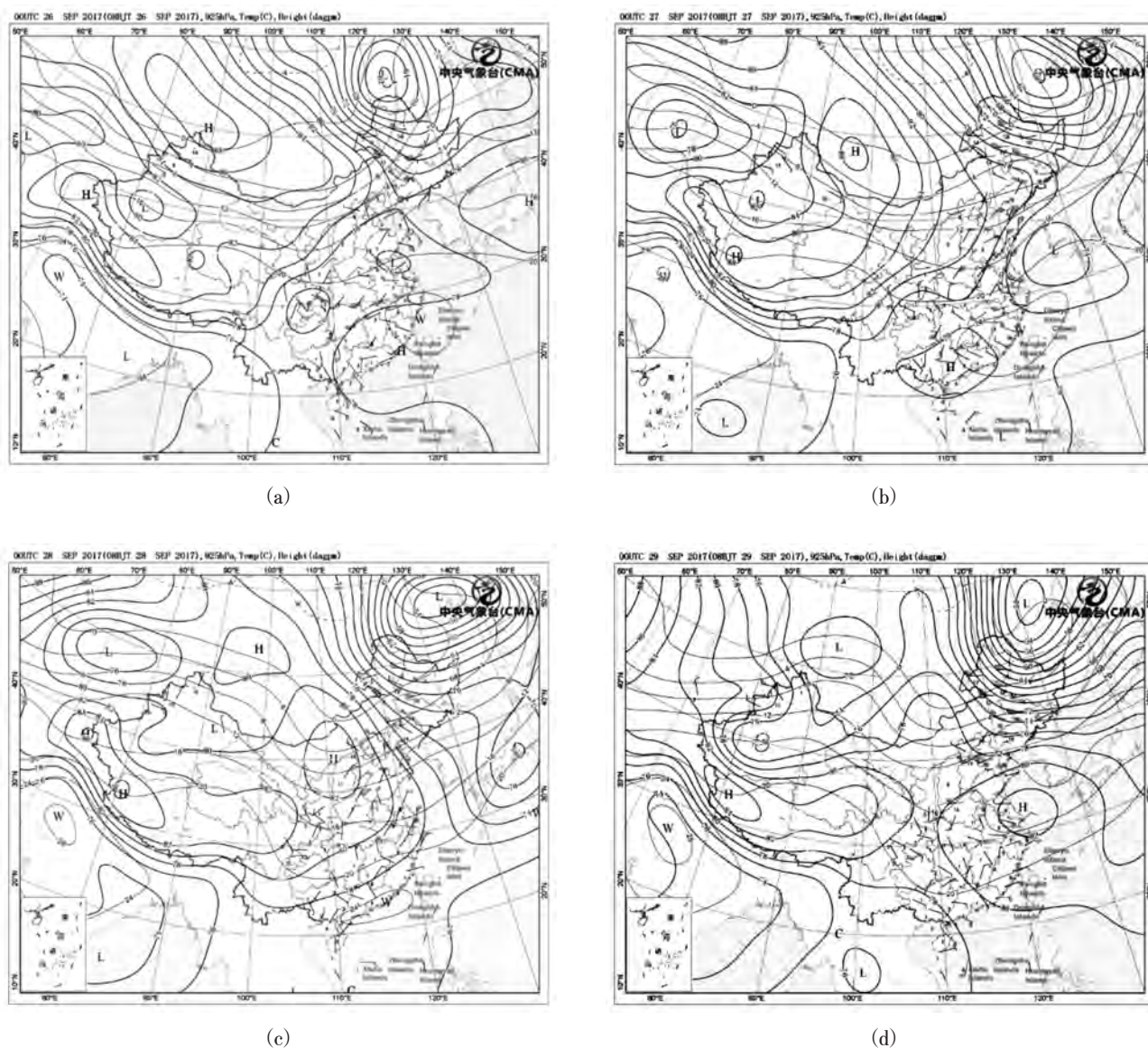


图 5 2017 年 9 月 26-29 日 08 时 925 hPa 天气形势场

图 5 可见, 925 hPa 天气形势场与地面天气形势场基本匹配, 值得注意的是, 26 日 08 时在 925 hPa 高压中心东侧存在一个暖中心, 该暖中心范围逐渐扩大, 至 27 日 08 时扩大至广东省中东部, 28 日

08 时南移至广东省南部及南海, 同时范围缩小, 29 日 08 时暖中心不可见。同时 850 hPa 天气形势场也在同一时间在高压中心附近存在一个暖中心, 500 hPa 天气形势场未见暖中心存在。

图6给出2017年9月26-28日位于广州市城区的广州塔地面、118 m、168 m、488 m 四层高度的气温变化。

从图6可见，9月26-28日广州市城区均出现

了不同程度的温度垂直递减率减小的情况，大气垂直扩散转差。9月27日20时和22时广州塔地面至广州塔118 m高度出现了逆温，大气扩散条件进一步变差，不利于污染物扩散。

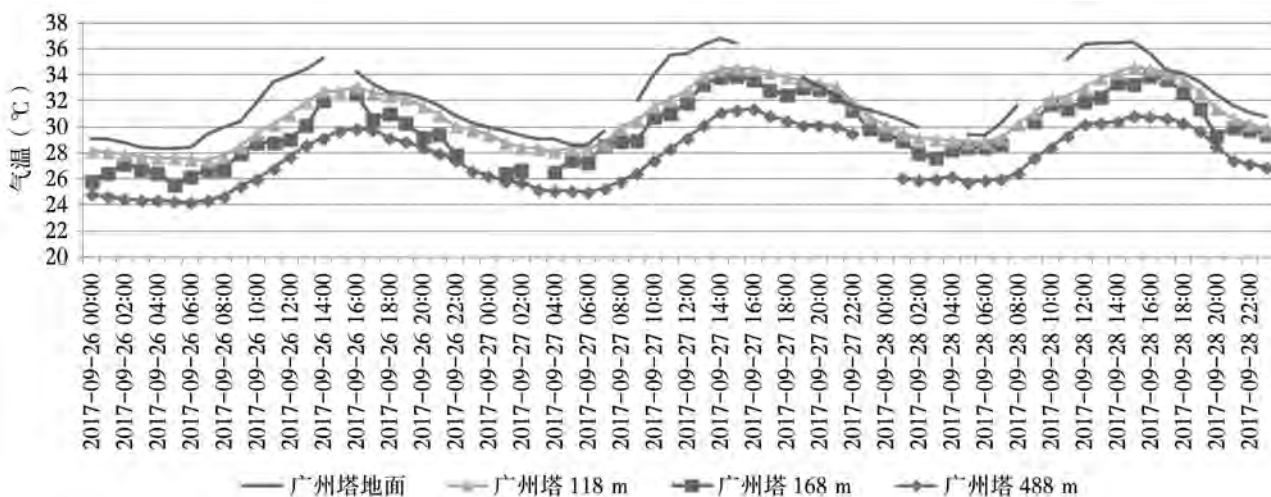
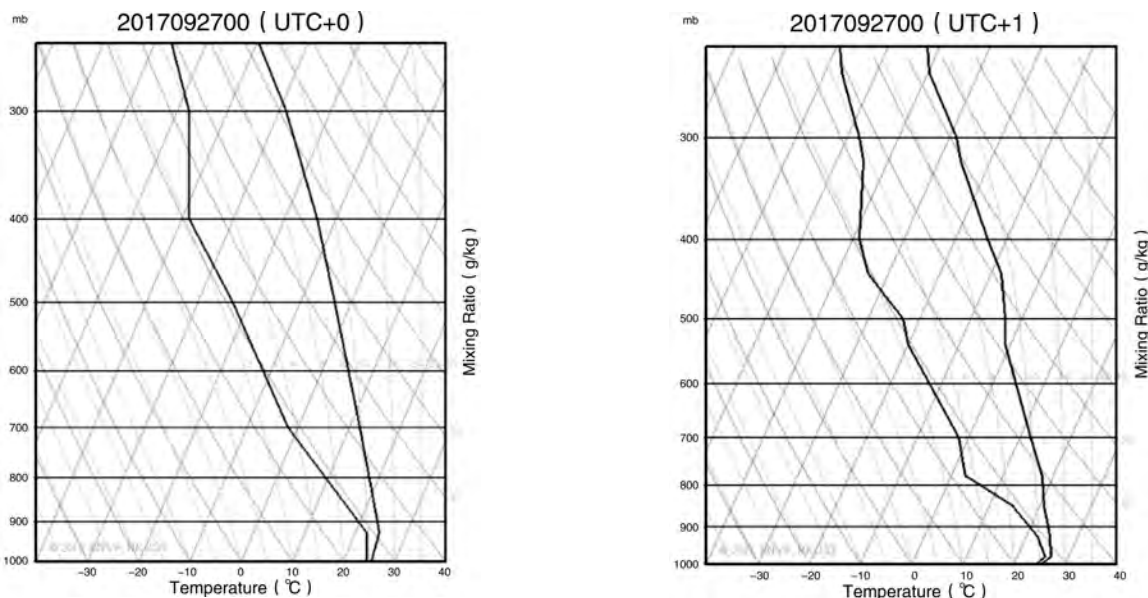


图6 广州塔四层高度气温



[红线(右)表示气温, 蓝线(左)表示露点温度]

[红线(右)表示气温, 蓝线(左)表示露点温度]

图7 清远温度对数压力曲线

图7给出2017年9月27日08时和20时清远小球探空温度对数压力曲线图(广州没有小球探空资料)。

从图7可见，9月27日08时、20时在925 hPa以下，有逆温层结存在，逆温贴地，低空逆温层结

导致大气扩散变差，是日常空气质量预报中参考的重要指标。图中20时露点温度也出现逆温，同时温度和露点温度差值变小，越接近地面差值越小，说明此时空气湿度大，层结非常稳定，不利于污染物扩散，容易造成污染物浓度累积上升。28日清

远温度对数压力曲线图亦出现了低空贴地逆温,但低空露点温度不存在逆温。26-28 日香港温度对数压力曲线图则只在 28 日出现了低空逆温,低空露点温度不存在逆温。分析推测是高压南侧的东南风场带来暖湿气流,使湿度上升,气流下风向出现逆温,逆温层结稳定。

#### 4 结论

本文对广州市一次空气质量污染过程的空气质量和气象条件特征进行分析,得到结论如下:

(1) 广州市 9 月 26-28 日的空气质量污染过程,具有区域性特征,与天气形势的变化关系密切。

(2) 广州市 9 月 26-28 日的空气质量污染过程 925 hPa 和 850 hPa 高压中心叠加了暖中心。

(3) 广州市 9 月 27 日空气质量重污染中存在贴地气温逆温和露点逆温,逆温与高压南侧的东南气流有关。

(4) 此次过程地面气压梯度较弱,均压场同时出现逆温不利于污染物扩散,各项污染物浓度同时上升,白天副高加强更有利于 O<sub>3</sub> 生成,造成 O<sub>3</sub> 急剧上升达到重度污染。

#### 5 参考文献

[1] 陈永林,谢炳庚,杨勇. 全国主要城市群空气质量空间

分布及影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29 (11): 99-103.

[2] 李小飞,张明军,王圣杰,等. 中国空气污染指数变化特征及影响因素分析[J]. 环境科学, 2012, 33 (6): 1936-1943.

[3] 周兆媛,张时煌,高庆先,等. 京津冀地区气象要素对空气质量的影响及未来变化趋势分析[J]. 资源科学, 2014, 36 (1): 191-199.

[4] 邱黎,曹洁,王静,等. 济南市空气质量状况与气象条件关系分析[J]. 中国环境监测, 2014, 30 (1): 53-59.

[5] 祁栋林,张加昆,李晓东,等. 2001-2011 年西宁市空气质量特征及其与气象条件的关系[J]. 气象与环境学报, 2014, 30 (2): 51-59.

[6] 陈敏,马雷鸣,魏海萍,等. 气象条件对上海世博会期间空气质量影响[J]. 应用气象学报, 2013, 24 (2): 140-150.

[7] 俞布,朱彬,窦晶晶,等. 杭州地区污染天气型及冷锋输送清除特征[J]. 中国环境科学, 2017, 37 (2): 452-459.

[8] 廖志恒,孙家仁,范绍佳,等. 2006-2012 年珠三角地区空气污染变化特征及影响因素[J]. 中国环境科学, 2015, 35 (2): 329-336.

[9] 唐贵谦,李昕,王效科,等. 天气型对北京地区近地面臭氧的影响[J]. 环境科学, 2010, 31 (3): 573-578.

[10] 陈朝晖,程水源,苏福庆,等. 北京地区一次重污染过程的大尺度天气型分析[J]. 环境科学研究, 2007 (2): 99-105.

[11] 苏福庆,杨明珍,钟继红,等. 华北地区天气型对区域大气污染的影响[J]. 环境科学研究, 2004 (3): 16-20.

## A Case Analysis of Air Quality Exceeded in Guangzhou

Qiu Xiaonuan Liang Guixiong Zhang Jinpu Chen Yu Feng Biao

**Abstract** This paper analyzed the air quality and meteorological characteristics of air pollution in Guangzhou from September 26 to September 28. It was found that the pollution process had regional characteristics and had a closely relationship with the change of weather conditions. In the process, the warm centers were superimposed on the high pressure centers of 925 hPa and 850 hPa, and the inverted temperature and the inverse temperature of the dew point existed at the same time. The temperature inversion was related to the southeastern airflow from the south of the high pressure.

**Key words** air quality pollution process warm center temperature inversion



# 秋季广州郊区大气 VOCs 污染特征

冯志诚<sup>1</sup> 周炎<sup>2</sup>

(1. 广州海昇环保科技有限公司, 广州 510660;

2. 广东省环境监测中心国家环境保护区域空气质量监测重点实验室, 广州 510308)

**摘要** 2017 年 10 月在广州南沙对大气中挥发性有机化合物 (VOCs) 进行了观测, 并对其变化特征和臭氧生成潜势进行了分析。结果表明: 测得的 VOC 总平均浓度为 37.5 ppb, 表现为烷烃 > 苯系物 > 烯烃; 烷烃日变化幅度较大, 白天出现两个峰值与早晚交通高峰对应; 烯烃浓度日变化不明显, 与季节变化引起天然源排放的异戊二烯浓度大幅下降有关; 芳香烃日间变化幅度较小; 测得的大气中烷烃、烯烃和芳香烃对总 VOCs 的 OFP 贡献分别为 21.9%、28.7% 和 47.9%。

**关键词** VOC 污染特征 臭氧生成潜势

大气挥发性有机化合物 (VOCs) 除其本身包括了许多有毒有害物种外, 它能作为前体物与 NO<sub>x</sub> 反应生成臭氧, 导致大气光化学烟雾事件发生, 对动植物产生健康损害<sup>[1]</sup>。由于珠三角的臭氧高值通常出现在太阳辐射强且干燥少雨的秋季<sup>[2]</sup>, 本文在广州郊区秋季臭氧出现高值期间, 同步测量了该地区的 VOCs 组成和浓度, 计算各种 VOCs 的臭氧生成潜势 (OFP), 筛选出关键 VOCs 物种, 为控制大气臭氧污染、改善空气质量提供科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 观测时间与地点

本次观测在珠三角地区典型的臭氧高污染季节进行, 关注时段为 2017 年 10 月 14 日至 28 日。观测地点为广州南沙区万顷沙镇。

### 1.2 观测设备

本研究采用 TH-300B 大气挥发性有机物快速在线监测系统 (武汉天虹) 对 VOCs 进行在线观测, 每小时采集一次空气样品, 每次采样 5 min, 采样流量为 60 mL/min, 每个样品的采样分析周期

为 1 h。观测前利用外标法对仪器进行线性校准, 标准气体为 Spectra Gases 公司生产的 56 种 VOC, 初始浓度为 1 ppb, 各目标化合物定量标准曲线的 R<sup>2</sup> 值基本在 0.99 以上, 每天凌晨利用外标进行单点校准。

### 1.3 OFP 计算方法

OFP 为某 VOC 化合物环境浓度与该 VOC 的最大反应增量系数 (MIR) 的乘积, 计算公式为:

$$OFP_i = MIR_i \times [VOC]_i \quad (1)$$

式中,  $[VOC]_i$  表示观测到的某 VOC 在大气中的浓度, 单位为  $\times 10^{-9}$ ;  $MIR_i$  表示该 VOC 化合物在臭氧最大增量反应中的臭氧生成系数, 本研究采用 Carter 研究的 MIR 系数<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 VOCs 组成及浓度水平

本次观测中共检出 54 种 VOCs, 其中烷烃 27 种, 烯烃 10 种, 苯系物 16 种及乙炔 (图 1)。测得的 VOCs 小时浓度范围在 8.8 ppb 至 152.9 ppb 之间, 总平均浓度为 37.5 ppb, 与 2008 年该地区测

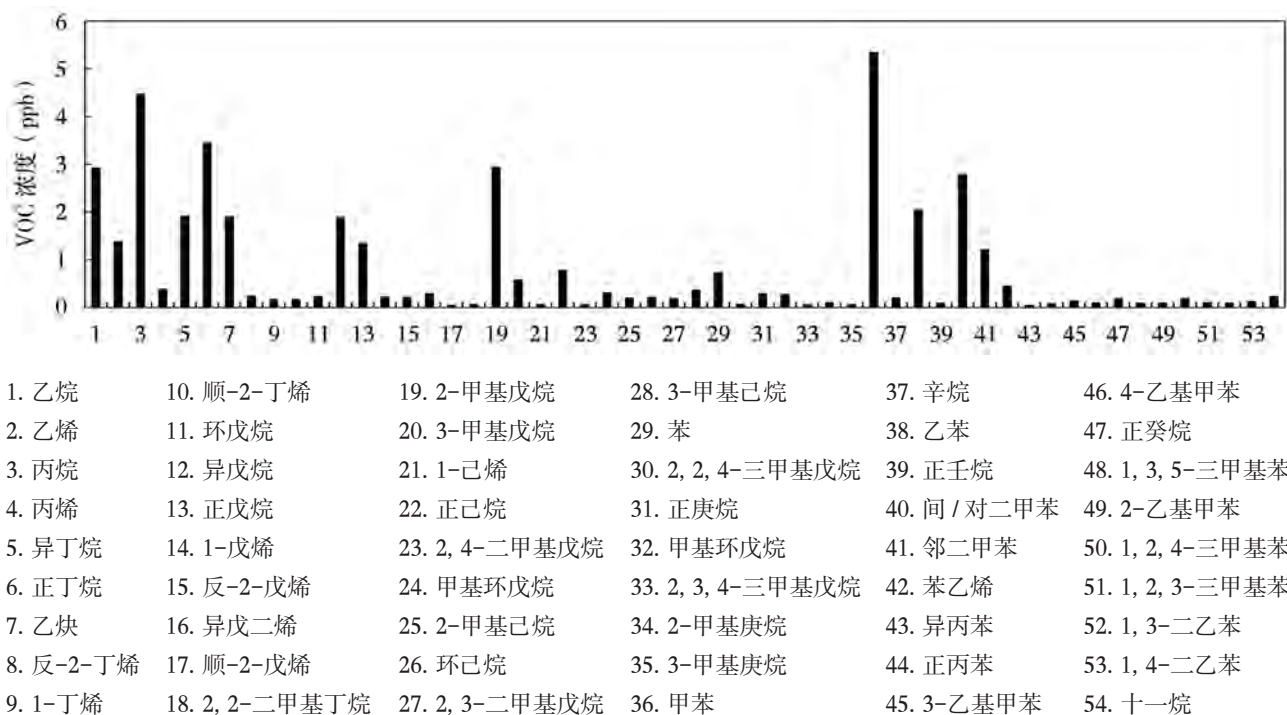


图 1 观测期间各 VOC 物种平均浓度

值相当<sup>[4]</sup>。烷烃、烯烃、苯系物的平均浓度分别为  $(207 \pm 152)$  ppb、 $(18 \pm 13)$  ppb 和  $(133 \pm 9.0)$  ppb, 分别占总 VOCs 的 55.2%、4.8% 和 35.5%。

在测得的所有 VOCs 中, 平均浓度排前十位的依次为: 甲苯  $(5.4 \pm 4.6)$  ppb、丙烷  $(4.5 \pm 2.9)$  ppb、正丁烷  $(3.5 \pm 2.9)$  ppb、2-甲基戊烷  $(3.0 \pm 1.5)$  ppb、乙烷  $(2.9 \pm 0.9)$  ppb、间 / 对二甲苯  $(2.8 \pm 1.9)$  ppb、乙苯  $(2.1 \pm 1.2)$  ppb、异丁烷  $(1.9 \pm 1.5)$  ppb、乙炔  $(1.9 \pm 0.8)$  ppb、异戊烷  $(1.9 \pm 2.1)$  ppb, 这几种物质的浓度之和对总 VOCs 浓度的贡献为 79.4%。

### 2.3 VOC 变化特征

由图 2 可以看出, VOC 有三个峰值, 分别出现在凌晨、上午 10 时和下午 6 时, 上午 10 时和下午 6 时与交通高峰相对应, 而凌晨 VOC 浓度逐渐上升、2 时又逐渐降低, 则可能与夜间边界层逐渐降低、清晨又逐渐抬升有关。

由图 3 可以看出, 各类 VOC 化合物的日变化规律有所不同。烷烃日间变化幅度较大, 白天出现两个峰值, 分别在 9 时和 18 时, 与早晚交通高峰

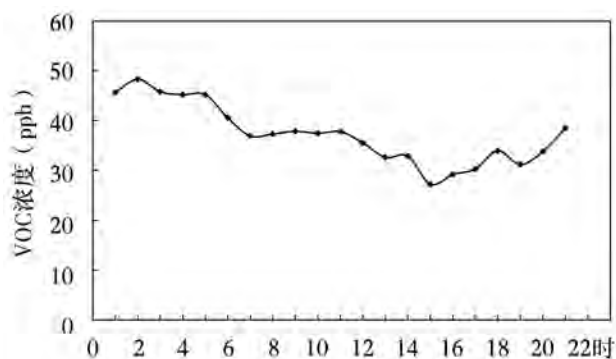


图 2 VOC 总浓度的日变化特征

对应。由于本地区空气中烯烃主要构成物种为异戊二烯, 这是一种典型的天然源 VOC 物种, 而深秋季节植物活动大幅下降, 导致本次观测期间异戊二烯浓度较低, 因此烯烃整体日变化不明显。芳香烃日间变化幅度小于烷烃, 浓度在 10 时开始上升, 峰值出现在日间, 应与工业排放有关。

### 2.4 VOC 臭氧生成潜势分析

根据对所测得 VOC 的 OFP 计算结果可知, 观测期间大气中烷烃、烯烃和芳香烃的 OFP 贡献分别为 21.9%、28.7% 和 47.9% (图 4)。对比这三类

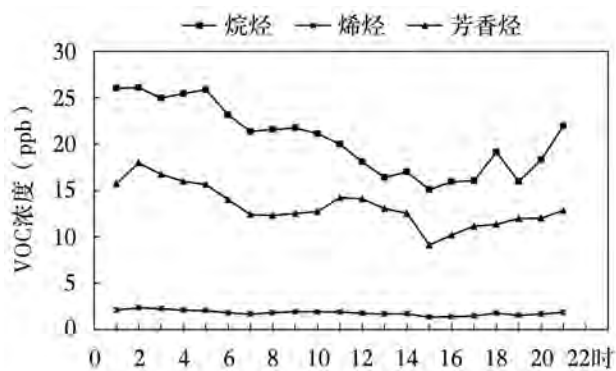


图3 三类 VOC 浓度的日变化特征

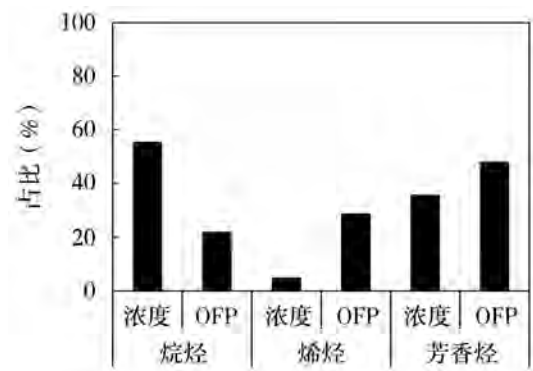


图4 不同类型 VOCs 对臭氧生成潜势贡献

VOC 的浓度占比来看, 烷烃化合物虽然在大气中浓度较高, 但其反应活性低, 对臭氧的贡献较小; 烯烃化合物虽然浓度较低, 但其 C=C 双键的存在致使其光化学反应活性较高, MIR 较大, 对臭氧的贡献反超了烷烃; 而苯系物由于其浓度较大, 光化学反应活性也较高, 对臭氧的生成贡献超过了另外两类化合物。

### 3 结论

(1) 测得的 VOC 总平均浓度为 37.5 ppb, 三类主要 VOC 的平均浓度由大到小分别为烷烃、苯系物、烯烃。

(2) 烷烃日变化幅度较大, 白天出现两个峰值与早晚交通高峰对应; 烯烃浓度日变化不明显, 与季节变化引起天然源排放的异戊二烯浓度大幅下降有关; 芳香烃日间变化幅度较小。

(3) 测得的大气中烷烃、烯烃和芳香烃对总 VOCs 的 OFP 贡献分别为 21.9%、28.7%和 47.9%。

### 4 参考文献

- [1] Brauer M, Brook J R. Ozone personal exposure and health effect for selectd groups residing in the Fraser Valley [J]. Atmospheric Environment, 1997, 31: 2113-2121.
- [2] Shao Min, Zhang Yuang-hang, Zeng Li-min. Groud-level in the Pearl River Delta and the roles of VOC and NO<sub>x</sub> in its production [J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90: 521-518.
- [3] Carter, W. P. L.. Development of Ozone Reactivity Scales For Volatile Organic-Compounds [J]. Journal of The Air & Waste Management Association, 1994, 44 (7): 881-899.
- [4] 罗玮, 王伯光, 刘舒乐, 等. 广州大气挥发性有机物的臭氧生成潜势及来源研究 [J]. 环境科学与技术, 2011, 34 (5): 80-86.

## Pollution Characteristics of VOCs in Guangzhou Suburb in Autumn

Feng Zhicheng Zhou Yan

**Abstract** Volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere were observed in the nansha district of Guangzhou in October 2017, and their change characteristics and ozone formation potential were analyzed. The total average concentration of VOC was 37.5 PPB, which was represented as alkanes > benzene series > olefin. The daily variation range of alkanes was large, and the two peaks in the day corresponded to the morning and evening traffic peaks. The diurnal variation of olefin concentration was not obvious, which was related to the sharp decrease of isoprene concentration caused by seasonal change. The daily variation range of aromatic hydrocarbons was small. The contributions of alkanes, olefins and aromatic hydrocarbons in the measured atmosphere to OFP of total VOCs was 21.9%, 28.7% and 47.9% respectively.

**Key words** VOC pollution characteristics ozone formation potential



# 广州中心城区大气污染物“周末效应”分析

邱晓暖 梁桂雄 张金谱

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 本文分析了广州中心城区大气污染物周末和非周末浓度变化特征, 发现广州中心城区干季  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  4项污染物周末日均浓度值比非周末高, 日变化浓度峰值周末高于非周末, 特别是  $\text{PM}_{2.5}$  存在显著的“周末效应”, 湿季“周末效应”稍弱于干季; 广州中心城区  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  干季周末与非周末浓度相对偏差最大值主要出现在傍晚, 湿季周末与非周末浓度相对偏差最大值主要出现在上午; 广州中心城区  $\text{O}_3$ -8h 周末与非周末浓度湿季相对偏差较大, 日变化上非周末浓度值高于周末, 周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在夜间。

**关键词** 大气污染物 “周末效应” 广州市

## 1 引言

随着城市化、工业现代化的高速发展, 能源消耗加剧, 环境空气污染日益突显<sup>[1-6]</sup>, 大气污染防治措施的有效实行大力改善了环境空气质量, 但大气污染问题仍然不可忽视。大气污染物浓度的时空变化规律, 与人类活动密切相关, 研究发现, 大气污染物具有“周末效应”浓度变化, 即周末和非周末各项污染物浓度存在差异。研究发现典型城市地区存在周末污染物浓度比工作日低的“ $\text{PM}_{2.5}$ 周末效应”, 北京城区  $\text{O}_3$  浓度存在周末高于工作日的显著“周末效应”现象, 其它污染物则表现出周末低于工作日的“周末效应”现象<sup>[7-11]</sup>。本文分析了广州中心城区大气污染物周末和非周末浓度, 试图找出其浓度变化规律。



图1 广州市环境空气国控监测点位

## 2 资料与方法

图1给出广州市环境空气国控监测点位分布图。

目前广州市人口与资源、环境和经济社会发展的矛盾相当突出, 根据广州市相关部门概算, 广州

户籍人口加上有登记的流动人口, 高度集中在中心城区, 其中越秀、荔湾、白云、天河、海珠等老城区人口占总人口的60%, 而这6个城区面积仅占全市总面积的15.7%。本文选取位于广州中心城区的

1#~6# 监测点位 2015 年整点小时数据统计广州中心城区的大气污染物周末和非周末浓度变化,以广州市汛期(包括前汛期和后汛期)4~9月作为湿季,10~3月作为干季,分析其特征。

### 3 结果分析

表 1 给出广州中心城区干湿季各项污染物周末与非周末浓度相对偏差,即(周末浓度-非周末浓度)/非周末浓度×100%,其中 O<sub>3-8h</sub> 为 O<sub>3</sub> 最大 8 h 均值平均值。

从表 1 可见,广州中心城区干季 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 4 项污染物周末日均浓度值平均值比非周末高,CO 周末和非周末浓度值持平,O<sub>3-8h</sub> 周末日均浓度值比非周末低。湿季 PM<sub>10</sub>、O<sub>3-8h</sub> 污染物周末日均浓度值比非周末低,SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub> 3 项污

染物周末日均浓度值平均值比非周末高,CO 周末和非周末浓度值持平。SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 干湿季周末与非周末浓度相对偏差差异较大,干季相对偏差更大,O<sub>3-8h</sub> 同样干湿季周末与非周末浓度相对偏差差异较大,但湿季相对偏差更大。PM<sub>2.5</sub> 干湿季周末与非周末浓度相对偏差基本一致。

表 1 广州中心城区干湿季各项污染物周末与非周末浓度相对偏差 单位: %

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	O <sub>3-8h</sub>
干季	6.3	2.6	4.6	3.1	0.0	-4.0
湿季	0.9	0.7	-2.0	3.0	0.0	-13.8

图 2 给出广州中心城区干季各项污染物非周末、周末日变化。图 3 给出广州中心城区湿季各项污染物非周末、周末日变化。

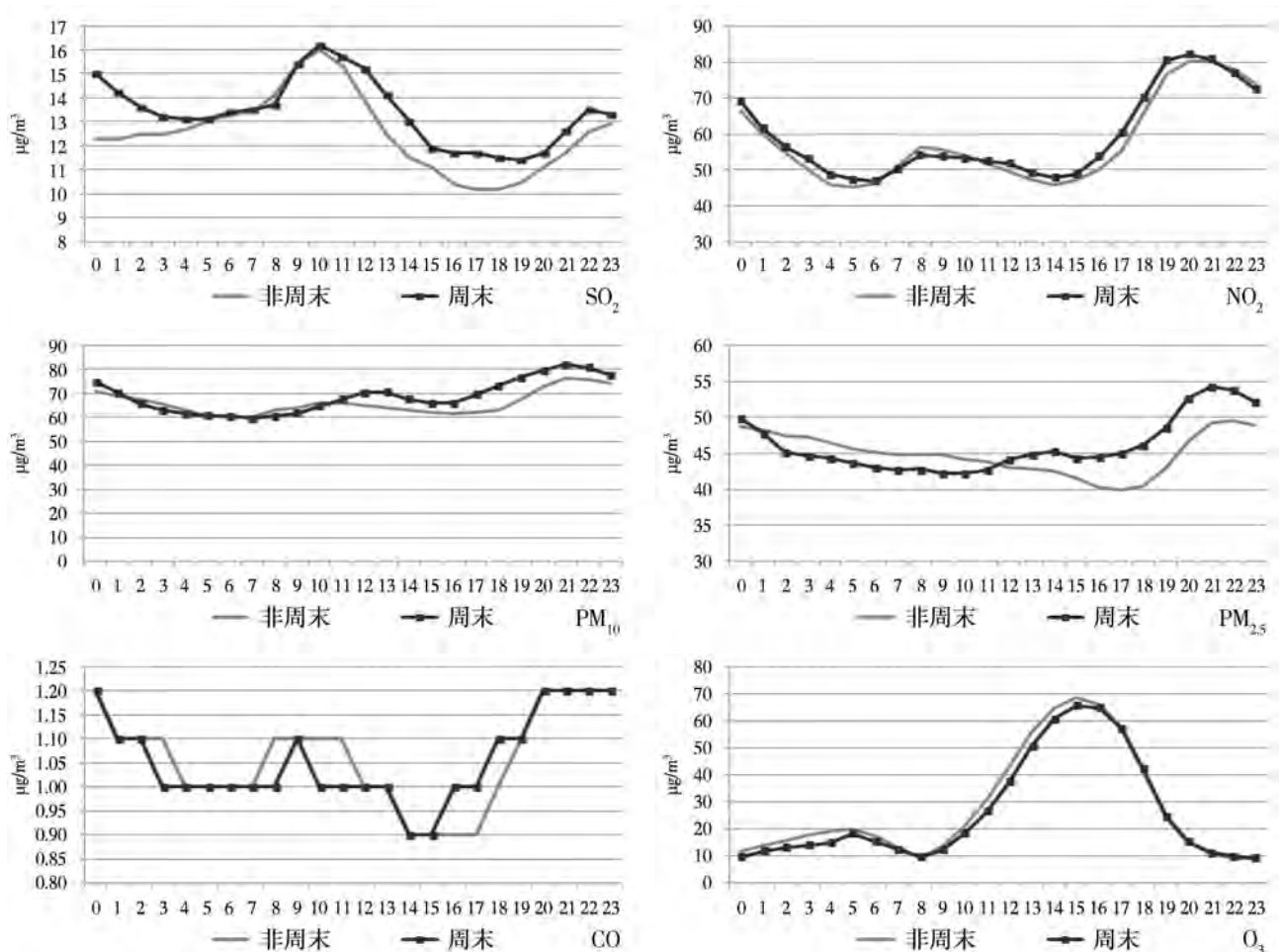


图 2 广州中心城区干季各项污染物非周末、周末日变化

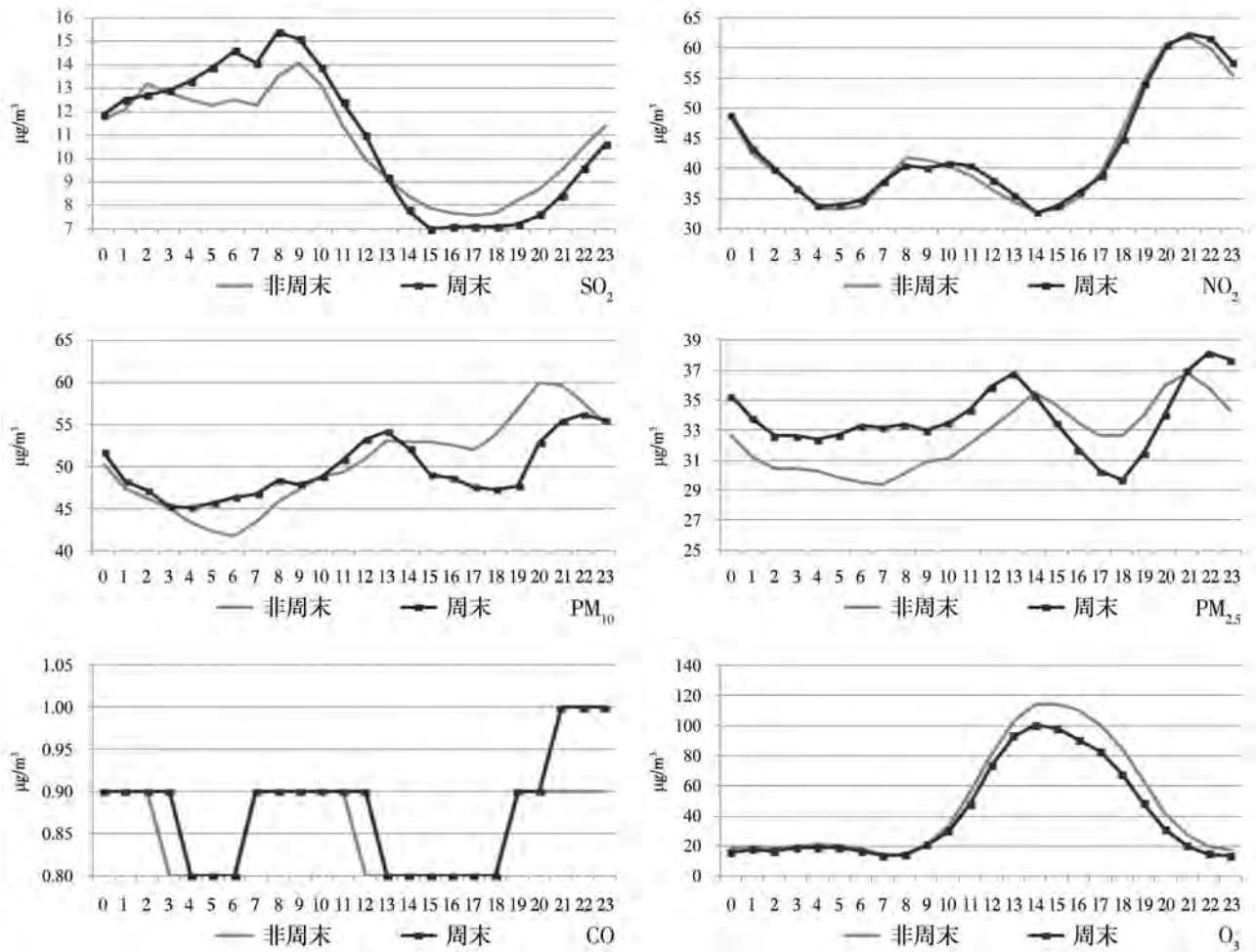


图3 广州中心城区湿季各项污染物非周末、周末日变化

从图2、图3可见，广州中心城区各项污染物非周末、周末日变化存在显著差异，特别是PM<sub>2.5</sub>呈现出显著的“周末效应”特征。广州中心城区干季各项污染物非周末、周末日变化的差异高于湿季。

广州中心城区干季SO<sub>2</sub>日变化呈现双峰型特征，兼具周末浓度高于非周末浓度的“周末效应”特征，上午10时出现最高峰值，夜间22~0时出现次高峰值，周末峰值高于非周末，且周末夜间高值出现时间晚于非周末1h，干季广州中心城区SO<sub>2</sub>日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在0时，相对偏差22.0%。

广州中心城区干季NO<sub>2</sub>日变化呈现双峰型特征，亦兼具周末浓度高于非周末浓度的“周末效应”特征，夜间19~21时出现最高峰值，上午8时出现次高峰值，周末峰值高于非周末，非周末夜间

高值出现时间晚于周末1~2h，干季广州中心城区NO<sub>2</sub>日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在17时，相对偏差9.2%。

广州中心城区干季PM<sub>10</sub>日变化呈现弱双峰型特征，同时有周末浓度高于非周末浓度的“周末效应”特征，夜间20~22时出现最高峰值，上午10~14时出现次高峰值，周末峰值高于非周末，非周末白天高值出现时间早于周末2~3h，干季广州中心城区PM<sub>10</sub>日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在18时，相对偏差16.2%。

广州中心城区干季PM<sub>2.5</sub>日变化非周末呈现单峰型特征，周末呈现弱双峰型特征，且最高峰值显著高于次高峰值，同时午夜至午前非周末浓度高于周末，午后至午夜周末浓度高于非周末浓度，夜间20~22时出现最高峰值，周末峰值高于非周末，干



季广州中心城区 PM<sub>2.5</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 18 时, 相对偏差 13.8%。

广州中心城区干季 CO 浓度值很小, 浓度日较差只有 0.1 mg/m<sup>3</sup>, 非周末上午部分时段浓度值高于周末, 最大相对偏差 10%左右。

广州中心城区干季 O<sub>3</sub> 日变化呈现单峰型特征, 凌晨 5 时存在一个比较弱的小峰值, 同时有非周末浓度高于周末浓度的“周末效应”特征, 白天 15 时出现最高峰值, 非周末峰值高于周末, 干季广州中心城区 O<sub>3</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 4 时, 相对偏差 -21.9%。

广州中心城区湿季 SO<sub>2</sub> 日变化呈现单峰型特征, 凌晨至中午周末浓度值高于非周末, 午后至夜间非周末浓度值高于周末, 上午 8~9 时出现最高峰值, 周末峰值高于非周末, 且周末峰值出现时间早于非周末 1 h, 湿季广州中心城区 SO<sub>2</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 6 时, 相对偏差 16.8%。

广州中心城区湿季 NO<sub>2</sub> 日变化呈现双峰型特征, “周末效应”特征不明显, 夜间 21 时出现最高峰值, 上午 8~10 时出现次高峰值, 夜间非周末、周末峰值大小基本一致, 白天非周末峰值高于周末, 且非周末高值出现时间早于周末 2 h, 湿季广州中心城区 NO<sub>2</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 12 时, 相对偏差 4.7%。

广州中心城区湿季 PM<sub>10</sub> 非周末日变化呈现单峰型特征, 周末日变化呈现双峰型特征, 同时午后至夜间有非周末浓度高于周末浓度的“周末效应”特征, 夜间 20~22 时出现最高峰值, 非周末高值出现时间早于周末 2 h, 湿季广州中心城区 PM<sub>10</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 19 时, 相对偏差 -16.2%。

广州中心城区湿季 PM<sub>2.5</sub> 日变化呈现双峰型特征, 同时呈现午后非周末高于周末, 夜间至上午周末高于非周末的特征, 夜间 21~22 时出现最高峰值, 周末峰值高于非周末, 且周末白天高值出现时间早于非周末 1 h, 夜间高值出现时间晚于非周末 1 h, 湿季广州中心城区 PM<sub>2.5</sub> 日变化周末与非周末浓度相

对偏差最大值出现在 6、7 时, 相对偏差 12.9%。

广州城区湿季 CO 浓度值很小, 浓度日较差只有 0.1 mg/m<sup>3</sup>, 周末部分时段浓度值高于非周末, 最大相对偏差 12.5%。

广州中心城区湿季 O<sub>3</sub> 日变化呈现单峰型特征, 同时有显著的非周末浓度高于周末浓度的“周末效应”特征, 白天 14~15 时出现最高峰值, 非周末峰值高于周末, 湿季广州中心城区 O<sub>3</sub> 日变化周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在 22 时, 相对偏差 26.5%。

## 4 结论

本文选取位于广州中心城区 6 个监测点位 2015 年整点小时数据统计广州中心城区的大气污染物周末和非周末浓度变化, 分析其干湿季变化特征, 得到结论如下:

(1) 广州中心城区干季 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 4 项污染物周末日均浓度值比非周末高, 日变化上的浓度峰值周末高于非周末, 特别是 PM<sub>2.5</sub> 存在显著的“周末效应”, 湿季“周末效应”稍弱于干季。

(2) 广州中心城区 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 干季周末与非周末浓度相对偏差最大值主要出现在傍晚, 湿季周末与非周末浓度相对偏差最大值主要出现在上午。

(3) 广州中心城区 O<sub>3-8h</sub> 周末与非周末浓度相对偏差差异较大, 湿季相对偏差更大, 日变化上非周末浓度值高于周末, 周末与非周末浓度相对偏差最大值出现在夜间。

## 5 参考文献

- [1] 李静萍, 周景博. 工业化与城市化对中国城市空气质量影响路径差异的研究 [J]. 统计研究, 2017, 34 (4): 50-58.
- [2] 蔺雪芹, 王岱. 中国城市空气质量时空演化特征及社会经济驱动力 [J]. 地理学报, 2016, 71 (8): 1357-1371.
- [3] 马素琳, 韩君, 杨肃昌. 城市规模、集聚与空气质量 [J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26 (5): 12-21.

# 某电力公司脱硝系统氨气输送管道伴热改造实例

张静雯

(广州市环境技术中心, 广州 510180)

**摘要** 火力发电厂烟气脱硝系统是电力生产系统中重要的环境治理设施, 脱硝系统运行的稳定性对于周边区域的大气环境保护作用十分巨大。本实例为技术改造, 对尿素水解制氨系统产品气管道的保温伴热进行改造, 以彻底消除因管路较长, 保温伴热效果较差而导致冷凝堵塞的隐患, 提高脱硝系统运行的稳定性, 降低烟气氮氧化物排放量。

**关键词** 脱硝系统 伴热 改造实例

某电力公司应广州市政府超洁净改造号召, 于2015年完成两台锅炉的烟气超洁净改造, 烟气排放指标优于国内同类型电厂。其中烟气超洁净改造项目中的尿素水解制氨系统采用我国第一套具有自主知识产权的尿素水解制氨装置, 设计制氨能力为374 kg/h (单台)。尿素水解制氨系统包括尿素溶解罐、尿素溶液泵、尿素溶液储罐、给料泵、水解器、氨气缓冲罐等设备。水解器中的尿素溶液在给定的温度、压力及停留时间等条件下被水解成氨、二氧化碳及水蒸气, 经压力调节后输送至氨气缓冲罐。来自缓冲罐的氨气经产品气管道输送至脱硝SCR区。氨气产品气管道伴热方式采用蒸汽伴管, 气管道材质为316 L<sup>[1]</sup>。

但在超洁净系统运行期间, 出现了脱硝系统运行不稳定, 氨气带水严重, 脱硝催化剂反应效率偏低, 经常被迫单侧解列脱硝系统进行清堵等情形, 给环境治理工作带来阻力。为进一步提高脱硝系统运行的稳定性, 提高烟气脱硝效率, 降低烟气氮氧化物排放量, 需有针对性地进行技术改造。

## 1 存在问题分析

经分析, 造成脱硝系统运行不稳定, 氨气带水严重, 脱硝催化剂反应效率偏低等问题存在的主要原因是: 原装置产品气管路较长, 管道保温伴热效

果较差, 致使产品气温度下降过大, 加之产品气量非常高, 产品气温度低于露点后冷凝, 存在氨气空气混合管道腐蚀的隐患, 在SCR区氨/空气混合器之后的管道中水与二次风所带的灰份接触后产生积灰, 从而造成脱硝喷氨母管与支管较严重堵塞。直接影响了烟气脱硝效率, 造成烟气氮氧化物排放不稳定, 同时也会给企业造成一定的经济损失。

## 2 改造的必要性

### 2.1 提高环境治理效果

由于产品气温度低于露点后冷凝, 在SCR区氨/空气混合器之后的管道中水与二次风所带的灰份接触后产生积灰而造成管路堵塞, 管路一旦堵塞, 就会造成脱硝排放不稳定, 直接影响环境治理效果, 给环境造成相应的污染。

### 2.2 减少企业经济损失

管路堵塞后需对脱硝系统进行停运清灰, 清灰也会造成一定的人力、财力消耗, 停运清灰频率越高, 给企业造成的经济损失越大。且堵塞期间为保证烟气排放不超过国家排放标准还必需降低锅炉负荷运行, 必然会使锅炉运行效率降低, 发电负荷减少, 厂用电率升高, 电量损耗大。

为此,为保证电力公司发电生产安全稳定,消除管路堵塞造成的各种安全生产隐患,确保企业的正常生产运行,减少企业经济损失,建设更加安全、绿色、环保型电厂,实现电力公司的可持续协调发展,对脱硝氨区进行技术改造是十分必要的。

### 3 改造方案的选择

通过原因分析,造成管路堵塞,脱硝效果差的

主要原因是管道保温伴热效果差。因此选择较优的保温伴热方式,进一步提高管道保温伴热效果,才能达到改造目的。

#### 3.1 产品气管伴热方式对比<sup>[2]</sup>

近年来,在尿素水解制氨装置产品气输送上,主要有蒸汽伴管伴热、蒸汽夹套管伴热以及电伴热等三种方式,其对比分析见表1。

表1 三种保温伴热方式的对比分析

比较项目	蒸汽伴管伴热	蒸汽夹套管伴热	电伴热
热 源	蒸汽	蒸汽	电加热
故障率	高	低	较低
运行成本	低	低	高
初次投资	低	高	较高
使用年限	10~20年	10~20年	5~10年
伴热效果	不均匀	均匀	均匀
故障情况下的维修成本	低	低	高
伴热管道长度	长距离或短距离均可	长距离或短距离均均可	短距离

#### 3.2 伴热方式选择分析

通过对比分析,蒸汽伴管伴热方式故障率高、伴热不均匀,无法达到所需的伴热效果;电伴热方式只适合短距离管道伴热,但本项目所需伴热管道较长;蒸汽夹套管伴热方式故障率低、伴热均匀,且长、短距离管道伴热均适用。因此,蒸汽夹套管伴热方式为最理想选择对象。

#### 3.3 伴热方式选择

鉴于上述分析,确定产品气管道伴热方式采用蒸汽夹套方式,并采用蒸汽逆向(与产品气流动方向相反)加热,为不影响脱硝系统的运行,从尿素水解区至1#炉SCR区和2#炉SCR区需分别新建产品气管道。

### 4 改造方案

重新敷设从氨气缓冲罐出口至1#炉、2#炉SCR区开关阀之前的产品气管道,管道采用夹套伴热,并加设保温,对缺少支吊架的地方加设管道支吊架。延着产品气管道敷设补充蒸汽管道,延着产品气管道敷设蒸汽冷凝液回收管道,产品气管道和补充蒸汽管道根据实际需要应加设必要的仪表和DCS卡件<sup>[3]</sup>,并将新增的仪表点引入到DCS中,工程其他必需的保温、支吊架、电缆、桥架等相关工作也应包含在内。尿素水解制氨系统产品气管道改造工程主要设备清单如表2所示。

### 5 运行效果

本改造烟气氮氧化物浓度执行标准为 $100\text{ mg/m}^3$ ,全年预计因氨气带水导致脱硝系统堵塞运行时间450h,堵塞期间为保证烟气不超过国家标准需要降低锅炉负荷运行,氮氧化物排放浓度控制在 $80\text{ mg/m}^3$



表 2 尿素水解制氨系统产品气管道改造项目主要设备清单 (单台锅炉)

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	产品气管道	800	m	管道材质为 316 L 不锈钢, 规格为 $\Phi 76 \times 3.5$ , 具体长度根据实际情况确定
2	蒸汽夹套管	800	m	管道材质为 20# 钢 (材质符合 GB 3087-2008 标准), 规格为 $\Phi 108 \times 4.5$ , 具体长度根据实际情况确定
3	补充蒸汽管道	600	m	管道材质为 20# 钢 (材质符合 GB 3087-2008 标准), 规格为 $\Phi 45 \times 3.5$ , 具体长度根据实际情况确定
4	蒸汽冷凝液回收管	600	m	管道材质为 20# 钢 (材质符合 GB 3087-2008 标准), 规格为 $\Phi 32 \times 3$ , 具体长度根据实际情况确定
5	产品气伴热补充蒸汽手动截止阀	17	个	阀门材质为碳钢, 规格为 DN40, 配对法兰垫片, 具体数量根据实际情况确定
6	蒸汽冷凝液回收手动截止阀	49	个	阀门材质为碳钢, 规格为 DN25, 配对法兰垫片, 具体数量根据实际情况确定
7	疏水器	16	个	材质为碳钢, 与蒸汽冷凝液回收管配套, 具体数量根据实际情况确定
8	远传压力变送器	3	个	压力变送器耐腐蚀, 其他能满足实际需要
9	就地压力表	1	个	压力表量程为 0~3 MPa
10	远传热电阻	1	个	
11	保温棉及铝皮	若干	m <sup>2</sup>	具体数量根据实际情况确定
12	DCS 卡件	若干	个	具体数量根据实际情况确定
13	电 缆	若干	m	具体长度根据实际情况确定

左右, 烟气脱硝系统正常期间的烟气排放浓度在 40 mg/m<sup>3</sup> 左右, 烟气量 90 万标立方米 / 小时, 全年累计多排放氮氧化物约 16 t/a。因此, 工程改造完成后全年减少氮氧化物排放约 16 t。

## 6 总结

项目在原有系统上进行改造, 取消原有伴热管模式, 减少了蒸汽使用量, 降低了氨气带水量, 提高了氨气进入脱硝反应区的温度, 1#、2# 炉炉前氨温度由 110℃~130℃提高至 170℃及以上, 两台炉脱硝喷氨母管与支管清堵频率由每个月 1~2 次降低至 1 年 1 次, 炉内喷氨更均匀, 氨逃逸在正常范

围内, 两台炉脱硝系统运行可靠性得到较大提高。锅炉可以长期运行在最佳效率工况, 减少了烟气氮氧化物的排放。

## 7 参考文献

- [1] 单晓敬. 火电厂脱硝系统改造工程方案研究与设计 [J]. 当代化工研究, 2017 (4): 136-139.
- [2] 黄海斌. 机组锅炉脱硝改造后存在问题与改进措施 [J]. 电力安全技术, 2015, 17 (1): 40-41.
- [3] 邓元凯, 张永和, 包国举, 等. 优化双区燃烧系统提高脱 NO<sub>x</sub> 率与燃烧效率的试验研究 [C]. 全国氮氧化物污染控制会议论文集, 2005.

## A Case of Modification of Ammonia Gas Pipeline Heat Tracing of Denitrification System of an Electric Power Company

Zhang Jingwen

**Abstract** The thermal power plant flue gas denitrification system was an important environmental treatment facility in the power production system. The stability of the denitrification system was very significant for the environmental protection of the surrounding area. This case was technological transformation of reforming the thermal insulation heat tracing of the gas pipeline of the urea hydrolysis and ammonia plant system for completely eliminating the hidden dangers of condensation jam due to the long pipeline and poor thermal insulation heating performance, improving the stability of the denitrification system operation, and reducing the emission of nitrogen oxides from flue gas.

**Key words** denitrification system heat tracing case modification

(上接第 16 页)

- [4] 王兴杰, 谢高地, 岳书平. 经济增长和人口集聚对城市环境空气质量的影响及区域分异——以第一阶段实施新空气质量的 74 个城市为例 [J]. 经济地理, 2015, 35 (2): 71-76, 91.
- [5] 杨肃昌, 马素琳. 空气质量与城市发展——基于动态面板 GMM 模型的实证分析 [J]. 经济问题探索, 2015 (8): 52-60.
- [6] 杨肃昌, 马素琳. 城市经济增长对空气质量的影响——基于省会城市面板数据的分析 [J]. 城市问题, 2015 (12): 4-11.
- [7] 雷瑜, 张小玲, 唐宜西, 等. 北京城区 PM<sub>2.5</sub> 及主要污染气体“周末效应”和“假日效应”研究 [J]. 环境科学学报, 2015, 35 (5): 1520-1528.
- [8] 李建东, 铁学熙, 曹军骥. 城市地区 PM<sub>2.5</sub> 周末效应的初步研究 [J]. 地球环境学报, 2015, 6 (4): 224-230.
- [9] 王占山, 李云婷, 董欣, 等. 北京城区大气污染物“周末效应”分析 [J]. 中国科学院大学学报, 2015, 32 (6): 843-850.
- [10] 沈利娟, 王红磊, 吕升, 等. 嘉兴市春季 PM、主要污染气体和气溶胶粒径分布的周末效应 [J]. 环境科学, 2015, 36 (12): 4348-4357.
- [11] 石玉珍, 徐永福, 王庚辰, 等. 北京市夏季 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 等污染物“周末效应”研究 [J]. 环境科学, 2009, 30 (10): 2832-2838.

## Analysis of the Weekend Effect of Air Pollutants in the Center of Guangzhou City

Qiu Xiaonuan Liang Guixiong Zhang Jinpu

**Abstract** In this paper, the data of six ambient air quality monitoring stations located in the downtown area of Guangzhou were used to analyze the characteristics of concentrations of atmospheric pollutant at weekend and non-weekend in urban district of Guangzhou. The results showed that the mean value of the weekend concentrations of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in the dry season was higher than that of the non-weekend, and the weekend concentration on the daily change was higher than that of the non-weekend. There was a significant "weekend effect" especially by PM<sub>2.5</sub>. The maximum of relative deviation of concentration of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> between weekend and non-weekend in dry season appeared at dusk, and the maximum of relative deviation of concentration between weekend and non-weekend in wet season appeared in morning. The concentration of weekend and non-weekend of O<sub>3-8h</sub> in downtown Guangzhou was quite different, especially in the wet season. The non-weekend concentration of daily changes was higher than that of the weekend, and the maximum of the relative deviation of concentration between weekend and non-weekend appeared at night.

**Key words** air pollutants weekend effect Guangzhou city

# 广州市轻型汽油车排放状况分析

李晓通 何杰

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 通过分析广州市轻型汽油车的构成和 2013–2017 连续 5 年的排气定期检验样本数据, 研究其排放状况和检验合格率情况。分析结果表明, 广州轻型汽油车的整体合格超过了 90%, 相对国家拟修订标准的 a 类限值其整体合格率为 80%左右, 相对拟修订标准的 b 类限值, 虽第一类轻型汽油车的合格率也约为 80%, 但第二类轻型汽油车的合格率仅为 30%, 说明广州市轻型汽油车的整体排放状况较好, 但也不乐观。建议广州应进一步强化 I/M 制度的实施, 采取限行与鼓励淘汰相结合的措施促进轻型汽油车的更新与整体排放水平的提高。

**关键词** 轻型汽油车 排放 简易瞬态工况法 合格率

轻型汽车是指最大总质量小于 3500 kg 车辆<sup>[1]</sup>。日常生活中普遍见到的轻型汽油车主要有家用小轿车、少量的商务旅行车、面包车、微型小客车和汽油小货车等, 这些车辆主要用于人们日常出行的代步, 活动区域以人口集中的城市中心为主。相对来说, 虽轻型汽油车的排放控制水平较高、单车排放量也相对较低, 但由于它们主要穿行在城市中心的大街小巷, 城市道路两旁高大建筑物密集, 道路密度较高, 尾气扩散条件差, 使得沿城市道路形成高浓度的汽车尾气污染物滞留带, 对道路两旁行人以及商家、住户等的人体健康造成长时间直接危害<sup>[2]</sup>。可见轻型汽油车对城市大气污染, 特别是对市民身

体健康的危害不容忽视, 研究其排放状况, 有针对性的提出排放控制对策, 有着极其重要意义。

## 1 广州市在用车排气监管体系

### 1.1 所执行的标准体系

广州目前的排气监管体系主要包括排气定期检验和排气抽检两大部分, 所采用的排气检测方法主要有简易瞬态工况法、加载减速法、双怠速法、自由加速烟度法和遥测法 5 种检测方法, 执行标准体系情况见表 1<sup>[2]</sup>。

表 1 广州在用车所执行的标准体系

类别	检测方法	执行标准
排气定期检验	简易瞬态法	GB 18285–2005 《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法 (双怠速法及简易工况法)》; DB 44/632–2009 《在用点燃式发动机轻型汽车排气污染物排放限值 (简易瞬态工况法)》
	双怠速法	GB 18285–2005 《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法 (双怠速法及简易工况法)》
	加载减速法	GB 3847–2005 《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》; DB 44/632–2009 《在用压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法 (加载减速工况法)》
	自由加速法	GB 3847–2005 《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》



续表 1

类别	检测方法	执行标准
排气抽检法	双怠速法	GB 18285-2005 《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》
	自由加速法	GB 3847-2005 《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》
	遥测法	HJ 845-2017 《在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求（遥感检测法）》； DB44/T594-2009 《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》

### 1.2 轻型汽油车执行的简易瞬态工况法标准限值

根据国标 GB 18285-2005 有关“简易工况法的排放限值由省级环保主管部门制定，经省政府批准和国家环保主管部门备案后实施”<sup>[1]</sup>规定，广东省于 2009 年发布了 DB 44/632-2009 《在用点燃式发动机轻型汽车排气污染物排放限值（简易瞬态工况法）》地方标准，具体的标准限值见表 2 和表 3<sup>[2]</sup>。

表 2 轻型汽车排气污染物排放限值 I \*

基准质量 [RM] (kg)	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
RM ≤ 1020	41.9	5.9	6.7
1020 < RM ≤ 1470	45.2	6.6	6.9
1470 < RM ≤ 1930	47.1	7.0	7.0
RM > 1930	51.8	8.0	7.2

\* 注：适用于 2000 年 7 月 1 日前登记注册的第一类轻型汽油车和 2001 年 10 月 1 日前登记注册的第二类轻型汽油车。

表 3 轻型汽车排气污染物排放限值 II \*

车辆类型	基准质量 [RM] (kg)	CO (g/km)	HC+NO <sub>x</sub> (g/km)
第一类车	全部	8.8	3.1
	RM ≤ 1250	12.0	4.5
第二类车	1250 < RM ≤ 1700	17.3	4.6
	RM > 1700	17.8	4.6

\* 注：适用于 2000 年 7 月 1 日起登记注册的第一类轻型汽油车和 2001 年 10 月 1 日起登记注册的第二类轻型汽油车。

### 1.3 国家标准的修订状况

国标 GB 18285-2005 已执行了 10 多年时间，轻型汽油车整体结构已由原来的国 I、国 II 车辆为主发展至目前以国 IV、国 V 车辆为主，新生产车辆的排放控制水平的提高也使得在用车的整体排放水平得到提高。就简易工况法排放限值来说，因各地实施时间不一，但大多已实施几年甚至接近 10 年，显然相关标准已难于适应现有在用车的排气监管。

近年，国家为方便广大车主的年审工作，正推进全国机动车排气检验的联网和异地审验工作。为适应这一形式需要，原环境保护部启动了 GB 18285 和 GB 3847 两个在用车排放标准的修订工作，并拟在全国统一执行排放标准限值，且于 2017 年以《关于征求〈汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）（征求意见稿）》等两项国家环境保护标准意见的函》（环办大气函[2017]1324 号）开展了第二次征求意见。GB 18285 和 GB 3847 两个标准的征求意见稿对简易瞬态工况法规定了 a 和 b 两类限值，具体限值详见表 4。

表 4 国家修订标准拟定的简易瞬态工况法限值 \*

类别	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
限值 a	8.0	0.8	1.1
限值 b	3.0	0.3	0.4

\* 注：a 类限值为地方性限值；b 类限值为区域性限值。

拟修订的国家标准将以往的“新车新标准、旧车旧标准”排气监管思路改变为“末端淘汰”监管

思路；此外标准限值也得到了全面加严。

## 2 广州市轻型汽油车的主要构成

### 2.1 轻型汽油车保有量状况

广州因近年采取限行、限牌等措施，有效缓解了机动车快速增长趋势，但至 2016 年底，广州市的汽车保有量仍达到 230.0 万辆，其中轻型汽油车约 189.4 万辆，超过 10 年前的 3 倍<sup>[4]</sup>。图 1 为广州市 2016 年汽车的构成分布情况，由图可以看出，轻型汽油车所占比例达到了 82.70%。

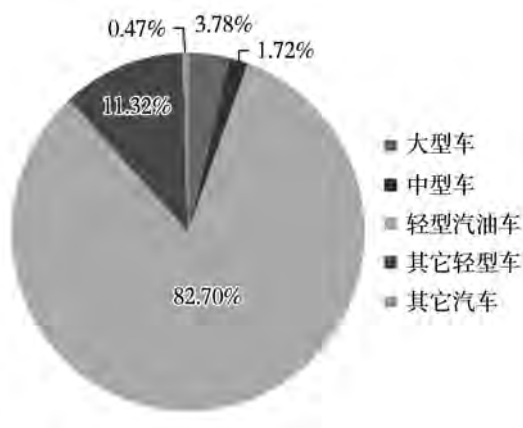


图 1 广州市汽车构成情况

图 2 是广州市近 10 年轻型汽油车保有量增长状况。由图可以看出，广州汽车保有量的增加实际也是轻型汽油车的增加，这是由于经济的发展导致私家车大量拥入家庭所致。此外，广州自 2012 年开始小汽车限制上牌后，小汽车保有量快速增长势头得到了明显控制，增长率由原来的 15% 左右下降至接近 2%。

### 2.2 轻型汽油车的排放贡献率状况

2017 年环境统计结果表明，广州市汽车 THC、CO 和 NO<sub>x</sub> 排放量分别为 2.3、21.3、5.0 万 t。广州市机动车排放监督管理系统统计显示，约占汽车保有量 85.82% 的汽油车，其 THC、CO 和 NO<sub>x</sub> 排放量占比分别为 62.64%、77.98% 和 16.11%，其中轻型

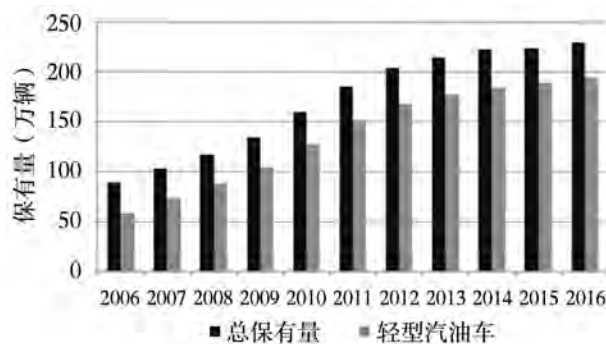


图 2 广州市轻型汽油车保有量增长状况

汽油车的 THC、CO 和 NO<sub>x</sub> 的排放量占比分别为 44.94%、60.87% 和 8.93%。

图 3 是广州市轻型汽油车近 5 年的排放占汽车排放总量的比例情况。由图可见，近年来广州轻型汽油车排放的 CO、THC 和 NO<sub>x</sub> 总量分别约占汽车总排放量的 60%、40% 和 10%，虽轻型汽油车的 NO<sub>x</sub> 排放相对较低，但 CO 和 THC 排放超过或接近了汽车总排放量的一半，且呈现每年稍有增长趋势。可见轻型汽油车的排放仍不容忽视。

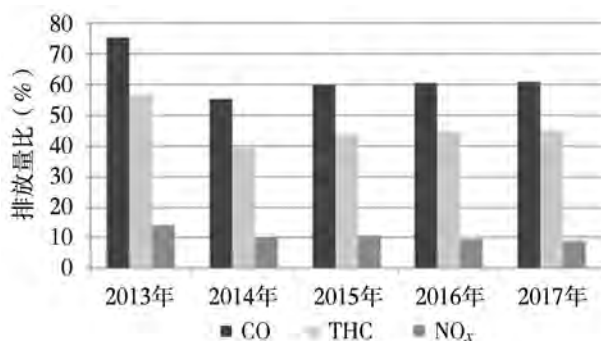


图 3 广州轻型汽油车排放总量占汽车总排放量比例情况

### 2.3 轻型汽油车的构成分布情况

GB 18285-2005 和 DB 44/632-2009 均将轻型汽油车分为第一类轻型车和第二类轻型车。第一类轻型车的定义为总质量小于 2500 kg，载客人数少于 6 人（含司机）的小型客车，基本为家庭小轿车；第二类轻型车则是指除第一类轻型车外的轻型汽车，它又按基准质量进行了分类（详见表 2、表 3），主要包括汽油小货车、微型客车及面包车和商务车等。由于目前广州国“0”车非常少，且基本都通

过技术鉴别核准已达到了国 I 以上排放控制水平, 而 2016 年则刚开始实施国 V 标准, 在用车辆极少, 所以, 本文将国 “0” 车归类为国 I 车, 国 V 车归类为国 IV 车。

图 4 是 2016 年广州市轻型汽油车中第一类轻型车与第二类轻型车的占比情况。由图可见, 第一类轻型汽油车约占总轻型汽油车的 78% 左右, 第二类轻型汽油车的占比仅为 22% 左右, 国 I、国 II、国 III 和国 IV 车辆之比例基本接近。

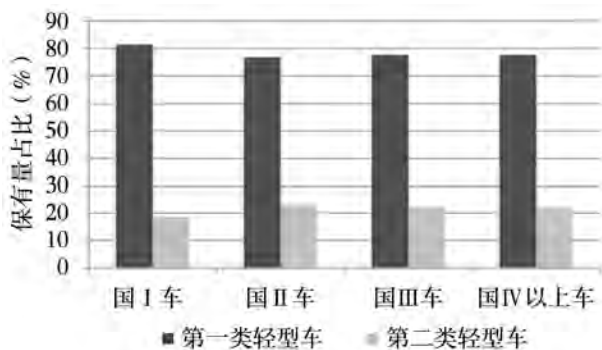


图 4 轻型汽油车中第一、二类轻型车的分布情况

图 5 是按执行标准限值将第二类轻型车分为 a、b、c 三类车, 各类车在第二类轻型车中的占比。由图可以看出, 国 I、国 II、国 III 和国 IV 车辆中 a、b、c 类车辆所占比例相差较大, 且无规律。

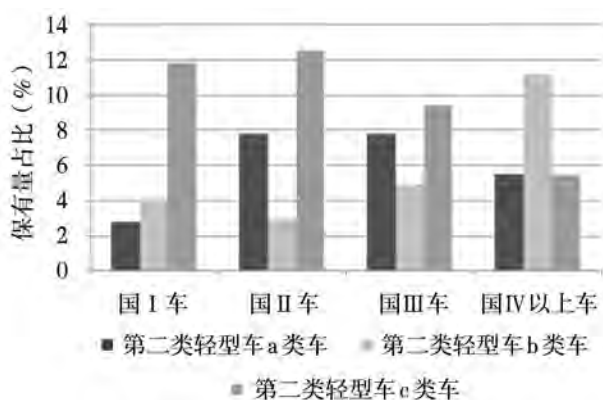


图 5 第二类轻型汽油车中各车辆的分布情况

### 3 分析样本来源

广州自 2011 年开始采用了简易瞬态工况法对点燃式轻型汽车进行排气定期检验, 收集了大量

的轻型汽油车排气检验数据。本文随机选取了 2013-2017 年连续 5 年之每年某个相同月份的测试数据作为分析样本, 总分析样本数量约 20.84 万条, 分析样本的具体分布详见表 5。

表 5 分析样本分布情况 单位: 辆

年份	车辆类型					
	国 0	国 I	国 II	国 III	国 IV	国 V
2013	752	7464	5629	13701	8966	—
2014	627	7555	5776	21159	13703	—
2015	350	6257	5062	16521	4803	—
2016	152	5134	4691	20511	6719	64
2017	114	5587	5317	23786	16414	1628
合计	1995	31997	26475	95678	50605	1692

## 4 轻型汽油车排放状况分析

### 4.1 分析样本的平均排放状况

图 6 - 图 8 为分析样品不同排放水平车辆各年排气定期检验时的平均排放状况。由图可见, 从排放平均水平可以看出, 整体上无论是 CO、THC 还是 NO<sub>x</sub>, 轻型汽油车的平均排放都随新车排放控制水平的提高而下降, 新车排放控制达到国 III 以后, 相应的在用车辆排放水平的降低幅度明显减小, 这一情况与新车的控制思路基本吻合。此外, 就排气定期检验来说, 每年的排放水平接近且逐年稍有增加, 这是因车辆随使用时间会逐步劣化所致。

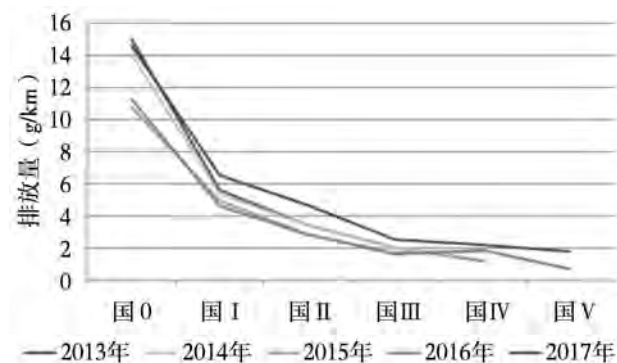


图 6 分析样本的 CO 平均排放情况



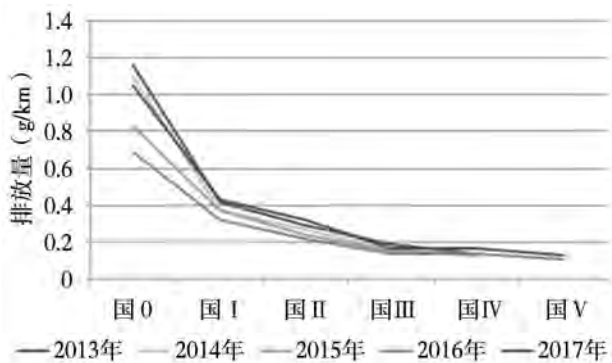


图 7 分析样本的 THC 平均排放情况

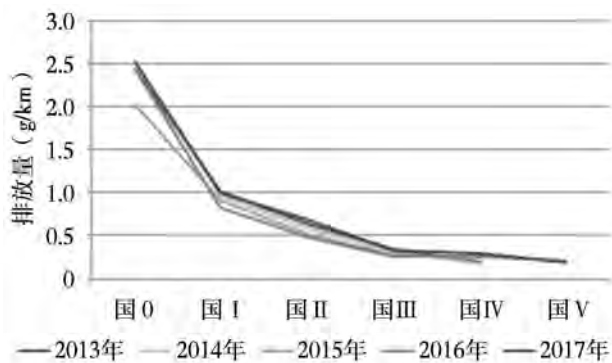


图 8 分析样本的 NO<sub>x</sub> 平均排放情况

#### 4.2 排气定期检验合格率分析

图 9 - 图 12 是分析样本的排放合格率情况，由图可以看出，相对现行标准限值广州市轻型汽油车的合格率均较高，特别是国 III 和国 IV 车合格率已超过了 95%，明显低于通常排放标准限值的控制比例，且国 I 和国 II 车的合格率也高于 85% 以上，说

明目前广州的轻型汽油车相对现行限值其排放较好。从图还可以看出，总体上新车控制水平高，在用车的合格率也高，但第二类轻型车中的 a 类车中国 I 和国 II 车的合格率接近国 III 和国 IV，且整体上国 III 和国 IV 车的合格率接近。此外整体上第一类车的合格率相对第二类车的合格率要高。

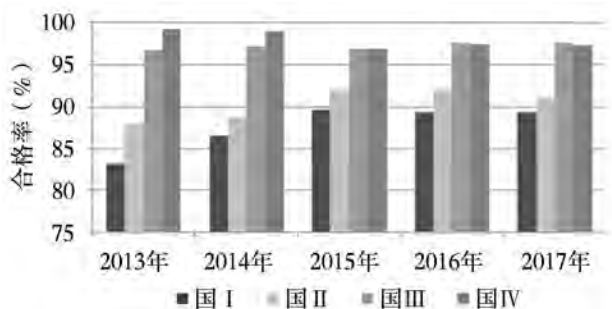


图 9 第一类轻型汽油车合格率情况

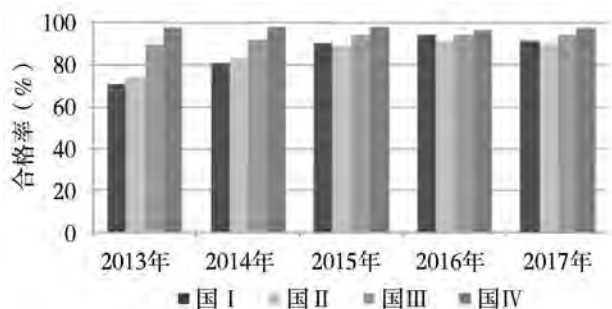


图 10 第二类轻型汽油车中的 a 类车合格率情况

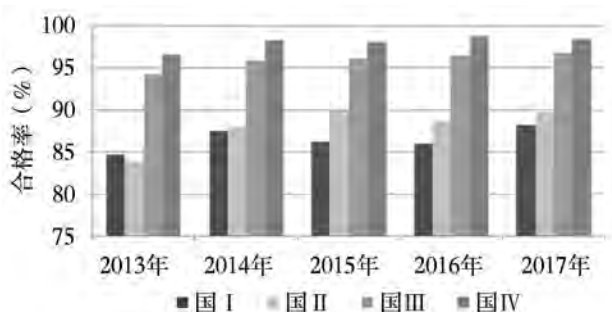


图 11 第二类轻型汽油车中的 b 类车合格率情况

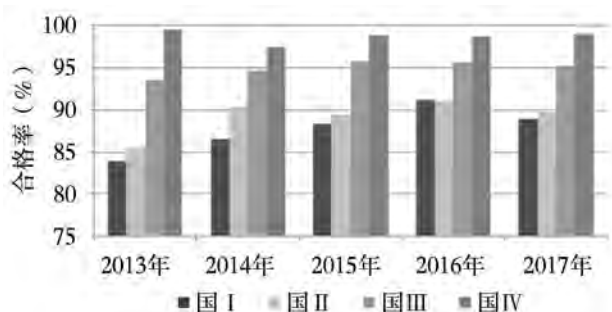


图 12 第二类轻型汽油车中的 c 类车合格率情况

#### 4.3 相对国家标准拟修订限值的排气合格率情况

限于篇幅，这里仅选了用 2017 年年审检验数

据样本使用国家拟修订标准限值对广州轻型汽油车的合格率进行分析，且仅按第一类轻型车和第二类轻型车进行分类分析，虽如此但也能在整体上反

映广州市轻型汽油车对拟修订标准的适应性情况。图 13 是采用拟修订限值后分析样本的合格率情况,由图可以看出,整体上国 III 和国 IV 车相对 a 类限值其合格率较高平均合格率约为 85% 以上,相对 b 类限值也达到了 75% 以上,对拟修订限值能良好适应。而对于国 I 和国 II 车,则合格率明显偏低,其中国 I 和国 II 车的第二类车相对 a 类限值的合格率不到 50%,相对 b 类限值仅为 30% 左右,这类车辆将面临着限制使用或被淘汰。

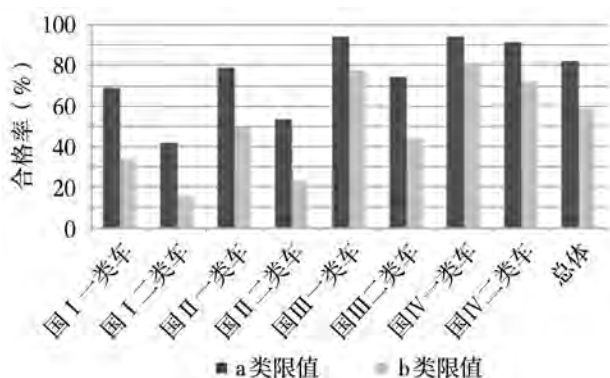


图 13 轻型汽油车相对国家拟修订限值合格率情况

## 5 结论与建议

通过上述分析可以得出如下结论:

(1) 广州市轻型汽油车的整体排放状况良好,但因保有量基数较大,在汽车总排放量中仍占有相当大比例,特别是 CO 和 THC 排放总量约占广州汽车排放总量一半左右。

(2) 使用国家拟修订的标准限值评价广州轻型汽车的合格率表明,国 I 和国 II 车的排放合格率明显偏低,特别是国 I 和国 II 车中的第二类车相对 a 类限值和 b 类限值的合格率仅为 50% 和 30% 左右,这类车辆将面临着限制使用或被淘汰。

针对上述问题,建议广州应继续严格执行机动车排气定期检验,进一步加强轻型车的日常监管,促进国 I 和国 II 车日常维护保养与排气维修工作,对使用年限较长的老旧车辆鼓励车主更换机尾净化器等降低车辆的污染物排放,同时采取限行与有效鼓励政策并举措施促进排放较差车辆的淘汰与更新。此外,应更进一步发展与完善公共交通体系,减少居民出行时私家车的使用频率和进一步控制轻型汽油车保有量的增长速度。

## 6 参考文献:

- [1] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局. GB 18285-2005 点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [2] 双菊荣,王伯光. 机动车排气检验-标准解析、设备原理、技术方法与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [3] 广东省质量技术监督局,广东省环境保护局. DB 44/632-2009 在用点燃式发动机轻型汽车排气污染物排放限值(简易瞬态工况法) [S]. 2009.
- [4] 广州市统计局. 广州统计年鉴(2007-2017) [J]. 北京: 中国统计出版社.

## Analysis of Light Duty Gasoline Vehicle Emission in Guangzhou

Li Xiaotong He Jie

**Abstract** In this Paper, the composition of the light duty gasoline vehicle in Guangzhou and the sample data of exhaust gas inspection 5 years in a row from 2013 to 2017 was analyzed. The qualification rate of the Guangzhou light duty gasoline vehicle was more than 90%, and the overall qualification rate was about 80% relative to class A limit of the national proposed revision standard. Compared with class B limit of the national proposed revision standard, although the qualification rate of the first type light duty gasoline vehicle was about 80%, the second type light duty gasoline vehicle was only 30% indicating that the emission status of light duty gasoline vehicles in Guangzhou was not optimistic. It showed that Guangzhou should further strengthen the implementation of the I/M system, and promote the renewal of light duty gasoline vehicles and the improvement of the emission level by combining taking traffic control measures with encouraging elimination.

**Key words** light duty gasoline car emissions simple transient working condition method (VMAS) qualification rate

# 广州市营运车辆排放状况分析

甘广盛 何明亮

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 营运车辆主要包括城市公交、出租车和长途客货运车。虽这些车辆所占机动车比例小, 由于使用频率高、使用时间长、年行驶里程长, 是城市机动车排气监管的重点。广州近年营运车辆排气检测数据分析结果表明, 营运车辆的整体排放状况较好, 抽检超标率均低于 10%, 但相对拟修订国家标准 a 类限值来说燃气公交车的超标约为 70%, 因此, 广州对燃气公交车应进一步加强维护维修与保养, 按规定定期更换机尾净化器等措施促进其超标率的降低。

**关键词** 营运车辆 抽检 超标率 标准限值

广州为加强对排放量大、使用频繁车辆的排气监管工作, 自 2008 年起, 针对车辆数超过 100 辆的机构或单位 (即所谓用车大户) 组织开展了使用停放地的排气抽检工作, 至 2017 年底抽检量达近 15 万台 / 次。这一工作促进了用车大户车辆、特别是营运车辆的排气维修与管理, 为广州市控制机动车排气污染起到了良好促进作用。

## 1 营运车辆的构成与使用特点

### 1.1 营运车辆的构成

营运车辆主要包括城市公交、城市出租车辆和长途客货运车辆。本世纪伊始, 广州为调整公共交通能源结构和消除城市公交车冒黑烟引起的投诉问题, 全面启动了公交车和出租车油改气工作, 所以目前广州市的公交车辆基本为 LPG 和 LNG 车, 出租车则基本为 LPG 车。

由于柴油车具有良好的经济性和动力性, 仍在长途客货运车方面保留着明显使用优势<sup>[1]</sup>, 因此广州市的长途客货运车基本为柴油车。

### 1.2 营运车辆的使用特点

除出租车和极少量小型货车外, 通常营运车辆的发动机排量与输出功率及车辆的运载能力等较大。营运车辆普遍存在使用频率高、运行时间长和年行驶里程量大等特点, 公交车和长途客货运车还具有长时间满载甚至超载行驶等使用特点。

### 1.3 营运车辆尾气排放特点

大多营运车辆装配的发动机排量数倍于普通私家车, 年均行驶里程也是普通私家车的 10 倍以上, 且营运车辆本身的控制技术与控制水平相对普通私家车落后, 导致营运车辆的排放劣化速度快、污染物排放量大, 单车污染物年排放总量通常可达普通私家车单车年排放总量的数十倍甚至近百倍。

公交车和出租车是市民日常出行的主要交通工具, 尤以城市中心区为主要行驶区域。城市中心区人口集中、大中型建筑物密集, 汽车尾气扩散条件较差, 尾气排放对市民的危害与影响更大、更集中、时间也更长<sup>[2]</sup>。为减小机动车排气对城市人口集中区的排气污染, 许多国家和地区都将城市中心区设置为低排车行驶区, 包括我国许多城市设定的黄标车限行区、大型货运车禁行区、小型柴油货车在城市中心区限定行驶时间等也是如此。



## 2 广州市营运车辆抽检流程

### 2.1 营运车辆抽检模式

广州营运车辆排气抽检工作方式主要有车辆停放地抽检和驻点抽检两种形式。车辆停放地抽检采取定期抽检与随机抽检互补形式分别到公交站场、长途客运站场和货运站场进行抽检,排气超标车辆必须经维修治理合格后方可继续承担运营工作。驻点抽检主要是由环保部门派员进驻出租车定点维修厂对经维修后拟出厂出租车进行排气检测,如排气超标则继续进行维修直至排气合格为止。

### 2.2 营运车辆抽检流程

营运车辆抽检主要包括公交车站场抽检、客运站场抽检、货运站场抽检以及出租车定点维修厂出租车维修抽检四种场景。具体抽检流程如图1所示。

### 2.3 营运车辆排气抽测方法

机动车日常排气抽检一般使用传统排气检测方法,具体就广州营运车辆来说,LPG和LNG车辆同属点燃式发动机汽车,采用双怠速法进行排气抽检,长途客货运车辆主要为柴油车,属压燃式发动机汽车,采用自由加速烟度法进行排气抽检。

目前,广州共有5台排气流动监测车,配备的设备主要有用于双怠速法检测的五气分析仪和用于自由加速烟度法检测的不透光烟度计等,其中2台排气流动监测车用于用车大户车辆排气抽检工作,另3台则用于道路行驶车辆的排气抽检。

## 3 在用车的执行标准与通常的超标控制比例

### 3.1 营运车辆所执行的标准限值

国标 GB 18285-2005<sup>[3]</sup>和 GB 3847-2005<sup>[4]</sup>是目前我国现行在用车排放标准。GB 18285-2005包含了双怠速法和三种简易工况法排气检测方法,但规

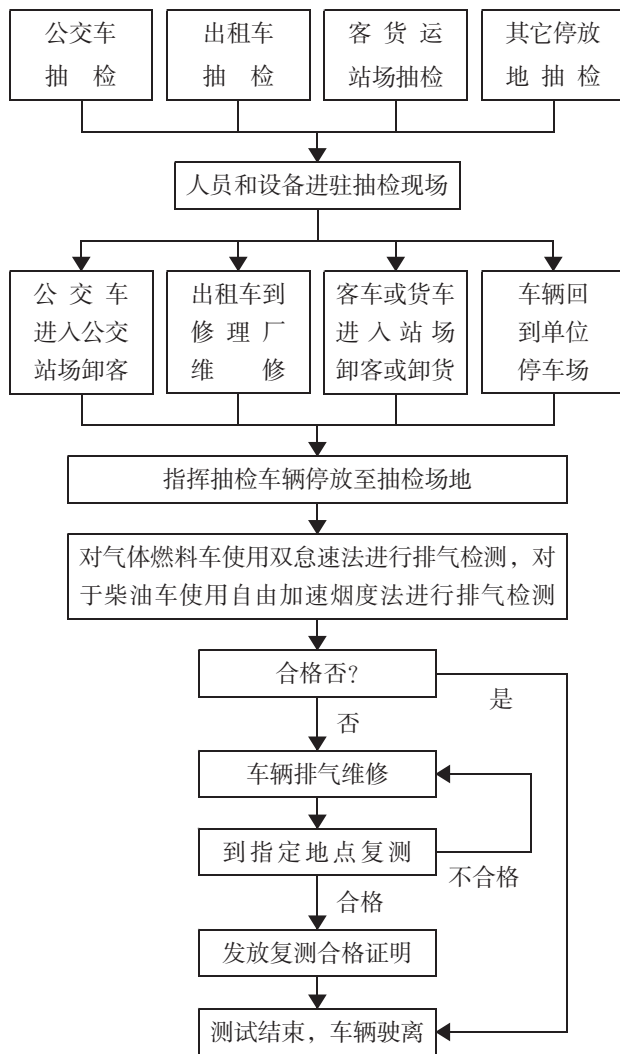


图1 营运车辆抽检流程

定简易工况法的排放限值由地方制定,排气抽检所用双怠速法的排放限值标准则分车类分别给出了限值,与现状营运车辆相关车型的具体限值见表1所示。

表1 出租车和公交车的排放限值<sup>[2]</sup>

车 型	类 别			
	怠 速		高怠速	
	CO (%)	HC (10 <sup>-6</sup> )	CO (%)	HC (10 <sup>-6</sup> )
2001.7.1起生产的第一类轻型汽车	0.8	150	0.3	100
2004.9.1起生产的重型汽车	1.5	250	0.7	200

GB 3847-2005 包含了滤纸式自由加速烟度法、不透光自由加速烟度法和加载减速法三种检测方法，滤纸式自由加速烟度主要用于已淘汰国“0”柴油车的测试，已基本无监测对象。GB 3847-2005 规定加载减速法的排放限值由地方制定，排气抽检所用不透光自由加速烟度法的排放限值则规定自然吸气式发动机车辆的排放限值为  $2.5 \text{ m}^{-1}$ ，涡轮增压式发动机车辆的排放限值为  $3.0 \text{ m}^{-1}$ 。

### 3.2 标准限值对在用车排放超标率的控制比例说明

相关研究表明，20%的高排放车辆排放着 80% 的排气污染物<sup>[5]</sup>，即机动车排放也满足所谓的“二八”规律，因此在制定在用车排放标准限值时一般会将超标比例控制在 20% 左右。根据“二八”规律，GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 的配套行业标准 HJ/T240-2005 和 HJ/T241-2005 也规定地方在制定简易工况法排放限值时应遵循“新车新标准，老车老标准”、“初始放松、逐步加严”原则，并规定超标比例控制在 10%~25%<sup>[6-7]</sup> 范围。

## 4 广州市营运车辆排气超标率分析

### 4.1 分析样本基本情况

由于自 2011 年起广州市营运车辆抽检数据较完整，因此，这里主要以 2011 年至 2017 年的营运车辆 8 万多条抽检数据为数据分析样本，具体的分析样本分布情况详见图 2。

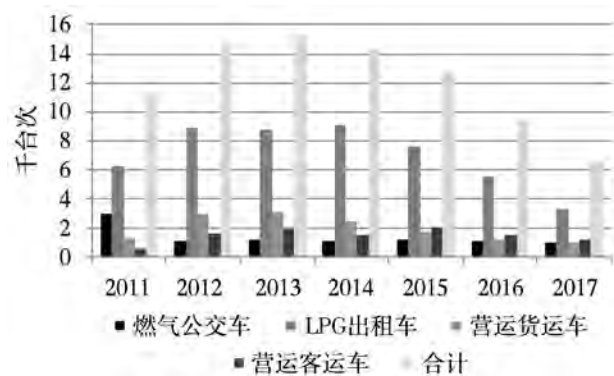


图 2 分析样本分布情况

图 2 表明，广州近 7 年营运货车、营运客车以及燃气公交车除 2011 年抽检量较多外，各年的抽检数量比较接近。而出租车抽检主要以驻点抽检为主，实际上已属于一种常规抽检，由于抽检时间长，因此，出租车的抽检量相对较多，且由于抽检量受出租车淘汰更新、车辆保养维修量等影响，导致出租车的年抽检量变化较大，由 2011 年的年抽检量约 6000 多台次增加至 2014 年的 9000 台次，然后再减少到 2017 年的 3000 多台次。

表 2 是燃气公交车和 LPG 出租车分析样本的平均排放水平情况，表 3 是营运货车和营运客车分析样本的平均排放水平情况。由表 2 和表 3 可以看出广州营运车辆的总体排放状况较好，平均排放处于较低水平，整体上呈下降趋势，营运客货车的排放烟度的下降趋势较明显。

表 2 燃气公交车和 LPG 出租车的平均排放水平

车 类	怠速均值		高怠速均值		
	CO (%)	HC ( $10^{-6}$ )	CO (%)	HC ( $10^{-6}$ )	
燃气公交车	2011 年度	0.09	109	0.04	89
	2012 年度	0.02	127	0.02	99
	2013 年度	0.05	108	0.04	83
	2014 年度	0.04	93	0.04	73
	2015 年度	0.04	82	0.03	68
	2016 年度	0.03	87	0.02	76
	2017 年度	0.02	101	0.02	96
LPG 出租车	2011 年度	0.06	45	0.10	27
	2012 年度	0.04	27	0.06	21
	2013 年度	0.05	21	0.08	19
	2014 年度	0.06	46	0.08	34
	2015 年度	0.06	30	0.06	18
	2016 年度	0.08	21	0.07	14
	2017 年度	0.10	34	0.33	23

表3 营运货车和营运客车的平均排放水平

车类	排气烟度 均值 ( $m^{-1}$ )	车类	排气烟度 均值 ( $m^{-1}$ )
2011年度	1.01	2011年度	0.57
2012年度	0.76	2012年度	0.45
2013年度	0.66	2013年度	0.53
2014年度	0.66	2014年度	0.48
2015年度	0.61	2015年度	0.38
2016年度	0.50	2016年度	0.40
2017年度	0.51	2017年度	0.41

值得说明的是由于营运车辆的抽检每年开展,因此,分析样本为台次检测结果,并不是每台车辆只有一个检测结果。

#### 4.2 燃气公交车排气抽检超标率状况分析

广州公交车以燃气汽车为主,主要包括LPG和LNG公交车两大类。图3为分析样本中近年广州燃气公交车的排气抽检超标率情况,由图3可以看出,除2013年稍有波动外,广州市燃气公交车的抽检超标率基本呈逐年下降趋势,这主要得益于广州市机动车排气监管力度的加强、广州市交通委员会的鼎力配合以及老旧LPG车被更新为LNG车等。

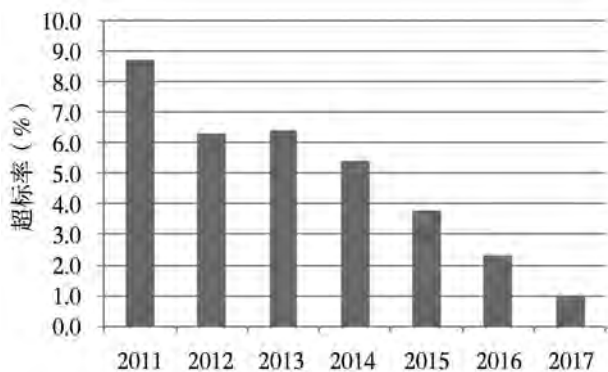


图3 广州市燃气公交车抽检超标率情况

值得说明的是通常气体燃料燃烧较充分,CO和HC排放相对较低,因此双怠速法测试的超标率

也会相对较低。实际燃气汽车 $NO_x$ 排放会相对较高,因 $NO_x$ 一般在高温、富氧情况下由空气中的氮氧化形成,双怠速法测试时车辆发动机工作温度较低,所产生的 $NO_x$ 也很低,不能表征车辆 $NO_x$ 的实际排放<sup>[7]</sup>,因此双怠速法没有规定 $NO_x$ 排放限值。

#### 3.3 LPG出租车排气抽检超标率状况分析

图4是使用分析样本所形成的近年LPG出租车抽检超标率情况,由图4可以看出,虽出租车各年超标率未超过10%,但2011年和2017年的超标率接近10%,中间5年的超标率处于5%~7%之间,相对较接近。广州出租车的使用年限为5年,出租车使用5年后通常行驶里程超过了60万km以上,已接近使用报废条件。据了解2012年期间广州出租车淘汰更新比例较大,至2017年这批车辆又接近了淘汰更新期,这也许是造成2011年和2017年出租车超标率较高的主要原因。

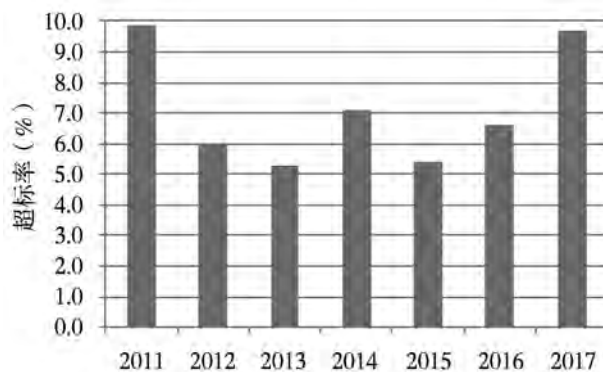


图4 广州市LPG出租车抽检超标率情况

#### 3.4 营运货车排气抽检超标率状况分析

营运货车主要为柴油车,抽检工作均在货运站场开展,抽检方法为不透光自由加速烟度法。图5是广州近年营运货车抽检超标率情况,由图可以看出,整体上营运货车各年抽检的超标率均较低(小于7%)且各年超标率接近。

#### 3.5 营运客车排气抽检超标率状况分析

营运客车主要也为柴油车,抽检工作均在客运站场开展,抽检方法也为不透光自由加速烟度法。



图 6 是广州近年营运客车抽检超标率情况, 由图可见, 营运客车的整体超标率非常低 (小于 3%)。

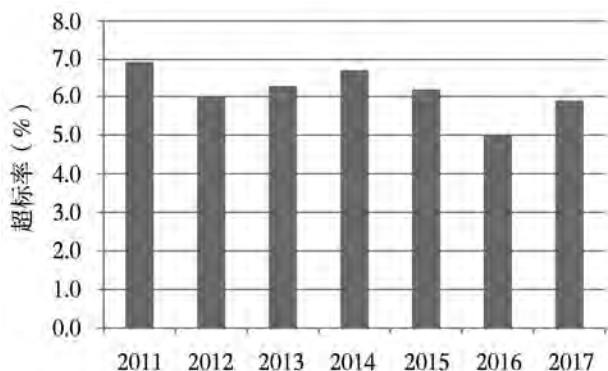


图 5 广州营运货车抽检超标率情况

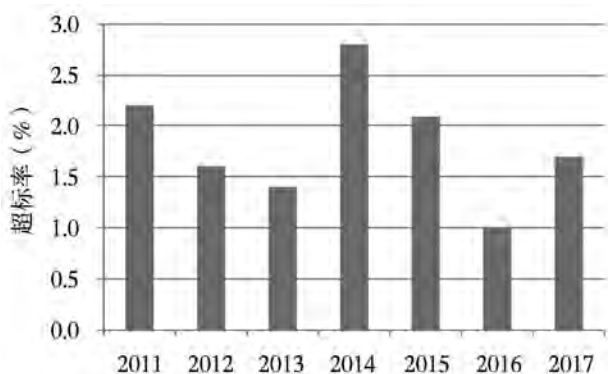


图 6 广州市营运客车抽检超标率情况

2.2 节至 2.5 节的分析结果表明, 广州营运车辆相对现行标准限值, 整体上偏低, 抽检超标率均不到 10%, 其中营运客车的超标率低至小于 3%, 明显低于在用车通常控制的排放超标率, 可见目前我国在用的双怠速法和自由加速烟度法的排放限值均太松, 已开始不适应在用车的排气监管需要。

## 4 相对拟修订限值的排气抽检超标率情况

### 4.1 在用车排放标准的修订情况

由于国标 GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 已执行了十多年, 新生产汽车排放标准已经历了国 II、国 III、IV 国和国 V 整整 4 个阶段, 且在用车经过黄标车限行和淘汰过程, 整体车辆结构已由原来

的国 I、国 II 车辆为主发展至目前以国 IV、国 V 车辆为主。显然现行在用的 GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 两个标准, 特别在排放限值方面已开始不适应现有在用车的排气监管。因此, 原环境保护部启动了 GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 两个在用车排放标准的修订工作, 并于 2017 年以环办大气函 [2017] 1324 号文开展了第二次征求意见<sup>⑧</sup>。GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 两个标准的征求意见稿对双怠速法和自由加速烟度法的标准限值进行了全面修订, 具体如下:

(1) 排放限值划分为 a、b 两类, a 类是通用限值, 适用于全国所有地区, b 类则主要用于对机动车排放控制要求较严的地区, 且排放限值与车辆参数无关。

(2) 所有点燃式发动机汽车的双怠速法排放限值相同, a、b 类限值详见表 4。

表 4 拟修订的在用车双怠速法排放限值

类别	怠速		高怠速	
	CO (%)	HC ( $10^{-6}$ )	CO (%)	HC ( $10^{-6}$ )
限值 a	0.4	70	0.3	50
限值 b	0.1	40	0.1	30

(3) 所有压燃式发动机汽车的自由加速烟度法排放限值相同, a 类限值统一规定为  $1.5 \text{ m}^{-1}$ , b 类限值为  $0.8 \text{ m}^{-1}$ 。

GB 18285-2005 和 GB 3847-2005 拟修订的双怠速法和自由加速烟度法限值相对 2005 年的标准限值 (简称“05 标准”) 得到了明显加严, 如直接用数值比较, 拟修订的双怠速法和自由加速烟度法“a”限值均约为“05 标准”限值的 50%, “b”限值均约为“05 标准”限值的 20%。

### 4.2 用拟修订标准 a 类限值评价广州市营运车辆的排气抽检超标率情况

为了解修订标准发布后, 广州营运车辆的排气超标率情况, 本文采用拟修订标准的 a 类限值 (限于篇幅, 不对 b 类限值进行分析) 对营运车辆的排

气抽检超标率进行统计分析。

图7、图8、图9和图10分别为使用a类限值分析得出的广州燃气公交车、LPG出租车、营运货车和营运客车的抽检超标率情况。由图可以看出,使用a类限值分析得出的广州近年燃气公交车的抽检超标率约为70%,LPG出租车和营运货车抽检超

标率均小于20%,营运客车的抽检超标率小于10%。由此可见,在用车排放标准修订后,LPG出租车和营运客货运输车的超标率基本符合通常的“二八”规律控制要求,而燃气公交车的超标率相对较大,如正式发布的修订标准最终采用了a类限值,燃气公交车将面临排气超标严重问题。

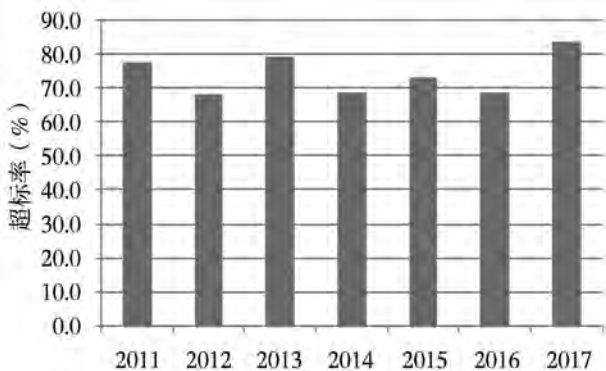


图7 用拟修订标准 a 类限值分析获得的广州市燃气公交车抽检超标率情况

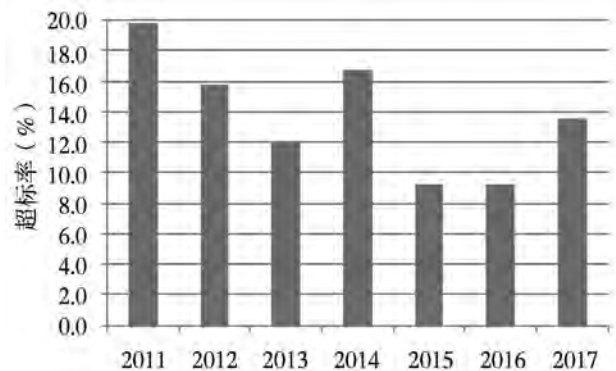


图8 用拟修订标准 a 类限值分析获得的广州市LPG出租车抽检超标率情况

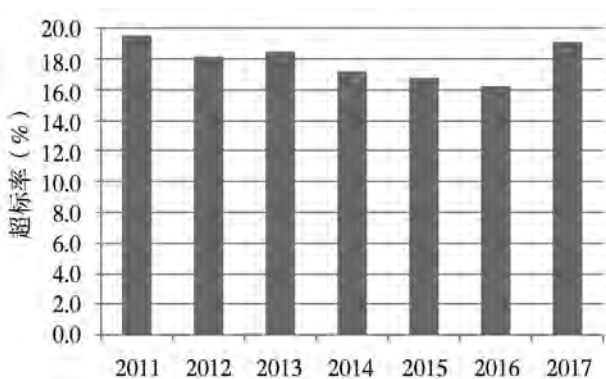


图9 用拟修订标准 a 类限值分析获得的广州市营运货车抽检超标率情况

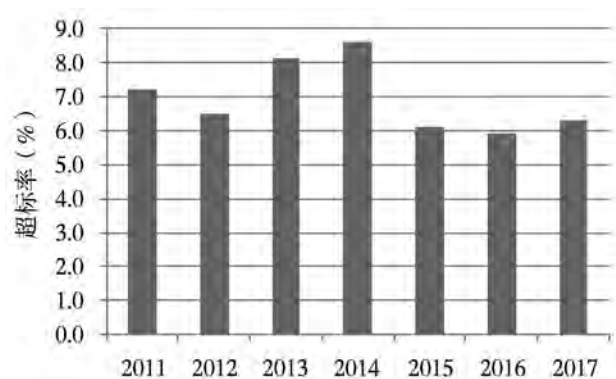


图10 用拟修订标准 a 类限值分析获得的广州市营运客车抽检超标率情况

## 5 结论与建议

近年广州营运车辆排气抽检数据的分析结果表明,相对于现行在用车执行标准,广州营运车辆的排放状况相对良好。拟修订标准发布后,如广州采用a类限值,则广州出租车与营运客货车的超标率处于正常控制水平,但燃气公交车将面临超标率严重问题;如采用更严格的b类限值,所有营运车辆

均面临超标率偏高问题,因此,广州市营运车辆的排放状况不容乐观。

为保证新修订标准发布实施后广州营运车辆的整体超标率达到标准通常的控制水平要求,广州应采取进一步加强排气抽检监管,强化营运车辆的维护、维修与保养制度,对燃气公交车车辆还应严格按照规定定期更换机尾净化器,并根据国家和省的统一部署逐步淘汰和更换为纯电动车辆等措施。

(下转第39页)

# 广州市非道路移动机械管理现状和对策研究

叶子铭 黄继章 龚明睿 周琳 陈鸿俊

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘要** 广州市非道路移动机械排放量占比较大, 属于广州市大气污染控制的薄弱环节。本研究通过对非道路移动机械开展调研, 发现广州市非道路移动机械具有数量不清、流动性大、监管困难等特点, 结合国内外的经验, 提出了广州市建立非道路移动机械使用登记系统、完善地方法规、划定非道路移动机械使用低排区等具体对策建议。

**关键词** 广州 非道路移动机械 现状 对策

## 1 引言

非道路移动机械污染控制是广州市大气污染控制的薄弱环节, 存在数量不清、流动性大、监管困难等问题, 非道路移动机械大部分为老旧机械, 冒黑烟等现象严重。

2016 年, 广州市在完成环境保护部组织的开展大气污染源排放清单编制试点工作的基础上<sup>[1]</sup>, 对非道路移动机械的排放情况进行了更新 (以 2015 年为基准年), 工程机械和农业机械污染物排放 NO<sub>x</sub> 约为 2.1 万 t, CO 约为 0.7 万 t, HC 约为 0.2 万 t, PM<sub>10</sub> 约为 0.5 万 t, PM<sub>2.5</sub> 约为 0.4 万 t, SO<sub>2</sub> 约为 0.04 万 t<sup>[2]</sup>。广东省人民政府办公厅印发的《广东省大气污染防治强化措施及分工方案的通知》<sup>[3]</sup> 中规定“各地要划定低排放控制区, 禁止驶入高排

放车辆和使用高排放非道路移动机械; 加大对使用不达标道路移动机械施工单位的处罚力度”<sup>[3]</sup>, 给广州市非道路移动机械的精细化管理提出了更高的要求。

## 2 广州市非道路移动机械管理现状与问题研究

### 2.1 广州市非道路移动机械调研思路与内容

本项目的主要研究对象是非道路移动机械中的工程机械和农业机械。根据非道路移动机械施工主管部门的分工, 本研究将非道路移动机械分为 4 类开展调研, 既建筑工地工程机械、道路工程机械、叉车及农业机械。非道路移动机械调研数据及资料获取方法见表 1。

表 1 非道路移动机械分类及资料获取方法

机械类型	获取方法
建筑工地工程机械	广州市统计年鉴、市行业主管部门调研、实际走访调研、建筑工地施用单位专家咨询、文献调研等
道路工程机械	广州市统计年鉴、市行业主管部门调研、道路施用单位专家咨询、实际走访调研、文献调研等
场(厂)内机械	广州市统计年鉴、《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》、市行业主管部门调研、专家咨询、实际走访调研、文献调研等
农业机械	广州市统计年鉴、市行业主管部门调研、专家咨询、实际走访调研、文献调研等

调查结果显示, 2016年广州市共有2600多个在建工地, 房屋施工面积达16289.56万 $\text{m}^2$ 。建筑工地施工阶段主要包括前期(招投标、土地征收)、开工、基础、主体、装修、完工等阶段。建筑施工过程中使用到工程机械的主要为基础阶段, 2016年工程中包含基础阶段的施工工地约占全部建筑工地总数的45.6%, 建筑施工过程中主要使用到柴油机械设备的为基础阶段中的场地平整、基坑开挖、桩基和地下连续墙施工等。

2016年广州市在建市政道路约154 km。道路长度达7559 km, 比2015年增长了97 km, 道路面积达11525万 $\text{m}^2$ , 比2015年增加了292万 $\text{m}^2$ 。道路施工过程主要以机械设备为主, 主要包括路基工程和路面(含桥面)工程, 高速公路还包括桥梁建设工程。其中路基工程主要包括土石方挖填及平整和压实, 主要机械设备包括挖掘机、平地机、压路机、装载机、推土机等, 路面工程主要包括路面的摊铺和压实以及路面材料拌和后的装载, 主要机械设备包括摊铺机、压路机和装载机等, 涉及沥青铺路的还需使用沥青搅拌设备。桥梁建设工程主要包括桩基施工、承台开挖及柱体浇筑, 主要机械设备包括桩工机械、挖掘机、起重机械。

2016年广州市在册叉车总数为18021台, 额定总载荷达5049.8万t, 其中柴油叉车8732台, 汽油叉车295台, 蓄电池叉车8877台, 其他叉车117台。

2016年广州市农业机械总动力136.524万kW, 其中柴油发动机动力70.495万kW, 占51.6%; 汽油发动机动力20.604万kW, 占15.1%; 电动机动力44.183万kW, 占32.4%, 其他机械动力1.241万kW, 占0.9%。

## 2.2 工程机械管理情况与问题

根据调研所了解的信息, 由于工程机械主要用于施工, 目前除了水泥泵车、汽车吊等少数种类的工程车辆纳入国家机动车牌照管理, 叉车、吊机等少数种类的工程机械纳入特种设备管理外, 挖掘机、压路机、打桩机、摊铺机、推土机等大量常用

的工程机械均不需要进行上牌或登记管理。目前, 广州市对于工程机械的管理并没有指定的管理部门和明确的管理要求, 大量常用工程机械的购买、使用、转让等环节目前均是市场行为, 因此对于工程机械的保有情况、使用情况等也缺乏准确的数据。

广州市亦未对使用的工程机械排放管理做出明确要求。在建项目的工程机械并没有明确的安全检验或排放检验制度要求, 也没有明确的强制报废期限要求, 大量的工程机械设备都处于超期服役或缺乏维护的状态, 因此工程机械设备的排放水平大多比较恶劣。

## 2.3 场(厂)内机械管理现状与问题

根据《中华人民共和国特种设备安全法》和《特种设备使用管理规则(TSG 08-2017)》规定, 叉车等场(厂)内专用机动车辆属于特种设备, 在正式使用前需到特种设备安全管理部门办理登记, 并获取场(厂)内专用机动车辆车牌。叉车等场(厂)内专用机动车辆在使用前需进行安全检测, 并建立安全档案, 每年还需进行一次定期安全检测, 其中尾气排放检测只作为选检项。

此外, 2015年广州市也制定了《广州市叉车安全管理规定》<sup>[4]</sup>, 其中对叉车安全性能的管理, 规定由质检部门管辖在广州市有注册登记的场(厂)内专用机动车辆。但叉车具有较强的流动性, 难以进行长期稳定的监督。对于叉车等场(厂)内专用机动车辆的报废年限, 目前还没有法律法规做出明确的规定, 因此很多叉车可能存在超期服役, 其排放状况堪忧。

## 2.4 农业机械管理现状与问题

根据《农业机械安全监督管理条例》和《广东省农业机械管理条例》规定, 拖拉机和联合收割机应由负责农业机械安全监督管理的机构登记后, 方可使用, 在登记之前, 需要临时使用的, 也必须取得临时牌证。已经办理注册登记的拖拉机、联合收割机, 若出现所有权发生转移、登记内容变更、用



作抵押、报废等情形之一的,还应当办理相应的登记。此外,上述法律法规还规定了负责农业机械安全监督管理的机构应当按照国家规定定期对拖拉机、联合收割机进行安全技术检验。拖拉机、联合收割机未经检验,或者检验不合格的,不得继续使用。目前,广州市对于拖拉机和联合收割两类农业机械的管理制度比较完善,但是对于除了上述两类农机外的其他农业机械的登记、检验等并没有明确的规定或要求。

国家标准《拖拉机禁用与报废标准》(GB/T 16877-2008)和《联合收割机禁用和报废技术条件》(NY/T 1875-2010)分别对拖拉机和联合收割机的禁用与报废做出了明确的规定。为促进老旧农业机械的淘汰报废,广东省还印发了《2017年农机报废更新补贴试点工作实施方案》,明确已在农机安全监理机构注册登记,并达到《拖拉机禁用与报废标准》(GB/T 16877-2008)和《联合收割机禁用和报废技术条件》(NY/T 1875-2010)规定的报废标准或超过报废年限的拖拉机、联合收割机需进行报废,同时小型拖拉机使用超过10年、大中型拖拉机使用超过15年、履带拖拉机使用超过12年、自走式联合收割机使用超过12年的可申请报废。广东省农机报废更新补贴的额度按报废拖拉机、联合收割机的机型和类别确定,其中拖拉机的补贴额度在500元到11000元不等,联合收割机的补贴额度在3000~16000元不等。但目前除了拖拉机和联合收割两类农业机械外,其他类别的农业机械并没有明确的报废管理规定。

广州市农业局、财政局于2016年印发了《广州市农业机械购置补贴实施方案》<sup>[5]</sup>,以广东省确定的11大类32个小类80个品目为市级财政资金补贴机具种类范围。对水稻插秧机、自走履带式谷物联合收割机(全喂入)、半喂入联合收割机、粮食烘干机、大中型轮式拖拉机、甘蔗种植机、甘蔗收获机、花生收获机、马铃薯收获机、动力(喷杆式、风送式)喷雾机、深松机等实行敞开补贴。购机补贴资金实行定额补贴,即同一种类、同一档次农业机械在全市实行统一的补贴标准。一般农机产

品每档次补贴额原则上按不超过该档产品上年平均销售价格的36%测算。

根据调研,从实施情况看农民对农业机械购置补贴的积极性还是比较高,但是农机报废淘汰的积极性不高,主要原因是报废手续繁琐,要求符合报废更新补贴方案报废旧机并购置新机才可申请享受农机报废更新补贴,还需要机主将机械送到指定回收点。

### 3 国内外非道路移动机械管理情况与启示

#### 3.1 国外非道路移动机械管理情况

##### 3.1.1 美国

由于非道路排放源对整个移动源排放的贡献较大,为修订美国空气清洁法,满足实际工作需要,帮助地方空气污染管制机构更好更精确的评估当地非道路排放情况,美国环境保护署建立了一个覆盖整个美国的非道路排放评估模型。该模型(NONROAD2005)是由美国环境保护署开发的一种数学模型,可用于估算和预测非道路运输部门产生的各种污染物排放量,可从美国环境保护署网站获得该模型本身以及适用的支持文件。

美国是世界上最早颁布非道路机械排放法规的国家。1994年EPA针对除机车、船舶和地下矿用设备以外的,功率超过37kW的非道路柴油机械发布了1阶段排放标准,之后相继颁布了2阶段和3阶段排放标准。2008年起,EPA开始执行非道路4阶段排放法规,排放限值见表2。4阶段排放法规降低了非道路机械90%的NO<sub>x</sub>以及95%的PM排放。同时该法规对非道路机械用柴油的硫含量做出规定,自2010年6月起,相比于之前使用的柴油,硫含量降低超过99%,仅为15ppm。这种超低硫含量柴油的应用,使得排放后处理装置不会受到硫的影响,性能以及寿命都得到很大的提高,应用的范围更广<sup>[6]</sup>。

表2 美国 EPA 4 阶段中 2014 年以后的排放法规<sup>[6]</sup>

最大功率 (P/kW)	PM	NO <sub>x</sub>	NMHC	NO <sub>x</sub> + NMHC	CO
P < 19	0.40			7.5	6.6
19 ≤ P < 56	0.03			4.7	5.0
56 ≤ P < 130	0.02	0.4	0.19		5.0
130 ≤ P ≤ 560	0.02	0.4	0.19		3.5
P > 560 用途发电机组	0.03	0.67	0.19		3.5
P > 560 其他用途	0.04	3.50	0.19		3.5

### 3.1.2 欧盟

第一部欧盟非道路移动机械的排放法规颁布于 1997 年 12 月。该法规把非道路柴油机排放法规分成 2 个阶段,第 1 阶段在 1999 年实施,第 2 阶段根据功率从 2001 年到 2004 年相继实施。此后欧盟又陆续制定了第 3、4 阶段标准。欧盟最新的第 5 阶段标准草案已于 2014 年出台,预计 2018 年实施,第 5 阶段标准首次引入了颗粒物浓度限值,还将 19 kW 以下和 560 kW 以上的发动机纳入管理<sup>[6]</sup>。

## 3.2 国内非道路移动机械管理情况

### 3.2.1 北京

2013 年 7 月北京分别实施《非道路机械用柴油机排气污染物限值及测量方法》(DB11/185-2013)和《在用非道路柴油机械烟度排放限值及测量方法》(DB11/184-2013)。这两项非道路机械地方标准实施对象包括工程机械、农业机械和园林机械三大类机械中使用柴油的机械,如挖掘机、装载机、推土机、压路机和叉车等。标准规定了新生产和在用非道路机械的排放限值和测试方法,其中对新生产的非道路机械分为两个阶段实施:2013 年 7 月 1 日实施北京第三阶段(相当于欧洲 3 号 A 阶段);2015 年 1 月 1 日实施北京第四阶段(相当于欧洲 3 号 B 阶段)。欧洲于 2004 年 4 月 21 日发布欧洲 3 号非道路柴油机械排放标准,自 2006 起分 A、B 两个阶段实施<sup>[7]</sup>。

2016 年起北京市开展在用非道路移动工程机

械登记工作,2017 年对在禁止区域内使用高排放非道路移动机械的行为、生产、销售不符合国家或本市规定标准的机动车和非道路移动机械的行为进行处罚。

### 3.2.2 佛山

佛山市于 2016 年 7 月实施《佛山市机动车和非道路移动机械排气污染防治条例》,该条例中的非道路移动机械是指工程机械和材料装卸机械。条例引入环境保护社会监督员和环境保护志愿者,协助环境保护主管部门和其他负有非道路移动机械排气污染防治监督管理职责的部门,开展对机动车和非道路移动机械排气污染防治活动的监督。条例还规定了非道路移动机械维修单位应当按照大气污染防治的要求和国家有关技术规范,对在用机动车和非道路移动机械进行维修,使其达到规定的排放标准。

2017 年 9 月《佛山市贯彻落实广东省大气污染防治强化措施及分工实施方案》(征求意见稿)提到,新生产和销售的非道路移动机械严格执行国家相应阶段的污染物排放标准;2017 年 12 月底前完成高排放非道路移动机械禁止使用区划定,加大对非道路移动机械排放黑烟行为查处力度。开展在用非道路移动机械排放摸底调查和治理改造试点,逐步建立在用非道路移动机械环保数据库;完成佛山市非道路移动机械管理信息系统建设;开展非道路移动机械 DPF 治理技术应用试点工作。鼓励公众参与监督,开展非道路移动机械冒黑(蓝)烟有奖举报活动。2017 年 9 月起,佛山市顺德区环境运输和城市管理局还实施了对重柴油机动车及非道

路移动机械尾气改造项目进行政府采购等措施。

## 4 广州市非道路移动机械管控建议

### 4.1 建立本地化非道路移动机械使用登记系统

工程机械使用登记制度长期存在,但存在信息共享问题。建议参考珠海、佛山等地经验,建立广州市本地化非道路移动使用登记共享系统。市环保部门会同市住建、交通、质监、市政等非道路移动机械使用行业主管部门对建筑工地业主方进行监管,要求对进入施工场地的机械设备在进场之前先登入系统备案,登入信息包括设备的类别、型号、购买日期、排放标准等。备案完成后,施工机械设备方可进场施工,施工完成后,施工的机械设备必须在系统进行注销退出。市住建委、交委、质监局等非道路移动机械使用行业主管部门负责监管登记备案信息是否一致,定期巡查,如不一致或非道路移动机械超标排放,可按照法律法规对其进行处罚。本地化非道路移动机械使用登记共享系统监管流程见图 1。

### 4.2 完善非道路移动机械污染防治的地方法规

对于非道路移动机械的污染防治,目前主要的法律依据是新颁布的《中华人民共和国大气污染防治法》,广东省、广州市并没有制定相应的地方法规和明确的处罚规定,不利于深入推进非道路移动机械的污染防治工作。因此,建议广州市在修订《广州市环境保护条例》时,将非道路移动机械污染防治的要求纳入条例内容,或适时修订《广州市机动车排气污染防治规定》,参考北京、佛山等城市出台的《机动车和非道路移动机械排气污染防治条例》,完善非道路移动机械污染防治相关法规规章体系。适时配套出台非道路移动机械超标排放地方标准和处罚依据,在建立本地化非道路移动机械使用登记系统的基础上,对市内信息登记不符合要求或不符合低排放区规定要求的机械按规定对业主方进行处罚。

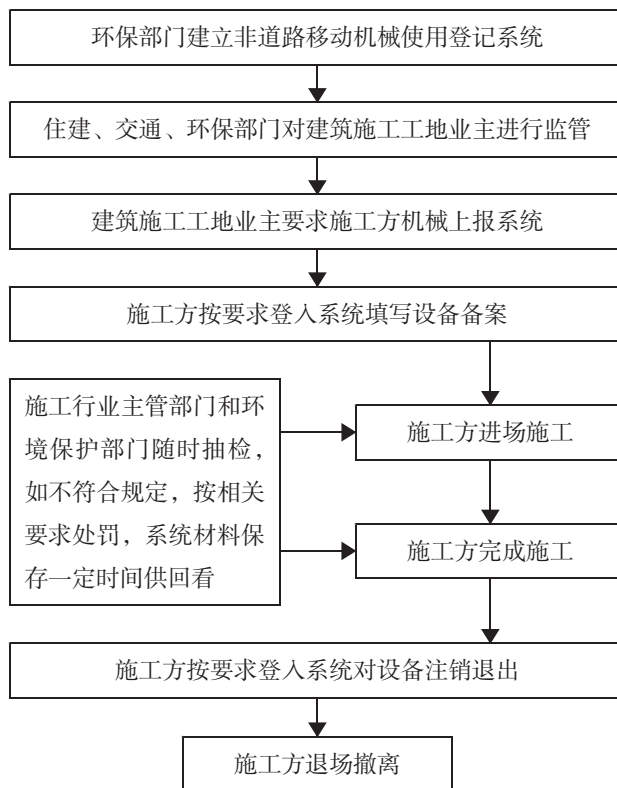


图 1 本地化非道路移动机械使用登记共享系统监管流程

对于场(厂)内非道路移动机械的管理,建议相关主管部门在年度检测时将叉车等场(厂)内非道路移动机械尾气排放检测列为必检项目,制定和建立报废超标排放非道路移动机械的相关规定和机制。

### 4.3 促进非道路移动机械的排放治理

大力推进非道路移动机械“油改气”、“油改电”。按照《中华人民共和国大气污染防治法》第六十条规定“国家鼓励和支持高排放机动车船、非道路移动机械提前报废”,广州市可以通过给予适当财政补贴等方式,对具有比较好的充电、加气等条件和排放污染物较大的工程机械,应推行非道路移动机械“油改气”、“油改电”,同时报废高排放非道路移动机械。为满足城市空气质量持续改善的需要,划定高排放非道路工程机械禁用区。

加装 DPF 处理系统。非道路移动机械设备的工作环境一般比较恶劣,且由于长时间高负荷运行,发动机的劣化会比较快,加上缺乏必要的维



护,所以排放一般都比较严重。根据国内外(美国、欧盟、瑞士)的污染治理经验,DPF后处理系统对于非道路移动机械的颗粒物污染治理有良好的效果,可以作为适用技术推广用于非道路移动机械的排气污染治理。DPF对设备的稳定性要求较高且价格昂贵,应选择长期在固定区域内运行,如场(厂)内机械、机场地勤机械等设备先行推广,相关主管部门也可以通过提出管理政策要求或给予适当财政补贴等方式,鼓励促进这些类型机械设备加装DPF处理系统,从而减轻对工作环境以及周边大气环境的污染。

港作机械设备用清洁能源替代燃油是目前较为可行的方法。建议相关管理部门加强港口企业的宣传力度,加强国内外先进的清洁能源动力技术改造技术学习,鼓励港口企业推进RTC(橡胶轮胎门式起重机,俗称龙门吊)的油改电及清洁能源动力改造。研究出台针对企业的鼓励政策,如对港作机械进行清洁能源动力改造的企业实施港口收费的减免或其他经济奖励措施。建议港口管理部门建立和完善港作机械的登记管理系统,记录机械的功率、发动机型号、发动机出厂日期、工作时间等,为进一步完善、细化更新港作机械排放清单做好基础工作。

#### 4.4 强化非道路移动机械排气检查

根据《中华人民共和国大气污染防治法》第一百一十四条“使用排放不合格的非道路移动机械,或者在用重型柴油车、非道路移动机械未按照规定加装、更换污染控制装置的,由县级以上人民政府环境保护等主管部门按照职责责令改正,处五千元的罚款。”规定,广州市环保部门可以参照机动车排气污染抽检的模式,组织专业技术力量加强对非道路移动机械排放情况的监督性抽测。所有排放检测不合格的机械设备必须限期进行治理并复检,在复检合格前将不允许进入本地区登记使用,否则将对使用单位或个人进行严厉的处罚。

#### 4.5 限制高排放非道路移动机械的使用

根据《中华人民共和国大气污染防治法》第六十一条“城市人民政府可以根据大气环境质量状况,划定并公布禁止使用高排放非道路移动机械的区域”的规定以及广东省制定的《广东省大气污染防治强化措施及分工方案》“各地要划定低排放控制区,禁止驶入高排放车辆和使用高排放非道路移动机械”的要求,广州市可参考北京、郑州、西安等地经验,尽快出台非道路移动机械管理低排区的相关规定。

环保部门可会同住建、交通、市政等主管部门,在招标文件和规范技术文件中补充非道路移动机械相关环保要求,并向上级主管部门建议调整投标文件的范本中关于环保的要求。

## 5 参考文献

- [1] 环境保护部办公厅. 关于大气污染物源排放清单编制试点工作有关事项的通知(环办函[2015]441号)[EB/OL]. [2015-03-27].
- [2] 广州市环境保护科学研究院. 广州市大气污染源排放清单(2015年)[R]. 2016.
- [3] 广东省人民政府办公厅. 广东省大气污染防治强化措施及分工方案的通知(粤办函[2017]471号)[EB/OL]. [2017-07-21].
- [4] 广州市质量技术监督局. 广州市叉车安全管理规定(穗质监[2012]123号)[EB/OL]. [2012-07-26].
- [5] 广州市农业局,广州市财政局. 广州市农业机械购置补贴实施方案[EB/OL]. [2016-07-20].
- [6] 叶文韬,葛蕴珊,付明亮,等. 非道路机械排放及控制现状[G]//中国内燃机学会燃烧节能净化分会2012年度学术年会论文集,2013.
- [7] 刘慧彬,郑玥. 关于对DB11/184-2013《在用非道路柴油机械烟度排放限值及测量方法》和DB11/185-2013《非道路机械用柴油机排气污染物限值及测量方法》的解读[J]. 建筑机械,2013(6):34-41.



## Current Situation and Countermeasures of Non-road Mobile Machinery Management in Guangzhou

Ye Ziming Huang Jizhang Gong Mingrui Zhou Lin Chen hongjun

**Abstract** The non-road mobile machinery occupied a large part of emissions in Guangzhou, which was one of the weaknesses in Guangzhou air pollution control. This research conducted a survey of non-road mobile machinery and found that non-road mobile machinery in Guangzhou had features such as unclear quantities, high mobility, and difficulties in supervision. Combined with domestic and international experience, this research had putting forward some countermeasures and suggestions such as establishing registration system of non-road mobile machinery, improving local laws and regulations and delimiting the use of low emission zone for non-road mobile machinery for promoting this work in Guangzhou.

**Key words** Guangzhou non-road mobile machinery status countermeasure

(上接第 32 页)

### 6 参考文献

- [1] 双菊荣, 王伯光. 机动车排气检验 - 标准解析、设备原理、技术方法与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [2] 董红召, 徐勇斌, 陈宁. 城市交通中机动车尾气排放与扩散特性的研究 [J]. 内燃机工程, 2011, 32 (2): 12-16.
- [3] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. GB 18285-2005 点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法 (双怠速法及简易工况法) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [4] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. GB 3847-2005 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [5] 农加进, 黄荣, 双菊荣. 遥感测量在机动车排放调查和 I/M 项目评估中应用的初步分析 [J]. 广州环境科学, 2005, 20 (4): 17-19.
- [6] 国家环境保护总局. HJ/T240-2005 确定点燃式发动机在用汽车简易工况法排气污染物排放限值的原理与方法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [7] 国家环境保护总局. HJ/T240-2005 确定压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值的原理与方法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [8] 环境保护部办公厅. 关于征求《汽油车污染物排放限值及测量方法 (双怠速法及简易工况法) (征求意见稿)》等两项国家环境保护标准意见的函 [EB/OL]. [2017-08-16].

## Analysis of Commercial Vehicle Emission in Guangzhou

Gan Guangsheng He Mingliang

**Abstract** The commercial vehicles mainly included bus, Taxi, long-distance passenger and freight vehicles. Although the commercial vehicle was a small percentage of vehicles, it was focal point in the vehicles exhaust supervision because of high use frequency, long use time and long running distance, and high emission amount. In Guangzhou, the overall emission of the commercial vehicle was relatively good by sample detection data analysis in recent years, and the exceeding standard rate was lower than 10%. However, the sample detection data was evaluated according to "a" limit value of the proposed revision national standard, it was not very optimistic as the exceeding standard rate of the gas bus was about 70%. Therefore, gas bus should be asked to further strengthen the maintenance and repair and regularly replace the tail purifier in accordance with the regulations to reduce exceeding standard rate in Guangzhou.

**Key words** commercial vehicle sampling inspection exceeding standard rate standard limit

# 广州市郊区农村土壤重金属含量监测与评价

林燕珍

(广州开发区环境监测站, 广州 510730)

**摘要** 根据广州市开展农村环境质量监测工作的需要, 为保护和改善农村土壤环境质量提供基础数据和科学依据, 对广州市郊区3个村庄采集的15个土壤样品进行重金属监测与分析, 结果表明: 除As和Cr总量没有超过《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)二级标准外, 其他的3种重金属均超标, 但在土壤中积累的量不多, 均属于轻度等级的污染。从综合评价分析得出, 1个调查样点污染程度为安全, 6个调查样点处于警戒限, 均未被污染; 8个调查样点受到轻度污染, 占总数的53.3%。从整体上看, 市郊农村土壤环境质量已受到轻度污染, 应引起重视。

**关键字** 农村土壤监测 重金属 评价

## 1 前言

### 1.1 选题依据与研究意义

土壤是经济社会可持续发展的物质基础, 关系人民群众身体健康, 关系美丽中国建设, 保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。近30年来, 随着经济和城市化的快速发展, 大量城市和工业污染物向农村和农业环境转移, 加上化肥、农药的不合理施用, 使得土壤环境污染物种类和数量、发生的地域和规模、危害特点等都发生了很大的变化<sup>[1]</sup>。我国开展农村环境质量监测与评价的研究与实践较少, 尤其农村土壤环境质量的定点长期监测与评价几乎处于空白<sup>[2]</sup>。

土壤重金属污染具有隐蔽性、长期性和不可逆性的特点<sup>[3]</sup>。土壤有害重金属积累到一定程度, 不仅会导致土壤退化, 农作物产量和品质下降, 而且还可以通过径流、淋洗作用污染地表水和地下水, 恶化水文环境, 并可能直接毒害植物或者通过食物链途径危害人体健康, 它们能引发多种疾病, 还有致畸、致突变和致癌作用。

### 1.2 研究目标与内容

近几年, 广州市已开展对农村环境质量的监测和评价工作, 主要针对农村集中式饮用水源、地表水、环境空气质量、土壤环境质量进行布点监测。广州市黄埔区是一个特殊的行政区, 由原来的黄埔区、广州经济开发区和萝岗区合并而成, 是一个包含工业、第三产业和农业发展的行政区。原萝岗地区位处北回归线以南, 气候温和, 雨量充沛, 土地肥沃, 拥有丰富的果蔬、家禽、稻类等农产品, 其中萝岗糯米糍荔枝、萝岗甜橙被评为广州市名优产品。迳子村、山下村和坑村是盛产荔枝和甜橙的地方, 主要使用农家肥, 同时也部分使用尿素、氮肥、磷肥等化肥, 并使用常见杀虫剂。村内无工业企业, 主要污染源为居民生活污染, 无污灌历史。生活污水主要通过居民自建粪池或排入村前池塘处理。本文通过对迳子村、山下村和坑村的土壤环境质量进行监测并着重对土壤重金属污染状况进行评价, 初步了解农村土壤环境质量情况, 为保护和改善农村土壤环境质量提供基础数据和科学依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 布点与采样

以村为单位, 选取 3 个村庄, 在居民区旁、菜地、果园、鱼塘、垃圾收集点旁布设监测点, 3 个

村庄共监测 15 个点位, 详细见表 1。采集 0~20 cm 表层土壤, 在 1 m<sup>2</sup> 内布设 5 点取样, 充分混合后采用四分法留取 1 kg 土壤样品, 制成 1 个混合样, 将混合样带回实验室风干, 风干后用木棍碾压, 过 1 mm 尼龙筛, 再取 1/4, 进一步用玛瑙研钵研细, 过 0.149 mm 尼龙筛, 装入塑料袋中, 供分析测定用。

表 1 土壤样品采集地点

编号	采样点名称	编号	采样点名称	编号	采样点名称
1	迳子村居民区旁	6	山下村居民区旁	11	坑村居民区旁
2	迳子村菜地	7	山下村菜地	12	坑村菜地
3	迳子村果园	8	山下村果园	13	坑村果园
4	迳子村鱼塘	9	山下村鱼塘	14	坑村鱼塘
5	迳子村垃圾收集点旁	10	山下村垃圾收集点旁	15	坑村垃圾收集点旁

### 2.2 监测指标和分析方法

监测时间: 2017 年 10 月对 15 个点位进行 1 次采样监测。

监测项目: pH 值、镉、汞、砷、铅、铬。  
各项目分析方法如表 2。

### 2.3 评价执行标准与方法

#### 2.3.1 评价执行标准

本次土壤重金属污染评价执行《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准, 见表 3。

表 2 各项目分析方法

序号	项目	测定方法	检测范围 (mg/kg)	注释
1	pH	玻璃电极法 (土: 水 = 1.0:2.5)	—	
2	镉	前处理: 土壤经盐酸-硝酸-高氯酸消解后, 石墨炉原子吸收分光光度法测定	0.005	土壤总镉
3	汞	前处理: 土壤经硝酸-硫酸-高锰酸钾消解后, 原子荧光分光光度法测定	0.004	土壤总汞
4	砷	前处理: 土壤经硝酸-盐酸-高氯酸消解后, 硼氢化钾-硝酸银分光光度法测定	0.1	土壤总砷
5	铅	前处理: 土壤经盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸消解后, 石墨炉原子吸收分光光度法测定	0.06	土壤总铅
6	铬	前处理: 土壤经硫酸-硝酸-氢氟酸消解后, 火焰原子吸收分光光度计测定	0.03	土壤总铬

表 3 部分土壤环境质量标准值

单位: mg/kg

重金属污染	污染评价 (二级)		
	土壤 pH 值 < 6.5	土壤 pH 值 6.5~7.5	土壤 pH 值 > 7.5
镉 (Cd)	≤ 0.3	≤ 0.6	≤ 1

续表 3

重金属污染	污染评价 (二级)		
	土壤 pH 值 < 6.5	土壤 pH 值 6.5~7.5	土壤 pH 值 > 7.5
汞 (Hg)	≤0.3	≤0.5	≤1
砷 (As)	≤40	≤30	≤25
铅 (Pb)	≤250	≤300	≤350
铬 (Cr)	≤250	≤300	≤350

### 2.3.2 评价方法

#### (1) 单因子指数法

采用单因子指数法进行评价, 可以确定主要的污染物及其危害程度, 反映的是某种污染物的危害程度, 一般以污染指数来表示, 污染指数计算方法如下:

$$P_i = C_i / S_i \quad (1)$$

式中:  $P_i$  为  $i$  污染物的污染指数;  $C_i$  为污染物实测值;  $S_i$  为污染物评价标准值。当  $p \leq 1$  时表示未污染,  $p > 1$  时表示受污染。

#### (2) 综合污染指数法

实际情况下, 土壤一般受多项污染物的影响。单因子指数法只能反映各个污染物的污染程度, 不能全面、综合地反映土壤的污染状况。因此, 除用单因子指数法进行评价外, 还应采用综合指数法进行综合评价。土壤综合污染指数计算公式:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(\text{平均单项污染指数})^2 + (\text{最大单项污染指数})^2}{2}} \quad (2)$$

式中:  $P_{\text{综}}$  为土壤综合污染指数。土壤综合污染程度按 5 个等级划分, 见表 4。

表 4 土壤污染分级标准

综合污染等级	综合污染指数	污染程度
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒限
3	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染
4	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染
5	$P_{\text{综}} \geq 3.0$	重污染

## 3 结果与评价

### 3.1 土壤各污染物含量及结果分析

#### 3.1.1 土壤 pH 值

表 5 所列为 15 个土壤样品 pH 值监测结果。土壤 pH 值介于 5.02~6.48 (表 5), 平均值在 5.90, 最低值为 5.02, 最高值为 6.48, pH 值都小于 6.50, 可见监测区域内土壤总体呈酸性。这是由于广东省是酸雨沉降区, 且该区降雨量多, 这种气候条件有利于土壤发生强烈淋溶, 使土壤中易溶性的盐基离子流失, 导致土壤致酸, 所测区域位于工业区, 空气中酸性污染物沉降也会加重土壤的酸化。土壤酸化会导致土壤中重金属的活性增加, 加重重金属污染的危害程度, 也会使土壤中的阳离子交换量变低。

表 5 15 个监测点土壤 pH 值

编号 代号	pH 值	编号 代号	pH 值	编号 代号	pH 值
1	6.19	6	6.15	11	5.99
2	6.26	7	6.21	12	6.23
3	6.48	8	6.28	13	6.34
4	5.48	9	5.82	14	5.16
5	5.02	10	5.47	15	5.44

#### 3.1.2 土壤 Cd

表 6 中所列为 15 个土壤样品 Cd 含量测定值。



其中最小值为 0.121 mg/kg, 最大值为 0.499 mg/kg。广东地区自然土壤 Cd 平均背景值为 0.066 mg/kg (摘自文献《环境背景值数据手册》中广东地区自然土壤元素背景值), 发现 15 个监测点全超过背景值, 而对照《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准, 6 个点测定值超标, 超标率为 40%, 超标点分别为迳子村和山下村的菜地、山下村的菜地、果园以及三个村的垃圾收集点旁, 表明这三个村的中的 6 个点位都有外源 Cd 的累积。

### 3.1.3 土壤 Hg

表 7 为 15 个土壤样品 Hg 含量测定值。最低为 0.117 mg/kg, 最高为 0.316 mg/kg。对照广东地区自然土壤背景平均值 (0.038 mg/kg) 和《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准, 发现 15 个监测点数值全高于背景值, 其中迳子村和坑村的菜地共 2 个点测定值超过《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准, 说明土壤整体有外源

Hg 的累积。其中迳子村和坑村二个菜地监测点的 Hg 来自外源的累积最大。

### 3.1.4 土壤 As

表 8 为 15 个土壤样品 As 含量测定值。其中迳子村和山下村的垃圾收集点旁 2 个监测点数值高于广东地区自然环境土壤背景平均值 (10.30 mg/kg), 但 15 个点全低于《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准。

### 3.1.5 土壤 Pb

表 9 为 15 个土壤样品 Pb 含量测定值。监测结果全高于广东地区自然环境土壤背景平均值 (36.34 mg/kg), 对比《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995) 二级标准, 其中三个村的垃圾收集点旁、坑村的菜地、果园等 5 个监测点数据高于标准值, 迳子村和山下村的菜地和果园等 4 个监测点接近标准值。

表 6 15 个监测点土壤 Cd 含量 单位: mg/kg

编号 代号	Cd 含量	编号 代号	Cd 含量	编号 代号	Cd 含量
1	0.188	6	0.252	11	0.240
2	0.378	7	0.312	12	0.210
3	0.192	8	0.322	13	0.267
4	0.147	9	0.121	14	0.220
5	0.499	10	0.327	15	0.355

表 7 15 个监测点土壤 Hg 含量 单位: mg/kg

编号 代号	Hg 含量	编号 代号	Hg 含量	编号 代号	Hg 含量
1	0.206	6	0.182	11	0.183
2	0.301	7	0.237	12	0.316
3	0.289	8	0.162	13	0.199
4	0.117	9	0.231	14	0.229
5	0.256	10	0.144	15	0.208

表 8 15 个监测点土壤 As 含量 单位: mg/kg

编号 代号	As 含量	编号 代号	As 含量	编号 代号	As 含量
1	3.27	6	2.36	11	5.87
2	3.47	7	2.28	12	2.06
3	3.63	8	4.90	13	2.22
4	3.30	9	3.88	14	3.85
5	10.96	10	13.4	15	9.25

表 9 15 个监测点土壤 Pb 含量 单位: mg/kg

编号 代号	Pb 含量	编号 代号	Pb 含量	编号 代号	Pb 含量
1	42.2	6	43.3	11	76.6
2	243.8	7	243.4	12	275.8
3	240.2	8	239.4	13	292.1
4	137.1	9	135.6	14	163.8
5	300	10	299.6	15	291.3

### 3.1.6 土壤 Cr

表10为15个土壤样品Cr含量测定值。监测结果全低于广东地区自然环境土壤背景平均值(54.65 mg/kg)和《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)二级标准。

表 10 15个监测点土壤 Cr 含量 单位: mg/kg

编号 代号	Cr 含量	编号 代号	Cr 含量	编号 代号	Cr 含量
1	29	6	21	11	21
2	23	7	27	12	44
3	18	8	15	13	53
4	35	9	19	14	50
5	33	10	17	15	23

### 3.2 土壤污染物污染评价

表11是采用单因子指数法计算得出的土壤重金属污染物单因子指数值。15个监测土壤样品中

所有监测点砷和铬单因子污染指数值均小于1,表明土壤中砷和铬含量均低于GB 15618-1995《土壤环境质量标准》二级标准,土壤基本不存在这些物质的污染。而镉、汞和铅单项污染指数最大值分别为1.66、1.05、1.20,分别有6、2和5个监测点土壤单因子污染指数大于1,说明部分土壤存在镉、汞和铅等重金属污染。其中镉超标率为40%,铅超标率为33.3%,汞超标率为3.3%。从评价结果可以得出,土壤重金属污染物污染程度由高到低排序为镉>铅>汞>砷 $\approx$ 铬,主要以镉、铅和汞污染为主。

表 11 土壤重金属污染物单因子指数值计算结果

项 目	单项污染指数 $P_i$				
	镉	汞	砷	铅	铬
平均值	0.90	0.72	0.12	0.81	0.11
最大值	1.66	1.05	0.34	1.20	0.21
最小值	0.49	0.39	0.05	0.17	0.06
超标率%	40	13.3	0	33.3	0

表 12 土壤污染综合评价

综合污染等级	综合污染指数	污染程度	样品数	占总样本百分数 (%)
1	$P_{综} \leq 0.7$	安全	1	6.7
2	$0.7 < P_{综} \leq 1.0$	警戒限	6	40
3	$1.0 < P_{综} \leq 2.0$	轻污染	8	53.3
4	$2.0 < P_{综} \leq 3.0$	中污染	0	0
5	$P_{综} \geq 3.0$	重污染	0	0

### 3.3 土壤重金属污染综合评价

表12是土壤污染综合评价结果。其综合污染指数在0.64~1.86,平均值在1.11,表明调查监测区域的土壤总体受到轻度污染。其中15个调查样品中有1个调查样点是安全的,占总调查样点的6.7%,有6个调查样是处于警戒水平,占总调查样点的40%,受轻度污染的土壤样品数是8个,占总

调查样点的53.3%。

## 4 结论

(1) 综合评价结果表明,调查监测区域的土壤总体受到轻度污染,应引起足够的重视,防止土壤的进一步恶化。

(2) 单因子评价结果表明,所测定的15个调

(下转第55页)

# 钼酸铵分光光度法测定水质磷酸盐不确定度的评估

陈婉敏

(广州开发区环境监测站, 广州 510730)

**摘要** 通过对钼酸铵分光光度法测定水质磷酸盐过程的分析, 对测定不确定度做出评估。得出影响测定结果的几种重要因素。

**关键词** 不确定度 磷酸盐 评估

水中磷酸盐浓度的计算公式为:

## 1 测试原理和过程

$$X = \frac{x}{V_{25}} \quad (3)$$

### 1.1 测试原理

在酸性条件下, 正磷酸盐与钼酸铵、酒石酸锑氧钾反应, 生成磷钼杂多酸, 被还原剂抗坏血酸还原, 变成蓝色络合物, 通常即称磷钼蓝。

### 1.2 测试过程

根据《水和废水监测分析方法(第四版)》的规定, 取水样 50 mL 于 50 mL 的具塞比色管中, 向各比色管中加入 1 mL 抗坏血酸溶液, 混匀, 30 s 后再加入 2 mL 钼酸盐溶液, 充分均匀, 15 min 后放入 10 mm 比色皿中, 在 700 nm 波长下比色。

## 2 测量模型的建立

磷酸盐标准系列回归方程为:

$$y = bx + a \quad (1)$$

式中:  $y$  为磷酸盐标准溶液吸光度 (Abs);  $x$  为磷酸盐标准溶液质量 ( $\mu\text{g}$ );  $b$  为斜率;  $a$  为截距。

由此可以得到样品制备液的吸光度所对应的磷酸盐的含量:

$$X = (y-a)/b \quad (2)$$

## 3 不确定度分量的主要来源及其分析

从检测过程和数学模型分析, 钼酸铵分光光度法测定水中磷酸盐含量的不确定度分量主要来源于以下几个方面: ① 样品稀释过程引入的相对不确定度, 包括使用磷酸盐标准液、容量瓶、移液管引入的相对不确定度; ② 样品定容过程引入的相对不确定度; ③ 分析仪器等引入的相对不确定度; ④ 用最小二乘法拟合的标准曲线校准得 C 时所产生的不确定度; ⑤ 标准工作曲线引入的不确定度; ⑥ 样品重复性测量引入的相对不确定度。

## 4 标准不确定度的评定

### 4.1 标准溶液不确定度的评定

#### 4.1.1 样品稀释过程引入的相对不确定度 $u_{rel}(y-1)$

直接从 500 mg/L 的磷酸盐标准液中吸取 1 mL 溶液定容至 250 mL 的容量瓶中, 该溶液浓度为 2 mg/L 的使用液。

## (1) 磷酸盐标准液引入的相对不确定度

由磷酸盐标准液的证书可知, 其不确定度为  $\pm 0.100$  mg/L, 按均匀分布计算, 其标准不确定度为:

$$u(m) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ mg/L} \quad (4)$$

相对不确定度为:

$$u_{rel}(m) = \frac{0.058}{500} = 1.16 \times 10^{-4} \quad (5)$$

## (2) 250 mL 容量瓶引入的相对不确定度

根据 JJG 196-1990 《常用玻璃量器》规定, 250 mL 容量瓶的最大允许差为  $\pm 0.15$ , 按均匀分布计算, 其标准不确定度为:

$$u(V_{250-1}) = \frac{0.15}{\sqrt{3}} = 0.087 \text{ mL} \quad (6)$$

适用温度与校正温度之间的差异会引入不确定度分量, 水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , 假定校正温度与适用温度的差异为  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , 则温度差异引入的不确定度为:

$$V \times 2.1 \times 10^{-4} \times 3 = 250 \times 2.1 \times 10^{-4} \times 3 = 0.1575 \text{ mL} \quad (7)$$

按均匀分布计算, 其标准不确定度为:

$$u(V_{250-2}) = \frac{0.158}{\sqrt{3}} = 0.091 \text{ mL} \quad (8)$$

则由 250 mL 容量瓶引入的合成标准不确定度为:

$$u(V_{250}) = \sqrt{u^2(250-1) + u^2(250-2)} = 0.126 \text{ mL} \quad (9)$$

相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(V_{250}) = \frac{0.126}{250} = 5.04 \times 10^{-4} \quad (10)$$

## (3) 1 mL A 级移液管引入的相对不确定度

根据 JJG 196-1990 《常用玻璃量器》规定, 1 mL A 级移液管的最大允许差为  $\pm 0.007$ , 按均匀分布计算, 其标准不确定度为:

$$u(V_{1-1}) = \frac{0.007}{\sqrt{3}} = 0.004 \text{ mL} \quad (11)$$

温度差异引入的不确定度为:

$$V \times 2.1 \times 10^{-4} \times 3 = 1 \times 2.1 \times 10^{-4} \times 3 = 6.3 \times 10^{-4} \text{ mL} \quad (12)$$

按均匀分布计算, 其标准不确定度为:

$$u(V_{1-2}) = \frac{0.00063}{\sqrt{3}} = 3.64 \times 10^{-4} \text{ mL} \quad (13)$$

则由 1 mL 移液管引入的合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u(V_1) &= \sqrt{u^2(V_{1-1}) + u^2(V_{1-2})} \\ &= \sqrt{0.004^2 + (3.64 \times 10^{-4})^2} = 1.6 \times 10^{-5} \end{aligned} \quad (14)$$

相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(V_1) = \frac{1.6 \times 10^{-5}}{10} = 1.6 \times 10^{-6} \quad (15)$$

由上述评定可知, 由标准溶液稀释过程引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(y-1)$  为:

$$\begin{aligned} u_{crel}(P_1) &= \sqrt{u_{rel}^2(m) + u_{rel}^2(V_{250}) + u_{rel}^2(V_1)} \\ &= \sqrt{(1.16 \times 10^{-4})^2 + (5.04 \times 10^{-4})^2 + (1.6 \times 10^{-6})^2} \\ &= 2.56 \times 10^{-12} \end{aligned} \quad (16)$$

$$u_{crel}(P_1) = u_{crel}(y-1) = 2.56 \times 10^{-12} \quad (17)$$

4.1.2 样品定容过程中引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(y-2)$ 

由以上可知, 在使用 1 mL 移液管时引入的不确定度为  $1.6 \times 10^{-6}$  mL, 则样品定容使用 1 mL 移液管加入的 1 mL 抗坏血酸溶液引入的相对不确定度  $u_{rel}(V_1) = 1.6 \times 10^{-6}$  mL, 同样加入 2 mL 的钼酸铵溶液定容时, 2 mL 移液管引入的相对不确定度:  $u_{rel}(V_2) = 5.3 \times 10^{-7}$  mL (计算过程略), 样品定容用 50 mL 比色管引入的相对标准不确定度:  $u_{rel}(V_{50}) = 0.105 \times 10^{-4}$  mL (计算过程略); 即  $u_{rel}(y-2) = u_{crel}(P_2) = 0.0168$  mL (计算过程略)。

4.1.3 分析仪器引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(y-3)$ 

由分光光度计检定证书可知, 分析仪器分光光度计的不确定度为 0.3%,  $k=3$  其相对标准不确定度

$$u_{rel}(y-3) = \frac{0.003}{3} = 0.001 \quad (18)$$

4.2 最小二乘法拟合标准曲线校准得 C 时所产生的相对不确定度  $u_{rel}(C)$ 

采用 6 个浓度不同的磷酸盐标准溶液, 用钼酸铵分光光度法测定其浓度, 用最小二乘法进行拟合, 得到直线方程:  $y = bx + a$  ( $b$  为斜率,  $a$  为截距) 和其相关系数  $r^2$ , 详见下表 1:

本次评定对样品测定液进行了 5 次测量, 用直线方程求得各次测量的值后, 求得其平均质量浓度



表 1 最小二乘法拟合得出直线方程及其相关系数

$C$ (mg/L)	$y$
0	0.000
1.0	0.009
2.0	0.021
6.0	0.064
10.0	0.099
12.0	0.198
$Y = 0.0099 + 0.0009x \quad r^2 = 0.9996$	

表 2 用直线方程求得平均质量浓度  $C$  后建立的相关数据关系

$C_i$	$y_i$	$\hat{y}$	$C_i - \bar{C}$	$(C_i - \bar{C})^2$	$y_i - \hat{y}$	$(y_i - \hat{y})^2$
0	0.000	0.0009	-6.5	42.25	-0.0009	0.00000081
1.0	0.009	0.0108	-5.5	30.25	-0.0018	0.00000324
2.0	0.021	0.0207	-4.5	20.25	0.0003	$9 \times 10^{-8}$
6.0	0.064	0.0603	-0.5	0.25	0.0037	0.00001369
10.0	0.099	0.0999	3.5	12.25	-0.0009	$8.1 \times 10^{-7}$
20.0	0.198	0.1989	13.5	182.25	-0.0009	$8.1 \times 10^{-7}$
$\bar{C} = 6.5$			$\sum (C_i - \bar{C})^2 = 287.5$		$\sum (y_i - \hat{y})^2 = 1.945 \times 10^{-5}$	

注：其中  $\hat{y} = 0.0099 + 0.0009x$

$C = 6.85$  mg/L, 建立数据计算表格见表 2。

由上可得, 标准曲线的回归方程为:

$$y = 0.0099x + 0.0009, \quad r = 0.9996 \quad (19)$$

由于实验室数据并不能与线性完全吻合, 存在一些不确定度分量。

残差的标准偏差为:

$$S(y) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y)^2}{n-2}} = 2.21 \times 10^{-3} \quad (20)$$

标准溶液浓度残差的平方和:

$$S_{cc} = \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2 = 287.5 \text{ mg/L} \quad (21)$$

则  $C$  的标准不确定度为:

$$u(C) = \frac{S(y)}{m} = \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(C - \bar{C})^2}{S_{cc}}} = \frac{2.21 \times 10^{-3}}{0.0099} \times \sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{(6.85 - 6.5)^2}{287.5}} = 0.0426 \quad (22)$$

式中:  $n$  为标准溶液的测量次数, 本次评定为 6;  $p$  为  $C$  的测量次数, 本次评定为 5。

因此,  $C$  的相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(C) = \frac{u(C)}{C} = \frac{0.0426}{6.85} = 0.00622 \quad (23)$$

#### 4.3 标准工作曲线引入的相对不确定度 $u_{rel}(x)$

##### 4.3.1 斜率 $b$ 引入的标准不确定度 $u(b)$

$$u(b) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}} = \frac{2.21 \times 10^{-3}}{16.96} = 1.30 \times 10^{-4} \quad (24)$$

##### 4.3.2 截距 $a$ 引入的标准不确定度 $u(a)$

$$u(a) = s(y) \times \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{c}^2}{\sum (c_i - \bar{c})^2}} = 2.21 \times 10^{-3} \times \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{42.25}{16.96}} = 3.60 \times 10^{-3} \quad (25)$$

##### 4.3.3 标准工作曲线引入的合成相对标准不确定度

$u_{rel}(x)$  的计算

根据标准回归方程得到

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \frac{1}{b}, \quad \frac{\partial x}{\partial a} = -\frac{1}{b}, \quad \frac{\partial x}{\partial b} = -\frac{y-a}{b^2} \quad (26)$$

$$u(x) = \left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)^2 u^2(y) + \left(\frac{\partial x}{\partial a}\right)^2 u^2(a) + \left(\frac{\partial x}{\partial b}\right)^2 u^2(b) = 0.82 \mu\text{g} \quad (27)$$

$X = (0.144 - 0.0009) / 0.0099 = 14.5 \mu\text{g}$  即合成相对标准不确定度  $u_{rel}(x)$  为:  $u_{rel}(x) = 0.057$  mL。

#### 4.4 重复性测定引入的相对标准不确定度 $u_{rel}(X)$

采用 A 类方法评定, 与重复性有关的合成标准不确定度均包含在其中。

对某样品进行 6 次重复性测定, 所得结果如下: 0.554、0.586、0.602、0.558、0.562、0.610 mg/L。则磷酸盐含量的算术平均值为: 0.579 mg/L。

其单次测量的标准不确定度为:

$$s(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$s(x_k) = 0.0241 \text{ mg/L} \quad (28)$$

算术平均值的标准不确定度为:

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_k)}{\sqrt{n}} = \frac{0.0241}{\sqrt{6}} = 9.84 \times 10^{-3} \text{ mg/L} \quad (29)$$

$$u_{rel}(X) = \sqrt{u_{rel}^2(y-1) + u_{rel}^2(y-2) + u_{rel}^2(y-3) + u_{rel}^2(C) + u_{rel}^2(x) + u_{rel}^2(X)} = 0.060$$

$$\bar{X} = 0.579 \text{ mg/L} \quad (31)$$

即合成标准不确定度  $u_c(X)$  为:

$$u_c(X) = u_{rel}(X) \times \bar{X} = 0.0349 \text{ mg/L} \quad (32)$$

## 6 扩展不确定度 $U$ 的计算

合成标准不确定度乘以包含因子  $k$ , 即为扩展不确定度, 环境监测部门一般取  $k=2$ , 即

$$u = 2 \times u_c(X) = 0.070 \text{ mg/L} \quad (33)$$

## 7 结果报告

在使用钼酸铵分光光度法测定水质磷酸盐的测试过程中, 通过对不确定度分量的主要来源进行分析以及对各环节引入的各种不确定度分量的计算和评估, 最终得出试样中磷酸盐含量的结果报告为  $0.579 \pm 0.070 \text{ mg/L}$  ( $k=2$ )。

## 8 评定结果分析

(1) 样品的制备过程对测定结果的影响最大,

其算术平均值的算术值的相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(X) = \frac{S(\bar{x})}{\bar{x}} \times \frac{9.84 \times 10^{-3}}{0.579} = 0.017 \text{ mg/L} \quad (30)$$

## 5 合成标准不确定度 $u_c(X)$ 的计算

因此建议在实际工作中应尽可能增加取样量, 以减少取样小的过程带来的不确定度。

(2) 本次评定中校准曲线的  $r^2 = 0.9996$ , 线性较好, 所以  $C$  的相对标准不确定度较小, 随着线性关系  $r$  偏离 1, 则  $C$  的相对标准不确定度会增大, 导致合成不确定度增大, 所以在平时的测试中, 制作一条线性较好 ( $r^2 > 0.9990$ ) 的校准曲线可以使测试结果的不确定度范围缩小。

## 9 参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [2] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法 [M]. 第 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [3] 国家技术监督局. GB/T 12808-1991 实验室玻璃仪器 玻璃量器 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [4] 冯立顺, 纪光填, 刘洪建. 钼酸铵分光光度法测定水中总磷的测量不确定度 [J]. 内蒙古环境保护, 2006, 18 (2): 30-32.

# Determination of Phosphate Uncertainty in Water by Ammonium Molybdate Spectrophotometry Method

Chen Wanmin

**Abstract** The determination of the uncertainty of phosphate in water was evaluated by the analysis of ammonium molybdate spectrophotometry method. Several important factors influencing the measurement results were obtained.

**Key words** uncertainty phosphate determination

# 广州市“一江两岸三带”景观带建设中的 环境保护和生态文明建设现状与对策

叶子铭 张宝春 解晨骥

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘要** “一江两岸三带”景观带的建设是广州市“十三五”国民经济发展建设中的重要内容。本文介绍了一江两岸三带”景观带建设理念提出背景,分析了建设现状和存在问题,总结了国内外景观建设的经验,并提出了广州市在推进该项工作的对策建议。

**关键词** 广州 一江两岸三带 景观带 环境保护

## 1 “一江两岸三带”景观带建设理念

2015年3月,广州市委书记任学锋带队实地考察珠江沿岸建设管理情况,提出要对接国家发展战略,高标准高水平推进珠江两岸规划建设管理,进一步优化提升珠江沿岸,打造独具特色、国际一流的经济带、景观带、创新带,建设幸福美丽家园。

一江两岸三带,是以珠江为纽带,把沿岸的优势资源、创新要素串珠成链,构筑两岸经济带、创新带和景观带。总体布局上,聚焦珠江、流溪河、增江和东江水道沿岸一定范围,实施珠江沿岸整体规划,构筑独具特色的经济带、创新带和景观带<sup>[1]</sup>。

“一江两岸三带”提出后,由市国规委牵头,会同市住建委等有关部门,成立专门的领导小组,明确珠江两岸建设的定位、功能和开发建设的时间节点,对珠江沿岸范围内的土地、楼宇等资源进行统一规划<sup>[1]</sup>。2015年4月,由市国规委报送的《广州市优化提升珠江经济带、创新带和景观带工作建议的请示》得到通过,明确“1+3”的成果结构,即“一个总纲,三个建设方案(珠江经济带建设方案、

珠江创新带建设方案,珠江景观带建设方案)”。2015年11月,《珠江两岸三带工作方案总纲》成果通过专家评审会审查。

在2016年发布的《广州市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要(2016-2020年)》中,明确了提升珠江景观带,优化整合珠江堤岸、桥、树、天际线等城市景观资源,保护规划珠江江心岛,建设高品质生态旅游岸线,打造广州特色城市名片<sup>[2]</sup>。

## 2 “一江两岸三带”景观带建设现状与存在问题

### 2.1 自然资源丰富,但存在环境污染

#### 2.1.1 污水处理能力滞后,直流河涌污染较重

水环境质量的根本改善和生态环境的修复需要一定的时间周期,需要长期持续努力。在景观带水环境保护建设中,尽管近年来广州市不断加大污水治理工作力度,打造了东濠涌、荔枝湾涌和石榴岗河等一批水景观亮点示范工程,但珠江上游特别是广佛跨界河流污染形势仍然严峻,部分江河(段)

水质尚未达到功能区用水要求,全市水环境质量离根本改善和建设精品珠江的珠江景观带建设内在要求仍然有不少差距。

### 2.1.2 大气污染物排放量较大,机动车数量仍在增长

广州市已经全面实施环境空气质量新标准,2014年对照新标准,细颗粒物年均值超标0.40倍,二氧化氮超标0.20倍,臭氧百分位数浓度略超过标准限值,可吸入颗粒物浓度接近标准限值,达标天数比例为77.5%<sup>[9]</sup>,影响空气质量主要可以归纳为:①广州市为华南地区的经济文化中心,经济总量、人口密度、机动车数量、污染物排放总量明显大于珠三角其他城市,且位于珠三角城市群的中心,区域性空气污染比较明显;②污染物排放量较大,能源结构还是以煤为主;③机动车数量仍在增长;④季节性的空气污染;⑤仍需要加强对排放企业的监管,同时在污染治理技术、运行管理等方面帮助企业提高治理水平。

### 2.1.3 功能区声环境达标率不高,交通干线噪声有超标严重

近年来,我市道路交通噪声和区域声环境昼间等效声级平均值维持在为70 dB(A)和55 dB(A)左右,功能区声环境昼间达标率为66%,夜间为61%,城市声环境总体保持稳定。在城市区域声环境监测范围内,昼间监测有8.0%的面积暴露在高于60.0 dB(A)的较高噪声环境下;从影响区域声环境的声源构成分析,生活噪声和交通噪声是影响区域声环境质量的主要声源,其次为工业噪声<sup>[9]</sup>。

## 2.2 生态景观条件较好,但生态格局破坏日益突出

### 2.2.1 土地供需矛盾日趋突出,土地收储开发有待优化

广州市城市“骨架”已过于拉伸,土地供需矛盾趋于尖锐,土地开发利用强度大。2011年土地利用强度已达到22.8%,除从化区、增城区、花都区、南沙区、萝岗区(原)外,其余各区土地利用

强度均超过30%;越秀区、荔湾区、海珠区、天河区4区的土地利用强度超过60%,超过国际生态宜居警戒线2倍<sup>[4]</sup>。广州老城区城市框架小,老城建设或改造总体目标模糊,新区建设框架拉开较大,在总体格局建设思路把握不足,区域土地功能研究不透情况下开发建设造成资源浪费,如滨江东开发考虑居住功能为主,公共空间功能需求考虑不足,土地收储开发有待优化。

### 2.2.2 生态空间破碎趋势明显,自然景观资源遭受侵占

滨江景观的土地开发或旧城改造商业价值引导占主导地位,容易造成城市建筑堆集、视觉隔断,各类建设开发主体对江景两岸稀缺性资源进行放量开发,珠江沿线现代建筑以接近江景、观赏江景为追求情况很多,滨水空间、文化休闲空间大量缩减,城市开发中沿江建筑、绿色廊道与自然景观空间和人文景观缺少有机融合。森林、耕地、园地、湿地、草地等生态用地受侵占趋势明显,从化、增城开发建设向山区延伸,威胁城市生态涵养区;白云山周边、珠江两岸及二沙岛大量开发建设,侵占“云山珠水”景观环境资源。

### 2.2.3 自然景观生态资源丰富,生态承载日趋形势严峻

广州市素有花城绿城之称,年森林覆盖率已达到41.8%,建成区绿化覆盖率为40.5%,人均公园绿地面积为15.5 m<sup>2</sup>,村庄绿化覆盖率为25%,绿道里程达2174 km。但是采用国际通行的计算模型,核算广州市生态足迹与生态承载力的情况来单,2012年广州市人均生态足迹为3.2 ha/人(相比2000年增加0.2 ha/人),人均生态承载力为0.19 ha/人(相比2000年减少0.2 ha/人),生态足迹相当于生态承载力17倍,人均生态赤字3.06 ha(相比2000年扩大7倍),生态承载力面临巨大压力<sup>[4]</sup>。

## 2.3 文化历史悠久,特色知名景观不突出



### 2.3.1 城市生态景观同质化严重

广州市景观资源丰富, 区域规划、开发过于强调人工干预, 虽然有借鉴学习, 但特色和创新仍有待提升, 功能目标同质化, 结构趋同性增强, 很多区域景观越来越趋于同质化, 景观丰富性在减少、异质性减弱, 降低了景观辨识度, 区域特色难以凸显。

### 2.3.2 缺乏特色广州景观带的打造

珠江沿岸很多建筑千城一面没有广州特色, 文化景观历史悠久, 种类繁多, 但景观资源没有从生态文明建设高度加大力度有效整合, 沿岸岭南文化缺乏有效反映, 彼此相互孤立隔绝, 给人一种支离破碎的印象, 无法形成组团优势以及岭南特色的文化历史氛围, 城市个性塑造尚未凸显。如代表广州形象的五羊雕塑孤悬于越秀山中, 在目前旅游目的地中也并非热门; “花城”广州的市花木棉分布零散, 并未形成本地优势花种, 花城见绿不见花现象急需改善。

## 3 国内外景观建设工作的启示

### 3.1 建立完善的保护法规

法国早在 1913 年就制定了《历史性纪念物保护法》, 这个法规以历史建筑为主体, 指定、登录了塞纳河沿岸约三万件纪念物, 之后为进一步保护沿岸文化建筑, 又相继出台了《景观保护法》和《保护地区法》等相关法律, 从土地利用到建筑的修复、改造, 以及建筑设计的细部及法定容积率上限等都要作出详细的限定。至此, 巴黎的城市文化景观保护开发政策基本上形成了一个较为完整的系统<sup>[5]</sup>。

武汉通过出台《江滩管理办法》, 江滩内严禁 13 种行为, 健全江滩统一管理体制, 预防江滩管理中出现的防洪保障、秩序维护、安全管理、环境效益保护等问题, 保证江滩管理机构依法管理。

### 3.2 重视研究, 梳理理念

杭州积极开展钱塘江学研究。组建了杭州钱塘江学研究理事会、杭州钱塘江学研究院和杭州钱塘江博物馆, 形成三位一体模式, 启动钱塘江研究工作。为研究、发掘、整理、保护和弘扬钱塘江流域的传统文化和特色文化提供智力支持。

### 3.3 强化土地收储开发的科学性

武汉市在打造“两江四岸”生态文明的滨水空间上, 一是改变思路, 从向江滩要空间转变为向江滩给空间。以“限高令”的方式, 长江、汉江沿线区域严控建筑容积率、高度和离岸距离, 以确保城市天际线、地标建筑的观景视廊。

上海市通过实现政企分开, 完善工作机制。通过采取了市浦江办与申江集团分开的方法, 市浦江办主要负责对黄浦江两岸综合开发工作进行组织、协调、督促和检查。申江集团划入地产集团, 采取市场化运营, 增强企业经济效益。其次是形成了与实际工作相适应的体制机制和政策体系。市区联手, 以区为主的运作模式实施良好; 政府控制一级市场, 建立土地储备体系, 二级市场充分竞争, 公开统一招标采购的土地开发模式及适用政策进一步明确。

### 3.4 重视城市特色景观文化培育

巴黎通过摸清家底, 开展景观资源普查培育景观文化精神。从上世纪 50 年代起, 法国现代化建设高速发展, 巴黎的传统文化景观受到很大威胁。1964 年在法国文化部长马尔罗的倡议下, 法国进行了规模空前的一次景观文化遗产“普查”。这次文化普查大大增强了国民对民族文化的自豪感及对乡土的热爱, 它是巴黎城市在现代进程中的一次自我文化提醒, 激发了市民的文化自尊, 也使法国传统文化景观经受住了冲击, 得到全面和严格的保护, 由此捍卫了独立的文化精神<sup>[5]</sup>。

纽约采取场地塑造与场所记忆有机结合的方式强化景观文化培育。城市的滨水工业地带见证了人

类工业时期的文明，也承载了独特的生产生活记忆。因此，对其的更新和开发不能只是简单的新建或重建，应对具有价值的景观资源做出科学评估并形成保护与开发并存的机制，使得开放空间的营造既能满足绿色生活的需求，又能唤起人们对于与场所的专属情感<sup>⑥</sup>。

重庆通过历史片区在修复的过程中赋予现代化功能来发展，依据其不同的自身价值、人文环境、历史地位等不同因素采取不同的修复方式。赋予古建筑新的用途，用现代化的要求、现代化的空间艺术来改造，以达到树立独特山城景观文化的目标。

## 4 相关建议

### 4.1 坚持生态优先，确保规划先行

#### 4.1.1 更新观念，避免先污染后治理

坚持生态优先理念，依据主体功能区划和生态环境功能区划及资源环境承载能力，通过源头控制，推动环境影响评价工作及早期介入，妥善引导及优化人口布局、产业布局。统筹考虑发展区域环境承载力、人口承载力、基础设施承载力，优化城市主体功能的区划。加强生态环保规划或编制规划环评。建立多规协调的生态保护红线体系，构筑生态安全屏障。以现有主体功能区划为基础，综合协调发改、国土、住建、环保等多部门，将水、大气、土壤和生态环境敏感区、重要区和脆弱区等影响“一江两岸三带”生态安全的重要区域，依法划定为生态保护红线。强化空间规划协调融合，落实用途管制，以“多规合一”和“一张图”管理。

#### 4.1.2 做好规划衔接，完善沟通协调机制

“一江两岸三带”珠江景观带建设方案同国民经济和社会发展规划、经济产业发展规划、城市总体规划、土地利用总体规划、资源开发保护规划等发展规划在功能分区、空间布局、分级管制等方面相互衔接。“一江两岸三带”珠江景观带建设方案

需要与环境保护相关专项规划在功能区划、规划指引等方面衔接。就基础数据底图、空间数据库规范与其他规划进行衔接，将规划要求落实到空间单元，搭建规划协调的技术平台，构建多规合一的技术体系。完善部门沟通与协作机制。建立景观带与相关规划相互衔接的沟通协作机制。各规划编制与管理部门在规划编制、实施、修编等关键阶段应就规划资料配合、规划任务设置、规划实施等方面充分衔接，建立景观带建设与国民经济和社会发展规划、城市总体规划、土地利用总体规划等规划的衔接机制，对规划目标、空间管控、管控机制等内容进行融合，促进多规融合。加强规划衔接。景观带建设与经济发展规划、城市总体规划、土地利用总体规划、资源开发保护规划等在环境功能区划、空间布局、分级管制等方面内容进行衔接；与环境保护相关专项规划在功能区划、规划指引等方面衔接；基础数据底图、空间数据库规范与其他规划进行衔接，将方案要求落实到空间单元上，搭建规划协调的技术平台。

学习上海市浦江建设的经验，加强政府统筹，各区政府要切实加强对规划实施工作的组织领导，强化相关部门的责任分工，充分发挥住建、水务、农业、公安、交通等部门的积极作用，完善联动机制。进一步强化规划实施工作的统筹协调，建立完善政府主导，各部门密切配合的工作机制。“科学安排建设时序”，“推动政府社会市民三方利益协调机制建设”，共同参与协调利益，共享成果，实现政府、社会、市民的意志综合体现，按既定目标从容建设，避免一哄而上、大干快上干成领导工程，半拉子工程，有序建设民心工程，落实建设精品工程。

#### 4.1.3 强化实绩考核，加强制度建设

加强目标责任评价考核，对各区政府环保任务完成情况进行考核并公布考核结果，并强化考核结果的运用。严格实行完成情况问责制。对工作不力和职责不到位的地区及时提出预警，并对有关地区主要负责人进行约谈，督促其落实整改。对工作成

绩突出的地区、单位和个人给予通报表彰。

建立完善“党政同责、一岗双责、齐抓共管、综合治理”的责任体系和考核体系。将景观带建设的生态环保的重点工作纳入各地党委、政府及有关部门的年度考核目标，签订目标责任书；党委、政府及有关领导班子和班子成员在年度考核中，要按照“党政同责、一岗双责”的要求，对职责范围内的工作进行述职，接受考核评议。

## 4.2 科学收储土地，优化生态空间管控

### 4.2.1 提升土地收储的科学性

加强土地收储科学研究可以有效规避以建设之名行圈地之实风险，针对全市景观带较长且各阶段面临具体问题不一的客观实际，不同地块使用功能划分应做到科学论证并明确在建设各阶段的考核目标。建成区可以景观美化、交通改善、功能提升为主要发展方向，争取在不增加或少增加建设用地的情况下，提高土地效率和效益，由数量增值转变为品质增值；非建成区和未开发区景观带建设应虚实结合，现阶段开发建设各方面条件时机尚未成熟的区域应在规划中适当留虚留白，待日后研究透彻再行建设开发，“保护生态，留一张白纸”。如对珠江江心洲的规划应从生态保育和生态文明角度进行考虑，严控工业企业，旅游观光开发力度须经科学论证，不必急于开发，不要一哄而上干成烂尾工程和扰民工程。

### 4.2.2 优化生态承载构成

优化“一江两岸三带”生态承载构成。广州市生态承载资源中，林地和建设用地有盈余，其中建设用地盈余约 50%，耕地、草地和水域自给率则不足 10%。发掘存量建设用地潜力，严格限制建设用地增长，人均建设用地控制在 98 m<sup>2</sup> 以内，以存量建设用地支撑承载更多人口。加强森林保护与恢复，规划期内森林覆盖率不低于 42.5%。严格保护存量耕地资源，耕地保有量不低于 192.1 万亩，将范围内农田景观作为重要的自然生态景观和环境文

化景观予以保护，发展高效生态农业。优化生态承载空间结构。加强从化、增城北部的生态屏障区保护与建设，实现人口产业增长同时不出现赤字；引导人口由中心城区向生态赤字较低的增城、番禺、南沙等地区适度扩散，降低中心城区生态赤字。

### 4.2.3 优化生态空间管控

在景观带建设过程中，遵循生态环境过渡区、缓冲区空间保护的基本原则，严格遵守划定的生态保护红线空间和生态环境空间管控区。实施综合的生态用地协调管理，广州市人民政府统筹实施，落实“一江两岸三带”各类生态用地的管理部门主体责任。建立完善配套的定期监测评估体系，构建包含自动更新、涉重大民生项目调整和定期评估调整的动态调整机制。综合识别广州市生态功能重要区、敏感区以及脆弱区，结合限制开发区等相关保护区域分布，景观带建设应明确管控区边界和范围。生态环境空间管控区，主要包括市域范围内生态系统服务功能重要、生态环境敏感脆弱，以及风景名胜区等。生态环境管控区内实施有条件限制性开发，实行更加严格的环境准入标准，加强开发内容、方式及强度控制，确保主导生态系统功能不损害。避免大规模城镇建设和工业开发，区内禁止建设大规模废水排放项目和排放含有毒有害物质的废水项目。结合景观带建设，现有污染源应实施倍量削减政策，逐步减少污染物排放，提高污染排放标准，高污染、高排放企业应逐步关停，现有村庄实施污水与垃圾无害化处理。对生态破坏及水土流失重点区域，开展生态环境综合整治。

## 4.3 挖掘传承历史文脉，建设广州特色景观

### 4.3.1 梳理城市文脉，传承岭南文化

挖掘岭南文化脉络，传承岭南文化，理顺文物和景观的传承关系，通过梳理文脉，增强城市自信，从技术层面梳理岭南文化与凝练特色羊城的表现途径，建设特色风貌羊城；梳理景观功能定位的历史背景，基于成长理念的景观内涵、景观特质



与功能属性,并非要求与功能完全匹配的概念,景观是有成长性的,不要拔苗助长也不要压制景观自我的变化和生长需求,不能强加标准和固化景观目标,尊重景观自然成长规律。

#### 4.3.2 做好景观资源普查,营造特色景观

做好资源普查,加强历史保护。针对珠江沿岸景观资源有效整合工作力度不够的现实问题,广州珠江景观带建设可以借鉴法国塞纳河景观带建设经验,开展珠江景观资源信息普查。通过调查广州各街区传统建筑信息,建设地域景观信息库,对建成区景观、乡村景观、郊野景观、开发区景观、海滨景观、海岛景观、廊道景观等景观信息建设分项数据库,以传统地域景观为基础,建设特色风貌城市。

深入挖掘功能,保留市民场所记忆。调查传统人居心理,传统居住社区,加强传统街区、特色街区景观保护。保护特色建筑、传统建筑、特色街区、道路廊道、建筑遗迹等城市进化代表性景观,实施城市建筑景观改造工程,对尺度模式严重不协调景观进行改造。

串珠成链,特色线路营造。学习武汉东湖绿道的绿道的串联起磨山、听涛、落雁三大景观的经验,研究串联“一江两岸三带”从化到南沙、荔湾到增城,一纵一横的特色景观线路布局,延长国际标准绿道,促进人与自然和谐相处,构筑城市慢生活空间,提升城市生活品质,使得珠江不仅夜游所观,也要日有所看,回归生态旅游本质的历程。

#### 4.3.3 重塑历史文化自信,提升人口素质

深挖历史记忆,通过衔接传说和现实景观,通过花城、羊城景观回归和景观再造,增强市民的文化自信。做好特色景观营造,保护城市发展人文脉络,引导行为教化,感化市民行为,提高市民对城市景观带建设的适应性、参与性,让市民的感情和

关于城市的记忆得到重视,广泛的参与性让市民获得尊严和归宿感;通过生态意识培养,培育生态文明,提升城市人口素质,建设和谐宽容亲和广州。

#### 4.3.4 沿江界面(天际线)设计应灵活多样

景观带建设规划中沿江界面(天际线)的建设要求混淆了景观评价基本原则,美学标准也不合时宜,天际线原则过于简单。城市天际线与特定的视界有关,是特定视点的视线控制,不应总括要求。

## 5 结语

通过对“一江两岸三带”景观带现状以及存在问题的分析可见,景观带建设的环境质量有待进一步改善,结合国内外景观建设工作的启示,建议广州市秉承生态优先、优化生态空间管控、传承岭南历史文化的理念,打造广州亮丽的景观带。

## 6 参考文献

- [1] 广州市国土资源和规划委员会. 珠江景观带建设工作方案[R]. 2015.
- [2] 广州市人民政府. 广州市人民政府关于印发广州市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要(2016-2020年)的通知[EB/OL]. [2016-03-28].
- [3] 广州市环境保护局. 广州市环境质量报告书[R]. 2015.
- [4] 广州市人民政府,《广州市人民政府关于印发广州市城市环境总体规划(2014-2030年)的通知》[EB/OL]. [2017-02-05].
- [5] 郑伯红, 汤建中. 伦敦巴黎河岸景观带建设的实践与经验[J]. 城市问题, 2002(1): 71-73.
- [6] 姚朋. 纽约滨水工业地带更新中的开放空间实践与启示——以哈德逊河公园为例[J]. 中国园林, 2014(2): 95-99.



## Current Situation and Countermeasures of Environmental Protection and Ecological Civilization in the Construction of "One River both Banks Three Riparian Belts" (ORTBTRB) Landscape Belt in Guangzhou

Ye Ziming Zhang Baochun Xie Chenji

**Abstract** The construction of the landscape belt of the ORTBTRB is an important part of Guangzhou's economic development in the "13<sup>th</sup> Five-Year Plan" period. This paper introduced the background of the construction of landscape belt, analyzed the construction status and existing problems, and summarized the experiences of landscape constructions in China and abroad, while putting forward some countermeasures and suggestions on how to promote this work in Guangzhou.

**Key words** Guangzhou one river two banks three riparian belts landscape belt environmen

(上接第 44 页)

查点土壤,除 As 和 Cr 总量没有超过《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)二级标准外,镉、铅和汞总量均不同程度超过标准,但在土壤中积累的量不多,均属于轻度等级的污染。土壤无机元素污染超标率由高到低排序为镉 > 铅 > 汞 > 砷 ≅ 铬,主要以镉、铅和汞超标为主。

(3) 所测区域土壤 pH 值整体呈酸性,主要受气象条件和区域工业区空气污染影响,导致土壤有一定程度的酸化,

(4) 鉴于市郊农村土壤环境已受到一定程度的污染,建议进一步扩大农村土壤环境污染的调查力度,同时开展环境空气、地表水、地下水等环境要素的现状调查。

(5) 由于受一定因素的影响,本次监测调查与土壤重金属污染评价相关的污染因子还不够全面,

如阳离子交换量等,今后要根据需求进一步增加污染评价因子,使评价结果更加科学、准确、全面。

### 5 参考文献

- [1] 王宣,池靖,徐琳,等.六种典型农业区域土壤污染现状监测评估[J].农村环境科学学报,2006,25(S1):21-25.
- [2] 张铁亮,刘凤枝,李玉浸,等.农村环境质量监测与评价指标体系研究[J].环境监测管理与技术,2009(6):1-4.
- [3] 郑春荣,陈怀满.土壤-水稻体系中污染重金属的迁移及其对水稻的影响[J].环境科学学报,1990,10(2):145-151.
- [4] 钱华.环境铅污染来源及其对人体健康的影响[J].环境监测管理与技术,1998,10(6):14-17.
- [5] 陈玉娟,温琰茂,柴世伟.珠江三角洲农业土壤重金属含量特征研究[J].环境科学研究,2005,18(3):75-77.

## Monitoring and Evaluation of Heavy Metal Content in Rural Soil in the Suburbs of Guangzhou

Lin Yanzhen

**Abstract** 15 soil samples from 3 villages in the outskirts of the city of Guangzhou were collected for monitoring and analyzing of heavy metals, results showed that the total amount of As and Cr did not exceed the "soil environmental quality standard" (GB 15618-1995) secondary standard, all the other three heavy metals exceed the limit while the amount accumulated in the soil was not large and all of them belong to light pollution grade. Based on the comprehensive evaluation, the pollution degree of one sample site was safe, six sample sites were under the alert limit, eight sample sites were light pollution grade accounting for 53.3 percent of the total. As a whole, the quality of the rural soil environment in the suburb of Guangzhou city has been mild polluted and should be paid more attention.

**Key words** rural soil monitoring heavy metal evaluation

# 环保部门参与和推进环境民事公益诉讼机制研究

杨 今

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘 要** 本文研究环境民事公益诉讼中环保部门工作机制, 我国的宪法和环境保护法保障公民的环境权利, 完善我国的环境公益诉讼制度, 能从实体法和程序法来保证公民维护环境权的正当性, 实现正当程序法价值。仅依靠环保部门监督管理与行政执法已不足够, 公益诉讼可填补监管漏洞, 借助社会的力量, 补充行政力量不足。在参与公益诉讼方面, 环保部门可协助搜集证据、提供法律咨询、参与确定和履行判决裁定结果等, 提出建立环保部门推进环境公益诉讼的工作机制的构想, 并对环保部门现阶段工作提供建议。

**关键词** 环境公益诉讼 环保部门

## 1 环境公益诉讼简介

### 1.1 环境公益诉讼的概念

环境公益诉讼是指特定的国家机关、社会组织等作为代表人, 在环境公共利益受到或可能受到污染或破坏的情形下, 为维护环境公益, 对行为人提起的诉讼活动。关于环境公益诉讼的法律规定, 实体法方面法律有: 《宪法》第十二条、《侵权责任法》第八章、新修订的《环境保护法》第五十八条; 程序法方面主要是由《民事诉讼法》第五十五条的规定; 司法解释方面, 2014年1月7日发布《最高人民法院关于审理环境民事公益诉讼案件适用法律若干问题的解释》(以下简称《环境民事公益诉讼解释》)、2016年3月1日发布《人民法院审理人民检察院提起公益诉讼案件试点工作实施办法》; 另外, 各地区也相继出台规范性文件、专项工作方案落实相关工作等。环境公益诉讼一般包括环境民事公益诉讼和环境行政公益诉讼, 本报告主要研究民事公益诉讼, 但是行政公益诉讼可以使用和参考部分工作机制。

### 1.2 环境公益诉讼的意义

环境公益诉讼程序在追究环境侵权责任的同时, 实现修复环境、预防污染的立法意图, 使环境保护同经济建设和社会发展相协调, 通过公众参与的形式弥补行政手段在环境保护方面的不足。环境侵权的公益涉及到民法、行政法和刑法等, 审理相关案件使得司法人员提升在环境资源审理方面的专业素养, 并促进培养专业的鉴定队伍, 提高司法机关和行政机关环境案件搜查证据水平等。督促和加强行政执法确保企业遵守环境资源相关法律, 预防生态环境遭受严重损害, 使污染者对环境公共利益遭受损害承担责任。

### 1.3 环境公益诉讼主体特殊规定

依照法律规定, 公益组织有资格提起公益诉讼, 但是在没有适格主体提起诉讼时, 根据最高法的司法解释, 检察院可以成为适格主体。实践中环保部门也作为原告提起公益诉讼的情况出现, 虽然《民事诉讼法》和《环境保护法》中没有明确规定, 但是其他环境保护单行法律中有所规定, 亦有学者认为2018年1月1日起在全国试行的生态环境损

害赔偿制度是对环保部门介入环境公益诉讼的适当扩张。环境公益诉讼的审判机关亦有特别规定,一般是由污染环境、破坏生态行为发生地、损害结果地或者被告住所地的中级以上人民法院管辖,对于一些已在审理环境民事诉讼方面有较多经验的基层法院,可以依据《民事诉讼法》第三十八条的规定,通过“一案一指”的方式交给基层法院审理,以此确定相应的级别和地域的环保部门参与和协助公益诉讼的进行。另外,由于环境公益诉讼自身的高度专业性,对审判人员的相关知识有较高要求,《环境民事公益诉讼解释》中亦明确规定当事人申请有专门知识的人出庭,就鉴定意见、因果关系、生态环境修复方式、生态环境修复费用等专业问题提出意见,必要时可从环保部门可提供平时从事日常工作收集到的专家名单进行推荐。

#### 1.4 环境公益诉讼程序特殊规定

《环境民事公益诉讼解释》对提起环境民事公益诉讼时提交的材料作出要求,除按照正常程序需要提交的起诉状外,还要提交损害或有重大风险的初步证明材料;对于社会组织提起诉讼的,还要提交符合法律要求规定的资格证明文件。法院甚至可向原告释明变更或者增加诉求。还明确规定法院受理环境民事公益诉讼后,应当在十日内告知对被告行为环保部门。因为,检察机关、环保部门等可通过提供法律咨询、提交书面意见、协助调查取证等方式支持社会组织依法提起环境民事公益诉讼。在举证责任上,《环境民事公益诉讼解释》强调环境侵权诉讼案件中的举证责任倒置,适当弱化原告的举证责任,把更多的举证责任分配给被告,实现举证责任的倒置,以实现公共环境权利的特殊保护。《环境民事公益诉讼解释》甚至规定,在环境民事公益诉讼中,被告以反诉方式提出诉讼请求的,人民法院不予受理。案件判决时,生态环境无法完全修复的情形下,法院可以判决准许采用替代性修复方式。同时,确定被告不履行修复义务时应承担的生态环境修复费用;在直接判决被告承担生态环境修复费用时。在环境民事公益诉讼当事人达成调解

协议或者和解协议时,法院应当将协议内容公告。环保部门依法履行监管职责而使原告诉讼请求全部实现,原告申请撤诉的,人民法院应予准许,以节约诉讼成本。

## 2 环保部门参与环境公益诉讼分析

### 2.1 环保部门参与公益诉讼指导思想

环保部门通过日常的环境监督管理与行政执法活动,由于执法技术、能力、效率等多方面的限制,面对复杂多样的环境问题,对于随时可能发生的环境侵权现象,仅依靠政府环保部门对环境进行单方面行政保护的机制已力不从心。将部分社会管理职能转化给社会组织,是现代化的社会管理方式,可以有效填补行政监管漏洞,在没有授予执法权情形下,通过公益诉讼追究行为人的违法行为法律责任,避免因法律漏洞而致公共利益受损,突破行政法律责任的上限等各种束缚,借助社会的力量,补充行政力量的不足。

### 2.2 环保部门支持公益诉讼形式

根据《环境民事公益诉讼解释》第十一条的规定,环保部门在公益诉讼中可以做到的支持起诉方式主要有:① 协助搜集证据。环保部门对本行政区环保工作实施统一监督管理,最熟悉当地的环境状况和企业排污情况全面掌握着有关环境方面的信息资料,在损害调查、事实认定和证据收集上具有极大优势,环保执法人员可以通过现场勘查、监测等途径,收集证据、查清案件真相,弥补当事人举证能力不足的缺陷,还可以借助专家的力量准确认定环境污染的事实和原因,确定责任,计算损害大小,为审判提供坚实的事实基础。② 提供法律咨询。作为环保部门行政执法、运作的基础,对于环境保护的政策和法律知识方面拥有更为有利的优势,可以及时为环境公益诉讼提供相关的法律咨询指导。③ 提供其他信息。环保部门作为职能部门掌握着环境诉讼所需的大量信息,如调查收集的致

害企业的基本情况、排污情况、违法记录、受损前后的环境质量状况等。这些信息对于环境公益诉讼原告获取胜诉,具有相当重要的意义。例如,广州市环保部门在配合检察机关推动环境公益诉讼试点工作,充分发挥提供案件线索、环境监测、调查取证、业务咨询等技术支持作用,协助开展环境损害评估鉴定工作。2017年6月,白云区环保局与白云区检察院支持中华环保联合会起诉谭某、方某非法倾倒淤泥污染环境案,被评为“最高人民法院十大公益诉讼环境资源刑事、民事、行政典型案例”。2017年12月18日,广州市环保局与广州市检察院联合印发《关于在办理环境公益诉讼案件中加强协作的实施办法》,初步建立了市级层面的环境公益诉讼联动机制和联席会议制度,进一步加强了环境公益诉讼工作方面的沟通与协作。

### 2.3 环保部门协助确定并监督判决实现

借用行政机关的专业行政资源,实现公益诉讼所要实现的恢复公众环境权益的最终目标体现在以下几方面:确定损害赔偿及修复费用,法院应主动听取环保部门的意见,而环保部门可协助法院计算上述费用;对原告提出的诉讼请求数额提出建议或意见;协助审查调解协议或和解协议。因为环保部门作为对环境进行监管的主管部门,在判断内容是否存在违反环保法规及是否存在有损社会公共利益等情形方面具有较强的专业性和权威性;法院还可商请环保部门共同组织恢复环境及审查生态环境修复结果。例如,广州市环保局于2017年12月28日印发实施《广州市突发环境事件环境损害评估规程(试行)》,从制度上明确了评估结果可作为依法追究环境污染和生态破坏民事(含公益诉讼)、行政、刑事责任及开展污染修复、生态恢复的依据。

## 3 环保部门推进环境民事公益诉讼工作机制的构想

### 3.1 诉讼前期准备工作参与

移送案件线索或材料,由环保部门及时向人民检察院、符合法律要求的环保组织移送有关案件线索及案件材料。起诉前协调工作与咨询服务,商讨支持起诉方案,召开或参与三方协调会议,并向起诉单位提供法律咨询服务。协助调查取证及鉴定,环保部门应发挥在执法中的工作优势,从支持起诉的角度,积极主动调取、补强案件证据。协助确定赔偿款项或协调前期费用,环保部门主要协助确定生态环境受到损害至恢复原状期间服务功能损失所需要费用,环保部门可以根据实际情况,协调减免或在诉讼判结前不收取检验、鉴定等费用。

### 3.2 诉讼进行过程参与

积极配合法院提出要求,人民法院因审理案件需要,向环保部门调取证据材料的,环保部门及时跟进并向人民法院提交;对撤诉协议提出意见,在起诉或判决前,环保部门应内部督促积极履行环境保护监督管理职责,促使诉讼请求提前实现、以节约诉讼成本,环保组织拟与被告达成调解协议或自行达成和解协议时,应当在之前将拟达成的协议内容告知环保部门,工作小组可经局内部同意的情况下提出书面意见,确保调解协议或者和解协议的内容不损害社会公共利益;核查处理前期未介入的案件,若环保部门前期未介入,根据规定人民法院受理后告知环保部门,及时展开公益诉讼程序;处理可能涉及刑事犯罪的案件,环保部门将立案并结合行刑两法衔接工作机制展开工作,及时与公安机关沟通并移送相关调查证据材料,并跟进和参与对相关负责人员的逮捕、审查、起诉等环节,配合并保障刑事附带民事诉讼案件均顺利进行。

### 3.3 诉讼判决执行跟进

环境修复或生态恢复方案的审核,环保将统筹部署方案审核工作,必要时可以征询专业机构和专家的意见,按时向法院反馈意见,具体参照环保部《环境损害鉴定评估推荐方法(第II版)》8.3.2和附录B,按照实际情况对应基本恢复方案和补偿性恢复方案;判决后的后续检查,对于环境行政民事



诉讼的结果,环保部门将公益诉讼案件的判决书、裁定书、答辩状等材料进行整理、归档,形成系统材料已备后续查阅参考。对于环境恢复的状况,如有必要,环保部门将定期或不定期进行现场检查,跟进修复情况,及时发现其他违法情况;对于被执行人为企业的,环保部门关注并及时通报其守法状况。对于法院有判决逐步偿还相关修复资金的情形,环保部门可视情形协助确定数额。如有必要,环保部门将定期或不定期进行跟进修复情况,对于被执行人为企业的,关注并及时通报其守法状况,对未执行法院判决的主体,及时移送拒不执行判决等犯罪线索。

## 4 环保部门在推进环境公益诉讼工作中的建议

### 4.1 影响(制约)环境公益诉讼发展因素

环境公益侵权案件往往发生的较隐蔽,有权提起公益诉讼的机构和部门往往难以发现案件线索;环保部门作为行政机关和司法机关、环保组织的工作程序存在差异,对案件的认识、取证水平、法律理解程度等等均不一致;诉讼执行到位困难,如何真正落实法院判决、实现环境恢复或保障其实现相应作用等问题。

### 4.2 对环保部门推进环境公益诉讼工作建议

针对环境公益侵权案件的线索难寻问题,环保部门在履职过程中需注意寻找环境公益诉讼案件线索,特别是群众举报或非平时监管途径来源的污染发生时,注意取证和留存相关证据。

针对各部门间的认知差异,可参考“两法衔接”及先进地区做法,在更高层面全面构建以社会组织为主体、检察机关和环保部门支持起诉、三方联动的环境公益诉讼模式,加强与检察机关及社

团组织特别是环保组织等的沟通与联系,高度重视在开展环境公益诉讼工作暴露出的违法行使职权或者不作为及时纠正,并以此促进环境执法规范化。

针对环境民事公益诉讼执行难问题,由环保部门探索或配合建立环境公益诉讼专项基金,重点用于垫支立案前环保社会组织委托开展环境污染损害鉴定评估的费用。基金的经费来源包括:环境公益诉讼被告支付的环境修复资金和服务功能损失等费用;财政拨款;人民法院判决无特定受益人的环境损害赔偿金等等。另外,加大推进环境污染强制责任保险的试点范围和力度,特别是对于列入重点排污企业名单的企业应科以“责任保障”和“提供担保”二选一的责任,以市场化、社会化方式分散环境风险。在推进环境责任保险工作时,可以结合环境公益诉讼对高风险企事业单位进行宣传和讲解,以保障环境公益诉讼目的实现。

## 5 结语

环保部门在推进环境民事公益诉讼工作时应当积极发挥行政机关的职能作用,从日常工作各方面积极参与并支持环境公益诉讼,特别是当诉讼过程中发现的各项问题,环保部门都有必要积极探索解决方法,并以此为契机建立污染防治的长效机制。

## 6 参考文献

- [1] 奚晓明. 最高人民法院关于环境民事公益诉讼司法解释理解与适用[M]. 北京: 人民法院出版社, 2015.
- [2] 陈亮. 环境公益诉讼研究[M]. 北京: 法律出版社, 2015.
- [3] 环境保护部. 环境损害鉴定评估推荐方法(第II版)[EB/OL]. [2014-10-24].

## Research on Participation and Promotion of the Environmental Protection Department in the Environmental Civil Public Interest Litigation Mechanism

Yang Jin

**Abstract** This paper studied the working mechanism of environmental protection department in environmental civil public interest lawsuit. China's constitution and environmental protection law guarantee citizens' environmental rights, consummating the system of environmental public welfare lawsuit can guarantee the legitimacy of the citizen's environmental rights and realize the value of the procedural law. Relying only on the supervision and management of environmental protection department and administrative law enforcement were no longer enough. With the help of social participations, public welfare lawsuit can fulfill regulatory loopholes and supplement administrative power. For participating in environmental civil public interest lawsuit, the environmental protection department can help with collecting evidence, providing legal advice, supervising the verdict results. Finally, the paper put forward the idea of establishing the working mechanism of environmental protection department for promoting environmental public interest litigation, and provided Suggestions for the current work.

**Key words** environmental public interest litigation environmental protection department

### 14项措施打赢污染防治攻坚战

广州日报讯（全媒体记者杜娟）昨日的市府常务会议审议通过了《广州市水污染防治强化方案》（以下简称《强化方案》），提出14项强化措施，以断面首要污染物氨氮减排为重要目标，努力打赢水污染防治攻坚战，持续提高全市地表水环境质量。方案明确提出，流溪河、白坭河和东江北干流等重点河流的一级支流水质2018年消除劣V类，2019年基本达到IV类，2020年稳定达到IV类。

2016年，广东省人民政府与广州市人民政府签订《广州市水污染防治目标责任书》，明确了2016年-2020年广州市地表水水质考核要求。两年来，广州对水环境整治工作的重视程度及整治力度前所未有，整治工作取得一定成效，地表水水质优良比例及10个上级考核断面水质达到年度考核要求，35条黑臭河涌整治初见成效。

市环保局有关负责人表示，《广州市水污染防治强化方案》拟进一步采取更有力措施，以“壮士断腕”的决心坚决打好水污染防治攻坚战。

《强化方案》以13个地表水考核断面达到国家和省的考核要求为核心，以落实“河长制”为抓手，以流域为体系、河涌为单位，聚焦主要水污染物氨氮减排，加大“控源”“截污”“管理”力度，增强“洗楼、洗管、洗井、

洗河”效果，强化水污染源头治理，补齐污水收集处理设施建设短板。

《强化方案》再次明确了广州市水污染防治攻坚战的工作目标和方向，提出了14项强化措施和13个工作清单，涉及14个职能部门和11个区政府。14项强化措施分别为：彻底查清污染源、着力加快管网及污水处理厂建设、着力提高生活污水收集率和处理率、着力提高污水处理厂排放标准、全面整治农村生活污水、着力加快河涌综合整治、着力提高工业污染治理和监管水平、彻底整治“散乱污”场所、彻底整治农业污染、彻底清理河涌垃圾、着力推进村级企业集聚区改造提升、全面实行“一断面一策”、全面保障资金投入和严格考核督导。

《强化方案》原则上要求流溪河、白坭河和东江北干流等重点河流的一级支流水质2018年消除劣V类，2019年基本达到IV类，2020年稳定达到IV类。

此外，《强化方案》的所有措施围绕当前断面首要污染物氨氮减排开展；要求2018年、2019年和2020年全市城镇污水处理厂氨氮削减量每年增长15%，废水直接排入环境水体的工业废水重点排污单位出水氨氮年均浓度均不超过地表水V类排放限值。

摘自《广州日报》2018-04-28

## CONTENTS

- Thoughts on the Second Time National Pollution Source Census in Guangzhou ..... *Shao Liwen* (1)
- A Case Analysis of Air Quality Exceeded in Guangzhou .....  
..... *Qiu Xiaonuan, Liang Guixiong, Zhang Jinpu, et al* (5)
- Pollution Characteristics of VOCs in Guangzhou Suburb in Autumn ..... *Feng Zhicheng, Zhou Yan* (10)
- Analysis of the Weekend Effect of Air Pollutants in the Center of Guangzhou City .....  
..... *Qiu Xiaonuan, Liang Guixiong, Zhang Jinpu* (13)
- A Case of Modification of Ammonia Gas Pipeline Heat Tracing of Denitrification System of an Electric Power  
Company ..... *Zhang Jingwen* (17)
- Analysis of Light Duty Gasoline Vehicle Emission in Guangzhou ..... *Li Xiaotong, He Jie* (21)
- Analysis of Commercial Vehicle Emission in Guangzhou ..... *Gan Guangsheng, He Mingliang* (27)
- Current Situation and Countermeasures of Non - road Mobile Machinery Management in Guangzhou .....  
..... *Ye Ziming, Huang Jizhang, Gong Mingrui, et al* (33)
- Monitoring and Evaluation of Heavy Metal Content in Rural Soil in the Suburbs of Guangzhou .....  
..... *Lin Yanzhen* (40)
- Determination of Phosphate Uncertainty in Water by Ammonium Molybdate Spectrophotometry Method .....  
..... *Chen Wanmin* (45)
- Current Situation and Countermeasures of Environmental Protection and Ecological Civilization in the Construction of  
"One River both Banks Three Riparian Belts" (ORTBTRB) Landscape Belt in Guangzhou .....  
..... *Ye Ziming, Zhang Baochun, Xie Chenji* (49)
- Research on Participation and Promotion of the Environmental Protection Department in the Environmental Civil  
Public Interest Litigation Mechanism ..... *Yang Jin* (56)